



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
NÚCLEO DE MEDICINA TROPICAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DOENÇAS TROPICAIS

WALTER WANDERLEY AMORAS

**INTERFERENTES BIO-SÓCIO-AMBIENTAIS NA EXPOSIÇÃO AO
MERCÚRIO EM CRIANÇAS RIBEIRINHAS DE DIFERENTES REGIÕES DA
AMAZÔNIA**

**Belém
2011**

WALTER WANDERLEY AMORAS

**INTERFERENTES BIO-SÓCIO-AMBIENTAIS NA EXPOSIÇÃO AO
MERCÚRIO EM CRIANÇAS RIBEIRINHAS DE DIFERENTES REGIÕES DA
AMAZÔNIA**

**Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em
Doenças Tropicais, pelo Núcleo de Medicina Tropical da
Universidade Federal do Pará.**

Orientador: Dr. Luiz Carlos de Lima Silveira

**Belém
2011**

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)-
Biblioteca do Núcleo de Medicina Tropical**

Amoras, Walter Wanderley

Interferentes bio-sócio-ambientais na exposição
ao mercúrio em crianças ribeirinhas de diferentes
regiões da Amazônia / Walter Wanderley Amoras;
orientador, Luiz Carlos de Lima Silveira. - 2011.

Tese (Doutorado)- Universidade Federal do
Pará, Núcleo de Medicina Tropical, Programa de Pós-
Graduação em Doenças Tropicais, 2011.

1. Mercúrio – Toxicologia – Amazônia. 2.
Comunidades ribeirinhas – Aspectos ambientais. 3.
Crianças – Doenças – Diagnóstico – Amazônia. I.
Silveira, Luiz Carlos de Lima, orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por Valdenira de Jesus NMT/UFPA

WALTER WANDERLEY AMORAS

INTERFERENTES BIO-SÓCIO-AMBIENTAIS NA EXPOSIÇÃO AO MERCÚRIO EM CRIANÇAS RIBEIRINHAS DE DIFERENTES REGIÕES DA AMAZÔNIA

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em Doenças Tropicais pelo Núcleo de Medicina Tropical da Universidade Federal do Pará.

Banca examinadora

Prof. Dr. Luiz Carlos de Lima Silveira Orientador

Profa.Dra. Maria da Conceição Nascimento Pinheiro Avaliadora

Profa. Dra. Marília Brasil Xavier Avaliadora

Profa. Dra. Dulcidéia da Conceição Palheta Avaliadora

Prof. Dr. José Luiz Martins do Nascimento Avaliador

Aprovado em: 27/ junho / 2011

Conceito: Excelente

Belém
2011

Dedicatória

Dedico este trabalho aos meus pais, *in memóriam*, Adolfina e Calixto, que lutaram tenazmente, desde a palafita de Afuá, no Marajó, à periferia de Belém, para que me tornasse “um homem formado e de bem”, como diziam. A violência do câncer arrebatou suas vidas precocemente – ele primeiro -, mas não a força dos seus ensinamentos que me acompanham.

À Edda, minha companheira de todas as horas, à Andréa, Débora e Walter Jr, meus queridos filhos pelos incentivos, aos neto e netas, genros e nora, que me acompanharam neste percurso, com incentivos e confiança, imprescindíveis à conclusão deste doutoramento.

AGRADECIMENTOS

Ao Grande Arquiteto do Universo por ter me dado força e perseverança em todas as etapas desta grande caminhada rumo à conclusão deste Doutorado.

Ao Prof. Dr. Luiz Carlos de Lima Silveira, meu orientador que do alto dos seus conhecimentos e experiências soube entender e encaminhar com inteligência e humanismo, como também propor procedimentos de superação nas diversas barreiras que se apresentaram nesse percurso.

À Profa. Dra. Maria da Conceição do Nascimento Pinheiro pelas suas batalhas quanto ao desvendar muitas das questões relacionadas ao uso e abuso do mercúrio na garimpagem na Amazônia e seus efeitos sobre a população humana e ao meio ambiente, além de ter permitido minha participação no Grupo do Mercúrio, do NMT, além dos conhecimentos transmitidos, apoio incansável e estímulos ao longo do percurso deste doutoramento.

Ao Prof. Dr. Manuel Ayres pela inteligência e sabedoria na difícil tarefa de orientar a complexidade das aplicações estatísticas; pela amizade, cordialidade e dedicação de um verdadeiro Mestre.

Ao Prof. Dr. José Luiz Martins do Nascimento, pelos conhecimentos transmitidos e atenção dispensada, além dos incentivos na busca desta meta.

À Profa. Dra. Marília Xavier Brasil, pela atenção dispensada na avaliação epidemiológica e transmissão de conhecimentos ao longo do percurso deste Doutorado.

Ao Dr. Carlos Araújo da Costa pelo seu companheirismo e incansável apoio na elaboração do banco de dados, entre outros conhecimentos de informática em saúde que foram disponibilizados para a consecução deste trabalho.

À Dra. Amélia Ayako Kamogary de Araújo, especialista em pediatria do Hospital Menino Jesus, na cidade de Itaituba, pela efetiva e entusiástica participação científica no decorrer deste estudo na região do Tapajós.

Aos membros do Laboratório de Ecotoxicologia, do NMT, Marcia Cristina Freitas da Silva, Claudia Simone Baltazar, Ana Paula Silveira Paixão e Dario

Rodrigues Junior pela competência e agilidade na análise de mercúrio nas amostras de cabelo das crianças.

Às estagiárias de Nutrição, bolsista do CECAN, especialmente a Laiza de Kássia Mendes da Conceição, pela dedicação e disponibilidade por ocasião do uso do software OMS Anthro e análises das variáveis nutricionais.

A todos os que fazem o dia a dia do Laboratório de Análises Clínicas, do NMT, pela dedicação e presteza nos resultados de exames de sangue e fezes que fazem parte deste trabalho. De modo especial aos técnicos de Laboratório Sydney e Fátima pela dedicação e competência, além da Dra. Luíza Caricio Martins que com competência sistematizou e organizou o Laboratório de Análises Clínicas do Núcleo de Medicina Tropical.

A todos que fazem a rotina da Biblioteca do NMT, especialmente as bibliotecárias Valdenira e Marta, pela presteza nos atendimentos as nossas solicitações, além das importantes orientações bibliográficas que prestaram.

Ao Mauro Sérgio Braga Maia que ao longo deste participou intensamente com seus conhecimentos técnico-científicos de informática.

Às funcionários do Programa de Pós-Graduação pela presteza e dedicação nas informações, além do atendimento cordial.

Às populações das comunidades pesquisadas pela integral participação e interesse no desenvolvimento deste trabalho.

A todos os servidores do NMT que direta ou indiretamente contribuíram para a consecução deste importante percurso acadêmico

A UFPA , como uma das mais importantes universidades do Brasil e da Amazônia, por ter contribuído na minha formação profissional e conhecimentos que me permitiram enveredar pelo fantástico mundo da pesquisa.

As comunidades ribeirinhas que participaram deste estudo pela maneira colaborativa e manifestação de apreço durante as diversas etapas deste trabalho. Agradecimentos especiais a todas as crianças ribeirinhas deste estudo, que em diversas localidades da Amazônia ainda se encontram às margens da cidadania em diferentes níveis de sobrevivência.

Pensamento

"Não é a consciência do homem que determina seu ser, mas é seu ser social que determina sua consciência."

Karl Marx

RESUMO

No presente estudo foram analisados possíveis fatores bio-sócio-ambientais interferentes na exposição ao mercúrio em crianças ribeirinhas. Participaram 103 crianças das regiões do rio Tapajós, rio Acará e ilha do Marajó. O tipo de estudo foi seccional analítico. Foram colhidas amostras de cabelo para análise dos teores de Hgtotal, de sangue (análise de hemoglobina e hematócrito) e fezes. Foram utilizados índices antropométricos na análise do crescimento das crianças. Na avaliação do desenvolvimento neuropsicomotor foi aplicado o teste de triagem Denver II modificado. A maior média dos teores de Hgtotal em amostras de cabelo das crianças foi na região do Tapajós (5,58 µg/g) e 0,65 µg/g nas demais localidades. A prevalência de Hgtotal >10 µg/g foi 25% e 7,5% em São Luiz do Tapajós e Barreira. O consumo diário de peixes pelas famílias das crianças quando relacionado com teores de Hgtotal p(valor) foi < 0,05. A prevalência do tempo de amamentação das crianças nos grupos com menos de 12 meses e maior de 6 meses para as localidades do rio Tapajós, quando relacionadas com teores de Hgtotal no cabelo das crianças apresentou p(valor) <0,05. A prevalência de anemia nas crianças da região Tapajós era de 46,7% e quando relacionada com teores de Hgtotal p(valor) <0,0001. Os exames coprocópicos indicaram que 68,3% eram poliparasitadas, quando relacionadas com Hgtotal p(valor) <0,05. O perfil do crescimento observado através dos indicadores do estado nutricional era 82,6% com peso adequado para idade e 14,5% com peso muito baixo e baixo. O desempenho neuropsicomotor examinado pelo teste de triagem Denver II modificado apresentou cinco crianças como suspeitas de atraso no desenvolvimento. Concluiu-se que localidades no entorno de atividades garimpeira as crianças ribeirinhas são expostas ao risco de contaminação mercurial. Fatores bio-sócio-ambientais interferentes na exposição ao mercúrio tais como consumo diário de peixes, tempo de amamentação, anemia, enteroparasitoses apresentaram relações estatísticas significativas com o Hgtotal no cabelo das crianças.

Palavras-chaves: Mercúrio, Crianças, Fatores interferentes, Amazônia

ABSTRACT

The present study examined possible bio-socio-environmental factors interfering in mercury exposure in children riverside. 103 children participated in the regions of the Tapajos and Acará Rivers and Marajó Island. The type of study was performed cross-sectional analysis. Hair samples were collected for analysis of the Hg_{total} levels, blood (hemoglobin and hematocrit analysis) and faeces. Anthropometric indices were used to analyze children's growth. In the evaluation of psychomotor development test was applied modified Denver II screening. The highest average of Hg_{total} levels in hair samples of children was in the Tapajós region (5.58 mg / g) and 0.65 g / g in other locations. The prevalence of Hg_{total} > 10 mg / g was 25% and 7.5% in São Luiz do Tapajós and Barreiras. Daily consumption of fish by the families of the children as it relates to levels of Hg_{total} p (value) was <0.05. The prevalence of breastfeeding duration in the groups of children under 12 months and greater than 6 months for locations in the Tapajos River, when Hg_{total} related contents in hair of children with p (value) <0.05. The prevalence of anemia in the Tapajós region was 46.7% and when related to Hg_{total} levels p (value) <0.0001. The parasitological tests indicated that 68.3% were multiinfested frequent when related Hg_{total} p (value) <0.05. The profile of growth observed through the nutritional indicators status was 82.6% normal weight for age and 14.5% with very low weight and low. Psychomotor performance assessed by the Denver II screening test had changed five children as suspicions of developmental delays. It was concluded that in locations around the gold mining activities riverine children are at risk of mercury contamination. Bio-social- environmental factors interfering in exposure to mercury such as daily consumption of fish, length of breastfeeding, anemia, intestinal parasites showed significant statistical relationships with Hg_{total} in the children's hair.

Keywords: Mercury, Children, interfering factors, Amazon.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS

LISTA DE FIGURAS

1	INTRODUÇÃO	18
2	MARCO TEÓRICO	20
2.1	MERCÚRIO: Aspectos históricos.....	20
2.2	CARACTERÍSTICAS DO MERCÚRIO.....	21
2.3	O MERCÚRIO NO MEIO AMBIENTE.....	23
2.4	TOXICINÉTICA.....	26
2.5	EXPOSIÇÃO HUMANA AO MERCÚRIO.....	28
2.6	INTOXICAÇÃO MERCURIAL: Sinais e Sintomas.....	30
	2.6.1 Mercúrio metálico (vapor de Hg ⁰).....	30
	2.6.2 Mercúrio Inorgânico.....	32
	2.6.3 Mercúrio orgânico (metilmercúrio, MeHg).....	32
2.7	EXPOSIÇÃO DE CRIANÇAS AO MERCÚRIO: Fatores interferentes.....	35
3	JUSTIFICATIVA	48
4	OBJETIVOS	50
4.1	OBJETIVO GERAL.....	50
4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	50
5	MATERIAL E MÉTODOS	51
5.1	POPULAÇÃO E AMBIENTE DA PESQUISA.....	51
5.2	VARIÁVEIS DE INTERESSE PARA O ESTUDO.....	54
5.3	PROCEDIMENTOS PARA O ESTUDO	55
6	RESULTADOS	62

6.1	INTENSIDADE DE EXPOSIÇÃO E PREVALÊNCIA.....	62
6.2	FATORES BIO-SÓCIO-AMBIENTAIS.....	66
6.3	PERFIL DO CRESCIMENTO.....	71
6.4	DESENVOLVIMENTO NEUROPSICOMOTOR.....	72
7	DISCUSSÃO.....	74
8	CONCLUSÕES.....	86
	REFERÊNCIAS	87
	APÊNDICE 1	100
	ANEXO 2	103

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Teores de Hg total em amostra de cabelo de crianças ribeirinhas de localidades com exposição ao mercúrio (rio Tapajós) e sem exposição (rio Acará e ilha do Marajó), estado do Pará. 2009.	62
Tabela 2. Teores de Hgtotal ($\mu\text{g/g}$) em amostra de cabelo de crianças, distribuídos por faixa etária, em diferentes localidades do estado do Pará. 2009.	64
Tabela 3. Índices de exposição mercurial (Hgtotal - $\mu\text{g/g}$) em cabelo de crianças ribeirinhas de diferentes localidades do estado do Pará. 2009.	64
Tabela 4. Crianças com teores de Hgtotal ($\mu\text{g/g}$) no cabelo acima de $10 \mu\text{g/g}$ relacionadas por sexo e idade (meses), de localidades na Região do rio Tapajós, estado do Pará. 2009.	66
Tabela 5. Teores de Hg total em amostra de cabelo de crianças e consumo semanal de peixes pelas famílias de diferentes localidades, estado do Pará. 2009.	67
Tabela 6. Teores de Hgtotal no cabelo de crianças e tempo de amamentação em diferentes localidades do estado do Pará. 2009.	68
Tabela 7. Teores de Hgtotal no cabelo de crianças e fonte de água de consumo das famílias em diferentes localidades do estado do Pará. 2009.	69
Tabela 8. Teores de Hgtotal no cabelo de crianças, níveis de hemoglobina e hematócrito em diferentes regiões do estado do Pará. 2009.	70
Tabela 9. Teores de Hgtotal no cabelo de crianças e enteroparasitoses (mono e poliparasitadas) nas localidades ribeirinhas, estado do Pará. 2009.	71
Tabela 10. Déficits nutricionais em crianças ribeirinhas de diferentes localidades do estado do Pará. 2009.	72

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Mapa do estado do Pará destacando as localidades de Barreiras e São Luiz do Tapajós, no município de Itaituba, Furo do Maracujá (município de Acará) e Soure (município de Soure). 2010. 52
- Figura 2. Grupos de crianças menores de 5 anos de idade com e sem Exposição mercurial em diferentes regiões do estado do Pará. 2009. 63
- Figura 3. Níveis médios de Hgtotal ($\mu\text{g/g}$) em amostras de cabelo de crianças ribeirinhas de diferentes regiões do estado do Pará, Amazônia. 2010. 65
- Figura 4. Distribuição por sexo das crianças nas localidades ribeirinhas, no estado do Pará, 2009. 65

LISTA DE ABREVIATURAS

$\mu\text{g/g}$ – micrograma por grama

$\mu\text{g/L}$ - micrograma por litro

μM – micromol

AM – Amazonas

ATSDR – Agency for Toxic Substances Disease Registry

Au-Hg – amálgama ouro-mercúrio

CRM – Conselho Regional de Medicina

DATASUS - Banco de Dados do Sistema Único de Saúde

DM – doença de Minamata

EDTA – ácido etilenodiaminotetracético

EPA/U.S. – Agencia de Proteção Ambiental / Estados Unidos da América

Fe – ferro

H – hidrogênio

H_2O – água

H_2SO_4 – ácido sulfúrico

Hg^{+1} – mercúrio mercurioso

Hg^{+2} – mercúrio mercúrico

Hg^0 – mercúrio metálico

Hg-total – mercúrio total

IMC – Índice de Massa Corporal

JICA - Japan International Cooperation Agency

K_2HPO_4 – fosfato monoácido de potássio

kg – quilograma

km – quilômetro

km² – quilômetro quadrado

LTB – limite de tolerância biológica

LSD – dietilamida do ácido lisérgico

Máx – máximo

Me₂Hg – dimetilmercúrio

MeHg – metilmercúrio

Mín – mínimo

mM – milimol

MMA – Ministério de Meio Ambiente

MME – Ministério de Minas e Energia

MS - Ministério da Saúde

ng/g – nanograma por grama

NMT – Núcleo de Medicina Tropical

NO – óxido nítrico

O₂^{•-} – radical superóxido

O₂^{*} – oxigênio singlet

OH – hidroxila

OH^{•-} – radical hidroxila

OTCA – Organização do Tratado para Cooperação Amazônica

OPAS – Oficina Pan-Americana de Saúde

PA – Pará

PAISC – Plano Nacional de Assistência Integral de Saúde da Criança

PACS – Programa de Agentes Comunitários de Saúde

PSF - Programa Saúde da Família

ppm ($\mu\text{g/g}$) – partes por milhão (micrograma por grama)

R[•] – radical alquil

RNA – ácido ribonucléico

RS – Rio Grande do Sul

SNC – sistema nervoso central

SUS – Sistema Único de Saúde

U/g proteína – unidade por grama de proteína

U/ml – unidade por mililitro

UFPA – Universidade Federal do Pará

USEPA – United States Environmental Protection Agency

WHO – World Health Organization

1 INTRODUÇÃO

A Amazônia brasileira, nos últimos tempos, tem sido objeto de forma predatória do avanço anárquico do capital, especialmente nas atividades agro-mineral e madeireira. Nesse processo, o meio ambiente e a saúde das populações, especialmente as que habitam nas florestas e ao longo dos rios, têm sido as mais afetadas, em consequência das novas relações sociais de produção que se estabeleceram com os conhecidos grandes projetos de ocupação da Amazônia e a execução de projetos industriais de envergadura, combinados com as formas tradicionais de extrativismo e pecuária extensiva.

A descoberta de ouro, na região do rio Tapajós, aconteceu em meado dos anos 50, do século passado, com as descobertas por Nilçon Pinheiro no rio das Tropas, afluente pela margem direita do Tapajós. Entretanto, as atividades de garimpagem de ouro só foram intensificadas a partir dos anos 70, quando de forma acelerada e descontrolada a garimpagem se estendeu às várias regiões da Amazônia provocando severos efeitos na saúde humana e no meio ambiente com o uso do mercúrio na recuperação do ouro. Isso ocorreu, especialmente, após a abertura de grandes rodovias como a Transamazônica (BR-230), a Cuiabá-Santarém (BR-163) e a Perimetral Norte (BR- 210), por terem facilitado o acesso a extensas regiões auríferas, como aconteceu na região do rio Tapajós (AMORAS, 1991).

A maior província aurífera aluvionar do mundo encontra-se na região do rio Tapajós, que se estende numa área superior a 100 mil Km², com centenas de pontos de garimpagem. Os depósitos são típicos de ouro aluvionar recente, com algumas ocorrências de ouro em veio de quartzo. Nas atividades de exploração garimpeira, o sistema de produção mais utilizado é o tipo desmonte hidráulico através de compressores “bico-jato”, além das balsas e dragas lavrando ouro nos leitos dos rios dessa região (FEIJÃO & PINTO, 1990).

Na Amazônia, há registros da coexistência de outras fontes de emissão de mercúrio para a atmosfera como a queima da biomassa contendo Hg, além do desmatamento que contribui para a mobilização do mercúrio dos solos para os ecossistemas aquáticos pela lixiviação do Hg (ROULET et al.,

1998; VEIGA et al., 1994). Nesse contexto, a poluição ambiente pelo Hg representa nova forma de ameaça à saúde das populações, especialmente a população infantil cuja exposição, desde o pré-natal, poderá comprometer seu crescimento e desenvolvimento. Estudos demonstram relações severas de neurotóxicidade do metilmercúrio sobre o desenvolvimento e funcionamento do sistema nervoso central de crianças cujas mães foram expostas no período pré-natal (GRANDJEAN et al., 1997).

O estudo foi realizado em quatro diferentes localidades do estado do Pará, sendo duas na região do Tapajós, uma na região do rio Acará e outra na ilha do Marajó, na Amazônia. No vasto elenco de dificuldades destacou-se a busca de informações demográficas sobre às populações ribeirinhas e povoados agrícolas, entre outros, por carência de dados oficiais. As informações secundárias existentes resultam de pesquisas acadêmicas e de outras instituições tais como Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF) e da Pastoral da Criança, do Conselho Nacional dos Bispos do Brasil (CNBB). Portanto, estudos sobre as condições de vida, fatores interferentes na exposição ao mercúrio em crianças ribeirinhas na Amazônia são relativamente raros, muitas das vezes antigos e fragmentados e/ou incompletos. Ademais, o uso desses trabalhos em análises comparativas é bastante limitado, dado as diferentes metodologias aplicadas.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 MERCÚRIO: ASPECTOS HISTÓRICOS

A relação entre o homem e o metal mercúrio é bastante antiga, ela permanece sendo até hoje objeto de intenso interesse em diversos campos da ciência. O mercúrio, juntamente com outros seis metais (ouro, prata, cobre, ferro, cromo e estanho), apresenta uma longa e remota intimidade com a história da humanidade. Foram descobertos e utilizados pelo homem devido suas existências na natureza em estado livre ou como substância facilmente decomposta. Para executar seus desenhos sobre as paredes das cavernas que habitava, ou objetos de argila, o homem pré-histórico certamente se serviu de uma pedra vermelha, o cinábrio – o sulfeto de mercúrio (HgS). O cinábrio já era conhecido pelos chineses na Antiguidade e encontrado em tumbas egípcias anteriores a 1500 a.C., assim como por outras culturas síria e inca (AZEVEDO et al., 2003).

No século 4 a.C., Aristóteles abordou o uso da “prata líquida” em cerimônia religiosa. Hipócrates (460 a. C. – 377 a. C.) usava o mercúrio em unguentos e os romanos utilizavam o cinábrio extraído das minas espanholas de Almadén (NRIAGU,1979).

O primeiro registro referente à toxicidade do mercúrio e seus compostos consta da obra de Plinius Senior (23 -79 d. C.), conforme Hunter (1985), mencionado por Pinheiro et al. (2006). No Império Romano, a escravidão nas minas de Cinnabar era usada como terrível punição por “desobediência” dos cidadãos, que resultava em morte lenta e dolorosa (PAVLOGEORGATOS, 2001).

Na Idade Média, Paracelsus (1493 – 1541) popularizou o uso de mercúrio no tratamento de vermes, piolhos e sífilis, especialmente durante a pandemia de sífilis da Europa, no século XV. Porém, o uso predominante do mercúrio em períodos pré-industriais foi para a extração e purificação de ouro e prata (FARRAR & WILLIAM, 1977).

A primeira descrição de envenenamento pela utilização do mercúrio data de 1557, quando um grupo de trabalhadores sofreu exposição crônica ao mercúrio inorgânico e, que, resultou num quadro de agitação,

depressão, falta de concentração e tremores nas mãos (PAVLOGEORGATOS, 2001). Séculos mais tarde, na obra de Lewis Carroll, “Alice no País das Maravilhas”, é mencionada a existência de “chapeleiros loucos”, cuja loucura era causada por uso de soluções de nitrato de mercúrio utilizada na limpeza de chapéus de feltro e no processamento de peles de castor, que estavam na moda naquela época. Essa insanidade geralmente era acompanhada por curiosa “marcha, tremor das mãos, depressão, taquicardia, perda da concentração”, entre outras manifestações. A expressão “louco como um chapeleiro” foi resultado da relação dessa categoria de trabalhadores com o distúrbio neurológico provocado pela exposição aos sais de mercúrio inorgânico (SHRADER & HOBBS, 1983).

O emprego do mercúrio na Medicina vem desde a Antiguidade, quando era empregado como anti-séptico, colagogo, purgativo, nos casos de sífilis, como diuréticos, em pomadas dermatológicas e oftalmológicas, dentre outras aplicações. Entretanto, nos últimos tempos, vem sendo substituído por outros medicamentos mais potentes e menos tóxicos.

2.2 CARACTERÍSTICAS DO MERCÚRIO

O Mercúrio é um metal que por conta de suas características ímpares e seus usos, tem fascinado a humanidade por milênios. Entretanto, tal fascínio resultou num aprendizado, pela prática, perverso quanto à sua toxicidade. A literatura científica a respeito é bastante extensa, tanto a relacionada com a saúde humana quanto a da saúde ambiental. Atualmente, depois de toda a evidência científica e dos fatos reais acontecidos em diversas partes do mundo, como bem comprova a história deste metal, aceita-se como verdade absoluta a natureza dos riscos toxicológicos e ecotoxicológicos decorrentes de usos descontrolados do mercúrio. Conseqüentemente, as sociedades devem exigir das autoridades constituídas medidas seguras e claras de vigilância e prevenção dos riscos do mercúrio (BRASIL, 2006)

O mercúrio tem como símbolo Hg que vem do latim “*hydrargyrum*” que significa prata líquida. Na Tabela Periódica dos elementos químicos, de acordo com suas propriedades físicas e químicas, o mercúrio é

considerado como um metal pesado com as seguintes características: peso atômico 200,6 u; número atômico 80; densidade 13,6 g/ml; ponto de fusão - 38,9° C; ponto de ebulição +356,6° C. O mercúrio está presente na natureza em diversas formas (Hg metálico, inorgânico e orgânico) e pode encontrar-se em três estados de oxidação (0, +1, +2). O mercúrio elementar, á temperatura ambiente, se apresenta na forma de um líquido branco-prateado, sendo também conhecido como mercúrio metálico (Hg⁰) (BERLIN, 1986).

