

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA NÚCLEO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO REGIONAL E MEIO AMBIENTE

CRESCIMENTO LINEAR E ESTADO NUTRICIONAL DE CRIANÇAS E ADOLESCENTES RIBEIRINHOS DE COMUNIDADES NO BAIXO RIO MADEIRA, EXPOSTOS AO MERCÚRIO.

VANESSA ALVES MENDES



FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA NÚCLEO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO REGIONAL E MEIO AMBIENTE

CRESCIMENTO LINEAR E ESTADO NUTRICIONAL DE CRIANÇAS E ADOLESCENTES RIBEIRINHOS DE COMUNIDADES NO BAIXO RIO MADEIRA, EXPOSTOS AO MERCÚRIO.

VANESSA ALVES MENDES

Orientador: Prof. Dr. Wanderley Rodrigues Bastos Co-Orientador: Dr. Dario Pires de Carvalho

Dissertação de Mestrado apresentada junto ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente, Área de Concentração em Ambiente, Saúde e Sustentabilidade, para obtenção do Título de Mestre em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação Fundação Universidade Federal de Rondônia

Gerada automaticamente mediante informações fornecidas pelo(a) autor(a)

M538c Mendes, Vanessa Alves.

Crescimento linear e estado nutricional de crianças e adolescentes ribeirinhos de comunidades no baixo rio Madeira, expostos ao mercúrio. / Vanessa Alves Mendes, Wanderley Rodrigues Bastos, Dario Pires de Carvalho. -- Porto Velho, RO, 2018.

96 f.: il.

Orientador(a): Prof. Dr. Wanderley Rodrigues Bastos Coorientador(a): Prof.ª Dra. Dario Pires de Carvalho.

Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente) - Fundação Universidade Federal de Rondônia

 1.antropometria. 2.criança. 3.metilmercúrio. I. Bastos, Wanderley Rodrigues. II. Carvalho, Dario Pires de. III. Bastos, Wanderley Rodrigues. IV. Título.

CDU 549:612.39

VANESSA ALVES MENDES

CRESCIMENTO LINEAR E ESTADO NUTRICIONAL DE CRIANÇAS E ADOLESCENTES RIBEIRINHOS DE COMUNIDADES NO BAIXO RIO MADEIRA, EXPOSTOS AO MERCÚRIO.

Comissão Examinadora

Dr. Wanderley Rodrigues Bastos Fundação Universidade Federal de Rondônia

Dr.Dario Pires de Carvalho Universidade Federal do Rio de Janeiro

Dra. Mariangela Soares de Azevedo

Membro Interno

Fundação Universidade Federal de Rondônia

Dr. Ronaldo de Almeida Membro Externo

Fundação Universidade Federal de Rondônia

Porto Velho, 25 de setembro de 2018.

Resultado Aprovison

Dedico a minha filha Cecília Marina, a responsável por me fazer melhorar a cada dia e aos meus pais que são meus exemplos de vida. **Eu amo demais vocês!**

AGRADECIMENTOS

Agradeço a **Deus** em toda sua onipotência, por me dar forças e me sustentar até aqui. Sua existência é tão real como o ar que respiro.

Aos meus pais (Sr. **Antônio Neto** e **Dona Marina**), por se fazerem presentes mesmo estando distantes. Eu nunca poderei recompensá-los pelo que fazem por mim! Tenho muito orgulho de vocês! Amo vocês!

A minha filha **Cecília Marina**, que mesmo sem entender a dimensão de tudo isso, me apoiou e entendeu todas as noites que não pude brincar por precisar escrever, além de entender quando precisamos ficar longe pra ir a campo. Você não imagina o quanto é a minha força e a responsável por tudo isso!

A minha irmã **Fran** e sobrinha **Duda** que acreditam e torcem muito por mim. A saudade é diária, mas sei que posso contar sempre com vocês!

Ao meu orientador Professor **Wanderley**, pelos ensinamentos e confiança. Minha admiração é cada dia maior, por sua indiscutível competência, dedicação e, sobretudo, humildade. Meu muito obrigado!

Ao **Dario** pela co-orientação, paciência, apoio e amizade. Você não imagina como me acalmava o seu "relaxa aí que vai dar certo!". Sua ajuda foi fundamental, muitíssimo obrigado!

Ao Prof^o. **Ronaldo** (**Ronaldinho**) e Prof^a. **Mariangela** pelas contribuições para enriquecimento desse trabalho.

Ao **Charles** que me ajudou na elaboração do mapa da comunidade.

A **Patrícia** e Secretaria Municipal de Saúde de Humaitá, por apoio na logística da viagem a campo.

Aos meus colegas do mestrado, em especial, a **Angela Neta**, obrigada por estar comigo nos momentos de angústias, desesperos e alegrias, inclusive na viagem a campo. Foi cansativo, mas você tornou tudo mais divertido. Ainda bem que nos conhecemos!

Ao **Anjo Gabriel** e **Olakson** por todo apoio e risadas naquela viagem ao Puruzinho.

A todos os moradores de Tapuru pela confiança em participarem da pesquisa, em especial, a enfermeira **Magda** e agente comunitária de saúde **Maria José** por me ajudarem na coleta dos dados.

A todos os moradores do Puruzinho, especialmente ao **Leleca** e **Rongelina** por me receberem tão bem em sua casa e me deixar à vontade como alguém da família. Foi ótimo estar com vocês!

Aos colegas do Laboratório Biogeoquímica Ambiental / UNIR, especialmente a **Cristina** que sempre esteve disposta a me ajudar com muita paciência e dedicação.

A **Jacke**, obrigado pela amizade e pela ajuda em ficar com a minha filha nos dias que precisei. Sou grata a Deus por conhecer você.

As minhas amigas de Mato Grosso pela torcida e amizade em mais esse processo.

Aos colegas do Departamento de Enfermagem /UNIR.

A todos os professores do PGDRA e a Dona Izabel.

A todos que, de alguma forma, me ajudou chegar até aqui. Meu muito obrigado!

Para tudo há uma ocasião certa; há um tempo certo para cada propósito debaixo do céu.

(Eclesiastes 3:1).

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o estado nutricional de crianças e adolescentes ribeirinhos e correlacioná-lo à exposição da contaminação de mercúrio em duas comunidades no baixo rio Madeira (AM). Trata-se de um estudo de caráter quantitativo e descritivo com delineamento transversal nas comunidades do Puruzinho e de São Sebastião do Tapuru. A amostra foi composta por indivíduos de zero a 19 anos (crianças e adolescentes) e suas mães. Foram avaliadas concentrações de mercúrio total (Hg_{Total}) e MeHg em cabelo de todos os indivíduos e de Hg_{Total} em sangue das mães. Para análise do crescimento e ganho ponderal, foi realizada mensuração da antropometria (peso e estatura) de todos os indivíduos. Além disso, foi aplicado um questionário para identificação dos hábitos alimentares, dados socioambientais. Os resultados demonstram que as concentrações média de Hg_{Total} no cabelo das mulheres foi maior na comunidade do Puruzinho 11.6 ± 5.0 mg.kg⁻¹ e MeHg 8.7 ± 4.1 mg.kg⁻¹, em relação às mulheres de Tapuru com Hg_{Total} $(7.0\pm3.73$ mg.kg⁻¹) e MeHg (6.79 ± 3.4) mg.kg⁻¹). As médias mais elevadas para os grupos etários foram observadas na faixa etária de 0-5 anos no Puruzinho com Hg_{Total} (9,14 \pm 3,44 mg.kg⁻¹) e MeHg (8,81 \pm 4,08 mg.kg⁻¹). No Tapuru, a faixa etária com maior média foi >5-10 anos com Hg_{Total} (7,76±1,52 mg.kg⁻¹), MeHg (7,17±1,44 mg.kg⁻¹). Embora a frequência do consumo semanal de peixe na comunidade do Tapuru seja mais elevada, 84,8% das famílias relataram consumir peixes de hábitos não carnívoros, enquanto que 48,33% das famílias do Puruzinho consomem preferencialmente peixes de hábito alimentar carnívoro. A comunidade do Puruzinho também apresentou níveis de Hg_{Total} no sangue mais elevados com 45 μg.L⁻¹ em relação ao Tapuru com 30,11 µg.L⁻¹. Na avaliação temporal, no Puruzinho, no período de 2012-2017, nota-se que não houve diferença significativa nas concentrações de Hg_{Total} no cabelo da população para adultos, crianças e adolescentes, entretanto, a média das concentrações na faixa etária >5-10 anos apresentou uma diminuição de 57,84% na avaliação de 2017 comparando com 2012. Em relação ao crescimento, a comunidade do Tapuru apresentou médias de escore z HAZ na faixa etária de 0-5, >5-10, >10-19 (-0,42; -0,16; -1,02), bem como BMI (0,75; -0,45; -0,22). Já no Puruzinho, HAZ (0,86; -0,68; -0,64), BMI (0,31; -0,25; -0,02) nas respectivas faixas etárias. Em sua grande maioria, as crianças e adolescentes de ambas as comunidades estão eutróficas, entretanto, no Tapuru algumas crianças de zero a cinco anos estão mais curtas e pesadas, enquanto que há indivíduos de >5 a 10 anos altos e abaixo do peso. Parte dos adolescentes também se encontra com altura inferior aos padrões de referência. No Puruzinho, apenas a faixa etária dos adolescentes apresentou uma diferença, sendo que estão abaixo no escore de corte -2. No Tapuru, existe uma correlação significativa negativa, embora fraca, com R - 0,372 em relação ao escore HAZ (altura para idade) com a concentração de mercúrio. Mas não necessariamente fora do limite de referência.

Palavras-chave: antropometria; criança; metilmercúrio.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the nutritional status of riverside children and teenagers, and correlate it to mercury contamination in two communities located at the lower part of Madeira river (AM, Brazil). This was a quantitative and descriptive study with cross-sectional delineation in the communities of Puruzinho and São Sebastião do Tapuru. The sample was composed by individuals from 0 to 19 years (children and teenagers) and their mothers. The total mercury concentrations (Hg_{Total}) and MeHg in hair in all individuals and Hg_{Total} concentration in the mother's blood were evaluated. For growth and weight gain analysis, anthropometry measurements (weight and height) were performed of all individuals. In addition, a questionnaire was applied in order to identify eating habits and environmental data. The results show that the average concentrations of Hg_{Total} in the women hair was greater in the community of Puruzinho $11.6 \pm 5.0 \text{ mg.kg}^{-1}$ and MeHg $8.7 \pm 4.1 \text{ mg.kg}^{-1}$, when compared with the women from Tapuru Hg_{Total} (7.0 \pm 3.73 mg.kg⁻¹) and MeHg (6.79 \pm 3.4 ⁻¹ mg.kg⁻¹). The highest age group averages was observed in the group between 0-5 years in Puruzinho, with Hg_{Total} (9.14 ± 3.44 mg.kg⁻¹) MeHg (8.81 ± 4.08 mg.kg⁻¹). However, the Tapuru region presented the highest average for the group > 5-10 years, Hg_{Total} (7.76 \pm 1.52 mg.kg⁻¹) and MeHg (7.17 \pm 1.44 mg.kg⁻¹). Although the weekly consumption frequency of fish in the Tapuru community is higher, 84.8% of people reported consuming non-carnivore fish, while 48.33% of the families of Puruzinho reported a consumption of preferably carnivore fish. The Puruzinho community also presented Hg_{Total} levels higher with 45 μg.L⁻¹ in relation to 30.11 µg.L⁻¹ in the blood of the Tapuru community. When analyzing the temporal evaluation of Puruzinho, between 2012-2017, there was no significant difference in the concentration of Hg_{Total} in the hair of the adults, children and teenagers, however, the average concentrations in the age > 5-10 years presented a decrease of 57.84% in 2017 when compared to 2012. In relation to growth, Tapuru community presented averages of HAZ z score from 0-5, >5-10, >10-19 (-0.42; -0.16; -1.02), as well as BMI (0.75; -0.45; -0.22). Althought, in Puruzinho showed a HAZ (0.86; -0.68; -0.64), BMI (0.31; -0.25; -0.02) in the respective age groups. A large portion of children and teenagers from both communities are eutrophic, however, in Tapuru some children from zero to five years are shorter and heavier, while there are individuals from >5 to 10 years that are tall and underweight. Part of the teenagers also is under the height standards. In the Puruzinho, only the age of teenagers presented a difference, being that are below the standard -2. In Tapuru, there is a significant negative correlation, althought weak, with R - 0.372 when compared to HAZ score (height for age) with the mercury concentration. However, it is not necessarily outside the reference limit.

Key words: Anthropometry; child; methylmercury.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mercúrio em sua forma líquida densa (lado esquerdo) e sendo volatilizado
por aquecimento no processo de separação do ouro (lado direito)25
Figura 2: Atividade de mineração de ouro no rio Madeira; retorta utilizada para
recuperação do mercúrio.
Figura 3: Pesca tradicional na Região Amazônica
Figura 4: Área de estudo evidenciando as localidades ribeirinhas do Puruzinho e do
Tapuru no Baixo Rio Madeira (AM). São Sebastião do Tapuru – latitude 6°31'53,54"S
longitude 62°19' 35,61"W e Lago do Puruzinho latitude 7°22'14,31"S e longitude
63°03'32,71"W
Figura 5: Amostras de cabelos submersas em solução EDTA 0,01%39
Figura 6: Amostras no bloco digestor a 70 °C
Figura 7: Titulação das amostras41
Figura 8: Análise de Hg _{Total} por espectrofotometria de absorção atômica com geração
de vapor frio (CV-AAS)42
Figura 9: Análise de MeHg por cromatógrafo gasoso acoplado ao espectrofotômetro
de fluorescência atômica (CG-AFS)
Figura 10: Boxplot das concentrações de Hg _{Total} , MeHg e porcentagem de
MeHg/Hg _{Total} em cabelos, no grupo de adulto feminino na comunidade do Puruzinho e do
Tapuru, (n= número de amostras) letras diferentes indicam diferenças significativas48
Figura 11: Gráfico das concentrações de Hg _{Total} ; MeHg e porcentagem de
MeHg/Hg _{Total} em cabelos, no grupo infanto-juvenil na comunidade do Puruzinho e do Tapuru
(n= número de amostras analisadas)50
Figura 12: Gráfico das concentrações de Hg _{Total} , MeHg e % MeHg/Hg _{Total} em
cabelos, grupo feminino adulto e crianças na faixa etária 0-5 anos, >5-10 anos, >10-19 anos
da comunidade do Puruzinho (letras diferentes indicam diferenças significativas)51
Figura 13: Gráfico das concentrações de Hg _{Total} , MeH e % MeHg/Hg _{Total} em cabelos,
grupo feminino adulto e crianças na faixa etária 0-5 anos, >5-10 anos, >10-19 anos da
comunidade do Tapuru. Letras diferentes indicam diferenças significativas
Figura 14: Boxplot das concentrações de Hg _{Total} no sangue, no grupo de adultos nas
comunidades de Puruzinho e de Tapuru. (n= número de amostras analisadas)

Figura 15: Boxplot da comparação temporal das concentrações de Hg _{Total} , MeHg e %
MeHg/Hg _{Total} em cabelos da população adulta do Puruzinho, distribuído conforme sexo no
período de 2012 e 2017 (letras iguais indicam diferenças não significativas)54
Figura 16: Gráfico da comparação temporal das concentrações de Hg _{Total} , MeHg e %
MeHg/Hg _{Total} em cabelos, no grupo 0 a 5 anos, >5 a 10 anos, >10 a 19 anos, em 2012 e 2017
(letras iguais indicam que não houve diferença significativa)
Figura 17: Descrição do escore z WAZ das duas comunidades
Figura 18: Descrição do escore z HAZ das duas comunidades
Figura 19: Descrição do escore z BAZ por idade das duas comunidades58
Figura 20: Regressão Linear da concentração de Hg _{Total} no cabelo com o escore Z
altura por idade59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Va	alores de referência e con	centrações de Hg _{Total}	e MeHg enco	ntradas nas
amostras certificadas	de referência			44
Tabela 2: Esp	pécies e consumo de peix	es nas duas comunida	ides	46
Tabela 3: T	Frabalhos com resultados	s das concentrações	de mercúrio	na Região
Amazônica, publicado	os nas bibliotecas virtuais	(lista não exaustiva).		65

LISTA DE ABREVIAÇÃO

UNICEF - fundo das nações unidas para a infância

CDC - Centers for Disease Control and Prevention

CCD - Desenvolvimento do Cuidado para o Desenvolvimento Infantil

AIDPI - Atenção integrada às doenças prevalentes na infância

NCHS - National Center for Health Statistics (Centro Nacional de Estatística em Saúde dos Estados Unidos)

IMC - Índice de Massa Corpórea

WHO - World Health Organization

OMS - Organização Mundial de Saúde

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia Estatística

PNDS - Pesquisa Nacional de Demografia e Saúde da Criança e da Mulher

Hg - Mercúrio

MeHg - Metilmercúrio

TCVs - Thimerosal

OPAS - Organização Panamericana de Saúde

AM - Amazonas

UBSF - Unidade Básica de Saúde Fluvial

CNS - Conselho Nacional de Saúde

TALE - Termo de Assentimento Livre Esclarecido

TCLE - Termo de Consentimento Livre Esclarecido

EDTA - Ácido Etilenodiamino Tetra-acético

H₂SO - Símbolo Químico do Ácido Sulfúrico

HNO₃ - Símbolo Químico do Ácido Nítrico

KMnO₄ - Símbolo Químico do Permaganato de Potássio

MCR - material certificado de referência

DP - Desvio Padrão

WAZ - Weight-For-Age (peso-para-idade)

HAZ - Height-For-Age (altura-para-idade)

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária

EtHg - Etil-Mercúrio

SNC - Sistema Nervoso Central

Sodis - Solar Water Disinfection

SUMÁRIO

	1 IN	TRODUÇÃO	16
	2 RF	EVISÃO DA LITERATURA	18
	2.1	Crescimento infantil	18
	2.2	Antropometria na Região Norte	22
	2.3	O elemento Mercúrio e seu histórico na Amazônia	25
	2.4	Exposição Humana ao Mercúrio	30
	2.5	Consumo de peixe x Crescimento infantil	33
	3 OF	BJETIVOS	34
	3.1	Geral	34
	3.2	Específicos	34
	4 M	ATERIAIS E MÉTODOS	35
	4.1	Descrição e caracterização da amostra	35
	4.2	Aspectos éticos e legais	37
	4.3	Questionário e consumo de peixe	37
	4.4	Coleta dos dados e amostras biológicas	38
	4.5	Avaliação Antropométrica	39
	4.6	Preparação das amostras biológicas	39
	4.7	Tratamento químico das amostras	40
	4.7	'.1 Mercúrio Total	40
	4.7	'.2 Metil-mercúrio	41
	4.8	Análise das amostras	42
	4.8	3.1 Determinação de Mercúrio Total e Metilmercúrio	42
	4.9	Controle da Qualidade Analítica	43
	4.10	Tratamento Estatístico	44
	5 RE	SULTADOS	44
	5.1	Dados socioeconômicos	44
	5.2	Consumo de Peixe e Frequência	46
	5.2	2.1 Mercúrio no cabelo da população de Puruzinho e Tapuru	47
	5.2	2.2 Mercúrio no cabelo dos grupos adulto feminino e faixa etária 0	a 5
an	os), >5 a	10 anos e >10 a 19 anos	50
	5.3	Mercúrio Total no Sangue do Grupo de Adultos	52

5	.3.1 Comparação temporal de mercúrio no Puruzinho	53
5.4	Avaliação Antropométrica	55
6 D	DISCUSSÃO	60
6.1	Exposição humana ao mercúrio	60
6.2	Crescimento e estado nutricional das comunidades ribeirinhas	69
7 (CONCLUSÃO	73
REFE	RÊNCIAS	75
APÊN	DICES	86
ANEX	XOS	87

1 INTRODUÇÃO

O conceito de crescimento é apresentado na literatura com diversas conotações, muitas vezes, é descrito como sendo o mesmo evento de desenvolvimento infantil (MONTEIRO et al., 2016). É importante distinguir esses dois fenômenos, de suma importância para a vida adulta, que embora sejam intrinsicamente interligados, são distintos entre si.

Dois fatores podem influenciar o crescimento infantil: os intrínsecos ligados às questões genéticas dos indivíduos ou ainda os extrínsecos, com maior abrangência, ligados aos fatores sociais, nutricionais, econômicos e ambientais (BRASIL, 2002). Nesse sentido, os países em desenvolvimento, como o Brasil, que embora tenha apresentado diminuição na taxa de mortalidade infantil, não têm oferecido condições de vida favoráveis às crianças, principalmente as de baixa renda. Estas tendem a conviver com as maiores precariedades na infância, resultando nas menores chances de terem o seu crescimento e desenvolvimento satisfatórios para a idade.

Na Região Norte, que apresenta uma das piores condições de vida em relação a este assunto (CUNHA; MARQUES; DÓREA, 2017), há uma agravante para a saúde dessas crianças. Trata-se das áreas ribeirinhas, localizadas nas margens dos longos rios Amazônicos, as quais são afastadas da zona urbana. Muitas vezes, o único recurso é o barco de linha, os acessos aos serviços de saúde são dificultados, a renda familiar é baixa. O meio de sobrevivência são os recursos da própria floresta, que possibilitam à população sobreviver da plantação de mandioca, banana da terra e castanha do Brasil.

A fartura de peixe é abundante nos rios amazônicos e o alto consumo dessa fonte de proteína faz parte do estilo de vida da região. Muito embora algumas populações estejam mudando o estilo de vida, com a chegada da energia elétrica, e o aumento do poder aquisitivo por conta dos programas sociais e, em alguns casos, principalmente das comunidades mais próximas aos centros urbanos, maior acesso a via salarial decorrente da comercialização do pescado e da plantação (PIPERATA, 2011), muitas comunidades (mais afastadas) ainda possuem o pescado como principal fonte de proteína e cultivam a agricultura de subsistência. Isso gera o dilema envolvendo este consumo, pois, é sabido que o poder nutricional do pescado é extremamente importante para a saúde, mas a presença de contaminante, como o mercúrio, incorporado pelo peixe, tem sido motivo de atenção e de inúmeras pesquisas na investigação das implicações da toxicidade do mercúrio na saúde humana.

Em uma breve revisão na literatura científica, pode-se observar que a presença do mercúrio na região Amazônica é historicamente conhecida, tanto pela origem natural, proveniente do solo da região e fontes antropogênicas, como as atividades de garimpo de ouro (BASTOS; LACERDA, 2004) e desmatamento das florestas (ROULET et al., 1998; ROULET et al., 1999; LACERDA et al., 2004). Desde o surgimento das áreas de mineração, inúmeros estudos de exposição humana ao mercúrio têm tentado investigar os efeitos à saúde da população exposta a este contaminante tóxico. Entretanto, não existem evidências de sinais agudos de intoxicação. Por isso, os autores, comumente, concluem que os acompanhamentos a médio e longo prazos devem ser realizados para uma melhor compreensão dos possíveis efeitos à saúde da população exposta ao mercúrio.

As crianças são particularmente mais vulneráveis pela intoxicação de mercúrio e estudos atuais (OU et al., 2015; GAO et al., 2018) realizados em populações de outros países sugerem uma correlação significativa entre a exposição ao mercúrio com o crescimento infantil. Entretanto, na região Amazônica, onde a população apresenta concentrações médias de mercúrio muito acima do recomendado pela Organização Mundial de Saúde (2008) decorrente do consumo elevado de pescado, há trabalhos que apresentam resultados de acompanhamento pré-natal e nascimento, não postergando essa investigação nos anos subsequentes, em que a criança está em franco processo de transformação. Observa-se também uma carência de estudos na faixa etária da adolescência, que possuem necessidades diferenciadas decorrentes das alterações hormonais inerentes ao ciclo de vida.

A partir do exposto, surgiu uma hipótese: A exposição ao mercúrio em populações ribeirinhas da região Amazônica apresenta correlação com o crescimento linear de crianças e adolescentes? Este trabalho visa contribuir para discussão desse assunto em duas comunidades do baixo rio Madeira no estado do Amazonas que apresentam características diferentes nos aspectos geográficos, sociais, econômicos e ambientais.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Crescimento infantil

O crescimento infantil é um fenômeno contínuo e diversificado que envolve os fatores genéticos, ambientais e biológicos, estando incluído na avaliação ampla e complexa do desenvolvimento infantil (NEVES et al., 2016; MONTEIRO et al., 2016). É definido por alguns autores como as alterações no tamanho e na forma corporal, com resultado na antropometria. De um modo geral, o crescimento é o desenvolvimento físico, mensurável e quantificado (MONTEIRO et al., 2016). Sudfeld et al. (2015) descrevem que está interligado, de forma positiva, ao desenvolvimento cognitivo da criança. Deste modo, quando existem riscos no retardo do crescimento, pode haver aumentos da mortalidade infantil, infecção, atrasos neurológicos e cognitivos, desnutrição e outras afecções que podem ocasionar diversas deficiências na vida adulta, além das implicações na produtividade econômica e reprodutiva do País. Por isso, identificar as causas que pode resultar no retardo do crescimento linear, deve ser uma importante prioridade da saúde pública (LOURENÇO et al., 2012).

Além disso, o crescimento infantil serve também como um parâmetro utilizado frequentemente para mensurar a qualidade do ambiente em que vive uma criança, uma vez que as adversidades do meio em que se reside pode favorecer o déficit no crescimento, tendo resultados adversos e profundos na vida adulta, causando impactos nos aspectos humanos, sociais e econômicos (HODDINOTT et al., 2013).

Neves et al. (2016), no seu estudo com crianças em idades entre 24 e 36 meses da rede municipal de educação infantil no Vale do Jequitinhonha, observaram que os infantes estavam com déficit nos índices de estatura para a idade quando comparada com a média nacional, bem como resultados inferiores para o desenvolvimento cognitivo e de linguagem. Comprovando, dessa forma, que as variáveis biológicas têm maiores influências com o crescimento linear enquanto que as variáveis ambientais se associam ao desenvolvimento infantil de aprendizado e comunicação.

Os fatores associados à pobreza, restrição alimentar, de bens e serviços, além de estímulos psicossociais insuficientes, condições desfavoráveis na vida perinatal, deficiências nutricionais como iodo e ferro, estão relacionados ao atraso no crescimento e podem implicar no desenvolvimento infantil (BLACK et al., 2013; NEVES et al., 2016). Além disso, Black et al. (2013) comprovaram, ainda, que a desnutrição materna associada à amamentação restrita

são grandes causas de retardo no crescimento fetal e das mortes de crianças menores de 2 anos de idade.

