



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO  
TECNOLÓGICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOCÊNCIAS**

**DOMINGAS MACHADO DA SILVA**

**MERCÚRIO TOTAL EM PARTURIENTES E NEONATOS DA CIDADE DE  
ITAITUBA-PARÁ-BRASIL**

**SANTARÉM-PA  
2020**

**DOMINGAS MACHADO DA SILVA**

**MERCÚRIO TOTAL EM PARTURIENTES E NEONATOS DA CIDADE DE  
ITAITUBA-PARÁ-BRASIL**

Dissertação apresentado à Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Biociências junto ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Biociências. Área de concentração: Fisiologia ambiental.

**Orientador:** Prof. Dr. Ricardo Bezerra de Oliveira

**SANTARÉM-PA  
2020**

**DOMINGAS MACHADO DA SILVA**

**MERCÚRIO TOTAL EM PARTURIENTES E NEONATOS DA CIDADE DE  
ITAITUBA-PARÁ-BRASIL**

Dissertação apresentado à Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Biociências junto ao Programa de Pós-Graduação em Biociências, julgado pela comissão formada pelos seguintes professores:

Nota: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

---

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Bezerra de Oliveira

Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA

---

1º Avaliador: Dr<sup>a</sup> Leoneide Erica Maduro Bouillet

Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA

---

2º Avaliador: Dr. Olaf Malm

Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)**  
**Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/UFOPA**

---

S586m Silva, Domingas Machado da  
    Mercúrio total em parturientes e neonatos da cidade de Itaituba - Pará - Brasil /  
Domingas Machado da Silva. – Santarém, 2020.  
    71 p. : il.  
    Inclui bibliografias.

    Orientador: Ricardo Bezerra de Oliveira  
    Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Oeste do Pará, Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós Graduação e Inovação Tecnológica, Programa de Pós-Graduação em Biociências

    1. Gestantes. 2. Cordão umbilical. 3. Cabelo. I. Oliveira, Ricardo Bezerra de, *orient.*  
    II. Título.

CDD: 23 ed. 615.925663098115



Ao primeiro dia do mês de dezembro do ano de dois mil 2020, às 14h30min, na Unidade Rondon, instalou-se a banca examinadora de dissertação de mestrado (ou tese de Doutorado) do(a) aluno(a) DOMINGAS MACHADO DA SILVA. A banca examinadora foi composta pelos professores Dr. RICARDO BEZERRA DE OLIVEIRA, UFOPA, Presidente, Dr. OLAF MALM, UFRJ, examinador externo, Dra. LEONEIDE ERICA MADURO BOUILLET, avaliadora externa. Deu-se início a abertura dos trabalhos, por parte do professor RICARDO BEZERRA DE OLIVEIRA, Orientador, que, após apresentar os membros da banca examinadora e esclarecer a tramitação da defesa, que de imediato solicitou a(o) avaliando (a) que iniciasse a apresentação da dissertação, intitulada MERCÚRIO TOTAL EM PARTURIENTES E NEONATOS DA CIDADE DE ITAITUBA - PARÁ - BRASIL, marcando um tempo de 40 minutos para a apresentação. Concluída a exposição, o Prof. RICARDO, presidente, passou a palavra ao examinadores, para arguirem o (a) avaliando (a), e, em seguida, fez suas considerações sobre o trabalho em julgamento; tendo sido considerado (a) (  ) aprovado (a) ou (  ) reprovado (a) o (a) discente, conforme as normas vigentes na Universidade Federal do Oeste do Pará. A versão final da dissertação deverá ser entregue ao programa, no prazo de 30 dias; contendo as modificações sugeridas pela banca examinadora e constante na folha de correção anexa.

Dr. OLAF MALM, UFRJ

Examinador Externo à Instituição

Dra. LEONEIDE ERICA MADURO BOUILLET

Examinadora Externa à Instituição

Dr. RICARDO BEZERRA DE OLIVEIRA, UFOPA

Presidente

  
DOMINGAS MACHADO DA SILVA

Mestrando

## DEDICATÓRIA

Dedico o presente trabalho em especial a Deus que é a razão da minha vida e da minha existência.

Aos meus pais Luzanira Machado e Veríssimo Silva, que sempre me apoiaram, ao meu companheiro Edvard e nossos filhos Verônica, Emanuele e Samuel pelo amor incondicional.

Ao meu orientador Ricardo Bezerra de Oliveira, que brilhantemente orientou-me na realização desse estudo, à toda equipe do LabBBEx da UFOPA campus Rondon pelo apoio e compartilhamento de experiências motivadoras.

### *In memoriam*

Dedico este trabalho em sua memória, Euvane Ferreira Vidal, hoje uma flor no jardim de Deus, você que foi mais que uma sogra, uma amiga companheira, que se colocava em orações pela realização de meus sonhos, inclusive este que hoje se realiza, entre as palavras de apoio, conselhos e olhares de admiração, jamais lhe esquecerei.

## AGRADECIMENTO

Agradeço primeiramente a Deus por essa preciosa oportunidade, por todo o conhecimento adquirido ao longo dessa trajetória.

À minha família pelo amor incondicional e o incentivo em buscar a realização dos meus sonhos, em especial este.

A esta instituição, corpo docente, direção, coordenação e administração que oportunizaram o horizonte que hoje vislumbro, em especial meu eterno orientador Dr. Ricardo Bezerra, que esteve presente desde o início contribuindo com sua vasta experiência e conhecimento e que neste percurso revelou-se um ser humano simples, humilde e generoso.

À equipe LabBBEx pelo apoio e acolhida fundamentais para a realização dos experimentos e amizade consolidada.

Aos meus colegas do PPG Biociências, pelos momentos vividos durante este período, como foi bom estar com vocês.

À equipe obstétrica do hospital municipal de Itaituba, por ter me acolhido tão bem, durante a pesquisa de campo e amizades construídas nesse período ao qual trago junto a mim.

Não poderia deixar de agradecer à cada uma das gestantes que aceitaram participar voluntariamente deste importante estudo para a nossa região, ainda mais em um momento tão especial, o nascimento de seu bebê.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Á todos minha eterna gratidão!

## RESUMO

**Introdução:** Devido aos processos naturais e antropogênicos, atualmente o Mercúrio (Hg) é um dos principais contaminantes de solos e rios da região do Rio Tapajós. Esse metal ocorre na natureza nas formas elementar (metálico), formas inorgânicas dissolvidas e orgânicas, sendo estas últimas a de maior preocupação ao nível da toxicidade humana. A exposição ambiental ao Hg via cadeia alimentar, principalmente para consumidores de nível trófico superior, incluindo-se o homem, é significativamente maior, uma vez que este metal apresenta alta toxicidade e capacidade de sofrer bioacumulação e biomagnificação ao longo das cadeias tróficas, pela ingestão de alimento (peixes, crustáceos e cefalópodes). **Objetivo:** Determinar os níveis de mercúrio total (HgT) em populações de neonatos e suas mães. **Metodologia:** Consiste em uma investigação observacional, quantitativa, de caráter analítico e exploratório, realizada por meio de levantamento bibliográfico, pesquisa de campo e laboratorial, utilizando matrizes biológicas de amostras do cabelo e unhas (maternas), tecido do cordão umbilical e sangue do cordão umbilical (neonatos), realizado na Clínica Obstétrica do Hospital Municipal de Itaituba - Pará, mediante a aprovação do CEP/UEPA Sob o Parecer nº: 3.031.069, com 110 parturientes voluntárias, após a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, e aplicação de questionário semiestruturado. **Resultados e discussão.** A concentração de HgT sendo a média  $\pm$  desvio padrão encontradas: no cabelo foi  $(1,83 \pm 2,48)$ , na unha  $0,72 \pm 0,91$ , e no cordão umbilical  $(0,07 \pm 0,14)$   $\mu\text{g/g}$  e no sangue do cordão umbilical  $(0,005 \pm 0,005)$   $\mu\text{g/L}$ . As Concentrações apresentadas estão dentro dos valores considerados seguros e que não apresentam alterações neurológicas na mãe e nem risco para os neonatos conforme os valores de referência da Organização Mundial de Saúde. **Conclusão:** Os efeitos tóxicos do Hg são determinados pela quantidade do metal envolvida e pelo tempo de exposição. O que poderá causar risco de neurotoxicidade fetal e de alterações pós-natais, como atraso do desenvolvimento ou outras alterações neurológicas, nos filhos de mulheres expostas ao Hg durante a gravidez. Dessa forma, o monitoramento contínuo da presença desse metal em humanos e no meio ambiente torna-se imprescindível, visando-se evitar a ocorrência de contaminação humana por Hg.

**Palavras-chave:** Gestantes. Cordão Umbilical. Cabelo. Amazônia.



## ABSTRACT

**Introduction:** Due to the natural and anthropogenic processes, nowadays Mercury (Hg) is one of the main contaminants of soils and rivers of the Tapajós River region. This metal exists in nature in metallic, inorganic and organic forms, being this last one the one of greater concern at the level of the human toxicity. The environmental exposure to Hg via the food chain, mainly for consumers of higher trophic level, including humans, is significantly higher, once this metal presents high toxicity and capacity to undergo bioaccumulation and biomagnification along the food chains, by the ingestion of food (fish, crustaceans and cephalopods). **Objective:** To determine the levels of total mercury (HgT) in populations of neonates and their mothers. **Methodology:** Consists of an observational, quantitative, analytical and exploratory investigation, carried out through bibliographic, field and laboratory research, using biological matrices of hair and nail samples (maternal), umbilical cord tissue and umbilical cord blood (neonates), research at the Obstetrics Clinic of the Municipal Hospital of Itaituba - Pará, with the approval of CEP/UEPA under seem: 3.031.069, with 110 voluntary parturients, after signing the Free and Informed Consent Term, and application of a semi-structured questionnaire. **Results and discussion.** The concentration of THg being the mean  $\pm$  standard deviation found: in hair was  $(1,83 \pm 2,48)$ , in nail  $(0,72 \pm 0,91)$ , and in umbilical cord blood  $(0,07 \pm 0,14)$   $\mu\text{g/g}$  and in cord blood  $(0,005 \pm 0,005)$   $\mu\text{g/L}$ . The concentrations presented are within the values considered safe and do not present neurological alterations in the mother or risk for neonates according to the reference values of the World Health Organization. **Conclusion:** The toxic effects of Hg are determined by the amount of metal involved and the time of exposure. Fetal neurotoxicity and post-natal changes, such as developmental delay or other neurological changes, may occur in the children of women exposed to Hg during pregnancy. Thus, the continuous monitoring of the presence of this metal in humans and the environment makes it essential, in order to avoid the occurrence of human contamination by Hg.

**Keywords:** Pregnant women. Umbilical cord. Hair. Amazon.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ecotoxicologia do Hg. ....	18
Figura 2 - Bioacumulação e Biomagnificação do MeHg. ....	19
Figura 3 - Localização da Cidade de Itaituba e áreas de garimpo. ....	24
Figura 4 - Postas de Peixes. ....	31
Figura 5 - a, b, c, d, e: Coleta e preparo das amostras de cabelo materno. ....	32
Figura 6 - a, b. Coleta e acondicionamento das amostras de unhas materna. ....	34
Figura 7 - a, b: Coleta das amostras de Sangue umbilical e tecido do cordão umbilical. ....	34
Figura 8 - a, b. Liofilizador L101 e amostras liofilizadas. ....	35
Figura 9 - a, b. Balança analítica e o Analisador de HgT DMA 80 Milestone. ....	36
Figura 10 - Localização via satélite das gestantes quanto ao local de moradia. ....	38

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Quantidade de peixe (g/semana) ingerida pelas gestantes em estudo e HgT (média± desvio padrão) na cidade de Itaituba, Estado do Pará, Brasil). .....	43
Gráfico 2 - Percentual de gestantes, atendidas no Hospital Municipal da Cidade de Itaituba, Estado do Pará, Brasil , com concentração de HgT acima e abaixo do valor tolerável (1-2 µg/g, WHO/UNEP, 2008). .....	48
Gráfico 3 - Concentração de HgT em Cabelo Materno X Unha Materna das gestantes em estudo, Itaituba-Pará, Brasil.....	50
Gráfico 4 - Concentração de HgT em Biomarcadores: Cabelo Materno X Cordão Umbilical. ....	51
Gráfico 5 - Concentração de HgT Unha Materna X Cordão umbilical.....	52
Gráfico 6 - Concentração de HgT em Cordão Umbilical X Sangue Umbilical. ....	53

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características sociodemográficas das gestantes participantes neste estudo, na Cidade de Itaituba, Estado do Pará. ....	39
Tabela 2 - Peixes mais consumidos durante o pré-natal pelas gestantes em estudo. ....	40
Tabela 3 - Características Nutricionais das gestantes.....	41
Tabela 4 - Concentrações de HgT(g/g) no Cabelo e Ocupação Materna. ....	44
Tabela 5 - Variáveis antropométricas maternas. ....	45
Tabela 6 - Dados de Nascimento dos Neonatos em estudo (n=111). ....	45
Tabela 7 - Avaliação da vitalidade pela escala APGAR em neonatos do estudo, Itaituba-Pará, Brasil.....	46
Tabela 8 - Medidas Antropométricas dos Neonatos.....	47
Tabela 9 - Medidas antropométricas (peso, estatura, perímetro cefálico e torácico) dos neonatos em estudo, segundo o gênero. ....	48

## LISTA DE SIGLAS

APGAR	Aparência, Pulso, Gesticulação, Atividade e Respiração
CFEM	Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
cm	Centímetros
DMA	Analisador Direto de Mercúrio
DHA	Ácido Docosaheptaenóico
DP	Desvio Padrão
Hg	Mercúrio
Hg <sup>0</sup>	Mercúrio Metálico
Hg <sup>2+</sup>	Mercúrio Iônico
HgCl <sub>2</sub>	Cloreto de Mercúrio
HgS	Sulfeto de Mercúrio
HgT	Mercúrio Total
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IMC	Índice de Massa Corporal
ISTP	Ingestão Semanal Tolerável Provisória
kg	Kilogramas
LabBBEx	Laboratório de Bioprospecção e Biologia Experimental
MeHg	Metilmercúrio
mmHg	Milímetros de Mercúrio
mμ/g	Micrograma
mμ/L	Microlitro
MS	Ministério da Saúde
OMS	Organização Mundial de Saúde
PAD	Pressão Arterial Diastólica
PAS	Pressão Arterial Sistólica
PC	Perímetro Cefálico
PT	Perímetro Torácico
Se	Selênio
SEMSA	Secretaria Municipal de Saúde
SUS	Sistema Único de Saúde
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TFD Tratamento Fora de Domicilio  
UEPA Universidade do Estado do Pará  
UFOPA Universidade Federal do Oeste do Pará

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>16</b>
<b>1.1</b>	<b>Questionamento da Pesquisa .....</b>	<b>20</b>
<b>1.2</b>	<b>Hipóteses .....</b>	<b>20</b>
<b>1.3</b>	<b>Objetivos .....</b>	<b>20</b>
1.3.1	Geral .....	20
1.3.2	Específicos.....	21
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>22</b>
<b>2.1</b>	<b>Mercúrio na Região Amazônica .....</b>	<b>22</b>
<b>2.2</b>	<b>Exposição Humana ao Hg.....</b>	<b>24</b>
<b>2.3</b>	<b>Principais Biomarcadores do Hg .....</b>	<b>26</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>28</b>
<b>3.1</b>	<b>Local da Pesquisa .....</b>	<b>28</b>
<b>3.2</b>	<b>Análise Bioética e Desenho do Estudo .....</b>	<b>28</b>
<b>3.3</b>	<b>Critérios de Inclusão.....</b>	<b>29</b>
<b>3.4</b>	<b>Critérios de Exclusão.....</b>	<b>29</b>
<b>3.5</b>	<b>Coleta e Tratamento das Amostras.....</b>	<b>29</b>
3.5.1	Cabelos .....	31
3.5.2	Unhas .....	33
3.5.3	Sangue do cordão umbilical e tecido do cordão umbilical.....	34
<b>3.6</b>	<b>Análises de Mercúrio Total (HgT) .....</b>	<b>36</b>
<b>3.7</b>	<b>Método de análise dos dados.....</b>	<b>37</b>
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>38</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>55</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>56</b>
	<b>APÊNDICES .....</b>	<b>64</b>

<b>ANEXOS .....</b>	<b>72</b>
---------------------	-----------



## 1 INTRODUÇÃO

O Mercúrio (Hg) é um elemento químico do grupo dos metais pesados, de número atômico 80, massa molar de 200,59 g/mol. Em sua forma elementar se apresenta na temperatura ambiente no estado líquido. Tóxico para o homem e os ecossistemas, possui múltiplas formas químicas e caminhos de contaminação (ar, água, alimentos, produtos farmacêuticos, dentre outros) (FARINA et al., 2013).

Esse metal existe na natureza na forma metálica ( $\text{Hg}^0$ ), é um metal prateado líquido e volátil, capaz de produzir vapores inodoros e incolores à temperatura ambiente. O Hg pode se apresentar também em diferentes formas inorgânicas (tipo de Hg presente nos sais obtidos através de sua combinação com outros elementos, como cloro, oxigênio e enxofre. Os sais mais comuns são o sulfeto de mercúrio ( $\text{HgS}$ ), cloreto de mercúrio ( $\text{HgCl}_2$ ). A forma orgânica do Hg, está presente em compostos resultantes da combinação entre Hg e cadeias de carbono. Aqui se destaca o metilmercúrio (MeHg), onde, no meio ambiente, pode ser obtido através da biotransformação de Hg inorgânico através da ação de micro-organismos. O MeHg é a forma química de Hg mais tóxica para seres vivos (ALMEIDA et al., 2005; CRESPO-LÓPEZ et al., 2005; PAULA, 2006; REBELO, 2016; SCHULZ, 2009).

O Hg é ou foi utilizado em muitas atividades e setores. Na eletroeletrônica (lâmpadas fluorescentes e de vapor de Hg, pilhas, baterias e componentes elétricos), na metrologia (barômetros, higrômetros, termômetros e manômetros), na medicina (esfigmomanômetros, termômetros, amálgamas dentárias), na agricultura (agrotóxicos), na indústria (petroquímica, cloro-soda, bélica, papelaria e farmacêutica), e em outras atividades (extração de primária de Hg, mineração de ouro e geração de energia (queima de combustíveis fósseis) (BRASIL, 2019).

O maior acidente envolvendo contaminação humana e do meio ambiente, ocorreu na baía de Minamata, Japão. Uma fábrica de acetaldeído para fabricação de PVC despejava seus rejeitos contendo MeHg, diretamente na baía de Minamata, contaminando a fauna aquática e conseqüentemente, humanos que se alimentavam dessa fauna. A gravíssima contaminação humana por MeHg ficou conhecida como doença de Minamata, e foi oficialmente “descoberta” em maio de 1956 (HARADA, 1995). Em virtude disso, pessoas que se alimentaram com peixes contaminados da Baía morreram e outras centenas adquiriram deficiências físicas permanentes (WASSERMAN; HACON, 2001). A população afetada em Minamata apresentou problemas neurológicos e as crianças nascidas das mães contaminadas exibiram severas deficiências em

seu desenvolvimento neural, mesmo em casos nos quais havia completa ausência de sinais clínicos nas mães (MATSUMOTO; KOYA; TAKEUCHI, 1965).