O mercúrio é encontrado na forma inorgânica, como íon mercurioso (Hg₂⁺²) e íon mercúrico (Hg⁺²). Na forma orgânica - alquilmercuriais de cadeia curta, alcóximercuriais e fenilmercuriais – sendo que são de maior interesse toxicológico o monometilmercúrio (MeHg) CH₃Hg⁺ e o dimetilmercúrio (Me₂Hg) (CH₃)₂Hg. As propriedades físico-químicas e toxicológicas de cada um destes compostos são diferentes (BERLIN, 1986).

O mercúrio é reconhecidamente deletério às populações humanas e causa danos importantes à saúde, sobretudo ao sistema nervoso. Tais efeitos são decorrentes tanto de compostos inorgânicos quanto orgânicos do mercúrio, sendo os primeiros dosados em sangue e urina e os segundos, no cabelo. Esses efeitos biológicos são de particular relevância, tendo em conta a utilização do mercúrio em numerosas atividades econômicas, sobretudo na mineração de ouro, bastante disseminada na Amazônia brasileira (GONÇALVES et al., 2004).

Nas áreas de garimpagem de ouro, a fase de lavagem do cascalho, material retirado dos barrancos ou pelas sondas do fundo dos rios, realiza a recuperação do ouro de granulação fina pela amalgamação das pequenas partículas desse metal precioso com o mercúrio elementar; aliás o uso dessa prática vem desde a Antiguidade (MALM & KHERIG, 1998). Nesse processo, o mercúrio é adicionado na caixa de lavagem do cascalho tipo “cobra fumando” ou “lontrona”, por exemplo, e na oportunidade do bateamento quando as partículas de ouro aluvionar ou coluvionar são capturadas pelo mercúrio (AMORAS, 1991).

O mercúrio excedente, ou seja, a quantidade que não se agregou ao ouro, é lançado nos cursos d'água, onde uma parte sedimenta em seus leitos e a outra sofre reações químicas com os diversos compartimentos do meio, como a metilação a compostos orgânicos de mercúrio, e se incorpora à teia alimentar. Este ciclo se compõe por diversas fases que culminam com a formação do metilmercúrio (MeHg), que penetra nas membranas celulares e incorpora-se com facilidade nos componentes da cadeia cíclica alimentar, comprometendo seriamente a vida aquática, a fauna e a flora em geral (HARADA, 1998). Conseqüentemente, as populações residentes nas áreas de influência dos garimpos de ouro, como os povos da floresta tais como, comunidades indígenas, de ribeirinhos, de seringueiros e catadores de castanha da Amazônia (*Bertholletia excelsa*), dentre outros trabalhadores, são os mais expostos aos efeitos deletérios desse metal. Assim como, populações de centros urbanos distantes também podem ser afetadas pelo consumo de água e de alimentos (peixes carnívoros, por exemplo) contaminados pelo mercúrio (PINHEIRO et al. 2003).

2.3 O MERCÚRIO NO MEIO AMBIENTE

O mercúrio, na forma elementar (Hg^0) ou metálica, é o único metal líquido à temperatura ambiente. É também um gás com pouca tendência de se dissolver em água. Na atmosfera, onde aproximadamente 95% do mercúrio total encontra-se no estado elementar (Hg^0), é lentamente oxidado ao estado de íon mercurioso (Hg_2^{+2}) e íon mercúrio (Hg^{+2}), de acordo com BERLIN, (1986).

Na natureza, o mercúrio se apresenta como minério *cinábrio*, que contém sulfeto de mercúrio (HgS). As transformações do mercúrio nos diversos compartimentos do meio ambiente envolvem uma série de reações químicas complexas denominadas de Ciclo do Mercúrio (SOUZA & BARBOSA, 2000; WASSERMAN et al., 2001).

O mercúrio, uma vez oxidado, apresenta a seguinte distribuição: 60% do mercúrio atmosférico é depositado na terra e 40% na água. A apresentação dos três estados de oxidação é determinada pelo potencial redox

da solução e pela presença de compostos. Que podem formar complexos com íon mercúrio, resultando formas complexas estáveis com importantes moléculas biológicas, principalmente as que contenham grupos sulfidrilas, conforme estudos de Morel et al. (1998).

As substâncias simples e os compostos orgânicos de mercúrio (alquilmercuriais) são solúveis em solventes não polares. O vapor de mercúrio é mais solúvel em sangue do que em água. A solubilidade em água de alguns compostos de mercúrio segue a seguinte ordem crescente: Hg (0), Hg₂Cl₂, Hg (CH₃)₂ e HgCl₂ (SOUZA & BARBOSA, 2000).

O deslocamento do mercúrio da atmosfera para a superfície da terra acontece por precipitação do Hg (II) dissolvido. A adsorção em aerossóis também promove sua deposição. Como o Hg⁰ reoxida de forma relativamente lenta ao estado de Hg(II), seu tempo de permanência na atmosfera é em torno de um ano ou menos. E, que é suficiente para o mercúrio atmosférico ser distribuído por todo o planeta antes de retornar à terra, lagos, oceanos e gelo. Por consequência, como as principais emissões de mercúrio são as fontes concentradas em regiões industriais a poluição mercurial é um fenômeno global, afetando as áreas mais remotas do planeta, observaram Morel et al. (1998).

Akagi et al (1995) observaram que o mercúrio dissolvido reapresenta em diferentes formas químicas: mercúrio elementar (Hg⁰), que é volátil, porém não reativo; as espécies mercuriais (Hg (II) e mercúrio orgânico, principalmente o metilmercúrio (MeHg), dimetilmercúrio (Me₂Hg) e alguns compostos etil (EtHg).

No meio aquático, o mercúrio sofre transformação orgânica de processo fotoquímico ou catalisado por bactérias redutoras de sulfato. Para ser metilado pelas bactérias redutoras de sulfato ou para entrar na cadeia alimentar aquática, via fitoplancton ou bactérias, o metal deve primeiro ser transportado através da membrana lipídica dos organismos unicelulares. Portanto, a captação microbiológica é a etapa chave para a metilação e posterior bioacumulação, como verificaram Morel et al. (1998).

O processo de metilação por microorganismos envolve a adição de um grupamento metila ao Hg, modificando suas propriedades físico-químicas que permitem assim seu acúmulo na cadeia alimentar. Uma vez biotransformado, o metilmercúrio rapidamente se difunde ligando-se às proteínas da biota aquática quando alcança a cadeia alimentar, na qual sofre biomagnificação, conforme destaca Pinheiro (2006) ao citar Gilmour & Henry (1991).

Os peixes menores absorvem metilmercúrio da água e dos alimentos da flora e da fauna. Na sequência, estes servem de alimento aos peixes maiores, que vão concentrando maior quantidade de metilmercúrio, à medida que alcançam o topo da cadeia alimentar aquática. Grandes espécies predadoras como o atum (gênero *Thunnus*) contém mais MeHg em seus tecidos do que os peixes menores, não predadores, destaca Pinheiro (2006) citando Gilmour & Henry (1991), que também observaram que os peixes mais velhos têm um tempo maior para acumular MeHg.

Os estudos de Souza & Barbosa (2000) pinçaram os principais movimentos biogeoquímicos do Ciclo Global do Mercúrio, através da seguinte síntese:

- o mercúrio de origem antropogênica (originário de atividades humanas, fábricas, mineração, garimpos etc.) e o natural (devido a emanções vulcânicas, gaseificação da crosta terrestre etc.) são lançados no meio ambiente (atmosfera, corpos d' água e solos);

- principalmente, em ambientes aquáticos, sob determinadas condições físico-químicas ou pela ação de microorganismos, os íons de mercúrio dos compostos inorgânicos podem se ligar a grupos orgânicos, transformando-se em compostos orgânicos de mercúrio (por exemplo, MeHg e Me₂Hg). Os íons de mercúrio também podem ser reduzidos a Hg⁰;

- parte dos átomos de mercúrio, sob determinadas condições climáticas, pode evaporar, quer pela ação da queima de florestas e de amálgama com ouro, quer por emanções vulcânicas;

- na atmosfera, o mercúrio na forma metálica (Hg^0) pode ser oxidado pelo oxigênio do ar;

- por meio de um processo denominado deposição seca e úmida o mercúrio precipita com as chuvas e materiais particulados, depositando-se nos solos e corpos d'água.

2.4 TOXICOCINÉTICA

A toxicocinética estuda a relação entre a quantidade de agente tóxico que entra em contato com o organismo e sua concentração plasmática/tecidual, está diretamente relacionado aos processos de absorção, distribuição, biotransformação e excreção desse agente. Assim, os processos de transporte serão influenciados pelo estado de oxidação e pela forma dos compostos de mercúrio (UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - USEPA, 1998).

No tocante ao processo de absorção do mercúrio elementar/inorgânico, verifica-se que devido à sua volatilidade e à sua lipossolubilidade, é preferencialmente absorvido pelos pulmões, o mesmo ocorrendo com os compostos organomercuriais. Cerca de 80% dos vapores inalados, tanto de Hg^0 como Hg orgânico, são absorvidos a nível alveolar.

A absorção do mercúrio metálico por via oral, é baixa, inferior a 0,01% da dose ingerida. Dependendo da sua solubilidade, acredita-se que cerca de 2 a 10% dos sais de Hg , ingeridos acidentalmente ou em tentativas de homicídio sejam absorvidos por aquela via no estômago. Para o metilmercúrio observa-se, tanto em animais como em homens, um alta percentagem de absorção pelo trato gastro intestinal (TGI), entre 90 a 100%, relacionada à sua ingestão tanto na forma de sais como ligado a proteínas (por exemplo, em peixes comestíveis). O mercúrio metálico é moderadamente absorvido através da pele. Exposições da ordem de $0,05 \text{ mg/m}^3$ determina uma velocidade de penetração do vapor de Hg^0 , através da pele, de cerca de $72 \text{ } \mu\text{g/cm}^2/\text{h}$, equivalente a 2,2% da quantidade absorvida pelos pulmões (USEPA, 1998).

Com relação a distribuição e armazenamento, o transporte de mercúrio iônico é realizado pelo plasma enquanto o mercúrio elementar é transportado pelas hemácias. Nos eritrócitos e tecidos, o mercúrio metálico é rapidamente oxidado ao íon Hg^{2+} que se fixa às proteínas. O mercúrio inorgânico, menos lipossolúvel, concentra-se mais no plasma do que nos eritrócitos. O metilmercúrio é também transportado pelas células vermelhas (95%) e, o restante, ligado a proteínas plasmáticas. A distribuição do mercúrio entre os eritrócitos e o plasma depende da forma do metal: a razão Hg -eritrócitos/ Hg -plasma é de 1 para o Hg inorgânico, de 2 para o Hg^0 e de 10 a 20 para o metilmercúrio (HAYES JÚNIOR, 1982).

Os principais locais de deposição no organismo são os rins e o cérebro, após exposição a vapores de mercúrio metálico; os rins participam com cerca de 50 a 90% de acumulação da carga corpórea de deposição, na exposição a sais mercuriais inorgânicos; e o cérebro, a organomercuriais. A passagem de compostos mercuriais lipossolúveis do sangue para o cérebro é suficientemente rápida para causar uma distribuição diferencial significativa neste órgão. A subsequente oxidação de Hg^0 para Hg^{2+} no cérebro permite que o mercúrio ali se armazene. No feto, acontece processo semelhante de distribuição seletiva. O processo oxidativo é mediado enzimaticamente, onde a catalase talvez seja o sítio provável de oxidação (WHO, 1990).

A distribuição do metilmercúrio no organismo é lenta, levando cerca de cinco dias para atingir um equilíbrio. Atravessa rapidamente a barreira hematoencefálica concentrando-se no cérebro, particularmente no córtex occipital e no cerebelo. O transporte pelos tecidos parece ser mediado pela formação de um complexo cisteínametilmercúrio. Este complexo é estruturalmente semelhante à metalotioneína e é transportado pelas células por meio de uma proteína amplamente distribuída no organismo (UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY- USEPA, 1998).

Independente da forma química, o mercúrio atravessa rapidamente a barreira placentária e atinge o feto em concentrações, no mínimo, iguais às maternas. O composto tende a acumular-se no tecido cerebral. O mercúrio foi detectado em nove tecidos e órgãos do feto abortado,

exceto no líquido amniótico, indicativo da aparente incapacidade fetal em eliminar aqueles compostos. O fígado foi o único órgão do feto a apresentar concentrações de mercúrio superior à materna (CLAYTON & CLAYTON, 1982).

Os compostos mercúricos são eliminados pelas fezes, pela urina e pelas glândulas salivares, lacrimais e sudoríparas (USEPA, 1998).

Como se observa, o mercúrio e seus compostos podem causar vários danos à saúde, tanto em situação de exposição aguda (em curto prazo) quanto crônica (em longo prazo). Por afinidade, ele interfere com grupos sulfidrilas presentes em proteínas e sistemas enzimáticos em diferentes tecidos e órgãos. Muitos estudos têm avaliado os efeitos nocivos do Hg nos sistemas nervoso, reprodutivo, digestivo, renal, cardíaco, imunológico, respiratório, entre outros. Deve-se fazer uma distinção entre intoxicação pelos derivados inorgânicos do mercúrio, pelo mercúrio metálico e pelos compostos organo mercuriais, especialmente os alquilmercuriais, visto que as sintomatologias podem variar bastante em cada caso (GRAEME & POLLOCK, 1998).

2.5 EXPOSIÇÃO HUMANA AO MERCÚRIO

Existem duas maneiras do mercúrio chegar ao homem: ocupacional e ambiental. A primeira está ligada ao ambiente de trabalho, como mineração e indústrias, fábricas de cloro-soda, de lâmpadas fluorescentes, atividade odontológica e de garimpagem de ouro, dentre outras. E, a segunda através da dieta alimentar.

A inalação do vapor de mercúrio elementar é a forma mais comum de exposição humana, ocorrendo geralmente associada a um atividade ocupacional. A exposição na atividade odontológica é um exemplo comum de exposição ocupacional, que vem ocorrendo há tempos, com muitas controvérsias quanto aos riscos à saúde. O limiar de Hg na urina relacionados com o aparecimento de efeitos tóxicos subclínicos é de $30\mu\text{g/g}$ creatinina. O limite máximo para a exposição ocupacional é de $25\mu\text{gHg/m}^3$ no ar, para uma exposição a longo prazo e de $500\mu\text{gHg/m}^3$ para um elevado nível de

exposição no curto prazo. O teor máximo permitido de Hg urinário é de 50µg/g creatinina.

O risco de exposição é elevado nos consultórios odontológicos, o aumento significativo dessa contaminação está relacionado com a prática de não adoção de medidas preventivas e corretivas. Uma vez que a exposição acontece através da pele ou da inalação de vapores de mercúrio nas seguintes situações: derramamento acidental, higiene insatisfatória, eliminação do excesso do amálgama recém preparado, amalgamadores mecânicos, aquecimento do amálgama, falha na refrigeração durante a remoção de restaurações antigas, esterilização imprópria dos instrumentos contaminados por Hg, vazamento de dispensadores, estocagem inadequada das restaurações de amálgama, cuspeiras, tapetes, lixeira e esgotos, conforme apontam os estudos de Magro et al. (1994).

A contaminação ambiental, por sua vez é provocada pela dieta alimentar, comumente pela ingestão de peixes de água doce ou salgada, e afeta diretamente a corrente sanguínea provocando problemas no sistema nervoso central. Sua comprovação é feita pela determinação do mercúrio no cabelo ou no sangue (BOISCHIO & BARBOSA, 1993).

A cadeia trófica, isto é, a cadeia alimentar é formada em sua base inferior por microorganismos e peixes de espécies mais simples (de nível trófico baixo), terminando por peixes predadores (de nível trófico elevado) e, finalmente, o homem, que se alimenta de peixes. As populações ribeirinhas da Amazônia são dependentes do consumo de peixe para o seu sustento, chegando a consumir em média 200 gramas por dia. Os peixes são concentradores naturais de mercúrio e a sua quantidade nestes animais depende do alimento, bem como da idade e do tamanho. Como consequência, a contaminação humana por mercúrio depende não somente da quantidade de peixe consumida como também da espécie escolhida, de acordo com Souza & Barbosa (2000).

Há peixes de nível trófico baixo, que são os herbívoros e detritívoros, os de nível trófico intermediário, os omnívoros, e finalmente os de

nível trófico elevado, os piscívoros, também chamados de carnívoros ou predadores. Os herbívoros – tambaqui (*Colossoma macropomum*), jatuarana (*Baycon sp*), pirapitinga (*Brycon carphagus*), pacu (*Piaractus mesopotamicus*) se alimentam basicamente de sementes e de frutos; os detritívoros – bodó (*Liposarcus pardalis*), jaraqui (*Semaprotilodus spp*), curimatã (*Prochilodus spp*), branquinha (*Acuticurimata macrops*), se alimentam de matéria orgânica em decomposição e microorganismos associados à lama do fundo de lagos e margens de rios. Os detritos provindos da mata alagada, ninfas de insetos e zooplâncton são a base da alimentação dos omnívoros - aruanã (*Scleropages fdormosus*), pirarara (*Phractocephalus hemiliopteros*), cará (*Geophagus brasiliensis*), mandi (*Pimelodus spp*) matrinchã (*Brycon sp*), cuiú-cuiú (*Oxydoras niger*). Os piscívoros se alimentam de outros peixes e por isso bioacumulam o mercúrio – dourada (*Spondyliosoma cantharus*), filhote (*Brachyplatystoma filamentosum*), piranha (*Pygocentrus piraya*), tucunaré (*Cichla spp*), surubim (*Pseudoplatystoma fasciatum*) pescada (*Cynoscion virescens*) e pintado (*Pseudoplatystoma spp*), de acordo com Souza & Barbosa (2000).

Os indicadores biológicos da exposição humana ambiental são o mercúrio no sangue e o mercúrio no cabelo, os quais permitem uma avaliação do grau de exposição ambiental de populações ao mercúrio. O cabelo é a matriz biológica de escolha quando se pretende avaliar a exposição pregressa ao mercúrio metálico e ao metilmercúrio e, por isso mesmo, particularmente empregado nas pesquisas de avaliação da exposição ambiental da população em geral, sem histórico de contato ocupacional com o mercúrio. É também, particularmente útil pra o levantamento do grau de exposição ao metilmercúrio veiculado por alimentos por ele contaminado (AZEVEDO et al. 2003).

2.6 INTOXICAÇÃO MERCURIAL: Sinais e sintomas

2.6.1 - Mercúrio metálico (vapor de Hg⁰)

a) Intoxicação aguda

Os sinais e sintomas da intoxicação aguda têm início insidioso, com um período de latência que pode variar de uma até várias semanas, dependendo da dose ou da concentração dos compostos mercuriais. O pulmão é o órgão crítico e os sinais e os sintomas que se instalam resulta da bronquite erosiva, bronquiolite e pneumonite intersticial, conforme estudos de Rowens et al. (1991), ao atenderem uma família de quatro pessoas expostas a níveis tóxicos de vapor de mercúrio que tinham tentado extrair prata da amálgama de mercúrio.

As manifestações clínicas extra-pulmonares podem estar relacionadas às alterações do sistema nervoso: tremor, distúrbios da sensibilidade e do cognitivo. Além do quadro de insuficiência renal aguda resultante de lesões renais, quando a exposição ao vapor de mercúrio promove elevadas concentrações (WHO, 1991).

b) Intoxicação crônica

A inalação de vapor de mercúrio metálico é uma ocorrência razoavelmente comum nas indústrias. Existe um vasto elenco de registros científicos descrevendo os efeitos da inalação de vapor de mercúrio, por extensos períodos de tempo, repercutindo no trato respiratório e outros órgãos, além do sistema nervoso central e periférico. O quadro clínico da intoxicação crônica pelo vapor de Hg⁰ ainda é pouco conhecido, especialmente com relação a patogênese da disfunção cerebral (BERLIN, 1986; WHO, 1991).

A exposição permanente e por longos períodos de tempo a pequenas pequenas quantidades de mercúrio é chamada de mercurialismo ou hidrargirismo. Este quadro é encontrado entre trabalhadores de atividades que utilizam o mercúrio ou seus sais e também podem advir do uso sistemático de medicação mercurial. A via de introdução na indústria é geralmente a pulmonar. O micromercurialismo ou síndrome astênico-vegetativa que se manifesta a vapores de mercúrio elementar no ambiente (0,0004 a 12mg/m³ de vapores) é caracterizada por neurastenia, além de outros achados clínicos: hipertrofia da tireoide, aumento da captação de iodo radioativo pela tireóide,

pulso fraco, taquicardia, dermografismo, gengivite, alterações hematopoéticas e aumento da eliminação urinária do mercúrio (NAVARRETE, 1985).

2.6.2 Mercúrio Inorgânico

As manifestações clínicas resultantes da intoxicação pelos sais de mercúrio inorgânico estão relacionados por efeitos locais no tubo digestivo ao provocarem erosões pardo-acinzentadas das mucosas da boca, faringe, esôfago, estômago e intestinos com processo inflamatório, formação de vesículas e necrose. Este quadro implica em dor gástrica e vômitos, inicialmente mucosos, depois biliosos, a seguir sanguinolentos – hematêmese.

O efeito local sobre o intestino provoca uma série de hematoquezia, diarréia grave profusa e sanguinolenta, com fragmentos da mucosa intestinal nas fezes. Este tipo de ocorrência é rara e acontece quando são ingeridos acidentalmente ou intencionalmente por suicidas (BERLIN, 1986).

O rim é o órgão crítico na intoxicação aguda pelos sais de mercúrio inorgânico. Ocorre extensa necrose de células epiteliais e do túbulo contornado proximal. O glomérulo também pode ser atingido. A primeira resposta do rim à toxicidade do mercúrio, desde que não haja choque e a circulação sanguínea se mantenha adequada, é um aumento da diurese determinada pela supressão da função tubular e reabsorção. Como consequência do dano renal surgirão albuminúria, hematúria e uremia com taxas de 0,4 a 0,5 g/dl sangue (normal: de 20 a 40 mg/dl –plasma ou soro) (MILLER, 1986).

2.6.3 Mercúrio orgânico (metilmercúrio, MeHg)

As descobertas científicas dos riscos à saúde decorrentes da exposição ao MeHg começaram em 1865, com os trabalhos de Edwards (1865) citado por Grandjean et al. (2010), que publicou os primeiros registros de envenenamento por MeHg ocupacional fatal. Porém, foram Hunter et al. (1940) que desenvolveram estudos sobre o quadro neurológico desse tipo de intoxicação que se caracterizava por desartria, ataxia grosseira e generalizada

e constrição do campo visual. Estes achados foram observados em quatro pacientes intoxicados por MeHg após exposição ocupacional (HUNTER & RUSSEL, 1954).

No ano de 1956, em Minamata no Japão, a intoxicação por MeHg foi descrita pela primeira vez, sendo conhecida por doença de Minamata. A doença foi resultante do envenenamento por metilmercúrio que atingiu pessoas que ingeriram pescado e frutos do mar contaminados por essa espécie de mercúrio orgânico, que era descarregado como resíduo da Chisso, uma indústria química que produzia acetaldeído (HARADA, 1994). Trata-se de uma doença causada pela exposição indireta ao MeHg através da cadeia alimentar. Tomou o nome da pequena cidade do município de Kumamoto, a sudoeste da ilha Kyushu, onde o primeiro doente foi descoberto (HORIKAWA, 1999).

Davies (1991) demonstrou que a doença de Minamata pode ser classificada em três tipos: aguda/subaguda, casos crônicos e congênitos. Os casos agudos/subagudos apareceram na primeira fase, quando a Baía de Minamata foi extremamente contaminada pelos dejetos industriais de MeHg oriundos da indústria Chisso Companhia Ltda, na década de 1950. A maior parte das vítimas eram pescadores e suas famílias, que consumiam uma quantidade considerável de pescado. Esses casos apresentavam os sintomas da Síndrome de Hunter-Russel: perturbações sensoriais, ataxia, disenteria, perturbações auditivas e constrição do campo visual (HARADA, 1996; SILVEIRA et al., 2004).

As alterações sensoriais eram os primeiros sintomas apresentados na Doença de Minamata, mesmo os casos leves. As parestesias se apresentavam pelos dedos das mãos e dos pés, estendendo-se às regiões proximais sob a forma de distúrbio sensorial tipo luva e bota. A região perioral, a língua e parte anterior do tórax eram também afetadas nos casos mais severos. Foram encontrados distúrbios de diversas modalidades: sensação ao toque, sensibilidade dolorosa, térmica, vibração e posição. O quadro clínico era similar ao de uma polineuropatia sensorial de origem variada que no seu

desenvolvimento evidenciava: reflexos tendinosos profundos diminuídos e atrofia muscular (HARADA, 1996).