Para Hoddinott et al. (2013), a disfunção no crescimento é um marcador do funcionamento anormal dos sistemas durante uma fase sensível do desenvolvimento infantil, pois, ao mesmo tempo em que se desenvolve a estatura, acontece também o crescimento dos órgãos, incluindo o desenvolvimento cerebral e neurológico, com efeitos no desempenho em testes de leitura e inteligência. Por isso, acompanhar o crescimento, é também avaliar as influências ligadas ao crescimento e desenvolvimento infantil na primeira infância (mil dias). Em seu estudo, a relação entre a falha do crescimento e o desfecho da altura adulta, foi mais influenciada por causas multifatoriais, como fatores relacionados ao nível social, doméstico e individual, em que a disponibilidade nutricional a nível celular tem efeito direto sobre o crescimento e desenvolvimento nos primeiros 1000 dias de vida e não necessariamente um déficit na altura para idade. Isso pode ser por haver um crescimento substancial de recuperação do déficit de altura para idade após 24 meses, sendo necessário um acompanhamento posterior a esse período (PRENTICE et al., 2013).

No estudo de coortes conduzidas na África do Sul, Brasil, Filipinas, Guatemala e Índia, os autores constataram que, depois de 24 meses, o escore Z (altura para idade) aumenta significativamente a ponto de promover uma diminuição no déficit do crescimento (LUNDEEN et al., 2014). Entretanto, ainda que seja possível uma recuperação após esse período, os estudos apontam que caso haja o retardo no crescimento, antes dos 24 meses, haverá comprometimento na estatura adulta (HODDINOTT et al., 2013).

A antropometria, isto é, a mensuração do peso, altura e perímetro cefálico, é uma importante ferramenta amplamente utilizada por profissionais para avaliar o estado nutricional e de saúde das crianças, além de ser também utilizada por pesquisadores para avaliar os efeitos da dieta e outros fatores durante a infância (ROBERTS; DALLAL, 2001). Nesse sentido, há décadas existe a preocupação por parte das instituições internacionais de saúde para realização do acompanhamento do crescimento infantil (OLIVEIRA et al., 2013).

Esse acompanhamento surgiu a partir de 1977, quando o *National Center for Health Statistics* (NCHS) foi criado para melhorar a identificação de possíveis problemas de saúde e nutrição infantil. Os parâmetros, neste documento, surgiram a partir de dois estudos longitudinais de âmbito nacional, o que possibilitava a comparação epidemiológica entre grupos de crianças. Entretanto, este referencial apresentou limitações para acompanhar o crescimento infantil, já que o padrão analisado não era uniformizado com a grande maioria das crianças. As crianças avaliadas eram apenas as norte-americanas, alimentadas com

aleitamento artificial, sugerindo que o aleitamento materno não é suficiente para promover o crescimento saudável. Além disso, havia falhas metodológicas, gerando diferenças nos limites de peso e altura, de forma que muitas crianças da média nacional, não poderiam ser avaliadas, segundo o índice de peso/altura (SOARES, 2003; ONIS et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2013).

Diante dessas dificuldades de avaliação do crescimento pelo referencial NCHS de 1977, em 1985, houve um processo para rever os gráficos da NCHS de 1977. Para tanto, iniciaram-se pesquisas, workshops conduzidos pelo próprio NCHS que faz parte de uma das inúmeras agências do *Centers for Disease Control and Prevention (CDC)*, com a presença das principais autoridades de várias agências federais e instituições acadêmicas com experiência em gráficos de crescimento infantil, bioestatística, prática pediátrica e nutrição aplicada em saúde pública. Em maio de 2000, foi lançado um novo referencial de avaliação do crescimento infantil, entendido como "novas curvas de crescimento CDC/2000" (KUCZMARSKI et al., 2000; ROBERTS; DALLAL, 2001; SOARES, 2003).

Esse novo referencial foi criado a partir dos dados do referencial anterior, com aperfeiçoamento das técnicas estatísticas e metodológicas com padronização das técnicas de coleta de dados, ampliação das amostras, sendo desenvolvidas cinco pesquisas, em diferentes Países, coletadas entre 1963 a 1994, o que assegura a representatividade racial e diversidade étnica; aumento da faixa etária (até 20 anos), incorporação do parâmetro de índice de massa corporal por idade (IMC); alteração nos limites de comprimento e altura, desenvolvimento de maior amplitude de percentis; uma diferença marcante, também, é em relação ao número maior de curvas que o CDC/2000 analisa, incluindo as curvas de IMC de 2 a 20 anos (KUCZMARSKI et al., 2000; SOARES, 2003). Todavia, essas novas curvas não foram recomendadas pela Organização Mundial de Saúde para uso internacional, pois, não representava as diversas populações mundiais (GOMES; ANJOS; VASCONCELLOS, 2010).

Em 2006, a OMS lançou um novo acompanhamento do crescimento infantil sendo apresentadas comparações dos novos padrões da OMS com a referência de crescimento do NCHS e os gráficos de crescimento do CDC 2000. Essa nova publicação na referência de crescimento foi elaborada a partir de um estudo multicêntrico com 5 cidades de países diferentes, para assegurar a diferença étnica, Pelotas (Brasil), Davis (Estados Unidos), Muscat (Omã), Oslo (Noruega), Acra (Gana) e Nova Deli (Índia). Para participação deste estudo, as crianças precisavam atender vários critérios de elegibilidade, tais como: serem nascidas de parto único a termo, ainda que com baixo peso; condições socioeconômicas e de saúde favoráveis para um crescimento satisfatório, aleitamento materno exclusivo até 4 meses e

complementar até um ano e ter mães não fumantes no período pré e pós-parto (OLIVEIRA, 2013).

No ano seguinte, a OMS lançou novas curvas de referência para o crescimento abarcando crianças acima de 5 anos e adolescentes até 19 anos completos (GOMES et al., 2010). Logo, no Brasil, o Ministério da Saúde adotou essas curvas na caderneta das crianças (BRASIL, 2008). Alguns autores discutem que os gráficos nos padrões de crescimento de 0-5 anos avaliam melhor o crescimento infantil quando comparado às curvas de 5 a 19 anos, pois, este último foi desenvolvido a partir dos dados originais do NCHS, portanto, possuem as mesmas limitações do referencial de 1977 (ROUSHAM et al., 2011).

Essas curvas da OMS foram construídas por um padrão de referência, embasadas em estudos de observação de medidas de um grupo considerado normal, a partir das condições socioeconômicas, culturais e ambientais satisfatórias para atingir o potencial de crescimento e desenvolvimento desses indivíduos, cruzados com dados esperados para aquela população. As medidas abaixo ou acima do esperado são expressas por três linhas divisórias, que são os pontos de cortes ou ainda, ponto de adequação (percentis ou escore Z – distribuição ou curva normal) para diferenciar os indivíduos que necessitam de intervenção por estarem fora do padrão, em sobrepeso ou desnutrição. Para as crianças menores de 5 anos, são expostos índices para comprimento / altura para idade (A/I), peso para idade (P/I), peso para comprimento, peso para a altura (P/A) e IMC-para-idade, todos os dados antropométricos, devem ser separados por grupos etários (VASCONCELOS, 2000; SOARES, 2003; WHO, 2006; ARAÚJO, 2017).

O sistema de classificação em escore z demonstra o desvio padrão dos valores antropométricos observados com o valor médio esperado destas medidas em uma população de referência escolhida, sendo recomendado que valores ≤ -2 para indicar desnutrição infantil e ≥ 2 para sobrepeso (WHO, 2006).

São facilmente encontrados estudos que comparam essas referencias, Onis et al. (2007), comparam as curvas da OMS e CDC. Os autores constataram que existem diferenças significativas que variam conforme a faixa etária e índices de crescimento, mas as diferenças mais evidenciadas são durante a infância, que muito provavelmente se relacionam com as características distintas das amostras para construção das curvas. As curvas do CDC remetem uma amostra mais pesada e mais curta do que a amostra da OMS, isso promove uma diminuição das taxas de desnutrição e elevação nas taxas de sobrepeso e obesidade quando comparadas nos padrões atuais que a OMS utiliza.

Oliveira et al. (2013) descrevem que as curvas da OMS são mais sensíveis para detecção de obesidade, por isso esse referencial é mais indicado para avaliar crianças e adolescentes em risco, sendo possível a implantação de medidas preventivas e terapêuticas. Black et al. (2013), referem que o excesso de peso durante a infância tem contribuído cada vez mais para a obesidade adulta, diabetes e doenças não transmissíveis.

Ao comparar as curvas do referencial mais antigo (NCHS) e o atual (OMS) para analisar a magreza em uma amostra com mais de 20 mil participantes em idades de 5 a 17 anos em países de baixa renda, Rousham et al. (2011) observaram que ambos os gráficos têm diferenças discretas quando as amostras de crianças são de idade e sexo semelhantes. Entretanto, quando as amostras são separadas por sexo, as curvas da OMS apresentaram atraso no crescimento de indivíduos do sexo masculino, além de que esta curva também tem maior prevalência de magreza.

A monitorização assídua do crescimento infantil é uma ideia defendida pelas autoridades de saúde, inclusive no Brasil. Esse monitoramento permite promover e proteger a saúde da criança (BRASIL, 2012). Compreender as implicações e suscetibilidade das crianças depois da exposição a contaminantes ambientais é um desafio da ciência (PERLROTH; BRANCO, 2017).

Considerando que na Região Norte as crianças estão expostas a condições limitantes de saneamento básico, baixa renda, restrição ao acesso de serviços de saúde e contaminantes ambientais (GAMA et al., 2018), faz-se necessário avaliar o crescimento das crianças e adolescentes de áreas isoladas, atendendo a curvas disponíveis na OMS.

2.2 Antropometria na Região Norte

A região Norte é composta por sete estados que juntos representam 45% da extensão territorial do país, com uma superfície de 5.020.000 Km². Entretanto, em nível populacional, essa região é uma das menos populosas sendo representada por 8,3% da população total brasileira. São 11.664.509 residentes na zona urbana e 4.199.945 na área rural. Deste contingente, 40% corresponde aos jovens de 0-19 anos. A demografia é de 4,12 habitantes por Km², enquanto a média nacional é de 22,43 habitantes por Km² (IBGE, 2010).

São problemas comuns dessa região: acesso limitado aos serviços de saúde, condições socioeconômicas desfavoráveis, falta de saneamento básico, insuficiência no abastecimento de água tratada. Fatores estes que contribuem para o desenvolvimento de agravos à saúde

singular da região ou ainda no crescimento infantil (GAMA, 2018; CUNHA; MARQUES; DÓREA, 2018).

Nas últimas décadas, o Brasil passou por muitas transformações na saúde infantil, as quais tiveram implicações positivas com a diminuição nos coeficientes de mortalidade infantil, com taxa anual de decréscimo de 5,5% entre as décadas de 1980 e 1990 e de 4,4% no período de 2000-08, redução destacada em todas as regiões do país (VICTORA et al., 2011).

Na comparação com as duas PNDS (Pesquisa Nacional de Demografia e Saúde da Criança e da Mulher) realizada com uma década de diferença 1996-2006, os resultados apontaram um declínio substancial nos déficits antropométricos de altura-para-idade e pesopor-altura das crianças brasileiras menores de cinco anos nas macrorregiões do país, principalmente na região Nordeste, onde os índices reduziram de 22,1% para 5,8%, no caso do déficit de altura-para-idade, e de 6,3% para 2,2%, no caso do déficit de peso-para-idade, eliminando a desvantagem que essa região tinha em 1996 comparada às regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste. Na Região Norte, esse declínio foi mais discreto, excepcionalmente, nos índices de altura-para-idade de 20,7% para 14,8% tornando essa região em maior risco de desnutrição infantil (BRASIL, 2009a).

Ainda nessa perspectiva, em 2007, foram estudadas 14.416 crianças menores de cinco anos moradoras em todos os estados que compõem a região Norte do País. Nessa chamada nutricional da Região Norte, foram investigadas as características sócio demográficas, índices antropométricos e práticas alimentares da criança e seus familiares. Os resultados apontaram déficits de altura e peso para idade superiores daqueles apontados na PNDS, sendo 14,8 e 3,4% em 2006 e 23,1% e 5,2% em 2007, da mesma forma acontece com os índices de peso para altura, denotando excesso de peso superior ao encontrado na PNDS com aumento de 5,2% para 12,8%. A idade em que expressou os maiores percentuais de déficit de peso e altura foi corroborada entre as pesquisas, sendo o período do nascimento até 24 meses (BRASIL, 2009b).

Cunha, Marques, Dórea (2018), em análise dos principais inquéritos nacionais de saúde, nutrição e orçamentos familiares, para investigar a saúde das crianças da região Norte, com enfoque nos déficits de altura e peso, índices antropométricos e influências ambientais, sobrepeso e práticas de alimentação e crescimento infantil, destacaram que esta região tem as piores condições socioambientais do País, bem como práticas alimentares insuficientes, o que pode ser fatores de risco para um crescimento insatisfatório para crianças menores de cinco anos de idade, mais que as influências genéticas. Deste modo, essa região tem déficits significativos em altura-para-idade; peso-para-idade; peso-para-altura. Simultaneamente,

embora essa região seja menos desenvolvida, a prevalência de excesso de peso aumentou consideravelmente, ainda que menos do que em regiões com condições econômicas mais favoráveis.

O excesso de peso na região Amazônica foi mais prevalente também na pesquisa realizada por Cobayashi et al. (2014) em um estudo transversal populacional com 1139 crianças de zero a 10 anos de idade. Os autores destacam que os fatores que implicam no crescimento insatisfatório são o baixo peso ao nascer, presença de infecção por diarreia por mais de 3 dias e infecção por geohelmintos, enquanto que o excesso de peso materno, deficiência de micronutrientes (vitamina A) e alta concentração de proteína C reativa são fatores contribuintes para o excesso de peso infantil.

Entretanto, Araújo (2017), em seu estudo por meio de dois inquéritos de base populacional, no período 2005-2012, observou um aumento de 13,4 % na prevalência da desnutrição infantil em pré-escolares na Amazônia. Esse desfecho aconteceu de forma heterogênea, com aumento na região rural e declínio na área urbana. Esse declínio, discutido pelo autor, é decorrente de mais acesso à assistência de pré-natal, redução da pobreza, e melhoras nas condições de nascimento. O autor destacou ainda que a escolaridade materna inferior a três anos de estudo, residir em área rural, consumo de álcool durante a gestação e infecção por pneumonia são variáveis que interferem no crescimento linear dos infantes desta análise.

É de comum acordo que o atraso no crescimento linear tem implicações importantes na vida e na saúde infantil (BLACK et al., 2013). Sua alta prevalência em todas as regiões em desenvolvimento do mundo, e ainda mais evidenciada na região Norte do Brasil, devido suas barreiras geográficas, sociais e étnicas que estão contribuindo para a implicação do crescimento infantil (BLACK et al., 2013; ARAÚJO 2017), seja pela manutenção da desnutrição infantil (COBAYASHI et al. 2014), déficits nas medidas antropométricas quando comparadas as outras regiões do país ou ainda pela prevalência cada vez mais evidente do excesso de peso (CUNHA; MARQUES; DÓREA, 2018). Por isso, é essencial compreender a interação ambiente e a saúde para a avaliação do crescimento infantil, com ações efetivas para interpretação dos resultados a fim de promover a saúde infantil e prevenir déficits nutricionais comuns nas economias em desenvolvimento (BLACK et al., 2013; CUNHA; MARQUES; DÓREA, 2018). Sobretudo, na região Norte, onde a população convive com o elemento mercúrio, um contaminante ambiental de grande relevância para estudos que avaliam a exposição humana.

2.3 O elemento Mercúrio e seu histórico na Amazônia

A contaminação ambiental em larga escala é uma preocupação mundial, sendo motivo de várias pesquisas científicas e discutidas no âmbito de agências ambientais. Isso porque cada vez mais, poluentes, altamente tóxicos, estão sendo liberados no meio ambiente. Dentre estes contaminantes, o mercúrio é um exemplo desta preocupação, por ser altamente tóxico tanto em suas formas orgânicas como inorgânicas (WHO, 1990).

O mercúrio (Hg) é um metal líquido e denso na temperatura ambiente (Figura 1), sendo não essencial para o metabolismo dos seres vivos. Pode ser liberado por fontes naturais como (vulcões, fontes geotérmicas e solos) e/ou a partir de atividades antrópicas, que possam favorecer sua mobilização para o ambiente como (uso e ocupação do solo, queima de biomassa, variações climáticas e interface de mercúrio gasoso no ar, água e solo) (PIRRONE, 2010).

Figura 1: Mercúrio em sua forma líquida densa (lado esquerdo) e sendo volatilizado por aquecimento no processo de separação do ouro (lado direito).



Fonte: Cartilha "o mercúrio e a saúde da população na Amazônia" (ZARA et al., 2017).

Por ser volátil a temperatura ambiente, o vapor de mercúrio elementar (Hg⁰), pode ser transportado em escala global, contaminando áreas remotas distantes das fontes de contaminação, a exemplo do continente Antártico (VANDAL et al., 1993), além disso, o metal não é degradável no ambiente acumulando-se progressivamente nos ecossistemas e potencialmente mudando de forma química (para metil-mercúrio) em condições ideais nos ecossistemas aquáticos, com efeitos no seu funcionamento durante séculos (LACERDA; MALM, 2008).

Um marco histórico de contaminação ambiental por mercúrio, mundialmente conhecida, foi na década de 50 quando começaram a surgir fenômenos estranhos na cidade de Minamata (Japão) onde os gatos da região apresentaram incapacidade para caminhar em linha reta, movimentos de rotação violentos e salivação excessiva chegando até a óbito. Em seguida foram os moradores da região que apresentaram alterações neurológicas. Depois de muita especulação entre as associações de saúde, descobriu-se que se tratava do consumo de peixes e moluscos contaminados por metilmercúrio (MeHg). Este contaminante era descartado direto na baía de Minamata pela empresa Chisso, que produzia acetaldeído, utilizando óxido de mercúrio como catalizador (HARADA, 1995; VEIGA et al., 2002). Além disso, outro marco histórico de contaminação de mercúrio em humanos aconteceu em 1973 quando houve ingestão Hg no Iraque por meio de grãos de trigos impregnados de um fungicida a base de MeHg que deveria ser utilizado no plantio e não no consumo (BAKIR et al., 1973).

No Brasil, a utilização do mercúrio passou por transformações marcantes. Na década de 70, o mercúrio utilizado era oriundo da indústria, principalmente pela produção de clorosoda na região sul-sudeste. Com a explosão dos garimpos de ouro na Amazônia, nas décadas de 70 e 80, o País assistiu a corrida do ouro com o surgimento de garimpos desordenados. A atividade garimpeira utiliza-se do mercúrio metálico devido sua capacidade de amalgamação, o que permitia a extração e aglutinação do ouro. Esta atividade foi responsável pela emissão de mercúrio para a atmosfera, que para a produção de 1(um) kg de ouro era perdido em média, 1,32 kg de mercúrio nos ecossistemas amazônicos, sendo 45% liberados nos rios na sua fase líquida e 55% para a atmosfera na fase vapor, atingindo cerca de 340 toneladas de mercúrio em 1989 (PFEIFFER; LACERDA, 1988; LACERDA, 1997; LACERDA, SALOMONS, 1998).

A garimpagem do ouro na Amazônia causou grande preocupação do meio científico, pois, expôs o ser humano a duas formas de intoxicação pelo mercúrio, a contaminação decorrente da inalação do vapor do mercúrio metálico durante o manuseio para extração do ouro e pela contaminação dos ecossistemas aquáticos atingindo os peixes que seriam consumidos com o metilmercúrio (MALM et al., 1995; BASTOS; LACERDA, 2004).

A atividade garimpeira de ouro na região foi se dissipando e o Hg utilizado nos dias de hoje é recuperado com um equipamento (retorta – destilador de Hg chamado pelos garimpeiros de "cadinho") que reduz em aproximadamente 78% seu lançamento no meio ambiente em relação ao passado, Balzino et al. (2015) (Figura 2). Entretanto, ainda não foi observada uma redução significativa do Hg nos peixes e nas populações tradicionais da

região, mesmo com a diminuição do garimpo e do uso do mercúrio (LACERDA; BASTOS; ALMEIDA, 2012; BASTOS et al., 2015).

Figura 2: Atividade de mineração de ouro no rio Madeira; retorta utilizada para recuperação do mercúrio.



Fonte: Laboratório Biogeoquímica Ambiental.

Estudos realizados em solos da região Amazônica, onde não houve conhecimento da garimpagem de ouro, apontaram presença de Hg em níveis semelhantes às áreas de garimpagem. Isso demonstra que o solo teria então importância no ciclo biogeoquímico deste elemento, que seria liberado para o ambiente através de processos de remobilização (ROULET; LUCOTTE, 1995; WASSERMAN; HACON; WASSERMAN, 2003; CARVALHO, 2016). BARBOSA et al. (2003), descrevem que na região do rio Negro (AM) aonde não há registro de garimpagem de ouro, os peixes da região apresentaram valores elevados de Hg, corroborando com a hipótese de que o solo da região teria papel importante para entrada deste elemento no ecossistema aquático.

Sendo assim, o desmatamento passou a ser a causa mais provável pela mobilização do Hg para os ecossistemas amazônicos (VEIGA, MECH, ONATE, 1994; LACERDA, 1995), pois com a extração das florestas o mercúrio superficial presente no solo de forma natural ou antropogênica é remobilização, permitindo a volatilização para a atmosfera, uma perda segundo Almeida et al. (2005), estimada de 8,5 mg m⁻² a 18,5 mg m⁻², para os primeiros 20 cm do perfil vertical do solo. A diferença de concentração de mercúrio nos solos florestais chega a ser três vezes maior do que o de pastagens (LACERDA et al., 2004). Essa volatização também foi reconhecida por Gamby et al. (2015), que ao compararem os solos modificados

pela pastagem com os florestais em Oshio, notou-se uma perda de 4,1 mg.m⁻². Esse mercúrio remobilizado também será lixiviado para os ecossistemas aquáticos ao deixá-lo desprotegido na retirada das florestas (ROULET et al., 1999).

Lacerda, Bastos, Almeida (2012), na tentativa de fomentar ainda mais essa discussão, fizeram um estudo com intervalo de cinco anos (1997-2002), nas águas do rio Madeira, numa época em que a mineração de ouro na região Amazônica já estava quase extinta, porém, a atividade agrícola continuava a todo vapor. Os resultados apontaram que houve remobilização do Hg dos solos das florestas decorrente da conversão das florestas em uso da terra para outros fins. Portanto, Lacerda e Malm (2008) reafirmam que a expansão do desmatamento para uso da terra em projetos agropecuários, pode ser o responsável pela manutenção elevada das concentrações de mercúrio verificadas na região.

Uma vez que ao ser depositado nos rios Amazônicos, o mercúrio inorgânico (Hg⁰) sofre oxidação para Hg⁺², potencialmente podendo se transformar em metilmercúrio, sua forma mais tóxica ao ser humano, um composto neurotóxico e teratogênico. Após ser liberado, o mercúrio orgânico entra na cadeia alimentar por ligações rápidas nas proteínas, sendo bioacumulados e biomagnificado, isto é, a concentração de MeHg aumenta conforme a posição mais elevada na cadeia trófica, de modo que os níveis mais altos são encontrados nas espécies predadoras (WHO, 1990).

Bastos et al. (2015), em seu estudo no rio Madeira, uma região que vem passando ao longo do tempo por transformações decorrente das atividades garimpeiras de ouro, desmatamento e inserção de projetos hidroelétricos, expressaram em seus resultados que, das 84 espécies estudadas, os níveis de metilmercúrio foram encontrados em altas concentrações nas espécies de peixes com hábito alimentar carnívoras e piscívoras, concentrações intermediárias foram observados nos planctívoros e omnívoros, enquanto que os detritívoros e herbívoros com menor concentração. Além disso, os autores apontam ainda que as concentrações de mercúrio tiveram uma correlação significativa com o tamanho do peixe das espécies analisadas, exceto para as omnívoras. Os resultados da análise de Anjo et al. (2016), realizada no rio Roosevelt (RO), no sudoeste da bacia Amazônica corrobora com o estudo supracitado no que tange a maiores concentrações de MeHg encontradas conforme nível trófico da cadeia alimentar, entretanto, não encontraram correlações entre o tamanho do peixe com o nível de mercúrio. O MeHg, por ter afinidade em ligação com as proteínas, é encontrado na parte muscular dos peixes, deste modo, o ato de cozinhar, cortar ou esfoliar o peixe não diminui o teor de mercúrio, sendo a principal via de exposição ao ser humano (WHO, 2008).

No estilo de vida das populações tradicionais da Amazônia, o peixe é a principal fonte proteica (Figura 3). Oliveira et al. (2010) verificaram que este consumo chega a 406 g/dia e de acordo com Vega et al. (2013) pode ser observado um consumo ainda mais elevado, de 600g/dia. Na tentativa de compreendermos a grandeza desse consumo, confrontamos com estudos internacionais de Ahmad et al. (2016) realizado na Malásia com as principais etnias consumidoras de peixes da região, observa-se que o consumo é quase três vezes menor (168g/dia) em relação aos encontrados na Amazônia. Bastos et al (2015) estimaram que, ao ingerir altas quantidades de pescado, as populações ribeirinhas do rio Madeira podem receber anualmente até 0,4 mg de MeHg.



Figura 3: Pesca tradicional na Região Amazônica.

Fonte: Laboratório Biogeoquímica Ambiental / UNIR.

Dórea et al. (2003) defendem que os benefícios nutricionais de uma alimentação a base de peixe merecem destaque para uma vida saudável, ainda mais para as comunidades ribeirinhas que possuem difícil acesso a outras fontes alimentares, por isso, deve haver uma orientação em relação as espécies com menores teores de mercúrio. Além do mais, sugerem que a escassez dos serviços de saúde básicos e as doenças endêmicas da região, superam o risco dessa exposição natural.