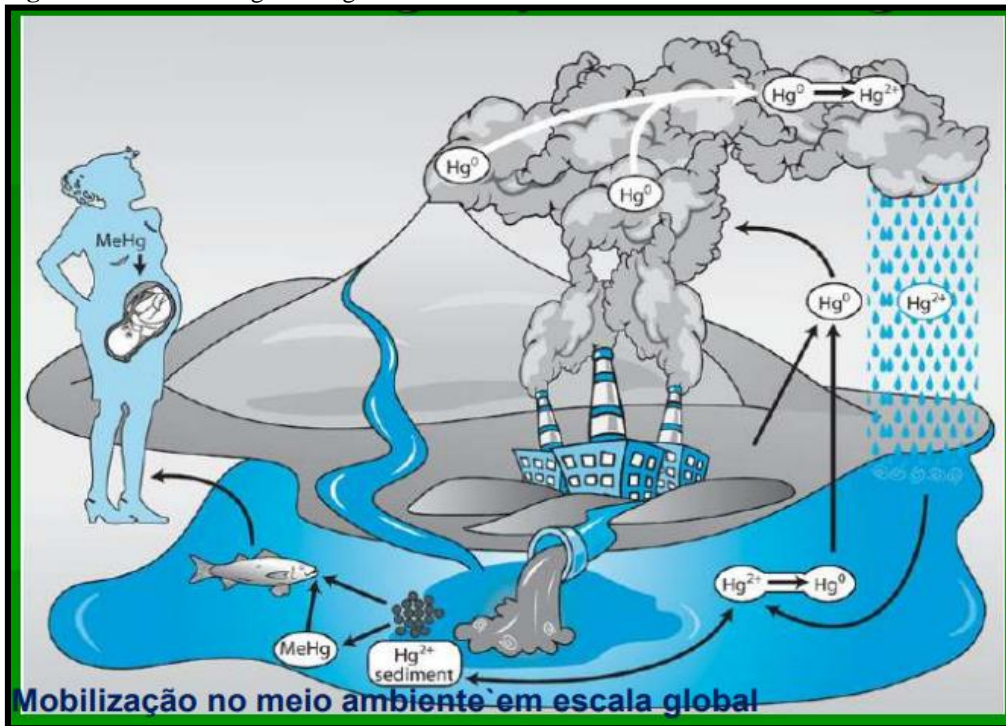
Outro acidente com contaminação humana por MeHg, ocorreu no Iraque (1970): devido à ingestão acidental de sementes de trigo para o plantio que haviam sido tratadas com antifúngico à base de Hg. Como consequência, foram registrados cerca de 7.000 casos de envenenamento por esse metal e mais de 450 mortes (BRASIL, 2019). Ocasionalmente interessando a comunidade científica em entender como o Hg atingiu o homem de forma tão severa (WASSERMAN; HACON, 2001).

Na Amazônia, a contaminação do meio ambiente por Hg advém das atividades antrópicas, como a garimpagem de ouro (ALMEIDA et al., 2005; LACERDA, 1997; LACERDA; MALM, 2008; SANTOS et al., 2003). Associada a garimpagem outras atividades influenciam na liberação deste metal no ambiente como: o desmatamento, as queimadas, as barragens e a construção de hidrelétricas. E quando lançado no ambiente ocasiona a poluição da biota aquática até atingir o homem, ápice da cadeia alimentar (GURJÃO et al., 2010; SANTOS et al., 2003).

Na década de 70 a garimpagem de ouro começou a proliferar na Amazônia. Em 1980, a Bacia do Rio Tapajós (Estado do Pará) foi responsável pela produção de 50% do ouro comercializado no país (SANTOS et al., 2003). Em quase todos os países da Bacia Amazônica, o Hg foi usado como insumo no processo de extração de ouro primário, por estabelecer facilmente ligas metálicas, produzindo assim as amálgamas (HACON et al., 2009; REBELO, 2016). Nos últimos anos a comunidade científica passou a preocupar-se com os efeitos da exposição a metais pesados na região amazônica. No Brasil e na Amazônia este alerta tem se refletido nos estudos executados (AMORAS, 2011; CASTRO, 2006; DA SILVA-JUNIOR et al., 2017; FARIAS, 2006; HARADA et al., 2001; LECHOPIER, 2011; MOSQUERA-GUERRA et al., 2019; VEGA et al., 2018).

De acordo com Bru et al. (2015), o Hg contamina o ambiente através de erupções vulcânicas, cimento, mineração, combustão de fósseis, entre outros, e de depósitos criados por emissões naturais e antropogênicas, que novamente entram na atmosfera pela introdução de ciclos biológicos. O  $Hg^0$  lançado em sistemas aquáticos ou na atmosfera pode ser oxidado a  $Hg^{2+}$  e posteriormente, quando alcança áreas anóxicas no fundo dos rios, sofre um processo denominado metilação convertendo-se (por diversos mecanismos, na maioria das vezes mediada por reações bacterianas) em MeHg, sua forma orgânica mais tóxica (HACON et al., 2009). Este processo está representado na figura 1.

**Figura 1** - Ecotoxicologia do Hg.

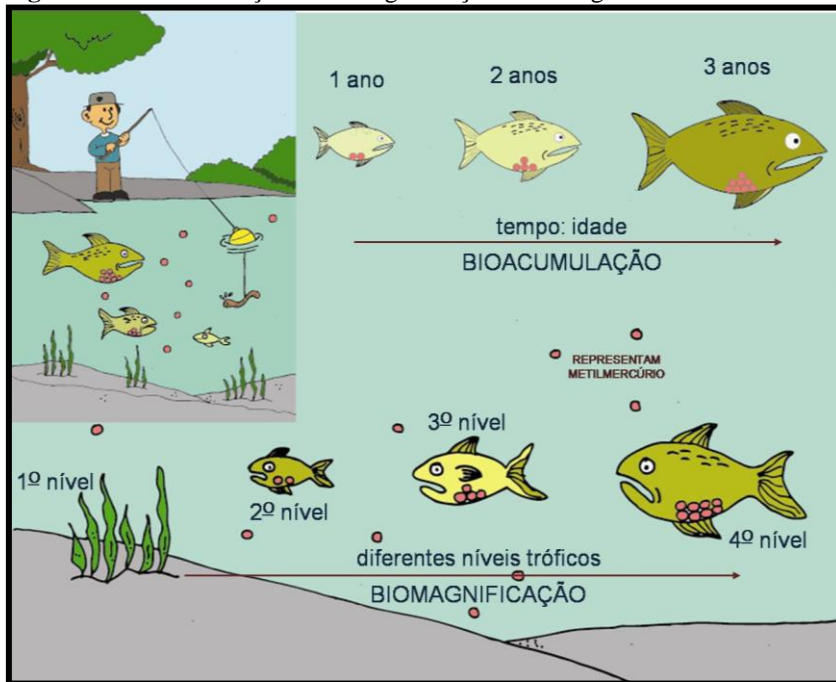


Fonte: Adaptado de Rebelo (2016).

Conforme Rebelo (2016), o Hg oriundo de processos naturais e antropogênicos, gás monoatômico quimicamente estável, permanece na atmosfera cerca de um ano, sendo assim globalmente distribuído. Este é oxidado, obtendo-se uma forma inorgânica solúvel em água ( $\text{Hg}^0 \rightleftharpoons \text{Hg}^{2+}$ ). Esta é devolvida à superfície da terra como “água da chuva”, podendo aqui seguir dois caminhos distintos: esta forma inorgânica pode ser reduzida, voltando assim à forma de vapor e sendo devolvido à atmosfera; ou permanecer em formas solúveis (cloreto hidróxido) e sofrer um processo de biometilação por bactérias redutoras de sulfato, produzindo o MeHg. De acordo com Filho (2013), o MeHg entra na cadeia alimentar aquática pelo plâncton, seguindo para os peixes herbívoros, peixes carnívoros e os mamíferos marinhos. Desta forma segue-se a exposição humana através do consumo de peixes.

Na forma de MeHg este metal é capaz de se inserir na cadeia alimentar e atingir os organismos, sendo bioacumulado incorporando-se nas cadeias tróficas alimentares aquáticas pelo processo de biomagnificação (Figura 2), (BRU; GONZÁLEZ-ESTECHA; FERNÁNDEZ, 2015; GONZALEZ; ARAIN; FERNANDEZ, 2019). Essa forma mais tóxica do metal pode chegar ao homem e causar danos irreversíveis à saúde (WASSERMAN; HACON, 2001).

**Figura 2** - Bioacumulação e Biomagnificação do MeHg.



Fonte: Adaptado de Rocha (2009).

O MeHg, é bioacumulado em até um milhão de vezes ao longo da cadeia trófica aquática, desde a sua base (microorganismos e plâncton) até os organismos de topo (peixes predadores e mamíferos) através de adsorção na superfície corporal e, principalmente, pela ingestão de alimento (peixes, crustáceos e cefalópodes). A biomagnificação ocorre sempre que um organismo contaminado pelo metal ocupa um nível inferior em uma cadeia trófica, seu predador absorverá em seu organismo, mas revelará concentrações comparativamente aumentadas (ROCHA, 2009; KEHRIG et al., 2011). Lipofílico, estável, não excretado.

Por ser um tóxico ambiental o MeHg causa muitos efeitos adversos à saúde humana e em ecossistemas naturais. A exposição ao MeHg em ambiente moderadamente contaminado durante longo período de tempo, pode trazer danos ao crescimento, sobrevivência e reprodução de comunidades de organismos, comprometendo seriamente a biodiversidade e manutenção dessas comunidades (BRU; GONZÁLEZ-ESTECHA; FERNÁNDEZ, 2015; GONZALEZ; ARAIN; FERNANDEZ, 2019; SILVA-FILHO et al., 2008). O MeHg retarda as atividades microbiológicas nos solos e no meio aquático, inicialmente considerado um problema agudo e local, essa poluição é atualmente entendida como global, difusa e crônica, podendo levar a graves problemas de saúde humana, contribuindo para o desenvolvimento de doenças neurodegenerativas (FARIAS et al., 2008; REBELO, 2016). Em gestantes, o MeHg ultrapassa facilmente a barreira placentária, sendo que o feto é mais sensível a baixas concentrações do que os adultos. As crianças geradas sob tais exposições podem apresentar microcefalia,

hiperreflexia, deficiência visual, auditiva, mental e motora, podendo ter sérias consequências para o desenvolvimento cognitivo (BOISCHIO; BARBOSA, 1993; LLOP et al., 2013). O MeHg está associado à neurotoxicidade em seres humanos, tendo efeitos neurológicos mais graves em crianças e mulheres grávidas (REBELO, 2016). Portanto, devido ao aumento na extração de ouro no Rio Tapajós, associado ao aumento no lançamento de Hg nos rios, é necessário o monitoramento dos níveis de Hg na população, principalmente em gestantes e neonatos.

### **1.1 Questionamento da Pesquisa**

Qual o nível de contaminação de Mercúrio Total (HgT) em gestantes e seus neonatos na cidade de Itaituba Estado do Pará, Amazônia, Brasil?

### **1.2 Hipóteses**

H<sub>0</sub>: As amostras biológicas maternas (cabelos e unhas) e dos neonatos (cordão umbilical e sangue do cordão umbilical) não apresentam concentrações elevadas de HgT.

H<sub>1</sub>: As concentrações de HgT observadas nos neonatos e suas mães apresentam-se acima dos valores preconizados pela Organização Mundial de Saúde (OMS).

H<sub>2</sub>: As concentrações de HgT de HgT observadas nos neonatos se correlacionam com os valores maternos.

Diante disso, observa-se, que apesar de existirem estudos sobre o tema, ainda são escassas as pesquisas que focalizem nas concentrações de Hg em pares gestantes-neonatos e potenciais riscos e consequências para as populações locais na região da bacia do Rio Tapajós.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Geral**

- ✓ Determinar os níveis de HgT em gestantes e seus neonatos.

### 1.3.2 Específicos

- ✓ Analisar os níveis de HgT em amostras biológicas das parturientes (cabelos e unhas) e seus neonatos (cordão umbilical e sangue do cordão umbilical);
- ✓ Verificar se há correlação entre as concentrações de HgT das unhas e cabelos maternos;
- ✓ Verificar se há correlação entre as concentrações de HgT dos cabelos com a pressão arterial sistólica e diastólica;
- ✓ Verificar se há correlação entre as concentrações de HgT em amostras do cordão umbilical com o perímetro cefálico dos neonatos;
- ✓ Avaliar as concentrações de HgT das voluntárias considerando seus respectivos hábitos alimentares.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Mercúrio na Região Amazônica

O Hg é um metal largamente distribuído no ambiente, podendo ser encontrado em diversas formas: elementar (também conhecida como metálica,  $Hg^0$ ), inorgânico (ex: cloreto de mercúrio ( $HgCl_2$ ) e orgânico (ex: metilmercúrio - MeHg). Cada uma dessas formas apresenta diferentes toxicidades, incluindo efeitos no sistema nervoso central, sistema digestivo, sistema imune, hepático e renal (MICARONI; BUENO; JARDIM, 2000; FAO/WHO, 1999).

Durante os anos de 1970 e 1980, cerca de 1 milhão de pessoas estavam envolvidas na extração do ouro rudimentar nos sedimentos fluviais por meio da técnica de amalgamação com Hg quando estima-se que cerca de 130 toneladas de Hg foram lançados anualmente na Amazônia brasileira (HACON et al., 2008; PASSOS; MERGLER, 2008; SILVA, 2008). A garimpagem de ouro, cujos primeiros registros na Amazônia remontam ao século XVIII, começou a proliferar significativamente na região na década de 70, com o Plano de Integração Nacional e a construção das rodovias Transamazônica e Cuiabá-Santarém. A Bacia do rio Tapajós, no Estado do Pará, foi responsável em 1980 por cerca de 50% do ouro produzido no Brasil, sendo que a maior concentração de garimpos se localizava nos municípios de Itaituba e Jacareacanga (SÁ et al., 2006; SANTOS et al., 2003).

Paralelamente à instalação do processo garimpeiro, outras atividades capazes de liberar o Hg que pode residir na composição normal dos solos da floresta, foram tendo gradual aumento, tais como o desmatamento, as queimadas, as barragens e a construção de hidrelétricas. Assim, diferentes formas de emissão do Hg para o ambiente contribuem para a incorporação do metal nas drenagens e na poluição da biota aquática e, finalmente, até o homem, como ápice da cadeia alimentar (XAVIER, 2013). O comportamento do Hg no ambiente amazônico vem sendo investigado por pesquisadores brasileiros e estrangeiros. No entanto, embora muitos avanços tenham sido obtidos não há um programa de mapeamento e monitoramento das concentrações deste metal na região (DOLBEC et al., 2000; VILLAS BÔAS; BEINHOFF; SILVA, 2001).

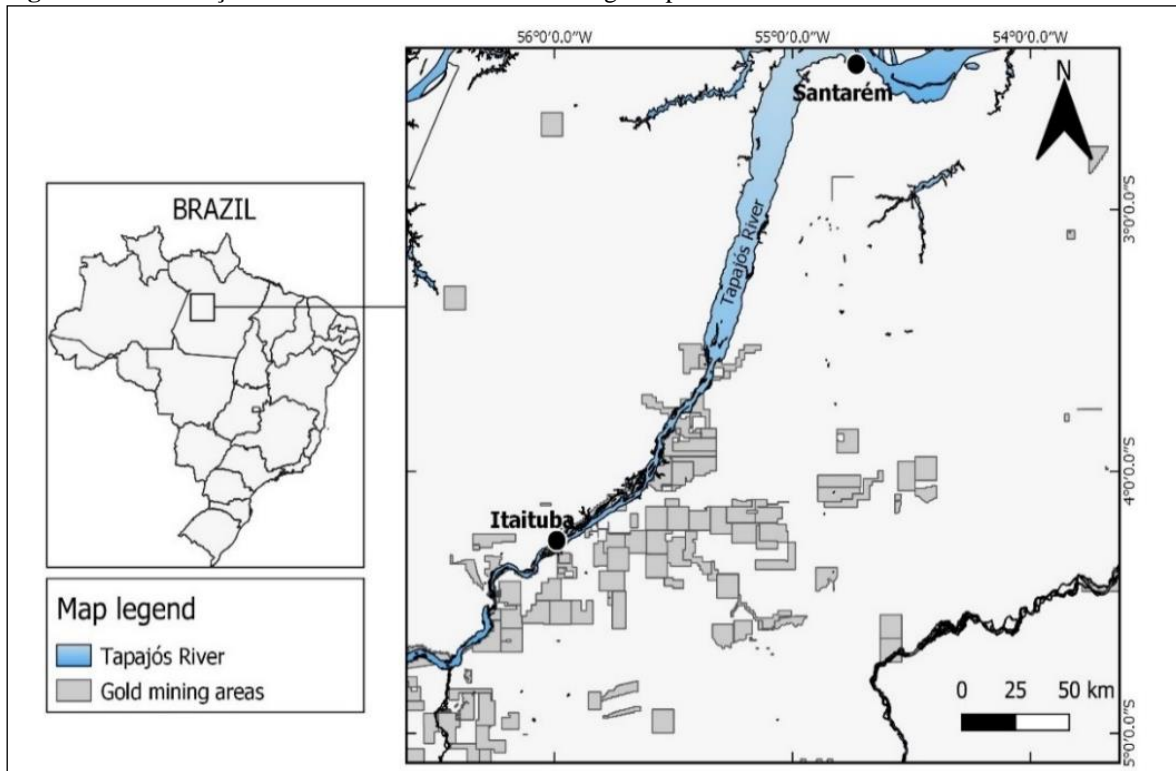
A dificuldade para esse monitoramento do Hg em humanos e meio ambiente na Amazônia, deve-se ao fato que muitas comunidades e áreas com extração de ouro são de difícil acesso, necessitando de uma logística cara e muito tempo de trabalho de campo. No entanto, mesmo com dificuldades, pesquisadores já mostraram que o Hg está presente em amostras

humanas e da biota em geral, bem como em sedimentos e solos na região (BARBOSA; DÓREA, 1998; CAVECCI-MENDONÇA et al., 2020; CORDEIRO et al., 2002; DA SILVA-JUNIOR et al., 2017; HARADA et al., 2001; PALHETA; TAYLOR, 1995; PESTANA et al., 2019; PINTO et al., 2019; VEGA et al., 2018; VIEIRA et al., 2018). No entanto, este cenário pode tornar a população local mais vulnerável quanto à exposição e aos efeitos tóxicos desse metal. A maior concentração de garimpos se localiza nas Cidades de Itaituba e Jacareacanga.

A cidade de Itaituba é conhecida pela intensa atividade de mineração de ouro no Rio Tapajós. Entre meados da década de 1980 e início da década de 1990, tinha sua economia fortemente baseada na extração do ouro no Rio Tapajós, maior região aurífera do oeste paraense. Conforme os dados apresentados na Nota Técnica N° 11/2019 da Agência Nacional de Mineração, dispõe que em decorrência de manifestações dos garimpeiros na BR 163, na cidade de Itaituba PA, foi realizada reunião na Casa Civil da Presidência da República em 16/09/2019, para tratar das demandas do setor, todas relacionadas à legalização da atividade e também de acordo com a referida nota técnica há cerca de 10.447 (representando 92% dos processos) desses processos de requerimento minerários do Estado do Pará onde se concentram na Cidade de Itaituba. O Brasil produziu nos dois últimos anos (2018 e 2019) 85 toneladas de ouro, de acordo com a Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais - CFEM a Cidade de Itaituba está em segundo lugar na produção de ouro no Brasil (atrás apenas de Paracatu – Minas Gerais). A CFEM é o tributo recolhido sobre o aproveitamento econômico de recursos minerais, que constituem bens da União (SALOMON, 2020). E diante disso é notório que a atividade de garimpagem ainda movimentava a economia local. As regiões de garimpo nas intermediações da Cidade de Itaituba na atualidade são mostradas na Figura 3.



**Figura 3** - Localização da Cidade de Itaituba e áreas de garimpo.



Fonte: Elaborado pelo próprio Autor.

## 2.2 Exposição Humana ao Hg

A exposição humana ao Hg pode ocorrer num ambiente ocupacional e/ou através da alimentação, por meio da ingestão de peixes e outros animais da fauna aquática (PALHETA; TAYLOR, 1995). A exposição ocupacional ocorre no processo da mineração do ouro do leito dos rios (mecanizada, artesanal e industrial), no qual os materiais são desagregados e dragados dos depósitos de aluvião, posteriormente são peneirados, para a extração do ouro, tal processo requer o uso de Hg metálico para a formação da amalgama (CORDEIRO et al., 2002; MOSQUERA-GUERRA et al., 2019). Durante a amalgamação, a amálgama resultante é fundida e o vapor de Hg é liberado para o ambiente, conseqüentemente inalado pelos mineiros envolvidos diretamente nessa atividade e por pessoas que estejam no mesmo ambiente sem que haja nenhuma ventilação no ambiente ou não haja utilização de equipamento de proteção respiratória sendo utilizada pelos trabalhadores (KWAANSA-ANSAH; ARMAH; OPOKU, 2019).