A ataxia cerebelar apresentou-se com grande frequência nos casos agudos, além dos distúrbios da marcha, dos movimentos das mãos, disartria, incoordenação e tremores terminais, foi observado que os testes dedo-nariz e dedo-dedo estavam alterados (HAMADA & OSAME, 1996; HARADA, 1997).

A lesão no córtex calcarino provoca constrição concêntrica simétrica de campo visual que é um achado específico na Doença de Minamata. A perda da acuidade visual que geralmente precede a constrição também pode estar associada (HAMADA & OSAME, 1996; HARADA, 1997).

A hipoacusia neurológica pela surdez de labirinto (cortical temporal) posterior é frequentemente observada. O paciente geralmente refere que pode ouvir os sons das palavras, mas não compreende o que está sendo falado (HAMADA & OSAME, 1996; HARADA, 1997).

Os casos crônicos da Doença de Minamata são caracterizados por uma progressão temporal de 5 a 10 anos, além de apresentarem um vasto e variado elenco de sintomas. A sintomatologia caracteriza-se por um sintoma exarcebado, enquanto os demais são latentes como dor em várias partes do corpo, artralguas, mialgias, cefaléia, fadiga, tontura, fraqueza, perda de apetite, insônia e diarreia (TSUBAKI & TAKAHASHI, 1986; HARADA, 1997).

O MeHg ao atravessar a barreira placentária provoca danos ao feto na doença de Minamata congênita. A intoxicação fetal promove achados clínicos severos e que são os mesmos da uma paralisia cerebral por variadas causas (HARADA, 1995). Nesta forma da doença foram observados sinais de grave e extensa lesão do sistema nervoso central: i) em 100% - retardo mental, reflexos primitivos, ataxia cerebelar, disartria, deformidades dos membros, distúrbios no desenvolvimento físico e nutricional; ii) em 95% - coréia, atetose, hipersalivação; iii) em 82% - ataques epiléticos; iv) em 77% - estrabismo. As mães dessas crianças em geral eram assintomáticas ou portadoras de leves e moderadas manifestações da doença (HARADA, 1995).

2.7 EXPOSIÇÃO DE CRIANÇAS AO MERCÚRIO: fatores interferentes

As crianças que vivem em países em desenvolvimento estão expostas a vários riscos, entre os quais o de resultarem de gestações desfavoráveis e/ou incompletas e o de viverem em condições socioeconômicas adversas. Tal cadeia de eventos negativos faz com que essas crianças tenham maior chance de apresentar atrasos em seu potencial de crescimento e desenvolvimento. Por essa razão, o impacto de fatores biológicos, psicossociais (individuais e familiares) e ambientais no desenvolvimento infantil tem sido objeto de inúmeros estudos nas últimas décadas. Historicamente, os estudos sobre desenvolvimento têm colocado as características biológicas da população infantil como determinante principal dos atrasos intelectuais da criança. Isso pode ser verdadeiro para as crianças gravemente comprometidas, mas não para a maioria das que apresentam um atraso moderado ou leve no seu desenvolvimento (HALPERN et al., 2002).

No período do crescimento e desenvolvimento do homem existem momentos considerados críticos, de maior suscetibilidade aos agravos ambientais, ou seja, ao ambiente hostil, dos quais são incluídos no campo das ações de saúde pública: i) o primeiro e último trimestres da gravidez (pré-natal); ii) pré-parto imediato; iii) recém-nascido; iv) lactente; v) pré-escolar e vi) adolescência, conforme destacou Schvartsman (1986).

A interação feto-materno e as características da placenta conferem ao conceito, particularmente no primeiro trimestre da gravidez, especial sensibilidade ao ambiente lesivo expressa sob a forma de efeitos teratogênicos, mutagênicos e carcinogênicos, cujos conceitos, embora imprecisos, devem ser diferenciados dos embriotóxicos e fetotóxicos que podem ocorrer em qualquer fase do desenvolvimento intra-uterino (SCHVARTSMAN, 1986).

O período de recém-nascido é indubitavelmente crítico, tendo em conta o número e a variedade dos fatores lesivos ambientais que podem agir neste período. Além disso, nele se evidenciam algumas entidades clínicas atualmente bem definidas, conseqüentes à exposição materna a agentes químicos. A síndrome de abstinência já foi descrita em recém-nascidos de

mães consumidoras sistemáticas de narcóticos, barbitúricos, diazepínicos, álcool, anfetaminas, entre outras. O quadro clínico da síndrome de hidantoinização fetal é observado em recém-nascidos cujas mães tomavam medicamentos anticonvulsivantes. A síndrome de alcoolização, apresentada por recém-nascidos de alcoólatras, é caracterizada por distúrbios craniofaciais, dos membros, do crescimento e desenvolvimento, além de anomalias cardíacas, genitais e cutâneas (SCHVARTSMAN, 1986).

As peculiaridades da alimentação do lactente, em que o leite é o alimento exclusivo ou mais importante, conferem a este produto também certo potencial de risco. Os problemas causados pela contaminação química ou biológica do leite industrializado já são bem conhecidos. O leite humano, apesar de praticamente livre de microrganismos patogênicos, pode ser veículo de medicamentos ou de poluentes ambientais aos quais a mãe esteve ou está exposta. Entre os primeiros são citados como apresentando um potencial de risco significativo para o lactente a ciclofosfamida, ergotamina, indometacina, metimazol, entre outros. Com relação ao segundo grupo destacam-se os bifenis policlorados, chumbo, DDT (dicloro-difenil-tricloetano), hexaclobenzeno, mercuriais e radioisótopos (SCHVARTSMAN, 1986).

Outros alimentos além do leite podem veicular, por motivos ou em circunstâncias variadas, substâncias químicas lesivas para a criança. São expressivos os exemplos da Doença de Minamata conseqüente à ingestão de peixe e outros animais marinhos contaminados por mercúrio; surto de graves distúrbios neurológicos ocorrido no Iraque, devido ao consumo de pão preparado com farinha contaminada por fungicidas mercurial ou da Doença de Yusho produzida pela ingestão de óleo contaminado por bifenis policlorados (SCHVARTSMAN, 1986).

Entre os fatores determinantes da saúde infantil, as condições ambientais são responsáveis por significativa parcela, tais como: situações desfavoráveis referentes ao acesso à água potável, destinação dos dejetos e habitação contribuem para a morbimortalidade expressiva de crianças nas regiões em desenvolvimento. Por outro lado, tem aumentado em todo o mundo, nas últimas décadas, a preocupação com a contaminação do meio ambiente por agentes químicos resultantes de atividades industriais, de exploração mineral e produção agrícola, e sua possível relação com o aumento observado

em anos recentes na prevalência de malformações congênitas, asma, câncer e distúrbios neurológicos e comportamentais em crianças (LANDRIGAN & GARG, 2002).

As crianças são particularmente vulneráveis à exposição a agentes químicos presentes no ambiente, por suas características fisiológicas: ingerem mais água e alimentos e respiram maior quantidade de ar por unidade de peso corporal que os adultos. Um lactente nos primeiros 6 meses de vida ingere sete vezes mais água, e o pré-escolar (1-5 anos), três a quatro vezes mais comida por quilo de peso corporal do que o adulto médio. O aporte de ar em um lactente em repouso é o dobro do observado em um indivíduo adulto. Além disso, hábitos peculiares, como levar constantemente a mão à boca, brincar e se locomover próximo ao solo, também contribuem para a maior exposição. Assim sendo, quaisquer agentes químicos presentes no ar, água, solo e alimentos têm uma probabilidade maior de ser absorvido por crianças do que por adultos (LANDRIGAN et al., 2004).

Atualmente, em torno de 85 mil agentes químicos são produzidos e utilizados nos países mais industrializados, dos quais 2.800 são considerados de alto volume de produção (acima de 500 mil kg por ano). Menos de 45% desses produtos químicos foram submetidos a testes toxicológicos básicos, e menos de 10% foram estudados quanto a efeitos tóxicos sobre organismos em desenvolvimento (MELLO-DA-SILVA & FRUCHTENGARTEN, 2005).

Entre os agentes químicos de interesse neste trabalho, o mercúrio é um dos metais mais abundantes na crosta terrestre. Além das fontes naturais, está presente em várias atividades humanas, como extração mineral, processos de combustão de carvão mineral (usinas termelétricas), indústria eletrônica e produção de papel, nas plantas de cloro-soda para branqueamento da celulose (onde o mercúrio é utilizado no processo eletrolítico para obtenção de cloro, fazendo parte dos resíduos industriais dessa atividade), conforme destaca Landrigan et al. (2004).

Estudos realizados nas Ilhas Seychelles, Oceano Índico e Ilhas Faroe, no Atlântico Norte, acompanhando crianças cujas mães ingeriram peixes contaminados na gestação, apresentaram resultados controversos. Enquanto no primeiro não houve relação entre níveis de mercúrio medidos nas

mães e o desenvolvimento cognitivo dos conceitos, nos estudos de Faroe houve associação entre os níveis de mercúrio medidos no cordão umbilical ao nascimento (média 22,9 µg/l) e um desempenho cognitivo pobre aos 8 anos de vida (GRIGG, 2004).

Na Amazônia, o eventual impacto da utilização extensiva do mercúrio nas atividades de garimpo de ouro, especialmente com relação à população infantil de ribeirinhos, ainda está por ser adequadamente avaliado (PINHEIRO et al., 2007).

Sobre as doenças na infância relacionadas à exposição ambiental a agentes químicos, parece haver razoável volume de informações e evidências, algumas fundamentadas em estudos epidemiológicos consistentes, de que algumas patologias ou grupos de doenças têm tido suas ocorrências aumentadas nas últimas décadas, notadamente nos países do hemisfério norte. Essa tendência também é observada em regiões industrializadas e grandes centros urbanos dos países em desenvolvimento. Entre os vários fatores arrolados para justificar esse crescimento, estariam desde uma evolução importante dos recursos diagnósticos (como a observada nos casos de câncer infantil) até uma maior exposição a agentes químicos, como poluentes aéreos e pesticidas, e físicos, como as radiações eletromagnéticas (WOODRUFF et al., 2004).

A asma em crianças menores de 18 anos aumentou mais que o dobro, na última década, nos Estados Unidos da América (EUA) e em outros países industrializados. Entre os fatores desencadeantes de quadros asmáticos destacam-se, no ambiente doméstico, produtos de limpeza, adesivos e pesticidas. No ambiente externo das grandes cidades, o ozônio (O₃) e o dióxido de enxofre (SO₂), gerados por veículos automotores e por indústrias termoelétricas, juntamente com material particulado. Esses agentes químicos se somam aos conhecidos fatores externos (alérgenos) de origem biológica, como polens, fungos, ácaros de poeira e outros, comprometendo sobre maneira as crianças que vivem em condições mais precárias de habitação, nas camadas mais pobres da população (ETZEL et al., 2003).

Apesar da redução da mortalidade e aumento da sobrevivência, por conta dos avanços no diagnóstico e tratamento das neoplasias em anos recentes, a incidência de alguns tipos de câncer na infância aumentou de

maneira surpreendente. A incidência de leucemia linfoblástica aguda aumentou quase 30% entre os anos 1970 e 1990 nos EUA, passando de 2,8 para 3,5 casos por cada 100.000 crianças. Entre 1973 e 1994, a incidência de câncer cerebral aumentou 39,6%, com incrementos semelhantes em meninos e meninas. A questão ainda está pendente no meio científico é se apenas a melhoria do diagnóstico e notificação dos casos seria suficiente para justificar esses aumentos, ou se a presença de agentes químicos no ambiente, dada a elevada correlação geográfica observada em certos casos, poderia estar relacionada com os dados epidemiológicos coletados (LANDRIGAN & GARG, 2002).

Estima-se que em torno de 6% dos nascidos vivos nos EUA possam apresentar distúrbios neurológicos e comportamentais, variando desde o déficit de atenção e hiperatividade até autismo. Não são determinadas com clareza as causas, mas é bem conhecida a relação de agentes com metais pesados (chumbo, mercúrio), certos pesticidas e poluentes orgânicos persistentes (bifenilas policloradas) com danos neurológicos em crianças, como visto anteriormente. É provável que os distúrbios de desenvolvimento neurológico sejam resultantes da interação entre os fatores ambientais e suscetibilidades individuais das crianças, como predisposição genética. Mas não há dúvidas quanto ao fato de que exposições a concentrações elevadas de agentes, como compostos mercuriais orgânicos, em dadas circunstâncias (intra-útero), podem isoladamente produzir danos importantes (MELLO-DASILVA & FRUCHTENGARTEN, 2005; COUNTER & BUCHANAN, 2004).

Na Amazônia, especialmente, no estado do Pará, na região do Tapajós, a população ribeirinha tem no pescado sua principal fonte de alimentação. Nos últimos anos, alguns estudos têm demonstrado que peixes dessa região apresentam teores elevados de mercúrio, acima do recomendado para consumo humano, expondo essa população a risco de contaminação ambiental pelo mercúrio. O consumo de peixes oriundos de áreas de garimpagem de ouro tem sido reconhecido como importante via de exposição humana ao mercúrio, conforme registros de Pinheiro et al. (2000a).

Grande parte do mercúrio utilizado no processo de extração e amalgamação do ouro é lançado nos cursos d'água, depositando-se nos sedimentos bênticos. Por uma série de reações químicas, o mercúrio

inorgânico é transformado em metilmercúrio, que se encontra presente, em elevadas concentrações, nas espécies de peixes carnívoros, situados no ápice da cadeia alimentar aquática, conforme estudos de Pinheiro et al.(2000b). O estudo também destaca que o consumo de peixes provenientes de regiões próximas a zonas de garimpagem tem sido admitido como potencial via de exposição humana ao mercúrio na Amazônia. As quatro comunidades ribeirinhas do Tapajós pesquisadas, no período de 1994 a 1996, apresentaram níveis de mercúrio total em amostras de cabelo entre 2,9 a 71,5 µg/g, com concentração média acima do limite de tolerância biológica de 10 µg/g, conforme estabelecido pelo International Programme of Chemical Safety (WHO, 1990). Esses resultados confirmam os de Akagi et al (1995), em trabalho também realizado em comunidades ribeirinhas do Tapajós, sugerindo que essas populações próximas às regiões de garimpo de ouro constituem importante grupo de risco de contaminação mercurial por ingestão de pescado contaminado (PINHEIRO et al., 2007).

Harada (1997) refere que dados da literatura sobre intoxicação mercurial em Minamata, no Japão, demonstram que a exposição à longo prazo ao metilmercúrio resultou em efeitos tóxicos irreversíveis no Sistema Nervoso Central (SNC), caracterizando a doença de Minamata. Ele ainda destaca que o aparecimento de manifestações clínicas dessa doença na Amazônia deverá seguir um padrão evolutivo da contaminação ambiental em cinco estágios: 1º) contaminação ambiental pelo vapor de mercúrio; 2º) contaminação do solo e da água sofrendo o processo de metilação, originando derivados orgânicos; 3º) o mercúrio orgânico sendo concentrado na cadeia alimentar aquática; 4º) o homem acumulando o metal pela ingestão de peixes; 5º) aparecimento de sinais e sintomas da doença de Minamata.

Pinheiro et al (2000b) concluíram alertando que a exposição humana ao mercúrio, através da ingestão de peixes da região, constitui risco potencial para o aparecimento de sintomas e sinais de intoxicação mercurial, tornando-se indispensável o monitoramento das concentrações das espécies químicas inorgânicas e orgânicas desse metal, associada a avaliações clínico-epidemiológicas e a medidas de prevenção e controle, visando minimizar ou evitar o aparecimento da doença de Minamata nas comunidades expostas a esse risco.

Boischio & Barbosa (1993) investigaram 150 famílias do longo do rio Madeira, no estado de Rondônia, com o objetivo de estabelecer os níveis de exposição ao mercúrio orgânico dessas populações ribeirinhas. Dentre as 311 amostras de cabelos analisadas, 142 (45,7%) amostras – todas com concentração de mercúrio total superior a 10 ppm – foram submetidas a análise para mercúrio inorgânico. Destas, 70% (n=99) apresentaram mais de 80 % de mercúrio total na forma de mercúrio orgânico. Notou-se ainda que 51% (n=158) dos indivíduos apresentaram concentrações de mercúrio total em amostras de cabelo superiores a 10 ppm.

Nas áreas sob influência da garimpagem, do ponto de vista de saúde pública, especial atenção deve ser dirigida aos grupos de mulheres em período fértil e de crianças. No estudo, as mulheres em idade reprodutiva 53% (n=37) apresentaram concentração de mercúrio superior a 10 ppm, sendo que em 7 (24%) a concentração foi acima de 15 ppm. Na mesma perspectiva, crianças menores de 24 meses que ainda não consumiam peixe apresentaram concentrações de mercúrio acima de 10 ppm em 21% (n=5). Tais concentrações refletem as atuais exposições intra-uterinas e as exposições através do aleitamento materno. No grupo de 63 (20,3%) crianças menores de 5 anos foi observada, com relação aos níveis de mercúrio (ppm), a seguinte distribuição: 9 (14,3%) no grupo de 10-15 ppm; 10 (15,9%) no grupo de 15-30 ppm; 1 (1,6%) no grupo de 30-50 ppm e 1(1,6%) >125 ppm (BOISCHIO & BARBOSA, 1993).

As elevadas concentrações de mercúrio em crianças merecem maiores investigações, principalmente quando se considera que o mercúrio tem sido lançado na área, através das explorações de ouro nas regiões dos rios Mutum-Paraná e Jaci-Paraná, no estado de Rondônia, afluentes pela margem direita do rio Madeira, além de extrações no leito do próprio rio Madeira, desde a segunda metade dos anos 70, do século passado.

Os estudos de Boischio & Barbosa (1993), não apresentam dados clínicos sobre as crianças, porém destacam que, além das exposições através do consumo de peixe, muitas das crianças podem ter sido expostas durante a vida intra-uterina e o aleitamento materno. Os níveis mínimos de exposição intra-uterina causadores de efeitos adversos em crianças são ainda pouco conclusivos. Entretanto, estudos mais recentes têm demonstrado que a

deficiência em testes psicológicos manifestada pelas crianças aos seis anos de idade pode estar associada à exposição ao mercúrio durante a gravidez (KJELLSTROM et al., 1989).

A anemia por deficiência de ferro constitui-se em um dos problemas nutricionais de maior magnitude no mundo, tendo atingido cerca de dois bilhões de indivíduos no ano de 1999. A anemia traz inúmeras conseqüências para o organismo de indivíduos de ambos os sexos. Nos adultos o principal impacto da anemia é a diminuição da capacidade produtiva. Na infância e no período escolar, fases da vida onde há um aumento das necessidades nutricionais, a anemia tem efeitos negativos sobre o crescimento ponderal e estatural e sobre a aprendizagem escolar (HAAS & BROUNLIE, 2001; LAWLESS et al., 1994).

A anemia por deficiência de ferro resulta da combinação de múltiplos fatores etiológicos. Entre as causas imediatas dessa carência destacam-se a baixa ingestão de elementos fontes de ferro ingerido e as perdas desse micronutriente devido a infecções parasitárias. Por exemplo, as infecções helmínticas, cuja prevalência é elevada nos países em desenvolvimento, especialmente entre as crianças e adolescentes, podem comprometer os níveis nutricionais de ferro (WALTER-SMITH & MCNEISH, 1986).

As conseqüências da anemia sobre o organismo humano são bastante conhecidas. A anemia atinge o crescimento e o desenvolvimento físico e mental das crianças, manifestando-se através de sonolência, da incapacidade de fixar a atenção e diminuição na acuidade mental, o que leva ao comprometimento escolar. Nesta faixa etária pode ainda provocar redução da capacidade imunológica (acarretando maior suscetibilidade às infecções), maior sensibilidade à toxicidade por metais pesados e de elevada morbimortalidade (a anemia severa causa danos à regulação térmica) (UNICEF/UNU/WHO/MI,1999)

No Brasil, a grande maioria dos estudos sobre anemia se refere a pré-escolar e gestante. Há uma grande lacuna, particularmente, no que se refere à prevalência de anemia em crianças ribeirinhas na Amazônia e aos fatores de risco associados (UNICEF 2004).

A principal consequência da falta de ferro em crianças é o déficit no desenvolvimento psicomotor, cujas seqüelas podem ser percebidas mesmo após passados três anos de carência e ter sido adequadamente tratada (LOZOFF et al., 1991). Essa deficiência é mais prevalente nos dois primeiros anos de vida, devido às necessidades aumentadas de ferro durante essa fase do desenvolvimento rápido e à quantidade inadequada de ferro na dieta, aliada ao desmame precoce, principalmente nas populações de baixa renda. Outros fatores de risco podem estar associados para agravar a situação nutricional referente ao ferro, tais como: prematuridade, baixo peso ao nascer, sangramento peri-natal, baixa hemoglobina ao nascer, infecções freqüentes, ingestão de chás e infestação por ancilostomídeos (DEMAEYER, 1989).

A anemia na infância é um importante problema de saúde pública no Brasil. Em levantamento bibliográfico realizado na base de dados LILACS, referente à anemia em crianças menores de 5 anos no país, foram encontrados prevalência elevadas, variando de 25 a 68 %. Embora se observe diferenças entre si, seja em relação à faixa etária, tamanho amostral, seleção da amostra, entre outras, em todos os estudos o ponto de corte adotado era o proposto pela Organização Mundial de Saúde (OMS), ou seja, Hemoglobina menor de 11g/dL, conforme salientam Neuman et al. (2000). Considerando que as prevalências de 10 a 40% e maior que 40% caracterizam, respectivamente, a deficiência de ferro como moderado e grave problema de saúde pública (BRUNKEN et al., 2002)

As infecções parasitárias intestinais se constituem também como fatores interferentes na saúde da criança e constituem importante problema de saúde pública, apresentando-se de forma endêmica em diversas regiões do Brasil. Podem apresentar estreita relação com fatores sócio-demográficos e ambientais, tais como: precárias condições sócio-econômicas, consumo de água de fonte contaminada, estado nutricional dos indivíduos, dentre outros, sendo freqüentemente a população infantil a mais atingida (PEZZI & TAVARES, 2007).

As parasitoses intestinais são doenças cujos agentes etiológicos (helmintos ou protozoários), pelo menos em certas fases do seu ciclo evolutivo, localizam-se no aparelho digestivo do homem podendo provocar diversas patologias (FERREIRA et al. 2004). As doenças parasitárias

são conseqüências de várias mudanças ambientais, mas possuem associação íntima com o comportamento humano, podendo este atuar como preventivo ou transmissor. Apresentam variações conforme a região, condições de saneamento ambiental, nível sócio-econômico, grau de escolaridade, grupo etário e hábitos de higiene (CASTRO et al.,2004; TASHIMA &SIMÕES, 2005).

O rápido, contínuo e desordenado crescimento de certas localidades na Amazônia, especialmente às margens das grandes rodovias, desencadeou uma série de problemas referentes à questão ambiental, principalmente em relação à qualidade, quantidade e destino dos resíduos sólidos produzidos. Comumente o lixo é destinado a ser desprezado, pois sua permanência no ambiente humano pode provocar efeitos indesejáveis, com a repercussão na saúde e bem-estar do homem. Mesmo que o lixo não se constitua em fonte primária de contaminação, pode propiciar o desenvolvimento de fatores ecológicos que passam a constituir parte integrante da estrutura epidemiológica de algumas parasitoses (IBGE, PNSB, 2000)

Os parasitas podem atingir o homem por vários mecanismos, entre ação alergizante e ação espoliadora. Considerando que nem todos os parasitas possuem esta última ação, alterações nos índices hematimétricos (hematócrito e hemoglobina) podem ser resultados de outras patologias como, por exemplo, a anemia resultante da má nutrição. Por sua vez, a ação alergizante apresenta eosinofilia como achado característico em indivíduos parasitados (CIMERMAN & CIMERMAN, 2001).

Na história da ocupação recente da Amazônia verifica-se que são marcantes as transformações sociais, econômicas e ambientais por que passa a região, especialmente algumas unidades federadas como os estados do Pará, Rondônia e Amazonas.

A partir dos anos 70 do século passado, no bojo dos projetos de colonização, mineração e garimpagem, além do avanço da pecuária e exploração madeireira, novos povoados nasceram, cresceram e se transformaram em novos municípios, especialmente, ao longo das grandes rodovias que foram abertas na floresta como a BR-230 (Transamazônica) e a BR-364 (Cuiabá - Porto Velho), dentre outras. Porém, as comunidades tradicionais como as indígenas, seringueiros, castanheiros, pescadores e ribeirinhos, dentre outras conhecidas como “povos da floresta”, que nasceram

às margens dos rios, continuam submetidas a diversos graus de isolamento e de abandono pelo poder público.

Nesse contexto, os projetos não sustentáveis de desenvolvimento da Amazônia promoveram um vasto elenco de problemas: i) urbanização acelerada, especialmente a relacionada com o crescimento de áreas de pobreza na periferia das grandes cidades, com a precarização do trabalho e a inserção precoce de crianças e adolescentes no mercado de trabalho; ii) ampliação do desmatamento descontrolado; iii) saneamento básico insuficiente; iv) cobertura de saúde insuficiente, dentre outros (BRASIL, 2003).