Posto isso, muitos pesquisadores de instituições nacionais e internacionais não tem medido esforços para estudar os efeitos e a dimensão da exposição humana ao mercúrio em populações que vivem em áreas com concentrações de Hg em peixes acima do recomendado para consumo, principalmente, em comunidades ribeirinhas, onde o consumo de peixe é predominantemente maior que na população urbana (GONÇALVES; GONÇALVES, 2004; HACON et al., 2014).

2.4 Exposição Humana ao Mercúrio

Segundo a OMS, o mercúrio é um dos 10 elementos químicos de grande preocupação em saúde pública. É um elemento natural que se encontra no ar, na água e no solo em várias formas, tais como: elementar (mercúrio metálico), inorgânico (exposição ocupacional) e orgânico (metilmercúrio). O que difere entre as formas químicas é o grau de toxicidade e os efeitos deletérios aos sistemas nervoso, renal, digestivo, imunológico, respiratório, pele e olhos (WHO, 2017a).

A meia vida biológica do metilmercúrio no organismo humano é consideravelmente longa, em média de 44 a 80 dias, depois é excretado principalmente por meio das fezes, e de forma secundária pela urina, cabelo, e, em menor quantidade, pelo leite materno (WHO, 2008).

Na região Amazônica, a exposição humana ao mercúrio acontece tanto pela sua forma orgânica como inorgânica, devido grande consumo de pescado (HACON et al., 2014); inalação do mercúrio elementar durante a queima da amálgama no processo de extração do ouro; e por injeções de vacinas contendo thimerosal (TCVs) durante imunizações de crianças pequenas e gravidez das mães (DÓREA; MARQUES, 2016). O thimerosal contem 49,6% de etilmercúrio e é utilizado como conservantes em vacinas multidoses, por países em desenvolvimento como o Brasil (WHO, 2017b). Deste modo, as crianças estão expostas ao mercúrio via vacinação e pela amamentação sendo uma via de exposição de crianças ainda no início de vida que aumenta conforme o tempo de amamentação (MARQUES et al., 2016b), enquanto o recém-nascido possui níveis de mercúrio de mais de 4 vezes menores do que as mães, após um período de amamentação exclusivo, há aumento expressivo de níveis de mercúrio nos lactentes (MARQUES et al., 2013a).

O grupo de maior vulnerabilidade são as crianças, feto, lactentes, mulheres em idade reprodutiva. As crianças podem ser expostas ao metilmercúrio ainda na vida intrauterina, podendo ter seu desenvolvimento neurológico, motor e de comunicação comprometidos (WHO, 2008; BASTA et al., 2016).

A concentração tolerável de ingestão do mercúrio é de 0,4 μg / kg / dia do peso corporal por dia o que corresponde a 6 μg /g, desta forma, um adulto com 70 kg pode consumir 200g de peixe por semana com uma concentração de mercúrio de 1 μg /g (GRANDJEAN et al., 2010). Ao ultrapassar esses limites, o ser humano se torna em risco a desenvolver efeitos adversos que difere conforme a sua forma química, a mais tóxica ao ser humano é o metilmercúrio (WHO, 2008).

A via de contaminação para MeHg acontece principalmente por meio da ingestão de peixes (MALM et al., 1995; WHO, 2008) embora estudos relataram altos níveis de MeHg em arroz cultivados em áreas poluídas na China (LI; FENG; QIU, 2010). De acordo com Bastos et al. (2015), o metilmercúrio tem a maior proporção em relação ao mercúrio total em peixes do rio Madeira variando de 70 a 92%.

Após a ingestão de peixe com concentrações elevadas de MeHg 95% deste é rapidamente absorvido para a corrente sanguínea por meio das membranas do tratogastrointestinal. Devido a sua característica de lipossolubilidade e facilidade em se ligar a proteínas carreadoras, tem uma rápida distribuição por todo o corpo e ultrapassagem em membranas biológicas importantes como as barreiras como a hematoencefálica, atingindo o sistema nervoso central (SNC) e placentárias (mãe para o feto) (WHO, 2008).

No cérebro o MeHg é acumulado, as lesões produzidas pela exposição são principalmente nos giros pré e pós central, giro temporal superior, na porção central do cerebelo e nos gânglios basais com severa destruição. O que resultaria em prejuízo na função motor, alterações sensoriais, constrição do campo visual, memória auditiva e interpretativa. Se considerarmos o nível de exposição crônica e que o sistema nervoso realiza suas funções por meio das células neuronais, isso representa alterações nas funções em todo o corpo sendo possível observar sintomas como fraqueza, dificuldade para caminhar e espasmos musculares, tremores e até mesmo redução dos escores neurológicos (PACHECO-FERREIRA, 2008; OPAS, 2011).

Portanto, a população da Amazônia situa-se dentre as mais expostas no mundo ao MeHg. Por isso, existe uma gama de estudos que visam entender os efeitos adversos à saúde humana realizados em vários países da Amazônia, em sua grande maioria investigaram os danos no sistema nervoso, seguidos por danos imunológicos e cardiovasculares (PASSOS; MERGLER, 2008). Entretanto, os resultados apontam para sintomas isolados ou mistos, isto é, não foram encontrados sinais agudos de contaminação por mercúrio em uma mesma pessoa (NEVADO et al., 2010; PACHECO, 2012 — Comunicação pessoal em avalição na Comunidade do Puruzinho).

As primeiras publicações de exposição humana na Amazônia surgiram ainda na década de 80, quando pesquisadores iniciaram os estudos da exposição decorrente da explosão da corrida de ouro na região Amazônica (LACERDA; PFEIFFER, 1992).

De acordo com a revisão de Passos e Mergler (2008), foi na Região Amazônica que surgiram os primeiros estudos descrevendo alterações motoras, visuais e cognitivas com

níveis de mercúrio no cabelo da população abaixo de 50 mg.kg⁻¹. O cabelo humano é o bioindicador mais aceito para mensurar a contaminação por MeHg (MALM et al., 1995).

Com o objetivo de identificar alterações neurológicas em ribeirinhos do rio Madeira expostos ao MeHg, no Lago do Puruzinho (AM), Fonseca et al. (2011) realizaram uma vasta avaliação neurológica, incluindo a coordenação motora, controle postural, equilíbrio, capacidade para caminhar, movimentos oculares, tremores e força muscular, audição e comunicação, entretanto, mesmo a exposição crônica e níveis de mercúrio acima do limite de tolerância preconizado pela OMS, os resultados apresentaram-se normais em praticamente todos os entrevistados, de modo que não foi possível associar estatisticamente o Hg a qualquer anormalidade na saúde neurológica dessa Comunidade. Castro e Lima (2014) referem ainda que avaliar a exposição humana na região é tarefa muito complexa, visto que a presença deste metal no ambiente se dá também pela forma natural.

Marques et al. (2016b) analisaram o binômio mãe-filho ribeirinhos ao longo do rio Madeira, para discutirem a exposição combinada de MeHg pela exposição crônica no consumo do peixe e exposição aguda de etilmercúrio, na imunização da população, neste estudo apontaram aumento estatisticamente significativo no atraso neurológico das crianças.

Dórea e Marques (2016) apresentaram cronologicamente os principais estudos que exploram a exposição ao Hg com efeitos no desenvolvimento neurológico em crianças na Amazônia, de modo que enfatizam que nenhum dos estudos apresentados associou negativamente a amamentação e consumo de peixe com a exposição ao MeHg.

Asmus et al. (2016) discorrem que o Brasil possui imensos desafios ambientais que promovem inúmeros riscos à saúde infantil, com implicações no baixo peso ao nascer, anormalidades congênitas, insuficiência no desempenho em testes de desenvolvimentos psicomotor e mental, além de problemas comportamentais. Dos quais pode ocasionar problemas severos no crescimento e desenvolvimento dos infantes para a vida adulta. Deste modo, Dórea e Marques (2016), consideram que estudos ambientais relacionados a contaminantes, como o mercúrio na Amazônia, abordem os efeitos da saúde associados a nascimentos, crescimento linear infantil e desenvolvimento neurológico. Portanto, faz-se necessário continuar a investigação e vigilância do crescimento infantil, principalmente, entre as populações vulneráveis decorrente de exposição crônica a contaminantes ambientais.

O estudo recente de Arrifano et al. (2018) apontou que a população tradicional da região de Tucuruí no Pará, onde há uma das maiores hidroelétricas do país, está sendo exposta a níveis de mercúrio mais alto que o limite de tolerância recomendado pela OMS para

intoxicação, com valores encontrados no cabelo de até 75 mg.kg⁻¹em alguns indivíduos estudados.

2.5 Consumo de peixe x Crescimento infantil

Cada vez mais cedo as crianças encontram-se expostas a múltiplos contaminantes ambientais. O agravante é que seus órgãos e metabolismo encontram-se em delicado processo de formação, o que diminui a capacidade de enfrentar os efeitos deletérios dessa exposição. Além do mais, esses estressores estão intrinsicamente agrupados a fontes de nutrientes, como o caso do peixe que é a principal fonte de ácidos graxos como o ômega 3, porém, podem transportar o metilmercúrio (GRIMALT; REILLY; HAZEL, 2018), assim como outros poluentes.

Dórea et al. (2005) consideraram que a quantidade de metilmercúrio ingerida, por meio do consumo de peixe, na região Amazônica, poderia afetar a antropometria de crianças em crescimento, portanto, os autores estudaram o impacto do consumo de pescado como marcador de mercúrio para avaliar seu impacto no Z escore de peso para altura de crianças menores de 10 anos em uma aldeia indígena na Amazônia, entretanto, não houve correlação significativa entre concentrações de mercúrio com déficits antropométricos.

O trabalho mais recente de Dórea e Marques (2016), ao investigarem estudos que descrevem a associação do crescimento infantil com mercúrio, destacou que não existe correlação significativa, mesmo resultado encontrado por Gao et al. (2018), e que o estado nutricional sofre muito mais influências de outras variáveis como acesso a serviços de saúde e doenças endêmicas da região. Relação também não encontrada com o baixo peso ao nascer (MARQUES et al., 2013b). Pelo contrário, TAYLOR, GOLDING, EMOND (2016), sugerem que o consumo de peixe parece ter um efeito protetor no peso das crianças e deve ser encorajado durante a gestação.

Entretanto, em acompanhamento longitudinal recente realizado na Espanha, Ballester et al. (2018), avaliaram a exposição ao mercúrio e crescimento fetal de mais de 1800 recém nascidos e suas mães. Foram avaliados parâmetros como o diâmetro biparietal, o comprimento do fêmur, a circunferência abdominal e o peso fetal estimado no primeiro, segundo e terceiro trimestre gestacional. Como resultado observou-se a associação estatisticamente significante entre a redução precoce do diâmetro bipariental na 12º semana, bem como a redução no peso fetal estimado na 34º semana de gestação. Por consequência, os autores sugerem que é necessário haver um acompanhamento a médio e longo prazo dessas

mudanças e sejam examinadas juntamente com o efeito da exposição ao Hg no crescimento e desenvolvimento pós-natal desta comunidade. Ou et al. (2015) sugerem que a exposição de baixo nível de mercúrio durante a gestação poderia desempenhar um efeito atenuante no crescimento fetal e infantil.

Na correlação com a antropometria, Gao et al. (2018) no estudo com um robusto n amostral (n=14.202), apontaram uma significativa associação entre os escore de altura e peso com o consumo de peixe, utilizando como marcador o mercúrio, sugerindo que o crescimento infantil provavelmente será afetado por esse contaminante.

Diferente do cenário mundial onde as concentrações mais altas de mercúrio se encontram entre as crianças de família com níveis socioeconômicos mais elevados (LIM et al., 2015), na região Amazônica, os níveis de mercúrio mais elevados são encontrados em comunidades ribeirinhas mais afastadas da zona urbana (BASTOS et al., 2006; HACON et al., 2014). Por isso, existe a possibilidade de que o mercúrio possa afetar o crescimento infantil, fato este que deve ser mais investigado (GAO et al., 2018). Para isso, é de extrema importância que seja realizado mais estudos em regiões da Amazônia onde as altas concentrações de mercúrio na população foram confirmadas por vários pesquisadores ao longo de anos de pesquisas.

3 OBJETIVOS

3.1 Geral

Avaliar o crescimento de crianças e adolescentes ribeirinhos e correlacioná-las à exposição da contaminação de mercúrio em duas comunidades no baixo rio Madeira (Amazonas).

3.2 Específicos

- Avaliar o nível de exposição de mercúrio total (Hg_{Total}) e metilmercúrio
 (MeHg) da população ribeirinha;
- Caracterizar o crescimento linear e estado nutricional de crianças e adolescentes das duas comunidades ribeirinhas;

- o Identificar o IMC dos adultos femininos;
- Identificar aspecto sócio-ambientais das comunidades ribeirinhas através de aplicação de questionário, com ênfase na espécie e frequência de consumo de peixe;
- o Confrontar os parâmetros encontrados entre as duas comunidades avaliadas;
- Avaliar a dinâmica temporal da exposição ao mercúrio da população em uma das comunidades.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de uma pesquisa de caráter quantitativo, descritivo, com delineamento transversal.

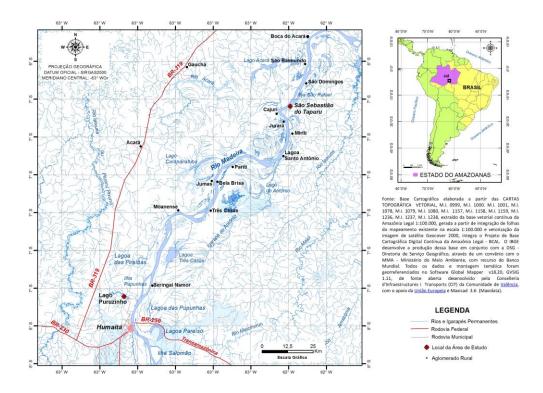
As variáveis de discussão foram coletadas com uso do questionário contendo perguntas fechadas para identificar o consumo qualitativo de peixe, fatores socioambientais, dados do pré-natal, aleitamento materno, vacinação e dados da mãe (Apêndice 4).

Os dados secundários são inéditos, coletados do banco de dados do Laboratório de Biogeoquímica Ambiental Wolfgang Christian Pfeiffer de pesquisas realizadas na comunidade do Puruzinho no ano de 2012.

4.1 Descrição e caracterização da amostra

A amostragem foi obtida a partir de moradores da área ribeirinha da região Amazônica, comunidade de São Sebastião do Tapuru (coordenadas – latitude 6°31'53,54"S, longitude 62°19' 35,61"W) e Lago do Puruzinho (latitude 7°22'14,31"S, longitude 63°03'32,71"W)-SIRGAS 2000 (Figura 4). A escolha das comunidades levou em consideração o trabalho de Bastos et al. (2006) que identificou concentrações elevadas de mercúrio no cabelo nestas localidades.

Figura 4: Área de estudo evidenciando as localidades ribeirinhas do Puruzinho e do Tapuru no Baixo Rio Madeira (AM). São Sebastião do Tapuru – latitude 6°31'53,54"S longitude 62°19' 35,61"W e Lago do Puruzinho latitude 7°22'14,31"S e longitude 63°03'32,71"W.



Fonte: Laboratório Biogeoquímica Ambiental Wolfgang Christian Pfeifer/ UNIR.

A comunidade de São Sebastião do Tapuru, que será apresentada como Tapuru nas próximas escritas, está localizada no baixo rio Madeira há cerca de 120 km a jusante do município de Humaitá no estado do Amazonas. O barco é o único meio de transporte possível, em navegação de cerca de 10 horas descendo e de 12 horas subindo o rio Madeira. Residem, nessa região, aproximadamente, 31 famílias, com uma estimativa de 135 indivíduos.

O Lago do Puruzinho, por sua vez, denominado a partir daqui como Puruzinho, fica no entorno do lago que possui o mesmo nome. É um lago de águas pretas que sofre influência das águas brancas do rio Madeira, sazonalmente, afluente da margem esquerda do rio Madeira. Localiza-se a 13 km a jusante da cidade de Humaitá-AM, a cerca de 30 minutos de voadeira conforme descrito por Almeida (2006). Atualmente, possui aproximadamente 26 famílias, com 123 pessoas. Nesta comunidade, o Laboratório de Biogeoquímica Ambiental Wolfgang Christian Pfeiffer da Universidade Federal de Rondônia realiza estudos de

monitoramento ambiental e humano há cerca de 20 anos, com devolutivas importantes para a região.

4.2 Aspectos éticos e legais

Este projeto foi inserido na Plataforma Brasil e submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Rondônia, conforme a Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde (CNS) (BRASIL, 2012), sendo aprovado com Protocolo nº 61754216.7.0000.5300 (Anexo 1).

Antes da coleta de dados e das amostras, todos os indivíduos que aceitaram participar da pesquisa assinaram o termo de consentimento livre esclarecido (TCLE), sendo necessário assinatura das mães acordando sua participação (Apêndice 1), autorizando a participação dos filhos (Apêndice 2), além destes, os indivíduos com faixa etária >12 a <18 anos foi necessário assinar o termo de assentimento – TALE (Apêndice 3).

De posse dos resultados, será realizada uma devolutiva com os dados das análises de mercúrio no sangue e cabelo para as mães com orientações sobre medidas de prevenção da exposição ao metal. Concomitante, far-se-á uma reunião com as autoridades de saúde do município de Humaitá para expor os resultados da pesquisa, bem como entregue um documento com todo o resultado do estado nutricional e concentrações de mercúrio no cabelo e sangue.

4.3 Questionário e consumo de peixe

Para a coleta de dados socioeconômicos, ambientais, estilo de vida, condição de saúde e hábitos alimentares foi aplicado um questionário semiestruturado. Havia questionários destinados aos pais e outro para os filhos (Apêndice 3), para tanto um adulto foi convidado a responder no próprio domicílio, antes da coleta das amostras biológicas. Neste, havia uma pergunta específica sobre quantas vezes por semana o entrevistado e o filho comiam peixe e quais as espécies mais consumidas.

4.4 Coleta dos dados e amostras biológicas

A antropometria na comunidade do Tapuru foi mensurada por meio de balança eletrônica portátil, modelo JGS 22, de marca Bleurer® (Alemanha), com capacidade máxima de 150 kg e precisão de 0,1kg. Para a aferição da estatura utilizou-se a régua antropométrica pediátrica marca Indaiá para as crianças com idade ≥ 24 meses, bem como o estadiômetro portátil da marca Altura Exata®, com precisão de 0,1 cm para as demais faixas etárias. A antropometria da comunidade do Puruzinho foi concedida por meio do banco de dados do doutorando Olakson Pedrosa.

Os materiais biológicos selecionados para a quantificação de Hg_{Total} e MeHg foram o cabelo de todos os participantes e sangue apenas dos adultos. Sendo coletadas um total de 111 (cabelo=82 sangue=19) amostras biológicas, no Tapuru, e 61 (cabelo=44 sangue=17), no Puruzinho, considerando sexo e faixa etária (mães > 19 anos e infanto-juvenil \leq 19 anos).

As amostras de cabelo foram cortadas com tesoura pequena de inox a partir da área occipital perto do couro cabeludo, armazenados em sacos plásticos devidamente identificados com nome e idade e transportados para o laboratório de Biogeoquímica da Universidade Federal de Rondônia.

A coleta de sangue seguiu as diretrizes da OMS para a tiragem de sangue: boas práticas em flebotomia, na qual assegura e reitera os princípios aceitos universalmente para a tiragem e coleta de sangue, tais como o planejamento antes da execução; o uso de local seguro, tranquilo e com boa iluminação; garantia da qualidade no controle e prevenção de infecções; normas para o atendimento de qualidade para pacientes e profissionais de saúde; qualidade das amostras enviadas ao laboratório e descreve o passo a passo do procedimento para a coleta. Foram coletados aproximadamente 4,0 mL de sangue venoso, pela própria pesquisadora que é enfermeira e possui conhecimento técnico-científico a respeito das técnicas assépticas e cuidados para minimizar/eliminar os riscos aos indivíduos. Utilizaram-se seringas estéreis, garrote de borracha devidamente desinfectado de um indivíduo ao outro com álcool 70%, algodão e tubos a vácuo *vancutainer* com ácido etilenodiamino tetra-acético (EDTA), indicado para análise de metais. Sendo transportadas por meio de sistema de refrigeração em caixas térmicas com gelo reciclável até o laboratório Biogeoquímica supracitado.

4.5 Avaliação Antropométrica

Após coleta dos dados antropométricos (peso e altura), foram utilizados os programas Antro e Antro Plus, que foram desenvolvidos para facilitar o cálculo do estado nutricional com a aplicação das curvas de referência de crescimento da OMS na faixa etária de zero a cinco anos (*Anthro*) e de 5 a 19 anos (*Antro Plus*). Ambos estão disponibilizados gratuitamente no site da OMS e podem ser instalados em diferentes idiomas, inclusive em português. O programa permite lançar a data da coleta, a idade (data de nascimento), dados de peso e altura, em seguida, gera os escores z de peso por idade, altura por idade e peso por estatura e IMC por idade.

4.6 Preparação das amostras biológicas

As amostras de cabelo coletadas foram previamente lavadas em solução de EDTA 0,01 % (Figura 5) objetivando extrair o que potencialmente estaria adsorvido ao cabelo e após 24 horas as amostras foram lavadas com água ultrapura e secas em estufas a cerca de 40 °C. Depois foram picotados com tesoura de aço inoxidável para facilitar a solubilização química e posterior determinação de Hg_{Total} e MeHg.

As amostras de sangue foram coletadas em tubos coletores e mantidas refrigeradas até a data da quantificação das concentrações de Hg_{Total} e MeHg.



Figura 5: Amostras de cabelos submersas em solução EDTA 0,01%

Foto: Vanessa Alves Mendes

4.7 Tratamento químico das amostras

4.7.1 Mercúrio Total

Para a quantificação de Hg_{Total} de ambas matrizes biológicas (cabelo e sangue), as amostras foram solubilizadas seguindo-se os métodos de Bastos et al. (1998). Foram pesados aproximadamente 0,035 g (peso seco) em balança analítica (marca Shimadzu – modelo Ay 220) em tubos de ensaio sendo realizadas em duplicata (Figura 6), o sangue foi pipetado 1 mL em tubos de ensaio de vidro. A extração química foi realizada com a adição de 4 mL da solução de H₂SO₄:HNO₃ (1:1). Deixadas em bloco digestor a temperatura de 70 °C por 30 min. (Figura 6). Em seguida, foi adicionado 5 mL da solução de KMnO₄ a 5 %, retornando ao bloco por mais 30 min, para garantir a oxidação do Hg (Hg²⁺). Após esfriar, as amostras são cobertas e mantidas em repouso.



Figura 6: Amostras no bloco digestor a 70 °C.

Foto: Vanessa Alves Mendes

No dia seguinte, as amostras foram tituladas (Figura 7) com adição de gotas de cloridrato de hidroxilamina a 12% até ponto de viragem, para reduzir a quantidade de KMnO₄ restante nas amostras, onde a coloração violeta passa a transparente (retirada do excesso de oxidante). Posteriormente, nos tubos de teflon, as amostras de cabelo foram aferidas para 14 mL e as de sangue foram aferidas para 10 mL com água ultra-pura (Milli-Q, Millipore) e

finalmente, sendo realizada a quantificação das concentrações de Hg_{Total} por espectrofotometria de absorção atômica acoplada ao gerador de vapor frio.

Figura 7: Titulação das amostras.



Foto: Vanessa Alves Mendes

4.7.2 Metil-mercúrio

Para as determinações de MeHg, as amostras de cabelo foram pesados em tubos falcon aproximadamente 0,01 g (peso seco) utilizando balança analítica (marca Shimadzu – modelo Ay 220).

A extração química do MeHg, foi realizada acrescentando 3 mL de KOH/Metanol 25% nas amostras, as quais foram mantidas em estufa de secagem e esterilização da marca Nova – NI 1512I a 70 °C por 6 horas, sendo homogeneizadas em agitador vortex – marca Fisatom, modelo 772- a cada 1 hora. Ao final da extração química, as amostras foram armazenadas em local escuro objetivando evitar a degradação do MeHg (BLOOM, 1992).

Após 48h, foi realizada a etilação do MeHg em solução aquosa com 300 μL de acetato de sódio anidro 2M (NaC₂H₃O₂ - Solução tampão para manter o pH 4,5 – 4,9), seguido de 30 μL da amostra e 50 μL de tetraetil borato de sódio (NaBEt₄) a 1 %. As amostras foram aferidas com água ultrapura (Milli-Q, Millipore) preenchendo todo o espaço do 40 mL do frasco âmbar para evitar bolhas de ar no no interior do frasco. A determinação foi realizada por cromatografia gasosa acoplada ao espectrofotômetro de fluorescência atômica (CG-AFS) após aguardar um tempo mínimo de 15 minutos para completa derivatização do MeHg à etilmetilmercúrio.

4.8 Análise das amostras

4.8.1 Determinação de Mercúrio Total e Metilmercúrio

A determinação de Hg_{Total} foi realizada no espectrofotômetro de absorção atômica (FIMS- 400 - marca Perkin-Elmer) equipado com um sistema de injeção de fluxo (FIAS), com amostrador automático (AS10) e utilizando "Software" Winlab-Perkin Elmer para absorção atômica (Figura 8). O procedimento para determinação do Hg consiste em sua redução a partir do borohidreto de sódio à 0,2% (m/v) e acidificação com HCL 3%, onde sua forma química iônica (Hg²⁺⁾ passa a Hg⁰ (estado fundamental) o carreamento dessa forma na fase vapor é levada à célula de absorção por argônio (grau de pureza 99,999%) (BASTOS et al., 1998).

Figura 8: Análise de Hg_{Total} por espectrofotometria de absorção atômica com geração de vapor frio (CV-AAS)



Foto: Vanessa Alves Mendes

A determinação de metil-mercúrio foi realizada por cromatógrafo gasoso acoplado ao espectrofotômetro de fluorescência atômica (CG-AFS) com detector AFS III BrooksRand Labs®) (Figura 9), após a detecção, os dados são registrados no software do MERX-M Guru 4.01. O metilmercúrio é derivatizado a etilmetilmercúrio e separado isotermicamente (36 °C). As formas químicas de Hg são reduzidas a Hg⁰ pelo aquecimento da unidade de pirólise e o carreamento dessa forma na fase vapor é levada à célula de absorção por argônio (grau de pureza 99,999%) (TAYLOR et al., 2011).