Na região Amazônica, a exposição humana ocorre através do consumo de peixes contaminados com o MeHg (REBELO, 2016). Em um peixe carnívoro adulto podemos

encontrar mais de 90% do Hg na forma metilada, enquanto este valor nas águas não ultrapassa 2% (WASSERMAN; HACON, 2001). De acordo com Santos et al. (2003), Farias et al. (2008) e Da Silva Brabo et al. (2000), uma das principais formas de exposição do homem ao MeHg ocorre por meio da ingestão de peixes. O MeHg presente é absorvido rapidamente e eliminado lentamente se comparado às outras formas mercuriais. Considerando as características ambientais da região Amazônica, bem como a dieta do homem ribeirinho, que é baseada estritamente no pescado (dando preferência para certas espécies), corroboram-se os fatores predisponentes de contaminação.

A exposição ao Hg via cadeia alimentar, principalmente para consumidores de nível trófico superior, incluindo-se o homem, é significativamente maior, uma vez que este metal apresenta alta capacidade de sofrer bioacumulação e biomagnificação ao longo das cadeias tróficas. Os efeitos do MeHg para saúde humana em geral têm sido relatados (BOSE-O'REILLY et al., 2017; CLARKSON, 2002; NYLAND et al., 2011; ZHOU et al., 2018), incluindo-se toxicidade neurológica (HARADA, 1995; MATSUMOTO; KOYA; TAKEUCHI, 1965), déficits cognitivos, funções visuais reduzidas (DA SILVA-JUNIOR et al., 2017) e alterações motoras (HARADA et al., 2001).

Nesse sentido, mulheres grávidas e lactantes são recomendadas a não comer espécies predadoras (piscívoros). No entanto, pouco se sabe sobre o cumprimento desta medida (VAHTER et al., 2000).

Uma vez no organismo humano, o MeHg tem a tendência de se associar a cisteína, atravessa facilmente a barreira placentária, concentrando-se especialmente no cérebro, inibindo o desenvolvimento cerebral do feto, podendo causar alterações cromossômicas. Por essas razões, uma grande preocupação é a exposição de mulheres em idade fértil e de crianças, pois doses elevadas podem ser fatais, e mesmo doses relativamente baixas podem ter repercussões adversas no desenvolvimento neurológico, prejudiciais ao sistema cardiovascular, imunológico e reprodutivo (CANO, 2014; FARIAS et al., 2008; MICARONI; BUENO; JARDIM, 2000).

Segundo Al-Saleh et al. (2011), o período pré-natal é considerado o estágio mais sensível do desenvolvimento humano devido ao altíssimo grau de divisão e diferenciação celular sofrido pelo feto, dessa forma, devido as diferenças entre feto e adultos no que diz respeito às vias bioquímicas, o feto é altamente susceptível a teratógenos, tipicamente a níveis baixos de exposição que não prejudiquem a mãe.

Conforme Clarkson (2002), cerca de 95% de MeHg ingerido por meio do consumo de peixes contaminados é absorvido no trato gastrointestinal, embora o local exato da absorção não seja conhecido. Em seguida é distribuído a todos os tecidos em um processo que pode ser

concluído em cerca de 30h. Cerca de 5% do MeHg ingerido encontra-se no compartimento sanguíneo e cerca de 10% no cérebro. Ainda de acordo com este autor, a concentração em células vermelhas do sangue é cerca de 20 vezes a concentração no plasma e os níveis no sangue do cordão umbilical são ligeiramente superiores aos níveis do sangue materno. Os níveis mercuriais no cérebro fetal podem chegar de 5-7 vezes a mais do que no sangue materno.

No entanto, Cano (2014) ressalta que pouca atenção é dada aos efeitos teratogênicos do Hg. Uma vez havendo o risco de alterações pós-natais, como atraso do desenvolvimento ou outras alterações neurológicas, nos filhos de mulheres expostas ao Hg durante a gravidez, deve-se valorizar e divulgar os estudos na área.

### **2.3 Principais Biomarcadores do Hg**

A utilização do Hg na indústria, como por exemplo na fabricação de tintas (antifúngico), cloro soda, tinturas de cabelo, lâmpadas, instrumentos de medição como o termômetro (este agora proibido) bem como, no caso do Brasil e Perú na extração artesanal de ouro, aumentou o lançamento do Hg no meio ambiente. Dessa forma, sedimentos de fundo de rios, água, ar, solos e vegetais devem ter seus níveis de Hg monitorados. No entanto, para humanos e outros animais, marcadores biológicos precisaram ser descobertos para avaliar a concentração de Hg nesses organismos. Sangue, urina, fezes, cabelo, unha, cordão umbilical, placenta, leite materno, suor são exemplos de biomarcadores utilizados.

No entanto, os marcadores, além de não serem igualmente fáceis de coletar, também refletem concentrações de Hg em diferentes formas. Por exemplo, na urina, a forma química de Hg encontrada, são as inorgânicas, nas fezes as orgânicas, ou seja, em concentrações mínimas, uma vez que no processo de eliminação do MeHg, por exemplo, quando o MeHg na bile, vai para os intestinos, conjugado com a glutatona (DUTCZAK; BALLATORI, 1994; MOKRZAN et al., 1995), no intestino, o mesmo sofre uma reabsorção, entrando novamente na corrente sanguínea. No sangue, o estudo da concentração de MeHg, oferece um resultado da concentração de MeHg real, diferente de urina e fezes que são produtos de excreção. Contudo por ser um método invasivo, há dificuldade na coleta, já que muitas pessoas se recusam a doar a amostra de sangue. Assim, por muito tempo buscou-se qual o melhor biomarcador para analisar Hg e suas formas químicas. O MeHg tem afinidade por selênio (Se-) e cisteína, dessa forma, o MeHg tem uma afinidade para se ligar a proteínas, entrando assim, na formação de cabelos e unhas.

As análises das unhas e cabelos vêm sendo realizadas para verificar se existe correlação entre as concentrações de elementos encontrados nas amostras com o estado patológico e uso como indicador de contaminação ambiental e ocupacional, (GAULT et al., 2008; KATSIKINI et al., 2010; XUN et al., 2011). Este procedimento se justifica pelo fato de as formas químicas de Hg também serem eliminadas na formação das unhas. A queratina é a principal proteína estrutural do cabelo e das unhas (contêm grandes quantidades de aminoácidos e enxofres) e dessa forma, apresenta alta afinidade por Hg, pois os grupos (-SH) de tiol da cisteína do aminoácido e as proteínas contendo cisteína, tem alta afinidade por MeHg (SAKAMOTO et al., 2015).

O cabelo é o bioindicador de preferência para análise de MeHg (AL SHAHRISTANI; SHIHAB; AL HADDAD, 1976; KIRK et al., 2017; MANCEAU et al., 2016; PINO et al., 2018). Apesar do avanço da tecnologia, as metodologias específicas para identificar MeHg em amostras, ainda são mais complexas e caras, comparando com análises apenas do HgT presente na amostra. Assim, como mais de 80% do Hg contido no cabelo de pessoas não expostas ao Hg metálicos, está na forma de MeHg, a análise de HgT pode ser utilizada para identificar MeHg. A facilidade na coleta, o fato de não ser invasivo, facilidade para armazenamento e transporte, bem como as já bem definidas entre HgT nos cabelos e HgT no sangue, onde o sangue contém 250-300 vezes menos HgT comparado aos cabelos torna o cabelo o principal bioindicador para MeHg (USEPA, 2017).

O Hg é incorporado no cabelo durante a formação do folículo piloso e está associada com a concentração de MeHg no sangue. Tem sido proposto que a concentração de Hg no cabelo reflete a exposição ao mesmo em populações sem ou com baixo consumo de peixe (BERGLUND et al., 2005). No entanto, em neonatos, nem sempre é possível coletar cabelos. Assim, um material que é descartado, como placenta, cordão umbilical e sangue do cordão, podem ser utilizados para avaliar o Hg em neonatos (ALVES et al., 2017; KUHNERT; KUHNERT; ERHARD, 1981; SAKAMOTO et al., 2013).

Portanto, este estudo analisou os níveis de HgT em parturientes e seus neonatos, nascidos na cidade de Itaituba, Estado do Pará. E para as análises, cabelos e unhas das mães, cordão umbilical e sangue do cordão dos neonatos, foram utilizados como biomarcadores.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Local da Pesquisa**

A pesquisa de campo foi realizada na Clínica Obstétrica do Hospital Municipal da cidade de Itaituba (04°16'34.0" S 55°59'01.0" W), no qual se localiza às margens do Rio Tapajós, Estado do Pará, Brasil, no período de 19 de Dezembro de 2018 à 22 de Janeiro de 2019.

A cidade de Itaituba-PA pertence à mesorregião do Sudoeste Paraense. É polo de Referência em atendimentos de Saúde Pública para pacientes encaminhados de outros Municípios da Região do Tapajós (Aveiro, Jacareacanga, Novo Progresso, Rurópolis e Trairão), assim como também recebe pacientes oriundos das regiões de garimpos, ribeirinhas, do campo, e da floresta. Sua população foi estimada em 101.395 habitantes, e área territorial 62.042,472 Km<sup>2</sup>, o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de Itaituba no ano de 2010 foi 0,640 (IBGE, 2020).

#### **3.2 Análise Bioética e Desenho do Estudo**

O presente estudo consiste em uma investigação observacional, quantitativa de caráter analítico e exploratório. Quanto aos seus procedimentos técnicos, pode ser classificada como uma pesquisa bibliográfica e laboratorial. Quanto ao seu desenvolvimento no tempo, trata-se de um estudo transversal, realizado em um espaço de tempo pontual, tal como o hoje, agora (FONTELLES, 2012).

Este trabalho foi desenvolvido de acordo com os princípios descrito na resolução do Conselho Nacional de Saúde nº 466/2012 que descreve as normas para as pesquisas que envolvem seres humanos. Obteve a carta de anuência da Secretaria Municipal de Saúde (SEMSA) de Itaituba (gestora do Hospital Municipal de Itaituba) (anexo 1) e obteve o Parecer Consubstanciado Aprovado, do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade do Estado do Pará (UEPA), localizado no Campus XII / Santarém, sob o Parecer nº: 3.031.069 em 21 de Novembro de 2018 (Anexo 2).

Participaram deste estudo 110 parturientes e seus neonatos, que foram selecionados respeitando critérios de inclusão e exclusão. Para as quais foram explicados todos os

procedimentos da pesquisa (duração, objetivos, método, riscos e benefícios da pesquisa), e mediante a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE (Apêndice 1).

### **3.3 Critérios de Inclusão**

- ✓ Ser gestante assistida no Hospital Municipal de Itaituba;
- ✓ Aceitar doar amostra de unhas e cabelos da mesma participante;

Aceitar doar amostra do cordão umbilical e de sangue umbilical dos neonatos;

### **3.4 Critérios de Exclusão**

- ✓ Ter utilizado produtos químicos nos cabelos durante a gestação;
- ✓ Que apresentaram cabelos de comprimento incompatível com a coleta;
- ✓ Que apresentaram diagnóstico de doenças infectocontagiosas;
- ✓ Gestantes Indígenas.

### **3.5 Coleta e Tratamento das Amostras**

As participantes deste estudo foram mulheres gestantes, admitidas na clínica obstétrica, no pré-parto ou em trabalho de parto ativo, tanto em procedimento de parto natural ou cesariana que foram atendidas no Hospital Municipal de Itaituba durante o período da pesquisa de campo. De acordo com a Coordenação Gestora da Clínica Obstétrica, ocorrem mensalmente cerca de 150 partos (normal e cesárea). A participação neste estudo não teve o objetivo de submeter o participante a qualquer tipo de tratamento, bem como não lhe causou nenhum gasto financeiro com relação ao assunto abordado. As participantes não receberam qualquer remuneração e nenhum tipo de recompensa nesta pesquisa, sendo sua participação voluntária. Assegurando a liberdade de retirar o consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem qualquer penalização ou prejuízo. Bem como a garantia da privacidade e a confidencialidade das informações obtidas e anonimato.

Após as devidas orientações foram coletadas as amostras necessárias (cabelo, unha, cordão umbilical e sangue do cordão umbilical), não foi coletado nenhum material biológico

diretamente nos neonatos, as amostras do cordão umbilical (fragmento de 5 cm) e sangue do cordão umbilical (0,5 ml) dos neonatos.

As amostras biológicas foram coletadas logo após o nascimento do neonato e antes que fossem realizados os descartes desses materiais biológicos, também foi aplicado um questionário semiestruturado para levantamento das variáveis necessárias (Apêndice 2), sendo esta metodologia executada somente nas participantes que assinaram o TCLE (Apêndice 1). As amostras coletadas foram preparadas e analisadas no Laboratório de Bioprospecção e Biologia Experimental (LabBBEx) nas dependências da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), *Campus Rondon*, Santarém-Pará.

Foram coletados dados presentes na carteira de acompanhamento do pré-natal das gestantes como as medições de Peso, Altura e Pressão Arterial Sistólica e Diastólica (PAS e PAD) e dados dos seus neonatos: Peso, Estatura, APGAR (Aparência, Pulso, Gesticulação, Atividade e Respiração), Perímetro Cefálico (PC) e Perímetro Torácico (PT). A escala de APGAR é utilizada mundialmente para avaliar a vitalidade do neonato no 1º e 5º minuto de vida, no qual é considerado a frequência cardíaca, o esforço respiratório, o tônus muscular, a coloração da pele e a irritabilidade reflexa. Cada parâmetro tem alternativas de resposta com pontuações que variam de 0 a 2, e o somatório das respostas será um valor entre 0 e 10. Recomenda-se a avaliação no primeiro e no quinto minutos de vida. Durante a aplicação do questionário semiestruturado, foi utilizado material didático ilustrativo de postas de peixes (com peso 50g e 100g), confeccionados em silicone, para que as gestantes pudessem identificar a quantidade de peixes ingeridas por refeição, (Figura 4).

**Figura 4** - Postas de Peixes.



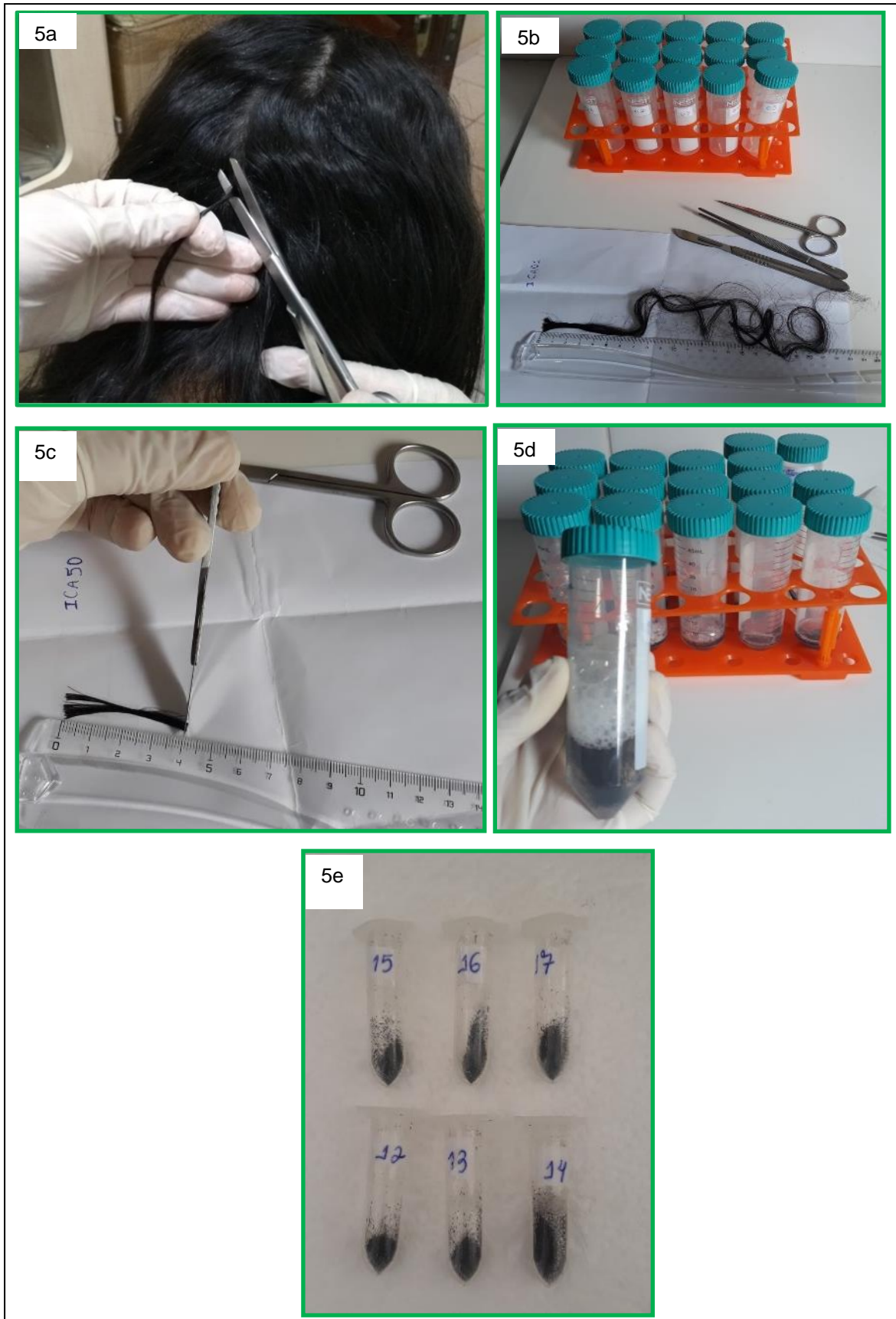
Fonte: Elaborado pelo próprio Autor.

### 3.5.1 Cabelos

Foram coletadas uma mecha de cabelo (com aproximadamente 50 fios de cabelos), retiradas com auxílio de tesoura romba curva, da porção occipital da cabeça, sendo estes cabelos retirados das camadas mais internas, visando reduzir ao mínimo, problemas estéticos. As amostras de cabelo foram cortadas junto ao couro cabeludo (Figura 5:a). A porção proximal ao couro cabeludo foi fixada em folha de papel, utilizando-se fita adesiva (Figura 5:b).



Figura 5 - a, b, c, d, e: Coleta e preparo das amostras de cabelo materno.



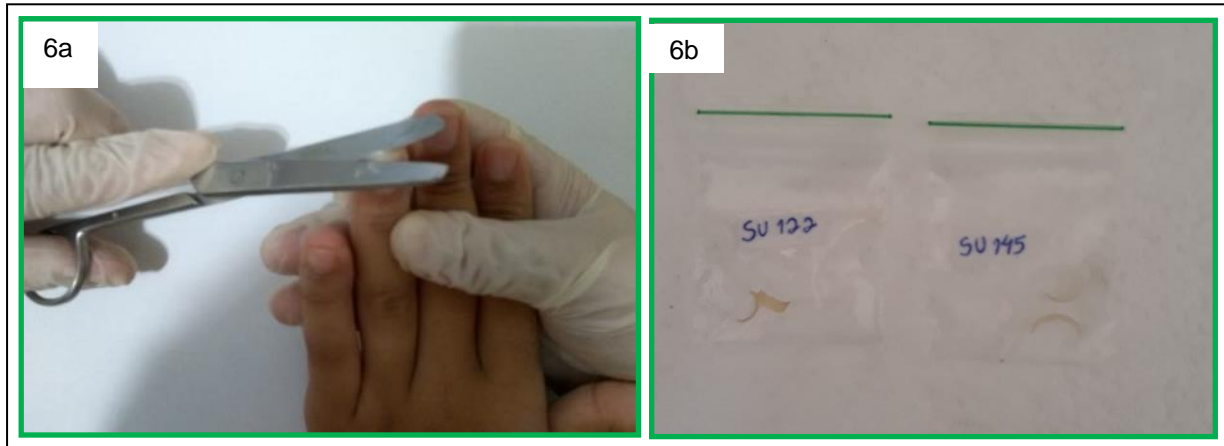
Fonte: Elaborado pelo próprio Autor.