Na abordagem geral sobre os problemas de saúde-doença, em nível coletivo, sob a ótica da pesquisa, assim como nas ações dos programas públicos de saúde, os territórios precisam ser claramente estabelecidos, tanto urbanos como rurais, uma vez que essas atividades exigem dessas equipes conhecimentos mínimos das variáveis circunstanciais relacionados aos fatores temporais, espaciais e às pessoas. São fundamentais à descrição epidemiológica quanto a distribuição de frequência das doenças e dos agravos à saúde coletiva em função das variáveis relacionadas ao tempo, ao lugar – ambientais e populacionais- e à pessoa, possibilitando o detalhamento do perfil epidemiológico da questão considerada (ROUQUAYROL, 1999). Portanto, sob esse enfoque é de vital importância conhecer a comunidade, enquanto conjunto organizado de pessoas e famílias que unidas por laços consangüíneos, amizades e solidariedade, têm como patrimônio seus valores históricos, necessidades e objetivos, sob um mesmo limite ambiental, territorial, jurídico e institucional na busca do bem comum. Portanto, toda comunidade, como unidade social que é, tem origem nas pessoas e famílias que apresentam necessidades e objetivos comuns, semelhantes que as identificam (CABALLERO, 2004).

As comunidades ribeirinhas da Amazônia apresentam conformações específicas relacionadas a fenômenos dinâmicos nos aspectos biopsicossociais, culturais, econômicos, político-administrativos, territoriais e ambientais, além de serem impactadas pelas atividades econômicas, como por exemplo, a garimpagem.

O homem amazônico, em suas práticas nas comunidades ribeirinhas, apresenta uma relação social e um modo de vida que se

caracterizam por vários aspectos: i) geográfico: ao situar-se às margens dos rios e dos lagos sua cosmovisão é marcada pela presença das águas. Para essas populações o rio, o igarapé e o lago não são apenas elementos do cenário ou da paisagem e sim algo construtivo do modo de ser e de viver; ii) cultural: seu imaginário é povoado por superstições e mitos como, por exemplo, da cobra grande, do curupira, do mapinguari, encantamentos e mau olhado; iii) religiosidade: tem como destaque a devoção aos santos católicos e a reunião da comunidade para celebrarem seus padroeiros. As comunidades ribeirinhas dedicam, parte do ano, com a preparação e a realização de acontecimentos religiosos; iv) economia: as atividades econômicas são baseadas na agricultura de subsistência e na pesca para consumo e venda; v) recursos de saúde: por carência ou insuficiência dos serviços públicos de saúde a parteira curiosa, a benzedeira e o curandeiro são os que prestam regularmente suas práticas tradicionais na busca de resolução dos problemas que se apresentam (SARAIVA & SILVA, 2008).

No estudo de uma comunidade amazônica, por Wagley (1988), observa-se que uma comunidade isolada nunca é típica de uma região ou uma nação. Cada qual tem suas próprias tradições, sua história particular, suas variações especiais do modo de vida regional ou nacional. A cultura de uma região ou de uma nação moderna possui uma organização muito maior do que a simples soma das comunidades que a integram. Existem instituições e poderes sociais de âmbito regional, nacional e até mesmo internacional, que determinam a tendência de vida de cada pequena comunidade. A igreja, as instituições políticas, o sistema de educação convencional, o sistema comercial e muitos outros aspectos de uma cultura, são muito mais difundidos e mais complexos em sua organização do que parecem quando observados em uma comunidade.

Nas comunidades existem relações humanas de indivíduo para indivíduo, e nelas, todos os dias, as pessoas estão sujeitas aos preceitos de sua cultura. É nas suas comunidades que os habitantes de uma região ganham a vida, educam os filhos, levam uma vida familiar, agrupam-se em associações, adoram seus deuses, têm suas superstições e seus tabus e são movidos pelos valores e incentivos de suas determinadas culturas. Na comunidade a economia, a religião, a política e outros aspectos de uma cultura parecem

interligados e formam parte de um sistema geral de cultura, tal como são na realidade (WAGLEY, 1988).

Os ribeirinhos da Amazônia descendem de vários grupos étnicos que ocuparam as margens dos barrancos e as várzeas dos rios. Esta mestiçagem resultou também num tipo de sociedade e economia distintas. Como seus antepassados indígenas, os ribeirinhos sobrevivem da pesca, caça, extração de produtos aquáticos e da mata, agricultura em pequena escala, e criação de pequenos animais.

3 JUSTIFICATIVA

A região Amazônica, como outras regiões dos trópicos úmidos, apresenta condições sócio-econômicas e ambientais que determinam impactos danosos ao ambiente e à saúde das populações expostas. Os impactos da poluição ambiental pelo mercúrio nas populações ribeirinhas expostas ainda são poucos conhecidos, especialmente na população infantil.

Os estudos realizados, nos últimos anos, por importantes instituições regionais, nacionais e internacionais de pesquisa, sobre os efeitos da exposição humana e da contaminação ambiental por mercúrio, apontam para as ações deletérias dos compostos inorgânicos e orgânicos do mercúrio, sobretudo ao sistema nervoso (GONÇALVES & GONÇALVES, 2004).

Os avanços de conhecimentos sobre os efeitos biológicos, químicos, genéticos, clínicos e epidemiológicos provocados nas populações expostas ao mercúrio resultaram da intensa mobilização de pesquisadores brasileiros. Entretanto, a questão garimpeira ainda não tem recebido a importância que merece, uma vez que os estudos realizados sobre essa questão na Amazônia são escassos .

O grupo populacional de crianças menores de cinco anos, nas áreas ribeirinhas, expostas ao risco mercurial na Amazônia brasileira, ainda é pouco pesquisado, especialmente com relação a exposição ao MeHg e seus efeitos tóxicos no Sistema Nervoso Central. Portanto, a importância do conhecimento desses efeitos deve-se ao lesivo impacto do metilmercúrio na saúde da criança baseado em acidentes ambientais já conhecidos, como Minamata e Iraque (HARADA, 1998).

Nesse contexto, torna-se imperioso que as instituições de pesquisa da Amazônia busquem ampliar conhecimentos sobre a dimensão e a gravidade da exposição mercurial, em termos epidemiológicos, clínicos, genotóxicos e dosimétricos, dentre outros.

Informações confiáveis sobre as condições de saúde da criança, na maior parte da Amazônia, são inexistentes ou inconsistentes, em questões básicas como, por exemplo, cobertura vacinal, prevalência de desnutrição, frequência de doenças infecciosas (malária, diarreias e infecções

respiratórias) ou as características da assistência perinatal, dentre outras. Esta falta de informações adequadas dificulta ou impossibilita o planejamento e execução de procedimentos no programa de atenção integral à saúde da criança, no nível da atenção básica nessa região.

Os efeitos da exposição mercurial sobre a saúde das crianças nas áreas de garimpagem de ouro na Amazônia, especialmente com relação à prevalência de atrasos no seu potencial de crescimento e desenvolvimento, praticamente inexistem. Isto acontece não pelas dimensões continentais dessa região como alguns tentam justificar, mas pela ausência histórica de prioridades na execução das políticas de saúde que organizem e façam funcionar o sistema municipal de saúde, ampliando cobertura das ações de saúde nesse grupo da população. Na prática, o que se observa, na maioria dos municípios amazônicos, são sistemas municipais de saúde com insuficiente organização e funcionando de forma precária.

Estudos comprovam que a exposição pré-natal a compostos de mercúrio orgânico, especialmente após situações de desastres ambientais, mulheres sem sinais clínicos de contaminação tiveram filhos com problemas no desenvolvimento cerebral, com microcefalia e paralisia cerebral severa (CARDOSO et al. 2002).

Considerando a possibilidade da existência de danos à saúde infantil, provocado pelo mercúrio, especialmente com relação ao Sistema Nervoso Central, assim como a necessidade de se conhecer a participação de fatores interferentes bio-sócio-ambientais nesse processo, este estudo tem como proposta contribuir com o controle desse tipo de exposição.

4 OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GERAL

Compreender possíveis fatores bio-sócio-ambientais interferentes na exposição ao mercúrio em crianças menores de cinco anos de idade, de comunidades ribeirinhas de três diferentes regiões, no estado do Pará, Amazônia.

4.2 OBJETIVOS EPECÍFICOS

- a) Determinar a intensidade de exposição ao mercúrio em cada grupo de crianças através da quantificação dos níveis de Hgtotal em amostras de cabelo;
- b) Estimar a prevalência de crianças com níveis de exposição ao Hgtotal acima de 10 µg/g no cabelo, em cada comunidade;
- c) Descrever e discutir os fatores bio-sócio-ambientais interferentes na prevalência dos níveis de exposição ao Hgtotal acima de 10 µg/g no cabelo das crianças estudadas;
- d) Descrever o perfil de crescimento das crianças relacionado com as variáveis sócio-demográficas, enteroparasitoses e anemias.
- e) Analisar variáveis do desenvolvimento das crianças considerando o protocolo Denver II modificado.

5 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo clínico-epidemiológico é do tipo seccional analítico, realizado no período de julho a dezembro de 2009, envolvendo crianças ribeirinhas de quatro localidades, em três regiões, do estado do Pará, sendo duas na área de influência da garimpagem de ouro na região do Tapajós e as demais nas regiões ribeirinhas do rio Acará e ilha do Marajó, sem história conhecida de atividade garimpeira.

5.1 POPULAÇÃO E AMBIENTE DA PESQUISA

População alvo

A população alvo ou base populacional considerada foi representada pela população infantil ribeirinha distribuída em inúmeras localidades às margens do rio Tapajós, do rio Acará (deságua no rio Mojú, que se junta ao rio Guamá antes de sua foz na baía do Guajará) e ilha do Marajó.

População de estudo

Foi constituída por grupos de crianças ribeirinhas menores de 5 anos (≤ 60 meses) de idade pertencentes ao universo amostral ou população real das localidades de São Luiz do Tapajós e Barreiras, no município de Itaituba, na região do Tapajós; Furo do Maracujá, no município de Acará, na região do rio Acará; Soure, município de Soure, na ilha do Marajó (Figura 1).

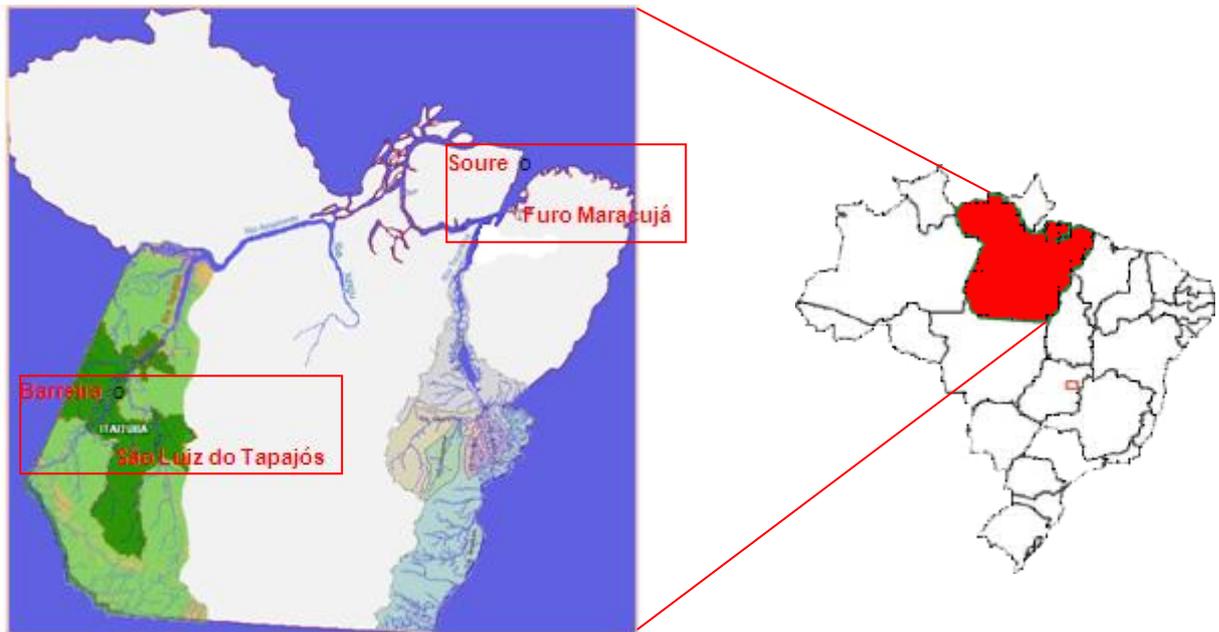


Figura 1. Mapa do estado do Pará destacando as localidades de Barreiras e São Luiz do Tapajós, no município de Itaituba, Furo do Maracujá (município de Acará) e Soure (município de Soure). 2010.

As comunidades de Barreiras e São Luiz do Tapajós, que localizam-se às margens esquerda e direita do rio Tapajós, respectivamente, estão situadas a jusante da Província Aurífera do Tapajós, onde são explorados dezenas de garimpos de ouro. Essa província, também conhecida como reserva aurífera, foi instituída através da Portaria nº 882, de 28/07/1983, do Ministério de Minas e Energia (MME), com área de 28.745 km² (maior que o estado de Sergipe com 21.994 km² (AMORAS, 1991))

O município de Itaituba faz parte da região sudoeste do estado do Pará, denominada “Zona Fisiográfica do rio Tapajós”. Limita-se, ao norte, como o município de Aveiro, de onde foi desmembrado, ao sul, com os municípios de Novo Progresso e Jacareacanga, a leste, com os municípios de Altamira, Rurópolis e Trairão, e a oeste com o estado do Amazonas. A sede do município – a cidade de Itaituba – situa-se às margens do rio Tapajós, distante da cidade de Belém cerca de 891 km em linha reta, considerada atualmente a quinta sede municipal mais afastada da capital paraense. Possui como coordenadas geográficas 04° 16′ 34″ de latitude sul, e 55° 59′ 06″ de longitude oeste, pertence a Microrregião de Itaituba, da Mesorregião Sudoeste Paraense, tem como altitude 45 metros. Ao longo do rio Tapajós, que corta o município de Itaituba ao leste, no sentido sul-norte, estão localizadas inúmeras

comunidades ribeirinhas, com diferentes portes populacionais, que desenvolvem atividades agrícolas e da pesca de subsistência, entre as quais as comunidades de Barreiras e São Luiz do Tapajós. Elas foram escolhidas para este estudo devido suas localizações na área de influência da garimpagem de ouro, ou seja, a jusante da Reserva Aurífera do Tapajós, e pelas evidências de exposição ao mercúrio por terem como hábito alimentar a ingestão de peixes contaminados (PINHEIRO et al., 2000a, 2003). Nessa região há ocorrência de desmatamentos e queimadas por ser área de expansão de fronteira de atividades agro-pecuárias e minerais.

A comunidade de São Luiz do Tapajós situa-se a montante da cidade de Itaituba, com as coordenadas geográficas 04° 20' 31" de latitude sul e 56° 15' 02" de longitude oeste, distante em torno de 4 horas de viagem em embarcação com motor de centro. A população residente era estimada em 620 habitantes, distribuída em aproximadamente 210 domicílios. A alimentação básica dessa população é de peixe da região. As principais atividades ocupacionais são a pesca e a agricultura de subsistência.

A comunidade de Barreiras com as coordenadas geográficas 04° 05' 52" de latitude sul e 55° 40' 59" de longitude oeste, encontra-se a jusante e distante da sede do município em torno de quatro horas em embarcação que faz a linha Itaituba-Santarém. Essa comunidade também pode ser acessada por precário transporte rodoviário utilizando estradas em péssimas condições de trafegabilidade, principalmente no período mais chuvoso do ano (meses de janeiro a abril). De acordo com o levantamento realizado em 2009, pelos Agentes Comunitários de Saúde, da equipe do Programa Saúde da Família, a população estimada era de 926 habitantes, em 230 domicílios.

A comunidade Furo do Maracujá, com as coordenadas geográficas 01° 32' 07" de latitude sul e 48° 29' 26" de longitude oeste, localiza-se na região do baixo Acará, pertence ao Município de Acará, com as coordenadas geográficas 01° 57' 39" de latitude sul, e 48° 11' 48" de longitude oeste, pertencente a Microrregião Tomé Açu, da Mesorregião Nordeste Paraense, que se interliga às bacias dos rios Guamá, Mojú e Capim. A localidade tem cerca de 60 residências, representando em torno de 300

habitantes. Não há registros de desmatamentos tendo em vista a atividade extrativista básica da localidade - colheita de açai (*Euterpe oleracea*) - que tem como suporte cobertura vegetal tipo várzea. A comunicação dessa comunidade, devido sua proximidade com a margem esquerda do rio Guamá, é realizada mais intensamente com a cidade de Belém, porque para atingir a sede do município de Acará, por via fluvial, a viagem dura cerca de um dia, dependendo do tipo de embarcação.

A cidade de Soure, localizada na Microrregião do Arari, da Mesorregião Marajó, na parte oriental da ilha Marajó, com as coordenadas geográficas 00° 43'00'' de latitude sul, e 48° 31'24'' de longitude oeste, está constituído por três distritos: Soure, Condeixa e Joanes. Limita-se ao norte com o oceano Atlântico, ao sul com o município de Salvaterra, a leste com a baía do Marajó e ao oeste com os municípios de Chaves e Cachoeira do Arari. Na atualidade, ostenta uma área de 3.513 km², com a população geral do município era de 22.458 habitantes, sendo que 86% pertence a área urbana, conforme estimativa do IBGE e DATASUS para 2009. Distante de Belém, capital do estado, 87 km em linha reta. Porém, as distâncias medidas por tempo e tipos de deslocamento, são de 30 minutos por via aérea (avião de pequeno porte das empresas de táxi-aéreo), de seis horas por via fluvial (barco da linha) e quadro horas por via rodo-fluvial. A população infantil considerada neste estudo compõe-se das famílias residentes na periferia da cidade e localidades ribeirinhas, conforme dados do Programa Saúde da Família. Não há registros de desmatamentos e nem de queimadas nessa região tendo em vista que o município apresenta grandes áreas de campos naturais para a pecuária.

5.2 VARIÁVEIS DE INTERESSE PARA ANÁLISE DO ESTUDO

O estudo considerou que os fatores intercorrentes podem estar presentes na própria criança (componentes biológicos), na família (componentes sociais) e no ambiente, assim buscou-se examinar alguns desses prováveis fatores no processo de exposição mercurial, especialmente,

nas áreas de garimpagem de ouro, através dos seguintes: a) fatores biológicos: idade, sexo, crescimento e desenvolvimento, tempo de amamentação, anemia e enteroparasitoses; b) fatores sociais: escolaridade das mães (anos de estudos) e número de pessoas na habitação; c) fatores ambientais: consumo diário de peixes pelas famílias, condições da habitação e fonte da água de consumo.

5.3 PROCEDIMENTOS PARA O ESTUDO

Seleção da população

A partir de uma demanda espontânea, após consentimento livre e esclarecido e subsequente autorização por parte das mães ou responsáveis as crianças ribeirinhas menores de 5 anos foram selecionadas de acordo os seguintes critérios para inclusão no estudo: i) tempo de residência da mãe nas localidades igual ou maior de três anos contínuos ou intervalares; ii) Idade da criança - igual ou menor de cinco anos (≤ 60 meses). Os critérios de exclusão da criança foram considerados os seguintes: i) ser portadora de doenças crônicas; ii) estar fazendo uso de medicamento imunodepressor; iii) crianças cujas mães estejam impossibilitadas ou tenha dificuldade em prestar informações; iv) crianças portadoras de doenças inflamatórias sistêmicas e infecções crônica.

Colheita de informações

Os dados que compõem as informações deste estudo foram registrados em formulário específico constituído dos seguintes campos: sobre a criança (nome, sexo, idade, tempo de residência, tipo de parto, peso e estatura, marcos do desenvolvimento, resultados de exames laboratoriais), sobre a mãe (nome, idade, grau de instrução, tempo de residência), sobre a família (idade, sexo e ocupação do responsável pela família), características da habitação (tipo de habitação, consumo de água, destino dos dejetos), tipos de alimentos, peixes mais consumidos e quantas vezes por semana. As informações foram obtidas durante consultas médicas realizadas por ocasião da visita às comunidades de Soure, no mês de julho de 2009, Furo Maracujá no mês de setembro de 2009, e as localidades de Barreiras e São Luiz do Tapajós no mês

de dezembro de 2009. A dieta foi avaliada considerando o tipo de peixe e a frequência de refeições de pescado durante a semana (Apêndice 1).

Colheita de amostras de cabelo, sangue e fezes

As amostras de cabelo de cada criança pesquisada constaram de aproximadamente 5 g de cabelo, retirada cerca de 2 cm de distância do seu ponto de inserção, de preferência da região occipital do couro cabeludo. As amostras foram coletadas e acondicionadas em envelope de papel constando os seguintes dados de identificação: localidade, município, nome, idade, data de colheita e nº do formulário da criança. Essas amostras foram examinadas em duplicata no Laboratório de Toxicologia Humana e Ambiental, do Núcleo de Medicina Tropical/UFPA, para determinação de mercúrio total (Hgtotal), por espectrofotômetro de absorção atômica com amalgamação em lâminas de ouro, empregando o Analisador de mercúrio SP 3D (Nippon Instrument Corporation, Tokio, Japão). A precisão e acurácia dessas medidas foram verificadas usando o IAEA 085 Referência Padrão Internacional (> 95%). Essa operação foi realizada após prévio procedimento de separação e extração das espécies de mercúrio, utilizando-se solventes orgânicos. Os valores dosimétricos de mercúrio no cabelo foram comparados entre os grupos de crianças do estudo tendo como ponto de corte o valor igual a 10 µg/g. de Hgtotal, considerado tolerável pela WHO (1990).

Para análise dos níveis de hemoglobina e do hematócrito, as colheitas das amostras de sangue venoso das crianças foram feitas em 5 ml, que foram acondicionadas em tubos de polietileno contendo EDTA. A dosagem dos níveis de hemoglobina foi medida por Hemoglobinômetro portátil, enquanto a medida dos níveis do hematócrito adotou-se o método de Wintrobe. Os valores normais desses resultados, de acordo com a faixa etária e sexo, foram os aplicados pela tabela preconizada por Wintrobe.

Na colheita das fezes das crianças foram usados frascos de polietileno apropriados, que foram distribuídos às mães por ocasião da consulta médica. Por ocasião da entrega do material o frasco foi checado na identificação (nome, idade e nº da ficha de criança). A seguir, foram acondicionados para transporte com destino ao grupo avançado do Laboratório

de Patologia Clínica, do Núcleo de Medicina Tropical, instalados nas próprias unidades de saúde da localidade, exceto as amostras colhidas no Furo Maracujá que foram examinadas na sede do NMT. Na pesquisa de parasitas intestinais foi utilizada a técnica do Método Direto.

Indicadores de crescimento

Avaliação do crescimento (pôndero-estatural) das crianças foi realizada através de medidas corporais, índices e indicadores de crescimento. As medidas antropométricas utilizadas foram peso (kg) e estatura (cm), por ocasião da consulta médica na localidade, cujos dados foram registrados no Formulário da Criança (Apêndice 1). Os principais índices antropométricos utilizados foram através das relações: estatura/idade; peso/idade, peso/estatura e Índice de Massa Corporal(IMC) / Idade.

As medidas antropométricas foram obtidas através dos seguintes equipamentos:

i) Peso: Balança portátil modelo CMS-PBW 235 para pesar crianças de até 25 quilos; balança tipo Filizolla ambulatorial para pesar crianças maiores de 25 quilos.

ii) Estatura (comprimento e altura): a medição da criança foi realizada com ela ereta (altura), utilizando a haste métrica da balança tipo Filizolla ambulatorial para as crianças com mais de dois anos de idade, ou em decúbito dorsal (comprimento) para crianças menores de dois anos, utilizando uma fita métrica de plástico.

Essas medidas foram obtidas nas localidades de Barreira e São Luis do Tapajós, assim como na comunidade Furo do Maracujá, e na cidade de Soure, nas respectivas Unidades de Saúde que foram disponibilizadas para essa pesquisa.

Indicadores do desenvolvimento neuropsicomotor

A avaliação do desenvolvimento neuropsíquicomotor foi realizada através da história clínica, do exame físico da criança pesquisada e

pela identificação e registro da presença (P) ou ausência (A) de marcos de desenvolvimento, constantes do formulário da Criança (Apêndice 1). Os 31 “marcos de desenvolvimento” que foram pesquisados, conforme modelo padronizado pelo Ministério da Saúde, no Programa Saúde da Criança refere-se ao acompanhamento do crescimento e do desenvolvimento infantil (BRASIL, 2002), que adota o teste de Denver II modificado (BONNER et al.,1984; SHERIDAN 1985; GESELL 1996).

O teste de Denver II modificado foi escolhido por ser o mais utilizado nos trabalhos de saúde pública visando triagem em populações assintomáticas, e por permitir fácil treinamento e de rápida execução, além do necessário ajustamento às dificuldades operacionais de campo. O teste foi delineado para aplicação em crianças menores de 5 anos (≤ 60 meses), consistindo de 31 marcos de desenvolvimento divididos em 4 grupos de condutas (BRASIL,2002):

i) conduta pessoal/social (10 marcos): aspectos da socialização da criança dentro e fora do ambiente familiar, tais como: observa pessoas, imita gestos, tira a roupa, combina palavras, come sozinha, fala nomes, veste-se com auxílio, veste-se sozinha e brinca com crianças;

ii) conduta motricidade fina ou adaptativa (6 marcos): coordenação olho/mão, manipulação de pequenos objetos, tais como: fixa e acompanha objetos em seu campo visual, segura e transfere objetos de uma mão para outra, pega objetos usando os dedos polegar e indicador, diz palavras, reconhece cores;

iii) conduta de linguagem (5 marcos): produção de som, capacidade de reconhecer, entender e usar a linguagem, tais como: emite sons, cabeça acompanha sons, usa frases, imita pessoas, expressa idéias;

iv) conduta motricidade ampla (10 marcos): controle motor corporal, sentar, caminhar, pular e todos os demais movimentos através da musculatura ampla, tais como: reflexo de Moro, levanta e sustenta a cabeça, fica de pé, engatinha, anda com apoio, anda sozinha, brinca só, fica de pé sobre um pé, pula sobre um pé só, pula alternadamente com um e outro pé;

A pesquisa desses marcos do desenvolvimento foi realizada através da observação direta da criança, assim como apoiada nas informações

da mãe ou acompanhante (tia, avó), por ocasião da consulta médica, se a criança realizava ou não determinada tarefa. Foram considerados casos indicativos de suspeita de atraso aqueles em que a criança apresentou dois ou mais itens de atenção (não realização da tarefa especificada) e/ou dois ou mais itens de falha, independente da área de conduta. Outra possibilidade do teste ser considerado suspeito foi a combinação de um item de atenção somado a um item de falha.