Figura 9: Análise de MeHg por cromatógrafo gasoso acoplado ao espectrofotômetro de fluorescência atômica (CG-AFS).



Foto: Vanessa Alves Mendes

4.9 Controle da Qualidade Analítica

Com intuito de eliminar a probabilidade de ocorrer algum tipo de contaminação durante os procedimentos analíticos, toda vidraria e tubos plásticos utilizados no processo passaram por descontaminação em ácido nítrico HNO₃ (5%) durante 48 horas e posterior enxágue com água destilada, conforme descrito por Bastos et al. (1998).

Para identificar qualquer tipo de contaminação, ao longo do processo de extração, foi realizado o "branco analítico" que atende a todo o procedimento de preparo e análise das amostras, porém não contém o analito.

Para verificação da acurácia dos métodos analíticos realizados, foi utilizado Material Certificado de Referência (MCR). A análise do MCR foi realizada em duplicata, e determinação dos elementos avaliados de acordo com o protocolo de solubilização química para determinação de Hg_{Total} e MeHg. Para análise de MeHg, foi utilizado material biótico, DORM - 2 e Tuna fish e durante determinação de Hg_{Total} em amostras de cabelo, foi utilizado a matriz cabelo IAEA - 86 da *International Agency Energy Atomic* (IAEA) (Tabela 1).

Tabela 1: Valores de referência e concentrações de Hg_{Total} e MeHg encontradas nas amostras certificadas de referência.

Amostra	Valor Certificado	Valor encontrado	Recuperação
IAEA 086 (mg.kg ⁻¹) (HgT)	0,57	$0.61 \pm 0.06 \text{ (n=3)}$	107%
TUNA (mg.kg ⁻¹) (MeHg)	2,85	2,73 ± 0,26 (n=5)	95%
DORM 2 (mg.kg ⁻¹) (MeHg)	4,47	$4,33 \pm 0,60 \text{ (n=5)}$	96%

4.10 Tratamento Estatístico

Para tratar os dados foram utilizados os testes estatísticos não paramétricos: teste *U de Mann – Whitney (MW)* para dois grupos experimentais e *Kruskal-Wallis (KW)* seguido da análise a *posteriori de Dunn* para mais de dois grupos experimentais. As informações foram organizadas entre todos os pares de combinações, evidenciando os níveis de significância (α=0,05). Todos os cálculos tiveram o auxílio do pacote estatístico Prisma (Graphpad Prism, versão 5.0), a análise de correlação foi realizada com auxílio do programa STATISTICA 7.

5 RESULTADOS

5.1 Dados socioeconômicos

Na comunidade do Tapuru, a pesca e agricultura (plantação de banana, mandioca) são recurso de fonte de renda e de subsistência da dieta dos ribeirinhos. Alguns moradores trabalham nos garimpos de ouro próximos, no período de águas baixas da região que ocorre entre agosto a outubro.

A comunidade do Puruzinho é mais próxima da cidade de Humaitá (AM), com maior acesso aos bens e serviços. Em 2012, com a implantação da energia elétrica, participação em programas sociais governamentais houve consequente aumento do poder de aquisição.

Mesmo em se tratando de comunidades com hábitos parecidos, elas são distintas, principalmente pela dispersão geográfica. Foram entrevistadas 38 mães (Puruzinho n=19, Tapuru n= 19). Nas variáveis analisadas, apenas o destino de lixo é igual entre as duas comunidades, visto que 100% do lixo são incinerados. A escolaridade das mães na comunidade do Puruzinho apresenta nível mais elevado, sendo que 15,78% possuem ensino médio completo; 10,52% concluíram o ensino superior e o analfabetismo se caracteriza em 10,52% da população. Entre as mães do Tapuru, apenas 5,26% concluíram ensino médio completo, 31,57% são analfabetas e nenhuma tem ensino superior completo.

A renda familiar é maior na comunidade do Puruzinho, sendo que 21,05% das famílias tem até um salário mínimo, que no ano da pesquisa era de R\$ 937,00, 26,31%, recebem acima de um salário até um salário e meio e a maior parte é mais de dois salários mínimos com 47,36% das famílias tem esse valor para sobreviverem. Enquanto no Tapuru, a família tem poder aquisitivo menor, com 84,21% das famílias possuem até um salário mínimo de renda mensal.

Com poder de compra maior no Puruzinho, as famílias apresentam maior quantidade de eletrodomésticos na residência, sendo que 52,63% das famílias tem mais de 4 eletrodomésticos, sendo a geladeira presente em 73,68% dessas casas, enquanto que no Tapuru 68,42% tem menos do que quatro eletrodomésticos, com presença da geladeira em apenas 5,26%. Esse fato pode ser explicado pela presença de 100% das casas do Puruzinho ter energia elétrica contínua implementada em 2012 pelo Programa Luz para Todos, enquanto que, no Tapuru, a única forma de uso da energia são os geradores movidos à gasolina presente em 78,94% das residências de uso individual, nas demais famílias não há energia elétrica de nenhuma fonte.

Outro aspecto importante é referente ao destino das fezes, no Puruzinho existem três destinos sendo que a fossa séptica está presente em 47,36% das famílias, 36,84% céu aberto e 15,78% possuem a fossa seca. No Tapuru, nenhuma família tem fossa séptica em suas residências, sendo que 68,42% das famílias destinam as fezes a céu aberto e 36,84% fossa negra.

Nas famílias do Puruzinho, metade consome água diretamente do lago (52,63%) sem tratamento e as demais residências (47,63%) consomem água de um poço artesiano. Já no Tapuru, todas as famílias consomem água diretamente do rio Madeira, sem nenhum tipo de tratamento.

5.2 Consumo de Peixe e Frequência

Em relação às espécies de peixes mais consumidas e a frequência do consumo das famílias nas duas comunidades é possível observar que o Puruzinho tem preferência por consumo de peixes com hábitos alimentares carnívoros superiores ao Tapuru de (48,3%) e (15,1%), respectivamente, embora com uma frequência de consumo semanal reduzida em relação ao Tapuru (Tabela 2).

No questionário aplicado, foram evidenciadas outras fontes de proteínas, sendo apontada a inserção de novas fontes de proteínas, na comunidade do Puruzinho, pois, 42,10% relataram comer mais 5 fontes, como carne vermelha, carne de caça, leite, ovos e frango. No Tapuru, 68,42% das famílias afirmaram comer até 4 fontes (leite, frango, carne vermelha, ovos). A frequência semanal deste consumo também é maior no Puruzinho, onde 47,36% da população afirmaram comer de 3 a 4 vezes, enquanto 21,05%, no Tapuru. Denotando uma diferenciação nítida no hábito alimentar entre as comunidades.

Tabela 2: Espécies e consumo de peixes nas duas comunidades estudadas.

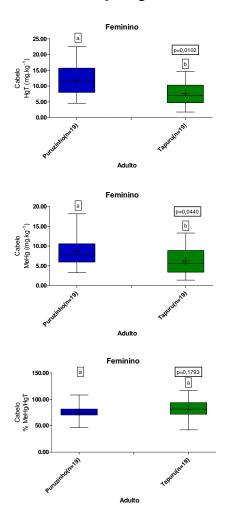
		Puruzinho	Tapuru
Peixes mais consumidos	Hábito	N	N
Tucunaré (Cicla sp.)	Carnívoro	16	0
Jaraqui (Semaprochilodus sp.)	Detritívoro	7	1
Pacu (Mylossoma sp)	Herbívoro	7	17
Pirarucu (Arapaima gigas)	Carnívoro	8	0
Jatuarana (Brycon sp.)	Onívora	9	1
Surubim (Pseudoplatystoma sp.)	Carnívoro	5	3
Tambaqui (Colossoma macropomum)	Onívoro	7	3
Curimatã (Prochilodus nigricans)	Detritívoro	1	5
Aruanã (Osteoglossum sp.)	Carnívoro	0	1
Bodó (Pterygoplicnthys pardalis)	Detritívoro	0	1
Piranha (Pygocentrus nahari)	Carnívoro	0	1
Não consomem	-	1	0
Hábito alimentar		%	%
Carnívoro		48,3	15,1
Não carnívoro		51,6	84,8
Quantas vezes consomem peixes por semana		N	N
Nenhuma		1	0

	Contin	uação
1 refeição	2	1
2 a 3 refeições	5	2
4 a 5 refeições	12	0
Mais de 5 refeições	0	15

5.2.1 Mercúrio no cabelo da população das comunidades Puruzinho e Tapuru

A estatística descritiva de Hg_{Total} e MeHg no cabelo das comunidades do Puruzinho e Tapuru encontra-se apresentada no apêndice 6. Os adultos do sexo feminino da comunidade do Puruzinho têm concentrações média de Hg_{Total} (11,6 ± 5,0 mg.kg⁻¹) e MeHg (8,7 ± 4,1 mg.kg⁻¹) sendo significativamente mais elevadas ao compararmos com a comunidade de Tapuru (7,0 ± 3,7 mg.kg⁻¹) e (6,2 ±3,4 mg.kg⁻¹) respectivamente, conforme teste de *Mann Whitney* (p<0,05). O percentual de MeHg em relação ao Hg_{Total} foram similares entre as comunidades, sem diferença estatística (p>0,05), sendo 75,62% ± 14,09 no Puruzinho e 81,10 ± 21,0 em Tapuru (Figura 10). No Puruzinho, 31,7% apresentam concentrações de mercúrio \geq 7 mg.kg⁻¹ \leq 10 mg.kg⁻¹ com 52,63% da amostragem apresentando valores acima de 10mg.kg⁻¹. No Tapuru, 21,05% apresentam concentrações de mercúrio \geq 7 mg.kg⁻¹ com 31,57% da amostragem apresentando valores acima de 10mg.kg⁻¹. Os resultados inferiores a 7 mg.kg⁻¹ foram encontrados em 15,78% e 47,36% respectivamente. Os resultados apontam que a comunidade do Puruzinho apresenta maior risco/vulnerabilidade a exposição ao mercúrio.

Figura 10: Boxplot das concentrações de Hg_{Total}, MeHg e porcentagem de MeHg/Hg_{Total}em cabelos, no grupo de adulto feminino na comunidade do Puruzinho e do Tapuru, (n= número de amostras) letras diferentes indicam diferenças significativas.



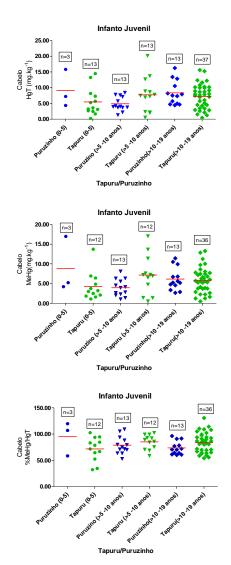
Em relação à concentração de mercúrio na faixa etária das crianças de zero a cinco anos (Figura 11), embora o teste estatístico não tenha apresentado diferença significativa entre as comunidades, a concentração média de Hg_{Total} na comunidade do Puruzinho (9,1 \pm 5,9 mg.kg⁻¹), MeHg (8,8 \pm 7,0 mg.kg⁻¹) e %MeHg/Hg_{Total} (95,2 \pm 18,7 %) foi mais elevada ao compararmos com a comunidade de Tapuru (5,4 \pm 4,3 mg.kg⁻¹), (4,2 \pm 3,5 mg.kg⁻¹) e (71,7 \pm 6,59 %) respectivamente. Infelizmente, não foi possível uma comparação mais robusta entre as comunidades devido à quantidade menor de crianças desta faixa etária na comunidade do Puruzinho.

Ao comparar os indivíduos da faixa etária de >5 a 10 anos, embora o teste estatístico não tenha apresentado diferença significativa entre as comunidades, o comportamento foi contrário da faixa etária de zero a cinco anos, onde os níveis de mercúrio são mais elevados na comunidade do Tapuru com concentrações médias de Hg_{Total} (7,76 \pm 1,52 mg.kg⁻¹), MeHg

 $(7,17\pm1,44~\text{mg.kg}^{-1})$ %MeHg/Hg_{Total} $(85,1\pm4,0\%)$ em relação ao Puruzinho com resultados de Hg_{Total} $(4,09\pm0,62~\text{mg.kg}^{-1})$, MeHg $(3,95\pm0,59~\text{mg.kg}^{-1})$ e %MeHg/Hg_{Total} $(78,9\pm4,6\%)$. Este fato pode indicar uma mudança recente no hábito alimentar desta faixa etária, associada às mudanças socioeconômicas e maior proximidade ao centro urbano da comunidade do Puruzinho.

No grupo >10 a 19 anos, embora o teste estatístico não tenha apresentado diferença significativa entre as comunidades, os indivíduos do Puruzinho apresentam concentrações médias de Hg_{Total} (8,36 ± 3,82 mg.kg⁻¹), MeHg (6,14 ± 0,79 mg.kg⁻¹) e %MeHg/Hg_{Total} (77,9 ± 3,4%) mais elevadas em relação a Tapuru (7,24 ± 0,59 mg.kg⁻¹), (5,84 ± 0,59 mg.kg⁻¹) e (84,2 ± 3,1 %) respectivamente.

Figura 11: Gráfico das concentrações de Hg_{Total}; MeHg e porcentagem de MeHg/Hg_{Total}em cabelos, no grupo infanto-juvenil na comunidade do Puruzinho e do Tapuru (n= número de amostras analisadas).



5.2.2 Mercúrio no cabelo dos grupos adulto feminino e faixa etária 0 a 5 anos), >5 a 10 anos e >10 a 19 anos.

Na avaliação, por comunidade, comparando o grupo feminino adulto e as faixas etárias 0 a 5 anos, >5 a 10 anos e >10 a 19 anos, observa-se que no Puruzinho há diferença significativa de acordo com o teste de *Kruskal – Wallis* (p< 0,05), onde o grupo de mulheres (n=19) apresenta concentração média de mercúrio mais elevada em relação ao grupo infantil >5 a 10 anos (n=13). Nos grupos de 0 a 5 anos e >10 a 19 anos não foi observado diferença

significativa em relação à faixa etária >5 a 10 anos, embora esta apresente concentração média de mercúrio mais baixa em relação às mulheres adultas (Figura 12).

Na comunidade do Tapuru, não houve diferença significativa entre o grupo adulto feminino e os grupos das diferentes faixas etárias estudadas (Figura 13).

Figura 12: Gráfico das concentrações de Hg_{Total}, MeHg e % MeHg/Hg_{Total} em cabelos, grupo feminino adulto e crianças na faixa etária 0-5 anos, >5-10 anos, >10-19 anos da comunidade do Puruzinho (letras diferentes indicam diferenças significativas).

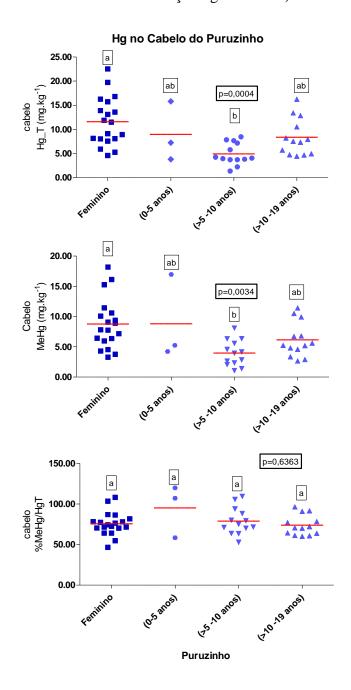
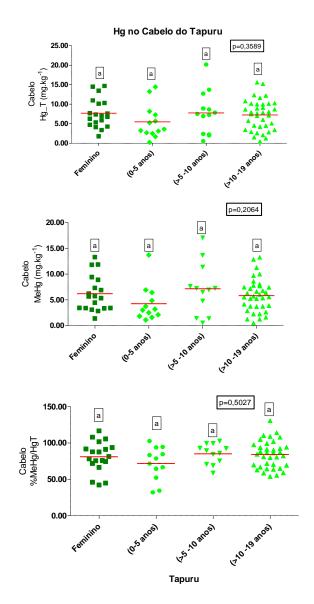


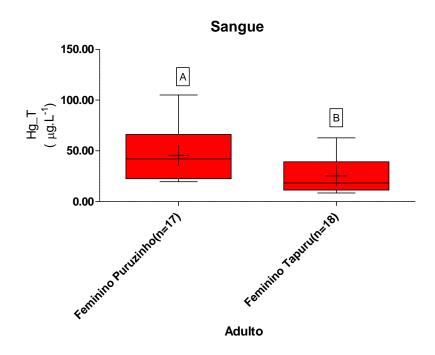
Figura 13: Gráfico das concentrações de Hg_{Total}, MeH e % MeHg/Hg_{Total}em cabelos, grupo feminino adulto e crianças na faixa etária 0-5 anos, >5-10 anos, >10-19 anos da comunidade do Tapuru. Letras diferentes indicam diferenças significativas.



5.3 Mercúrio Total no Sangue do Grupo de Adultos

As concentrações de Hg_{Total} no sangue das mães da comunidade do Puruzinho são mais elevadas ao comparar com Tapuru, com valores de 45,54 ± 24,70 μg/L e 30,11 ± 22,38 μg/L (Média±DP), respectivamente, de acordo com o teste estatístico de *Mann-Whitney* (p< 0,05) (Figura 14). O resultado da concentração de mercúrio no sangue indica uma exposição recente, os quais corroboram com os valores encontrados no cabelo, reforçando que a avaliação da concentração de mercúrio no cabelo é um excelente biondicador a sua exposição.

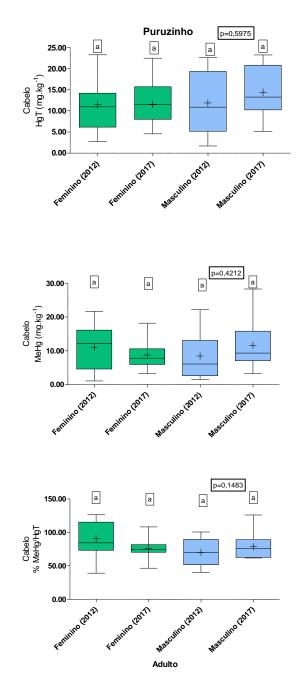
Figura 14: Boxplot das concentrações de Hg_{Total}no sangue, no grupo de adultos nas comunidades de Puruzinho e de Tapuru, (n= número de amostras analisadas).



5.3.1 Comparação temporal da concentração de mercúrio no Puruzinho.

A avaliação temporal da concentração de mercúrio no cabelo foi realizada na comunidade do Puruzinho, uma vez que é a única comunidade que tem estudos pretéritos no banco de dados do Laboratório Biogeoquímica Ambiental Wolfgang Christian Pfeiffer da Universidade Federal de Rondônia (UNIR), decorrente de trabalhos realizados em 2012, ainda não publicados. Essa comparação foi realizada avaliando um intervalo de cinco anos, sendo uma amostragem em 2012 e outra em 2017, na qual se pode observar que a comunidade passou por transformações com instalação da rede de energia elétrica por meio do programa luz para todos. Na comparação temporal da concentração de mercúrio no cabelo de adultos homens e mulheres, observa-se que os níveis de mercúrio se mantiveram elevados com média acima de 10 mg.kg⁻¹ (apêndice 9), entretanto, não houve diferença significativa entre os dois períodos conforme teste Kruskal – Wallis (p> 0,05) (Figura 15).

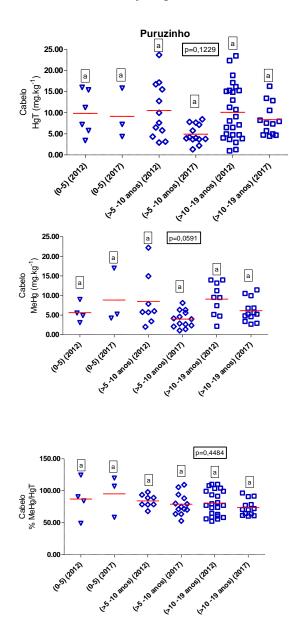
Figura 15: Boxplot da comparação temporal das concentrações de Hg_{Total}, MeHg e % MeHg/Hg_{Total}em cabelos da população adulta do Puruzinho, distribuído conforme sexo no período de 2012 e 2017 (letras iguais indicam diferenças não significativas).



Na avaliação entre os grupos das três faixas etárias analisadas nos dois períodos, não houve diferença significativa de acordo com o teste de Kruskal-Wallis (p>0,05) no período de 2012 comparando com 2017, entretanto, observa-se que houve uma redução de 42,1% na média de Hg_{Total} e MeHg, sendo respectivamente na faixa etária > 5 a 10 anos de 2012 (9,7 mg.kg⁻¹ de Hg_{Total}) e (8,48 mg.kg⁻¹ de MeHg) para 2017 (4,09 mg.kg⁻¹ de Hg_{Total}) e (3,96 mg.kg⁻¹ de MeHg) (Figura 16). Estes dados reforçam que esta faixa etária está passando por

uma mudança em seu perfil de consumo alimentar, provavelmente, com outras fontes de proteínas em detrimento ao consumo de peixe.

Figura 16: Gráfico da comparação temporal das concentrações de Hg_{Total}, MeHg e % MeHg/Hg_{Total}em cabelos, no grupo 0 a 5 anos, >5 a 10 anos, >10 a 19 anos, em 2012 e 2017 (letras iguais indicam que não houve diferença significativa).



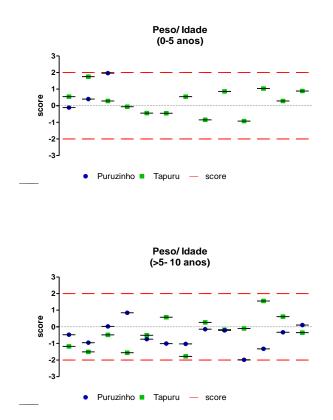
5.4 Avaliação Antropométrica

O Índice de Massa Corpórea (IMC), definido pela fórmula peso/ altura², foi analisado na população de zero a 5 anos (n=13), >5 a 10 anos (n=13), >10 a 19 anos (n=37) da comunidade Tapuru e no Puruzinho de zero a 5 anos (n=3), >5 a 10 anos (n=13), >10 a 19

anos (n=16), bem como dos adultos do sexo feminino (n=19, n=19) das respectivas comunidades. Os valores de IMC nas mulheres adultas seguiram a categorização definida pela OMS, sendo < 18,5 como abaixo do peso, \geq 18,5 \leq 24,9 eutrofia ou peso normal, \geq 25.0 \leq 29.9 sobrepeso e \geq 30.0 obesidade (WHO, 1995).

No escore z WAZ de modo geral (Figura 17), os indivíduos nos dois grupos etários (0-5, >5-10) das duas comunidades apresentam-se dentro do limite do ponto crítico de referência: Puruzinho $(0.75 \pm 0.88; -0.55 \pm 0.69)$, Tapuru $(0.26 \pm 0.75; -0.35 \pm 0.94)$, exceto um indivíduo na comunidade do Puruzinho que se encontra no limite do escore ≥ 2 , que denota alerta para o sobrepeso na faixa etária de zero a cinco anos e um adolescente com alerta de risco para desnutrição com escore z -2 na mesma comunidade. No Tapuru, não houve indivíduos fora dos padrões de referência (Apêndice 11).

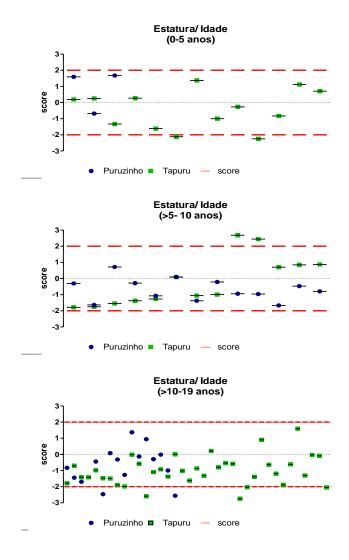
Figura 17: Descrição do escore z WAZ das duas comunidades.



Em relação ao escore z HAZ (Figura 18), nota-se que 15,38% dos indivíduos na faixa etária de zero a cinco anos da comunidade Tapuru estão com altura abaixo do esperado para a idade (\leq - 2), a média foi de -0,42 \pm 1,14, contrariamente o que acontece no grupo >5 a 10 anos (-0,16 \pm 1,49), grupo em que 15,38% estão com escore \geq 2 indicando que a altura para idade está superior aos padrões de referência. No Puruzinho, esses dois grupos apresentam-se

dentro do padrão de normalidade com escore $z \le -2$ a ≥ 2 (0,86 \pm 1,09; -0,68 \pm 0,66). Em relação aos adolescentes, 18,91% dos moradores do Tapuru (-1,02 \pm 0,88) estão com estatura inferior ao esperado para idade e Puruzinho com 12,5% (-0,64 \pm 1,04) (Apêndice 11).

Figura 18: Descrição do escore z HAZ das duas comunidades.



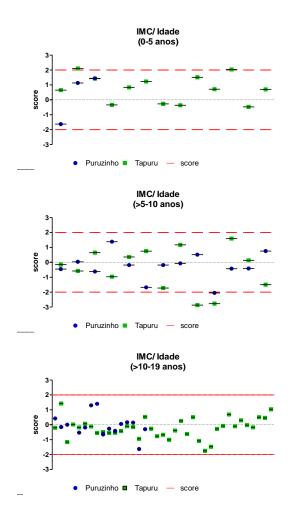
Em relação ao escore z BAZ que avalia o IMC para a idade (Figura 19), observou-se que, na faixa etária de zero a cinco anos, na comunidade do Tapuru, os resultados apontam que 15,38% apresentaram índices de sobrepeso, estado representado também no escore z WHZ, que avalia o peso para a altura. Fato não observado no Puruzinho, possivelmente, pelo tamanho amostral ser menor. No grupo de >5 a 10 anos, 15,38% dos moradores da comunidade do Tapuru encontram-se abaixo (≤ -2) do escore z BAZ, enquanto Puruzinho apresentou esse mesmo resultado para 7,69% das crianças, nessa faixa etária. No grupo >10 a

19 anos todos os indivíduos estão eutróficos, ou seja, dentro da normalidade, em ambas as comunidades.

Nas mulheres adultas, nota-se que as moradoras do Puruzinho são mais altas e mais pesadas, resultando em um IMC mínimo já com sobrepeso. Enquanto que, no Tapuru, observa-se eutrofia no IMC mínimo e o máximo apresenta-se menor do que ao das outras mães. (Apêndice 10).

Figura 19: Descrição do escore z BAZ por idade das duas comunidades.