De acordo com o Manual de Análise de Mercúrio (SUZUKI et al., 2004) uma vez que o cabelo cresce a uma taxa de aproximadamente 1 cm por mês, é possível a avaliação da exposição passada, dessa forma utilizou-se 4 centímetros (4 meses) de comprimento do cabelo a partir do couro cabeludo foram preparadas para a análise (Figura 5:c), correspondendo ao Hg eliminado mais recentemente, posteriormente foram lavadas em tubo Falcon de 50 ml, com detergente neutro (diluído 100 vezes) e água MilliQ (Figura 5:d),. Após o descarte da água, adicionamos uma pequena quantidade de acetona grau de pureza 100% para facilitar a remoção do excesso de água. Após isso, cada amostra foi seca em temperatura ambiente (26<sup>0</sup>C). Posteriormente, foram transferidas para micro-tubos Eppendorf e então, com auxílio de tesoura, cortadas para facilitar a homogeneização (Figura 5:e).

### 3.5.2 Unhas

As porções excedentes das unhas das mãos foram coletadas (Figura 6:a) com auxílio de tesoura com ponta romba curva. Depois acondicionadas em envelope de papel previamente identificado e mantidas em temperatura ambiente até a análise laboratorial. Antes das análises cada amostra foi limpa com algodão e acetona grau de pureza 100% para remoção de gorduras e esmaltes, depois lavadas em micro-tubos Eppendorf, com detergente neutro (diluído 100 vezes) e água MilliQ, posteriormente lavadas individualmente com acetona grau de pureza 100% para a remoção da água, sendo secas em temperatura ambiente em micro-tubo Eppendorf. Depois de secas, transferidas para mini-envelopes de polipropileno ziplacre (Figura 6:b) previamente identificados (SUZUKI et al., 2004).

**Figura 6** - a, b. Coleta e acondicionamento das amostras de unhas materna.

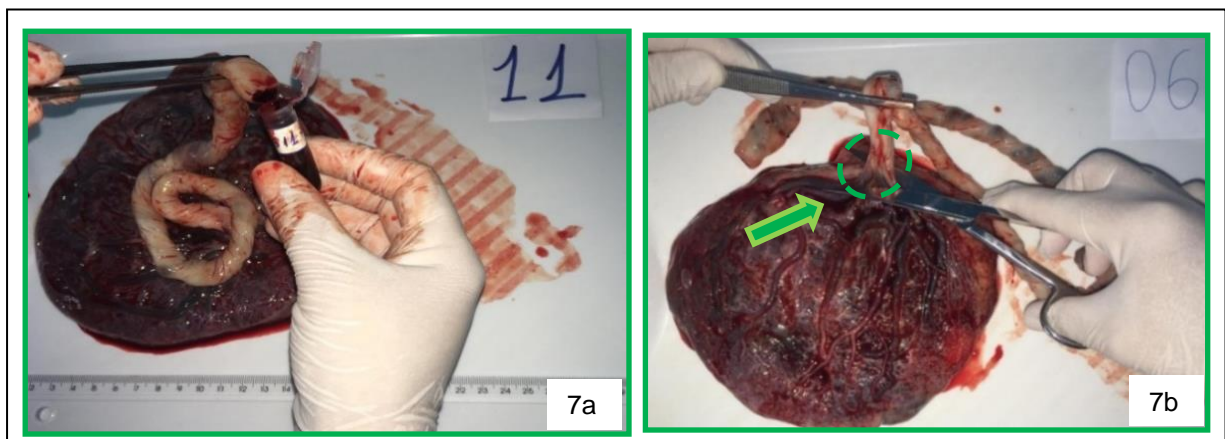


Fonte: Elaborado pelo próprio Autor.

### 3.5.3 Sangue do cordão umbilical e tecido do cordão umbilical

Foram coletadas amostras de sangue do cordão umbilical (Figura 7:a) e cerca de 8 cm do tecido do cordão umbilical, foi realizado secção com tesoura mayo reta (Figura 7:b), quando estes já não estavam conectados ao neonato, ressalta-se que entre as coletas foi realizado a desinfecção das tesouras e materiais utilizados, equipamentos de biossegurança foram utilizados.

**Figura 7** - a, b: Coleta das amostras de Sangue umbilical e tecido do cordão umbilical.

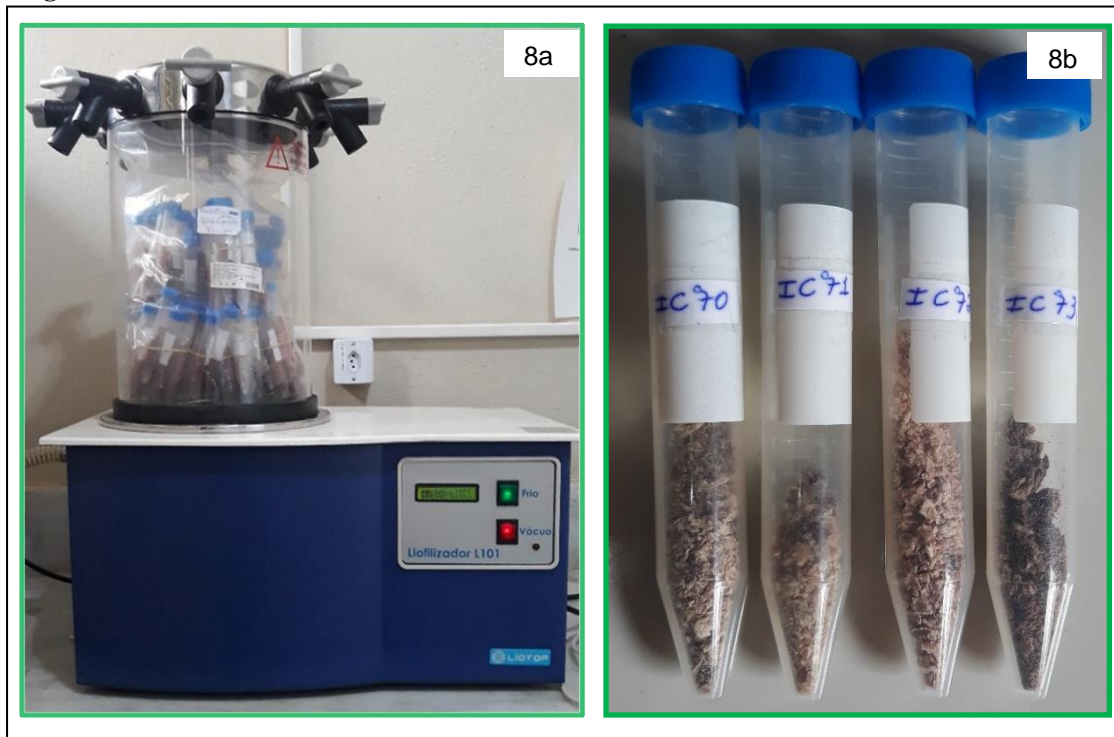


Fonte: Elaborado pelo próprio Autor.

As amostras do sangue do cordão umbilical foram acondicionadas em micro-tubos Eppendorf, previamente identificados com numerações de 01-110, sendo a identificação organizadas pela ordem de participação das gestantes, assim como a mesma numeração no TCLE e no questionário semiestruturado aplicado, como forma de manter o anonimato das participantes do estudo. As amostras de sangue do cordão umbilical foram mantidas congeladas até o momento da análise

As amostras de tecido do cordão umbilical, foram coletadas logo após o nascimento posteriormente acondicionadas em Tubos Falcon de 50 ml (não foi utilizado nenhum componente como conservante nas amostras), após a coleta foram levemente agitadas em solução de soro fisiológico 0,9% (para remover os resíduos sanguíneos) em Tubos Falcon de 50 ml, sendo posteriormente pressionadas delicadamente em lenços de papel absorvente para retirar excesso de líquido em seguida acondicionadas em Tubos Falcon de 15 ml. As amostras de tecido do cordão umbilical foram congeladas e posteriormente liofilizadas (Figura 8:a) em Liofilizador L101 (LIOTOP) em temperatura  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$  e pressão à vácuo de 500 mmHg, para a remoção da água, melhor conservação e homogeneização das amostras (Figura 8:b). A homogeneização foi realizada com o equipamento de Mixer ROBOT 250/MALLORY.

**Figura 8** - a, b. Liofilizador L101 e amostras liofilizadas.



Fonte: Elaborado pelo próprio Autor.

Após o procedimento de liofilização, o percentual da perda de água (Mediana: 93,22%, Mínimo: 82,20% e Máximo: 97,87%), e o percentual do peso seco das amostras (Mediana: 6,78%, Mínimo: 2,13% e Máximo: 17,80%).

### 3.6 Análises de Mercúrio Total (HgT)

O preparo das amostras e as análises das concentrações de HgT foram realizadas no LabBBex-UFOPA. Foram analisadas 110 amostras de cabelo. No entanto, apenas 80 amostras de unhas maternas, 106 de cordão umbilical liofilizados e 14 amostras de sangue do cordão umbilical foram analisados (devido inoperância do equipamento durante o período definido para as análises). As alíquotas de massa das amostras foram pesadas em balança analítica (Shimadzu – AUY220) Uni Bloc (Fig. 9a), com o peso médio de 0,0030g (cabelo), 0,0100g (unhas), 0,0141g de cordão umbilical liofilizado, e 100 $\mu$ l de sangue do cordão umbilical foram avolumadas em pipeta automática, posteriormente analisadas em duplicata (com exceção as unhas que foram analisadas apenas uma vez cada amostra, devido a quantidade ser insuficiente para realizar duplicata). As análises de HgT foram realizadas utilizando-se o equipamento DMA-80 (*Direct Mercury Analyzer*) Milestone (Figura 9b). O DMA é um analisador de Hg que utiliza o princípio de decomposição térmica, amálgama e absorção atômica.

**Figura 9** - a, b. Balança analítica e o Analisador de HgT DMA 80 Milestone.



Fonte: Elaborado pelo próprio Autor.

Este equipamento pode analisar tanto as matrizes sólidas e líquidas com igual precisão. A análise leva apenas 5 minutos por amostra e não requer digestão ácida. Todo o Hg é liberado da amostra através da decomposição térmica. Isto elimina a necessidade de qualquer preparação de amostra e, posteriormente, a compra, manipulação e descarte de produtos químicos. As amostras biológicas analisadas foram destruídas por combustão a 600°C durante a análise de HgT. A eficiência do método foi avaliada sempre no início e no final de cada etapa de análises, através da análise de padrão de referência certificado: NIES – *Certified Reference Material n°13 HUMAN HAIR*. Environment Agency National Institute for Environmental Studies. Onogawa 16-2, Tsukuba Ibaraki, 305 – Japan, o valor de referência NIES n°13  $4,42 \pm 0,20 \mu\text{g/g}$  de HgT submetida a procedimento de pesagem em balança analítica em alíquotas com peso médio de 0,016g, na avaliação da eficiência do método obtivemos a média de HgT  $4,13 \pm 0,96 \mu\text{g/g}$ .

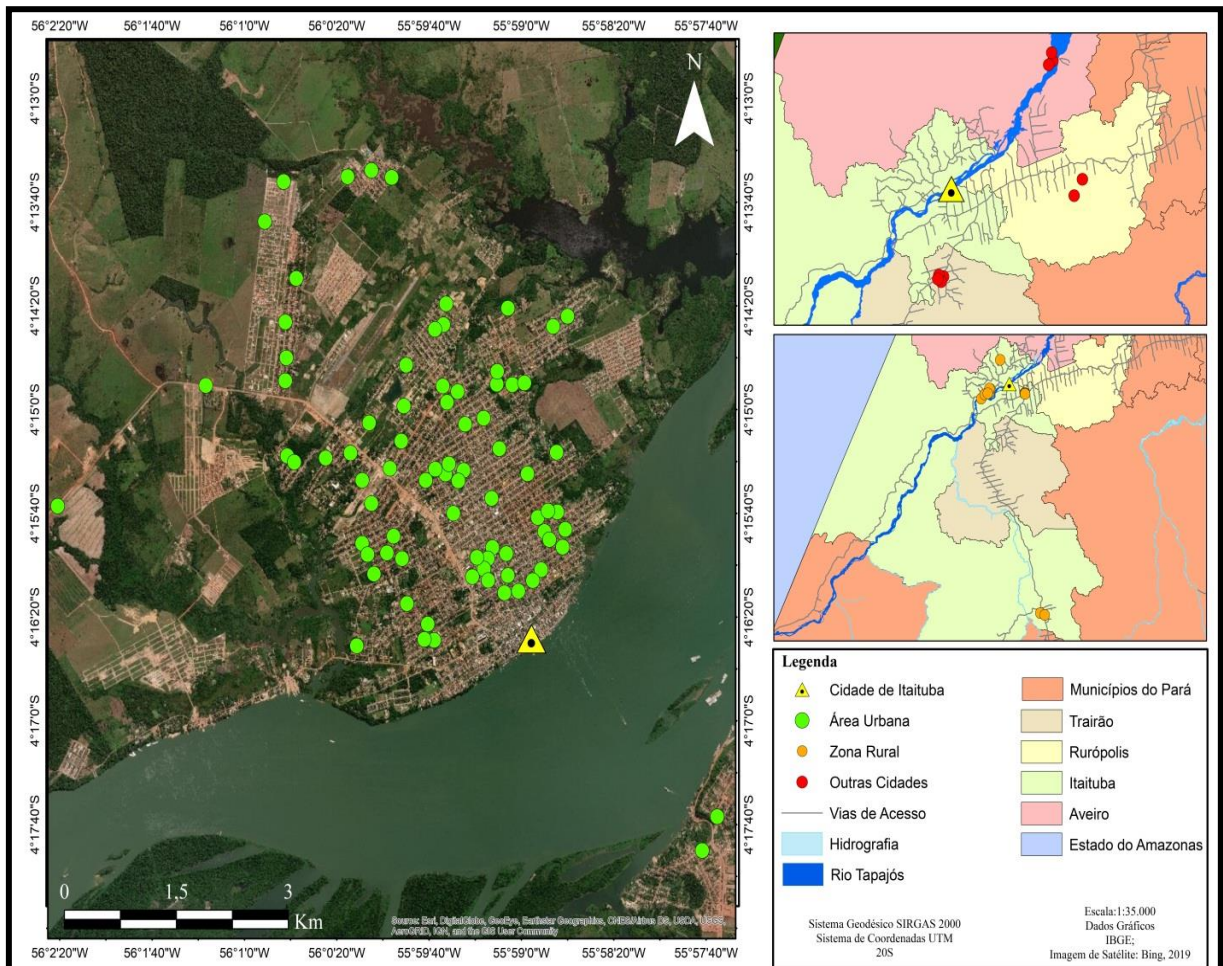
### 3.7 Método de análise dos dados

As variáveis foram processadas através de recursos da estatística descritiva (mínimo, máximo, mediana, média e desvio-padrão), mediante utilização de Software *BioEstat*® (versão 5.3) de modo a estabelecer primeiramente a normalidade dos dados através do teste *Shapiro-Wilk*. Para verificar a correlação das variáveis numéricas utilizou-se o teste de Correlação de *Spearman*. Para ambos os testes foi considerado o  $p \leq 0.05$  para a significância estatística.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Participaram deste estudo (N=110) gestantes e seus neonatos (N=111, devido uma gestação gemelar), e de acordo com o endereço fornecido pela participante no questionário semiestruturado aplicado, foi possível realizar a localização em imagem de satélite (Figura 10) e classificar quanto ao local de moradia, desta forma destaca-se que são provenientes da Cidade de Itaituba (Área Urbana: N=83, Zona Rural: N=17), e outras Cidades: Aveiro (N=04), Rurópolis (N=02) e Trairão (N=04).

**Figura 10** - Localização via satélite das gestantes quanto ao local de moradia.



Fonte: Elaborado pelo próprio Autor.

As características sociodemográficas das gestantes do presente estudo, atendidas na Clínica Obstétrica do Hospital Municipal de Itaituba, estão resumidos na Tabela 1.

**Tabela 1** - Características sociodemográficas das gestantes participantes neste estudo, na Cidade de Itaituba, Estado do Pará.

<b>Características</b>	<b>Amostra (n=110)</b>	<b>%</b>
<b>Faixa-etária</b>		
	n	
Até 20	40	36,4
De 21 a 30	57	<b>51,8</b>
De 31 a 40	13	11,8
<b>Escolaridade</b>		
Fundamental	54	<b>49,2</b>
Médio	38	34,5
Superior	18	16,3
<b>Estado civil</b>		
Casada	15	13,6
Solteira	25	22,8
União estável	70	<b>63,6</b>
<b>Raça</b>		
Branca	02	1,8
Negra	07	6,3
Parda	101	<b>91,9</b>
<b>Ocupação</b>		
Do lar	90	<b>81,9</b>
Estudante	07	6,3
Outras Ocupações	13	11,8
<b>Origem da água</b>		
Cacimba	01	0,9
Mineral	13	11,8
Poço	95	<b>86,4</b>
Rio	01	0,9

Fonte: Elaborado pelo próprio Autor.



De acordo com a tabela 1, a faixa-etária das gestantes de 21 a 30 anos de idade corresponde a 51,8%, quanto ao nível de Escolaridade 49,2% possuem o ensino fundamental (completo e incompleto). Em relação ao estado civil cerca de 63,6% estão em União Estável, no que se refere a raça 91,9% se autodeclararam pardas. A ocupação do lar corresponde a cerca de 81,9%. Quanto à origem da água consumida: poço 86,4%, mineral 11,8%, cacimba 0,9% e rio 0,9%.

Os peixes mais consumidos pelas gestantes durante o período gestacional são mostrados na tabela 2, sendo os peixes carnívoros: 52,2% Pescada branca (*Plagioscion squamosissimus*), 44,5% Tucunaré (*Cichla* spp.) e 33,6% Surubim (*Pseudoplatystoma* spp.). E peixes não carnívoros: 81,8% Tambaqui (*Colossoma macropomum*), 54,5% Pacú (Serrassalmidae spp.), 36,3% Caratinga (*Geophagus* spp.), 37,2% Aracú (*Leporinus* spp) esses peixes são típicos dos rios, lagos e criadouros artesanais locais. Vale ressaltar que os peixes de hábito alimentar carnívoros (piscívoro) tem maior concentração de Hg comparado com os demais. Estudos com pescados da mesma região, mostraram que mais de 80% do HgT em tecido de peixe carnívoros, estava na forma orgânica MeHg (LINO et al., 2019; MALM et al., 1995).

**Tabela 2** - Peixes mais consumidos durante o pré-natal pelas gestantes em estudo.

<b>Nome local do peixe (espécie)</b>	<b>*NMCF</b>	<b>%</b>	<b>Hábito alimentar</b>
Acari ( <i>Pterygoplichthys</i> spp.)	22	20	Detritívoro
Apapá ( <i>Pellona</i> spp.)	18	16,3	Carnívoro
Aracú ( <i>Leporinus</i> spp.)	<b>41</b>	<b>37,2</b>	Onívoro
Aruanã ( <i>Osteoglossum bicirrhosum</i> )	21	19,0	Carnívoro
Caratinga ( <i>Geophagus</i> spp.)	<b>40</b>	<b>36,3</b>	Onívoro
Curimatá ( <i>Prochilodus nigricans</i> )	28	25,4	Detritívoro
Charutinho ( <i>Hemiodus</i> spp.)	33	30	Onívoro
Dourada ( <i>Brachyplatystoma rousseauxii</i> )	33	30	Carnívoro
Filhote ( <i>Brachyplatystoma filamentosum</i> )	33	30	Carnívoro
Jaraqui ( <i>Semaprochilodus</i> spp.)	02	1,8	Detritívoro
Mapará ( <i>Hypophthalmus</i> spp.)	02	1,8	Planctívoro
Matrinxã ( <i>Brycon</i> spp.)	22	20	Onívoro
Pacú (Serrassalmidae spp.)	<b>60</b>	<b>54,5</b>	Frugívoro
Pescada Branca ( <i>Plagioscion squamosissimu</i> )	<b>74</b>	<b>52,2</b>	Piscívoro
Piau (Anostomidae spp.)	16	14,5	Detritívoro
Pirapitinga ( <i>Piaractus brachypomus</i> )	16	14,5	Frugívoro
Pirarara ( <i>Phractocephalus hemiolepis</i> )	21	19,0	Onívoro
Pirarucu ( <i>Arapaima gigas</i> )	30	27,2	Piscívoro
Surubim ( <i>Pseudoplatystoma</i> spp.)	<b>37</b>	<b>33,6</b>	Piscívoro
Tambaqui ( <i>Colossoma macropomum</i> )	<b>90</b>	<b>81,8</b>	Frugívoro
Tucunaré ( <i>Cichla</i> spp.)	<b>49</b>	<b>44,5</b>	Piscívoro

\*NMCF (número de mães que relataram comer esses peixes).