Nas localidades de Barreiras e São Luiz do Tapajós, as consultas médicas foram realizadas pelo pesquisador juntamente com a pediatra Amélia Ayako Kamogary de Araújo, CRM PA 4058, do Hospital Menino Jesus, na cidade de Itaituba, que participa da equipe do projeto “Avaliação Clínico-neurológico de Ribeirinhos Expostos ao Mercúrio na Região do Tapajós – Itaituba”, do Núcleo de Medicina Tropical/UFPA.

Os dados primários clínico-epidemiológicos foram registrados no formulário da Criança (Apêndice 1). Os dados secundários foram obtidos de várias fontes: i) banco de dados do projeto “Avaliação Clínico-neurológico de Ribeirinhos Expostos ao Mercúrio na Região do Tapajós - Itaituba”, que vem sendo realizado através da cooperação técnico-científica da Japan International Cooperation Agency (JICA) e Universidade Federal do Pará - UFPA, através do Núcleo de Medicina Tropical –NMT; ii) arquivos da Secretarias de Saúde do município de Itaituba e de Soure; iii) Secretaria Estadual de Saúde; iv) documentos do Instituto Brasileiro Geográfico e Estatístico (IBGE), dentre outros órgãos governamentais e não governamentais.

Análise estatística

Na construção do banco de dados foram aplicados os programas Microsoft Office Access 2007, Statistical Package for the Social Sciences 17 e o programa BioEst 5.0, além do software OMS Anthro (versão 3.2.2, January 2011) para avaliar o crescimento e o desenvolvimento das crianças.

As concentrações de Hgtotal em amostras de cabelo, níveis de hemoglobina e hematócrito do sangue são apresentados em valores médios, desvio padrão, valores mínimo e máximo. Para avaliação estatística foi

aplicada a análise da variância ANOVA (teste F) procedimento indicado para comparar mais de duas amostras, cujos dados devem ser mensurados em escala intervalar ou de razões (ANOVA: um critério). A designação *um critério* é pelo fato de se comparar somente as variações entre os tratamentos, cujo resultado é traduzido no valor F-*teste* (AYRES et al., 2007; 2010). A análise foi complementada com os testes de: exato de Fisher, Bartlett (análise multivariada) e varias proporções (meta-análise). As diferenças foram consideradas significativas quando o valor de $p < 0,05$.

Análise Ética

O projeto foi submetido à Comissão de Ética em Pesquisa, do Núcleo de Medicina Tropical/ UFPA, através do Protocolo nº 031/2009 – CEP/NMT, de acordo com a Resolução 196/96, do Conselho Nacional de Saúde, uma vez que a pesquisa utilizou material biológico e dados pessoais que serão utilizados exclusivamente para as finalidades previstas no seu protocolo. A anuência a participação na pesquisa das crianças constam de esclarecimentos necessários, por escrito, em linguagem acessível, incluindo a justificativa, os objetivos e os procedimentos a serem utilizados na pesquisa, riscos e benefícios esperados, formas de acompanhamento e assistência pelos responsáveis, liberdade de recusa, garantia do sigilo, dentre outros aspectos. O termo de consentimento livre e esclarecido foi elaborado de acordo com as contidas na referida Resolução. (Apêndice 1).

Risco e Benefícios

A pesquisa foi realizada considerando o mínimo possível de riscos físico, psicológico, social ou educacional aos pesquisados, uma vez que na colheita do material biológico (cabelo, sangue e fezes) foram utilizadas as técnicas específicas e de segurança disponíveis.

Os dados coletados sobre as crianças serão mantidos em caráter confidencial, enquanto os resultados dos exames realizados serão preservados em sigilo nos termos da legislação vigente.

Os conhecimentos gerados pela pesquisa visam aproximar entendimentos sobre os efeitos da exposição ambiental de crianças ribeirinhas

na Amazônia, ao mercúrio e outros fatores interferentes na saúde infantil. Identificando e descrevendo precocemente aspectos clínico-epidemiológicos que indiquem possíveis impactos na saúde individual e coletiva dessas populações, que necessitem de tratamento e de outras providências de vigilância e controle.

6 RESULTADOS

6.1 INTENSIDADE DE EXPOSIÇÃO E PREVALÊNCIA

O estudo contou com a participação de 103 crianças ribeirinhas, menores de cinco anos de idade, distribuídas pelas regiões do rio Tapajós (58,3%), rio Acará (19,4%) e ilha do Marajó (22,3%). A comparação dos teores de Hgtotal ($\mu\text{g/g}$) no cabelo das crianças, entre as localidades ribeirinhas expostas ao mercúrio (Barreiras e São Luiz do Tapajós, rio Tapajós, município de Itaituba), situadas a jusante da Reserva Aurífera do Tapajós, apresentou a média de 5,58 $\mu\text{g/g}$. Enquanto, as localidades ribeirinhas consideradas não expostas (Furo do Maracujá, rio Acará, município de Acará, e Soure, município de Soure, ilha do Marajó) tiveram a média 0,65 $\mu\text{g/g}$ (Tabela 1 e Figura 2). Essa avaliação permitiu identificar através de teste estatístico, denominado várias proporções (Meta-Análise), cujo p(valor) encontrado foi $<0,0001$, indicando que existe diferença altamente significativa entre esses dois grupos de crianças, com relação ao nível de exposição ao mercúrio.

Tabela 1. Teores de Hgtotal ($\mu\text{g/g}$) em amostra de cabelo de crianças ribeirinhas de localidades sem exposição ao mercúrio (Soure e Furo do Maracujá) e com exposição (São Luiz do Tapajós e Barreiras), estado do Pará.2009.

Localidades	Nº	$\bar{X} \pm dp$	\bar{X}^*	p(valor)
Soure	23	0,54 \pm 0,53		
Furo do Maracujá	20	0,87 \pm 0,52	0,65	
São Luiz do Tapajós	20	7,91 \pm 5,46		0,0001
Barreiras	60	4,20 \pm 3,70	5,58	
Total	103	3,62 \pm 4,31		

Fonte: Pesquisa de campo realizada no período de jul. a dez. 2009. NMT/UFPA.

Nota: * Médias das áreas não expostas e expostas ao mercúrio.

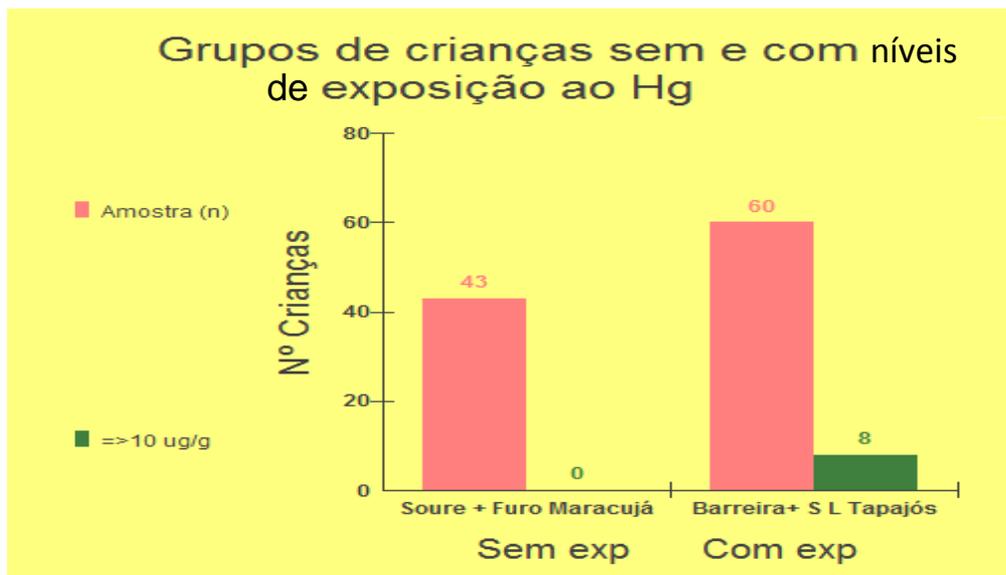


Figura 2. Grupos de crianças menores de 5 anos de idade com e sem Exposição mercurial em diferentes regiões do estado do Pará.2009

A distribuição por faixa etária das crianças apontou concentração de 44,7% no grupo etário de 13 a 36 meses, enquanto a média de idade das crianças foi 31,9 (dp=18,3) meses, variando de 1 a 59 meses. As crianças selecionadas totalizaram 40 residentes em Barreiras, com a média de idade de 36 meses (variando de 4 a 60 meses); 20 em São Luiz do Tapajós, com a média de 34 meses (variando de 2 a 60 meses); 20 em Furo do Maracujá, com média de 29 meses (variando de 3 a 48 meses) e 23 em Soure, com a média de 23 meses (variando de 1 a 55 meses). No total de crianças, a média era de 31,3 meses variando de 1 a 60 meses (Tabela 2).

A distribuição das crianças por faixa etária observou a classificação operada por Murahovschi (2006) que considera: recém-nascido (0-1 mês); lactente (1 a 24 meses); pré-escolar (24 a 84 meses). Não houve diferença significativa entre os grupos selecionados ($p > 0,05$).

Com relação a distribuição por sexo (Figura 4) verifica-se restrito predomínio do sexo masculino (50,5%), exceto na localidade de Barreira onde houve predominância do sexo feminino (52,5%).

Os índices de exposição ao mercúrio no cabelo das crianças de diferentes regiões do estado do Pará, na Amazônia, com relação aos valores mínimos variaram de 0,01 $\mu\text{g/g}$ (Soure) a 1,93 $\mu\text{g/g}$ (São Luiz do

Tapajós); os valores máximos variaram de 1,69 µg/g (Soure) a 20,81 µg/g (São Luiz do Tapajós). A prevalência dos níveis de Hgtotal acima de 10 µg/g no cabelo das crianças foi de 25% (São Luiz do Tapajós) e 7,5% (Barreiras) (Tabela 3 e Figura 3).

Tabela 2. Teores de Hgtotal (µg/g) em amostra de cabelo de crianças distribuídos por faixa etária, em diferentes localidades do estado do Pará. 2009.

Idade (meses)	Soure		F. Maracujá		S.L.Tapajós		Barreiras		Total	
	n	$\bar{X} \pm dp$	n	$\bar{X} \pm dp$	n	$\bar{X} \pm dp$	n	$\bar{X} \pm dp$	n	%
0 - 1	1	0,45	-	-	-	-	-	-	1	1,0
2 - 6	1	1,42	1	0,76	3	9,75±9,58	2	5,39±1,64	7	6,8
7 - 12	7	0,29±0,25	4	0,20±0,71	1	1,93	4	3,56±3,55	16	15,5
13 - 24	8	0,73±0,60	4	1,16±0,48	6	9,32±6,63	10	3,32±2,76	28	27,2
25 - 36	1	0,10	7	0,72±0,47	1	2,64	9	5,17±3,86	18	17,5
37 - 48	2	0,16±0,11	3	0,55±0,26	4	10,03±3,16	7	4,35±3,71	16	15,5
49 - 60	3	0,15±0,19	1	1,17	5	5,65±0,26	8	5,86±5,07	17	16,5
Total	23	0,54±0,53	20	0,87±0,52	20	7,91±5,46	40	4,20±3,70	103	100,

Fonte: Pesquisa de campo realizada no período de jul.-dez.2009.NMT/UFPA

Tabela 3. Índices de exposição mercurial (Hgtotal - µg/g) em cabelo de crianças ribeirinhas de diferentes localidades do estado do Pará. 2009.

Hgtotal (µg/g)	Barreiras	São Luiz do Tapajós	Furo do Maracujá	Soure
Mínimo	0,12	1,93	0,10	0,01
Máximo	15,88	20,81	1,98	1,69
Média	4,20	7,91	0,87	0,54
Mediana	2,96	5,53	0,85	0,39
Variância	13,76	29,90	0,27	0,28
Desvio Padrão	3,70	5,46	0,52	0,53
% <10 (µg/g)	92,5	75,0	100,0	100,0
% ≥10 (µg/g)	7,5	25,0	-	-

Fonte: Pesquisa de campo realizada no período de jul.-dez.2009.NMT/UFPA

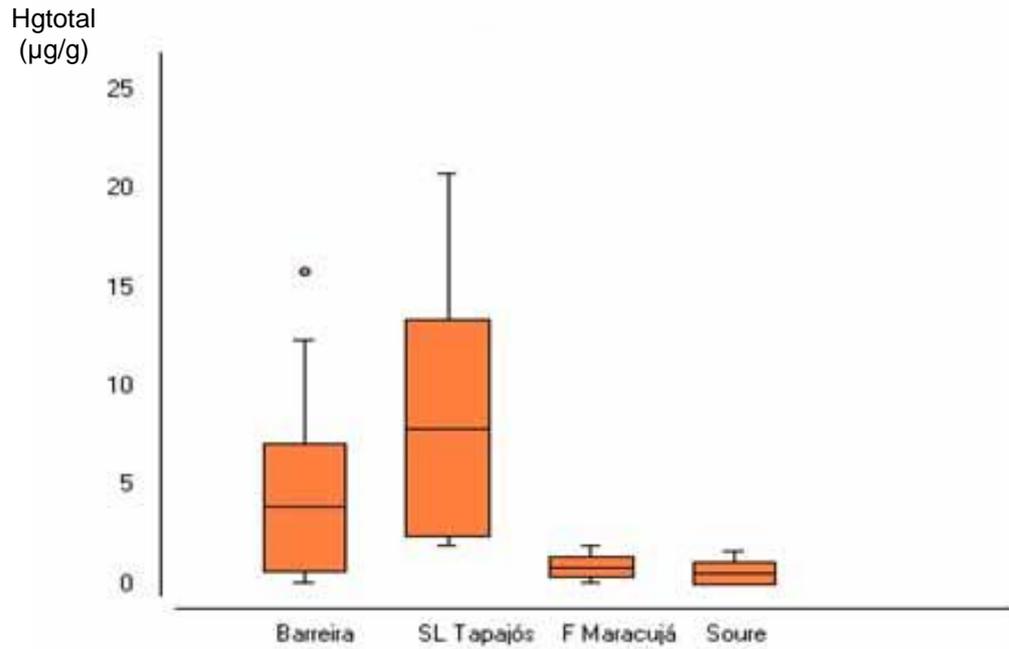


Figura 3. Níveis médios de Hgtotal ($\mu\text{g/g}$) em amostras de cabelo em crianças ribeirinhas de diferentes regiões do estado do Pará, Amazônia, 2009.

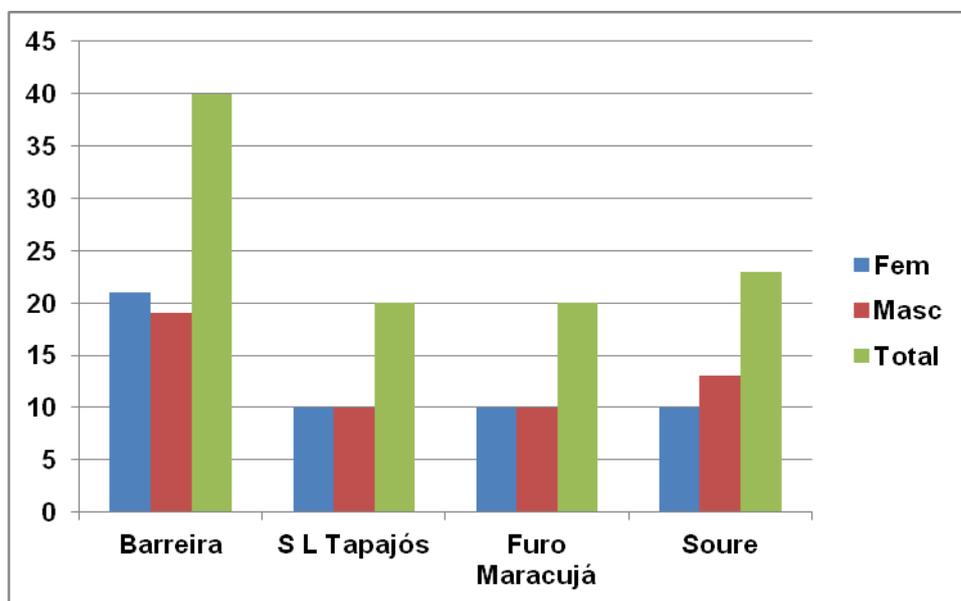


Figura 4. Distribuição por sexo das crianças nas localidades ribeirinhas, no estado do Pará, 2009.

Na Tabela 4, com relação às crianças que apresentaram Hgtotal no cabelo acima de 10 µg/g observa-se que o sexo masculino predominou em Barreiras (66,7%), enquanto em São Luiz do Tapajós foi o sexo feminino (60%). As médias de idade (meses) foram de 46,3 (dp=9,6) e 28,1 (dp=18,1) para Barreiras e São Luiz do Tapajós, respectivamente. As médias de Hgtotal foram de 13,237 (dp=2,340) µg/g e 16,256(3,835) µg/g para Barreira e São Luiz do Tapajós, respectivamente.

Tabela 4. Crianças com teores de Hgtotal (µg/g) no cabelo acima de 10 µg/g distribuídas por sexo e idade (meses) de localidades da Região do Tapajós, estado do Pará, 2009.

Localidades	Sexo		Idade (meses)	$\bar{X} \pm dp$ Hgtotal (µg/g)
	Mas.	Fem.		
Barreiras	2	1	46,3±9,6	13,23±2,34
São Luiz do Tapajós	2	3	28,0±18,1	16,56±3,83
Total	4	4	34,9±17,4	15,12±3,52

Fonte: Pesquisa de campo realizada no período de jul. a dez. 2009. NMT/UFGPA

6.2 FATORES BIO-SÓCIO-AMBIENTAIS

O consumo diário de peixes no total das 82 famílias foi 70,7%, enquanto o grupo não diário reuniu os grupos de famílias que informaram comer peixes 1 a 2 vezes por semana (3,7%), 3 a 6 vezes (17,1%) e 6 a 9 vezes por semana (8,5%). Os maiores percentuais de consumo diário foram apresentados pelas localidades de Furo do Maracujá (92,3%), Barreiras (83,9%) e São Luiz do Tapajós (70,6%). Entre as crianças de apresentaram teores de Hg no cabelo acima de 10 µg/g, cujas famílias tinham o consumo diário de peixes, os valores encontrados foram de 100,0% e 80,0%, respectivamente, em Barreiras e São Luiz do Tapajós. (Tabela 5). Ao ser aplicado o teste estatístico ANOVA verificou-se que p (valor) encontrado foi < 0,05 indicando que o teor de Hgtotal no cabelo das crianças relaciona-se com consumo diário de peixe pela família.

Tabela 5. Teores de Hgtotal ($\mu\text{g/g}$) no cabelo de crianças e consumo semanal de peixes pelas famílias de diferentes localidades, estado do Pará. 2009.

Localidades	Nº Famílias		Consumo de peixes	Hgtotal ($\mu\text{g/g}$)				p(valor)
				<10		≥ 10		
				n	%	n	%	
Barreiras	31	37,8	Diário	26	83,9	3	100,0	
			Não diário	5	16,1	0	-	
São Luiz do Tapajós	17	20,7	Diário	12	70,6	4	80,0	
			Não diário	5	29,4	1	20,0	
Furo do Maracujá	13	15,9	Diário	12	92,3	0	-	
			Não diário	1	7,7	0	-	
Soure	21	25,6	Diário	1	4,8	0	-	
			Não diário	20	95,2	0	-	
Total	82	100,0	Diário	51	62,2	7	87,5	< 0,0001
			Não diário	31	37,8	1	12,5	

Fonte: Pesquisa de campo realizada no período de jul.-dez. 2009. NMT/UFPA
Teste ANOVA

A prevalência do tempo de amamentação das crianças no grupo menor de 12 meses foi 71,8%, sendo que o subgrupo de mais de 6 meses de amamentação contemplou 33% das crianças. Por localidade, as crianças do Furo Maracujá (55%) e Soure (47,8%) foram as que tiveram o tempo de amamentação maior de 6 meses, enquanto Barreira e São Luiz do Tapajós apresentaram 20% cada. Quando relacionados, os grupos por tempo de amamentação com teores de Hgtotal no cabelo (Tabela 6), através do teste estatístico de Meta-Análise: várias proporções, os resultados do p(valor) foram os seguintes: i) para Barreira e São Luiz do Tapajós foi significativo com p(valor) <0,05, indicando haver diferenças entre os dois períodos considerados como tempo de amamentação (<12 meses e ≥ 12 meses) e os teores de Hgtotal; ii) com relação as localidade Furo Maracujá e Soure quando aplicado o teste exato de Fisher, o p(valor) encontrado foi maior que 0,05, ou seja, não há diferença significativa com relação ao tempo de amamentação.

Tabela 6. Teores de Hgtotal no cabelo de crianças e tempo de amamentação em diferentes localidades do estado do Pará. 2009

Localidades	Tempo de amamentação	Hgtotal ($\mu\text{g/g}$)				p(valor)
		<10		≥ 10		
		n	%	n	%	
Barreiras	<12 meses	24	64,9	0	-	< 0,05
	≥ 12 meses	13	35,1	3	100,0	
São Luiz do Tapajós	<12 meses	12	80,0	3	64,9	1,000
	≥ 12 meses	3	20,0	2	35,1	
Furo do Maracujá	<12 meses	15	75,0	0	-	1,000
	≥ 12 meses	5	25,0	0	-	
Soure	<12 meses	20	86,9	0	-	< 0,05
	≥ 12 meses	3	13,1	0	-	
Total	<12 meses	71	74,7	3	37,5	< 0,05
	≥ 12 meses	24	25,3	5	62,5	

Fonte: Pesquisa de campo realizada no período de jul.-dez. 2009. NMT/UFGPA

Teste Exato de Fisher

As condições sociais e sanitárias das populações pesquisadas eram precárias. A maioria das habitações era construída com paredes de taipa e madeira (73,2%), cobertura de palha (37,8%) e telha amianto (40,2%), piso tipo chão batido (36,6%), madeira (23,2%) e cimento (20,7%). A água para consumo era de poço escavado no quintal (74,4%), o destino dos dejetos era para privada tipo fossa seca (74,6%), enquanto o destino final do lixo doméstico era queimado (76,8%). A média geral de pessoas na habitação foi cinco ($dp=1,3$), sendo que por localidade eram de 3,9, 5,2, 5,0 e 3,8 pessoas/habitação em Barreiras, São Luiz do Tapajós, Furo do Maracujá e Soure, respectivamente.

Ao ser relacionada a fonte de água para consumo humano com teores de Hgtotal no cabelo das crianças (Tabela 7) obteve-se como resultado, através do teste exato de Fisher, que p(valor) foi maior que 0,05, ou seja, indicando que não há diferença significativa entre os tipos de fonte de água para consumo com os teores de Hgtotal.

Tabela 7. Teores de Hgtotal no cabelo de crianças e fonte de água de consumo das famílias em diferentes localidades do estado do Pará.2009.

Localidades	Fonte de água de consumo	Hgtotal ($\mu\text{g/g}$)				p(valor)
		<10		≥ 10		
		n	%	n	%	
Barreiras	Poço escavado	27	96,4	3	100,0	0,566
	Outras	1	3,6	0	-	
São Luiz do Tapajós	Poço escavado	8	66,7	4	64,9	1,000
	Outras	4	33,3	1	35,1	
Furo do Maracujá	Poço escavado	8	61,5	0	-	1,000
	Outras	5	38,5	0	-	
Soure	Poço escavado	0	-	0	-	0,104
	Outras	21	100,0	0	-	
Total	Poço escavado	43	58,1	7	87,5	0,104
	Outras	31	41,9	1	12,5	

Fonte: Pesquisa de campo realizada no período de jul.-dez. 2009. NMT/UFGPA

Teste Exato de Fisher

Das 65 crianças que participaram das dosagens dos níveis de hemoglobina e hematócrito (Tabela 8), 58,5% apresentaram níveis de hemoglobina ≤ 10 g/dL, enquanto 72,3% tiveram níveis de hematócrito menores de 33%. Na região do rio Acará, 75% apresentaram teores de hemoglobina menores de 10 g/dL e 83,3% com níveis de hematócrito $\leq 33\%$, enquanto na ilha do Marajó 52,3% estavam com níveis de hemoglobina menores de 10 g/dL e 66,2% com níveis de hematócrito menores de 33%.

A análise dos níveis de hemoglobina e hematócrito no sangue comparadas com os valores das amostras de Hgtotal no cabelo das crianças, ao ser aplicado o teste de Bartlett (Análise Multivariada), os resultados apresentam o valor de Phi elevado (134.1378) e o p(valor) $< 0,0001$, portanto, estatisticamente muito significativo sugerindo existir relação entre teores de Hgtotal e os níveis de hemoglobina e hematócrito das crianças pesquisadas.