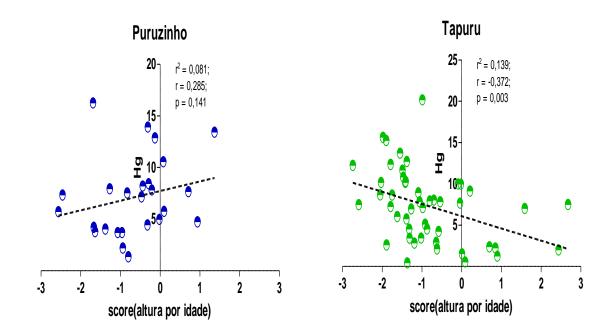
.



Foi realizada correlação não paramétrica de spearman da concentração de Hg_{Total} no cabelo com o escore z estatura por idade (HAZ) considerando os três grupos da faixa etária analisadas (zero a 19 anos) de ambas as comunidades (Figura 20), observou-se que no Puruzinho não existe correlação significativa entre a presença de Hg_{Total} no cabelo com o crescimento linear (p> 0,05).

No Tapuru, entretanto, a correlação foi significativamente (p<0,05) negativa, entretanto, é uma correlação fraca (R - 0,372) onde quanto maior a concentração de Hg_{Total} , menor o escore HAZ, isto é, com tendência a baixa estatura para a idade. Embora não necessariamente fora do limite de referência (\leq - 2).

Figura 20: Regressão Linear da concentração de Hg_{Total} no cabelo com o escore Z altura por idade.



6 DISCUSSÃO

6.1 Exposição humana ao mercúrio

Relacionar saúde humana com contaminação ambiental não é uma tarefa simples devido à complexidade do tema. Para uma melhor compreensão ao avaliar os riscos à saúde humana é importante avaliar sua associação com aspectos socioeconômicos dentro do contexto de cada comunidade (HACON et al., 2008). Neste trabalho, pode-se observar que a taxa de analfabetismo entre as mães é considerada alta na comunidade do Tapuru, principalmente se compararmos com outros estudos realizados em comunidades ribeirinhas (AMARAL, 2012; GAMA et al., 2018). Apesar de ter sido inserida uma estratégia nova de implantação da escola fluvial na região, o grupo analisado trata-se de adultos que não tiveram a oportunidade de alcançar essa melhoria. Essas mães conviveram com as dificuldades de estudarem quando eram crianças.

A situação econômica das comunidades ribeirinhas nos últimos anos apresentou uma melhora significativa, reflexo do bom momento político-econômico que o País passou com a implantação de programas assistenciais como Bolsa Família, de acordo com (PIPERATA et al., 2011; AMARAL, 2012). Entretanto, nas comunidades estudadas existem duas realidades envolvendo esse contexto: a primeira é a do Tapuru que contraria esses dados, pois, a renda salarial ainda é baixa, o que pode ser explicado pelo reduzido acesso a via salarial, uma vez que a comunidade fica distante da cidade, dificultando a venda do pescado ou produtos da agricultura (mandioca e banana da terra). A realidade do Puruzinho tem se apresentado diferente, por se tratar de uma comunidade próxima a zona urbana, as famílias têm maior acesso à venda do peixe e outros produtos da agricultura familiar, aumentando a renda salarial.

Com o programa "Luz para Todos" em 2012, instalou energia elétrica integral em 100% das residências do Puruzinho, fato que pode ser apontado como um diferencial marcante, pois, isso permite que as famílias estoquem o pescado para venda, além de poder armazenar outros mantimentos perecíveis já que mais de 70% das famílias possuem geladeiras. Diferentemente da comunidade do Tapuru onde a energia é obtida por meio de geradores movidos à gasolina e somente 5% das casas possuem geladeiras. Amaral (2012) apontou a presença de energia elétrica como o divisor de águas que avigora ainda mais essas diferenças estruturais e econômicas de duas comunidades ribeirinhas do rio Tapajós.

A falta de saneamento básico, encontrado nas comunidades estudadas, não é um problema singular as mesmas. Outros estudos já descreveram tal situação (AMARAL, 2012; RODRIGUES; IGNOTTI; HACON, 2016; GAMA et al. 2018), nem mesmo as melhorias nas condições econômicas de comunidades isoladas influenciaram em melhorias nas condições sanitárias (PIPERATA et al., 2011). Esse problema representa situação de risco que propicia aumento da incidência de doenças infecciosas agudas e prevalência de doenças crônicas (RAZZOLINI; GÜNTHER, 2008). Rasella (2013) aponta que os programas de saneamento básico são imprescindíveis na melhoria na saúde e redução da mortalidade na população. Por isso, devem ser prioritariamente implantados em áreas de maior vulnerabilidade.

Sousa (2009) alega que o Estado do Amazonas possui uma vasta região hidrográfica e suas populações encontram-se isoladas ou espalhadas, o que dificulta a implantação das redes de serviços de saneamento e energia. Além disso, Giatti, Cutolo (2012) afirmam que os moradores das comunidades ribeirinhas ainda convivem com a variedade sazonal dos recursos naturais, com períodos de cheia e seca o que constituem dificuldades nas condições aos serviços de água e destino de seus dejetos, com a possibilidade de contaminação dos recursos hídricos. Na comunidade do Tapuru, o período desse estudo foi no ciclo da cheia com a água do rio muito próxima às casas, fazendo com que os moradores ficassem sem espaço para eliminação dos dejetos, facilitando a contaminação da água do rio que posteriormente é consumida.

A escassez de saneamento básico, incluindo, principalmente, disponibilidade de água potável e tratamento de esgoto, influencia no crescimento econômico, social e de saúde em um país, sobretudo, a saúde infantil, pois, essa problemática está entre as principais causas pela mortalidade infantil entre os menores de cinco anos no mundo (WHO, 2017b).

O fato é que a região Norte apresenta as piores condições de saneamento básico, principalmente, nas áreas mais afastadas, com insuficiente tratamento de água e eliminação de resíduos, apontado por Cunha, Marques, Dórea (2018) em sua revisão narrativa como um fator importante para que as crianças não atinjam seu crescimento satisfatório, já que as mesmas convivem com acesso limitado aos cuidados de saúde. No caso dos adolescentes, não é diferente. Guerra et al. (2013) descreveram, no seu estudo com adolescentes, na área urbana de quatro municípios da Amazônia Legal Brasileira, que fatores como a precariedade nas condições de saneamento, além de baixa renda familiar contribuem para a insegurança alimentar desses indivíduos (10-19 anos).

Comumente as comunidades tradicionais da região Amazônica consomem água dos rios, mas, como destacado por Guiati e Cutolo (2012), existem aquelas em que a fonte mais

utilizada é a água da chuva ou ainda os poços. O armazenamento é feito em potes de barros ou na grande maioria garrafas plásticas. Na comunidade do Tapuru, todas as famílias consomem água diretamente do rio Madeira, com tratamento simples e raro do hipoclorito de sódio. Já na comunidade do Puruzinho, existem duas realidades: aproximadamente metade da população consome água do lago, enquanto que os demais consomem a água de um poço artesiano instalado em parceria entre o INPETAm (Projeto financiado pelo CNPq executado pelo Instituto de Biofísica da UFRJ e o Lab. Biogeoquimica/UNIR) e a prefeitura municipal de Humaitá (AM), onde os pesquisadores foram responsáveis em furar o poço artesiano e a prefeitura fez a tubulação de água entre as casas (SOUZA et al., 2015).

Além disso, essa comunidade vem recebendo apoio de alguns grupos de pesquisas que, dentre outras medidas, implementaram a técnica SODIS (desinfecção da água por meio da luz solar – Solar Disinfection) para tratamento da água e orientações quanto aos cuidados no armazenamento da água e manuseio das moringas de barro para consumo da água, visto que este era o momento em que havia muita contaminação por meio das crianças na hora de utilizar canecas. Outros aspectos relevantes foram a criação de banheiros e fossa seca para destino das fezes, bem como o processo de telamento das residências, minimizando as disseminações da malária (SOUZA et al., 2015).

Essas características demográficas e socioeconômicas apresentadas aqui são muito semelhantes às apresentadas em duas comunidades ribeirinhas (Cuniã e Belmont - RO) estudadas por Rodrigues, Ignotti, Hacon (2016), as quais também possuem certo isolamento do centro urbano, dificuldade de acesso à educação, saúde, baixa renda e condições limitadas ou ausentes ao saneamento básico.

O isolamento geográfico de comunidades ribeirinhas da bacia Amazônica é apontado como fator preponderante para o alto consumo de peixes. Na comunidade do Tapuru, que fica mais afastada do centro urbano, pode-se observar maior frequência no consumo do pescado e menor ingestão de outras fontes de proteína em relação à comunidade do Puruzinho. A abundância da ingestão de pescado e sua importância foi descrita por Dórea et al. (2005), em trabalho realizado com indígenas na região Amazônica.

O elevado consumo de pescado na dieta alimentar das comunidades ribeirinhas da região Amazônica é de grande relevância para o entendimento da contaminação de mercúrio destas populações e seus possíveis efeitos adversos a saúde, principalmente as crianças que podem apresentar efeitos no sistema nervoso e no cérebro em desenvolvimento, nos casos de exposição no útero ou na primeira infância, as crianças podem apresentar consequências ao longo da vida, incluindo deficiências (WHO, 2017a).

Conforme relatados por Bastos et al. (2015) e Castro et al. (2016), podem-se observar concentrações de mercúrio em espécies distintas de peixe consumidos pela população tradicional acima dos limites preconizados pela ANVISA e OMS. Entretanto, existe uma grande variação nas concentrações de mercúrio devido ao hábito alimentar das espécies de peixes assim como ao seu local de captura.

Na comunidade do Puruzinho, o consumo de peixes carnívoros foi maior que na comunidade do Tapuru, sendo que a espécie carnívora *Cichla* sp. (tucunaré) foi citada com maior frequência de consumo e ainda a presença do *Arapaima gigas* (pirarucu) diferindo do trabalho de Oliveira et al. (2010) que observou maior frequência de *Prochilodus* sp. (curimatã) seguido de *Mylossoma* sp. (pacu) e tucunaré, o consumo de pirarucu não foi observado no referido estudo. Os autores supracitados ressaltaram a maior concentração de Hg_{Total} em peixes carnívoros, com a concentração de Hg_{Total} no tucunaré, do lago do Puruzinho, variando de 0,001 a 1,488 mg.kg⁻¹ enquanto que o pacu, peixe não carnívoro (herbívoro) variou de 0.001–0.103 mg.kg⁻¹. Azevedo-Silva et al. (2016) também observaram maiores concentrações de mercúrio para as espécies em topo da cadeia trófica (piscívoros e planctívoros), no lago do Puruzinho, onde a concentração encontrada em tucunaré variou de 0,418 – 0,836 mg.kg⁻¹.

Os peixes mais consumidos mencionados no questionário de alimentação do Tapuru são espécies que já apareceram no levantamento de Bastos et al. (2006), quando o pacu foi apontado como o peixe de maior preferência entre as comunidades ribeirinha ao longo do rio Madeira com concentração média de 0.046 ± 0.039 mg.kg⁻¹ (média \pm DP).

Nesse estudo não é possível mensurar, em gramas, o consumo médio diário de pescado das duas comunidades estudadas, porém, ao analisarmos a frequência semanal, notase que o peixe ainda é a principal fonte de proteína, sobretudo para a comunidade mais isolada (Tapuru) em relação à comunidade do Puruzinho. Este fato poderia corroborar com maior risco de exposição ao mercúrio para as populações mais afastadas, entretanto, para uma melhor avaliação da contaminação de mercúrio é pertinente levar em consideração, também as espécies de peixes consumidas, devido à variabilidade da concentração de mercúrio em decorrência do seu hábito alimentar. Hacon et al. (2014) concluíram que, embora as comunidades ribeirinhas da região Amazônica apresentem padrões de vida semelhantes, a dinâmica espacial da distribuição da concentração de mercúrio no cabelo reflete em mudanças do hábito alimentar do peixe. Os achados do nosso estudo atestam que o hábito alimentar das populações tradicionais é o fator mais importante para o aumento da exposição ao mercúrio mais do que o isolamento geográfico.

Conforme trabalho de Bastos et al. (2015), realizado na bacia do rio Madeira, a concentração de mercúrio em diferentes espécies de peixes variou de 0,051 a 1,242 mg.kg⁻¹, com algumas espécies ultrapassando o limite recomendado pela ANVISA de 1,0 mg.kg⁻¹ para espécies carnívoras e 0,5 mg.kg⁻¹ para não carnívoras. Isso acontece porque o Hg tem característica de bioacumulação e biomagnificação em toda cadeia alimentar, fazendo com que peixes, no topo da cadeia alimentar, apresentem concentrações mais elevadas de mercúrio (VEGA et al., 2013), tornando os peixes carnívoros (como o tucunaré) um importante veículo de exposição para o MeHg (ARRIFANO et al., 2018), cerca de 97% do Hg_{Total} presente em peixes da bacia do rio Tapajós estava na forma de MeHg (AKAGI et al., 1994). E uma variação de 70 a 92% do mercúrio encontrado nos peixes, da bacia do rio Madeira, estava na sua forma orgânica (MeHg), como apontado por Bastos et al. (2015).

O cabelo reflete exposição pretérita sendo possível avaliar ao longo do período de crescimento do fio (MERGLER et al., 2007). É considerado o melhor bioindicador para mensuração da exposição humana ao MeHg (MALM et al., 1995), pois, cerca de 80% de Hg_{Total}, no cabelo, está na forma química MeHg (PINO et al., 2018). Quanto ao percentual de MeHg em relação ao Hg_{Total}, no cabelo, encontrados neste estudo, não houve variação entre as comunidades e as faixas etárias (71,7% a 95,2%), corroborando com o trabalho de Arrifano et al. (2018) que demonstrou uma proporção de 71% a 97%, bem como 90% encontrados por Akagi et al. (1994).

Inúmeros trabalhos na literatura já exploraram esse assunto em diferentes populações e faixas etárias, sendo alguns deles retratados na tabela 3 (BARBOSA; DÓREA, 1998; BENEFICE; MONRROY; RODRIGUEZ, 2008; OLIVEIRA et al., 2010; VEGA et al., 2013; MARQUES et al., 2013a; VIEIRA et al., 2013; HACON et al., 2014; HOSHINO et al., 2015; ARRIFANO et al., 2018). As médias de concentração de mercúrio encontradas, nesse estudo, se apresentam de forma geral acima do recomendado pela OPAS como normal para cabelo humano (< 7.0 mg.kg⁻¹).

Na comunidade do Puruzinho, 84,3% apresentam concentrações de mercúrio ≥7 mg.kg⁻¹ como observado em estudos anteriores de Bastos et al. (2006) que apresentou média de 14,83 mg.kg⁻¹, Oliveira et al. (2010) que analisaram toda a população entre os anos de 2005 a 2006, encontrando valores com médias de 12,93 mg.kg⁻¹ para indivíduos do sexo feminino e 18,41 mg.kg⁻¹ para o sexo masculino. Posteriormente, Hoshino et al. (2015) estudou a mesma população (idades entre 1 a 47 anos), destacando uma média de 12,78 mg.kg⁻¹ de mercúrio no cabelo. O resultado encontrado neste estudo, entretanto, demonstra uma redução no percentual da população do Puruzinho com valores médios de mercúrio 11,6

mg.kg⁻¹ (adultos). Deste modo, observa-se que essa população tradicional embora tenha apresentado uma média reduzida quando comparado a resultados anteriores, continua com exposição ao mercúrio acima do recomendado.

Tapuru, por ser uma comunidade mais isolada de difícil acesso, não tem muitos estudos já realizados nessa área. Todavia, ao compararmos com o estudo de Bastos et al. (2006), observa-se que os valores médios apresentaram um decréscimo considerável de 62,76 mg.kg⁻¹ apontados pelos autores para 7,0 mg.kg⁻¹ nesse estudo. Não foi possível identificar se de fato houve uma redução nas concentrações de mercúrio, pois, o n amostral do referido estudo foi pequeno de seleção aleatória, pois seu objetivo não foi avaliar apenas a exposição humana.

A seguir, a tabela 3 apresenta alguns trabalhos (lista não exaustiva) que estudaram as concentrações de mercúrio em cabelo na Região Amazônica, em diferentes comunidades e idades da população.

Tabela 3: Trabalhos com resultados das concentrações de mercúrio na Região Amazônica, publicados nas bibliotecas virtuais (lista não exaustiva).

Região	Matriz	Concentração de Hg _{Total} e MeHg	Autor
Tapajós	cabelo	Hg _{Total} de 4,1 a 37,4 (mg.kg ⁻¹) (min - máx) MeHg 3,1 a 36,4(mg.kg ⁻¹) (min - máx)	Akagi et al. (1994).
Baixo Rio Madeira	cabelo	média de Hg _{Total} em mães 14.3 (mg.kg ⁻¹) média de Hg _{Total} em lactantes 9.8 (mg.kg ⁻¹)	Barbosa e Dórea (1998)
Lago do Puruzinho	cabelo	média de Hg _{Total} em população adulta de 14.83 (mg.kg ⁻¹) min. 4.57 - máx.28.27(mg.kg ⁻¹)	Bastos et al. (2006)
Tapuru	cabelo	média de Hg _{Total} 62,76 mg.kg ⁻¹ min. 20,43 mg.kg ⁻¹ máx.150 mg.kg ⁻¹ em população adulta	Bastos et al. (2006)
Rio Beni (Amazônia Boliviana) Lago do Puruzinho	cabelo	mediana de Hg _{Total} para mães 4,4 (mg.kg ⁻¹) mediana de Hg para crianças (0-10 anos) 3,9 (mg.kg ⁻¹) concentração de Hg _{Total} (17,4 mg.kg ⁻¹ ± 11,5) média ± DP	Benefice; Monrroy, Rodriguez (2008) Oliveira et al. (2010)
Lago do Cuniã	cabelo	população geral média sexo masculino de 7,4 mg.kg ⁻¹ população geral média sexo feminino de 5,0 mg.kg ⁻¹	Vega et al. (2013)
Rio Madeira	cabelo	média de Hg _{Total} de crianças no nascimento: para meninos de 3,73 mg.kg ⁻¹ para meninas de 3,71 mg.kg ⁻¹ média de Hg _{Total} de crianças com 6 meses para meninos de 4,19 mg.kg ⁻¹ para meninas de 4,31 mg.kg ⁻¹ média de Hg _{Total} para mães após o parto mães de menino 17,11 mg.kg ⁻¹ mães de menina 17,48 mg.kg ⁻¹ média de Hg _{Total} para mães com 6 m de lactação mães de menino 16,67 mg.kg ⁻¹ mães de meninas 17,09 mg.kg ⁻¹	Marques et al. (2013a)
Porto Velho- área urbana	cabelo	média de Hg _{Total} nas mães de área urbana 1,3 mg.kg ⁻¹	Vieira et al. (2013)

Região	Matriz	Concentração de Hg _{Total} e MeHg	Autor
Baixo Madeira	cabelo	média de Hg _{Total} nas mães de área ribeirinhas 8,2 mg.kg ⁻	Vieira et al. (2013)
Bacia do Rio Madeira- Lago do Cuniã	cabelo	média de Hg _{Total} para crianças (< 5 anos) de 4,9 mg.kg ¹ média de Hg _{Total} para jovens (6-16 anos) de 5,3 mg.kg ⁻¹ média de Hg _{Total} para jovens (> 16 anos) de 8,2 mg.kg ⁻¹ média de Hg _{Total} mulheres(13 a 49 anos) de 5,3 mg.kg ⁻¹ média geral de Hg _{Total} 6,3 mg.kg ⁻¹	Hacon et al. (2014)
Bacia do Rio Madeira- Igarapé Belmont	cabelo	média de Hg _{Total} para crianças (< 5 anos) de 1,9 mg.kg ⁻¹ média de Hg _{Total} para jovens (6-16 anos) de 1.9 mg.kg ⁻¹ média de Hg _{Total} para jovens (> 16 anos) de 2.9 mg.kg ⁻¹ média de Hg _{Total} mulheres (13 a 49 anos) de 2.4 mg.kg ⁻¹ média geral de HgT 2.3 mg.kg ⁻¹	Hacon et al. (2014)
Gleba Rio Preto (Rio Preto)	cabelo	média Hg _{Total} (crianças de 3 a 9 anos) 6,2 mg.kg ⁻¹	Rocha et al. (2015)
Rio Madeira (Lago do Puruzinho)	cabelo	média de Hg _{Total} (feminino) de 12,93 mg.kg ⁻¹ média de Hg _{Total} (masculino) de 18,41 mg.kg ⁻¹	Hoshino et al. (2015)
Tucuruí	cabelo	população adulta ambos os sexos mediana de Hg _{Total} de 12,0 mg.kg ⁻¹ min- 1.1 mg.kg ⁻¹ – máx. 75.8 mg.kg ⁻¹ mediana de MeHg de 10,9 mg.kg ⁻¹ min- 7.0 mg.kg ⁻¹ máx. 22.2 mg.kg ⁻¹	Arrifano et al. (2018)
Tapuru	cabelo	média de Hg _{Total} em mulheres adulta 7,0 mg.kg ⁻¹ média de Hg _{Total} (zero a 5 anos) 5,48 mg.kg ⁻¹ média de Hg _{Total} em jovens (>5 a 10 anos) 7,76 mg.kg ⁻¹ média de Hg _{Total} em jovens (>10 a 19 anos) 7,24 mg.kg ⁻¹	Este estudo
Lago do Puruzinho	cabelo	média de Hg _{Total} em mulheres adulta de 11,6 mg.kg ⁻¹ média de Hg _{Total} (zero a 5 anos) 9,14 mg.kg ⁻¹ média de Hg _{Total} em jovens (>5 a 10 anos) 4,09mg.kg ⁻¹ média de Hg _{Total} em jovens (>10 a 19 anos)8,36 mg.kg ⁻¹)	Este estudo

Os valores mais elevados da concentração de Hg_{Total}, no cabelo das mulheres adultas, na comunidade do Puruzinho, que apesar de ter uma frequência de consumo de peixe menor em relação à comunidade do Tapuru, podem ser explicados pelo consumo preferencialmente por peixes de hábitos carnívoros em que o tucunaré é citado com maior frequência no questionário de hábitos alimentares. Portanto, os moradores do Puruzinho continuam apresentando elevadas concentrações de mercúrio, na sua forma mais tóxica, mesmo com todas as transformações na alimentação e estilo de vida que tem sido vivenciados nos últimos anos. Todavia, alguns autores referem que os efeitos fisiopatológicos da exposição crônica podem ser sutis e inespecíficos e podem ter um longo período de latência (HOSHINO et al., 2015).

Os níveis de Hg_{Total}, no cabelo, são significativamente correlacionados com os níveis sanguíneos. Grande parte (73%) encontrada na sua forma orgânica (MeHg) em indivíduos

com dieta rica em peixes (AKAGI et al., 1995), sobretudo, porque esse metal presente no sangue é incorporado ao cabelo sem modificar seu nível. A concentração no cabelo é de 250 a 300 vezes maior do que no sangue (WHO, 1990). A meia vida do metilmercúrio no sangue é de 50-70 dias, sendo possível avaliar a exposição recente pela análise sanguínea (MERGLER et al., 2007). Neste estudo, os resultados encontrados no sangue da comunidade do Puruzinho estão quatro vezes acima do limite recomendado pela Organização Panamericana de Saúde que é de 10 μg/L para Hg_{Total}, inferindo que esses indivíduos tiveram uma exposição recente. Esses valores são semelhantes aos descritos por Akagi et al. (1995) em trabalho realizado na região do rio Tapajós onde encontraram uma variação da concentração de Hg_{Total} no sangue de 12,2 a 149,8 μg/L.

Na comunidade do Puruzinho podemos observar (figura 12) maiores valores de Hg na amostragem de adultos do sexo feminino em relação aos jovens. Este fato pode indicar uma bioacumulação deste elemento ao longo do tempo, entretanto, esta bioacumulação não foi vista na comunidade do Tapuru (figura 13), visto que não houve diferença significativa entre adultos e a população infanto-juvenil. Outro fato que pode corroborar para maiores concentrações de Hg_{Total} nos adultos do Puruzinho em relação a população infanto-juvenil é uma mudança no hábito alimentar dos jovens, favorecendo uma menor incorporação de mercúrio proveniente do consumo de peixes.

A OMS descreve que após 2 meses de ingestão de MeHg pelo consumo do pescado, foram reportados valores percentuais em cada órgão, sangue total, 7%; plasma, 22%; leite materno, 39%; urina, 73%; fígado, 16-40% (WHO, 1990). Os efeitos à saúde humana são principalmente no sistema neurológico, com riscos de alterações motoras, sensoriais e de memória (OPAS, 2011). Por isso, as populações altamente expostas como os ribeirinhos da Amazônia são de grande preocupação, especialmente, os fetos em desenvolvimento que correm maior risco desta neurotoxina. Entretanto, por outro lado, não é possível afirmar veementemente, em trabalhos realizados na região Amazônica, sinais de intoxicação decorrentes do MeHg. Existe uma discussão entre o meio científico de que o selênio presente na alimentação das comunidades ribeirinhas por meio da castanha-do-Brasil, importante fonte deste mineral, pode desempenhar um efeito antioxidante e por alguma ação ainda desconhecida não permitir desenvolver os efeitos do mercúrio ao ser humano (ROCHA et al., 2014).

Lebel et al. (1998) em uma avaliação das populações ribeirinhas da bacia do Tapajós, descrevem que é possível observar os efeitos neurotóxicos abaixo do limite de 50 mg.kg⁻¹ no cabelo. O programa internacional de segurança química relata que a neurotoxicidade fetal

pode ocorrer quando as concentrações de mercúrio, no cabelo, materno excedem 10 a 20 mg.kg⁻¹. Entretanto, trabalhos relatam atraso no desenvolvimento no cérebro fetal quando as concentrações, no cabelo da mãe, são ≥ 6 mg.kg⁻¹ (GRANDJEAN et al, 2010).