Fonte: Elaborado pelo próprio Autor.

Dentre as 21 espécies de peixe consumidas, 13 são peixes não piscívoros (tabela 2). A grande variedade de peixes não piscívoros consumidos, que têm concentrações mais baixas de HgT em comparação com os peixes piscívoros (LINO et al., 2018; SAMPAIO DA SILVA et al., 2013), pode levar a uma redução da exposição ao HgT e conseqüentemente redução da concentração no cabelo.

Quanto às características nutricionais das gestantes, são mostradas na tabela 3, a seguir:

**Tabela 3** - Características Nutricionais das gestantes.

<b>Características do consumo de alimentos</b>	<b>Itaituba (n=110)</b>	<b>%</b>
<b>Frequência de consumo de peixe (x/semana)</b>		
Nunca	-	-
As vezes	42	38,2
1 / 2 vezes por semana	42	38,2
3 / 4 vezes por semana	<b>19</b>	<b>17,3</b>
Todo dia	<b>07</b>	<b>6,3</b>
<b>Quantidade de peixe por refeição (g)</b>		
25	03	2,8
50	16	14,5
100	36	32,7
150	01	0,9
<b>200</b>	<b>40</b>	<b>36,3</b>
<b>300</b>	<b>07</b>	<b>6,4</b>
<b>400</b>	<b>07</b>	<b>6,4</b>
<b>Frequência de consumo de Açaí</b>		
Nunca	09	8,3
As vezes	55	50
1 / 2 vezes por semana	17	15,4
3 / 4 vezes por semana	20	18
Todo dia	09	8,3
<b>Frequência de consumo de Castanha do Pará</b>		
Nunca	16	14,5
As vezes	73	66,3
1 / 2 vezes por semana	11	10
3 / 4 vezes por semana	04	3,7
Todo dia	06	5,5
<b>Frequência de consumo de Frutas</b>		
Nunca	-	-
As vezes	16	14,5
1 / 2 vezes por semana	18	16,3
3 / 4 vezes por semana	27	24,6
Todo dia	49	44,6

Fonte: Elaborado pelo próprio Autor.

Cerca de 38,2% das gestantes disseram que consomem peixe as vezes e 38,2% consomem de 1 / 2 vezes por semana, por conseguinte 17,3% (de 3 a 4 vezes por semana) e 6,3% consomem todos os dias (tabela 3).

Sendo que 31,8% das gestantes disseram que consumiram preferencialmente peixes com hábitos alimentares carnívoros, e 68,2% consumiram durante o pré-natal peixes não-carnívoros. Ressalta-se que nos peixes, mais de 80% do HgT encontrado no tecido muscular está na forma orgânica MeHg, a mais tóxica para os seres vivos (LINO et al., 2019; MALM et al., 1995). Diante disso, um consumo preferencial de peixes não carnívoros, ilíofagos, herbívoros e planctívoros, devem ser promovidos como parte de uma dieta mais saudável. Desta forma as campanhas sociais são fundamentais, com o objetivo de diminuir a exposição ao Hg, devem aconselhar a população local a escolher espécies não carnívoras e evitar peixes carnívoros (LINO et al., 2018). Contudo as pessoas ribeirinhas devem estar cientes do risco do consumo de peixes carnívoros, principalmente para as mulheres gestantes, devido à vulnerabilidade fetal à toxicidade do Hg (FAIAL et al., 2015). A frequência do consumo de peixe (refeições/grama) mostrou que 87,2% das gestantes consomem até 200 (g) por refeição, 6,4% consomem 300 (g) por refeição e 6,4% consomem 400 (g) por refeição (tabela 3).

Outros estudos realizados sobre populações de aldeias localizadas nas proximidades da cidade de Itaituba, mostraram um maior consumo semanal de peixe do que o encontrado em nosso estudo (AKAGI et al., 1995; DE OLIVEIRA SANTOS et al., 2000; PASSOS; MERGLER, 2008; PINHEIRO et al., 2007). Estes estudos foram realizados na população em geral e não apenas em mulheres grávidas, realizados em várias pequenas aldeias em torno do Município de Itaituba.

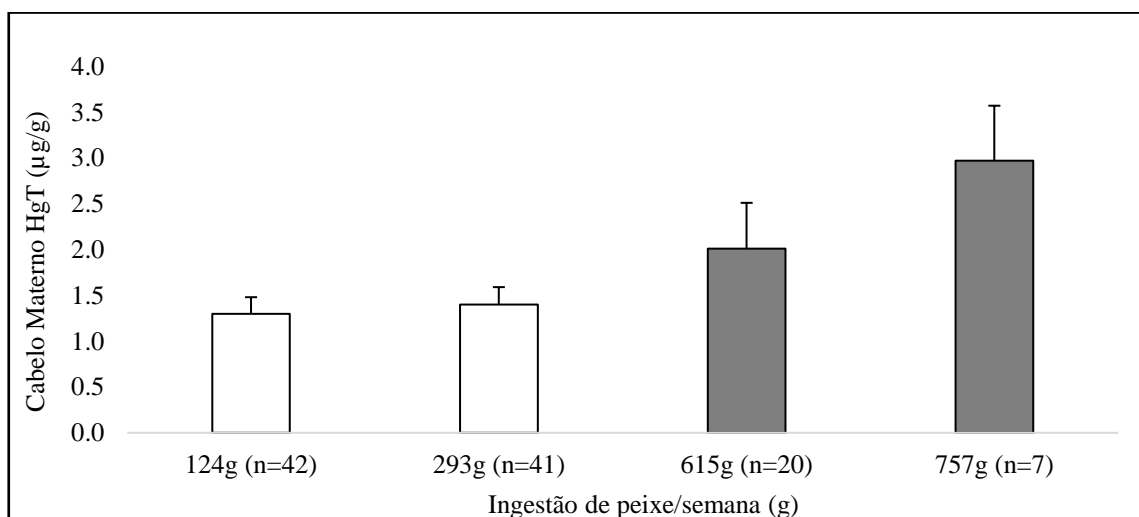
Contudo, outros alimentos também fizeram parte do cardápio alimentar das gestantes de nosso estudo, respectivamente, farinha de mandioca, carne bovina, galinha do supermercado, galinha caipira, carne suína, ovos de galinha e carne de caça, frutas, castanha do Pará (Brasil) e açaí. Ressalta-se que alimentos tais como Castanha do Pará, Açaí, Frango, são ricos em um mineral chamado selênio, é um mineral presente no solo, a sua quantidade nos alimentos varia de acordo com a riqueza do solo nesse mineral, tendo sua função biológica fundamental para a formação do aminoácido selenocisteína no qual tem potencial protetor para o cérebro, agindo contra os danos oxidativos, neutralizando ou eliminando os efeitos toxicológicos do Hg (FAIAL et al., 2015; PETERSON et al., 2009).

A escolha por esses alimentos pode ter sido influenciados pela disponibilidade desses alimentos, e também pela renda familiar, porém essa informação não foi contemplada nas

informações registradas no questionário semiestruturado aplicado, contudo ressalta-se porém que nossas entrevistadas foram feitas com mulheres atendidas num hospital público, e que na maioria das vezes as populações mais carentes são as que mais procuram os serviços públicos de saúde (embora o Sistema Único de Saúde - SUS seja universal, igualitário e integral) e que por serem mais carentes tenham outras preferências alimentares com menor custo econômico.

Os nossos resultados mostram que não houve diferença significativa entre as mães que consomem peixe raramente ou 1-2 vezes por semana. Também não houve diferença significativa entre as mães que consomem peixes 3-4 vezes por semana ou todos os dias. Contudo, houve uma diferença significativa ( $p \leq 0,001$ ) entre mães que consomem peixe raramente e 1-2 vezes por semana quando comparadas com mães que consomem peixe 3-4 vezes por semana e todos os dias. O Gráfico 1 mostra a ingestão de peixe por semana (g) e a concentração de HgT ( $\mu\text{g/g}$ ) no cabelo materno, com isso observa-se que quanto maior o consumo de pescado por semana, maior também foram as concentrações de HgT no Cabelo materno.

**Gráfico 1** - Quantidade de peixe (g/semana) ingerida pelas gestantes em estudo e HgT (média  $\pm$  desvio padrão) na cidade de Itaituba, Estado do Pará, Brasil).



Fonte: Elaborado pelo próprio Autor.

A exposição humana ao Hg, através da ingestão de peixes contaminados, constitui risco potencial para o aparecimento de sinais e sintomas da intoxicação mercurial (PINHEIRO et al., 2000). Em algumas regiões do Brasil as concentrações de Hg encontradas no tecido dos peixes está acima do que a legislação preconiza, que é de 0,5 mg/kg com consumo semanal de 400g (BISINOTI; JARDIM, 2004; MS, 1998). Esta dose é geral para qualquer idade, sexo e não tem em consideração o desenvolvimento embrionário ou fetal. Contudo o Comitê de Peritos em

aditivos Alimentares (FAO/WHO, 2004) sugeriu que uma Ingestão Semanal Tolerável Provisória (ISTP) deveria ser de 0,23  $\mu\text{g}$  MeHg/kg de peso corporal.

O valor de referência para a concentração de Hg no cabelo é de 1-2  $\mu\text{g}/\text{g}$ , porém as pessoas que consomem peixe uma ou mais vezes por dia podem ter o teor de Hg no cabelo superior a 10  $\mu\text{g}/\text{g}$  (WHO/UNEP, 2008).

Vale ressaltar que a avaliação de Hg presente nos organismos não pode ser estudada de forma isolada. Os hábitos alimentares podem contribuir tanto para elevação ou redução das concentrações de Hg nos tecidos. Alimentos como o Açaí, a castanha do Pará e frutas possuem teores de selênio (Se), por exemplo, no qual podem auxiliar na redução das concentrações de Hg (BORTOLI, 2009), mas uma dieta baseada no consumo de peixes contaminados pode ter o efeito inverso.

Na tabela 4 são mostradas as concentrações médias de HgT (média $\pm$ DVP) em cabelos de gestantes de acordo com a ocupação materna, como se observa, embora o valor médio de HgT ( $\mu\text{g}/\text{g}$ ) nas mulheres de ocupação Do Lar e outras ocupações estivessem dentro do valor de referência da Organização Mundial de Saúde - OMS, a média de HgT da ocupação estudante apresenta-se acima dos valores de referência da OMS, assim como os valores máximos de cada ocupação.

**Tabela 4** - Concentrações de HgT(g/g) no Cabelo e Ocupação Materna.

<b>OCUPAÇÃO</b>	<b>N= amostras analisadas</b>	<b>Média<math>\pm</math> DVP</b>	<b>Min-Max</b>
Do Lar	90	1,78 $\pm$ 2,04	0,09- <b>14,9</b>
Estudante	<b>07</b>	<b>3,60<math>\pm</math>6,43</b>	0,45- <b>17,9</b>
Outras Ocupações	13	1,26 $\pm$ 1,48	0,21- <b>5,72</b>

Fonte: Elaborado pelo próprio Autor.

Ressalta-se que nenhuma gestante informou desenvolver atividades laborais em região de mineração de ouro. As variáveis antropométricas maternas (Índice de Massa Corporal – IMC e HgT ( $\mu\text{g}/\text{g}$ ) no cabelo, PAS e PAD) (tabela 5), essenciais neste estudo. Observou-se que a média da PAS e PAD respectivamente foi de 102 e 67 mmHg (milímetros de mercúrio), estando dentro dos valores normais para pressão arterial (120x80 mmHg) e Peso corporal médio materno foi de 67,49 $\pm$ 10,49 e IMC de 26,65 $\pm$ 4,40. O IMC é utilizado em larga escala nas avaliações globais de saúde como indicador para a verificação do estado nutricional, no qual se utiliza como parâmetro o peso atual (kg)/estatura (m)<sup>2</sup>, a partir desses critérios padronizados

pela OMS, após a classificação, o resultado da média final revelou sobrepeso na maioria das participantes.

**Tabela 5** - Variáveis antropométricas maternas.

<b>IMC</b>				
<b>Interpretação do IMC</b>	<b>Classificação</b>	<b>Obesidade (grau)</b>	<b>Gestantes (N=110)</b>	<b>HgT (µg/g) Cabelo Média± DVP</b>
<b>Entre 18,5 e 24,9</b>	Normal	0	33	1,91±2,84
<b>Entre 25,0 e 29,9</b>	Sobrepeso	I	49	1,80±2,75
<b>Entre 30,0 e 39,9</b>	Obesidade	II	24	1,86±1,46
<b>Maior que 40,0</b>	Obesidade grave	III	04	1,42±0,62

<b>PRESSÃO ARTERIAL SISTÓLICA E DIÁSTOLICA</b>		
<b>Variáveis analisadas</b>	<b>Média± DVP</b>	<b>Min-Max</b>
<b>PAS</b>	102±9,07	67,5-137
<b>PAD</b>	67±7,19	55,5-92,5

Fonte: Elaborado pelo próprio Autor.

Não houve correlação positiva dos valores de pressão arterial e concentrações de HgT no cabelo materno para o teste de Correlação de Spearman, assim como também entre os dados de pressão arterial e unha materna e entre HgT em cabelo materno e IMC.

Em relação ao desfecho da gestação, destaca-se que houve 1 gestação de gemelar com idade gestacional de 36 semanas. Sendo a amostragem dos neonatos n=111 (tabela 6).

**Tabela 6** - Dados de Nascimento dos Neonatos em estudo (n=111).

<b>Desfecho da Gestação</b>	<b>N=111</b>	<b>%</b>
<b>Idade Gestacional (Semanas)</b>		
< 38 <sup>a</sup>	16	14,4
De 38 <sup>a</sup> à 41 <sup>a</sup>	92	82,9
≥ 42 <sup>a</sup>	03	2,7
<b>Tipo de Parto</b>		
Natural	84	75,7
Cesáreo	27	24,3
<b>Sexo do Neonato</b>		
Feminino	59	53,2
Masculino	52	46,8
<b>Raça (DNV)</b>		
Branco	03	2,7
Negro	-	-
Pardo	108	97,3

**DNV:** Declaração de Nascido Vivo.

Fonte: Elaborado pelo próprio Autor.

Como observado na tabela 6, em relação à idade gestacional, 14,4% dos neonatos nasceram com idade gestacional menor que 38 semanas, o que pode representar um risco para o atraso no desenvolvimento por ter tido o nascimento antes do período considerado normal, ou seja, o período à termo de 38<sup>a</sup> à 41<sup>a</sup> semanas de gestação (BRASIL, 2016).

Não sendo diferente quando considerado o tipo de parto, pois normalmente espera-se que o bebê possa nascer de parto natural, porém nesse quesito 24,3% dos neonatos nasceram de parto Cesáreo, por terem apresentado intercorrências gestacionais que inviabilizaram o desfecho para o parto normal com riscos de vida para as gestantes e seus neonatos, esse foi o principal motivo para a ocorrência dos partos cesáreos deste estudo.

Para a avaliação da vitalidade utilizando a escala do APGAR, 01 neonato, apresentou valor abaixo do ideal para o quinto minuto conforme valor de referência, mas levando-se em consideração a não responsividade dos parâmetros no 1º minuto de vida, houve uma melhora significativa no 5º minuto.

**Tabela 7** - Avaliação da vitalidade pela escala APGAR em neonatos do estudo, Itaituba-Pará, Brasil.

<b>Desfecho da Gestação</b>	<b>(n=111)</b>	<b>%</b>
<b>APGAR 1º / 5º minuto</b>		
09/09	01	0,9
08/09	71	64
08/08	01	0,9
07/08	08	7,2
07/07	01	0,9
<b>08/07</b>	02	1,8
07/09	20	18
06/08	06	5,4
<b>00/05</b>	01	0,9

Fonte: Elaborado pelo próprio Autor.

Enquanto que 02 neonatos obtiveram APGAR de 08 no 1º minuto e posteriormente pontuação de 07 no 5º minuto (tabela 7), ou seja, uma possível indicação de diminuição da vitalidade o que requer avaliações posteriores da equipe e monitorização frequente da vitalidade desses neonatos.

Para neonatos com somatório menor que 7 no quinto minuto, o Ministério da Saúde (MS) recomenda reavaliações a cada cinco minutos, até os 20 minutos de vida (BRASIL, 2011). A medição do perímetro cefálico (PC) deve sempre ser realizada logo após o parto, permitindo que a equipe de saúde identifique possíveis problemas de forma precoce. A medida padrão é de 32 à 38 cm (BRASIL, 2016).

Entretanto ao observar as medidas antropométricas do PC dos neonatos, se observa que 06 neonatos apresentaram valores inferiores ao valor padrão de 32 cm recomendado pelo MS como visto anteriormente e 1 neonato apresentou medida acima do valor preconizado, valores acima do recomendado requer atenção e acompanhamento minucioso da equipe de saúde pois pode evidenciar alterações orgânicas, hidrocefalia, entre outras alterações.

**Tabela 8** - Medidas Antropométricas dos Neonatos.

Mensuração em Centímetros (cm)	PC		PT	
	N: 111	%	N: 111	%
<32	6	5,4	17	15,3
De 32 a 38	104	93,7	94	84,7
≥39	1	0,9	00	00

**PC:** Perímetro Cefálico; **PT:** Perímetro Torácico.

Fonte: Elaborado pelo próprio Autor.

Para medir o PC e identificar casos suspeitos de neonatos com microcefalia é utilizado para menino, a medida padrão igual ou inferior a 31,9 cm e, para menina, igual ou inferior a 31,5 cm, esses valores padrão são válidos para neonatos nascidos com 37 ou mais semanas de gestação. Para neonatos nascidos com menos de 37 semanas de gestação (prematurados), a avaliação, será por meio da tabela de *InterGrowth*, que tem como referência a idade gestacional do neonato (BRASIL, 2016). No entanto, a confirmação do diagnóstico de microcefalia e da sua associação a outras infecções só pode ser feita após a realização de exames complementares, como ultrassonografia transfontanela e tomografia, já que a medida do crânio não é um fator determinante, ou seja, neonatos com o tamanho da cabeça um pouco abaixo da medida de referência, não necessariamente, terão malformações (BRASIL, 2016).

O perímetro cefálico médio (tabela 9) foi maior nos meninos com diferença de 0,3, não sendo representativo considerando o Desvio padrão (DVP) para este dado, o perímetro torácico médio dos meninos em relação às meninas é de 0,5 com diferença no DVP de 0,2.

Jaldin e colaboradores (2011) em seu estudo sobre o crescimento do PC do nascimento aos primeiros seis meses de vida em crianças no aleitamento materno exclusivo, ao considerar o PC médio por sexo ao nascer, verificaram que o PC médio foi de 0,4 para os meninos, apresentando desta forma valores superiores aos das meninas, sendo o DVP de 0,1. O que corrobora com os valores encontrados em nossa pesquisa.



**Tabela 9** - Medidas antropométricas (peso, estatura, perímetro cefálico e torácico) dos neonatos em estudo, segundo o gênero.

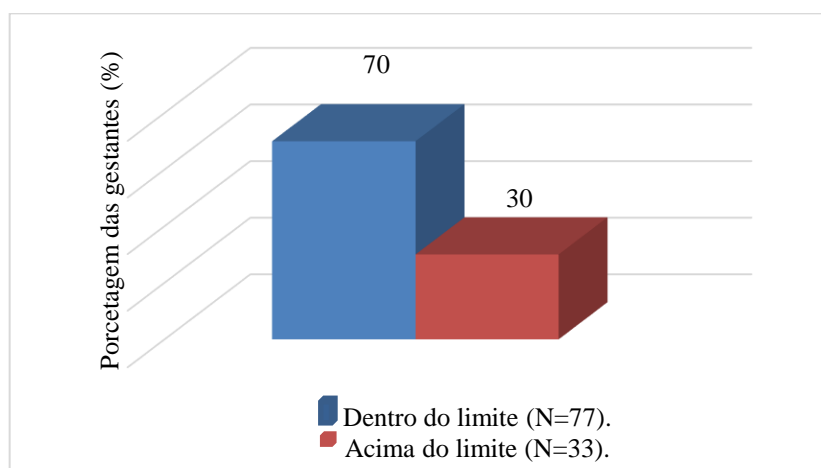
Medidas antropométricos	Meninos n= (52)	Meninas n= (59)
	Média± DVP	Média± DVP
Peso (kg)	3,378±494,5	3,169±424,0
Estatura (cm)	50,2±2,3	49±2,3
PC (cm)	34,3±1,6	34,0±1,6
PT (cm)	33,5±2,0	33,0±1,8

**DVP:** Desvio Padrão; **PC:** Perímetro Cefálico; **PT:** Perímetro Torácico.

Fonte: Elaborado pelo próprio Autor.

Cerca de (70%) das gestantes apresentaram teor de HgT no cabelo menor que o valor indicado como seguro pela WHO/UNEP e 30% apresentaram valor acima (Gráfico 2). Dentre as gestantes que apresentaram valor acima do recomendado cerca de 10 informaram ter residido em área de garimpo previamente à gestação por período entre 5 meses e 16 anos.

**Gráfico 2** - Percentual de gestantes, atendidas no Hospital Municipal da Cidade de Itaituba, Estado do Pará, Brasil, com concentração de HgT acima e abaixo do valor tolerável (1-2 µg/g, WHO/UNEP, 2008).



Fonte: Elaborado pelo próprio Autor.

Cabe frisar, portanto, das participantes que disseram não ter residido em garimpos de mineração aurífera cerca de 82 gestantes (sendo o HgT médio no cabelo  $1,71 \pm 2,12$ ) e 28 gestantes disseram ter residido em área de garimpo anterior ou durante a gestação, com o HgT médio no cabelo de  $2,20 \pm 3,36$  µg/g.

A principal via de exposição humana não ocupacional ao Hg é por meio do consumo de pescado, com isso, os peixes contaminados quando consumidos por mulheres grávidas, podem facilmente atravessar a placenta, acumulando-se nos tecidos fetais podendo ser prejudicial para o desenvolvimento dos sistemas fisiológicos, levando a problemas de desenvolvimento neurológico do feto em desenvolvimento no qual é conhecido como uma neurotoxina que atravessa facilmente as barreiras biológicas, tais como a placenta e o cérebro (ASCHNER; CLARKSON, 1988, 1989; KERPER; BALLATORI; CLARKSON, 1992). Assim, as mulheres grávidas e os seus fetos correm maior risco de lesões por MeHg (GONZALEZ; ARAIN; FERNANDEZ, 2019; SAKAMOTO et al., 2012; ZHOU et al., 2019).

Os níveis de HgT (Tabela 10) no cabelo materno foram maiores que os demais biomarcadores avaliados com valores mínimo de 0,09 e máximo de 17,97  $\mu\text{g/g}$ , nas unhas maternas variaram de 0,02 e 5,08  $\mu\text{g/g}$ . Nos tecidos fetais também pode se perceber a contaminação via transplacentária, em que os níveis de HgT no cordão umbilical variaram de 0,0035 a 0,039  $\mu\text{g/g}$ . No sangue umbilical os níveis de HgT variaram de 0,001 a 0,022  $\mu\text{g/L}$ .

Dessa forma se evidencia que os fetos são expostos via intrauterino a esse metal, e esses biomarcadores são utilizados para verificar a exposição fetal, visto que o MeHg é a forma mais tóxicas para o cérebro fetal, e a principal forma de exposição é através do consumo materno de pescado.

**Tabela 10** - Amostras biológicas como biomarcadores de HgT em gestantes e seus neonatos, Itaituba-Pará, Brasil.

Variáveis analisadas	N= amostras analisadas	Teor de HgT ( $\mu\text{g/g}$ e $\mu\text{g/L}$ *)	
		Média± DVP	Min-Max
Cabelo Materno	110	1,83±2,48	0,09-17,97
Unha Materna	80	0,72±0,91	0,02-5,08
Cordão Umbilical	106	0,07±0,14	0,0035-0,039
*Sangue do Cordão Umbilical	14	0,005±0,005	0,001-0,022

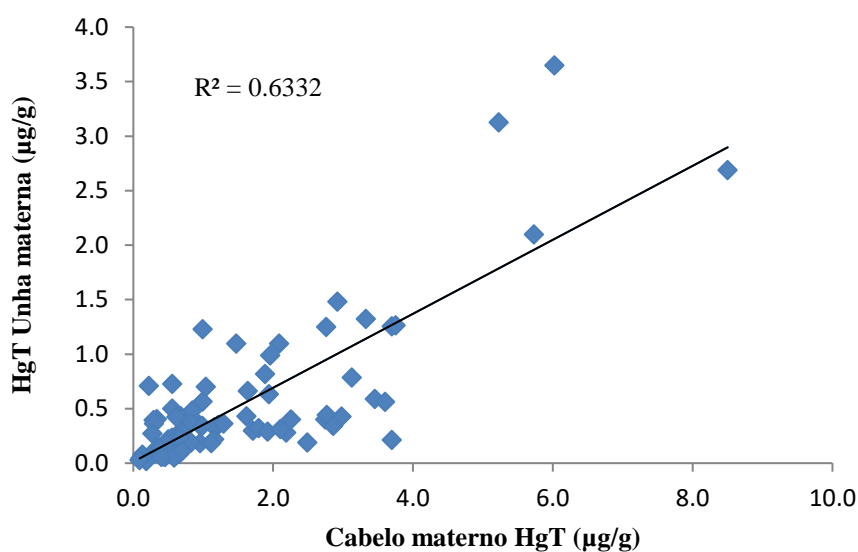
Fonte: Elaborado pelo próprio Autor.

O valor médio de HgT no cabelo materno, encontrado em nosso estudo foi semelhante ao valor encontrado no estudo de FERNANDES (2017) que analisou o HgT em cabelos de 45

gestantes e seus neonatos na Cidade de Santarém no qual obteve a média de 1,94  $\mu\text{g/g}$  no cabelo materno e 0,0077 de HgT no cordão umbilical a fresco, sendo que para este biomonitor fetal a média de HgT apresentado em nosso estudo foi aproximadamente 10 vezes maior. O que pode apontar que a população de neonatos da Cidade de Itaituba, estão mais vulneráveis à exposição de HgT e seus efeitos do que os neonatos da cidade de Santarém, essa diferença pode estar relacionada à região demográfica de Itaituba que apresenta atividades de extração aurífera ativas, que podem estar contribuindo com o aumento da disposição do Hg no ambiente aquático.

Nossos resultados mostram que houve correlação positiva entre cabelos e unhas maternas ( $p < 0,0001$ ), conforme o gráfico 3. Ou seja, é um indicativo de que unhas podem ser utilizadas como biomonitores futuramente, contudo ressalta-se que até o presente momento não há níveis de referência para unhas.

**Gráfico 3** - Concentração de HgT em Cabelo Materno X Unha Materna das gestantes em estudo, Itaituba-Pará, Brasil.



\* Resultado significativo para o teste de Correlação de Spearman ( $p \leq 0,0001$ ).

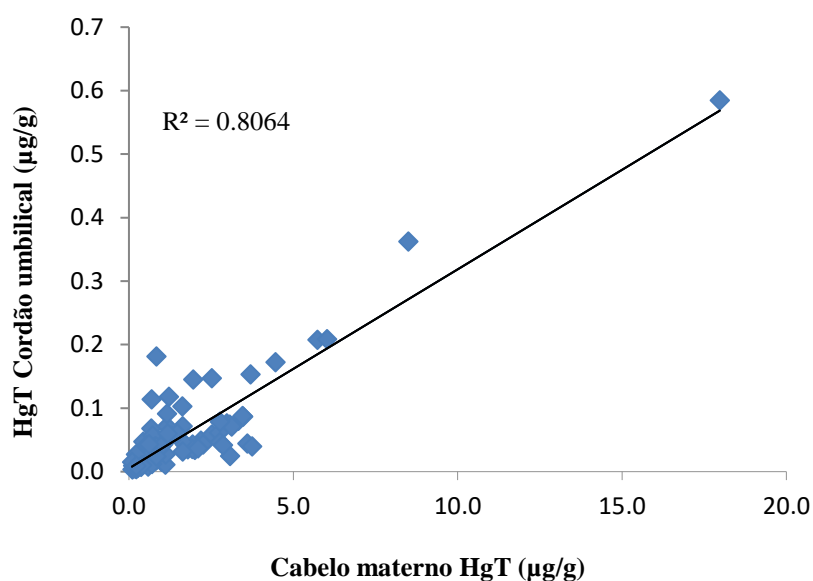
Fonte: Elaborado pelo próprio Autor.

Em um estudo realizado por Sakamoto et al. (2015) sobre o significado das concentrações de Hg nas unhas das mãos e pés como biomarcadores para a exposição pré-natal ao MeHg, avaliaram níveis de HgT em unhas de 54 gestantes em Kumamoto (Japão) no início da gestação e no parto, o valor médio encontrado foi respectivamente, 0,13  $\mu\text{g/g}$  no início da gestação e 0,134  $\mu\text{g/g}$  no parto. A média de HgT encontrada em nosso estudo é 0,72  $\mu\text{g/g}$ . O que propõe um olhar diferenciado para a composição do cardápio alimentar materno durante o período do pré-natal olhando com cautela os nutrientes disponíveis na dieta alimentar com o

intuito de diminuir a exposição materna e fetal ao Hg, levando-se em consideração a ocupação demográfica e perfil socioeconômico das gestantes e o histórico de extração aurífera da bacia do Tapajós.

Observou-se também correlação positiva entre as concentrações de HgT nos cabelos maternos e tecido do cordão umbilical ( $p < 0,0001$ ), para o teste de Correlação de Spearman conforme mostra o gráfico 4.

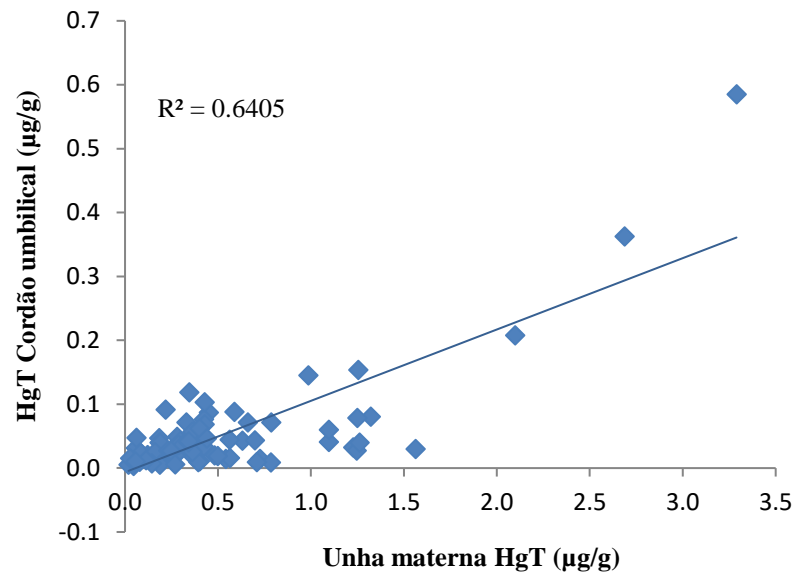
**Gráfico 4** - Concentração de HgT em Biomarcadores: Cabelo Materno X Cordão Umbilical.



\* Resultado significativo para o teste de Correlação de Spearman ( $p \leq 0,0001$ ).

Fonte: Elaborado pelo próprio Autor.

A concentração de HgT em cordão umbilical dos neonatos e unhas maternas (gráfico 5), apresentou correlação positiva ( $p \leq 0,0001$ ), o teor de HgT mínimo no cordão umbilical foi de  $0,0035 \mu\text{g/g}$  e máximo  $0,39 \mu\text{g/g}$ . Enquanto o HgT mínimo e máximo encontrados nas unhas maternas foram respectivamente:  $0,02$  e  $5,08 \mu\text{g/g}$  (tabela 9). Até o presente momento não há níveis de referência para tecido do cordão umbilical.

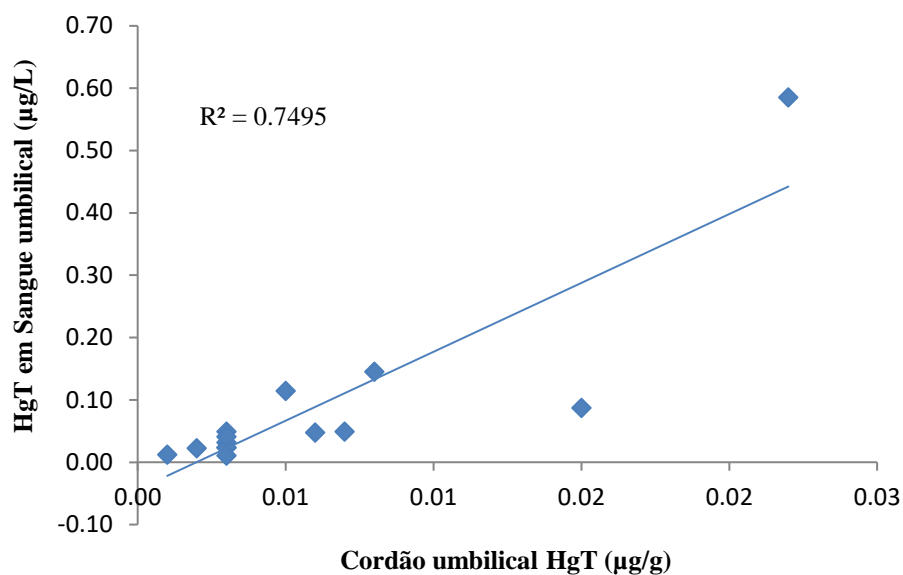
**Gráfico 5** - Concentração de HgT Unha Materna X Cordão umbilical.

\* Resultado significativo para o teste de Correlação de Spearman ( $p \leq 0,0001$ ).

Fonte: Elaborado pelo próprio Autor.

A concentração de HgT em sangue umbilical  $\mu\text{g/L}$  e cordão umbilical  $\mu\text{g/g}$  (gráfico 6), apresentou correlação positiva ( $p \leq 0,0001$ ). Em uma pesquisa realizada por Santos et al. (2007), na cidade de Itaituba-Pará, analisaram o teor de HgT em 1.510 mulheres grávidas e seus neonatos, no qual a média de HgT em sangue das mães foi de  $11,52 \mu\text{g/L}$  e no sangue umbilical dos seus neonatos foi de  $16,68 \mu\text{g/L}$ . A Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA), apresenta como valor de referência a concentração de Hg no sangue do cordão umbilical de  $5,8 \mu\text{g/L}$  (DING et al., 2013; RICE, 2004).

Vigeh et al. (2018) ao avaliar os níveis de Hg no sangue de 334 gestantes e sangue umbilical de seus neonatos em Tokyo (Japão), os níveis de Hg no sangue do cordão umbilical foram duas vezes maiores que os níveis sanguíneos maternos, sendo respectivamente  $(10,15 \pm 7,74$  e  $4,97 \pm 3,25 \mu\text{g/L})$ . Nossos resultados foram menores, porém ressalta-se que até o presente momento foram analisadas apenas 14 amostras de sangue do cordão umbilical (devido interrupção das análises por inoperância do equipamento).

**Gráfico 6** - Concentração de HgT em Cordão Umbilical X Sangue Umbilical.

\* Resultado significativo para o teste de Correlação de Spearman ( $p \leq 0,0001$ ).

Fonte: Elaborado pelo próprio Autor.

Em um estudo realizado em Cidades da China (Baoding, Guangzhou, Kunming, Shenyang, Wuhan, Xi'an e Xiamen), por Wu et al. (2013) avaliaram os níveis de HgT no sangue do cordão umbilical dos neonatos de 1.323 gestantes, no qual os níveis médios de Hg foram  $1,81 \pm 1,93$ . Cabe ressaltar que a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos, apresenta como valor de referência a concentração de Hg no sangue do cordão umbilical de  $5,8 \mu\text{g/L}$  (RICE, 2004). Desta forma os valores encontrados em nossa pesquisa estão abaixo do valor de referência para este biomarcador. Corroborando com nossos achados Jedrychowski et al. (2006) que avaliaram níveis de Hg no Sangue do cordão umbilical de 233 neonatos na Polônia obtendo a média de  $0,88 \mu\text{g/L}$  (intervalo de  $0,10$  a  $5,00 \mu\text{g/L}$ ). Assim também Ding et al. (2013) em uma comunidade rural na zona costeira do Sul da Baía de Laizhou no Norte da China, avaliaram em 258 gestantes e seus neonatos utilizando como biomarcador sangue materno e sangue do cordão umbilical, sendo os níveis de Hg encontrados respectivamente,  $0,84$  e  $1,46 \mu\text{g/L}$ . Estudos como estes são primordiais para o biomonitoramento dos Níveis de Hg nessas populações de gestantes e neonatos, no qual se avalia a exposição à esse metal, o potencial de bioacumulação mesmo em níveis baixos de exposição, podendo gerar efeitos adversos sobretudo no Sistema Nervoso. As medidas do perímetro cefálico e concentrações de HgT em cordão umbilical, não apresentaram resultado significativo para o teste de Correlação de Spearman.

Em contrapartida ressalta-se que os pescados além de serem fontes de proteínas, também se constituem uma das principais fontes de renda para os ribeirinhos. Esses organismos são

fontes ricas de ácidos graxos, ômega 3, que reduzem os níveis de colesterol, incidência de cardiopatias, derrames e nascimento prematuro (LINO et al., 2018).

A nutrição pré-natal materna e a nutrição nos dois primeiros anos de vida (1000 dias) são fatores cruciais no neurodesenvolvimento infantil e saúde mental ao longo da vida, a ausência do fornecimento de nutrientes essenciais ( zinco, ferro, colina, folato, iodo, vitamina A, D, B6 e B12, gordura poli-insaturada de cadeia longa: ômega-3, ômega-6, ácidos graxos, ácido docosahexaenóico-DHA) no período crítico de desenvolvimento cerebral pode acarretar em déficits ao longo da vida na função cerebral. Sendo as principais fontes desses nutrientes pescados e frutos do mar (SPILLER et al., 2019).

Dessa forma o acompanhamento de saúde da gestante no pré-natal pela equipe de saúde é primordial, para promover a proteção materna e fetal durante o período da gestação por meio de orientações sobre o consumo adequado de alimentos que propiciem melhor saúde e qualidade de vida, prevenindo o aparecimento de doenças crônico-degenerativas, más formações congênitas. A preferência por consumos de pescados não carnívoros que apresentam menor concentração de Hg quando comparado aos peixes carnívoros, e a ingestão de frutas, castanha do Pará e Açaí que podem auxiliar na redução dos efeitos da intoxicação desse metal.

## 5 CONCLUSÃO

- A população de gestantes na cidade de Itaituba necessita de um monitoramento constante dos níveis de Hg, bem como serem informadas sobre o melhor cardápio durante a gestação, evitando peixes carnívoros, mas não eliminando o peixe da dieta

- Amostras biológicas descartadas como cordão umbilical e sangue do cordão, podem ser utilizadas para o monitoramento de Hg em neonatos.

- A não existência de atividades laborais em áreas de extração de ouro, sugere que o Hg encontrado nas amostras provem da ingestão de peixes contendo o metal. Dessa forma, para a população em geral, informações sobre os níveis de Hg nos peixes comercializados na região, devem ser disponibilizadas, bem como um controle sobre os peixes que podem ser comercializados.



## REFERÊNCIAS

- AKAGI, H. et al. Human exposure to mercury due to goldmining in the Tapajos River basin, Amazon, Brazil: Speciation of mercury in human hair, blood and urine. **Water, Air, & Soil Pollution**, v. 80, n. 1–4, p. 85–94, 1995.
- AL SALEH, I. et al. Heavy metals (lead, cadmium and mercury) in maternal, cord blood and placenta of healthy women. **International Journal of Hygiene and Environmental Health**, v. 214, n. 2, p. 79–101, 2011.
- AL SHAHRISTANI, H.; SHIHAB, K.; AL HADDAD, I. K. Mercury in hair as an indicator of total body burden. **Bulletin of the World Health Organization**, v. 53, sup., p. 105–112, 1976.
- ALMEIDA, M. D. et al. Mercury loss from soils following conversion from forest to pasture in Rondônia, Western Amazon, Brazil. **Environmental Pollution**, v. 137, n. 2, p. 179–186, 2005.
- ALVES, A. C. et al. Mercury levels in parturient and newborns from Aveiro region, Portugal. **Journal of Toxicology and Environmental Health - Part A: Current Issues**, v. 80, n. 13–15, p. 697–709, 2017.
- AMORAS, W. W. **Interferências bio-Sócio-Ambientais na exposição ao mercúrio em crianças ribeirinhas de diferentes regiões da amazônia**. 2011. 103 p. Tese (Doutorado em Doenças Tropicais) - Programa de Pós-graduação em Doenças Tropicais, Universidade Federal do Pará, 2011.
- ANM. Agência Nacional de Mineração. **NOTA TÉCNICA Nº 11/2019/ASSTDG/DIRE-RERP**. Brasília, DF: Agência Nacional de Mineração, 02 out. 2019. Disponível em: [https://www.escolhas.org/wp-content/uploads/2020/05/NOTA\\_N\\_11\\_Garimpeiros\\_Casa\\_Civil\\_\\_\\_V\\_Final.pdf](https://www.escolhas.org/wp-content/uploads/2020/05/NOTA_N_11_Garimpeiros_Casa_Civil___V_Final.pdf). Acesso em: 30 mar. 2020.
- ASCHNER, M.; CLARKSON, T. W. Distribution of mercury 203 in pregnant rats and their fetuses following systemic infusions with thiol-containing amino acids and glutathione during late gestation. **Teratology**, v. 38, n. 2, p. 145–155, ago. 1988.
- ASCHNER, M.; CLARKSON, T. W. Methyl Mercury Uptake Across Bovine Brain Capillary Endothelial Cells in Vitro: The Role of Amino Acids. **Pharmacology & Toxicology**, v. 64, n. 3, p. 293–297, 1989.
- BARBOSA, A. C.; DÓREA, J. G. Indices of mercury contamination during breast feeding in the Amazon Basin. **Environmental Toxicology and Pharmacology**, v. 6, n. 2, p. 71–79, 1998.
- BERGLUND, M. et al. Inter-individual variations of human mercury exposure biomarkers: a cross-sectional assessment. **Environmental Health**, v. 4, n. 1, p. 20, 3 dez. 2005.
- BISINOTI, M. C.; JARDIM, W. F. O comportamento do metilmercúrio (METILHg) no ambiente. **Química Nova**, v. 27, n. 4, p. 593–600, 2004.
- BOISCHIO, A. A. P.; BARBOSA, A. Exposição ao mercúrio orgânico em populações

ribeirinhas do Alto Madeira, Rondônia, 1991: resultados preliminares. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 9, n. 2, p. 155–160, 1993.

BORTOLI, M. C. DE. **Assessment of thyroid hormone (T3) levels and selenium status of women living in mercury exposure area**, 2009. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-graduação em Ciências dos Alimentos. Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2009. Disponível em: [https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/9/9132/tde-26032010-084201/publico/Tese\\_MaritsaBortoli.pdf](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/9/9132/tde-26032010-084201/publico/Tese_MaritsaBortoli.pdf). Acesso em: 09 abr. 2019.

BOSE O'REILLY, S. et al. Signs and symptoms of Mercury-exposed gold miners. **International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health**, v. 30, n. 2, p. 249–269, 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. **Atenção à saúde do recém-nascido: guia para os profissionais de saúde**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2011. Disponível em: [http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/atencao\\_recem\\_nascido\\_%20guia\\_profissionais\\_saude\\_v1.pdf](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/atencao_recem_nascido_%20guia_profissionais_saude_v1.pdf). Acesso em: 10 abr. 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Brasil adota recomendação da OMS e reduz medida para microcefalia**. Brasília, 2016. Disponível em: <https://www.unasus.gov.br/noticia/brasil-adota-recomendacao-da-oms-e-reduz-medida-para-microcefalia>. Acesso em: 09 abr. 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. Vigilância em Saúde. Vigilância Ambiental. **Contaminantes Químicos/Mercúrio**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2017. Disponível em: <https://antigo.saude.gov.br/vigilancia-em-saude/vigilancia-ambiental/vigipeq/contaminantes-quimicos/mercurio>. Acesso em: 02 de maio de 2019.

BRU, I. P.; GONZÁLEZ ESTECHA, M.; FERNÁNDEZ, M. A. Procedimiento de validación de un método para cuantificar mercurio en sangre por espectroscopía de absorción atómica con descomposición térmica y amalgamación. **Revista del Laboratorio Clínico**, v. 8, n. 2, p. 92–96, 2015.

CANO, T. D. M. Efeitos deletérios e teratogênicos da exposição ao mercúrio - revisão da literatura. **Revista de Medicina e Saúde de Brasília**, v. 3, n. 3, p. 288–300, 2014.

CASTRO, S. V. Efeitos de metais pesados presentes na água sobre a estrutura das comunidades bentônicas do Alto Rio das Velhas-MG. **Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da UFMG. Belo Horizonte**, 2006.

CAVECCI MENDONÇA, B. et al. Study of proteins with mercury in fish from the Amazon region. **Food Chemistry**, v. 309, n. August, p. 125460, 2020.

CLARKSON, T. W. The three modern faces of mercury. **Environmental Health Perspectives**, v. 110, n. SUPPL. 1, p. 11–23, 2002.

CNS. Conselho Nacional de Saúde. Resolução nº 466/2012. Estabelece as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisa envolvendo seres humanos. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, p. 59, 13 jun. 2013. Disponível em: <https://conselho.saude.gov.br/resolucoes/2012/Reso466.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2018.

- CORDEIRO, R. C. et al. Forest fire indicators and mercury deposition in an intense land use change region in the Brazilian Amazon (Alta Floresta, MT). **Science of the Total Environment**, v. 293, n. 1–3, p. 247–256, 2002.
- CRESPO LÓPEZ, M. E. et al. Mercurio y neurotoxicidad. **Revista de Neurologia**, v. 40, n. 7, p. 441–447, 2005.
- DA SILVA JUNIOR, F. M. R. et al. Vulnerability associated with “symptoms similar to those of mercury poisoning” in communities from Xingu River, Amazon basin. **Environmental Geochemistry and Health**, v. 40, n. 3, p. 1145–1154, 2017.
- DA SILVA BRABO, E. et al. Mercury Contamination of Fish and Exposures of an Indigenous Community in Pará State, Brazil. **Environmental Research**, v. 84, n. 3, p. 197–203, nov. 2000.
- DE OLIVEIRA SANTOS, E. C. et al. Mercury exposures in riverside amazon communities in Para, Brazil. **Environmental Research**, v. 84, n. 2, p. 100–107, 2000.
- DING, G. et al. Prenatal low-level mercury exposure and neonatal anthropometry in rural northern China. **Chemosphere**, v. 92, n. 9, p. 1085–1089, 2013.
- DOLBEC, J. et al. Methylmercury exposure affects motor performance of a riverine population of the Tapajós river, Brazilian Amazon. **International Archives of Occupational and Environmental Health**, v. 73, n. 3, p. 195–203, 2000.
- DUTCZAK, W. J.; BALLATORI, N. Transport of the glutathione-methylmercury complex across liver canalicular membranes on reduced glutathione carriers. **Journal of Biological Chemistry**, v. 269, n. 13, p. 9746–9751, 1994.
- FAIAL, K. et al. Mercury levels assessment in hair of riverside inhabitants of the Tapajós River, Pará State, Amazon, Brazil: Fish consumption as a possible route of exposure. **Journal of Trace Elements in Medicine and Biology**, v. 30, p. 66–76, 2015.
- FAO/WHO. **Summary and conclusions. Fifty-third meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA)**. Rome, Italy, 1999. 21p. Disponível em: [http://www.fao.org/tempref/codex/Meetings/CCFAC/ccfac32/JECFA\\_53.pdf](http://www.fao.org/tempref/codex/Meetings/CCFAC/ccfac32/JECFA_53.pdf). Acesso em: 22 abr. 2018.
- FAO/WHO. **Evaluation of certain food additives and contaminants : sixty-first report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives**. Rome, Italy: World Health Organization., 2004.
- FARIAS, L. A. **Avaliação Do Conteúdo De Mercúrio, Metilmercúrio E Outros Elementos De Interesse Em Peixes E Em Amostras De Cabelos E Dietas De Pré-Escolares Da Região Amazônica**. Tese (Doutorado) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. Universidade de São Paulo. 2006. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/85/85131/tde-24052007-161122/pt-br.php>. Acesso em: 22 abr. 2018.
- FARIAS, L. A. et al. Total hair mercury in children from a coastal population in Cananéia, São Paulo State, Brazil. **Cadernos de Saude Publica**, v. 24, n. 10, p. 2249–2256, 2008.
- FARINA, M. et al. Metals, oxidative stress and neurodegeneration: A focus on iron, manganese and mercury. **Neurochemistry International**, v. 62, n. 5, p. 575–594, 2013.

FERNANDES, N. A. **Avaliação da exposição pré-natal de mercúrio total em gestantes de Santarém-Pará**, 2017. Dissertação (Mestrado) – Curso de Mestrado em Biociências. Programa de Pós-graduação em Biociências, Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém, 2017.

FILHO, J. A. M. Efeitos do Mercúrio na Saúde e no Meio Ambiente. **Seminário Saúde sem Mercúrio**. Abril, 2013. Faculdade de Farmácia. Universidade Federal da Bahia. Disponível em: [https://www.hospitaissaudaveis.org/biblioteca\\_det.asp?biblioteca\\_id=45](https://www.hospitaissaudaveis.org/biblioteca_det.asp?biblioteca_id=45). Acesso em: 28 mar. 2019.

FONTELLES, M. J. **Bioestatística aplicada à pesquisa experimental**. São Paulo: Livraria da Física, v. 1, 2012.

GAULT, A. G. et al. Arsenic in hair and nails of individuals exposed to arsenic-rich groundwaters in Kandal province, Cambodia. **Science of the Total Environment**, v. 393, n. 1, p. 168–176, 2008.

GONZALEZ, D. J. X.; ARAIN, A.; FERNANDEZ, L. E. Mercury exposure, risk factors, and perceptions among women of childbearing age in an artisanal gold mining region of the Peruvian Amazon. **Environmental Research**, v. 179, n. October, p. 108786, 2019.

GURJÃO, R. D. S. et al. Comportamento do mercúrio em perfis de solos do sítio ilha de terracaxiuanã, Pará. **Química Nova**, v. 33, n. 4, p. 821–826, 2010.

HACON, S. et al. An overview of mercury contamination research in the Amazon basin with an emphasis on Brazil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 24, n. 7, p. 1479–1492, jul. 2008.

HACON, S. et al. Um panorama dos estudos sobre contaminação por Mercúrio na Amazônia legal no período de 1990 a 2005. **Gochimica Brasiliensis**, v. 23, n. 1, p. 29–48, 2009.

HARADA, M. Minamata disease: Methylmercury poisoning in Japan caused by environmental pollution. **Critical Reviews in Toxicology**, v. 25, n. 1, p. 1–24, 1995.

HARADA, M. et al. Mercury pollution in the Tapajos River basin, Amazon: Mercury level of head hair and health effects. **Environment International**, v. 27, n. 4, p. 285–290, out. 2001.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Itaituba - IBGE cidades**. Rio de Janeiro, RJ: IBGE, 2020. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/itaituba/panorama>. Acesso em: 25 out. 2020.

JALDIN, M. DA G. M. et al. Crescimento do perímetro cefálico nos primeiros seis meses em crianças em aleitamento materno exclusivo. **Revista Paulista de Pediatria**, v. 29, n. 4, p. 509–514, 2011.

JEDRYCHOWSKI, W. et al. Effects of Prenatal Exposure to Mercury on Cognitive and Psychomotor Function in One-Year-Old Infants: Epidemiologic Cohort Study in Poland. **Annals of Epidemiology**, v. 16, n. 6, p. 439–447, 2006.

KATSIKINI, M. et al. Fe distribution and speciation in human nails. **Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms**, v. 268, n. 3–4, p. 420–424, 2010.

KEHRIG, H. A. et al. Bioconcentração e biomagnificação de metilmercúrio na baía de Guanabara, Rio de Janeiro. **Química Nova**, v. 34, n. 3, p. 377–384, 2011.

KERPER, L. E.; BALLATORI, N.; CLARKSON, T. W. Methylmercury transport across the blood-brain barrier by an amino acid carrier. **American Journal of Physiology - Regulatory Integrative and Comparative Physiology**, v. 262, n. 5 31-5, 1992.

KIRK, L. E. et al. Public health benefits of hair-mercury analysis and dietary advice in lowering methylmercury exposure in pregnant women. **Scandinavian Journal of Public Health**, v. 45, n. 4, p. 444–451, 2017.

KUHNERT, P. M.; KUHNERT, B. R.; ERHARD, P. Comparison of mercury levels in maternal blood, fetal cord blood, and placental tissues. **American Journal of Obstetrics and Gynecology**, v. 139, n. 2, p. 209–213, 1981.

KWAANSA ANSAH, E. E.; ARMAH, E. K.; OPOKU, F. Assessment of total mercury in hair, urine and fingernails of small-scale gold miners in the Amansie West District, Ghana. **Journal of Health and Pollution**, v. 9, n. 21, 2019.

LACERDA, L. D. Contaminação por mercúrio no Brasil: Fontes industriais vs garimpo de ouro. **Química Nova**, v. 20, n. 2, p. 196–199, 1997.

LACERDA, L. D.; MALM, O. Contaminação por mercúrio em ecossistemas aquáticos: Uma análise das áreas críticas. **Estudos Avancados**, v. 22, n. 63, p. 173–190, 2008.

LECHOPIER, N. Ética e justiça nas pesquisas sediadas em comunidades: o caso de uma pesquisa ecossistêmica na Amazônia. **Scientiae Studia**, v. 9, n. 1, p. 129–147, 2011.

LINO, A. S. et al. Mercury and selenium in fishes from the Tapajós River in the Brazilian Amazon: An evaluation of human exposure. **Journal of Trace Elements in Medicine and Biology**, v. 48, n. April, p. 196–201, 2018.

LINO, A. S. et al. Total and methyl mercury distribution in water, sediment, plankton and fish along the Tapajós River basin in the Brazilian Amazon. **Chemosphere**, v. 235, p. 690–700, 2019.

LLOP, S. et al. Estado actual sobre la exposición alimentaria al mercurio durante el embarazo y la infancia, y recomendaciones en salud pública. **Gaceta Sanitaria**, v. 27, n. 3, p. 273–278, 2013.

MALM, O. et al. Mercury and methylmercury in fish and human hair from the Tapajós river basin, Brazil. **Science of the Total Environment**, v. 175, n. 2, p. 141–150, 1995.

MANCEAU, A. et al. Chemical Forms of Mercury in Human Hair Reveal Sources of Exposure. **Environmental Science and Technology**, v. 50, n. 19, p. 10721–10729, 2016.

MATSUMOTO, H.; KOYA, G.; TAKEUCHI, T. Fetal Minamata disease: a neuropathological study of two cases of intrauterine intoxication by a methyl mercury compound. **Journal of Neuropathology and Experimental Neurology**, v. 24, n. 4, p. 563–574, 1965.

MICARONI, R. C. D. C. M.; BUENO, M. I. M. S.; JARDIM, W. D. F. Compostos de mercúrio. Revisão de métodos de determinação, tratamento e descarte. **Química Nova**, v. 23, n. 4, p. 487–495, 2000.

MOKRZAN, E. M. et al. Methylmercury-thiol uptake into cultured brain capillary endothelial cells on amino acid system L. **Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics**,

v. 272, n. 3, p. 1277–1284, 1995.

MOSQUERA GUERRA, F. et al. Mercury in Populations of River Dolphins of the Amazon and Orinoco Basins. **EcoHealth**, v. 16, n. 4, p. 743–758, 2019.

MS. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Portaria nº 685/1998**. Princípios gerais para o estabelecimento de níveis máximos de tolerância para contaminantes inorgânicos: Limites máximos de tolerância para contaminantes inorgânicos. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 1998. Disponível em: [bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/1998/anexo/anexo\\_prt0685\\_27\\_08\\_1998.pdf](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/1998/anexo/anexo_prt0685_27_08_1998.pdf). Acesso em: 5 mar. 2020.

NYLAND, J. F. et al. Biomarkers of methylmercury exposure immunotoxicity among fish consumers in amazonian Brazil. **Environmental Health Perspectives**, v. 119, n. 12, p. 1733–1738, 2011.

PALHETA, D.; TAYLOR, A. Mercury in environmental and biological samples from a gold mining area in the Amazon region of Brazil. **Science of the Total Environment**, v. 168, n. 1, p. 63–69, 1995.

PASSOS, C. J. S.; MERGLER, D. Human mercury exposure and adverse health effects in the Amazon: A review. **Cadernos de Saude Publica**, v. 24, n. SUPPL.4, p. 503–520, 2008.

PAULA, M. DE. Inimigo invisível: metais pesados e a saúde humana. **Tchê Química**, v. 3, n. 6, p. 37–44, 2006.

PESTANA, I. A. et al. Methylmercury in environmental compartments of a hydroelectric reservoir in the Western Amazon, Brazil. **Chemosphere**, v. 215, p. 758–765, 2019.

PETERSON, S. A. et al. Selenium and mercury interactions with emphasis on fish tissue. **Environmental Bioindicators**, v. 4, n. 4, p. 318–334, 2009.

PINHEIRO, M. C. N. et al. Mercury pollution and childhood in Amazon riverside villages. **Environment International**, v. 33, n. 1, p. 56–61, 2007.

PINHEIRO, M. D. C. N. et al. Avaliação da contaminação mercurial mediante análise do teor de Hg total em amostras de cabelo em comunidades ribeirinhas do Tapajós, Para, Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 33, n. 2, p. 181–184, 2000.

PINO, A. et al. Determination of mercury in hair of children. **Toxicology Letters**, v. 298, n. June, p. 25–32, 2018.

PINTO, L. DE C. M. et al. Mapping the evolution of mercury (Hg) research in the Amazon (1991–2017): A scientometric analysis. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 16, n. 7, 2019.

REBELO, R. DE S. **Toxicidade do Mercurio e seus efeitos neurodegenerativos**. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Instituto Superior De Ciências Da Saúde Egas Moniz, Almada, Portugal, 2016.

RICE, D. C. The US EPA reference dose for methylmercury: Sources of uncertainty. **Environmental Research**, v. 95, n. 3, p. 406–413, 2004.

ROCHA, C. A. M. **Avaliação da Genotoxicidade do Cloreto de Metilmercúrio em duas espécies de peixes neotrópicos**. 2009. 102 p. Tese (Doutorado em Neurociências e Biologia Celular). Instituto de Ciências Biológicas. Universidade Federal do Pará, Belém, 2009.

SÁ, A. L. DE et al. Exposição humana ao mercúrio na região Oeste do Estado do Pará. **Revista Paraense de Medicina**, v. 20, n. 1, p. 19–25, 2006.

SAKAMOTO, M. et al. Changes in body burden of mercury, lead, arsenic, cadmium and selenium in infants during early lactation in comparison with placental transfer. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 84, p. 179–184, 2012.

SAKAMOTO, M. et al. Relationships between trace element concentrations in chorionic tissue of placenta and umbilical cord tissue: Potential use as indicators for prenatal exposure. **Environment International**, v. 60, p. 106–111, 2013.

SAKAMOTO, M. et al. Significance of fingernail and toenail mercury concentrations as biomarkers for prenatal methylmercury exposure in relation to segmental hair mercury concentrations. **Environmental Research**, v. 136, p. 289–294, 2015.

SALOMON, M. A nova corrida do ouro na Amazônia. **Instuto Escolhas**, p. 20, 2020.

SAMPAIO DA SILVA, D. et al. Inverse mercury and selenium concentration patterns between herbivorous and piscivorous fish in the Tapajós River, Brazilian Amazon. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 97, p. 17–25, 2013.

SANTOS, E. C. DE O. et al. Exposição ao mercúrio e ao arsênio em Estados da Amazônia: síntese dos estudos do Instituto Evandro Chagas/FUNASA. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 6, n. 2, p. 171–185, 2003.

SANTOS, E. O. et al. Correlation between blood mercury levels in mothers and newborns in Itaituba, Pará State, Brazil. **Cadernos de Saude Publica**, v. 23, n. SUPPL. 4, p. 622–629, 2007.

SCHULZ, Aretha Rodrigues. **Variações inter-individuais em biomarcadores de exposição ao mercúrio em uma população ribeirinha do rio Tapajós**, Pará. 2009. Dissertação (Mestrado) – Curso de Mestrado em Toxicologia, Faculdades de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2009. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/60/60134/tde-22072009-160630/pt-br.php>. Acesso em: 28 mar. 2019.

SILVA FILHO, E. V et al. **Mercúrio em peixes no Brasil e sua implicação ecológica: revisão bibliográfica**. III Congresso Brasileiro de Oceanografia-CBO. **Anais...**2008

SILVA, C. R. DA. **Geodiversidade do Brasil: conhecer o passado, para entender o presente e prever o futuro**. [s.l.] CPRM, 2008.

SPILLER, P. et al. An abundance of seafood consumption studies presents new opportunities to evaluate effects on neurocognitive development. **Prostaglandins Leukotrienes and Essential Fatty Acids**, v. 151, n. September, p. 8–13, 2019.

SUZUKI, T. et al. Mercury analysis manual. **Ministry of the Environment**, Japan, n. March, 2004.

- USEPA. United States Environmental Protection Agency. **EPA-FDA Fish Advice: Technical Information**. Washington, DC: USEPA, 2017. Disponível em: <https://www.epa.gov/fish-tech/epa-fda-fish-advice-technical-information>. Acesso em: 20 mar. 2020.
- VAHTER, M. et al. Longitudinal study of methylmercury and inorganic mercury in blood and urine of pregnant and lactating women, as well as in umbilical cord blood. **Environmental Research**, v. 84, n. 2, p. 186–194, 2000.
- VEGA, C. M. et al. Human mercury exposure in Yanomami indigenous villages from the Brazilian Amazon. **International journal of environmental research and public health**, v. 15, n. 6, p. 1051, 2018.
- VIEIRA, J. C. S. et al. Correction to: Mercury Exposure: Protein Biomarkers of Mercury Exposure in Jaraqui Fish from the Amazon Region. **Biological Trace Element Research**, v. 183, n. 1, p. 172–172, 2018.
- VIGEH, M. et al. Prenatal mercury exposure and birth weight. **Reproductive Toxicology**, v. 76, p. 78–83, 2018.
- VILLAS BÔAS, R. C.; BEINHOFF, C.; SILVA, A. R. **Mercury in the Tapajós Basin**. CNPQ/CYTED – CETEM: Rio de Janeiro, 2001.
- WASSERMAN, J.; HACON, S. O Ciclo do Mercúrio no Ambiente Amazônico. **Mundo e Vida**, v. 2, p. 46–53, 2001.
- WHO, UNEP. **Guidance of Identifying Populations at Risk from Mercury Exposure**. Geneva, Switzerland. 2008.
- WU, M. et al. Umbilical cord blood mercury levels in China. **Journal of Environmental Sciences (China)**, v. 25, n. 2, p. 386–392, 2013.
- XAVIER, B. T. DE L. **Mineralogia e teores naturais de metais pesados em solos da bacia sedimentar amazônica**. [s.l.: s.n.].
- XUN, P. et al. Distribution of toenail selenium levels in young adult Caucasians and African Americans in the United States: The CARDIA Trace Element Study. **Environmental Research**, v. 111, n. 4, p. 514–519, 2011.
- ZHOU, F. et al. Toxicity assessment due to prenatal and lactational exposure to lead, cadmium and mercury mixtures. **Environment International**, v. 133, n. June, p. 105192, 2019.
- ZHOU, S. J. et al. Awareness of Listeriosis and Methylmercury toxicity public health recommendations and diet during pregnancy. **Women and Birth**, v. 32, n. 1, p. 65–70, 2018.



## APÊNDICES

TCLE nº: _____
----------------

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE

#### **Estudo da concentração de mercúrio total em cordão umbilical de Recém-natos da Região Oeste do Pará**

A Senhora está sendo convidada a participar da pesquisa “ESTUDO DA CONCENTRAÇÃO DE MERCÚRIO TOTAL EM CORDÃO UMBILICAL DE RECÉM-NATOS DA REGIÃO OESTE DO PARÁ” sob a responsabilidade da pesquisadora Domingas Machado da Silva, aluna do Curso de Mestrado em Biociências da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), sob orientação do Pesquisador Prof. Dr. Ricardo Bezerra de Oliveira.

Gostaríamos de contar com a sua participação que deve ser de livre escolha, o documento abaixo contém todas as informações necessárias sobre a pesquisa que pretendemos realizar. A sua colaboração nesta pesquisa será de muita importância, mas caso a Senhora desista de participar a qualquer momento, isso não lhe causará nenhum tipo de prejuízo.

Ao aceitar participar da pesquisa a Senhora fica ciente que:

- I) A pesquisa tem como objetivo monitorar os níveis de contaminação mercurial nas cidades de Santarém e Itaituba. Os dados levantados nesta pesquisa servirão de auxílio para futuras intervenções preventivas e de controle no âmbito da saúde pública local.
- II) Caso a Senhora aceite participar da pesquisa, esclarecemos que a coleta de dados ocorrerá com auxílio de um questionário contendo perguntas abertas e fechadas, assim como dados sobre, altura, peso, pressão arterial das gestantes e dos recém-natos as medidas do peso, altura, perímetro cefálico, torácico e APGAR coletados da carteira da gestante somente com sua autorização.
- III) Assim como também será necessário coletar amostras de cabelos, unhas e placentas das gestantes. E amostras do cordão umbilical e sangue do cordão umbilical quando estes não estiverem conectados ao recém-nascido. Não será coletado nenhum material diretamente no recém-nascido.

- IV)** No decorrer da coleta de dados a senhora estará exposta a alguns riscos, como perfurações indesejadas, cortes inadequados durante a coleta de unhas e cabelos, bem como constrangimentos no ato das referidas coletas. Nestes casos, os procedimentos serão imediatamente interrompidos e priorizados a atenção ao participante até seu reestabelecimento completo. Caso a senhora sinta-se constrangida e incomodada com o procedimento, procederemos de forma mais respeitosa possível contornar a situação procurando realizar a coleta em ambiente reservado a fim de não lhe expor. Vale ressaltar que todas as coletas serão realizadas especificamente por nós pesquisadores que estaremos presentes durante todo procedimento.
- V)** A senhora tem a liberdade de desistir ou de interromper a colaboração neste estudo no momento em que desejar, sem necessidade de qualquer explicação.
- VI)** Sua desistência não lhe causará nenhum prejuízo à sua saúde ou bem estar físico.
- VII)** As voluntárias serão beneficiadas por contribuírem para a identificação dos níveis de mercúrio em cabelos, unhas, placentas e sangue do cordão umbilical, participando de um estudo que pode subsidiar futuras intervenções preventivas no contexto de saúde pública, além de serem esclarecidos sobre suas consequências no organismo. Sendo que a sua participação neste estudo contribuirá para acrescentar a literatura dados referentes à este assunto abordado.
- VIII)** A coleta dos dados e das amostras para esta pesquisa será realizada nos Hospitais Municipais das Cidades de Itaituba e Santarém, em local reservado para preservar a confidencialidade das informações obtidas, não sendo a participante da pesquisa obrigada a responder as perguntas do questionário ou a doar as amostras caso sinta qualquer desconforto e ou constrangimento. Os resultados obtidos durante esta pesquisa serão mantidos em sigilo e arquivados sob responsabilidade dos pesquisadores por um período de 5 anos, após o término desse período todos os dados serão incinerados ou deletados, para assegurar o sigilo que é de direito de todo pesquisado.
- IX)** A participação nesta pesquisa não tem o objetivo de submeter o participante a qualquer tipo de tratamento, bem como não lhe causará nenhum gasto financeiro com relação ao assunto abordado.
- X)** Você não receberá qualquer remuneração e nenhum tipo de recompensa nesta pesquisa, sendo sua participação voluntária.
- XI)** Durante a realização da pesquisa, serão obtidas as assinaturas do participante da pesquisa e dos pesquisadores, assim como, constarão em todas as páginas do TCLE as rubricas dos mesmos.

- XII)** Ao aceitar participar da pesquisa, a senhora concorda que os resultados sejam divulgados em publicações científicas, desde que seus dados pessoais não sejam mencionados.
- XIII)** Conforme as leis vigentes serão garantidas ressarcimento aos participantes que em caso de constrangimento ou qualquer outro prejuízo durante a realização da pesquisa, poderão solicitar segundo as leis vigentes no País, seus direitos legais, assegurando que sejam cumpridos os princípios da bioética: autonomia, não maleficência, beneficência, justiça e equidade.
- XIV)** Caso desejar, poderá pessoalmente ou por meio de telefone tomar conhecimento dos resultados parciais e ou finais desta pesquisa. Será garantida a privacidade e a confidência das informações sendo a responsabilidade assumida pelos pesquisadores que para qualquer informação, poderão ser contatados nos seguintes endereços: A pesquisadora, aluna: Domingas Machado da Silva, pode ser encontrada na Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA, endereço: Avenida Mendonça Furtado, s/n, bairro Aldeia – Prédio do Programa de Pós Graduação-PPG Biociências ou pelo celular 093 99110-9622 ou pelo e-mail: enfadomingassilva@gmail.com. E o Pesquisador Prof. Dr. Ricardo Bezerra de Oliveira, orientador da pesquisa que pode ser encontrado na Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA, situada na Avenida Marechal *Rondon*, s/n – Caranazal ou pelo celular 093 99133-7714 ou pelo e-mail: rbo@ufpa.br. Além destes, poderá também ter esclarecimentos com o Comitê de Ética em Pesquisa localizado na Av. Plácido de castro, 1399, Aparecida, CEP 68040-090, Universidade do Estado do Pará, Santarém-PA ou pelo telefone 093-3512-8000/3512-8013.

O presente projeto será desenvolvido conforme aprovação da Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade do Estado do Pará, localizado na Av. Plácido de Castro, 1399, Aparecida, Santarém, Pará, telefone (93) 3512 8000. Sob CAAE: N° 94880318.9.0000.5168.

O Comitê de Ética em Pesquisa são colegiados interdisciplinares e independentes, de relevância pública, de caráter consultivo, deliberativo e educativo, criados para defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos (Res. CNS nº 466, 2012).

Este documento é emitido em duas vias que serão ambas rubricadas em todas as páginas e ao final assinado pelo participante e pelos pesquisadores, ficando uma via com o participante e outra via com os pesquisadores.

Eu \_\_\_\_\_, residente e domiciliada na \_\_\_\_\_, portador da Cédula de identidade, RG \_\_\_\_\_, e inscrito no CPF \_\_\_\_\_ nascido (a) em \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_\_. Declaro que obtive todas as informações necessárias, bem como todos os eventuais esclarecimentos quanto às dúvidas por mim apresentadas, sendo assim, concordo de livre e espontânea vontade participar como voluntária da pesquisa “ESTUDO DA CONCENTRAÇÃO DE MERCÚRIO TOTAL EM CORDÃO UMBILICAL DE RECÉM-NATOS DA REGIÃO OESTE DO PARÁ”.

Santarém, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_  
**Assinatura do participante da pesquisa**



Impressão do polegar caso o participante não saiba assinar

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o consentimento livre e esclarecido deste participante, explicando-o sobre os procedimentos e riscos desta pesquisa e sanando suas dúvidas, conforme determina a Resolução CNS 466/12

\_\_\_\_\_  
**Dr. Ricardo Bezerra de Oliveira**  
Pesquisador Orientador UFOPA

\_\_\_\_\_  
**DOMINGAS MACHADO DA SILVA**  
Aluna do Curso de Biociências\UFOPA

Declaro que presenciei o processo de esclarecimento das informações sobre a pesquisa, assim como do consentimento deste participante para a sua participação nesta pesquisa

---

**Testemunha**

---

**Testemunha**

INSTRUMENTO PARA COLETA DE DADOS

n°: _____
-----------

**Estudo da concentração de Mercúrio Total em cordão umbilical de Recém-natos da  
Região Oeste do Pará**

Data \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

**A – PERFIL DO VOLUNTÁRIO:**

**NOME:** \_\_\_\_\_

1. Data de nascimento: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

2. Idade Gestacional \_\_\_\_\_

3. Endereço: \_\_\_\_\_ Telefone: \_\_\_\_\_

4. Estado civil: \_\_\_\_\_

5. Raça: ( ) branca, ( ) negra, ( ) parda, ( ), índio, ( ) asiático

6. Peso: \_\_\_\_\_, Altura: \_\_\_\_\_

7. Pressão arterial durante a gestação: \_\_\_/\_\_\_, \_\_\_/\_\_\_, \_\_\_/\_\_\_, \_\_\_/\_\_\_, \_\_\_/\_\_\_, \_\_\_/\_\_\_, \_\_\_/\_\_\_, \_\_\_/\_\_\_, \_\_\_/\_\_\_

8. Ocupação: \_\_\_\_\_

9. Trabalha/Trabalhou em garimpo/casa de compra de ouro/ extração de ouro? ( ) sim, ( ) não. Quanto tempo? \_\_\_\_\_

10. Residiu em região de garimpo? ( ) sim, ( ) não. Quanto tempo? \_\_\_\_\_

11. Nível de Escolaridade: ( ) nunca fui à escola; ( ) ensino fundamental; ( ) ensino médio; ( ) ensino superior incompleto; ( ) ensino superior completo; ( ) outro \_\_\_\_\_

12. Fumante? ( ) sim ( ) não

13. Ingere bebida alcoólica? ( ) sim ( ) não

14. Usa algum tipo de produto químico no cabelo (tintura/permanentes/alisadores)? ( ) sim ( ) não

15. Você não teve ( / ), já teve ( 0 ) ou tem ( X )?

( ) malária, ( ) dengue, ( ) febre amarela, ( ) problemas cardíacos, ( ) hepatite, ( ) pressão arterial alta, ( ) pressão artéria baixa, ( ) algum tipo de câncer, qual? \_\_\_\_\_

Outras

( ) dor de cabeça, ( ) visão embaçada, ( ) tonturas, ( ) tremores, ( ) diminuição de concentração

16. Você tem filhos? \_\_\_\_\_, Quantos? \_\_\_\_\_, Algum nasceu com problemas neurológicos? \_\_\_\_\_, Quantos? \_\_\_\_\_

17. Sabe informar se seu xampu contem selênio? ( ) sim ( ) não

## **B - HÁBITOS ALIMENTARES DA GESTANTE:**

Qual a origem da água que você ingere? ( ) poço ( ) rios ( ) mineral ( ) “da torneira” colocar outro termo

Qual a frequência que você come?

Farinha: ( ) nunca, ( ) 1-2/semana, ( ) 3-4/semana, ( ) todo dia, ( ) vezes

Galinha de supermercado: ( ) nunca, ( ) 1-2/semana, ( ) 3-4/semana, ( ) todo dia, ( ) vezes

Galinha caipira: ( ) nunca, ( ) 1-2/semana, ( ) 3-4/semana, ( ) todo dia, ( ) vezes

Carne de boi: ( ) nunca, ( ) 1-2/semana, ( ) 3-4/semana, ( ) todo dia, ( ) vezes

Carne de porco: ( ) nunca, ( ) 1-2/semana, ( ) 3-4/semana, ( ) todo dia, ( ) vezes

Ovos de galinha: ( ) nunca, ( ) 1-2/semana, ( ) 3-4/semana, ( ) todo dia, ( ) vezes

Carne de caça: ( ) nunca, ( ) 1-2/semana, ( ) 3-4/semana, ( ) todo dia, ( ) vezes

Peixes:

Quantas vezes você come peixe por semana?

Qual a quantidade por refeição?

( ) 12,5g, ( ) 25g, ( ) 50g, ( ) 100g, ( ) 200g,

Quais peixes você come entre dezembro a maio (período de defeso)?

Por favor assinale em ordem de consumo: 1: mais consumido, 2: segundo mais consumido e assim sucessivamente.

( ) pescada branca, ( ) surubim, ( ) aracú, ( ) filhote, ( ) matrinxã, ( ) acari, ( ) caratinga, ( ) pirarucu, ( ) dourada, ( ) tucunaré, ( ) apapá, ( ) aruanã, ( ) Curimatá, ( ) tambaqui, ( ) charutinho, ( ) pacú, ( ) pirarara, ( ) pirapitinga.

Quais peixes você come entre junho a novembro?

Por favor assinale em ordem de consumo: 1: mais consumido, 2: segundo mais consumido e assim sucessivamente.

( ) pescada branca, ( ) surubim, ( ) aracú, ( ) filhote, ( ) matrinxã, ( ) acari, ( ) caratinga, ( ) pirarucu, ( ) dourada, ( ) tucunaré, ( ) apapá, ( ) aruanã, ( ) Curimatá, ( ) tambaqui, ( ) charutinho, ( ) pacú, ( ) pirarara, ( ) pirapitinga.

Açaí: ( ) nunca, ( ) 1-2/semana, ( ) 3-4/semana, ( ) todo dia, ( ) vezes

Castanha do Pará: ( ) nunca, ( ) 1-2/semana, ( ) 3-4/semana, ( ) todo dia, ( ) vezes

Come alguma fruta: ( ) nunca, ( ) 1-2/semana, ( ) 3-4/semana, ( ) todo dia, ( ) vezes

Qual fruta? \_\_\_\_\_

### **C- INFORMAÇÕES DO RECÉM-NATO**

**1 Sexo do Recém-nato: M( ) F( )**

**2** Peso: \_\_\_\_\_, Estatura: \_\_\_\_\_, APGAR: \_\_\_\_\_

Perímetro Cefálico \_\_\_\_\_, Perímetro Torácico: \_\_\_\_\_

**3** Raça: ( ) branca, ( ) negra, ( ) parda, ( ), índio, ( ) asiático



**ANEXOS****CARTA DE ACEITE DA SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE DE ITAITUBA**

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL  
ESTADO DO PARÁ

**Prefeitura Municipal de Itaituba**  
**Secretaria Municipal de Saúde**

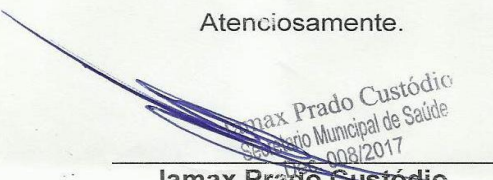
Itaituba/Pa, 04 de junho de 2018.

**Carta de Anuência**

A Secretaria de Saúde do Município de Itaituba - Estado do Pará está ciente e de acordo com o desenvolvimento do Projeto de pesquisa intitulado **“Estudo da Concentração de Mercúrio Total em Cordão Umbilical de Recém-Natos da Região Oeste do Pará”**, sob a responsabilidade da Discente Domingas Machado da Silva sob a orientação do professor Dr. Ricardo Bezerra de Oliveira. O projeto será desenvolvido no Hospital Municipal de Itaituba.

Contamos com o retorno dos resultados desta pesquisa, afim de que os mesmos possam ser utilizados na melhoria da qualidade de vida das populações ribeirinhas.

Atenciosamente.

  
**Jamax Prado Custódio**  
Secretário Municipal de Saúde  
Decreto Municipal 008/2017.

## APROVAÇÃO DO PROTOCOLO DE PESQUISA

UEPA - UNIVERSIDADE DO  
ESTADO DO PARÁ - CAMPUS  
XII - TAPAJÓS



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** ESTUDO DA CONCENTRAÇÃO DE MERCÚRIO TOTAL EM CORDÃO UMBILICAL DE RECÉM-NATOS DA REGIÃO OESTE DO PARÁ

**Pesquisador:** RICARDO BEZERRA DE OLIVEIRA

**Área Temática:**

**Versão:** 3

**CAAE:** 94880318.9.0000.5168

Outros	CartaDeAceiteSEMSAltaituba.pdf	22/06/2018 23:01:11	RICARDO BEZERRA DE OLIVEIRA	Aceito
Folha de Rosto	FolhaDeRosto.pdf	22/06/2018 22:51:05	RICARDO BEZERRA DE OLIVEIRA	Aceito

#### Situação do Parecer:

Aprovado

#### Necessita Apreciação da CONEP:

Não

SANTAREM, 21 de Novembro de 2018

---

**Assinado por:**  
**Rodrigo Luis Ferreira da Silva**  
**(Coordenador(a))**