Tabela 8. Teores de Hgtotal no cabelo de crianças, níveis de hemoglobina e hematócrito em diferentes regiões do estado do Pará. 2009.

Regiões	Exame de sangue	Hgttotal (µg/g)				p(valor)
		<10		≥ 10		
		n	%	n	%	
Rio Tapajós	Hemoglobina					
	≤ 10 g/dL	17	45,9	4	50,0	
	> 11 g/dL	20	54,1	4	50,0	
	Hematócrito					<0,0001
	≤ 33%	23	62,2	4	50,0	
> 34%	14	37,8	4	50,0		
Rio Acará	Hemoglobina					
	≤ 10 g/dL	9	75,0	0	-	
	> 11 g/dL	3	25,0	0	-	
	Hematócrito					
	≤ 33%	10	83,3	0	-	
> 34%	2	16,7	0	-		
Ilha do Marajó	Hemoglobina					1,000
	≤ 10 g/dL	8	50,0	0	-	
	> 11 g/dL	8	50,0	0	-	
	Hematócrito					
	≤ 33%	10	62,5	0	-	
> 34%	6	37,5	0	-		
Total	Hemoglobina					
	≤ 10 g/dL	34	52,3	4	50,0	
	> 11 g/dL	31	47,7	4	50,0	
	Hematócrito					
	≤ 33%	43	66,2	4	50,0	
> 34%	22	33,8	4	50,0		

Fonte: Pesquisa de campo realizada no período de jul.-dez. 2009. NMT/UFPA
 Teste de Bartlett (Análise Multivariada)

Os resultados de exames coproscópicos (Tabela 9) realizados em 79,6% crianças que foram classificadas como monoparasitadas e poliparasitadas (75,7%), ao serem relacionados com os teores de Hgtotal no cabelo das crianças das localidades de Barreiras e São Luiz do Tapajós, através do teste Exato de Fisher o p(valor) foi < 0,01, portanto resultado altamente significativo. Porém, o mesmo tipo de avaliação realizado com as crianças do Furo do Maracujá e Soure, o p(valor) encontrado foi 1,000. Mas, ao serem analisados através da totalidade dos resultados foi significativo (p< 0,05).

Tabela 9. Teores de Hgtotal no cabelo de crianças e enteroparasitoses (mono e poliparasitadas) nas localidades ribeirinhas, estado do Pará.2009.

Localidades	Tipo de enteroparasitose	Hgtotal ($\mu\text{g/g}$)				p(valor)
		<10		≥ 10		
		n	%	n	%	
Barreiras	Monoparasitadas	13	36,1	0	-	<0,01
	Poliparasitadas	23	63,9	3	100,0	
São Luiz do Tapajós	Monoparasitadas	2	14,3	0	-	
	Poliparasitadas	12	85,7	5	100,0	
Furo do Maracujá	Monoparasitadas	4	40,0	0	-	
	Poliparasitadas	6	60,0	0	-	
Soure	Monoparasitadas	7	50,0	0	-	
	Poliparasitadas	7	50,0	0	-	
Total	Monoparasitadas	26	58,1	0	-	
	Poliparasitadas	48	41,9	8	100,0	

Fonte: Pesquisa de campo realizada no período de jul.-dez. 2009. NMT/UFPA

Teste Meta-análise: várias proporções

6.3 PERFIL DE CRESCIMENTO

Na Tabela 10, verifica-se com relação aos indicadores do estado nutricional das crianças que os déficits nutricionais são elevados com relação a Estatura/Idade (*déficit* crônico) nas localidades de São Luiz do Tapajós e Soure com valores de 35% e 30%, respectivamente. Nas localidades de Barreiras e Furo do Maracujá, com relação ao indicador Peso/Estatura (*déficit* agudo) foram de 30% a 35%, respectivamente. Com relação ao Índice de Massa Corporal (IMC) / Idade os valores encontrados praticamente acompanharam os resultados relacionados com Peso/Estatura. Nota-se também, com relação aos valores proporcionais totais das localidades, pequena diferença entre os *déficits* crônico e agudo (2,9%).

Tabela 10. Déficits nutricionais em crianças ribeirinhas de diferentes localidades do estado do Pará. 2009

Localidades	Estatura/Idade %	Peso/Idade %	Peso/Estatura %	I M C /Idade %
Barreiras	12,5	7,5	30,0	30,0
São Luiz do Tapajós	35,0	20,0	5,0	5,0
Furo do Maracujá	5,0	15,0	35,0	35,0
Soure	30,0	8,7	13,0	4,3
Total	19,4	14,5	22,3	20,4

Fonte: Pesquisa de campo realizada no período de jul.-dez. 2009. NMT/UFPA

Nota: Software OMS Anthro (versão 3.2.2)

6.4 DESENVOLVIMENTO NEUROPSICOMOTOR

Na verificação dos marcos de desenvolvimento neuropsicomotor que se expressam através de diferentes tipos de condutas (motora ampla, motora fina ou adaptativa, linguagem e pessoal-social), que são pesquisados através de procedimentos da triagem de assintomáticos, relacionados com a idade, conforme teste de Denver II modificado. As alterações encontradas no padrão dos procedimentos dos marcos das condutas consideradas não expressam diagnóstico, mas chamada de atenção sobre o desenvolvimento da criança para fins de encaminhamento aos níveis de maiores complexidades no sistema de saúde.

A ausência de marcos do desenvolvimento, em relação com a idade, das crianças examinadas verificou-se que 34 (33%) crianças apresentaram de um a quatro marcos ausentes nas diferentes localidades: a) Barreiras (n=40): das 17 (42,5%) crianças que apresentaram marcos de desenvolvimento ausentes 16 tiveram somente um marco ausente, porém uma criança apresentou quatro marcos ausentes. Desse grupo de crianças a maioria apresentou níveis de Hgtotal menores de 10 µg/g, enquanto uma criança com um marco ausente teve o teor de Hgtotal maior de 10 µg/g; b) São Luiz do Tapajós (n=20): o grupo com um marco de desenvolvimento ausente

foi composto por 10 (50%) crianças, sendo que 4 apresentaram teores de Hgtotal acima de 10 µg/g; c) Furo do Maracujá (n=20): duas (10%) crianças apresentaram marcos ausentes, sendo uma com dois e a outra com três marcos de desenvolvimento, todas com teores de Hgtotal menores de 10 µg/g; d) Soure (n=23): das cinco (21,7%) crianças que apresentaram ausência de marcos do desenvolvimento duas tiveram quatro marcos ausentes, enquanto três apresentaram a ausência de um marco cada. Os teores de Hgtotal dessas crianças foram menores de 10 µg/g.

O total de 46 marcos de desenvolvimento ausentes em 34 crianças estava distribuído conforme o grupo de conduta: a) conduta motora ampla: foram 6 (12,8%) marcos com teores de Hgtotal menores de 10 µg/g, de acordo com as características: não engatinha (1), não anda com apoio (1), não fica sobre um pé (1), não pula com um pé só (1), não pula com os pés alternados (1); b) conduta motora adaptativa: de 33 (70,2%) marcos ausentes, 28 crianças apresentaram níveis de Hgtotal menores de 10 µg/g, enquanto 5 tiveram teores acima de 10 µg/g. Os marcos ausentes foram os seguintes: não pinça objetos com os dedos (1), não diz nenhuma palavra (1), não reconhece mais de duas cores (30). Na localidade de Barreiras as crianças apresentaram maior percentual (51,6%) desse tipo de marco ausente. Uma criança apresentou nível de Hgtotal maior de 10 µg/g; c) conduta de linguagem: foram 4 (8,5%) marcos ausentes, sendo todos em crianças com níveis de Hgtotal menores de 10 µg/g; d) conduta pessoal-social: os marcos ausentes foram 4 (8,5%) sendo todos em crianças com teores menores de 10 µg/g.

As cinco (14,7%) crianças que apresentaram mais de dois marcos ausentes, independente do grupo do tipo de conduta, foram consideradas suspeitas de atraso no desenvolvimento neuropsicomotor, eram as seguintes: uma criança era de Barreiras, duas do Furo do Maracujá e duas de Soure. A criança de Barreiras e as duas de Soure participaram com quatro marcos ausentes cada uma. As duas crianças do Furo Maracujá: uma apresentou dois e a outra três marcos de desenvolvimento ausentes.

Os responsáveis pelas unidades de saúde das localidades dessas crianças foram informados da necessidade de acompanhamento das mesmas para fins de encaminhamento, se for o caso, visando diagnóstico especializado.

7 DISCUSSÃO

Na Amazônia brasileira, conforme estudos de Barbieri & Gardon (2009), os teores de mercúrio no cabelo são variáveis entre as bacias hidrográficas e áreas pesquisadas. Os maiores níveis de mercúrio podem ser encontrados na bacia do rio Negro e lagos do estado do Amapá, com médias acima de 20 µg/g, assim como certas reservas indígenas nos rios Xingu e Tocantins (BARBOSA et al. 2001; GUIMARÃES et al. 1999; FORSBERG et al. 1995). Conseqüentemente, são níveis de mercúrio que podem ser considerados de elevado risco para as populações dessas áreas.

Na bacia do Tapajós há uma grande diferença nos níveis de mercúrio entre diversas populações, uma vez que valores acima de 10 µg/g foram encontrados nas populações de Rainha, São Luiz do Tapajós, Barreiras e Brasília Legal (FILLION et al. 2006; PINHEIRO et al. 2000a; HARADA et al. 2001), onde os níveis de exposição podem apresentar média superior a 30 µg/g como na Reserva Ecológica de Apicás (BARBOSA et al. 1997).

A exposição humana ao mercúrio em localidades ribeirinhas da região do Tapajós, situadas a jusante da Reserva Aurífera do Tapajós, e em localidades ribeirinhas de diferentes regiões da Amazônia, vêm sendo avaliadas através da determinação da concentração de compostos de mercúrio em peixes consumidos na região e nas amostras de cabelo (PFEIFFER et al., 1988; AKAGI et al., 1995).

Neste estudo, a média dos teores de mercúrio no cabelo das crianças de São Luiz do Tapajós foi 7,91 µg/g e de 4,20 µg/g para as crianças de Barreiras, enquanto na localidade Furo do Maracujá, no rio Acará, foi 0,87 µg/g e de 0,54 µg/g em Soure (Tabela 1). Esses dados convergem para os achados de outros estudos (BARBIERI & GARDON 2009; PINHEIRO et al., 2008) quanto à variabilidade dos teores de Hgtotal no cabelo das populações de diferentes *loci* da Amazônia. São localidades que têm em comum o consumo alimentar de peixes, organização social e a produção econômica tendo como fonte de subsistência a agricultura e a pesca artesanal. Os achados também confirmam estudos de Pinheiro et al. (2006), ao examinarem

comparativamente as comunidades de Pindobal Grande e Panacauera, cujas médias foram menores de 4 µg/g, na região do baixo Tocantins, enquanto as médias das comunidades de Barreiras e São Luiz do Tapajós foram maiores de 10 µg/g, portanto, ultrapassando o limite de tolerância determinado pela World Health Organization (1990). Assim, como os resultados dos estudos de Boischio & Barbosa (1993), em populações ribeirinhas do alto rio Madeira, em Rondônia, nos grupos etários de 24 meses a menores de 5 anos, totalizando 42 (66,7%) crianças com concentrações de mercúrio em amostra de cabelo menor que 10 ppm.

Avaliando as concentrações médias de Hgtotal no cabelo das crianças das localidades do rio Tapajós, rio Acará e ilha do Marajó (Tabelas 2 e 3): destacaram-se os seguintes aspectos: i) para as 23 crianças de Soure (ilha do Marajó) a média geral foi 0,54 (dp=0,53) µg/g, variando de 0,01 a 1,69 µg/g de Hgtotal, enquanto a maior média foi de 1,42 µg/g na faixa etária de 2 a 6 meses; ii) para as 20 crianças do Furo Maracujá a média geral foi 0,87(dp=0,52) µg/g, variando de 0,10 a 1,98 µg/g, enquanto a maior média foi 1,20(dp=0,71) µg/g no grupo etário de 7 a 12 meses; iii) para as 40 crianças de Barreira, a média geral foi 4,20 (dp=3,70) µg/g, variando de 0,12 a 15,88 µg/g de Hgtotal. Com relação à distribuição etária, a maior média foi 5,86 (dp=5,07) µg/g, no grupo 49 a 60 meses; iv) a média geral para as 20 crianças de São Luiz do Tapajós foi 7,91 (dp=5,46) µg/g, variando de 1,93 a 20,81 µg/g. Foi no grupo de 37 a 48 meses de idade que se observou a maior média: 10,03 (dp=3,16) µg/g. Esses dados destacam que as crianças das localidades do rio Acará (Furo do Maracujá) e ilha do Marajó (Soure) têm níveis mais baixos de exposição ao mercúrio do que as crianças residentes da região do Tapajós. Portanto, confirmam os achados de Santos et al. (2003) ao estudarem níveis de exposição ao mercúrio entre os índios Pakaanóva, nos municípios de Guajara-Mirim e Nova Mamoré, no estado de Rondônia, onde grupos de crianças até dois anos (33,1%) e de três a cinco anos (66,9%), no total 172 crianças, apresentaram teores médios de Hg nas amostras de cabelo de 10,54 µg/g e 9,34 µg/g, respectivamente. Essas áreas indígenas estão situadas na região de influência da garimpagem de ouro na bacia do rio Madeira. Assim, os índios Pakaanóva como os Mundurucu na comunidade Sai Cinza, no município de Jacareacanga, na região do alto Tapajós, apresentam também elevado

consumo de peixes. Este tipo de alimentação foi associado com teores de mercúrio no tecido capilar, cuja média era 14,45 µg/g para as crianças entre 7 e 12 anos de idade (SANTOS et al. 2001).

A avaliação dos níveis de mercúrio no pescado consumido pela comunidade Sai Cinza, realizada por Brabo et al (1999), destacou as espécies de peixes carnívoros: barbado (*Pinirampus pirinampu*), traíra (*Hoplias malabaricus*), tucunaré (*Cichia ocellaris*) e jaraqui (*Semaprochilodus brama*), entre outras, com médias de Hg (g/g) que variaram de 0,419 (dp=0,064) a 0,112(dp=0,028), sendo que as concentrações mais elevadas foram apresentadas pelas espécies tucunaré e traíra, que estavam entre as mais consumidas pela população. Desta forma, a exposição contínua ao mercúrio pela via alimentar, ainda que o pescado consumido estivesse com concentrações médias de mercúrio baixo do que estabelece a legislação, mas a frequência de consumo e a quantidade diária ingerida permitem a formulação da hipótese de que no decorrer do tempo esta situação se agrave.

A situação da saúde das crianças no Brasil, especialmente na área rural da Amazônia, é marcada por vasto elenco de fatores interferentes agravados pelas más condições de vida impostas pelas desigualdades sociais existentes no país. Entre os fatores determinantes da saúde infantil, as condições ambientais são responsáveis por significativa parcela. São situações desfavoráveis referentes ao acesso à água potável, destinação adequada dos dejetos, habitações condignas, insegurança alimentar, riscos químicos ambientais, dentre outros (BELAMY, 2003).

A exposição mercurial de crianças pode ser modificada por numerosos fatores interferentes, de acordo com o tipo de composto mercurial, dentre os quais destacam-se alguns nos seguintes grupos: i) biológicos (sexo, idade, tempo de amamentação e anemia); ii) sociais (escolaridade das mães e número de pessoas na residência); iii) ambientais (consumo de peixe e condições de habitação). Alguns desses fatores estão correlacionados a uma maior sensibilidade da criança ao mercúrio, tais como: a predisposição genética, idade, estágio de desenvolvimento, *status* nutricional e de saúde, história de exposição a substâncias (tabaco, álcool) etc. (FONSECA et al., 2007).

As crianças são mais susceptíveis à intoxicação por mercúrio por apresentarem seus mecanismos fisiológicos muitas vezes ainda imaturos (sistema nervoso central, função renal), principalmente em exposição intra-útero (ATSDR, 1999).

A alimentação das famílias das crianças ribeirinhas pesquisadas era composta por feijão, arroz, farinha de mandioca e, raramente carne bovina e frango. O pescado representava a principal fonte protéica, exceto em Soure onde o consumo de carne bovina era, de uma a seis vezes por semana, em 100%. O consumo diário de peixe pelas famílias de Barreira era de 93,5%, sendo que somente 9,7% das famílias tinham crianças com teores de Hgtotal acima de 10 µg/g. Essas famílias raramente consumiam carne bovina (71%) e frango (90,3%). Na localidade de São Luiz do Tapajós o consumo diário de peixe era 94,1%, sendo que 23,5% das famílias tinham crianças com níveis de Hgtotal maiores de 10 µg/g. E, somente uma família que não consumia peixe diariamente apresentou uma criança com Hgtotal superior a 10 µg/g. O consumo diário de peixes pelas famílias da localidade Furo do Maracujá era 92,3%, enquanto em Soure era 4,8%.

O consumo de peixe representa importante via de incorporação do mercúrio, principalmente na sua forma orgânica. Por conseguinte, as populações ribeirinhas podem ser afetadas através desse tipo de alimento (SANTOS et al. 2000).

Os estudos de Padovani et al (1995) realizados no rio Madeira, em Rondônia, sobre a contaminação mercurial em peixes, demonstraram que as concentrações de Hgtotal nos peixes predadores na área de garimpos em Cachoeira de Teotônio variaram entre 0,32 a 1,15 ppm. Enquanto, na região de Guajará-Mirim, situada a montante da área garimpeira de ouro, os teores de Hgtotal nos peixes predadores variaram de 0,09 a 0,37 ppm. Ou seja, na região de Cachoeira de Teotônio os níveis de Hgtotal se encontravam acima do nível máximo de 0,5 µg/g considerado pelo Ministério da Saúde (BRASIL, 1975) e Organização Mundial de Saúde (WHO, 1976). Esses resultados demonstraram maiores concentrações de Hgtotal na área de garimpo de ouro que parecem associar contaminação mercurial em peixes com o garimpo. Estudos recentes da Academia de Ciências da China concordam que o consumo de peixes é considerada a principal via de exposição ao MeHg, mas que a exposição ao

MeHg também ocorre através do consumo de arroz cultivado em ambiente aquático (ROTHENBERG et al. 2011). Ping et al (2010) relatam que em certas regiões da China, vilarejos próximos a mineração artesanal de ouro, a principal exposição humana ao MeHg está relacionada com o consumo de arroz cultivado em áreas contaminadas de Hg (LI et al., 2010).

O arroz é um alimento básico para mais da metade da população mundial, portanto é de fundamental importância investigar os riscos potenciais para a saúde humana, especialmente o grupo de gestantes sobre possíveis danos no desenvolvimento do feto, como a população mais suscetível aos efeitos deletérios do MeHg (ROTHENBERG et al. 2011). Por conseguinte, o arroz cultivado nas áreas de várzeas amazônicas, especialmente nas regiões de garimpagem de ouro, passa também a merecer importância nas pesquisas, uma vez que o arroz é consumido pela quase totalidade da população amazônica.

Os dados da Tabela 5, ao serem tratados estatisticamente pelo teste ANOVA, apresentaram $p(\text{valor}) < 0,05$ indicando que o teor de Hg_{total} no cabelo das crianças relaciona-se com consumo diário de peixes pela família. Por conseguinte, repercutindo na alimentação diária da maioria das crianças. Estes resultados, especialmente para as localidades do rio Tapajós, robustecem outros estudos, mesmo considerando a distribuição de peixe na família, isto é, o fato de consumirem diferentes espécies de peixes, de acordo com Boischio & Barbosa (1993). Neste aspecto outros fatores que podem estar funcionando como protetores contra a concentração mercurial e que merecem estudos mais aprofundados sobre essa questão. Uma vez que os estudos de Passos et al. (2003) na população feminina de Brasília Legal, na região do médio Tapajós, observaram a influência do consumo de alimentos tradicionais sobre a relação consumo de peixes e mercúrio. Os resultados indicaram formas diferentes de manter o consumo ao mesmo tempo reduzir a exposição ao mercúrio. Os achados de fitoquímicos e fibras alimentares presentes nas frutas tropicais (bananas, ingá, tangerina, manga, açaí, dentre outras) poderiam estar interagindo com o Hg de várias maneiras, tais como: na absorção e excreção, no transporte, na ligação com proteínas-alvo, no metabolismo e em algum mecanismo de seqüestração. Portanto, mais estudos são necessários para melhor elucidar a extensão e a implicação do uso de frutas para

neutralizar a ação tóxica do metilmercúrio (PASSOS et al. 2003). Embora este estudo não tenha objetivado levantar dados sobre o consumo de frutos tropicais, vale o registro da presença desses frutos nas localidades pesquisadas.

O tempo de amamentação das crianças pesquisadas (Tabela 6) distribuídas por dois grupos: menor de 12 meses (71,8%) e igual e maior de 12 meses (28,2%), considerados na totalidade, demonstrou ser elevado o número de crianças que foram amamentadas por período menor de 12 meses. Porém, esses dados, quando dissecados por subgrupos de tempo de amamentação, apresentam o seguinte perfil: < 3 meses (8,8%), < 6 meses (24,5%) e > 6 meses (38,5%). O outro grupo com tempo de amamentação igual e maior de 12 meses foi composto pelos subgrupos: > de 12 meses (21,3%) e > 24 meses (6,9%).

As crianças das localidades da região do Tapajós (São Luiz do Tapajós e Barreiras) apresentaram, com relação ao tempo de amamentação, a seguinte distribuição: menos de 12 meses (66,7%) e igual ou maior de 12 meses (33,3%). Como se observa, o subgrupo de crianças amamentadas por mais de 6 meses é expressivo, embora ainda não atenda as recomendações da WHO (2001) que preconiza aleitamento materno exclusivo para a totalidade das crianças nos primeiros seis meses de vida, respeitando-se as situações específicas. Uma vez que esse período é decisivo e insubstituível para o crescimento e diferenciação do cérebro da criança, além da garantia da redução da mortalidade e prevenção de doenças comuns nos dois primeiros anos de vida (NYLAND et al., 2011).

O tempo de amamentação das crianças relacionado com os teores de Hgtotal no cabelo das localidades da região do Tapajós, analisado através do teste Meta-Análise (várias proporções) apresentou p(valor) <0,05 indicando haver diferença significativa entre os tempos de amamentação e teores de Hgtotal. É possível que esse resultado esteja relacionado, além das atuais exposições através do consumo de peixe, também expostas durante a vida intra-uterina e o aleitamento materno (BOISCHIO & BARBOSA, 1993; NYLAND et al., 2011). Estes resultados não confirmam os achados de Barbosa & Dórea (1998) sobre índices de contaminação mercurial durante o aleitamento materno na Amazônia, onde a análise de correlação mostrou que a

concentração de mercúrio no cabelo de recém-nascidos foi significativamente afetada pela contaminação do mercúrio materno, mas não durante o período de amamentação e pós-natal. Porém, mais recentemente, os achados de Marques et al (2009) ao avaliarem a exposição ao mercúrio nos períodos pré-natal e pós-natal, aleitamento materno e desenvolvimento neuropsicomotor nos primeiros cinco anos concluiu que o aleitamento materno deve ser recomendado em benefício do desenvolvimento neuropsicomotor, até que haja uma abordagem mais apurada para reconhecer as crianças suscetíveis à exposição mercurial (BOISCHIO et al., 2003).

O inquérito parasitológico revelou uma taxa de 79,6% de positividade entre as crianças examinadas. Os parasitas mais freqüentes foram *Ascaris lumbricóides* (47,4%), *Trichuris trichiura* (21,2%) e *Strongyloides stercoralis* (17,4%). As associações parasitárias mais freqüentes foram *Ascaris lumbricóides* + *Trichuris trichiura* (46,5%). A prevalência do poliparasitismo foi de 68,3%, sendo que as crianças com mais de 24 meses eram quase todas parasitadas. Os parasitas mais freqüentes encontrados, além de outros achados sobre as condições sanitárias das comunidades confirmam estudos de Ferreira et al. (2002) ao examinar crianças de uma favela do “Movimento dos Sem Teto, em Maceió (AL). Os teores de Hgtotal no cabelo das crianças das localidades do rio Tapajós ((Tabela 9) ao serem relacionados com enteroparasitoses apresentaram p(valor) <0,01, talvez devido a permeabilidade intestinal aumentada com a presença de parasitas, onde as moléculas maiores e toxinas atravessam as membranas das vilosidades intestinais atingindo a corrente sanguínea desencadeando resposta imune. O mercúrio também provoca aumento das citocinas inflamatórias, tais como TNF α , IL -6 e IL-1b (MELETIS, 2008).

Vários fatores ambientais facilitadores da enteroparasitose intestinal estavam presentes no âmbito das comunidades, entre esses a carência de água de boa qualidade para consumo humano, precário destino dos dejetos, altas temperaturas, grande proliferação de insetos e precário serviço público de saúde. Heyneman (1998) destaca que a elevada prevalência dessas parasitoses representa importante problema de saúde pública, em consequência da desnutrição e do atraso no crescimento que pode provocar.