Os resultados deste estudo demonstram que as populações dessas comunidades são expostas desde muito cedo a níveis elevados de mercúrio, aumentando os riscos à saúde. Alguns trabalhos realizados na região demonstraram que a população lactente tem sido exposta a concentrações elevadas de mercúrio, com correlação significativa entre a duração do aleitamento materno e o mercúrio em crianças (VIEIRA et al., 2013; MARQUES et al., 2016a). Com o acompanhamento de Marques et al. (2013a), na bacia do rio Madeira, onde foi descrito o aumento das concentrações de mercúrio após 6 meses de aleitamento materno nas crianças e diminuição nas mães, concluímos que a lactação transfere níveis do mercúrio materno. Além disso, ainda tem o fato das crianças serem expostas ao EtHg (etil-mercúrio) presentes nas vacinas incluídas no calendário vacinal do Brasil (MARQUES et al., 2016a).

Outro ponto discutido é a exposição pela via placentária, que, para Barbosa e Dórea (1998), é até mais importante que o leite materno. O fato é que todos os autores são conclusivos ao se referirem que a amamentação deve ser incentivada e que os efeitos do mercúrio não devem sobrepor à proteção oferecida pelo leite materno. Muito pelo contrário, autores apontam que a amamentação prolongada teve impacto significativamente positivo nos perfis de estatura e peso para o crescimento infantil satisfatório.

Foi realizada uma avaliação temporal no período de 2012 e 2017 da concentração de Hg_{Total e} MeHg na comunidade do Puruzinho. Ao comparar a faixa etária com a população adulta do sexo feminino entre os dois períodos (Figura 16), nota-se uma discrepância nos resultados sendo que em 2012 não havia diferença significativa entre as mulheres, crianças e jovens, todavia, esse trabalho já apontou que atualmente há diferença entre a faixa etária de >5 a 10 anos e as mulheres adultas. Fato que reforça a ideia de que no passado as concentrações de mercúrio das crianças e adolescentes eram elevadas como a dos adultos devido à ingestão de peixe ser homogênea entre os membros da família, após a mudança no hábito alimentar com inserção mais recente de novas fontes de proteína, essa faixa etária tem sofrido diminuição da concentração de mercúrio. Essa mudança no hábito alimentar foi destacado em um estudo recente de Pedrosa et al. (2018) sendo descrito como maior preocupação entre essas comunidades o aumento do consumo de produtos industrializados com maior acesso a toda uma diversidade de opções oferecido pela vida contemporânea em uma velocidade acelerada e sem qualquer orientação e prevenção.

O estudo de Amaral (2012) comparou duas comunidades ribeirinhas da Amazônia apontando os indícios de que os padrões alimentares estão sofrendo uma transição alimentar devido às dinâmicas econômicas da região com o aumento do poder de compra decorrente dos programas assistenciais. Eles estão adquirindo alimentos processados como a salsicha, carnes de frango e de gado, dos quais podem ser armazenados em freezer e geladeiras que foram adquiridos com o acesso à energia elétrica.

As crianças da comunidade do Puruzinho estão passando por uma transição alimentar substituindo o peixe por alimentos processados, o que pode estar diminuindo as concentrações de mercúrio, todavia, por outro lado essa transição também tem substituído o consumo de produtos naturais ricos em selênio que pode ser o antagonista nos efeitos do mercúrio (ROCHA et al., 2014), promovendo uma incerteza no que pode acontecer na saúde dessas crianças a longo prazo. A comunidade do Tapuru, até o momento, se mantem com as características de população tradicional, sem mudanças expressivas na alimentação e na fonte de renda.

6.2 Crescimento e estado nutricional das comunidades ribeirinhas.

As mudanças nas condições de vida como acesso a eletricidade, aumento no consumo de alimentos processados, troca da agricultura de subsistência por novas fontes de renda, saneamento básico e consumo de água de poço ou tratada são indicadores potenciais de interferência no crescimento infantil e estado nutricional das crianças e adultos (PIPERATA et al, 2011).

Esse estudo refere que as crianças e adolescentes de ambas as comunidades estão eutróficas no que se refere ao escore z WAZ (peso para idade) (Figura 17). Contrariando o estudo de Flores et al. (2013) em que é descrito tendência ao sobrepeso das crianças e adolescentes brasileiros com essa mudança na alimentação, possivelmente porque a mudança na alimentação da referida comunidade ainda é recente para resultar nas alterações do estado nutricional, os efeitos dessas mudanças poderão ser observados em longo prazo. Por outro lado, a comunidade do Tapuru onde a transição nutricional é mais discreta ou inexistente em algumas famílias, os indivíduos têm apenas o peixe como principal fonte de proteína, ainda assim as crianças também estão com estado nutricional adequado não correspondendo à lógica da desnutrição por falta de alimentos variados. Dórea et al., (2003) destacam que os ribeirinhos da Amazônia possuem no peixe uma excelente fonte de proteínas portadora de nutrientes importantes para as funções biológicas, sua ausência poderia agravar problemas de

saúde. Deste modo, as condições insalubres, privação dos serviços de saúde seriam fatores mais severos para a saúde dos ribeirinhos do que consumir apenas uma fonte de proteínas.

As variáveis ambientais não apresentaram influência no crescimento e estado nutricional das crianças e adolescentes estudados, mas, recomendamos que, de acordo com Neves et. (2016), seja priorizada a atenção ao desenvolvimento infantil de aprendizagem, principalmente, relacionada à exposição do mercúrio.

No escore z HAZ (altura para idade) (Figura 18), houve discrepâncias entre as comunidades, as crianças menores de cinco anos da comunidade do Tapuru apresentaram déficit na altura para idade, corroborando com os dados apresentados na PNDS (2006) em que a Região Norte permanece com maior déficit de altura para idade entre as demais regiões do País (BRASIL, 2009b). Araújo et al. (2016) também observaram que a elevada prevalência de déficit na altura para idade, entre as crianças menores de 5 anos, de uma parte da Região Norte, apresentou influências significativas nas variáveis maternas, especialmente, na altura das mães ≤146,4cm. Essa comunidade é mais isolada, dificultando o acesso aos fatores descrito por Monteiro et al (2009) por contribuir na redução da desnutrição e crescimento satisfatório como o aumento do poder aquisitivo, expansão da assistência à saúde, entre outros.

Uma parcela dos adolescentes de Tapuru também apresentou baixa estatura comparado aos padrões da OMS. A fase da adolescência é marcada por complexas transformações físicas. O primeiro evento a se apresentar nessa fase é o crescimento em altura, denominado estirão de crescimento (BECKER, 2017). Os agravos externos dessa fase podem ocasionar prejuízos irreversíveis à estatura do indivíduo, na idade adulta (LOURENÇO; QUEIROZ, 2010). Isso pode explicar o fato das mulheres adultas das comunidades serem de baixa estatura, já que enquanto eram adolescentes receberam as influências ambientais.

Alguns autores chamam a atenção de que a baixa estatura encontrada na região amazônica pode não ser um problema de déficit de crescimento, mas, sim, de que as curvas da OMS (2006) são direcionadas para a população urbana, de modo que as diferenças ambientais e genéticas podem inferir em variações no crescimento, além dos padrões de referência (BLACKWELL et al., 2016).

No estudo de base populacional de crianças da Amazônia brasileira, o contexto socioeconômico foi positivamente relacionado ao crescimento linear infantil (LOURENÇO et al., 2012). Perlorth, Branco (2017) destacam ainda que a influência dos fatores ambientais tem mais interferência do que os fatores genéticos em menores de cinco anos, isso pode explicar o

fato de algumas crianças do Tapuru estarem apresentando z escore HAZ inadequado (Figura 18), visto que as mesmas possuem condições ainda mais desfavoráveis por se tratar de uma região distante dos serviços de saúde, sociais e econômicos.

O sobrepeso das mulheres adultas, na comunidade do Puruzinho, corrobora com a tendência mundial de sobrepeso e obesidade em mulheres entre 20 a 49 anos que vem aumentando desde 1980 (BLACK et al., 2013). Piperata et al. (2011) destacaram em seu estudo sobre mudanças nutricionais em sete comunidades ribeirinhas localizadas ao redor da Floresta Nacional de Caxiuana, no estado do Pará, que o aumento no IMC entre mulheres adultas pode estar relacionado a mudanças nos padrões alimentares e diminuição das atividades físicas.

Objetivando comparar a interferência da presença de mercúrio com o estado nutricional de mães e filhos ribeirinhos do rio Beni na Amazônia Boliviana, Benefice, Monrroy, Rodriguez (2008) apontaram diferença significativa entre a concentração de mercúrio no cabelo de mediana de 4 mg.kg⁻¹ com os índices nutricionais em crianças de 5 a 10 anos de idade, possivelmente relacionada ao alto valor nutricional dos peixes consumidos.

Dórea et al. (2005) ao compararem peso por idade com concentrações de mercúrio não encontraram diferença significativa entre as crianças indígenas menores de 10 anos de aldeias na Amazônia Oriental. Corroborando com trabalhos descritos na literatura que apontam não existir relação entre a concentração de mercúrio e o crescimento linear (MARQUES et al.,2008), mesmo quando se compara duas comunidades com níveis de mercúrio distintos (ROCHA et al., 2014). Autores referem que o bom estado nutricional das crianças tem mais relação com uma dieta equilibrada conforme sua faixa etária, do que apenas uma fonte de proteína baseada no peixe (MARQUES et al.,2008).

Como aconteceu no estudo de coorte transversal com crianças de zero a 6 anos de Gao et al. (2018), no qual os autores encontraram associação significativa entre a concentração de mercúrio e escore z de altura/peso, mas que permanecia limítrofe quando ajustadas as variáveis de renda, educação dos pais e consumo de peixe. Os autores apontam ainda um aumento das concentrações de mercúrio relacionado com aumentos significativos no escore Z para IMC, com sugestão de que o crescimento das crianças possivelmente foi afetado pelo mercúrio, o que pode ter implicações sobre os efeitos positivos do consumo de peixe.

Nosso estudo apontou uma correlação negativa significativamente fraca entre o crescimento linear e a concentração de mercúrio entre as crianças e adolescentes da comunidade Tapuru, quanto mais o escore z HAZ se aproximava de uma baixa estatura para a idade (≤ - 2), maiores as concentrações de mercúrio. Essa tendência pode ser associada a uma

dieta quase que exclusiva ao consumo de peixe, pois, os indivíduos desta comunidade têm o peixe como principal fonte proteica. No Puruzinho, não houve correlação significativa entre o escore z HAZ e a concentração de mercúrio. Este resultado pode ser explicado pelo fato de que, embora o teste estatístico não tenha apresentado diferença significativa na concentração de mercúrio nos jovens em relação ao Tapuru, observa-se uma redução da concentração de mercúrio na faixa etária de >5 a 10 anos. A diminuição da concentração de mercúrio nesta faixa etária pode estar associada a uma redução do consumo de peixe que vem sendo compensada por outras fontes de proteína animal como o frango e a carne vermelha, facilitando o crescimento infantil que tem como indicador a dieta de qualidade como Dórea et al. (2005) descreveram em crianças ameríndios.

A Região Amazônica tem sido palco de experimentos de desenvolvimento regional desde 1940, especialmente na área econômica com as implantações dos grandiosos empreendimentos de geração de energia. Todavia, Lemos (2004) descreve que é importante considerar as necessidades da sociedade local para desenvolver a região na lógica de apropriação e valorização dos conhecimentos tradicionais. Diante a esse pressuposto, nosso trabalho se faz importante por traduzir o conhecimento das características de duas comunidades de subsistência oriundas da região Amazônica. Para Silva, Ferreira Neto (2018) atualmente a discussão sobre o desenvolvimento de uma região deve ser pautada na produção de padrões internos, que se estabelece no limite e nas possibilidades de uma análise da realidade local envolvendo a sociedade, o meio ambiente, os aspectos cultural e econômico. Deste modo, esse estudo fornece subsídio para conhecer a região, o estilo de vida, sua alimentação e exposição ao meio ambiente, a fim de fomentar políticas públicas e saúde e tão logo, desencadear um desenvolvimento regional promovendo uma sociedade equilibrada dentro dos pilares da sustentabilidade (social, econômico e ambiental) com harmonia e melhor qualidade de vida para a população.

7 CONCLUSÃO

- De forma genérica, o crescimento linear em ambas as comunidades entre as diversas faixas etárias avaliadas encontra-se satisfatório de acordo com as curvas utilizadas. Todavia, ao fragmentar os dados, é possível compreender que, na comunidade do Tapuru, alguns indivíduos estão com os valores de escore mais negativos, a exemplo da faixa etária de 0-5 anos e >10-19 anos, indicando que algumas crianças nessa idade se encontram com comprometimento no crescimento. Fato observado, no Puruzinho, apenas na faixa etária de 10-19 anos, com valores de escore que apesar de indicar uma implicação no crescimento, ainda se encontra muito próximo do valor limítrofe na linha de corte (-2).
- O Houve uma correlação entre a média de concentração de Hg_{Total com} o escore z estatura para idade na comunidade do Tapuru, sendo que quanto maior a concentração de mercúrio menor o escore, mas dentro dos limites de normalidade (≤- 2 a ≥2). Portanto, não há evidências que o mercúrio pode influenciar no crescimento dos indivíduos. Nessa comunidade a dieta é basicamente por peixes, sobretudo, os não carnívoros, enquanto no Puruzinho tem acontecido uma transição nutricional, sendo que os indivíduos têm trocado o peixe por outras fontes de proteína. O que explica a não relação com o mercúrio, mas não necessariamente com o índice de crescimento.
- Os resultados encontrados, neste trabalho, corroboram com estudos já realizados na Região Amazônica, com valores acima do recomendado pela OPAS (>7 mg.kg⁻¹), sendo o Puruzinho com valores médios maiores que Tapuru. A maior porcentagem do mercúrio encontrado no cabelo está em sua forma mais tóxica ao ser humano, o MeHg.
- A diferença de concentrações de Hg encontrada entre as comunidades est´mais relacionada à espécie de peixe consumida do que propriamente à frequência de consumo. Deste modo, o hábito alimentar é um fato mais importante para o aumento da exposição ao mercúrio do que o isolamento geográfico, visto que a comunidade do Puruzinho é mais próxima da cidade de Humaitá (AM), porém, os moradores apresentaram maiores concentrações de mercúrio desde muito cedo.

- Os resultados das concentrações de Hg no sangue indicam exposição recente ao mercúrio, com diferença entre as comunidades como visto na avaliação do cabelo. Ambas as comunidades se encontram acima do recomendado pela Organização Panamericana de Saúde, sendo o Puruzinho com valores quatro vezes mais altos. Os resultados das concentrações de Hg no cabelo e sangue indicam que ambas as comunidades continuam com exposição ao mercúrio.
- Em relação ao estado nutricional os valores médios dos escores (WAZ, BAZ) em ambas as comunidades apontam eutrofia entre os indivíduos, de acordo com os valores de referência das curvas da Organização Mundial de Saúde.
- As mulheres adultas da comunidade do Puruzinho, em sua totalidade, encontram-se em sobrepeso, inversamente ao Tapuru, onde é possível encontrar mulheres eutróficas, isto é, com peso adequado para a altura. Embora essas duas comunidades sejam tradicionais da região Amazônica, as diferenças socioeconômicas, geográfica e genética podem estar diferenciando no peso dos indivíduos adultos.
- Na avaliação temporal do Puruzinho, nota-se uma redução na concentração de mercúrio na faixa etária >5 a 10 anos, o que está intrínseco a mudança nutricional que recentemente vem ocorrendo na comunidade, com inclusão de outras fontes de proteína. Ressalta-se a importância de um acompanhamento a longo prazo para acompanhar os efeitos que essa mudança nutricional poderá implicar a esses indivíduos, visto que o mercúrio pretérito permanece no organismo, ainda que tenham diminuído a ingestão de peixe. Com essa mudança de alimentação, pode estar havendo a diminuição do consumo de nutrientes que possam ser antagônicos ao Hg como o consumo de selênio.

REFERÊNCIAS

AHMAD, N.I.; MAHIYUDDIN, W.R.W.; MOHAMAD, T.R.T.; LING, C.Y.; DAUD, S.F.; HUSSEIN, N.C. Fish consumption pattern among adults of different ethnics in Peninsular Malaysia. **Food & nutrition research**, v. 60, n. 1, p. 32697, 2016.

AKAGI, H., KINJO, Y., BRANCHES, F., MALM, O., HARADA, M., PFEIFFER, W.C., KATO, H. Methylmercury pollution in Tapajos river basin, Amazon speciation of mercury in human hair, blood and urine. **Environ Sci**, 1995.

AKAGI, H., MALM. O., KINJO, Y., HARADA, M., BRANCHES, F., PREIFFER, W.C, KATO, H.:1994, Sci. Total Environ., Submitted.

ALMEIDA, M.D.; LACERDA, L.D.; BASTOS, W.R.; HERRMANN, J.C. 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.

ALMEIDA, R. Análise geoestatística das concentrações de mercúrio no lago Puruzinho - amazônia ocidental. Dissertação de Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente. Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, Rondônia. 2006.

AMARAL, D.P. do. Dinâmicas de desenvolvimento local e impactos na alimentação de comunidades ribeirinhas na região do médio rio Tapajós, estado do Pará, Amazônia Brasileira. Dissertação de Mestrado em Desenvolvimento Sustentável - Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

ANJOS, M.R.; MACHADO, N.G.; SILVA, M.E.P.S.; BASTOS, W.R.; MIRANDA, M.R.; CARVALLHO, D.P.; MUSSY, H.M.; HOLANDA, I.B.B.H.; BIUDE, M.S.; FULAN, J.A. Bioaccumulation of methylmercury in fish tissue from the Roosevelt River, Southwestern Amazon basin. **Rev. Ambient. Água,** Taubaté, v. 11, n. 3, p. 508-518, Sept. 2016.

ARAÚJO, T. S.; OLIVEIRA, C. S. M.; MUNIZ, P.T.; SILVA-NUNES, M.; CARDOSO, M. A. Desnutrição infantil em um dos municípios de maior risco nutricional do Brasil: estudo de base populacional na Amazônia Ocidental Brasileira. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 19, p. 554-566, 2016.

T.S. de. **Desnutrição infantil no município de maior risco nutricional do Brasil: Jordão, Acre, Amazônia Ocidental (2005-2012)**. 2017. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

ARRIFANO, G.P.F.; DOIMEADIOS, R.C.R.M.; MORENO, M.J.; MATEOS, V.R.; SILVA, N.F.S.; MONTEIRO, J.R.S.; OLIVEIRA, M.A.; PARAENSE, R.S.O.; MACCHI, B.M.; NASCIMENTO, L.M.; LOPEZ, M.E.C. Large-scale projects in the amazon and human exposure to mercury: The case-study of the Tucuruí Dam. **Ecotoxicology and environmental safety**, v. 147, p. 299-305, 2018.

ASMUS, C.I.F.; CAMARA, V.M.; LANDRIGAN, P.J.; CLAUDIO, L. A systematic review of children's environmental health in Brazil. **Annals of global health**, v. 82, n. 1, p. 132-148, 2016.

- AZEVEDO-SILVA, C.E.; ALMEIDA, R.; CARVALHO, D.P.; OMETTO, J.P.H.B.; CAMARGO, P.B.; DORNELES, P.R.; AZEREDO, A.; BASTOS, W.R.; MALM, O.; TORRES, J.P.M. Mercury biomagnification and the trophic structure of the ichthyofauna from a remote lake in the Brazilian Amazon. **Environmental research**, v. 151, p. 286-296, 2016.
- BAKIR, F.; DAMLUJI, S.F.; AMIN-ZAKI, L.; MURTADHA, M.; KHALIDI, A.; ALRAWI, N.Y.; TIKRITI, S.; DAHAHIR, H.I.; CLARKSON, T.W.; SMITH, J.C.; DOHERTY, R.A. Methylmercury poisoning in Iraq. **Science**, v. 181, n. 4096, p. 230-241, 1973.
- BALLESTER, F.; IÑIGUEZ, C.; MURCIA, M.; GUXENS, M.; BASTERRETXEA, M.; REBAGLIATO, M.; VLOGUE, J.; ERTXUNDI, A.; SOMOANO, A.F.; TARDON, A.; SUNVER, J.; LLOP, S. Prenatal exposure to mercury and longitudinally assessed fetal growth: Relation and effect modifiers. **Environmental research**, v. 160, p. 97-106, 2018.
- BALZINO, M.; SECCATORE, J.; MARIN, T.; TOMI, G.; VEIGA, M.M. Gold losses and mercury recovery in artisanal gold mining on the Madeira River, Brazil. **Journal of Cleaner Production**, v. 102, p. 370-377, 2015.
- BARBOSA, A. C.; SOUZA, J.; DOREA, J.G.; JARDIM, W.F.; FADINI, P.S. Mercury biomagnification in a tropical black water, Rio Negro, Brazil. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 45, n. 2, p. 235-246, 2003.
- , 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.
- BASTA, P.C.; HACON, S.S.; RUIZ, C.M.V.; GODOY, J.M.; GONÇALVES, R.A.; OLIVEIRA, M.W.; MACHADO, A.M.; FERREIRA, H.P.; YANOMAMI, D.K.; YE'KWANA, R.W.; ORELLANA, J.D.Y.; ALVES, C.L.M. CALDART, M. Avaliação Da exposição ambiental ao mercúrio proveniente de atividade garimpeira de ouro na terra indígena yanomami, Roraima, Amazônia, Brasil. Relatório parcial, 2016.
- BASTOS, W. R., GOMES, J. P. O., OLIVEIRA, R. C., ALMEIDA, R., NASCIMENTO, E. L., BERNARDI, J. V. E.; LACERDA, L.D.; SILVEIRA, E.G.; PFEIFFER, W.C. Mercury in the environment and riverside population in the Madeira River Basin, Amazon, Brazil. **Science of the Total environment,** v. 368, n. 1, p. 344-351, 2006.
- ______, W. R.; MALM, O.; PFEIFER, W. C.; CLEARY, D. Establishment and analytical quality control of laboratories for Hg determination in biological and geological samples in the Amazon Brazil. **Ciência e Cultura**, 50: 255-260, 1998.
- ______, W. R.; PINTO, Fernando Neves ; MALM, Olaf ; PFEIFFER, Wolfgang Christian . Utilização de microondas na mineralização de amostras ambientais e humanas para determinação de Hg total.. In: Federação das Sociedades de Biologia Experimental, 1997, Caxambú. XII Reunião da Federação das Sociedades de Biologia Experimental, 1997. p. 309-309.
- _____, W.R.; DÓREA, J.G.; BERNARDI, J.V.E.; LAUTHARTTE, L.C.; MUSSY, M.H.; LACERDA, L.D.; MALM, O. Mercury in fish of the Madeira river (temporal and spatial assessment), Brazilian Amazon. **Environmental research**, v. 140, p. 191-197, 2015.

- , W.R.; LACERDA, L.D. A contaminação por mercúrio na bacia do Rio Madeira: uma breve revisão. **Geochimica Brasiliensis**, v. 18, p. 99-114. 2004.
- _____, W.R.; LACERDA, L.D. A contaminação por mercúrio na Bacia do Rio Madeira: uma breve revisão. **Geochimica Brasiliensis**, v. 18, n. 2, 2004.
- BECKER, D. O que é adolescência. Brasiliense, 2017.
- BENEFICE, E.; MONRROY, S.J.L.; RODRIGUEZ, R.W.L. A nutritional dilemma: fish consumption, mercury exposure and growth of children in Amazonian Bolivia. **International journal of environmental health research**, v. 18, n. 6, p. 415-427, 2008.
- BLACK, R.; VICTORA, C.G.; WALKER, S.P.; BHUTTA, Z.A.; CHRISTIAN, P.; ONIS, M.; EZZATI, M.; GREGOR, S.G.; KATZ, J.; MARTORELL.; UAUY, R.; Maternal and child undernutrition and overweight in low-income and middle-income countries. **The lancet**, v. 382, n. 9890, p. 427-451, 2013.
- BLACKWELL, A. D.; URLACHER, S. S.; BEHEIM, B.; VON RUEDEN, C.; JAEGGI, A., STIEGLITZ, J.; KAPLAN, H. Aaron D. et al. Growth references for Tsimane forager-horticulturalists of the Bolivian Amazon. **American journal of physical anthropology**, v. 162, n. 3, p. 441-461, 2017.
- BLOOM, N. On the chemical form of mercury in edible fish and marine invertebrate tissue. **Journal Fishires Aquatics Science**. v. 49, p. 1010-1017. 1992.
- BRASIL, Ministério da Saúde. **Chamada nutricional da Região Norte- resumo executivo-2007**. Brasília, 2009b.
- ______, Ministério da Saúde. **Saúde da criança:** acompanhamento do crescimento e desenvolvimento infantil. Brasília, 2002.
- Ministério da Saúde. **Saúde da criança:** crescimento e desenvolvimento. Caderno nº.33. Brasília, 2012.
- Ministério da Saúde. **Pesquisa Nacional de Demografia e Saúde da Criança e da Mulher PNDS 2006**: dimensões do processo reprodutivo e da saúde da criança. 300 p. Brasília, 2009a.
- _____. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Protocolos do Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional SISVAN na assistência à saúde**. Brasília: Editora MS, 2008.
- CARVALHO, L.V.B. Avaliação dos níveis de estresse oxidativo induzido por exposição ao mercúrio em população ribeirinha infantojuvenil do rio Madeira (RO). 2016. Tese de Doutorado.
- CASTRO, N.S.S.; BRAGA, C.M.; TRINDADE, P.A.A.; GIARRIZZO,T.; LIMA, M.O. Mercury in fish and sediment of Purus River, Acre State, Amazon. **Cadernos Saúde Coletiva**, v. 24, n. 3, p. 294-300, 2016.

- CASTRO, N.S.S.; LIMA, M.O. Biomarkers of mercury exposure in the Amazon. **BioMed research international**, v. 2014, 2014.
- COBAYASHI, F.; AUGUSTO, R.A.; LOURENÇO, B.H.; MUNIZ, P.T.; CARDOSO, M.A. Factors associated with stunting and overweight in Amazonian children: a population-based, cross-sectional study. **Public health nutrition**, v. 17, n. 3, p. 551-560, 2014.
- CUNHA, M. P.L.; MARQUES, R. C.; DÓREA, J.G. Child Nutritional Status in the Changing Socioeconomic Region of the Northern Amazon, Brazil. **International journal of environmental research and public health**, v. 15, n. 1, p. 15, 2018.
- DÓREA, J.; BARBOSA, A.; FERRARI, Í.; SOUZA, J. Mercury in hair and in fish consumed by Riparian women of the Rio Negro, Amazon, Brazil. **international Journal of environmental Health research**, v. 13, n. 3, p. 239-248, 2003.
- _____, J.G.; BARBOSA, A.C.; FERRARI, I.; SOUZA, J.R. Fish consumption (Hair Mercury) and nutritional status of Amazonian Amer-Indian Children. **American Journal of human biology**, v. 17, n. 4, p. 507-514, 2005.
- _____, J.G.; MARQUES, R.C. Mercury levels and human health in the Amazon Basin. **Annals of human biology**, v. 43, n. 4, p. 349-359, 2016.
- FLORES, L. S.; GAYA, A. R.; PETERSEN, R. D.; GAYA, A. Trends of underweight, overweight, and obesity in Brazilian children and adolescents. **Jornal de pediatria**, v. 89, n. 5, p. 456-461, 2013.
- FONSECA, M.F.; HACON, S.S.; JACOBSON, L.S.V.; DÓREA, J.G.; MOURÃO, D.; BASTOS, W.R. Methylmercury exposure and abnormal neurological findings in Amazonian riparians from Madeira river, Porto Velho (RO), Brazil. **Toxicology Letters**, v. 205, p. S86, 2011.
- GAMA, A.S.M.; FERNANDES, T.G.; PARENTE, R.C.P.; SECOLI, S.R. Inquérito de saúde em comunidades ribeirinhas do Amazonas, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 34, 2018.
- GAMBY, R.L.; HAMMERSCHMIDT, C.R.; COSTELLO, D.M.; LAMBORG, C.H.; RUNKLE, J.R. Deforestation and cultivation mobilize mercury from topsoil. **Science of the Total Environment**, v. 532, p. 467-473, 2015.
- GAO, Z.Y.; LI, M.M.; WNAG, J.; YAN, J.; ZHOU, C.C; YAN, C.H. Blood mercury concentration, fish consumption and anthropometry in Chinese children: A national study. **Environment international**, v. 110, p. 14-21, 2018.
- GIATTI, L.L.; CUTOLO, S.A. Acesso à água para consumo humano e aspectos de saúde pública na Amazônia Legal. **Ambient. soc.**, São Paulo, v. 15, n. 1, p. 93-109, 2012.
- GOMES, F. da S; ANJOS, L.A. dos; VASCONCELLOS, M.T.L de. Antropometria como ferramenta de avaliação do estado nutricional coletivo de adolescentes. **Revista de Nutrição**, v. 23, n. 4, p. 591-605, 2010.
- GONÇALVES A.; GONÇALVES, N.N.S. Exposição humana ao mercúrio na Amazônia brasileira: uma perspectiva histórica. **Rev Panam Salud Publica**, v.16. n. 6, p.415-419, 2004.

- GRANDJEAN, P.; SATOH, H.; MURATA, K.; ETO, K. Adverse effects of methylmercury: environmental health research implications. **Environmental health perspectives,** v. 118, n. 8, p. 1137, 2010.
- GRIMALT, J.O.; REILLY, S.B.O; HAZEL, P.V.D. Steps forward reduction of environmental impact on children's health. **Environmental research**, v. 164, p. 184-185, 2018.
- GUERRA, L.D.S.; ESPINOSA, M. M.; BEZERRA, A.C.D.; GUIMARÃES, L.V.; LOPES, M. A.L. Insegurança alimentar em domicílios com adolescentes da Amazônia Legal Brasileira: prevalência e fatores associados. **Cadernos de Saúde Pública,** v. 29, p. 335-348, 2013.
- HACON, S.; BARROCAS, P.R.G.; VASCONCELLOS, A.C.S.; BARCELLOS, C.; WASSERMAN, J.C.; CAMPOS, R.C.; RIBEIRO, C.; CARLONI, F.B.A. An overview of mercury contamination research in the Amazon basin with an emphasis on Brazil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 24, p. 1479-1492, 2008.
- _____,S.; DÓREA, J.G.; FONSECA, M.F.; OLIVEIRA, B.A.; MOURÃO, D.S.; RUIZ, C.M.V.; GONÇALVES, R.A.; MARIANI, C.F.; BASTOS, W.R. The influence of changes in lifestyle and mercury exposure in riverine populations of the Madeira River (Amazon Basin) near a hydroelectric project. **International journal of environmental research and public health**, v. 11, n. 3, p. 2437-2455, 2014.
- HARADA, M. Minamata disease: methylmercury poisoning in Japan caused by environmental pollution. **Critical reviews in toxicology**, v. 25, n. 1, p. 1-24, 1995.
- HODDINOTT, J.; BEHRMAN, J.R.; MALUCCIO, J.A.; MELGAR, P.; QUISUMBING, A. R.; RAMIREZ-ZEA, M.; STEIN, A.D.; YOUNT, K.M.; MARTORELL, R. Adult consequences of growth failure in early childhood. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v.98, 2013.
- HOSHINO, A.; PACHECO-FERREIRA, H.; SANCHES, S. G. G.; CARVALLO, R., CARDOSO, N.; PEREZ, M.; CÂMARA, V. D. M. Mercury exposure in a riverside amazon population, Brazil: A study of the ototoxicity of methylmercury. **International archives of otorhinolaryngology**, v. 19, n. 2, p. 135-140, 2015.
- IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Resultados da amostra do censo demográfico 2010.
- KUCZMARSKI, R.J.; CYNTHIA, L.; OGDEN, M.R.P.; LAURENCE, M.; GRUMMER-STRAWN; M.P.A.; KATHERINE, M.F.; SHUNEI, S.G.; WEI, R.; MEI, Z.; CITIN, L.R.; ROCHE, A.F.; JOHNSON, M.S.P.H. CDC GROWTH CHARTS; UNITED STATES. 2000.
- LACERDA, L D; SALOMONS, W. **Mercury from gold and silver mining.** A chemical time bomb? Berlin: Springer Verlag, 1998.
- _____, L. D. Contaminação por mercúrio no Brasil: fontes industriais vs garimpo de ouro. **Química Nova**, v. 20, n. 2, p. 196-199, 1997.
- _____, L. D.; PFEIFFER, W. C. Mercury from gold mining in the Amazon environment: an overview. **Química Nova**, v. 15, n. 2, p. 155-160, 1992.

- ______, L.D. Amazon mercury emissions. **Nature**, v. 374, n. 6517, p. 20, 1995.
- _____, L.D. de; MALM, O. Contaminação por mercúrio em ecossistemas aquáticos: uma análise das áreas críticas. **Estud. av.**, São Paulo, v. 22, n. 63, p. 173-190, 2008.
- "L.D.; BASTOS, W.R.; ALMEIDA, M.D. The impacts of land use changes in the mercury flux in the Madeira River, Western Amazon. **Anais da Academia Brasileira de Ciências.**, Rio de Janeiro, v. 84, n. 1, p. 69-78, Mar. 2012.
- _____, L.D.; DE SOUZA, M.; RIBEIRO, M.G. The effects of land use change on mercury distribution in soils of Alta Floresta, Southern Amazon. **Environmental pollution**, v. 129, n. 2, p. 247-255, 2004.
- , L.D; BASTOS, W.R. Geoquímica ambiental da bacia do rio madeira, RO: 20 anos de pesquisa e formação de recursos humanos. **Geochimica Brasiliensis**, v. 23, n. 1, 2012.
- LEBEL, J.; MERGLER, D.; BRANCHES, F.; LUCOTTE, M.; AMORIM, M.; LARRIBE, F.; DOLBEC, J.Neurotoxic effects of low-level methylmercury contamination in the Amazonian Basin. **Environmental research**, v. 79, n. 1, p. 20-32, 1998.
- LEMOS, C.F. Energia na Amazônia: caminho para o desenvolvimento ou aprofundamento da exclusão. **II Encontro ANPPAS**. Indaiatuba, SP, 2004.
- LI, P.; FENG, X.; QIU, G. Methylmercury exposure and health effects from rice and fish consumption: a review. International journal of environmental research and public health, v. 7, n. 6, p. 2666-2691, 2010.
- LIM, S.; HA, M.; HWANG, S.S; SON, M.; KWON, H.J. Disparities in children's blood lead and mercury levels according to community and individual socioeconomic positions. **International journal of environmental research and public health**, v. 12, n. 6, p. 6232-6248, 2015.
- LOURENÇO, B. H.; VILLAMOR, E.; AUGUSTO, R.A.; CARDOSO, M.A. Determinants of linear growth from infancy to school-aged years: a population-based follow-up study in urban Amazonian children. **BMC Public Health**. v.12, 2012.
- LOURENÇO, B.; QUEIROZ, L.B. Crescimento e desenvolvimento puberal na adolescência. **Revista de Medicina,** v. 89, n. 2, p. 70-75, 2010.
- LUNDEEN, E.A.; STEIN, A.D.; ADAIR, L.S.; BEHRMAN, J.R.; BHARGAVA, S.K.; DEARDEN, K.A.; GIGANTE, D.; NORRIS, S.A.; RICHTER, L.M.; FALL, C.H.D.; MARTORELL, R.; SACHDEV, H.S.; VICTORA, C.G. Height-for-age z scores increase despite increasing height deficits among children in 5 developing countries—. **The American journal of clinical nutrition**, v. 100, n. 3, p. 821-825, 2014.
- MALM, O.; BRANCHES, F.J.P.; AKAGI, H.; CASTRO, M.; PFEIFFER, W.; HARADA, M.; BASTOS, W.; KATO, H. Mercury and methylmercury in fish and human hair from the Tapajos river basin, Brazil. **Science of the total Environment**, v. 175, n. 2, p. 141-150, 1995.

- MARQUES, R. C., ABREU, L., BERNARDI, J. V., DÓREA, J. G. Traditional living in the Amazon: extended breastfeeding, fish consumption, mercury exposure and neurodevelopment. **Annals of human biology**, v. 43, n. 4, p. 360-370, 2016a.
- ______, R. C.; BERNARDI, J. V.; DÓREA, J. G.; LEÃO, R. S.; MALM, O. Mercury transfer during pregnancy and breastfeeding: Hair mercury concentrations as biomarker. **Biological trace element research**, v. 154, n. 3, p. 326-332, 2013a.
- _____, R. C.; DOREA, J. G.; BERNARDI, J. V.; BASTOS, W. R.; MALM, O. Maternal fish consumption in the nutrition transition of the Amazon Basin: growth of exclusively breastfed infants during the first 5 years. **Annals of Human Biology**, v. 35, n. 4, p. 363-377, 2008.
- _____,R.C.; ABREU, L.; BERNARDI, J.V.; DÓREA, J.G. Neurodevelopment of Amazonian children exposed to ethylmercury (from Thimerosal in vaccines) and methylmercury (from fish). **Environmental research**, v. 149, p. 259-265, 2016b.
- _____, R.C.; BERNARDI, J.V.; DÓREA, J.G.; LEÃ, R.S.; MALM, O. Fish consumption during pregnancy, mercury transfer, and birth weight along the Madeira River Basin in Amazonia. **International journal of environmental research and public health**, v. 10, n. 6, p. 2150-2163, 2013b.
- MERGLER, D.; ANDERSON, H.A.; CHAN, L.H.M.; MAHAFFEY, K.R.; MURRAY, M.; SAKAMOTO, M.; STERN, A.H. Methylmercury exposure and health effects in humans: a worldwide concern. **AMBIO: A Journal of the Human Environment**, v. 36, n. 1, p. 3-11, 2007.
- MONTEIRO, C.A.; BENICIO, M.H.A.; KONNO, S.C.; SILVA, A.C.F.; LIMA, A.L.L.; CONDE, W.L. Causas do declínio da desnutrição infantil no Brasil, 1996, 2007. **Rev Saúde Pública**; v. 43, n.1, p.35-43, 2009.
- MONTEIRO, F.P.M.; ARAÚJO, T.L.; CAVALCANTE, T.F.; LEANDRO, T.A.; SAMPAIO FILHO, S.P.C. Crescimento infantil: análise do conceito. **Texto & Contexto Enfermagem**, v. 25, n. 2, p. 1-9, 2016.
- NEVADO, J.J.B.; DOCMEADIOS, R.C.R.M.; BERNARDO, F.J.G.; MORENO, M.J.; HERCULANO, A.M.; NASCIMENTO, J.L.M.; LOPEZ, M.E.C. Mercury in the Tapajós River basin, Brazilian Amazon: a review. **Environment international**, v. 36, n. 6, p. 593-608, 2010.
- NEVES, K.R.; MORAIS, R.L.S.; TEIXEIRA, R.A.; PINTO, P.A.F. Growth and development and their environmental and biological determinants. **Jornal de pediatria**, v. 92, n. 3, p. 241-250, 2016.
- OLIVEIRA, G.J.; BARBIERO, S.M.; CESA, C.C.; PELLANDA, L.C. Comparação das curvas NCHS, CDC e OMS em crianças com risco cardiovascular. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v. 59, n. 4, p. 375-380, 2013.

OLIVEIRA, R.C.; DÓREA, J.G.; BERNARDI, J.V.; BASTOS, W.R.; ALMDEIRA, R.; ,MANZATTO, A.G. Fish consumption by traditional subsistence villagers of the Rio Madeira (Amazon): impact on hair mercury. **Annals of human biology**, v. 37, n. 5, p. 629-642, 2010.

ONIS, M.; GARZA, C.; ONYANGO, A.W.; BORGHI, E. Comparison of the WHO child growth standards and the CDC 2000 growth charts. **The Journal of nutrition**, v. 137, n. 1, p. 144-148, 2007.

OPAS, Organizacion Paranamerica de la saud. Cooperación técnica entre Brasil, Bolivia y Colombia: teoria, 2011.

OU, L. CHEN, C.; CHEN, L.; WANG, H.; YANG, T.; XIE, H. TONG, Y.; HU, D.; ZHANG, W.; WANG, X. Low-level prenatal mercury exposure in north China: an exploratory study of anthropometric effects. **Environmental science & technology**, v. 49, n. 11, p. 6899-6908, 2015.

PACHECO-FERREIRA, Heloísa. Epidemiologia das substâncias químicas neurotóxicas. 2008.

PASSOS, C. J.S.; MERGLER, D. Human mercury exposure and adverse health effects in the Amazon: a review. Cadernos de Saúde Pública, v. 24, p.503-520, 2008.

PEDROSA, O.P.; BARBIRATO, D.S.; BASTOS, W.R.; OTT, A.M.T.; FOGACCI, M.F.; NOGUEIRA, L.B. Nutritional Transition of Riverine People from Puruzinho Lake in the Amazon Region. A Qualitative Study. **International Journal of Advanced Engineering Research and Science**, v. 5, n. 9, 2018.

PERLROTH, N.H.; BRANCO, C.W.C. Current knowledge of environmental exposure in children during the sensitive developmental periods. **Jornal de pediatria**, v. 93, n. 1, p. 17-27, 2017.

PFEIFFER, W.C.; LACERDA, L.D. Mercury inputs into the Amazon region, Brazil. **Environmental Technology**, v. 9, n. 4, p. 325-330, 1988.

PINO, A.; BOCCA, B.; FORTE, G.; MAJORANI, C.; PETRUCCI, F.; SENOFONTE, O.; ALIMONTI, A. Determination of mercury in hair of children. **Toxicology letters**, 2018.

PIPERATA, B.A.; SPENCE, J.E.; DA-GLÓRIA, P.; HUBBE, M. The nutrition transition in Amazonia: rapid economic change and its impact on growth and development in Ribeirinhos. **American journal of physical anthropology**, v. 146, n. 1, p. 1-13, 2011a.

PIRRONE, N.; CINNIRELLA, X.F.; FINKELMAN, R.B.; FRIEDLI, H.R.; LEANER, J.; MASON, R.; MUKHERJEE, A.B.; STRACHER, G.B.; STREETS, D.G.; TELMER, K. Global mercury emissions to the atmosphere from anthropogenic and natural sources. **Atmospheric Chemistry and Physics**, v. 10, n. 13, p. 5951-5964, 2010.

PRENTICE, A.M.; WARD, K.A.; GOLDBERG, G.R.; JARJOU, L.M.; MOORE, S.E.; FULFORD, A.J.; PRENTICE. Critical windows for nutritional interventions against stunting. **Am J Clin Nutr.** v.97, n.9, p.8-11, 2013.

RASELLA, D. Impacto del Programa Agua para Todos (PAT) sobre la morbimortalidad por diarrea en niños del Estado de Bahía, Brasil. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 29, n. 1, p. 40-50, 2013.

RAZZOLINI, M.T.P.; GÜNTHER, W.M.R. Impactos na saúde das deficiências de acesso a água. **Saúde e Sociedade**, v. 17, p. 21-32, 2008.

ROBERTS, S.B.; DALLAL, G.E. The new childhood growth charts. **Nutrition Reviews**, v. 59, n. 2, p. 31-36, 2001.

ROCHA, A.V.; CARDOSO, B.R.; COMINETTI, C.; BUENO, R.B.; BORTOLI, M.C.; FARIAS, L.A.; FAVARO, D.I.T; CAMARGO, L.M.A.; COZZOLINO, S.M.F. Selenium status and hair mercury levels in riverine children from Rondonia, Amazonia. **Nutrition**, v. 30, n. 11, p. 1318-1323, 2014.

RODRIGUES, P.C.D.O.; IGNOTTI, E.; HACON, S.D.S. Características socioeconômicas, demográficas e de saúde de escolares residentes em duas comunidades da Amazônia Meridional brasileira. **Revista Ciência e Estudos Acadêmicos de Medicina**, v. 1, n. 06, 2016.

ROULET, M.; LUCOTTE, M.; FARELLA, N.; SERIQUE, G.; COELHO, H.; PASSOS, C. S.; AMORIM, M. Effects of recent human colonization on the presence of mercury in Amazonian ecosystems. **Water, air, and soil pollution**, v. 112, n. 3-4, p. 297-313, 1999.

_____, M.; LUCOTTE, M.; SAINT-AUBIN, A.; TRAN, S.; RHEAULT, I.; FARELLA, N.; MERGLER, D. The geochemistry of mercury in central Amazonian soils developed on the Alter-do-Chão formation of the lower Tapajós River Valley, Pará state, Brazil1. **Science of the Total Environment,** v. 223, n. 1, p. 1-24, 1998.

______, M; LUCOTTE, M. Geochemistry of mercury in pristine and flooded ferralitic soils of a tropical rain forest in French Guiana, South America. **Water, Air, and Soil Pollution**, v. 80, n. 1-4, p. 1079-1088, 1995.

ROUSHAM, E.K.; ROSCHNIK, N.; BAYLON, M.A.B.B.; BOBRROW, E.A.; BURKHANOVA, M.; CAMPION, M.G.; ADLE-CHU, T.; DEGEFIE, T.; HILARI, C.; KALENGAMALIRO, H.; KASSA, T.; MAIGA, F.; MAHUMANE, B.J.; MUKAKA, M.; OUATTARA, F.; PARAWAN, A.R.; SACKO, M.; PATTERSON, D.W.; SOBGO, G.; KHANDAKER, I.U.; HALL, A. A comparison of the National Center for Health Statistics and new World Health Organization growth references for school-age children and adolescents with the use of data from 11 low-income countries. **The American journal of clinical nutrition**, v. 94, n. 2, p. 571-577, 2011.

SILVA, N.T.C.; FERREIRA NETO, J.A. Rondônia: entre o estilo amazônico e a revitalização da noção econômica do desenvolvimento. **Cadernos do Desenvolvimento**, v. 9, n. 14, p. 139-160, 2018.

SOARES, N.T. Um novo referencial antropométrico de crescimento: significados e implicações A new growth anthropometric reference: meanings and implications. **Revista de Nutrição**, v. 16, n. 1, p. 93-103, 2003.

- SOUSA, I.S. As condições de vida e saneamento nas comunidades da área de influência do gasoduto Coari-Manaus em Manacapuru-AM. Hygeia: **Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, v. 5, n. 9, 2009.
- SOUZA, S.A.C.; MARBA, P.L.; MIRANDA, M.R.; RIBEIRO, R.A.; PITARELLO, B.B.; VANNIER-SANTOS, M.A.; PNAETTI, C.D.S.; BRITO, E.F.; CABRAL, D.K.; AZEVEDO-SILVA, C.E.; MALM, O.; BASTOS, W.R. Alternativas sustentáveis na falta de saneamento básico para populações ribeirinhas amazônicas: uma abordagem desde a indagação comunitária até a bioconstrução coletiva. **Anais do VII Simpósio Nacional de Geografia da Saúde GeoSaúde**, Brasília-DF, 2015.
- SUDFELD, C.R.; MCCOY, D.C.; DANAEI, G.; FINK, G.; EZZATI, M.; ANDREWS, K.G.; FAWZI, W.W. Linear growth and child development in low-and middle-income countries: a meta-analysis. **Pediatrics**, v. 135, n. 5, p. e1266-e1275, 2015.
- TAYLOR, C. M.; GOLDING, J.; EMOND, A.M. Blood mercury levels and fish consumption in pregnancy: Risks and benefits for birth outcomes in a prospective observational birth cohort. **International journal of hygiene and environmental health**, v. 219, n. 6, p. 513-520, 2016.
- TAYLOR, V.F.; CARTER, A.; DAVIES, C.; JACKSON, B. P. Trace-level automated mercury speciation analysis. **Analytical Methods**, v. 3, n. 5, p. 1143-1148, 2011.
- VANDAL, G.M.; FITZGERALD, W. F., BOUTRON, C. F.; CANDELONE, J. P. Variations in mercury deposition to Antarctica over the past 34,000 years. **Nature**, v. 362, n. 6421, p. 621, 1993.
- VASCONCELOS, F.A.G. Indicadores antropométricos III. 2. ed. Florianópolis: DAUFSC; 2000.
- VEGA, C.M.; HACON, S.; MOURAO, D.; SILVA, G.P.; GONÇALVES, R. A.; BARROCAS, P.G. Health Assessment of Mercury Exposure in a Riparian Community in the Madeira River. In: E3S **Web of Conferences**. EDP Sciences, 2013.
- VEIGA, M.M.; HINTON, J.J. Abandoned artisanal gold mines in the Brazilian Amazon: a legacy of mercury pollution. **Natural Resources Forum**. p.15-26. Boston, 2002.
- VEIGA, M.M.; MEECH, J.A.; OÑATE, N.. Mercury pollution from deforestation. **Nature**, v. 368, n. 6474, p. 816, 1994.
- VICTORA, C.G.; AQUINO, E.M.; CARMO, L.M.; MONTEIRO, C.A.; BARROS, F.C.; SZWACWALD, C.L. Maternal and child health in Brazil: progress and challenges. The Lancet, v. 377, n. 9780, p. 1863-1876, 2011.
- VIEIRA, S.M.; ALMEIDA, R.; HOLANDA, I.B.B.; MUSSY, M.H.; GALVÃO, R.C.C.F.; CRISPIM, P.T.B.; DÓREA, J.G.; BASTOS, W.R. Total and methyl-mercury in hair and milk of mothers living in the city of Porto Velho and in villages along the Rio Madeira, Amazon, Brazil. **International journal of hygiene and environmental health**, v. 216, n. 6, p. 682-689, 2013.

Amazonian environment. Ambio: A Journal of the Human Environment, v. 32, n. 5, p. 336-342, 2003.

WHO, World Health Organization. Methylmercury in Environmental Health Criteria. vol. 118, p. 144. Geneva, 1990.

_______, World Health Organization. Growth reference data for 5-19 years. Geneva, 2007.

_______, World Health Organization. Guidance for identifying populations at risk from mercury exposure. Geneva, 2008.

, World Health Organization. Inheriting a sustainable world? Atlas on children's health and the environment. p.144, Geneva, 2017b.

______, World Health Organization. Mercury and Health. Fact sheet N° 361, 2017a.

______, World Health Organization. Physical status: the use and interpretation of Anthropometry. Geneva, 1995.

______, World Health Organization. Standards: Length/height-for-age, weight-forage, weight-for-height and body mass index-for-age. Methods and development. Geneva, 2006.

ZARA, L.F.; SANTOS, A.D.; ROCHA, J.C.; PADILHA, P.D.M.; JARDIM, W.D.F. Cartilha Mercúrio e a saúde da população na Amazônia. Projeto Biomarcadores de Toxicidade do

Mercúrio Aplicados ao Setor Hidrelétrico na Região Amazônica. 2017.

WASSERMAN, J.C.; HACON, S.; WASSERMAN, M.A. Biogeochemistry of mercury in the

APÊNDICES

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA CÂMPUS UNIVERSITÁRIO JOSÉ RIBEIRO FILHO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA PARTICIPAÇÃO DAS MÃES/RESONSÁVEIS Você está sendo convidado (a) a participar, como voluntário (a), do projeto Crescimento linear e ganho ponderal de crianças e adolescentes ribeirinhos de comunidades no baixo Madeira expostos ao mercúrio. Após ser esclarecido (a) sobre as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento. Em caso de recusa, você não terá nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador ou com a instituição que recebe assistência. O objetivo deste estudo é avaliar o crescimento linear e ganho ponderal de crianças e adolescentes ribeirinhos e correlacioná-las à exposição ao mercúrio. A sua participação baseia-se em responder as perguntas que a pesquisadora lhe fará, permitir a mensuração do seu peso e altura, doar um chumaço de cabelo (cerca de 20 fios), o leite materno (caso esteja amamentando) e 5 ml de sangue. Os riscos são mínimos, pois a antropometria (verificação do peso e altura) não machuca, o cabelo será cortado de uma região que será encoberta pelos outros fios, não doí e crescerá novamente, a coleta de sangue é o único procedimento que lhe pode submeter aos riscos, como dor no local e hematoma, entretanto, a pesquisadora que também é enfermeira, utilizará de técnicas seguras por meio de materiais descartáveis e estéreis (livre de microrganismos). O seu benefício em participar, será o de ter o retorno dos resultados de mercúrio analisados no seu sangue, cabelo e leite materno (se possível). A exposição humana ao metilmercúrio por meio do consumo de peixes pode causar consequências à sua saúde, tais como fraqueza muscular, tremores, perda da memória, entre outros. Neste contexto, este projeto oferecerá dados pertinentes à exposição de ribeirinhos de comunidade isolada ao metilmercúrio, inclusive de crianças e adolescentes, sendo possível uma posterior discussão com as autoridades de saúde responsável pela comunidade para que sejam implantadas ações de controle a esta exposição. Os dados referentes à pesquisa serão confidenciais e garantimos o sigilo de sua participação, inclusive na divulgação da mesma e os dados não serão divulgados de forma a possibilitar sua identificação. Toda a informação por você transmitir será exclusivamente para fins acadêmicos, não havendo finalidade comercial ou financeira e ao final do projeto os resultados serão devolvidos a você, através dos profissionais da Secretaria de Saúde de Humaitá. Você receberá uma cópia desse termo onde tem o nome, telefone e endereço do pesquisador responsável e também da coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa da Fundação Universidade Federal de Rondônia_UNIR, para que você possa localizá-las a qualquer tempo. O nome da pesquisadora responsável é Vanessa Alves Mendes, mestranda do programa de pós-graduação em desenvolvimento regional e meio ambiente com orientação do Professor Dr. Wanderley Bastos, telefone de contato (65) 9 9976-1266 (VANESSA) / (69) 9 9239-4177 (WANDERLEY) / (69) 2181-2120 (institucional), e-mail: vanessaa.mendes03@gmail.com. O nome do Coordenador do Comitê de Ética em Pesquisa da Fundação Universidade Federal de Rondônia é Edson Faria.

objetivos desta pesquisa.