Ao estudarem localidades rurais na região do Médio Solimões,

no estado do Amazonas, Coura et al (1993a, 1993b) avaliaram aspectos epidemiológicos, sociais e sanitários de sete localidades do município de Coari, sendo três delas ribeirinhas, além de quatro localidades às margens do lago Mamiá, no mesmo município. Foram avaliadas as prevalências de anemia, de parasitoses intestinais, além de outras patologias. As parasitoses intestinais são universalmente distribuídas na Amazônia, de acordo com Coura et al (1994), com variações inter e intra-regionais, como no restante do país, conforme constituição do solo, índice de aglomeração populacional, condições econômicas, sociais, sanitárias e educacionais, presença de animais domésticos no peridomicílio, condições de contaminação e uso do solo, da água e dos alimentos; capacidade de multiplicação, desenvolvimento e manutenção de larvas e ovos de helmintos e cistos de protozoários (DIAS et al. 1991).

Os baixos níveis de hemoglobina e hematócrito encontrados nas crianças da região do Tapajós significam que apresentavam algum grau de anemia. Saloojce & Pettifor (2001) relatam que em países subdesenvolvidos, metade dos casos de anemia existentes em crianças e gestantes, principais grupos vulneráveis, é decorrente da deficiência de ferro (anemia ferropriva). Admite-se que a ocorrência de anemia ferropriva na infância seja proveniente da combinação de necessidades elevadas de ferro, impostas pelo crescimento, dietas pobres nesse mineral e alta frequência de enteroparasitoses (MONTEIRO et al. 2000). Assim a prevalência da anemia encontrada nas comunidades ribeirinhas do Tapajós em 46,7% evidenciam as condições sócio-ambientais predominantes e confirmam dos achados de Brunken et al.(2002) de que a prevalência de anemia no Brasil em crianças menores de cinco anos varia de 25 a 68%. E, que as causas determinantes da anemia associam-se a graves prejuízos para o desenvolvimento motor e cognitivo da criança e para o seu futuro aproveitamento escolar. Os teores de Hgtotal no cabelo das crianças ao serem relacionados com os níveis de hemoglobina e hematócrito (Tabela 8) das crianças das localidades da região do Tapajós foi encontrado p (valor) $<0,0001$, talvez relacionado ao transporte do MeHg pelas hemácias (95%), enquanto o restante liga-se às proteínas plasmáticas (HAYES JÚNIOR, 1982).

Na Tabela 10, os *déficits* nutricionais encontrados foram significativos tanto na forma crônica (Estatura/Idade) com na aguda (Peso/Estatura). A desnutrição compreende um desequilíbrio entre as necessidades do corpo a ingestão de nutrientes e tem como faixa etária mais susceptível as crianças menores de cinco anos de idade que são afetadas no crescimento e desenvolvimento. O *déficit* antropométrico de estatura/idade é o mais importante em menores de cinco anos de idade seguido do peso/estatura para fins de diagnóstico e terapêutica (UNICEF, 2000). A maioria dos problemas de saúde e nutrição das crianças das localidades pesquisadas está relacionada ao consumo alimentar inadequado e às infecções de repetição, agravadas pelas dificuldades sociais e econômicas que se refletem em precárias condições de moradia, alimentação balanceada comprometida e serviços públicos de saúde deficiente (VICTORA et al., 1998; ALENCAR et al., 2008).

O crescimento infantil é considerado um processo dinâmico e contínuo que ocorre desde a concepção até o final da vida, expresso pelo tamanho corporal. Constitui um dos melhores indicadores da saúde da criança, refletindo suas condições de vida no passado e no presente (BRASIL, 2002). O ser humano nasce com um potencial genético de crescimento que poderá ou não ser alcançado, dependendo das condições de vida a que esteja exposto desde a concepção até a idade adulta. Assim, o processo de crescimento está influenciado por fatores genéticos e ambientais, sendo que destes fatores destacam-se alimentação, saúde, higiene, habitação e cuidados gerais que atuam acelerando ou retardando esse processo (WHO, 1995). A exposição a tóxicos ambientais pode influenciar nesse processo, Grandjean et al (1999) avaliando o desenvolvimento neuropsicomotor em crianças encontrou essa relação.

A natureza multicausal do crescimento infantil tem sido comprovada por estudos que buscam relacionar variáveis biológicas, socioeconômicas, ambientais, culturais, demográficas, entre outras, com a sua etiologia e seu desenvolvimento (UNICEF, 2000).

Na avaliação das crianças com relação ao desenvolvimento neuropsicomotor foram encontradas 34 crianças, com prevalência de 33%, que apresentaram pelo menos uma alteração à resposta aos procedimentos dos

marcos de desenvolvimento pesquisados. Esses resultados são semelhantes aos de Maria-Mengel et al.(2007) ao estudar crianças em Ribeirão Preto (SP), como também aos achados de Moraes et al. (2010) ao estudarem 35 crianças, na comunidade de Paraisópolis (SP), onde encontrou a prevalência de 31,4% com teste Denver II não compatível com o desenvolvimento normal.

As cinco crianças (10,6%) que não responderam a mais de dois marcos do teste de triagem, independentes do grupo de conduta, ou seja, as respostas foram consideradas ausentes. Destas crianças, duas eram de Soure, outras duas do Furo do Maracujá e uma de Barreiras. As associações de até quatro marcos ausentes para a faixa etária foram: a) pula com um pé só + veste-se sozinha + pula alternadamente com um e outro pé; b) anda com apoio+ pinça objetos + fala palavras + faz gestos com mão e cabeça; c) fica de pé com apoio+ engatinha +imita gestos+anda com apoio. As associações dos tipos **a** e **b** foram encontradas nas duas crianças de Soure, sendo uma tinha 55 meses e a outra 9 meses de idade, respectivamente, enquanto a associação do tipo **c** foi apresentada por uma criança, com 7 meses de idade, na localidade de Barreira. A associação com três marcos ausentes (fala nomes + usa frases + reconhece mais de duas cores) foi identificada numa criança de 24 meses de idade, no Furo do Maracujá. Nesta localidade uma criança com 36 meses de idade apresentou a seguinte associação de marcos ausente: reconhece mais de duas cores+ imita pessoas.

Na totalidade das crianças examinadas, o marco de desenvolvimento “reconhece mais de duas cores”, da conduta motora adaptativa, que esteve ausente em trinta crianças (29,1%) se concentrou na faixa etária de 24 a 48 meses de idade. Por ocasião das entrevistas com as mães e/ou responsáveis das crianças, ao ser percebida a elevada prevalência desse marco, procurou-se aprofundar na busca de prováveis causas da criança não “reconhecer mais de duas cores”. Na oportunidade, algumas mães responderam que a “criança vai aprender cores na escola”. Nestes casos as mães e/ou responsáveis foram orientadas sobre a necessidade da estimulação da criança no ambiente familiar, especialmente as mães com baixa escolaridade (avaliadas em anos de estudos): nenhum (6,1%); de 1 a 3 anos (19,5%); de 4 a 7 anos (46,7%). Outro aspecto abordado foi a qualidade da estimulação ambiental disponível para a criança melhorar seu desempenho

cognitivo, uma vez que o nível de escolaridade materna, medido em anos de estudos apresenta associação positiva, através do maior envolvimento emocional e verbal da mãe com a criança (CARVALHAES & BENÍCIO, 2002).

Figueira et al. (2001) avaliando 82 crianças menores de 2 anos na ilha do Combú, município de Belém/PA, detectou, 37% com risco para problemas de desenvolvimento. Nesse estudo foi destacado que diversos fatores podem ser responsáveis por esses problemas, porque na maioria das vezes não se pode estabelecer uma única causa, existindo uma associação de etiologias possivelmente associadas com o problema.

Os dados deste estudo são preocupantes considerando que situação similar fora observado por Fisberg (1997), há mais de uma década. Ao examinar crianças de 2 a 6 anos encontrou 70,8% com desempenho normal, 22,3% com desempenho questionável e 6,9% com desempenho anormal. Caon & Ries (2003) ao estudarem crianças de 0 a 2 anos verificaram que 13,8% apresentaram marcos do teste de triagem de Denver suspeito de atraso na conduta motora. Comparando-se os resultados do presente estudo com os observados na literatura nota-se que 10,6% das crianças suspeitas de atraso no desenvolvimento neuropsicomotor pode ser considerado previsível para a população brasileira. Uma vez que fatores de risco para o desenvolvimento neuropsicomotor das crianças tendem a ser proporcionados em países periféricos, como o Brasil, especialmente em regiões como a Amazônia. Assim, estudos sobre o impacto de fatores bio-sócio-ambientais interferentes vêm sendo realizados utilizando o teste de Denver II por tratar-se de um teste rápido e de fácil aplicabilidade (SOUZA 2003, CAON & RIES 2003).

O desenvolvimento da criança decorre da interação entre as características biológicas e as experiências oferecidas pelo meio ambiente, porém, fatores adversos nestas duas áreas podem alterar o ritmo normal. Lejarraga (2002) destaca que a primeira condição para que uma criança se desenvolva bem é o afeto de sua mãe ou da pessoa que estiver encarregada de cuidar dela. Os riscos biológicos para o desenvolvimento estão relacionados com os eventos pré, peri e pós-natais, enquanto os riscos ambientais relacionam-se com as experiências adversas de vida ligadas à família, ao meio ambiente e sociedade. Entre estes são destacados: condições precárias de saúde, falta de recursos sociais e educacionais, a educação materna, os

estresses intra-familiares, como a violência, abuso, maus-tratos, dentre outros (OPAS, 2005).

8 CONCLUSÕES

Conclui-se que a intensidade de exposição ao mercúrio quantificada através dos teores de Hgtotal em amostras de cabelo das crianças foi maior nas localidades de São Luiz do Tapajós e Barreiras, situadas a jusante da Reserva Aurífera do Tapajós, que nas localidades Furo do Maracujá (rio Acará) e Soure (ilha do Marajó), sugerindo relações diretas com o uso de mercúrio na atividade garimpeira.

Os níveis de exposição determinaram a prevalência de Hgtotal acima de 10 µg/g no cabelo de crianças das localidades de São Luiz do Tapajós e Barreiras, na região do Tapajós. Uma vez que as crianças das localidades Furo do Maracujá (rio Acará) e Soure (ilha do Marajó) não apresentaram teores de Hgtotal no cabelo acima dessa referência.

Os fatores interferentes relacionados com teores de Hgtotal maior de 10 µg/g no cabelo das crianças, que se destacaram foram o consumo de peixes pela família, o tempo de amamentação das crianças, anemia e enteroparasitoses. O perfil de crescimento das crianças relacionado com o estado nutricional, avaliado através do indicador peso/idade apresentou peso adequado para idade e com peso muito baixo e baixo para o peso. A análise do desenvolvimento neuropsicomotor, através do teste de triagem Denver II modificado, identificou cinco (10,6%) crianças consideradas suspeitas de atraso no desenvolvimento.

Considerando os resultados inéditos deste estudo sobre crianças ribeirinhas expostas a determinados fatores interferentes que evidenciam a vinculação entre a exposição ao mercúrio e suas relações com variáveis bio-sócio-ambientais destaca-se a necessária realização de novas pesquisas visando ampliar conhecimentos sobre esse tipo de exposição, assim como recomendar medidas de promoção e proteção à saúde das crianças ribeirinhas. Estes aspectos reforçam a necessidade de maior atenção à saúde das crianças na Amazônia.

REFERÊNCIAS

AKAGI, H.; MALM, O.; KINJO, J.; HARADA, M.; BRANCHES, F.J.P.; PFEIFFER, W.C.; KATO, M. Methylmercury pollution in the Amazon, Brazil. **The Science of Total Environmental**. v. 175, p. 85-95, 1995.

AMORAS, W.W. A **Garimpagem na Amazônia**: Doenças, Desordem e Descaso.uma Visão do Garimpo do Crepori (PA). Belém. 1991. 306 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento do Desenvolvimento) – Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, Universidade Federal do Pará, Belém, 1991.

AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES DISEASE REGISTRY. **Toxicological Profile for Mercury (Update)**. Atlanta.U.S. Department of Health & Human Services, Public Health Services, 1999.

ALENCAR, F.H.;YUYAMA, L.K.O.; RODRIGUES, E.F.; ESTEVES, A.V.F.; MENDONÇA, M.M.B.; SILVA, W.A. Magnitude of infantile malnutrition in Amazon state (Brazil). *Acta Amazônica*, v.38, n.4, p.701-706, 2008.

AYRES, M.; AYRES JR, M.; AYRES, D.L.; SANTOS, A.A.S. **BioEstat 5.0**. Aplicações Estatísticas nas áreas das Ciências Bio-Médicas. Belém, Sociedade Civil Mamirauá, 2007.

AYRES, M.; AYRES, D.L.; AYRES, L.L.; SANTOS, B.A.; AYRES JUNIOR, M.; AMARAL, A.A. **Pequeno Dicionário de Bioestatística**, 2 ed, Belém, Sociedade Civil Mamirauá, 2010.

AZEVEDO, F. A.; NASCIMENTO, E. S.; CHASIN, A. M. Mercúrio. In. AZEVEDO, F. A.; CHASIN, A. M. (Ed).**Metais**: Gerenciamento da Toxidade. São Paulo, Athene, 2003. cap. 11, p.299-352.

BARBIERI, F.L.; GARDON, J. Hair mercury levels in Amazonian populations: spatial distribution and trends. **International Journal of Health Geographics**, v.8, n.71, p. 1-20, 2009.

BARBOSA, A.C.; JARDIM, W.; DOREA, J.G.; FOSBERG, B.; SOUZA, J. Hair mercury speciation as a function of gender, age, and body mass index in inhabitants of Negro Riber basin, Amazon, Brazil. **Arch Environ Contam Toxicol**, v.40, p.439-444, 2001.

BARBOSA, A.C.; GARCIA, A.M.; SOUZA, J.R. Mercury contamination in hair of riverine populations of Apiacas Reserva in the Brazilian Amazon. **Water Air and Soil Pollution**, v.97, p. 1-8, 1997.

BARBOSA, A.C.; DÓREA, J.G. Indices of Mercury contamination during breastfeeding in the Amazon Basin. **Environmental Toxicology and Pharmacology**, v. 6, n.2, p. 71-79, 1998.

BELAMY C. Healthy environments for children. **Bull World Health Organ.** v.81: n.157,p. 68-72, 2003.

BERLIN M. Mercury. **Handbook on the Toxicology of Metals.** Fiberg L, Nordberg GF, Vouk V (eds), 2 ed. New York: Elsevier Science Publisher BV, 1986.cap. 16, p. 345-387.

BOISCHIO, A.A.P.; MERGLER, D.; PASSOS, C. J.; GASPAR, E.; MORAIS, S. Segmental Hair Mercury Evaluation among Mothers, Their Babies and Breast Milk along the Tapajós River, Amazon, Brazil. Tokio; **Environmental Sciences**, v. 10, p. 107-120, 2003.

BOISCHIO, A..A.P.; BARBOSA, A. Exposição ao Mercúrio Orgânico em Populações Ribeirinhas do Alto Madeira, Rondônia, 1991: Resultados Preliminares. **Cad Saúde Públ**, Rio de Janeiro, v. 9, n.2, p.155-160, abr/jun, 1993.

BONNER, B.; MILLING, L.; WALKER, CE. Denver Developmental Screening Test. In: JRAYSER D, SWEETLAND RC. (Ed) **Test Critiques**.New York, Test Corporation of America, 1984. v.1.

BRABO, E.S.; SANTOS, E.C.O.; JESUS, I.M.; MASCARENHAS, A.F.; FAIAL, K.F. Níveis de mercúrio em peixes consumidos pela comunidade indígena de Sai Cinza na Reserva Munduruku, Município de Jacareacanga, Estado do Pará, Brasil. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.15, n.2, p.325-331, abr./jun.1999.

BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução nº 18175 da Comissão de Normas e Padrões para Alimentos. **Diário Oficial da União**, 9 de dezembro de 1975.

BRASIL. Ministério de Meio Ambiente e Organização do Tratado para Cooperação Amazônica. **Vigilância Ambiental**: Diretrizes Operacionais. Brasília, 2006.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Políticas de Saúde. Departamento de Atenção Básica. **A Saúde da Criança, acompanhamento do crescimento e desenvolvimento infantil**. Brasília, 2002. Série Cadernos de Atenção Básica; n. 11.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Perfil da saúde ambiental infantil no Brasil**. Relatório. Brasília, 2003.

BRUNKEN, G.S.; GUIMARÃES, L.V.; FISBERG, M. Anemia in children under 3 years of age in public day care centers. **Jornal de Pediatria**. v. 77, n. 1, p 50 – 56, 2002.

CABALLERO, C.C. Valoración y interpretación práctica del crecimiento y desarrollo del niño. In: **Programa AIEPI: La niñez, la familia y la comunidad**. Washington, DC: OPS/PALTEX. 2004, Cap. 3. p. 35-58.

CAON, G.; RIES, L.G.K. Triagem do desenvolvimento motor nos dois primeiros anos de vida. **Pediatria Moderna**, v. 39, n.7, p.248-252, 2003.

CARDOSO, P.C.S.; LIMA, P.L.; BAHIA, M.O.; AMORIM, M.I.M.; BURBANO, R.R.; FARIAS, R.A.F. **Biological effects of Mercury and its Compounds in Human Beings** – A minireview. Disponível em: E-mail: [www.Facome.uquam.ca/facome/pdf/Cardoso 2002.PDF](mailto:www.Facome.uquam.ca/facome/pdf/Cardoso%202002.PDF). Acesso em: 14 jun. 2002.

CASTRO, A.Z.; VIANA, J.D.D.C.; PENEDO, A.A.; DONATELE, D.M. Levantamento das parasitoses intestinais em escolares da rede pública na cidade de Cachoeiro de Itapemirim-ES. **News Lab** v.64, p. 140-144, 2004.

CARVALHAES, M.A.B.L.; BENÍCIO, M.H.D.A. Capacidade materna de cuidar e desnutrição infantil. **Rev Saúde Pública**. n.36, p.188-97, 2002.

CIMERMAN B, CIMERMAN S. **Parasitologia humana e seus Fundamentos Gerais**. São Paulo: Atheneu, 2001.

CLAYTON GC, CLAYTON FE. **Tatty's Industrial Hygiene and Toxicology**. v. 2, 2B, 2C: Toxicology. 3 ed. New York: John Wiley & Sons, 1981-1982.

COUNTER, S.A.; BUCHANAN, L.H. Mercury exposure in children: a review. Massachusetts; **Toxicology and Applied Pharmacology**. n. 198, p. 209 – 230, 2004.

COURA, J.R.; WILLCOX HPF, TAVARES AM, CASTRO JAF, FREITAS ADA, PLASCENCIA EP, LOAIZA LB. Aspectos epidemiológicos, sociais e sanitários em áreas do Médio Solimões. I. Estudo nas localidades de São Francisco do Laranjal, Aranaí e São Lázaro do Surubim, Município de Coari, Amazonas. **Anais da Academia Nacional de Medicina** . v.153, p. 122-126, 1993a.

COURA, J.R.; WILLCOX, H.P.F.; TAVARES, A.M.; CASTRO, J.A.F.; FREITAS, A.D.A.; PLASCENCIA, E.P.; LOAIZA, L.B. Aspectos epidemiológicos, sociais e

sanitários em áreas do Médio Solimões. II. Estudo de dois bairros periféricos da cidade de Coari e quatro localidades do lago do Mamiá, Estado do Amazonas. **Anais da Academia Nacional de Medicina** . v.153, p. 183-186, 1993b.

COURA, J.R.; WILLCOX, H.P.F.; TAVARES, A.M.; PAIVA, D.D.; FERNANDES, O.; RADA, E.L.J.; PEREZ, E.P.; BORGES, L.C.L.; HIDALGO, M.E.C.; NOGUEIRA, M.L.C. Epidemiological, Social, and Sanitary Aspects in na Area of the Rio Negro, State of Amazonas, with Special Reference to Intestinal Parasites and chagas'Disease. **Cad. Saúde Públ.**,Rio de Janeiro, 10 (supplement 2): p.327-336, 1994.

DAVIES, F.C.W. Minamata Disease: A 1989 Update on the Mercury Poisoning Epidemic in Japan." **Environmental Geochemistry and Health**. v.13, n.15,p. 35-38, 1991.

DEMAYER, E.M. **Preventing and controlling iron deficiency anaemia through primary health care**. Geneva: WHO; 1989.

DIAS, L.C.S.; DELHOME-FILHO, J.; PAES, M.G.; FANAS, A.N.; AGUIAR, J.C.S. Prevalência de parasitos intestinais em habitantes do Rio Negro, Estado do Amazonas, Brasil. **Acta amazônica**. n.7, p.438-440, 1991.

EDWARDS, G.N. Two cases of poisoning by mercury methyl. **Saint Bartholomew's Hosp Rep**, n. 1, p.141-150, 1865.

ETZEL, R.A.; BALK, S.J. American Academy of Pediatrics. Committee on Environmental Health. **Pediatric environmental health**. 2. ed. ELK Grave Village, IL: American Academy of Pediatrics, 2003.

FARRAR, W.V.; WILLIAM, A.R. A history of Mercury.In: MCAULIFFE CA.(Ed.). **The Chemistry of mercury**.London: MacMillan, 1977.

FEIJÃO AJ, PINTO JA. Na Reserva Garimpeira, a mudança do Rumo Histórico.. **O Liberal**. Belém, 12 ago. 1990. caderno 3, p. 29.

FERREIRA, H.S.; ASSUNÇÃO, M.L.; VASCONCELOS, V.S.; MELO, F.P.; OLIVEIRA, C.G.; SANTOS, T.O. Saúde das populações marginalizadas: desnutrição, anemia e enteroparasitoses em crianças de uma favela do "Movimento dos Sem Teto", Maceió, Alagoas. **Rev. Bras. Saúde Matern. Infant.**, Recife, v.2, n.2, p. 177-185, 2002.

FERREIRA, J.R.; VOLPATO, F.; CARRICONDO, F.M.; MARTINICHEN, J.F.; LENARTOVICZ, V. Diagnóstico e prevenção de parasitoses no reassentamento São Francisco em Cascavel-PR. **Revista Brasileira de Análises Clínicas** v. 36, p.145-146, 2004.

FIGUEIRA, A.C.M.; SOUZA, I.C.N.; PEDROMÔNICO, M.R.; SALES, L.M.M.; BRITO, R.H.E.; MAGNO, M.M.M. Avaliação do desenvolvimento de crianças até 2 anos de idade no arquipélago do Combu. **Rev Par Méd**, p.39. Suplemento II – v.15,n.3, Resumos do 4º Congresso Nacional de Pediatria – Região Norte da Sociedade Brasileira de Pediatria / Congresso Paraense de Atenção Multidisciplinar à Criança; Belém. 2001

FILLION, M.; MERGLER, D.; SOUSA PASSOS, C.J.; LARRIBE, F.; LEMIRE, M.; GUIMARÃES, J.R. A preliminary study of mercury of mercury exposure and blood pressure in the Brazilian Amazon. **Environ Health**. n. 5, p. 29, 2006.

FISBERG, M.; PEDROMÔNICO, M.R.; BREGA, J.A.P.; FERREIRA, A.M.A.; PINI, C.; CAMPOS, S.C.C. Comparação do desempenho de pré-escolares mediante teste de desenvolvimento de Denver, antes e após intervenção nutricional. **Rev Ass Med Brasil**. v.43, n.2, p.99-104,1997.

FONSECA, M.F.; TORRES, J.P.M.; MALM, O. Interferentes Ecológicos na Avaliação Cognitiva de Crianças Ribeirinhas expostas a Metilmercúrio: O peso do subdesenvolvimento. **Oecol. Brás**, v.11, n. 2, p. 277-296, 2007.

FORSBERG, B.R.; FORSBERG, M.C.S.; PADOVANI, C.R.; SARGENTINI, E.; MALM, O.; KATO, Ha W.C.P. High levels of mercury in fish and human hair from the Rio Negro basin (Brazilian Amazon): **Natural background or anthropogenic contamination?** In Proceedings of the International Workshop on Environmental Mercury Pollution and its Health Effects in the Basin; National Institute for Minamata Disease/UFRJ, KATO HaWCP, p. 33-40, 1995.

GESSEL, A. **A criança de 0 a 5 anos**. 4.Ed. São Paulo.Martins Fontes, 1996

GILMOUR, C.C.;HENRY, E.A. Mercury Methylation in aquatic systems affected by acid deposition. **Environmental Pollutant**. n. 71, p. 131-169, 1991.

GONÇALVES, A.; GONÇALVES, N.N.S. Human exposure to mercury in the Brazilian: a historical perspective. **P Am J. Public Health**. v. 6, n. 16, p. 415 – 419, 2004.

GRAEME, A.K.; POLLOCK, CV. Heavy metal toxicity, part I: arsenic and mercury. **The Journal of Emergency Medicine**, v. 16, n.1, p.45-56, 1998.

GRIGG J. Environmental Toxins: their impact on children's health. **Arch Dis Child**. n. 89, p. 244-50, 2004.

GRANDJEAN, Philippe; WWIHE, Pal.;WHITE, Roberta F.; DEBES, Frodi; ARAKI, Shunichi; YOKOYAMA, Kazuhito; MURATA, Katsuyki; SORENSEN, Nicolina; DHAL, Rasmus; JORGENSEN, Poul J. Cognitive Deficit in 7-Year- Old

Children with Prenatal Exposure to Methylmercury. **Neurotoxicology and Teratology**. v.19, n.6, p.7-428, 1997.

GRANDJEAN, F.; WHITE, R.F.; NIELSEN, A.; CLEARY, D.; SANTOS, E.C.O. Methylmercury Neurotoxicity in Amazonian Children Downstream from Gold Mining. **Environmental Health Perspective**, v. 107,p. 87-591, 1999.

GRANDJEAN, P.; HIROSHI, S.; KATSUYUKI, M.; ETO, K. Adverse effects of methylmercury: Environmental Health Research Implications. **Environ Health Perspect**. v. 118, n.8, p.1137-1145, 2010.

GUIMARÃES, J.R.D.; FOSTIER, A.H.; FORTI, M.C.; MELFI, J.A.; KEHRIG, H.; MAURO, J.B.N.; MALM, O.; KRUG, J.F. Mercury in human and environmental samples from two lakes in Amapá, Brazilian Amazon. **Ambio**,n.28, p.296-301, 1999.

HAAS, J.D.; BROWNLIE, T. Iron deficiency and reduced work capacity: a critical review for the research to determine a causal relationship. **J Nutr**, v. 131, n.2, 2001.

HALPERN, R.; GIUGLIANI, E.R.J.; VICTORA, C.G.; BARROS, F.C.; HORTA, B.L. Fatores de risco para suspeita de atraso no desenvolvimento neuropsicomotor aos 12 meses de vida. **Rev. Chil. Pediatric**. Santiago, v.73, n. 5, 2002.

HAMADA, R.; OSAME, M. Minamata disease and other mercury syndromes. In: CHANG, L.W. (ed.). **Toxicology of Metals**. London: CRC Press, 1996. p. 337-351.

HARADA, M. Environmental contamination and Human Rights: case of Minamata Disease. **Industrial and Environmental Crisis Quarterly**. v.8, n.2, p. 141-154, 1994.

HARADA Masazumi. Minamata Disease: Methylmercury Poisoning in Japan Caused by Environmental Pollution. **Critical Reviews in Toxicology**. v. 25, n. 1, p.1-24, 1995.

HARADA, M. Neurotoxicity of methylmercury. Minamata and the Amazon. In: YASUI M, STRONG MJ, OTA K, VERITY MA. **Mineral and Metal Neurotoxicology**, Boca Raton, FL: CRC Press, p. 177-188, 1996.

HARADA M. Chronological study on Minamata Disease Case Starts Now. **Research on Environmental Disruption**. v.26, n. 3, p. 56-61, 1997.

HARADA, Masazumi. Minamata disease and the mercury pollution of the globe. Conference in the **International Symposium for Evaluation of the Mercurial Contamination in the Amazon**. Promotion for Núcleo de Medicina Tropical da Universidade Federal do Pará, sponsorship Japan International Cooperation Agency and Fundo para Ciência e Tecnologia) fulfilled in Belém, Pará State, Brazil, nov. 29 to dec., 1998.

HARADA, M.; NAKANISHI, J.; YASODA, E.; PINHEIRO, M.C.N.; OIKAWA, T.; GUIMARÃES, G. A.; CARDOSO, B.S.; KIZAKI, T.; OHNO, H. Mercury pollution in the Tapajós River basin, Amazon: mercury level of head hair and health effects. **Environ Int.** n. 27, p. 285-290, 2001.

HAYES JUNIOR, W.J. **Pesticides studied in man**. Baltimore/London: William and Wilkins, 1982.

HEYNEMAN D. Parasitologia médica. In: JAWETEZ E, MELNICK JL, ADELBERG EA. **Microbiologia médica**. 20 ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan. 1998. p. 444-462.

HORIKAWA, S. A doença de Minamata: Problemas remanescentes e novas tendências de estudo. **Ambiente e Sociedade**. v.2, n.3/4, 1º semestre 1999.

HUNTER, D. **Enfermedades Laborales**. Barcelona, Espana: Ed. JIMS, 1985.

HUNTER, D.; BOMFORD, R.R.; RUSSEL, D.S. Poisoning by methylmercury compounds. **Quart J Med**, v.9, n.3, p.193-213, 1940.

HUNTER, D.; RUSSEL, D.S. Focal cerebellar and cerebellar atrophy in a human subject due to organic mercury compounds. **J. Nuero Neurosurg Psychiatry**. v.17, n.4, p.235-241, 1954.

IBGE. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico –PNSB**. Rio de Janeiro, 2000.

KJELLSTROM, T.; KENNEDY, P.; STEWART, A.; FRIBERG, L.; LIND, B.; WUTHERSPOON, T.; MANTEL, C. Physical and mental development of children with prenatal exposure to mercury from fish stage 2: interviews and psychological tests at age 6. Sweeden: **National Swedish Environmental protection** (Board Report 3642), 1989.

LANDRIGAN, P.J.; GARG, A. Chronic effects of toxic environmental exposures on children's health. **J Toxicol Clin Toxicol**. v. 40, p. 449-56, 2002.

LANDRIGAN, P.J.; KIMMEL, L.A.; CORREA, A.; ESKENAZI, B. Children's health and the environment: public health issues and challenges for risk assessment. **Environ Health Perspect**. v.112, p. 257-65, 2004.

LAWLESS, J.W.; LATHAM, M.C.; STEPHENSON, L.S.; KINATI, S.N.; PERTET, A.M. Iron supplementation appetite and growth in anaemic Kenyan primary school children. **J. Nutr** . v. 124, n.5, p. 645-654, 1994.

LEJARRAGA H. O fascinante processo de desenvolvimento psicomotor da criança. São Paulo, **Berço** 13, dez. 2002.

LI, P.; FENG, X.; QIU, G. Methylmercury exposure and health effects from rice and fish consumption: a review. **Int J Environ Res Health**. v.7, n.6, p.2666-2691, jun. 2010.

LOZOFF, B.; JUMENEZ, E.; WOLF, A.W. Long-term development outcome of infants with iron deficiency. **N Engl J Med**. v. 325, p. 687-94, 1991.

MAGRO, A.C.; BASTOS, P.A.M.; NAVARRO, M.F.L. Segurança no uso de Hg em restauração de amálgama. **Revista Odontológica da Universidade de São Paulo**. v.8, n. 1, p. 1-6, 1994.

MALM O, KHERIG H. A. Methylmercury concentration and its rate with total mercury as a tool for evaluation of the Amazon mercurial contamination. Pannel in the **International Symposium for Evaluation of the Mercurial Contamination in the Amazon**. Promotion for Núcleo de Medicina Tropical da Universidade Federal do Pará, sponsorship Japan International Cooperation Agency and Fundo para Ciência e Tecnologia) fulfilled in Belém, Pará State, Brazil, nov. 29 to dec., 1998.

MARIA-MENGEL, M.R.S.; LINHARES, M.B.M. Risk factors for infant developmental problems. **Rev. Latino-Am. Enfermagem**, v. 15, p. 76-80, Sept./Oct. 2007.

MARQUES, R.C.; DÓREA, J.G.; BERNARDI, J.V.; BASTOS, W,R; MALM. O. Prenatal and postnatal Mercury exposure, breastfeeding and neurodevelopment during the first 5 years. **Cogn Behav Neurol**. v.22, n.2, p. 134-141, 2009.

MELETIS, C.D. Hidden Causes of GI Dysfunction. **Vitamin Research News**, v.22, n. 4, p. 187-194,2008.

MELLO DA SILVA, C.A.; FRUCHTENGARTEN, L. Riscos químicos ambientais à saúde da criança. **J. Pediatr**. Rio de Janeiro, v. 81, n.5, nov. 2005.

MONTEIRO, C.A.; SZARFARÉ, S.C.; MONDINI, L. Tendência secular da anemia na infância na cidade de São Paulo (1984-1996). **Rev Saúde Pública** v.34, n.6, p.62-72, 2000.

MORAES, M.W.; WEBER, A.P.R.; SANTOS, C.O.M.; ALMEIDA. F.A. Denver II: evaluation of the development of children treated in the outpatient clinic f

Project Einstein in the Community of Paraisópolis. **Rev. Einstein**, v.8, p.149-153, 2010.

MOREL, F.M.M.; KRAEPIEL, M.L.; AMYOT, M. The chemical cycle and bioaccumulation of mercury. **Annual review of ecology and systematics**. n.29, p. 543-566, 1998.

MURAHOVSKI, J. **Pediatria**: diagnóstico – tratamento. 6ª ed. São Paulo: Sarvier, 2006.

NAVARRETE, AF. Mercúrio, methylmercurio. In: ALBERT LA. Ed. **Curso Básico de Toxicologia Ambiental**. México, ECO –Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud/OPS/OMS e Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bioticos. INIRED, 1985.

NEUMAN, N.A.; TANAKA, O.Y.; SZARFAR, S.C.; GUIMARÃES, P.R.V.; VICTORIA, C.G. Prevalência e fatores de risco para anemia no Sul do Brasil. **Rev Saúde Pública**, v. 34, p. 56-63, 2000.

NYLAND, J.F.; WANG, S.B.; SHIRLEY, D.V.; SANTOS, E.O.; VENTURA, A.M.; SOUZA, J.M.; SILBERGELD, E.K. Fetal and Maternal immune responses to Methylmercury exposure: A cross-sectional study. **Environmental Research**, v.111, n.4, May 2011, p.485-589.

NRIAGU, JO. Production and uses of Mercury. In: NRIAGU JO. **The biogeochemistry of Mercury in the environment**. Amsterdam: Elsevier, 1979. p. 23-40.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. **Manual para Vigilância do desenvolvimento infantil no contexto da AIDPI**. Washington, D.C: OPAS, 2005.

PADOVANI, C.R.; FORSBERG, B.R.; PIMENTEL, T.P. Contaminação mercurial em peixes do rio Madeira: resultados e recomendações para consumo humano. **Acta Amazônica**. v.25, n. 1/2, p. 127-136, 1995.

PASSOS, C.J.; MERGLER, D.; GASPAR, E.; MORAIS, S.; LUCOTTE, M.; LARRIBE, F.; DAVIDSON, R.; GROSBOIS, S. Eating tropical fruit reduces Mercury exposure from fish consumption in the Brazilian Amazon. **Environmental Research**. n.93, p. 123-130, 2003.

PAVLOGEORGATAES, G. **The fate of Mercury in an activated sludge pilot plant**. PhD thesis. Department of Environmental Studies, University of the Aegean, Lesbos, Greece. 2001.

PEZZI, N.C.; TAVARES, R.G. Relação de aspectos sócio-econômicos e ambientais com parasitoses intestinais e eosinofilia em crianças da ENCA,

Caxias do Sul-RS. **Estudos**, Goiânia, v.34, n.11/12, p.1041-1055, nov./dez. 2007.

PFEIFFER, W.C.; LACERDA MD. Mercury inputs into the Amazon region, Brazil. **Environmental Technology Letters**. n.9, p. 325-330. 1988.

PING, L.; FENG, X.; QIU, G. Methylmercury exposure and Health Effects from Rice and Fish consumption: a review. **Int J Environ Res Public Health**. v. 7, n. 6, p.2666-2691. 2010.

PINHEIRO M.C.N., GUIMARÃES G.A., NAKANISHI J., OIKAWA T., VIEIRA J.L., QUARESMA M., CARDOSO B., AMORAS W.W. Total mercury in hair samples of inhabitants of Tapajós river, Pará State, Brazil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**. v. 2, n. 33, p. 181-184, 2000a.

PINHEIRO, M.C.N.; NAKANISHI, J.; GUIMARÃES, G.A.; OIKAWA, T.; VIEIRA, J.L.; QUARESMA, M.; CARDOSO, B.; AMORAS, W.W.; HARADA, M.; MAGNO, C.; XAVIER, M.B.; BACELAR, D.R. Methylmercury human exposure in riverine villages of Tapajós basin, Pará State, Brazil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**. v. 3, n. 33, p. 265 - 269, 2000b.

PINHEIRO, M.C.N.; HARADA, M.; YASODA, E.; NAKANISHI, J.; OIKAWA, T.; VIEIRA, J.L.F.; COSTA, S.M.; GUIMARÃES, G.A.; BACELAR, M.D.R.; ALMEIDA, S.S.; SILVEIRA, L.C.L. Toxicological and Epidemiological Data on Human Exposure to Mercury in the Tapajós River Basin: 1994-1998. **Environmental Sciences**, n.10, v. 2, p.99-105, 2003.

PINHEIRO MCN. **Exposição mercurial e defesas antioxidantes em mulheres ribeirinhas da Amazônia**. Belém. 2006. Tese (Doutorado em Biologia Celular). Núcleo de Medicina Tropical, Universidade Federal do Pará, 2006. 150 p.

PINHEIRO, M.C.N.; OIKAWA, T.; VIEIRA, J.L.F.; GOMES, M.S.V.; GUIMARÃES, G. A.; CRESPO-LOPEZ, M.E.; MULLER, R.C.S.; AMORAS, W.W.; RIBEIRO, D.R.C.; RODRIGUES, A.R; CORTES, M.I.T.; SILVEIRA, L.C.L. Comparative study of human exposure to mercury in riverside communities in the Amazon region. **Brazilian Journal of Medical Biological Research**. v. 39, p. 411-414. 2006.

PINHEIRO, M.C.N.; CRESPO-LOPEZ, M.E.; VIEIRA, J.L.F.; OIKAWA, T.; GUIMARÃES, G.A.; ARAUJO, C.C.; AMORAS, W.W.; RIBEIRO, D.R.G.; HERCULANO, A.M.; do NASCIMENTO, J.L.M.; SILVEIRA, L.C.L. Mercury Pollution and childhood in Amazon riverside villages. **Environmental International**, n.33, p.56-61, 2007.

PINHEIRO, M.C.N.; MACCHI, B.M.; VIEIRA, J.L.F.; OIKAWA, T.; AMORAS, W.W.; GUIMARÃES, G.A.; COSTA, C.A.; CRESPO-LÓPEZ, M.E.; HERCULANO, A.M.; SILVEIRA, L.C.L.; NASCIMENTO, J.L.M. Mercury

exposure and antioxidant defenses in women: A comparative study in the Amazon. **Environmental Research**. n.107, p.53-59, 2008.

ROTHENBERG, S.E.; FENG, X.; LI, P. Low-level maternal methylmercury exposure rice ingestion and potential implications for offspring health. **Environmental Pollution**. v.159, n.4, p.1017-1022, april 2011.

ROULET, M.; LUCCOTTE, M.; SAINT-AUBI, A.; RHEAULT, I.; FARELA, N.; JESUS-SILVA, E.; DEZENCOURT, J.; SOUSA-PASSOS, C.I.; SANTOS-SOARES, G.; GUIMARÃES, J.R.; MERGLER, D.; AMORIM, M. The geochemistry of mercury in central Amazonian soils developed on the Alter do Chão formation of the lower Tapajós river valley, Pará state, Brazil. **Science of the Total Environment**, n. 223, p. 1-24, 1998.

ROUQUAYROL, M.Z. **Epidemiologia & Saúde**. 5 ed. Rio de Janeiro: Medsi, 1999.

ROWENS, B. Respiratory failure and death following acute inhalation of mercury vapor. **Chest**, v. 99, p. 185-190, 1991.

SALOOJEE, H.; PETTIFOR, J.M. Iron deficiency and impaired child development. **Br J Nutr**. n. 323, p. 1377-8, 2001.

SANTOS, E.C.O.; JESUS, I.M.; BRABO, E.S.; LOUREIRO, E.C.B.; MASCARENHAS, A.E.; WEIRICH, J.; CÂMARA, V.M.; CLEARY, D. Mercury exposure in riverside Amazon communities in Pará, Brasil. **Environmental Research**. n. 84, p. 100-107, 2000.

SANTOS, E.C.O.; JESUS, I.M.; CÂMARA, V.M.; BRABO, E.S.; LOUREIRO, E.C.B.; MASCARENHAS, A.S.; WEIRICH, J.; LUIZ, R.R.; CLEARY, D. **Exposição ao Mercúrio em Índios Mundurucus da Comunidade de Sai Cinza, Estado do Pará, Brasil**. Belém: Instituto Evandro Chagas, 2001. Relatório Técnico.

SANTOS, E.C.O.; CÂMARA, V.M.; BRABO, E.S.; LOUREIRO, E.C.B.; JESUS, I.M.; FAYAL, K.; SAGICA, F. Avaliação dos níveis de exposição ao mercúrio entre os índios Pakaanóva, Amazônia, Brasil. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.19, n.1, p.199-206, jan-fev, 2003.

SARAIVA, A.L.; SILVA, J.C. Espacialidade das Festas Religiosas em comunidades ribeirinhas de Porto Velho, Rondônia. **Espaço e Cultura**, Rio de Janeiro, n.24, p. 7-18, 2008.

SCHVARTSMAN, S. Desenvolvimento de criança em ambiente hostil. **Pediatr**. S. Paulo, v.8, p. 176-187, 1986.

SHRADER DE, HOBBS WB. The determination of Mercury by cold vapor atomic absorption. *Varian Instruments at Work. Atomic Absorption*, n. AA-32. 1983.

SHERIDAN, M.D. **From birth to five years**. England: Nfer-Nelson, 1985.

SILVEIRA, L.C.L.; VENTURA, D.F.; PINHEIRO, M.C.N. Toxicidade mercurial – Avaliação do sistema visual em indivíduos expostos à níveis tóxicos de mercúrio. **Cienc. Cult.** v. 56, n. 1, São Paulo. Jan./mar. 2004.

SOUZA, J.R.; BARBOZA, A.C. Contaminação por mercúrio e o Caso da Amazônia. **Química Nova na Escola**. n. 12, nov. 2000.

SOUZA, S.C. Avaliação do desenvolvimento neuropsicomotor do pré-escolar de creches públicas de Cuiabá-MT. São Paulo, 2003. Dissertação (Mestrado)-Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, 2003.

TASHIMA, N.T.; SIMÕES, M.J. Parasitas intestinais: prevalência e correlação com a idade e com os sintomas apresentados de uma população infantil de Presidente Prudente-SP. **Revista Brasileira de Análises Clínicas**, n. 37, p. 35-39, 2005.

TSUBAKI, T.; TAKAHASHI, H.(Ed.) **Recent advances in Minamata disease studies**. Methylmercury poisoning Minamata and Nigata, Japan. Tokio, Japan: Kodansha; 1986. 214 p.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Technologies for immobilizing high mercury sub-category wastes**. Washington, D.C. 1998.

UNICEF; WHO; MI. Preventing iron deficiency in women and children. **Technical Workshop**. Boston: International Nutrition Fundation. 1999.

UNICEF – Fundo das Nações Unidas para a Infância. Agenda Amazônia. Amazônia Legal e Infância. 2008. Boletim on-line, site disponível: <http://www.unicef.org/brazil/pt/dados_amazonia_legal.pdf>. Acesso em 16/10/2010, as 14:12 h.

UNICEF. **Ser Criança na Amazônia**: Uma análise das condições de desenvolvimento Infantil na Região Norte do Brasil. UNICEF, Belém, 2004. (Relatório de pesquisa).

UNICEF. **Situação Mundial da Infância**. Brasília (DF): O Fundo; 2000.

UNICEF (Fundo das Nações Unidas para a Infância). **Saúde e Nutrição das crianças nordestinas**: pesquisas estaduais 1987-1992. Brasília (DF): O Fundo; 1995.

VEIGA, M.M.; MEECH, J.A.; ONATE, N. Deforestation: A major source of mercury pollution in the Amazon. **Nature**, n. 368, p. 816-817. 1994.

VICTORA, C.G.; GIGANTE, D.P.; BARROS, A.J.D.; MONTEIRO, C.A.; DEONIS, M. Estimativa da prevalência de déficit de altura/idade a partir da prevalência do déficit peso/idade em crianças brasileiras. **Rev. Saúde Pública**, n. 32, p.321-327, 1998.

WASSERMAN, J.C.; HACON, S.; WASSERMAN, M.A. O Ciclo do Mercúrio no Ambiente Amazônico. **Mundo & Vida** v. 2, n. 1/2, 2001.

WAGLEY, Charles. Amazon Town. **A study of man in the tropics**. Third ed. New York: L. Hanke. 1968.

WALTER-SMITH, J.A.; MCNEISH, A.S. **Diarrhoea and malnutrition in childhood**. Oxford: Butterworth Heinemann, 1986.

WHO. **The optimal duration of exclusive breastfeeding**: a systematic review. . World Health Org., Geneva, 2001.

WHO. Environmental Health Criteria. I. **Mercury**. World Health Org., Geneva, 1-131, 1976.

WHO. International Program on Chemical Safety (IPCS). Methylmercury. Environmental Health Criteria 101, Geneva, 1990.

WHO. International Program on Chemical Safety (IPCS). Environmental Health Criteria 118: Inorganic Mercury. Geneva. World Health Organization. 1991.

WHO. **Physical status**: the use and interpretation of anthropometry. Geneva: The Organization. (Technical Report Series, 854), 1995.

WOODRUFF, T.J.; AXERAD, D.A.; KYLE, A.D.; NWEKE, O.; MILLER, G.G.; HURLEY, B.J. Trends in environmentally related childhood illnesses. **Pediatrics**, v. 113, Suppl.4, p.1133-40, 2004

	MARCOS DO DESENVOLVIMENTO (Resposta Esperada)	IDADE (MESES)							IDADE (ANOS)						
		10	11	13	14	15	18	21	2	3	4	5			
14)	Anda sozinha, raramente cai														
15)	Tira sozinha qualquer peça do vestuário														
16)	Combina pelo menos 2 ou 3 palavras														
17)	Leva o alimento à boca com sua própria mão														
18)	Aceita companhia de outras crianças mas brinca isoladamente														
19)	Diz seu próprio nome e nomeia objetos como sendo seu.														
20)	Veste com auxílio														
21)	Fica sobre um pé, momentaneamente														
22)	Usa frases														
23)	Começa o controle esfinteriano														
24)	Reconhece mais de duas cores														
25)	Pula sobre um pé só														
26)	Brinca com outras crianças														
27)	Imita pessoas da vida cotidiano (pai, mãe, médico etc.)														
28)	Veste-se sozinha														
29)	Pula alternadamente com um e outro pé														
30)	Capaz de expressar preferências e idéias próprias														

5) ACHADOS NEUROLÓGICOS (P = presente; A= ausente; NV= não verificado))

Postura anormal ___ Distúrbio da fala ___ Inabilidade para sentar ___
 Inabilidade para andar ___ Retardo no aprendizado ___
 Tremores de extremidades ___ Reflexos profundos alterados ___
 Parestesia___ Incoordenação motora ___ Paresia ___
 Distúrbio de memória ___ Anosmia ___ Distúrbios da audição ___
 Distúrbio de visão ___ Distúrbio da visão de cores ___
 Especificar cada tipo de alteração observada.....

6) Características da Família

Características da Habitação	
Paredes:	alvenaria ___; adobe; taipa revestida ___; taipa não revestida ___; madeira ___; Out_
Cobertura:	Telha de barro ___; Telha de amianto___; Cavaco ___; Palha ___; Outro ___
Piso:	chão batido___; madeira___; cerâmica ___; outro.....
Número de cômodos	___ N° de cômodos para dormir ___
Água de consumo:	Sist. Púb Abastec. Água ___;Poço ___; Rio___; Cacimba___ Igarapé ___
Destino dos dejetos:	Priv Fos Seca ___; Fossa biológ ___; Fossa Negra___ Outro: _____
Destino do Lixo:	Coleta pública___ Queimado___ Enterra___; Joga no rio___ Outro.....
Existência de Bens:	Geladeira___; Fogão: gás___; carvão___; lenha___; Rádio _ Ap de Som ___ Bicicleta___; Ap TV___; Canoa___ Outros:.....
Animais domésticos:	cão ___; gato ___; galinha ___; Porco ___; Pato ___; outros:.....

7) ALIMENTAÇÃO

Tipo de alimento	Diariamente	6 a 9 vezes	3 a 6 vezes	1 a 2 vezes	Raramente
Farinha					
Feijão					
Arroz					
Ovos					
Carne					
Peixe					
Frango					
Café					
Leite					
Frutas					
Vegetais					

Espécies de Peixes que come: _____

Tempo de Amamentação: Amamenta: __; < 3 meses __; < 6 meses __; > 6 meses __;
> 1 ano __; > 2 anos Não amamenta __

8) Resultados de exames laboratoriais:

CRIANÇA

Data	Cabelo (Hg total)	Sangue Hg Ht	Parasitoscopia das fezes
2009 / /			
2010 / /			

Resp. pelo preenchimento _____ Data: / / 20__

ANEXO 1



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
NÚCLEO DE MEDICINA TROPICAL
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA ENVOLVENDO SERES HUMANOS

PARECER DE ÉTICA DE PROJETO DE PESQUISA ENVOLVENDO SERES HUMANOS

1. **Protocolo:** N°031/2009-CEP/NMT
2. **Projeto de Pesquisa:** EFEITOS DA EXPOSIÇÃO MERCURIAL SOBRE O CRESCIMENTO E O DESENVOLVIMENTO DE CRIANÇAS, EM COMUNIDADES RIBEIRINHAS DA AMAZÔNIA BRASILEIRA.
3. **Pesquisador Responsável:** Walter Wanderley Amoras.
4. **Instituição / Unidade:** NMT/UFPA.
5. **Data de Entrada:** 20/08/2009.
6. **Data do Parecer:** 07/12/2009.

PARECER

O Comitê de Ética em Pesquisa do NMT/UFPA apreciou o protocolo em tela durante a reunião realizada no dia 07/12/2009. Considerando que foram atendidas as exigências da Resolução 196/96-CNS/MS, manifestou-se pela aprovação do parecer do relator.

Parecer: **APROVADO**

Belém, 09 de setembro de 2009.


Prof^o Teiichi Oikawa
Coordenador do CEP-NMT/UFPA.