Considerando os dados acima, CONFIRMO estar sendo informado por escrito e verbalmente dos

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA CÂMPUS UNIVERSITÁRIO JOSÉ RIBEIRO FILHO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA PARTICIPAÇÃO DO(A) FILHO (A)

Seu filho (a) está sendo convidado (a) a participar, como voluntário, do projeto Crescimento linear e ganho ponderal de crianças e adolescentes ribeirinhos de comunidades no baixo Madeira expostos ao mercúrio. Após ser esclarecido (a) sobre as informações a seguir, no caso de permitir que seu filho (a) faça parte do estudo, assine ao final deste documento. Em caso de recusa você e seu filho (a) não terão prejuízos em sua relação com o pesquisador ou com a instituição que recebe assistência. O objetivo deste estudo é avaliar o crescimento linear e ganho ponderal de crianças e adolescentes ribeirinhos e correlacioná-las à exposição ao mercúrio. A participação da criança sob sua responsabilidade nesta pesquisa consistirá em permitir a mensuração de peso e altura pelo pesquisador e doação de um chumaço de cabelo (cerca de 20 fios) e coleta de fezes. A participação da criança neste estudo, não terá riscos a sua saúde, uma vez que a mensuração antropométrica (verificação do peso e altura) não machuca, o cabelo será cortado de uma região escondida pelos outros fios e cresce novamente, as fezes são produtos de eliminação, sem esforços extras para ser coletadas. A exposição de crianças ao metilmercúrio por meio do consumo de peixe e leite materno pode implicar consequências à sua saúde e ter seu crescimento e desenvolvimento neuropsicomotor comprometidos. Neste contexto, os benefício em participar será o de receber os resultados da quantificação de metilmercúrio, bem como o de parasitas intestinais (vermes) identificados nas fezes, além, de ter as orientações se a crianças está com o peso e crescimento adequado para a idade. Sendo possível uma posterior discussão com as autoridades de saúde responsável pela comunidade para que sejam implantadas ações de controle a esta exposição. Os dados referentes à pesquisada serão confidenciais e garantimos o sigilo de sua participação, inclusive na divulgação da mesma e os dados não serão divulgados de forma a possibilitar sua identificação. Toda a informação por você transmitir será exclusivamente para fins acadêmicos, não havendo finalidade comercial ou financeira e ao final do projeto os resultados serão devolvidos a você, através dos profissionais da Secretaria de Saúde de Humaitá. Você receberá uma cópia desse termo onde tem o nome, telefone e endereço do pesquisador responsável e também da coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa da Fundação Universidade Federal de Rondônia_UNIR, para que você possa localizá-las a qualquer tempo.O nome da pesquisadora responsável é Vanessa Alves Mendes, mestranda do programa de pós-graduação em desenvolvimento regional e meio ambiente com orientação do Professor Dr. Wanderley Bastos, telefone de contato (65) 9 9976-1266 9239-4177 (WANDERLEY) / (69) 2181-2120 vanessaa.mendes03@gmail.com. O nome do Coordenador do Comitê de Ética em Pesquisa da Fundação Universidade Federal de Rondônia é Edson Faria.

Eu......idade:....sexo:.....N

aturalidade:.....portador(a) do documento RG Nº:.....declaro que entendi os
objetivos, riscos e benefícios da participação do meu (a) filho (a) na pesquisa e autorizo a sua participação.

Considerando os dados acima, CONFIRMO estar sendo informado por escrito e verbalmente dos objetivos

Assinatura do participante:	
1 1	

desta pesquisa.

Assinatura da responsável:

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA CÂMPUS UNIVERSITÁRIO JOSÉ RIBEIRO FILHO

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (No caso do menor >12 e < 18 anos)

Você está sendo convidado (a) a participar, como voluntário, do projeto Crescimento linear e ganho ponderal de crianças e adolescentes ribeirinhos de comunidades no baixo Madeira expostos ao mercúrio. Após ser esclarecido(a) sobre as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, o responsável por você deverá autorizar e assinar um Termo de Consentimento, enquanto você deverá assinar ao final deste documento. Em caso de recusa você não terá nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador ou com a instituição que recebe assistência. O objetivo deste estudo é avaliar o crescimento linear e ganho ponderal de crianças e adolescentes ribeirinhos e correlacioná-las à exposição ao mercúrio. A sua participação nesta pesquisa consistirá em permitir que a pesquisadora responsável verifique seu peso e altura, que você doe um chumaço de cabelo (cerca de 20 fios) e coleta de fezes. A sua participação não terá riscos, pois o peso e altura serão verificados com balanças e réguas antropométricas o que não machuca, o cabelo será cortado de uma área que ficará encoberta pelos outros fios e crescerá novamente e as fezes são produtos de eliminação, não será necessário nenhum esforço extra para coleta. Como benefício da sua participação, você será informado dos resultados dos exames parasitológico de fezes e metilmercúrio no cabelo, bem como ser informado se o seu peso está adequado para sua altura e idade. Os dados referentes à essa pesquisa serão confidenciais e garantimos o sigilo de sua participação, inclusive você não será identificado na divulgação dos dados. Toda a informação que você transmitir será exclusivamente para fins acadêmicos, não havendo finalidade comercial ou financeira e ao final do projeto os resultados serão devolvidos a você, por meio dos profissionais da Secretaria de Saúde de Humaitá. Você receberá uma cópia desse termo onde tem o nome, telefone e endereço do pesquisador responsável e também do coordenador do Comitê de Ética em Pesquisa da Fundação Universidade Federal de Rondônia-UNIR, para que você possa localizá-los a qualquer tempo. O nome da pesquisadora responsável é Vanessa Alves Mendes, mestranda do programa de pós-graduação em desenvolvimento regional e meio ambiente com orientação do Professor Dr. Wanderley Bastos, telefone de contato (65) 9 9976-1266 (VANESSA) / (69) 9 9239-4177 (WANDERLEY) / (69) 2181-2120 (institucional), e-mail: vanessaa.mendes03@gmail.com. O nome do Coordenador do Comitê de Ética em Pesquisa da Fundação Universidade Federal de Rondônia é Edson Faria.

Considerando os dados acima, CONFIRMO estar sendo informado por escrito e verbalmente dos objetivos desta pesquisa.

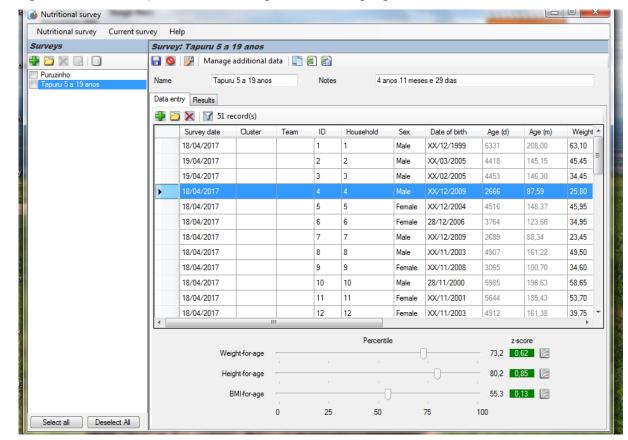
Eu					.idade:sexo:	
Naturalidade:portado	r(a) do	documento	RG	N°:	(caso	já
possua)declaro que entendi os	objetivos,	riscos e benefíc	cios de 1	minha participação e co	ncordo em participar.	
Assinatura do menor:_						

Coleta de dados das crianças

Área de atuação: Ficha n.º : Data/
Idade:Sexo ()F ()M Frequenta a escola: ()Não ()SIM
série:
Peso:Estatura:IMC:%gordura:
A criança participa de algum programa assistencial do governo? () não () sim
Qual?
N° de irmãos / Saúde dos irmãos: ()boa ()com problemas.
quais:
quais
Alimentação
Há quanto tempo a criança mama, ou quanto tempo mamou no peito?
meses / ou dias
Com quantos anos a criança recebeu papa salgada/comida de panela (comidinha.
papinha, sopinha, comida da casa, comida da família)? ()Antes de 6 meses ()Após
completar 6meses
Alimentação atual? ()aleitamento materno exclusivo () aleitamento materno
complementar () a mesma da família
Quantas vezes por semana a criança consome peixe?Quais peixes mais
consumidos?
Quantas refeições a criança faz ao dia?
Fontes de proteínas? ()peixe ()frango ()carne de vaca () caça
() leite de vaca () ovos
Com que frequência a criança come salgadinho de pacote/ biscoito recheado? (
)Todos os dias ()Dia sim, dia não ()Às vezes ou Nunca
Com que frequência a criança bebe refrigerante? ()Todos os dias ()Dia sim, dia
não () Às vezes ou Nunca
Com que frequência a criança bebe suco artificial? ()Todos os dias ()Dia sim, dia
não () Às vezes ou Nunca
Dados do cartão da criança
Peso ao nascer: Comp ao nascer: IG ao
nascer:
Qual mês tomou as primeiras vacinas (BCG, Hep B)? ()1° mês () 2°mês ()não
tomou
Precisou de cuidados especiais ao nascer? () não ()sim, por quê?
Fez / faz acompanhamento de puericultura na UBSF? () sim, mensalmente ()ás
vezes ()nunca fez
Imunização: () atualizada () atrasada, qual(is) vacina(s) estão faltando?
Anote quantas doses apresenta o cartão vacinal das vacinas abaixo:
Hepatite B:DTP:Pentavalente
Pneumocócica H1N1: dT (adolescente): HPV: (
uma dose ()segunda dose () completo
and dose ()segunda dose () completo
Saúde da criança
A criança fica doente facilmente? () nunca ficou doente () ás vezes ()
sempre está doente, doença mais frequente:
A criança possui alguma doença crônica? () não () sim, qual?

A criança apresentou algumas das alterações abaixo na última semana: () Vômito () diarreia () febre () dor na barriga Já foi hospitalizada?()Não ()Sim, qual o motivo? Há quanto tempo a criança tomou o último vermífugo? () menos de um mês () mais de um mês () mais de seis meses () não se lembra ()nunca tomou Qual(is) serviços a criança já utilizou na UBSF: () puericultura () vacinação () atendimento odontológico motivo: () atendimento médico, motivo: ()
Coleta de dados dos pais
Área de atuação: Ficha n.º :
Dados da mãe
Idade materna: Se tornou mãe com quantos anos? Escolaridade: Peso: kg Altura: cm IMC: % de gordura: Nº de gestações: Partos: Abortos: Intervalo interpartal: () 18 meses ou mais () 12 a 18 meses. Consultas pré-natais (média entre todas as gestações): Intercorrências na gestação? () Não ()Sim, na gesta,
apresentou
Tem problema de saúde? () Não ()Sim, qual? Quantas refeições consome por dia? ()duas ()três () 3 a 6 ()mais de 6 Quantas vezes por semana consome peixe?Quais peixes mais
consome?
Na sua alimentação consome? () frango () carne vermelha () leite () ovos () verduras () frutas () farinha () feijão () refrigerantes () embutidos () sucos industrializados;
Dados da residência
A casa da família é de qual material? () alvenaria () madeira () lona Quantos moram na casa: Quantos são crianças? Quantos cômodos têm na residência? Destino das fezes: ()fossa seca ()enterrado ()céu aberto ()rio De onde vem a água que consomem? () rio () poço ()é encanada () sem
encanação
Tem energia elétrica na casa? () sim () não Tem coleta de lixo? () sim () não Quais eletrodomésticos abaixo tem na residência? () Televisão () ventilador () geladeira () fogão () aparelho de som () outros:
Alimentação da família

	Quantas vez	zes por sem	ana a família (consome pei	xe?	Qua	is peixes
mais	cor	nsome?					
Procedê	encia:						
	Quantas ref	eições/dia:	Tem ou	tra fonte de 1	proteína além	do peixe? ()) frango (
) carne	vermelha ()	ovos ()	leite	-		•	
				edência:			
	Saúde da fa						
	Alguém	da	família	teve	malária	no	último
ano?	-		quan	tos?			
	Alguém da	família faz	uso de remédi	os controlad	os? () Não ()Sim, quais:	
						-	
	Outros						
	Quantas vez	zes ao mês v	ocês vão à ci	dade?		_	
	Em qual situ	uação procu	ra a cidade?_				
	Tem algun	na reclama	ção da regi	ão (o que	acha como	maior prob	lema na
região)?	_			- 	_	_	



Apêndice 5: Tabulação de dados antropométricos no programa Antrho Plus.

Apêndice 6: Tabela com estatística descritiva das concentrações de mercúrio no cabelo na comunidade de Puruzinho e Tapuru, na faixa etária 0 a 5 anos e > 5 a 19 anos e adultos (n=número de amostras).

Indivíduos	Sexo	Localidade		HgT (mg.kg ⁻¹)	MeHg (mg.kg ⁻¹)	% MeHg
Adulto (n=19)	F	Puruzinho	Média± DP Min Máx.	$ 11,6 \pm 5,0 \\ 4,58 - 22,51 $	$8,7 \pm 4,1 \\ 3,28 - 10,18$	$75,6 \pm 14,1 46,53 - 108,1$
Adulto (n=19)	F	Tapuru	Média± DP Min Máx.	$7,0 \pm 3,73$ 1,79 - 14,	6,2 ± 3,4 1,4 – 13,3	$81,1 \pm 21,0 \\ 42,31 - 116,7$
Adolescente (>10-19) (n=13)	F/M	Puruzinho	Média± DP Min Máx.	$8,36 \pm 3,82 \\ 4,04 - 16,25$	$6,14 \pm 0,79 \\ 2,68 - 11,43$	$77,90 \pm 3,47 \\ 60,36 - 96,58$
Adolescente (>10-19) (n=37)	F/M	Tapuru	Média± DP MinMáx.	$7,24 \pm 0,63$ 0,45 - 15,64 (n=37)	5,84 ± 0,52 0,50 - 13,27 (n=36)	84,20 ± 3,11 54,22 -130,8 (n=36)
Infantil (>5-10) (n= 13)	F/M	Puruzinho	Média± DP MinMáx.	$4,09 \pm 0,62$ 1,35 - 8,45	$3,95 \pm 0,59$ 1,08 - 8,10	78.9 ± 4.60 52.93 - 109.5
Infantil (>5-10) (n=13)	F/M	Tapuru	Média± DP MinMáx.	$7,76 \pm 1,52$ 0,56 - 20,17 (n=13)	7,17 ± 1,44 0,57 – 17,06 (n=12)	85,16 ± 4,00 58,82–102,70 (n=12)
Infantil (0-5) (n=3)	F/M	Puruzinho	Média± DP MinMáx.	$9,14 \pm 3,44$ 4,37 - 15,83	8,81 ± 4,08 4,23 – 16,97	$95,21 \pm 18,71, \\ 58,51 - 119,9$
Infantil (0-5) (n=13)	F/M	Tapuru	Média± DP MinMáx.	5,48 ± 1,2 0,23- 14,47 (n=13)	4,27 ± 1,01 1,13 – 13,73 (n=12)	71,77 ± 6,59 32,34 – 102,8 (n=12)

Apêndice 7: Tabela Concentrações de mercúrio no sangue entre adultos femininos.

Localidade		HgT
		(μg/L)
Puruzinho	Média± DP	$45,54 \pm 24,0$
(n=17)	Min Máx.	19,58 - 105,02
Tapuru	Média± DP	$25,32 \pm 16,7$
(n=18)	Min Máx.	8,46 - 62,77

Apêndice 8: Tabela Comparação das concentrações de mercúrio no cabelo da população adulta do Puruzinho no período de 2012 e 2017.

Indivíduos	Sexo	Localidade (ano)		HgT (mg.kg ⁻¹)	MeHg (mg.kg ⁻¹)	% MeHg/HgT	
Adulto	F	Puruzinho	Média± DP	$11,6 \pm 5,0$	$8,7 \pm 4,1$	$75,6 \pm 14,1$	
(n=19)	1	(2017)	Min Máx.	4,58 - 22,51	3,28 - 10,18	46,53 - 108,1	
Adulto	_	Б	Puruzinho	Média± DP	11,5± 5,96	$11,9 \pm 7,31$	90,8± 26,46
(n=12)	F	(2012)	Min Máx.	2,73 - 23,29	1,7 - 21,7	39,21 – 126	
Adulto	M	Puruzinho	Média± DP	$14,4 \pm 6,1$	$11,6 \pm 6,68$	$78,63 \pm 18,97$	
(n=13)	IVI	(2017)	Min Máx.	5,16-23,29	3,19 - 28,31	61,83 – 126	
Adulto	М	Puruzinho	Média± DP	11,9± 7,31	8,4± 6,77	70,40± 19,12	
(n=13)	M	(2012)	Min Máx.	1,70 - 22,65	1,51 - 22,16	40,36 - 89,73	

Apêndice 9: Comparação das concentrações de mercúrio no cabelo entre indivíduos de zero a 5 anos e >5 a 10 e >10 a 19 anos no período 2012-2017 na comunidade do Puruzinho.

Indivíduos	Sexo	Localidade		НgТ	МеНд	% MeHg
		(ano)		(mg.kg ⁻¹)	(mg.kg ⁻¹)	, and the second
Adolescente	F/M	Puruzinho	Média± DP	$8,36 \pm 3,82$	$6,14 \pm 0,79$	$77,90 \pm 3,47$
(>10-19)(n=13)	F/IVI	(2017)	Min Máx.	4,04 – 16,25	2,68 – 11,43	60,36 – 96,58
Adolescente	F/A 4	Puruzinho	Média± DP	$9,35 \pm 6,10$	$7,25 \pm 4,13$	81,57 ± 26,55
(>10-19)	F/M	(2012)	Min. – Máx.	0.97 - 22.33 (n=22)	0,75 – 13,96 (n=20)	52,33 – 159,0 (n=20)
Infantil	F/M	Puruzinho	Média± DP	$4,09 \pm 0,62$	$3,95 \pm 0,59$	$78,90 \pm 4,60$
(>5-10) (n=13)	Γ/IVI	(2017)	Min Máx.	1,35 - 8,45	1,08 - 8,10	52,93 – 109,5
Infantil	F/M	Puruzinho	Média± DP	$9,70 \pm 7,05$	$8,48 \pm 6,74$	84,21 ±9,84
(>5-10) (n=8)	17101	(2012)	Min Máx.	2,93 - 23,67	2,00-22,16	68,14 - 98,0
Infantil	F/M	Puruzinho	Média± DP	$9,14 \pm 3,44$	$8,81 \pm 4,08$	$95,21 \pm 18,71$
(0-5) (n=3)	F/IVI	(2017)	MinMáx.	4,37 – 15,83	4,23 – 16,97	58,51 – 119,9
Infantil (0-5)	F/M	Puruzinho (2012)	Média ± DP MinMáx.	9,84 ±5,21 3,42 – 16,02 (n=6)	5,62 ±2,40 3,10 - 8,98 (n=4)	87,23 ± 30,85 49,27 – 124,57 (n=4)

Apêndice 10: Tabela antropometria dos indivíduos das comunidades Puruzinho e Tapuru.

Indivíduos	Sexo	Localidade		Peso (kg)	Estatura (cm)	IMC
Adulto (n=19)	F	Puruzinho	Média± DP Min Máx.	$67,60 \pm 11,03$ 49,0 - 85,3	154 ± 0.05 145 - 166	28 ± 4,42 27 – 37
Adulto (n=19)	F	Tapuru	Média± DP Min Máx.	$61,46 \pm 10,72 43,5 - 85,5$	151 ± 0.05 139 - 159	$26 \pm 3,94$ 20 - 34
Adolescente (>10-19) (n=16)	F/M	Puruzinho	Média± DP Min Máx.	$45 \pm 10{,}35$ $24{,}9 - 64$	132 ± 50,78 149 - 169	$18,8 \pm 1,87$ 15,5 - 21,4
Adolescentes (>10-19) (n=37)	F/M	Tapuru	Média± DP MinMáx.	43,37 ± 9,90 28 – 65,15	151 ± 0,09 134 - 169	$18,6 \pm 2,41 \\ 15,3 - 26,1$
Infantil (>5-10) (n=13)	F/M	Puruzinho	Média± DP MinMáx.	22,9 ± 4,62 14,5 – 33	121 ± 7,34 107 - 133	$15,7 \pm 1,75 \\ 12,7 - 18,9$
Infantil (>5-10) (n=13)	F/M	Tapuru	Média± DP MinMáx.	24,37 ± 5,04 18,2 - 34,6	$125 \pm 0.07 \\ 109 - 137$	$15,3 \pm 2,42$ 11,5 - 19,6
Infantil (0-5) (n=3)	F/M	Puruzinho	Média± DP MinMáx.	$15,5 \pm 4,3 \\ 12 - 21,7$	$97 \pm 10,8$ 87 - 112	$16,23 \pm 1,43 \\ 14,2 - 17,3$
Infantil (0-5) (n=13)	F/M	Tapuru	Média± DP MinMáx.	$12,78 \pm 3,65 \\ 6,35 - 19,25$	89 ± 0.19 63 - 129	$17,05 \pm 1,67 \\ 14,8 - 20,2$

Apêndice 11: Z- Escore WAZ, HAZ, BAZ para indivíduos de zero a 5 e > 5 a 10 anos e > 10 anos e 19 anos Puruzinho e Tapuru (n= número de indivíduos).

Indivíduos	Sexo	Localidade		WHZ	WAZ	HAZ	BAZ
Adolescente (>10-19) (n=16)	F/M	Puruzinho	Média± DP Min Máx.	-	-	-0,64 ± 1,04 -2,56 - 1,37	-0.02 ± 0.69 -1.63 - 1.41
Adolescente (>10-19) (n=37)	F/M	Tapuru	Média± DP MinMáx.	-	-	-1,02 ± 0,88 -2,74 - 1,59	-0.22 ± 0.65 -1.75 - 1.42
Infantil (>5-10) (n=13)	F?M	Puruzinho	Média± DP Min Máx.		-0.55 ± 0.69 -1.98 - 0.85	-0,68 ± 0,66 -1,67 – 0,71	-0.25 ± 0.87 -2.05 - 1.39
Infantil (>5-10) (n=13)	F/M	Tapuru	Média± DP Min Máx.		-0.35 ± 0.94 -1.78 - 1.56	-0.16 ± 1.49 -1.79 - 2.68	-0,45 ± 1,37 -2,87 - 1,59
Infantil (0-5) (n=3)	F/M	Puruzinho	Média± DP MinMáx.	0.31 ± 1.19 -1.36 - 1.32	0.75 ± 0.88 -0.11 - 1.96	0.86 ± 1.09 -0.68 - 1.68	0.31 ± 1.37 -1.63 - 1.44
Infantil (0-5) (n=13)	F/M	Tapuru	Média± DP MinMáx.	$0,69 \pm 0,82$ -0,45 - 2,08	0,26 ±0,75 -0,92 - 1,75	-0.42 ± 1.14 -2.25 - 1.37	0.75 ± 0.86 -0.47 - 2.11

ANEXOS

Anexo 1: Parecer Comitê de Ética de Pesquisas com Seres Humanos/UNIR.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA - UNIR



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DA EMENDA

Título da Pesquisa: CRESCIMENTO LINEAR E GANHO PONDERAL DE CRIANÇAS E ADOLESCENTES

RIBEIRINHOS, DE COMUNIDADES NO BAIXO MADEÍRA, EXPOSTOS AO

Pesquisador: VANESSA ALVES MENDES

Área Temática: Versão: 4

CAAE: 61754216.7.0000.5300

Instituição Proponente: Universidade Federal de Rondônia - UNIR

Patrocinador Principal: MINISTERIO DA CIENCIA, TECNOLOGIA E INOVACAO

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.245.794

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BASICAS_911974 E2.pdf	30/06/2017 14:30:44		Aceito
Outros	Protocolo_coleta_de_fezes.pdf	30/06/2017 14:29:57	VANESSA ALVES MENDES	Aceito
Outros	Protocolo_coleta_de_sangue.pdf	30/06/2017 14:28:03	VANESSA ALVES MENDES	Aceito
Outros	Questionario_para_entrevista.pdf	30/06/2017 14:13:07	VANESSA ALVES MENDES	Aceito
Cronograma	Cronograma_das_atividades_da_pesqui sa.pdf	30/06/2017 14:12:24	VANESSA ALVES MENDES	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto.pdf	30/06/2017 14:09:36	VANESSA ALVES MENDES	Aceito
Outros	Carta_de_anuencia.jpg	30/06/2017 14:06:52	VANESSA ALVES MENDES	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALE.pdf	30/06/2017 14:05:30	VANESSA ALVES MENDES	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_para_participacao_das_maes.pdf	30/06/2017 14:05:17	VANESSA ALVES MENDES	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_para_participacao_das_criancas. pdf	30/06/2017 14:04:56	VANESSA ALVES MENDES	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto.pdf	30/06/2017 13:55:05	VANESSA ALVES MENDES	Aceito
Outros	Justificativa_da_emenda2.pdf	03/05/2017 01:06:24	VANESSA ALVES MENDES	Aceito
Outros	justificativa_da_emenda.pdf	03/03/2017	VANESSA ALVES MENDES	Aceito
Orçamento	Orcamento.pdf	04/11/2016	VANESSA ALVES MENDES	Aceito
Declaração do Patrocinador	termo_financiamento_CNPq.pdf	04/11/2016	VANESSA ALVES MENDES	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado