



IMPACTO DO MERCÚRIO EM  
ÁREAS PROTEGIDAS E POVOS  
DA FLORESTA NA AMAZÔNIA  
ORIENTAL:  
UMA ABORDAGEM  
INTEGRADA SAÚDE-AMBIENTE  
ASPECTOS METODOLÓGICOS  
E RESULTADOS  
PRELIMINARES



RIO DE JANEIRO, 2020

# Impacto do mercúrio em áreas protegidas e povos da floresta na Amazônia Oriental:

Uma abordagem integrada saúde-ambiente

Aspectos Metodológicos e Resultados Preliminares

## Coordenação

Paulo Cesar Basta

Sandra de Souza Hacon

*Grupo de Pesquisa: Ambiente, Diversidade e Saúde*

<http://dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupos/532438>

**RIO DE JANEIRO, 15 OUTUBRO DE 2020**

## **Impacto do mercúrio em áreas protegidas e povos da floresta na Amazônia**

### **Oriental – Uma abordagem integrada saúde-ambiente**

#### **Aspectos Metodológicos e Resultados Preliminares**

#### **Equipe**

Paulo Cesar Basta<sup>1\*</sup>, Ana Claudia Santiago de Vasconcellos<sup>1</sup>, Paulo Victor de Souza Viana<sup>1</sup>, André Reynaldo dos Santos Périssé<sup>1</sup>, Pedro Paulo Basta<sup>1</sup>, Cristina Barroso Hofer<sup>2</sup>, Joseph Kempton<sup>3</sup>, Bruna Duarte Pinto<sup>4</sup>, Bruno Hojo Rebouças<sup>4</sup>, Daniel Ciampi Araújo de Andrade<sup>4</sup>, Rogério Adas de Oliveira<sup>4</sup>, Rafaela Achatz<sup>4</sup>, Jamila Perini<sup>5</sup>, Heloísa Nascimento<sup>6</sup>, Jaqueline Gato Bezerra<sup>6</sup>, Angélico Nonato Serrão Acilole<sup>6</sup>, Gustavo Hallwass<sup>6</sup>, Marcelo de Oliveira Lima<sup>7</sup>, Iracina Maura de Jesus<sup>7</sup>, Lúcia Pereira<sup>8</sup>, Lygia Catarina de Oliveira<sup>9</sup>, Alan Marcelo Simon<sup>9</sup>, Cleidiane Carvalho Ribeiro dos Santos<sup>9</sup>, Sandra de Souza Hacon<sup>1\*</sup>

*1) Fundação Oswaldo Cruz – Fiocruz*

*2) Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ*

*3) Imperial College London*

*4) Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo – USP*

*5) Universidade Estadual da Zona Oeste do Rio de Janeiro – UEZO*

*6) Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA*

*7) Instituto Evandro Chagas – IEC*

*8) Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD*

*9) Distrito Sanitário Especial Indígena Rio Tapajós, Secretaria Especial de Saúde Indígena – DSEI Tapajós/Sesai*

\* Departamento de Endemias Samuel Pessoa, Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz.

Rua Leopoldo Bulhões, 1480, Manguinhos, Rio de Janeiro-RJ, CEP: 21.041-210.

E-mail: [pcbasta@ensp.fiocruz.br](mailto:pcbasta@ensp.fiocruz.br); [shacon@ensp.fiocruz.br](mailto:shacon@ensp.fiocruz.br)

Tel: + 55 21 2598-2683 / + 55 21 2598-2654

**RIO DE JANEIRO, 15 DE OUTUBRO DE 2020**

## ***Resumo Executivo***

### *Introdução*

Apesar das inovações tecnológicas e do desenvolvimento econômico observados nas últimas décadas, os benefícios gerados a partir destas conquistas não foram repartidos de forma equânime na sociedade. O processo de modernização das cidades e o avanço da industrialização resultaram em um passivo ambiental, notadamente constituído por contaminantes químicos, que se acumula principalmente em países de economia periférica, como o Brasil. Nesses países, onde a população vive em situação de vulnerabilidade social e em condições ambientais desfavoráveis, os riscos de exposição ao mercúrio sobressaem, podendo causar sérias consequências à saúde das pessoas e à sustentabilidade do planeta.

### *Objetivo*

Investigar o impacto à saúde humana e ao ambiente causado pela atividade garimpeira, com foco na exposição ao mercúrio.

### *Materiais e Métodos*

O povo Munduruku se vincula ao tronco linguístico Tupi, família linguística Munduruku. Este trabalho foi realizado na Terra Indígena *Sawré Muybu*, que é de ocupação tradicional do povo Munduruku, mas ainda está em fase de identificação e delimitação pela Funai. Está localizada nos municípios de Itaituba e Trairão, no estado do Pará. De acordo com solicitação da Associação Indígena Pariri, que representa o povo Munduruku do médio rio Tapajós, foram incluídas em nossa pesquisa as aldeias *Sawré Muybu*, *Poxo Muybu* e *Sawré Aboy*, onde foi realizado censo populacional, portanto, não foram empregados métodos de amostragem probabilística para seleção de participantes. A coleta de dados ocorreu entre 29/10 e 09/11/2019.

Os dados foram coletados: i) por intermédio de visitas domiciliares e entrevistas com as famílias participantes; ii) por meio de avaliação clínico-laboratorial (aferição de medidas antropométricas, avaliações neurológicas e do desenvolvimento infantil, estimativa da prevalência de doenças crônicas não-transmissíveis e de infecções sexualmente transmissíveis); iii) por meio da coleta de amostras de cabelo (usado como biomarcador de exposição ao mercúrio); iv) por meio da coleta de células epiteliais da

mucosa oral (análise de polimorfismo genéticos); e v) por meio de coleta de amostras de peixes.

Todos os participantes tiveram o peso e a estatura aferidos, assim como a dosagem dos níveis de hemoglobina. Ademais, foram coletadas amostras de cabelo e células epiteliais. Os participantes  $\geq 12$  anos tiveram ainda os níveis plasmáticos de glicemia casual e a pressão arterial aferidos, foram submetidos a testes rápidos para o diagnóstico de hepatites virais B e C, HIV/AIDS e sífilis, assim como passaram por uma avaliação clínico-neurológica. Crianças de 0-9 anos receberam avaliação pediátrica para análise da cobertura vacinal, das curvas de crescimento e do neurodesenvolvimento. Em paralelo, foram capturadas amostras de tecido muscular de peixes, usualmente consumidos pela população, para avaliação dos níveis de mercúrio.

Utilizou-se como indicador de risco à saúde o nível de mercúrio nas amostras de cabelo  $\geq 6,0 \mu\text{g.g}^{-1}$ . Considerou-se as referências da Agência de Proteção Ambiental Norte-Americana ( $0,1 \mu\text{g Hg/Kg/dia}$ ) e da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) ( $0,23 \mu\text{g Hg/Kg/dia}$ ) para estabelecer as doses máximas seguras de ingestão diária de mercúrio por intermédio do pescado (RfD - *Reference Dose*).

### *Resultados Preliminares*

As aldeias-cenário foram estruturadas em tempos recentes, como resultado do processo de autodemarcação da Terra Indígena *Sawré Muybu*, iniciado pelo povo Munduruku, em 2007. A estrutura das casas é marcada pela indisponibilidade de água potável, pela ausência de banheiros para uso exclusivo das famílias e pelo manejo inadequado do lixo, revelando um déficit de saneamento importante. A maioria dos domicílios visitados tinha em média entre 4 e 7 moradores e a renda mensal média das famílias ficou próxima a um salário mínimo, somando salários e benefícios sociais. A população é predominantemente jovem, com um número expressivo de crianças abaixo dos 12 anos (44,0%), com apenas 14 participantes acima de 45 anos. Quase um terço da população adulta apresentava anemia, e tanto a hipertensão arterial como o sobrepeso e a obesidade despontaram como problemas emergentes nas comunidades.

Embora cinco testes tenham sido positivos para HIV em adultos, os resultados não foram conclusivos para fechar os diagnósticos das infecções sexualmente transmissíveis.

A avaliação neurológica revelou alterações no reflexo aquileu profundo, déficits de nocicepção distal, déficits de sensibilidade térmica distal e sensibilidade profunda

distal, assim como polineuropatia em parte expressiva dos adultos, com frequência mais pronunciada nos participantes da aldeia *Sawré Aboy*.

Mais da metade dos menores de 5 anos estavam com pelo menos uma dose de vacina atrasada. A análise dos indicadores nutricionais revelou déficits importantes no crescimento e desenvolvimento, tanto no índice peso para idade, como no índice estatura/comprimento para a idade. Cerca de uma em cada cinco crianças menores de 5 anos apresentava anemia.

Em todos os participantes, incluindo crianças, adultos, idosos, homens e mulheres, sem exceção, foram detectados níveis de mercúrio nas amostras de cabelo. Os níveis de contaminação variaram de 1,4 a 23,9  $\mu\text{g Hg/g}$  de cabelo e aproximadamente 6 em cada 10 (57,9%) participantes apresentavam níveis de mercúrio acima  $6\mu\text{g.g}^{-1}$ .

Índices de mercúrio mais elevados foram observados na aldeia *Sawré Aboy*, onde aproximadamente 9 em cada 10 pessoas avaliadas (87,5%) apresentaram níveis de mercúrio acima  $6\mu\text{g.g}^{-1}$ . Na aldeia *Poxo Muybu*, 6 em cada 10 pessoas avaliadas (60,6%) apresentaram altos níveis de contaminação, enquanto na aldeia *Sawré Muybu*, 4 em cada 10 pessoas avaliadas (42,9%) encontravam-se contaminadas.

As pessoas que vivem em *Sawré Aboy* apresentam risco 2 vezes maior de estarem contaminadas por mercúrio, quando comparadas às pessoas que vivem em *Sawré Muybu*.

Nove (15,8%), em um total de 57 crianças apresentaram problemas nos testes de neurodesenvolvimento.

A análise do pescado mostrou que as espécies piscívoras apresentaram os níveis mais altos de contaminação, com concentrações de mercúrio que variaram de 0,13 a 1,95  $\mu\text{g.g}^{-1}$ . Ademais, os cálculos a partir das concentrações médias de mercúrio detectadas indicam que as doses de ingestão diária de mercúrio estimadas são de 4 a 18 vezes maiores do que os limites seguros, preconizados pela Agência de Proteção Ambiental Norte-Americana (EPA, 2000), e de 2 a 9 vezes maiores do que os limites tolerados pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO/WHO, 2003).

### *Recomendações*

- 1) Requerer a interrupção imediata das atividades garimpeiras e a completa desintrusão das terras indígenas afetadas pela mineração ilegal.
- 2) Em paralelo, desenvolver um plano de descontinuidade do uso do mercúrio na mineração artesanal de ouro em todo o país, a fim de seguir as recomendações presentes na Convenção de Minamata, da qual o Brasil é signatário.

3) Elaborar um Plano de Manejo de Risco (PMR) para as populações cronicamente expostas ao mercúrio. O plano deve conter um conjunto de orientações e ações integradas, conforme descrição abaixo:

3.1. Ampliar o monitoramento dos níveis de mercúrio nos peixes consumidos não somente nos territórios tradicionais, mas também nas áreas urbanas da Amazônia.

3.2. Elaborar um conjunto de orientações à população das áreas afetadas, contendo subsídios técnicos sobre o consumo seguro de pescados, com informações claras acerca dos riscos à saúde, assim como às restrições de ingestão para as espécies mais contaminadas, respeitando aspectos culturais relativos a cada grupo étnico, em particular.

3.3. Incluir a testagem dos níveis de mercúrio em amostras de cabelo na rotina das ações desenvolvidas no programa de atenção pré-natal e no programa de acompanhamento do crescimento e desenvolvimento infantil, no âmbito do SUS.

3.4. Elaborar um Protocolo de Atendimento Básico aos Contaminados com apoio de especialistas para ser incorporado à rede SUS.

3.5. Tornar obrigatória e aprimorar a notificação de casos de contaminação crônica por mercúrio, sobretudo os provenientes de áreas impactadas pelo garimpo na Amazônia.

4) Promover um programa de pesquisa e desenvolvimento científico (em parceria com universidades e institutos de pesquisa) para realização de estudos mais aprofundados a fim de ampliar o conhecimento sobre os impactos à saúde das populações cronicamente expostas ao mercúrio, garantindo investimento contínuo, por intermédio de financiamento regular.

5) Elaborar mecanismos de proteção financeira ao setor pesqueiro, a fim de evitar que pescadores artesanais sejam impactados economicamente pela restrição ao consumo de diversas espécies de peixes contaminadas, enquanto a contaminação não seja interrompida.

6) Aprimorar, fortalecer e apoiar ações intersetoriais destinadas ao combate à ilegalidade na extração, na produção e na comercialização ilegal de ouro, assim como ao contrabando de mercúrio, em todo o território brasileiro.

*Palavras-chave:* povos indígenas; intoxicação por mercúrio; contaminação ambiental; saúde e ambiente; vigilância e saúde; direitos constitucionais

## Sumário

<i>Introdução</i> .....	9
<i>Objetivos</i> .....	13
Objetivo geral.....	13
Objetivos Específicos .....	13
<i>Materiais e Métodos</i> .....	14
Área e população de estudo.....	14
Amostragem .....	15
Trabalho de campo .....	16
Avaliação da situação de saúde .....	17
Avaliação neurológica .....	19
Avaliação pediátrica .....	20
Coleta de amostras humanas (cabelo e células epiteliais) .....	22
Coleta de amostras ambientais (peixes).....	22
Determinação dos níveis de mercúrio nas amostras.....	23
Análise dos polimorfismos genéticos .....	24
Análise estatística .....	25
Aspectos éticos .....	26
<i>Resultados preliminares comentados</i> .....	28
Caracterização da estrutura física e sociodemográfica dos domicílios .....	28
Situação geral de saúde.....	30
Avaliação neurológica .....	31
Avaliação pediátrica .....	32
Análise do nível de exposição humana ao mercúrio .....	35
Avaliação de polimorfismos genéticos.....	37
Análise do nível de contaminação por mercúrio em peixes.....	39
<i>Considerações preliminares</i> .....	42
<i>Recomendações</i> .....	50
<i>Agradecimentos</i> .....	54
<i>Referências Bibliográficas</i> .....	56
<i>Lista de Figuras</i> .....	62
Figura 1-Exemplo da determinação dos diferentes genótipos do polimorfismo do gene GSTP1 A>G (rs1695) utilizando o sistema TaqMan por PCR em tempo real. O quadrado em preto representa o controle negativo. Os círculos em azul são os genótipos homozigotos variantes .....	62



Figura 2-Evolução do ganho de massa corporal (peso em kg), de acordo com os Escores-Z, em relação ao tempo, no período de 0 a 60 meses, nas crianças da Terra Indígena Sawré Muybu, estado do Pará, Amazônia, Brasil, 2019 .....	63
Figura 3-Evolução do ganho de estatura/comprimento das crianças, ao longo do tempo, de acordo com os Escores-Z, em relação ao tempo, no período de 0 a 60 meses, nas crianças da Terra Indígena Sawré Muybu, estado do Pará, Amazônia, Brasil, 2019. ....	64
Figura 4- Evolução do ganho de peso de acordo com a estatura/comprimento das crianças, ao longo do tempo, de acordo com os Escores-Z, em relação ao tempo, no período de 0 a 60 meses, nas crianças da Terra Indígena Sawré Muybu, estado do Pará, Amazônia, Brasil, 2 .....	65
Figura 5- Diagrama de caixas (boxplot) mostrando os níveis de mercúrio (em $\mu\text{g.g-1}$ ) de todos os participantes, de acordo com as aldeias (Sawré Muybu, Poxo Muybu e Sawré Aboy), estado do Pará, Amazônia, Brasil 2019* .....	66
Figura 6-Diagrama de caixas (boxplot) mostrando os níveis de mercúrio (em $\mu\text{g.g-1}$ ) de todos os participantes, de acordo com a faixa etária, todas as aldeias da Terra Indígena Sawré Muybu, estado do Pará, Amazônia, Brasil 2019* .....	67
Figura 7-Diagrama de caixa (boxplot) apresentando os níveis de mercúrio entre crianças menores de 5 anos, comparando meninos e meninas, Terra Indígena Sawré Muybu, estado do Pará, Amazônia, Brasil, 2019. ....	68
Figura 8-Diagrama de caixa (boxplot) apresentando os níveis de mercúrio entre crianças menores de 5 anos, comparando aldeias estudadas, na Terra Indígena Sawré Muybu, estado do Pará, Amazônia, Brasil, 2019. ....	69
Figura 9-Frequência de genótipos e alelos variantes do gene ALAD, dos participantes do estudo, de acordo com as aldeias de residência, Terra Indígena Sawré Muybu, estado do Pará, Amazônia, Brasil, 2019.....	70
Figura 10-Frequência de genótipos e alelos variantes do gene GSTP1, dos participantes do estudo, de acordo com as aldeias de residência, Terra Indígena Sawré Muybu, estado do Pará, Amazônia, Brasil, 2019.....	71
Figura 11-Frequência de genótipos e alelos variantes do gene VDR FokI, dos participantes do estudo, de acordo com as aldeias de residência, Terra Indígena Sawré Muybu, estado do Pará, Amazônia, Brasil, 2019. ....	72
Figura 12-Frequência de genótipos e alelos variantes do gene TNF- $\alpha$ 1031, dos participantes do estudo, de acordo com as aldeias de residência, Terra Indígena Sawré Muybu, estado do Pará, Amazônia, Brasil, 2019. ....	73
Figura 13-Frequência de genótipos e alelos variantes do gene TNF- $\alpha$ 857, dos participantes do estudo, de acordo com as aldeias de residência, Terra Indígena Sawré Muybu, estado do Pará, Amazônia, Brasil, 2019. ....	74
Figura 14-Frequência de genótipos e alelos variantes do gene TNF- $\alpha$ 308, dos participantes do estudo, de acordo com as aldeias de residência, Terra Indígena Sawré Muybu, estado do Pará, Amazônia, Brasil, 2019. ....	75
Figura 15-Frequência de genótipos e alelos variantes do gene IL6-174, dos participantes do estudo, de acordo com as aldeias de residência, Terra Indígena Sawré Muybu, estado do Pará, Amazônia, Brasil, 2019. ....	76

Figura 16-Frequência de genótipos e alelos variantes do gene MMP2-735, dos participantes do estudo, de acordo com as aldeias de residência, Terra Indígena Sawré Muiybu, estado do Pará, Amazônia, Brasil, 2019. ....	77
Figura 17-Peixes mais frequentemente consumidos durante a estação chuvosa, de acordo com o relato dos participantes das aldeias investigadas, estado Pará, Amazônia, Brasil, 2019. ....	78
Figura 18-Peixes mais frequentemente consumidos durante a estação seca, de acordo com o relato dos participantes das aldeias investigadas, estado Pará, Amazônia, Brasil, 2019. ....	79
<i>Lista de Tabelas</i> .....	80
Tabela 1: Caracterização demográfica (sexo e faixa etária) dos responsáveis pelos domicílios, tempo de residência na aldeia, número de adultos e número de crianças menores de 5 anos nos domicílios das aldeias Sawré Muiybu, Poxo Muiybu e Sawré Aboy, estado do Pará, Amazônia, Brasil, 2019.....	80
Tabela 2: Caracterização socioeconômica, incluindo renda mensal familiar, recebimento de salário e benefícios sociais, origem da água de consumo, presença de tratamento da água, e informações sobre mudanças climáticas, a partir do relato dos responsáveis pelos domicílios das aldeias Sawré Muiybu, Poxo Muiybu e Sawré Aboy, estado do Pará, Amazônia, Brasil, 2019.....	81
Tabela 3: Caracterização demográfica da população de estudo das aldeias Sawré Muiybu, Poxo Muiybu e Sawré Aboy, estado do Pará, Amazônia, Brasil, 2019. ....	82
Tabela 4: Caracterização das principais atividades laborais realizadas pela população de estudo das aldeias Sawré Muiybu, Poxo Muiybu e Sawré Aboy, estado do Pará, Amazônia, Brasil, 2019.....	83
Tabela 5: Morbidade autorreferida pelos participantes, nos 30 dias que antecederam as entrevistas, nas aldeias Sawré Muiybu, Poxo Muiybu e Sawré Aboy, estado do Pará, Amazônia, Brasil, 2019.....	84
Tabela 6: Dados clínicos, incluindo faixa etária, pressão arterial (PA), dosagem de hemoglobina (Hb) e índice de massa corporal (IMC) e média de massa corporal (kg), dos participantes maiores de 12 anos, das aldeias investigadas, estado do Pará, Amazônia, Brasil, 2019.....	85
Tabela 7: Principais alterações observadas no exame clínico-neurológico, em participantes maiores que 12 anos, nas aldeias Munduruku Sawré Muiybu; Poxo Muiybu e Sawré Aboy, Estado do Pará, Amazônia, Brasil 2019.....	87
Tabela 8: Características clínicas (sexo, idade, indicadores nutricionais, níveis de hemoglobina e níveis de mercúrio) das crianças que apresentaram problemas no teste Denver II, Terra Indígena Sawré Muiybu, estado do Pará, Amazônia, Brasil, 2019..	89
Tabela 9: Indicadores nutricionais de estatura para idade (E/I), peso para idade (P/I), peso para estatura (P/E), níveis de hemoglobina (g/dL) e níveis de mercúrio ( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ), nas crianças menores de 5 anos, Terra Indígena Sawré Muiybu, estado do Pará, Amazônia, Brasil, 2019.....	90
Tabela 10: Níveis de mercúrio (média, desvio padrão, mediana, mínimo, máximo e prevalência %), de acordo com aldeias de residência (Sawré Muiybu, Poxo Muiybu, Sawré Aboy), segundo faixa etária e sexo, Terra Indígena Sawré Muiybu, estado do Pará, Amazônia, Brasil, 2019.....	91

Tabela 11: Principais alterações observadas no exame clínico-neurológico, em participantes $\geq 12$ anos, em comparação aos níveis de mercúrio (considerando o ponto de corte de $6 \mu\text{g.g}^{-1}$ ) nas aldeias Munduruku Sawré Muybu; Poxo Muybu e Sawré Aboy, Estado do Pará, Amazônia, Brasil 2019. ....	93
Tabela 12: Prevalência de concentração de mercúrio, considerando níveis acima de $6,0 \mu\text{g.g}^{-1}$ e Razão de Prevalência (RP) para fornecer evidências acerca da proximidade com os garimpos e a contaminação humana por mercúrio, Terra Indígena Sawré Muybu, estado do Pará, Amazônia, Brasil, 2019. ....	96
Tabela 13: Comparação dos níveis medianos de mercúrio em função da presença ou ausência do alelo mutante, nos participantes da Terra Indígena Sawré Muybu, estado do Pará, Amazônia, Brasil, 2019. ....	97
Tabela 14: Espécies de peixes amostrados, indicando o nome científico, nome popular, número de indivíduos e amostras de tecidos coletadas, variação no tamanho dos peixes coletados, nível trófico de cada espécie, e níveis de mercúrio (média, desvio-padrão, mínimo e máximo), Terra Indígena Sawré Muybu, estado do Pará, Amazônia, Brasil, 2019. ....	98
Tabela 15: Espécies de peixes amostrados, de acordo com nível trófico, e níveis de mercúrio (média, desvio-padrão, mediana, mínimo e máximo), Terra Indígena Sawré Muybu, estado do Pará, Amazônia, Brasil, 2019. ....	99
Tabela 16: Dose de mercúrio (Hg) ingerida diariamente em homens e mulheres adultos e em crianças de até 5 anos, Terra Indígena Sawré Muybu, estado do Pará, Amazônia, Brasil, 2019. ....	100
<i>Anexos</i> .....	101

## Introdução

Apesar das descobertas científicas, das inovações tecnológicas e do desenvolvimento econômico observados nas últimas décadas, em várias partes do planeta, os benefícios gerados a partir destas conquistas não foram repartidos de forma equânime na sociedade. Na verdade, o processo de modernização das cidades e o avanço da industrialização resultaram em um passivo ambiental, notadamente constituído por contaminantes químicos, que se acumula principalmente em países de economia periférica, como o Brasil. Nesses países, onde parcela expressiva da população vive em situação de vulnerabilidade social e em condições ambientais desfavoráveis, os riscos de exposição a variados compostos químicos, como mercúrio, chumbo, benzeno, amianto, além de diversos tipos de agrotóxicos, são amplificados, podendo causar sérias consequências à saúde e à sustentabilidade.

Dentre os contaminantes ambientais globais, o mercúrio notabiliza-se por sua distribuição ubíqua na natureza e por sua capacidade de mobilização nos mais diversos compartimentos ambientais. Ou seja, este elemento pode ser detectado em solos e sedimentos em diferentes regiões do planeta, nas geleiras, nos rios, nos oceanos e na atmosfera, por exemplo (Landing & Holmes, 2019; Semeniuk & Dastoor, 2017). De acordo com um relatório publicado em 2015, o mercúrio ocupou o terceiro lugar no ranking de toxicidade como poluente ambiental mais perigoso à saúde humana, ficando atrás apenas do chumbo e de radionuclídeos (Blacksmith Institute, 2015). O Instituto informa ainda que 19 milhões de pessoas encontram-se sob risco de adoecer devido ao contato com o mercúrio, sendo o garimpo artesanal de ouro a maior fonte de exposição humana a este metal.

A mineração artesanal de ouro em pequena escala expandiu-se significativamente na Amazônia nas últimas décadas, sendo uma causa importante de desmatamento e degradação ambiental (Alvarez-Berríos & Aide, 2015; Rahm *et al.*, 2015; Legg *et al.*, 2015). Esta atividade tem grande impacto na região, desempenhando papel crítico na mitigação das mudanças climáticas globais, locais e regionais, na preservação da biodiversidade e na manutenção de serviços ecossistêmicos, sobretudo para as populações tradicionais (Bauch *et al.*, 2015). Atualmente, pode-se dizer que a região Amazônica passa por uma “nova corrida do ouro”, que difere da “corrida” que marcou a década de

1980 não apenas pela tecnologia que tem sido empregada durante o processo de extração do ouro, mas também pelo potencial devastador do ambiente, sem precedentes.

De acordo com a Rede Amazônica de Informação Socioambiental Georreferenciada (RAISG)<sup>1</sup>, em 2018, existiam no Brasil 453 pontos de garimpagem ilegal na Amazônia brasileira. Se considerarmos todo ecossistema Amazônico - presente em 9 países da América Latina - existem mais de 2.500 pontos de garimpos ilegais distribuídos por um território de 7 milhões de km<sup>2</sup>. Este trabalho revela ainda a presença de 18 garimpos ativos em Terras Indígenas, apesar de a Constituição Federal de 1988 não autorizar este tipo de atividade.

Além da ilegalidade desta atividade em áreas de proteção, chama atenção o uso intensivo, abusivo e indiscriminado de mercúrio utilizado pelos garimpeiros durante o processo de extração de ouro, na mineração de pequena escala. Na Amazônia, a forma mercurial utilizada em garimpos artesanais é o mercúrio metálico, também conhecido como mercúrio elementar (Hg<sup>0</sup>). O uso deste metal durante o processo de obtenção do ouro deve-se à sua facilidade em formar amálgamas (ligas metálicas) com partículas finas de ouro e por sua capacidade de evaporar (volatilizar) com facilidade ao ser aquecido. A quantidade de mercúrio utilizada para a produção de ouro varia de acordo com as condições de operação e com as concentrações de ouro no minério (Nriagu, 1997; Lacerda & Salomons, 2012). Os primeiros estudos sobre esta temática diziam que para cada 1,0 kg de ouro extraído, utilizava-se de 2,0 a 4,0 kg de mercúrio. Os trabalhos mais recentes apontam que a quantidade de mercúrio varia de 1,0 a 8,0 kg (Castilhos et al., 2015; Castilhos & Domingos, 2018) para cada 1,0 kg de ouro extraído.

Durante o processo de extração, grande parte do mercúrio utilizado (aproximadamente 80 %) é perdida para o meio ambiente, uma vez que não é comum o uso de tecnologias e equipamentos para recuperação do metal neste processo. Os lançamentos de mercúrio para a atmosfera atingem entre 65 e 83% da emissão total de mercúrio (Pfeiffer *et al.*, 1991) utilizado no garimpo. Por sua vez, o mercúrio lançado em corpos hídricos passa por um processo de metilação (mediado por microrganismos aquáticos), originando a forma química mais perigosa à saúde humana e ao ecossistema,

---

<sup>1</sup> <https://www.amazoniasocioambiental.org/pt-br/radar/mapa-inedito-indica-epidemia-de-garimpo-ilegal-na-panamazonia/>

o metilmercúrio. Grande parte do perigo atribuído ao metilmercúrio deve-se a sua capacidade de bioacumulação e biomagnificação em cadeias tróficas aquáticas e pelo seu elevado potencial neurotóxico. Essa espécie química é extremamente lipossolúvel e por isso pode atravessar a barreira hemato-encefática e atingir o sistema nervoso central. Dentre os danos à saúde causados pelo metilmercúrio, destacam-se: alterações na marcha, problemas de equilíbrio e de coordenação motora, diminuição do campo visual e perda sensibilidade na pele. Em gestantes, a contaminação é ainda mais grave uma vez que o metilmercúrio é capaz de ultrapassar a barreira placentária e atingir o cérebro do feto ainda em formação, causando danos irreversíveis, incluindo perda de audição, déficit cognitivo, retardo no desenvolvimento e malformação congênita, em crianças expostas durante o período intrauterino (Vasconcellos *et al.*, 2019, Watras *et al.*, 1998; Clarkson & Magos, 2006).

Diversos estudos relatam que centenas de toneladas de mercúrio foram lançadas no ecossistema amazônico durante as décadas de 1980 e 1990, contaminando os rios e a biota aquática (peixes, camarões, caranguejos, tracajás etc.) das principais bacias hidrográficas da Amazônia (Roulet *et al.*, 1998; Lacerda & Pfeiffer, 1992; Barbosa *et al.*, 1995; Akagi *et al.*, 1995). Esse cenário de degradação ambiental provocou sérias repercussões na qualidade de vida e na saúde das populações ribeirinhas que vivem na região e que dependem dos rios para sua sobrevivência. Os povos tradicionais da Amazônia são grandes consumidores de pescado, e em muitos casos, os peixes representam a principal ou a única fonte de proteína animal na dieta de diversas famílias (Barbosa *et al.*, 1998; Brabo *et al.*, 2000; Santos *et al.*, 2002).

A presença de garimpos em territórios tradicionais converte o consumo de peixes, que outrora era considerado saudável, em um comportamento de risco, uma vez que o mercúrio utilizado no processo contamina os rios e é incorporado à cadeia trófica, podendo chegar aos seres humanos. De acordo com a Organização Mundial da Saúde, povos que vivem em áreas próximas a garimpos artesanais de ouro apresentam uma ingestão semanal de mercúrio considerada muito elevada, podendo atingir doses quatro vezes mais altas do que a preconizada pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO/WHO, 2003; Zahir *et al.*, 2005; Sheehan *et al.*, 2014).

Diante do exposto e preocupados com a crescente invasão de seu território tradicional, a Associação Indígena Pariri que representa o Povo Munduruku do médio rio

Tapajós entrou em contato com nosso grupo de pesquisa solicitando apoio para uma investigação. Assim, nosso objetivo neste trabalho foi investigar o impacto à saúde humana causado pela atividade garimpeira, com foco na exposição ao mercúrio, em três aldeias selecionadas, na Terra Indígena *Sawré Muybu*.

## Objetivos

### *Objetivo geral*

- Investigar o impacto à saúde humana e ao ambiente causado pela atividade garimpeira, com foco na exposição ao mercúrio.

### *Objetivos Específicos*

- a) Caracterizar a população de estudo sob o ponto de vista demográfico e socioeconômico;
- b) Estimar a prevalência de doenças crônicas não transmissíveis nas comunidades investigadas, incluindo hipertensão arterial sistêmica, desvios nutricionais, anemia e diabetes;
- c) Estimar a prevalência de doenças transmitidas por via sexual (HIV/AIDS, Sífilis, Hepatites B e C) nas comunidades investigadas;
- d) Investigar alterações neurológicas sugestivas de contaminação por mercúrio, em adultos residentes nas comunidades estudadas;
- e) Avaliar o crescimento e o neurodesenvolvimento de crianças menores de 5 anos, residentes nas comunidades estudadas;
- f) Analisar o nível de exposição humana ao mercúrio a partir da análise de amostras de cabelo coletadas dos habitantes das comunidades;
- g) Determinar a frequência de polimorfismos genéticos de genes envolvidos com metabolização do mercúrio na população de estudo;
- h) Analisar o nível de contaminação por mercúrio em peixes frequentemente consumidos pela população em estudo.



## **Materiais e Métodos**

### *Área e população de estudo*

O povo Munduruku se vincula ao tronco linguístico Tupi, família linguística Munduruku. Povo de tradição guerreira, os Munduruku dominavam culturalmente a região do vale do Tapajós, que nos primeiros tempos de contato e durante o século XIX era conhecida como Mundurukânia. Hoje, o grupo habita as terras localizadas nos estados do Pará (municípios de Santarém, Itaituba e Jacareacanga), Amazonas (municípios de Canumã e Borba) e Mato Grosso (município de Juara), e concentram-se majoritariamente em regiões de savana no interior da floresta amazônica, às margens de rios navegáveis (Ramos, 2000, 2003).

Sob o ponto de vista fundiário, a Terra Indígena (TI) Munduruku foi demarcada por Decreto Presidencial publicado em 26/02/2004, com superfície de 2.381.795,7765 hectares e perímetro de 1.108.212,28 metros. Por sua vez, a TI *Sawré Muybu* (Pimental), que é de ocupação tradicional do povo Munduruku, tem apenas 178.173 hectares e está localizada nos municípios de Itaituba e Trairão, no estado do Pará. O processo de demarcação da área teve início em 2007, quando foi instituído o primeiro grupo de trabalho na FUNAI para realizar os estudos de identificação e delimitação. Todavia, o processo de demarcação permanece inconcluso. Para o povo Munduruku, o local onde se situa a TI *Sawré Muybu* é de extrema relevância sob o ponto de vista simbólico, uma vez que um trecho onde o rio se estreita, conhecido como *Daje Kapap Eipi* ou "*fecho*", figura na mitologia Munduruku como o ponto de surgimento do rio Tapajós.

A população que vive hoje na TI *Sawré Muybu* é constituída por uma onda migratória de Mundurukus do alto Tapajós, ocorrida a partir da segunda metade do século XX. Atualmente, na área de estudo encontram-se as seguintes aldeias: *Boa Fé*; *Daje Kapap*; *Dace Watpu*; *Karo Muybu*; *Poxo Muybu*; *Sawré Aboy*; *Sawré Muybu*;

Ao longo do tempo, o contato dos Munduruku com a sociedade envolvente foi marcado pela interação com diversas frentes de expansão econômica, que se consolidou a partir da segunda metade do século XIX. Nos primeiros contatos, além da presença marcante de missões religiosas, a exploração da borracha teve papel relevante entre 1880 e 1920, quando foi considerada produto de grande interesse comercial. A interferência

das frentes de expansão produziu alterações profundas, incidindo não somente em transformações na paisagem local, mas também no modo de vida tradicional das populações locais. Os reflexos e as consequências são evidentes até os dias atuais.

Após a queda dos preços da borracha no mercado internacional, a região do Tapajós despontou como grande jazida natural de ouro, no final da década de 1950. A corrida pelo ouro se intensificou após a construção da rodovia Transamazônica, durante a ditadura militar em 1972, e teve seu apogeu no período entre 1975 e 1990. Durante 15 anos, a exploração do minério foi altamente lucrativa para sociedade não indígena, mas deixou um legado negativo à população local, não somente pelos malefícios que causou ao meio ambiente e seus habitantes, em decorrência do desmatamento descontrolado, de grandes escavações e da forte contaminação das águas pelo mercúrio (Brabo *et al*, 1999; Barbosa, 1998), como também pela desestruturação sociocultural que provocou nas comunidades.

No início do século XXI, com a crise econômica mundial iniciada a partir de 2008, e atualmente com a crescente onda “desenvolvimentista” houve uma nova expansão na busca por ouro na região do Tapajós. Consequentemente, as batalhas contemporâneas travadas pelos Munduruku estão focadas na garantia da integridade de seu território, permanentemente ameaçado pelas pressões provenientes não somente de atividades ilegais de garimpos de ouro, grilagem e exploração de madeira, mas também por projetos governamentais de grande dimensão que incluem a expansão do agronegócio sobre territórios tradicionais, assim como a construção de hidrelétricas e de uma grande hidrovía no Tapajós.

### *Amostragem*

De acordo com a solicitação da Associação Indígena Pariri, que representa o Povo Munduruku do médio rio Tapajós (Anexo), foram incluídas em nossa amostragem as aldeias *Sawré Muybu*, *Poxo Muybu* e *Sawré Aboy* (localização em Anexo). Nas aldeias-cenário foi realizado censo populacional e todos os moradores foram convidados a participar do estudo. Sendo assim, não foram empregados métodos de amostragem probabilística para seleção de participantes.

## *Trabalho de campo*

A coleta de dados ocorreu no período compreendido entre os dias 29/10 e 09/11/2019. Os dados obtidos durante o trabalho de campo foram coletados das seguintes formas: i) por intermédio de visitas domiciliares e entrevistas com as famílias participantes; ii) por meio de avaliação clínico-laboratorial (e.g. aferição de medidas antropométricas, avaliações neurológicas e do desenvolvimento infantil, estimativa da prevalência de doenças crônicas não-transmissíveis e de infecções infecciosas transmissíveis); iii) por meio da coleta de amostras de cabelo (usado como biomarcador de exposição ao mercúrio); iv) por meio da coleta de células epiteliais da mucosa oral (análise genética); e v) por meio de coleta de amostras de peixes.

Participaram das visitas domiciliares e das entrevistas com as famílias quatro pesquisadores: sendo uma antropóloga indígena, uma bióloga, um enfermeiro e uma psicóloga. As entrevistas foram realizadas com base em um instrumento de coleta de dados especialmente preparado para esta pesquisa, a partir de experiências anteriores de nosso grupo de pesquisa. A aplicação do questionário ocorreu com auxílio de agentes indígenas de saúde (AIS) que atuam nas comunidades e/ou com auxílio de lideranças indígenas locais, incluindo caciques e professores.

O instrumento de coleta de dados foi estruturado em módulos temáticos, por meio dos quais buscou-se:

- i) caracterizar a estrutura física e demográfica dos domicílios visitados, incluindo tempo de moradia, materiais utilizados para construção da casa, número de cômodos, presença de água potável e banheiro, ocupação, renda, recebimento de benefícios sociais e nível de instrução do chefe do domicílio;
- ii) caracterizar a situação de saúde na família e na comunidade, incluindo a presença de doenças crônicas, o uso regular de medicamentos, a história de internações anteriores; o adoecimento por malária, a saúde reprodutiva das mulheres em idade fértil, o crescimento e desenvolvimento de crianças de 0 a 5 anos e a presença de sintomas neurológicos;
- iii) caracterizar o padrão alimentar das famílias com destaque para o consumo de peixes.

As respostas foram registradas em formulários eletrônicos com auxílio de dispositivos eletrônicos portáteis (*tablets*) e não houve uso de formulários em papel.

Após a realização das visitas domiciliares e entrevistas, as famílias foram convidadas a participar de uma avaliação clínico-laboratorial padronizada. Nesta etapa participaram seis pesquisadores: sendo uma médica pediatra, um médico infectologista, um médico da família e da comunidade, além de três médicos neurologistas.

### *Avaliação da situação de saúde*

Todos os participantes tiveram o peso e a estatura aferidos, além da dosagem dos níveis de hemoglobina. Para aferição de peso e estatura utilizaram-se os seguintes equipamentos: antropômetro vertical ou estadiômetro da marca Altuxata® (com adaptador para infantômetro e precisão de 0,1 cm – medida de comprimento) e balança digital portátil da marca Seca® (modelo 877), com capacidade máxima de 150 kg e precisão de 0,1 kg. Em seguida, foram calculados o índice de massa corporal (IMC), expressos em kg/m<sup>2</sup>, para os maiores de 12 anos, e os escores-Z (ajustados para sexo e idade), para as crianças de 0 a 5 anos, de acordo com a população de referência da OMS (WHO, 2006).

O resultado do IMC foi estratificado de acordo com as recomendações da Organização Mundial da Saúde, da seguinte forma: i)  $\leq 18,4$  kg/m<sup>2</sup> -- abaixo do peso; ii) entre 18,5 a 24,9 kg/m<sup>2</sup> -- peso ideal/adequado para estatura; iii) entre 25,0 e 29,9 kg/m<sup>2</sup> -- sobrepeso; iv)  $\geq 30,0$  kg/m<sup>2</sup> -- obesidade (WHO, 2000).

A dosagem de hemoglobina capilar foi avaliada por intermédio do aparelho *Hemocue*, modelo HB 301-System, sem a necessidade de coleta e armazenamento de amostras de sangue venoso.

Os níveis de hemoglobina foram classificados como normais de acordo com a faixa etária e o sexo dos participantes, da seguinte maneira: i) crianças de 2 a 6 anos: entre 11,5 a 13,5 g/dL; ii) crianças de 6 a 12 anos: entre 11,5 a 15,5 g/dL; iii) homens > 12 anos: entre 14 a 18 g/dL; iv) mulheres > 12 anos: entre 12 a 16 g/dL; v) gestantes > 11,0 g/dL. Os valores abaixo dos níveis acima indicados foram considerados indicadores de anemia (Rosenfeld, *et al.*, 2019).

Para aferição dos níveis plasmáticos de glicemia casual (avaliada no momento da entrevista, sem se observar o intervalo desde a última refeição e sem exigência de jejum) foi utilizado o monitor de glicemia da marca *Accu-Check Active®*, autocodificado, com tecnologia de biossensor fotométrico (reflectância), e faixa de medição entre 10 a 600 mg/dL, de acordo com as especificações do fabricante.

Para aferição da pressão arterial foi utilizado um monitor automático de pressão arterial de pulso, marca Omron Modelo Hem-631INT. Trata-se de um equipamento preciso, de fácil manuseio, concebido originalmente para ser usado por pessoas que monitoram sua própria pressão arterial, dado que o equipamento dispensa o uso de estetoscópio e a insuflação do manguito é automática. A pressão arterial foi aferida duas vezes, com o aparelho colocado no pulso esquerdo dos participantes maiores de 12 anos, durante a entrevista. Os participantes permaneceram sentados com ambos os pés apoiados no chão, com o antebraço esquerdo repousado sobre a parte anterior do tórax, durante as aferições. Utilizou-se as médias das duas medidas da pressão arterial sistólica (PAS) e da pressão arterial diastólica (PAD) para a classificação dos participantes, de acordo com os critérios das 7ª Diretriz Brasileira de Hipertensão Arterial da Sociedade Brasileira de Cardiologia (Malachias et al., 2016). Considerou-se portadores de hipertensão aqueles que apresentaram valores de PAS  $\geq$  140 mm Hg e PAD  $\geq$  90 mm Hg.

Os indígenas maiores de 12 anos, de ambos os sexos, foram submetidos ainda a testes rápidos para o diagnóstico de hepatites virais B e C, HIV/AIDS e sífilis.

Para diagnóstico para hepatite B foi utilizado o kit HBsAg da marca BIOCLIN® (lotes N° 12 e 57), que utiliza um método imunocromatográfico para determinação rápida e qualitativa de antígeno de superfície do vírus da Hepatite B (HBsAg / subtipos ad e ay) em amostras de soro, plasma ou sangue total, de acordo com as especificações do fabricante<sup>2</sup>. Para triagem da infecção pelo vírus da hepatite C (HCV) foi utilizado o teste rápido da empresa ALERE® (lote N° 02BDD037A), que se baseia na tecnologia de imunocromatografia de fluxo lateral, de acordo com as especificações do fabricante<sup>3</sup>.

---

2

[https://telelab.aids.gov.br/moodle/pluginfile.php/147703/mod\\_resource/content/1/Manual%20HBsAg%20%E2%80%93%20Bioclin%20%282018%29.pdf](https://telelab.aids.gov.br/moodle/pluginfile.php/147703/mod_resource/content/1/Manual%20HBsAg%20%E2%80%93%20Bioclin%20%282018%29.pdf)

3

[https://telelab.aids.gov.br/moodle/pluginfile.php/31391/mod\\_resource/content/2/Hepatites%20-%20Manual%20Aula%205.pdf](https://telelab.aids.gov.br/moodle/pluginfile.php/31391/mod_resource/content/2/Hepatites%20-%20Manual%20Aula%205.pdf)

Para investigar a infecção pelo vírus da imunodeficiência (HIV) foi utilizado o teste rápido ABON HIV® (lote HIV9040035), de acordo com as especificações do fabricante<sup>4</sup>. Este teste é baseado na tecnologia de imunocromatografia de fluxo lateral e permite a detecção de anticorpos específicos para HIV-1, incluindo o grupo O, e HIV-2, em sangue total, soro ou plasma. Nos casos em que houve discordância nos resultados, para dirimir as dúvidas, foi utilizado o kit MedTeste HIV® (lote HIV 18090030) que também é um imunoensaio cromatográfico rápido para a detecção qualitativa dos anticorpos do HIV tipo 1, tipo 2 e subtipo O no sangue total humano, soro ou plasma, de acordo com as especificações do fabricante<sup>5</sup>.

Para diagnóstico de sífilis foi utilizado o kit Sífilis Bio da marca BIOCLIN® (lote Nº 12 e 57), que baseia-se em um método imunocromatográfico para determinação rápida e qualitativa de anticorpos totais (IgG, IgM e IgA) do *Treponema pallidum*, em amostras de soro, plasma ou sangue total, de acordo com as especificações do fabricante<sup>6</sup>.

Todos os procedimentos para realização dos testes rápidos seguiram as recomendações disponíveis nos manuais dos fabricantes e nos programas específicos do Ministério da Saúde.

### *Avaliação neurológica*

Ademais, os participantes maiores de 12 anos, das três aldeias-cenário do estudo, foram submetidos à avaliação neurológica que incluiu a observação dos seguintes parâmetros:

- i) Marcha: foi solicitado ao participante que caminhasse normalmente para avaliar possíveis alterações na marcha.
- ii) Força Muscular: foi testada a força muscular em cada membro superior e inferior, nos segmentos proximal e distal, e em seguida foi estabelecida uma escala de graduação

---

4

[https://telelab.aids.gov.br/moodle/pluginfile.php/155183/mod\\_resource/content/1/manual%20TR%20ABON%20HIV%20Tri-line.pdf](https://telelab.aids.gov.br/moodle/pluginfile.php/155183/mod_resource/content/1/manual%20TR%20ABON%20HIV%20Tri-line.pdf)

5

[https://telelab.aids.gov.br/moodle/pluginfile.php/155185/mod\\_resource/content/1/Manual%20Medteste%20HIV.pdf](https://telelab.aids.gov.br/moodle/pluginfile.php/155185/mod_resource/content/1/Manual%20Medteste%20HIV.pdf)

6

[https://telelab.aids.gov.br/moodle/pluginfile.php/207775/mod\\_resource/content/1/Manual%20TR%20SI%CC%81FILIS%20BIO%20%E2%80%93%20BIOCLIN%20%282019%29.pdf](https://telelab.aids.gov.br/moodle/pluginfile.php/207775/mod_resource/content/1/Manual%20TR%20SI%CC%81FILIS%20BIO%20%E2%80%93%20BIOCLIN%20%282019%29.pdf)

variando de 0 a 5, em que: 0) não se percebe nenhuma contração muscular; 1) percebe-se algum tônus muscular; 2) há movimento, sem vencer a gravidade; 3) o movimento vence a gravidade; 4) o movimento vence a gravidade e uma resistência de leve a moderada e; 5) a força muscular é normal, sendo que o participante vence gravidade, além de demonstrar resistência significativa.

iii) Reflexos Osteotendíneos: foram testados os reflexos bicipital, tricipital, patelar e aquileu e classificados em: (0) normal e (1) alterado.

iv) Rigidez e Bradicinesia (lentidão na execução do movimento): foi avaliado o tônus muscular e observado se havia rigidez (aumento do tônus durante todo o movimento) e se havia bradicinesia, definida como uma lentificação do início do movimento voluntário com redução progressiva na velocidade e amplitude, com a repetição da ação.

v) Coordenação Motora: foram realizadas as provas índex-nariz e calcanhar-joeelho, de olhos abertos e fechados, sendo observados continuidade do movimento e simetria. Também foi testada a capacidade que uma pessoa tem em realizar movimentos rápidos alternadamente (diadococinesia), com movimentos alternados.

vi) Sensibilidade Tátil, Dolorosa e Sensibilidade Profunda: foi utilizado um diapasão de 128 Hz para avaliar sensibilidade tátil-vibratória, uma agulha pontiaguda para avaliar sensibilidade dolorosa, além do metal do diapasão para avaliar sensibilidade térmica e um chumaço de algodão para avaliar sensibilidade tátil. A sensibilidade foi testada em cada membro, superior e inferior, nos segmentos proximal e distal.

Por fim, utilizou-se a referência da Academia Americana de Neurologia para definições de caso de polineuropatia simétrica distal, que considera a presença de sinais, sintomas (dormência, alterações sensitivas térmicas e dolorosas nas extremidades e/ou dor nos pés) e alterações na condução nervosa (England *et al.*, 2005).

### *Avaliação pediátrica*

As crianças indígenas de 0 a 9 anos, de todas as aldeias, passaram ainda por avaliação pediátrica para análise da cobertura vacinal e das curvas de crescimento.

Esta análise teve como base os dados registrados na caderneta de saúde da criança, por intermédio da qual pode-se conferir as vacinas aplicadas (tipo de imunobiológico), as datas e as doses correspondentes, assim como os registros de peso e estatura coletados no contexto do programa de crescimento e desenvolvimento infantil. Ambas atividades são realizadas na rotina das atividades das equipes multidisciplinares de saúde indígena (EMSI), durante as ações do Programa de Imunização e do Programa de Crescimento e Desenvolvimento Infantil, respectivamente.

Além disso, realizamos uma análise do estado nutricional por meio aferição das medidas de peso e estatura/comprimento, realizadas na comunidade por nossa equipe de pesquisa.

As medidas de peso e estatura/comprimento das crianças menores de 5 anos foram transformadas em escores-Z (ajustados para sexo e idade), de acordo com a população de referência da Organização Mundial de Saúde (WHO, 2006).

Foram excluídos das análises antropométricas as crianças com necessidades físicas especiais ou deficiências neuropsicomotoras. Ademais, foram excluídos os registros que apresentaram valores de escores z considerados biologicamente implausíveis (WHO, 1995). Ou seja, valores  $< -6$  ou  $> 6$  para o índice estatura para idade (E/I);  $< -6$  ou  $> 5$  para o índice peso para idade (P/I); e  $< -5$  ou  $> 5$  para o índice de massa corporal (IMC) para idade.

Os níveis de hemoglobina inferiores a 11,0 g/dL foram considerados como indicativos de anemia nas crianças de 6 a 59 meses (WHO, 2011).

Por fim, foi realizada uma avaliação do neurodesenvolvimento com auxílio do teste de triagem do desenvolvimento Denver II (Frankenburg *et al.*, 1992), em crianças de 0 a 6 anos. O teste Denver II avalia e identifica crianças com risco para atraso no desenvolvimento, mas não é um teste de inteligência. Ou seja, não serve para medir o quociente de inteligência (QI) e não foi desenvolvido para diagnosticar distúrbios de aprendizagem ou emocional.

O teste é composto por 125 itens divididos em 4 áreas, a saber: i) pessoal-social (25 itens): envolve aspectos da socialização da criança dentro e fora do ambiente familiar; ii) motricidade fina (29 itens): coordenação olho-mão, manipulação de pequenos objetos;



iii) linguagem (39 itens): produção de som, capacidade de reconhecer, entender e usar a linguagem; iv) motricidade ampla (32 itens): controle motor corporal, sentar, caminhar, pular e os demais movimentos realizados pela musculatura ampla.

Ademais, as crianças menores de um ano foram submetidas a um exame morfológico para avaliar a presença de malformações congênitas.

#### *Coleta de amostras humanas (cabelo e células epiteliais)*

Concluindo a avaliação clínica, foram coletadas amostras de cabelo para análise dos níveis de mercúrio total de todos os participantes do estudo, independentemente da idade. As amostras de cabelos foram coletadas da região occipital, próximo ao couro cabeludo, com tesouras de aço inoxidável. Posteriormente, as mechas de cabelo coletadas foram afixadas em etiquetas para identificação da parte proximal, armazenadas em envelopes de papel individualmente identificados e encaminhadas para análise em laboratório.

Além das amostras de cabelo, houve também a coleta de amostras de células epiteliais da mucosa oral para análise de polimorfismos genéticos em genes relacionados ao metabolismo do mercúrio no corpo humano. As células da mucosa oral foram coletadas com auxílio de *swab* estéril (haste de algodão descartável) e armazenadas em solução tamponada sob refrigeração até a chegada ao laboratório. O DNA genômico presente nas amostras foi extraído com um kit de extração (Qiagen), seguindo os procedimentos recomendados pelo fabricante.

#### *Coleta de amostras ambientais (peixes)*

Em paralelo às avaliações clínicas, dois biólogos ficaram responsáveis por capturar e retirar amostras de tecido muscular de peixes usualmente consumidos pela população das aldeias-cenário, para avaliação dos níveis de mercúrio.

Para esta etapa de pesquisa foi definido que seriam capturadas no mínimo três espécies de peixes de diferentes níveis tróficos (detritívoro, herbívoro, onívoro e piscívoro) e que a amostragem do tecido muscular seria feita em duplicata (total de 10g por espécime coletado), visando a garantia da representatividade e da qualidade analítica. Após a coleta das amostras de tecido muscular, os peixes foram identificados, medidos

(comprimento padrão, em centímetros) e pesados (gramas) seguindo protocolo específico. Ao final, as amostras coletadas foram armazenadas em nitrogênio líquido para serem encaminhadas ao laboratório. Ao final, cada exemplar de peixe coletado foi fixado em formaldeído 10% e armazenado na Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA).

Os peixes foram coletados com a ajuda de indígenas da região de acordo os seguintes critérios: i) serem citados em entrevistas prévias como peixes que são comumente consumidos pela população local; ii) pertencerem a um dos quatro diferentes níveis tróficos (piscívoro, onívoro, herbívoro e detritívoro).

#### *Determinação dos níveis de mercúrio nas amostras*

As análises dos níveis de mercúrio tanto nas amostras de cabelo dos participantes como nas amostras do pescado foram realizadas na Seção de Meio Ambiente do Instituto Evandro Chagas do Ministério da Saúde, situado em Belém-PA.

Aproximadamente 0,1 g de cabelo foi pesado, dissolvido com 1 mL de  $\text{HNO}_3$  purificado à temperatura ambiente por 12 h, e então aquecido a 80° C por 1 h. Em seguida, houve a adição de 0,4 mL de  $\text{H}_2\text{O}_2$  à amostra antes de aquecer novamente (80° C) por 30 min. Para garantia e controle de qualidade, um rígido controle de branco e curva de calibração foram realizados todos os dias (Akagi *et al.*, 2004). Para precisão, o *Material de Referência Certificado de Cabelo Humano* (CRM-13) foi analisado e sua taxa de recuperação foi acima de 90%.

A dosagem de mercúrio total (THg) no tecido muscular dos peixes coletados foram obtidos por intermédio da metodologia proposta por Akagi *et al.* (2004). Utilizou-se como referência certificada o DOLT-4 (% recuperação:  $92,24 \pm 7,73$ ; 70,92-100) e o DORM-3 (% de recuperação:  $96,22 \pm 4,69$ ; 87,16-100), do Conselho Nacional de Pesquisa do Canadá (NRC-CNRC).

Para cada amostra, 0,3 a 0,5 g de tecido muscular foi pesado (peso úmido) em frasco volumétrico Pyrex® de 50 mL. Em seguida, 1 mL de água desionizada, 2 mL de  $\text{HNO}_3$  e  $\text{HClO}_4$  (1: 1) e 5 mL de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  foram adicionados para digestão. Os frascos foram expostos a uma placa quente (200 a 230°C) durante 30 minutos. Após o resfriamento em temperatura ambiente, os frascos foram medidos com água desionizada e as amostras digeridas foram homogeneizadas. A determinação do mercúrio total foi

feita por absorção atômica de vapor frio (CVAAS), usando o equipamento analisador de mercúrio semiautomático *Analyzer Model Hg-201* (Sanso Seisakusho Co. Ltd.) (Ferreira da Silva & Oliveira Lima, 2020).

Utilizamos como indicador de risco à saúde o nível de mercúrio nas amostras de cabelo  $\geq 6,0 \mu\text{g.g}^{-1}$ , seguindo os parâmetros de estudos anteriores realizados na região Amazônica (Marinho *et al.*, 2014; Santos & Oliveira Lima, 2018; Vega *et al.*, 2018)

Para o cálculo das doses de ingestão diária de mercúrio, foram utilizadas as estimativas do consumo de pescado (em gramas), para adultos e crianças, com base em estudos anteriores sobre o tema (Hacon *et al.*, 2020). As médias de massa corporal (kg) para homens e mulheres acima de 12 anos e crianças até 5 anos foram calculadas a partir da avaliação antropométrica realizada neste estudo (Tabela 6).

De acordo com a agência de proteção ambiental norte-americana (EPA, 2000), a dose máxima para ingestão diária segura de mercúrio (RfD - *Reference Dose*) é igual a  $0,1 \mu\text{g Hg/Kg/dia}$ , enquanto a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO/WHO, 2003) preconiza uma dose de ingestão semanal tolerável (PTWI - *Provisonal Tolerable Intake Weekly*) igual a  $1,6 \mu\text{g Hg/Kg/semana}$  (ou  $0,23 \mu\text{g Hg/Kg/dia}$ ).

Para efetuar o cálculo de ingestão diária de mercúrio, em nosso estudo, assumimos que 100% do mercúrio disponível no tecido muscular dos peixes é absorvido no trato gastrointestinal dos seres humanos.

As doses acima descritas ( $0,1$  e  $0,23 \mu\text{g Hg/Kg/dia}$ ) foram utilizadas nesta pesquisa como referência de limites diários seguros de ingestão de mercúrio. Isto é, a ingestão de pescados que acima dos limites de mercúrio acima estabelecidos podem ocasionar efeitos deletérios à saúde.

#### *Análise dos polimorfismos genéticos*

A análise dos polimorfismos dos genes envolvidos com a toxicocinética e toxicodinâmica do mercúrio no corpo humano foram realizadas no Laboratório de Ciências Farmacêuticas – LAPESF (<https://lapesfuezo.wixsite.com/website>) da Universidade Estadual da Zona Oeste - UEZO, no Rio de Janeiro-RJ, tendo como

referência a técnica de reação em cadeia da polimerase (PCR) em tempo real, utilizando o sistema TaqMan.

Para todos os ensaios, as reações de PCR foram realizadas em um volume final de 8 µl, com 30 ng de DNA. A detecção dos genótipos foi realizada no aparelho 7500 Real-Time System (Applied Biosystems, Foster City, CA, USA), conforme ilustrado na Figura 1. Para garantir a qualidade da genotipagem, em cada reação foram utilizados dois controles positivos padronizados de cada genótipo.

### *Análise estatística*

Foi realizada análise descritiva dos participantes de acordo com variáveis clínicas e sociodemográficas de interesse, incluindo sexo, faixa etária, local de residência, estado nutricional, alterações neurológicas, contaminação por mercúrio entre outras. Foram apresentadas frequências absolutas e relativas por meio de tabelas e gráficos, além de se indicar eventuais perdas de informação.

As proporções foram comparadas utilizando o teste de qui-quadrado ( $\chi^2$ ) de Pearson e teste exato de Fisher, a fim de analisar uma possível associação entre a prevalência de níveis de mercúrio no cabelo  $\geq 6,0 \mu\text{g.g}^{-1}$  e as aldeias estudadas. Uma vez que os níveis de mercúrio apresentaram distribuição não normal, o teste não paramétrico de *Kruskal-Wallis* foi utilizado para avaliar as diferenças no nível de contaminação por mercúrio em todas as comparações em que foram apresentadas medidas de tendência central (medianas).

Para estimar a prevalência de contaminação, considerou-se a proporção de pessoas que apresentaram níveis de mercúrio  $\geq 6,0 \mu\text{g.g}^{-1}$  na população amostrada na região de estudo. A prevalência foi apresentada para as três aldeias estudadas: *Sawré Muybu*, *Poxo Muybu* e *Sawré Aboy*.

A Razão de Prevalência (RP) foi estimada para fornecer evidências acerca da proximidade com os garimpos e a contaminação humana por mercúrio, de acordo com os parâmetros da Regressão de Poisson simples com um estimador de matriz de covariância robusta.

Para todos os testes estatísticos empregados foi considerado nível de significância de 5% ( $p < 0,05$ ). Os dados foram analisados usando o pacote estatístico SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*), versão 9.0 (Chicago, Illinois, EUA).

As frequências alélicas e genotípicas dos polimorfismos nos genes envolvidos com a toxicocinética e toxicodinâmica do mercúrio foram determinadas por contagem direta dos alelos e analisadas pelo teste exato de Fisher ou teste  $\chi^2$ , após constatar o equilíbrio de *Hardy-Weinberg* (HWE).

### *Aspectos éticos*

Esta pesquisa foi concebida por demanda da Associação Pariri que representa o povo Munduruku da região do médio rio Tapajós. O protocolo de pesquisa foi submetido a avaliação junto ao Comitê de Ética em Pesquisa da Escola Nacional de Saúde Pública da Fundação Oswaldo Cruz (CEP/ENSP) e à Comissão Nacional de Ética em Pesquisa do Conselho Nacional de Saúde (CONEP/CNS), CAAE: 65671517.1.0000.5240, recebendo Parecer Consubstanciado Nº 2.262.686 (Anexo), favorável à sua realização.

Em seguida, foi solicitada autorização à Fundação Nacional do Índio (FUNAI) para ingresso na Terra Indígena *Sawré Muybu* (Pimental) (Processo nº 08620.010208/2019-60) (Anexo). Todavia, como a referida terra indígena ainda se encontra em processo de estudo de identificação e delimitação, a FUNAI informou que não possui a prerrogativa institucional para autorizar o ingresso de não indígenas nas respectivas áreas solicitadas, outorgando a responsabilidade às lideranças locais.

Apesar de a pesquisa ter sido realizada por demanda da comunidade, informamos que seguindo as diretrizes da Convenção 169 da Organização Internacional do Trabalho (OIT), foi realizada consulta prévia, com apresentação preliminar do protocolo de pesquisa em agosto de 2019, antes do início dos trabalhos de campo (para mais detalhes, conferir: <https://www.youtube.com/watch?v=oFEYEGxNmns&t=704s>).

As entrevistas e as coletas de dados só foram realizadas após esclarecimento de dúvidas e anuência expressa dos participantes no termo de consentimento livre e esclarecido (Anexo).

Assim que houver o controle da pandemia causada pelo novo coronavírus (COVID-19) no Brasil e no Mundo, os resultados desta pesquisa serão apresentados às comunidades participantes por intermédio deste relatório técnico, de laudos individuais, informando sobre os níveis de contaminação por mercúrio, e com auxílio de banners explicativos, produzidos em linguagem acessível à população local.

Os principais achados desta pesquisa também serão publicados em revistas indexadas de ampla circulação, a fim de dar visibilidade a este importante problema, assim como para contribuir para consolidação do conhecimento sobre o impacto da contaminação por mercúrio em territórios tradicionais da Amazônia.

## Resultados preliminares comentados

A seguir serão apresentados os resultados preliminares do estudo, incluindo os principais achados, tanto em nível individual como em nível comunitário. Iniciaremos a seção de resultados preliminares com a caracterização da estrutura física e sociodemográfica dos domicílios visitados. Em seguida, apresentaremos as características de todos os participantes do estudo, distribuídos de acordo com as aldeias visitadas: *Sawré Muybu*, *Poxo Muybu* e *Sawré Aboy*.

Posteriormente, apresentaremos os dados sobre a situação geral de saúde nas comunidades. Logo após serão apresentados dados provenientes da avaliação clínica-neurológica, complementados pelos dados gerais sobre a avaliação pediátrica para crianças menores de 9 anos.

Na sequência, serão apresentados os resultados referentes à contaminação por mercúrio nas comunidades, assim como alguns preditores da aludida contaminação. Depois, serão apresentados os resultados iniciais das avaliações acerca dos polimorfismos nos genes envolvidos com a toxicocinética e toxicodinâmica do mercúrio.

Por fim, a seção de resultados preliminares será concluída com os dados sobre a contaminação do pescado consumido pela população local.

### *Caracterização da estrutura física e sociodemográfica dos domicílios*

Ao longo de nossa pesquisa, foram visitados 35 domicílios na Terra Indígena *Sawré Muybu*, sendo 20 na aldeia *Sawré Muybu*, 8 na aldeia *Poxo Muybu* e 7 na aldeia *Sawré Aboy*. A ampla maioria dos responsáveis pelos domicílios era composta por indígenas do sexo masculino, considerados adultos jovens entre 21 e 39 anos (Tabela 1).

No que diz respeito ao tempo de residência, na aldeia *Sawré Muybu* a maioria das famílias (70,0%) estava assentada há mais de 5 anos, enquanto nas aldeias *Sawré Aboy* e *Poxo Muybu*, as famílias montaram suas residências há menos de 3 anos (Tabela 1), indicando o processo de reocupação do território tradicional que havia sido invadido por não indígenas.

Na aldeia *Sawré Muybu*, na maioria dos domicílios (75,0%) havia entre 1 e 2 adultos, enquanto na *Poxo Muybu*, metade dos domicílios eram compostos por mais de 4

adultos. Na maioria dos domicílios visitados, havia de 2 a 3 crianças menores de 5 anos (Tabela 1).

Na maioria das famílias foi relatado recebimento de salários mensais e benefícios sociais do governo. A renda mensal média das famílias foi R\$1.500,00, variando entre R\$1.025,00 a R\$2.114,00. Na aldeia *Poxo Muybu*, os rendimentos foram ligeiramente maiores enquanto na aldeia *Sawré Aboy* foram ligeiramente menores (Tabela 2).

No que concerne ao abastecimento de água, a grande maioria dos domicílios (91,4%) informou que a água consumida pelas famílias era proveniente de rios/igarapés. Apenas 3 domicílios na aldeia *Sawré Muybu* dispunham de poços artesianos para abastecimento de água, e menos de um terço dos domicílios relataram fazer algum tratamento da água, antes do consumo (Tabela 2). Não havia banheiro para uso exclusivo da família em nenhum domicílio visitado. A maioria dos responsáveis pelos domicílios informou que as pessoas da casa fazem suas necessidades em fossas secas coletivas, disponíveis na comunidade. A totalidade dos responsáveis pelos domicílios informou que o lixo não orgânico produzido pelas famílias era queimado no terreiro das casas ou em outros espaços públicos da aldeia (dados não apresentados). Demais dados referentes à estrutura física do domicílio ainda estão sendo processados e analisados pela equipe de pesquisa, e serão divulgados posteriormente.

Ao todo foram entrevistados e avaliados 200 participantes, sendo 94 provenientes da aldeia *Sawré Muybu*, 66 provenientes da *Poxo Muybu* e 40 provenientes da *Sawré Aboy*. A população de estudo é predominantemente jovem, com uma média de idade de 14,0 anos. Os adultos acima de 45 anos representaram apenas 7,0% de toda amostra (Tabela 3). A presença de participantes do sexo feminino foi mais evidente em nossa amostra, com exceção da aldeia *Sawré Aboy*, onde 47,5% eram mulheres (Tabela 3).

Embora a população seja jovem, vale mencionar que parte expressiva dos participantes estavam envolvidos em uniões estáveis. Excetuando os casos em menores de 5 anos, para os quais não se aplica a informação sobre escolaridade, percebe-se que as taxas de analfabetismo foram muito baixas, em torno de 2,0% (Tabela 3).

Considerando as principais atividades laborais, pode-se observar que a maioria dos participantes referiu trabalhar como agricultor, realizar atividades no lar, ser



estudante ou pescador. Vale lembrar que apenas um participante se designou como desempregado (Tabela 4).

### *Situação geral de saúde*

Nesta seção do documento, será apresentada a situação de saúde dos participantes do estudo, distribuídos de acordo com as aldeias de residência: *Sawré Muybu*, *Poxo Muybu* e *Sawré Aboy*.

Em relação às morbidades autorreferidas pelos participantes, no mês anterior a visita de nossa equipe, destacamos a alta frequência de gripes/resfriados, febre e diarreia que estiverem presentes em 44,8%, 17,2% e 12,0% das respostas dos adultos, respectivamente (Tabela 5).

No que diz respeito ao histórico de internações, 71 indivíduos (35,5% da amostra) relataram alguma internação hospitalar ao longo da vida. As maiores frequências foram reportadas em *Sawré Muybu* (53,2%) e *Sawré Aboy* (35,0%). Em *Poxo Muybu* apenas 10,6% dos participantes relataram histórico de internação.

Tratamentos anteriores para malária foram reportados por 66 participantes, correspondendo a cerca de um terço de todos os entrevistados. As maiores proporções de casos foram identificadas em *Sawré Muybu* (41,5%) e *Sawré Aboy* (32,5%). Em *Poxo Muybu* 21,2% dos participantes alegaram tratamento anterior para Malária.

Quando analisamos os dados clínicos dos maiores de 12 anos, provenientes das avaliações efetuadas pela equipe, observamos que em geral apenas 7 participantes apresentaram hipertensão arterial (pressão arterial sistólica acima de 140 mmHg e pressão arterial diastólica acima de 90 mmHg), revelando uma prevalência de 6,0%. O problema foi mais frequente na aldeia *Poxo Muybu* (Tabela 6).

Por sua vez, a análise dos níveis de hemoglobina revela quase um terço (31,5%) dos adultos apresentavam anemia, havendo um gradiente de prevalência entre as aldeias, sendo a situação mais grave observada na aldeia *Sawré Aboy* (52,9%) (Tabela 6).

A análise do índice de massa corporal (IMC) informa que a maioria dos adultos avaliados se encontra em condições satisfatórias de peso e estatura, com IMC entre 18,5 e 24,9 Kg/m<sup>2</sup> (63,5%). Todavia, a análise por aldeia revela que a população de *Sawré*

*Muybu* concentra a maioria dos casos com sobrepeso e obesidade, ou seja, aqueles com IMC entre 25,0 e 29,9 e  $\geq$  a 30,0 kg/m<sup>2</sup>, respectivamente (Tabela 6).

Devido a problemas logísticos e operacionais, a avaliação dos níveis de glicemia foi realizada apenas entre 37 adultos residentes na aldeia *Poxo Muybu*. Os níveis plasmáticos de glicemia casual (avaliada no momento da entrevista, sem se observar o intervalo desde a última refeição e sem exigência de jejum) variaram de 94,0 a 197,0 mg/dL (mediana: 110,0 mg/dL; desvio padrão: 18,4 mg/dL), não ultrapassando o limite de 200 mg/dL, estabelecido como referência para indicar uma suspeita diagnóstica de diabetes melitus.

Foram também realizados 123 testes rápidos para investigar a infecção pelo vírus da hepatite B, sendo que uma menina, adolescente de 10 anos, residente na aldeia *Poxo Muybu*, apresentou resultado reagente (0,8%). Seguindo as orientações dos protocolos do Ministério da Saúde, o teste foi repetido, e ao final, o teste revelou-se não reagente. Foram ainda realizados 120 testes rápidos para investigar a infecção pelo vírus da hepatite C, sendo que todos revelaram-se não reagentes.

Foram aplicados 123 testes rápidos para investigar a infecção pelo HIV. Destes, cinco apresentaram resultados reagentes no primeiro teste (4,1%), sendo uma mulher de 19 anos, um homem de 23 e um homem de 39 anos, residentes na aldeia *Sawré Aboy*, e dois homens, um de 27 e outro de 30 anos, residentes na aldeia *Sawré Muybu*.

Seguindo as orientações dos protocolos do Ministério da Saúde, os testes foram repetidos por 2 vezes, com kits de diferentes fabricantes. Ao final, somente a mulher de 19 anos da aldeia *Sawré Aboy* permaneceu com diagnóstico indeterminado. De toda forma, estes cinco participantes foram encaminhados para o serviço de referência da rede SUS para acompanhamento.

Igualmente, foram aplicados 123 testes para investigar a infecção por *Treponema pallidum*, agente causador da sífilis, sendo que todos revelaram-se não reagentes.

### *Avaliação neurológica*

Durante os trabalhos de campo, foram avaliados 111 indígenas com idade acima dos 12 anos de idade, sendo 51 provenientes da aldeia *Sawré Muybu*, 37 da *Poxo Muybu*

e 23 de *Sawré Aboy*. A amostra foi composta por 59 homens e 52 mulheres. A idade dos participantes variou de 12 a 72 anos, com mediana de 24 anos (desvio padrão: 13,7 anos).

Considerando os principais parâmetros neurológicos propostos para esta pesquisa, podemos dizer que 4,5% dos participantes apresentaram amiotrofia de artelhos, sendo a alteração mais frequente na aldeia *Poxo Muybu* (8,1%). As alterações no reflexo aquileu profundo esteve presente em 17,9% dos participantes, sendo mais preponderante nas aldeias *Sawré Muybu* (25,0%) e *Sawré Aboy* (26,1%) (Tabela 7).

Déficits de noscecepção distal foram resgistrados em 12,7% dos participantes, com predomínio na aldeia *Sawré Aboy* (21,7%). Déficits de sensibilidade térmica distal foram observados em 17,5% dos participantes, com destaque para as aldeias *Sawré Muybu* (27,3%) e *Sawré Aboy* (26,1%). Por sua vez, os déficits de sensibilidade profunda distal foram reportados em 10,7% dos participantes, com predomínio na aldeia *Sawré Aboy* (21,7%) (Tabela 7).

Problemas relacionados à hipoestesia distal foram registrados em 18,9% dos participantes, sendo mais frequentes na aldeia *Sawré Muybu* (29,4%). A presença de polineuropatia distal foi observada em 9,0% dos participantes, sendo duas vezes mais frequente na aldeia *Sawré Aboy* (17,4%) (Tabela 7).

Por fim, a carga de neuropatia distal foi notada em 32,4% dos participantes, sendo mais frequente nas aldeias *Sawré Muybu* (43,1%) e *Sawré Aboy* (43,5%) (Tabela 7).

### *Avaliação pediátrica*

Foram avaliadas 89 crianças de 0 a 9 anos, sendo 48 provenientes da aldeia *Sawré Muybu*, 14 de *Sawré Aboy* e de *Poxo Muybu*. A amostra foi composta por 48 meninas e 41 meninos. A mediana de idade foi 61,3 meses (Intervalo Inter-Quartil IQR = 37,5 a 100,2 meses).

Avaliação dos níveis de hemoglobina capilar revelou que a mediana ficou em 12,2 g/dl, com IQR de 11,6-12,9.

Em relação a vacinação, foi possível checar a caderneta de saúde de apenas 76 crianças. Destas, 41 (53,9%) encontravam-se com pelo menos uma vacina atrasada, durante nossa visita. Vale lembrar que na época dos trabalhos de campo, algumas vacinas

se encontravam em falta no Programa Nacional de Imunizações. Em três crianças, apenas a vacina pentavalente estava registrada com atraso.

Cinquenta e sete crianças foram submetidas ao método de triagem de avaliação, também conhecido como teste Denver II. Os resultados foram apresentados em quatro domínios, a saber: i) motor grosso; ii) motor fino; iii) pessoal-social e iv) linguagem, e revelam que 48 crianças tiveram um bom desempenho no teste e 9 (15,8%) apresentaram problemas.

Dentre as crianças que apresentaram problemas, seis foram no elemento linguagem. Uma criança apresentou problemas nos componentes linguagem e no teste motor fino; uma criança teve problemas no componente motor grosso; e uma criança foi reprovada nos componentes linguagem, teste motor fino, teste motor grosso e no quesito pessoal-social.

Vale ressaltar que a criança que apresentou problemas no componente motricidade ampla tinha apenas 11 meses de idade, encontrava-se com escore-Z de estatura/comprimento para idade de -2,37, hemoglobina de 10,7 g/dL e um nível de mercúrio de 19,6  $\mu\text{g.g}^{-1}$ . É importante esclarecer também que a criança reprovada nos componentes linguagem, teste motricidade fina, teste motricidade ampla e no quesito pessoal-social era portadora de Paralisia Cerebral (PC) (Tabela 8).

No que concerne a avaliação morfológica, 17 crianças menores de um ano foram consideradas e todas apresentaram conformação típica.

Considerando a avaliação do estado nutricional, foi possível obter dados de peso e estatura/comprimento, a partir da consulta da caderneta de saúde, de 76 crianças. Com base nestes dados foi possível construir curvas longitudinais de crescimento das crianças avaliadas.

Quando analisamos a evolução do peso das crianças, ao longo do tempo, desde o nascimento até completarem 60 meses de idade (5 anos), podemos constatar que meninos e meninas Munduruku apresentam peso ao nascer um pouco abaixo da média global. Todavia, a curva que representa a evolução do ganho de massa corporal (peso em kg) apresenta queda intensa e atinge o pior índice (-1,3 escore-Z) por volta dos 18 meses de idade. Este fenômeno provavelmente está associado ao desmame completo das crianças.

O escore-Z de -1,3 é menor que um desvio padrão abaixo da média mundial, e lamentavelmente, as crianças Munduruku permanecem abaixo deste índice até os 60 meses (Figura 2).

Por sua vez, a análise da evolução da estatura/comprimento das crianças, ao longo do tempo, desde o nascimento até completarem 60 meses de idade (5 anos), revela um padrão semelhante ao descrito acima para o ganho de massa corporal. Todavia, os déficits são ainda mais intensos e evidentes, uma vez que as curvas de crescimento de meninos e meninas atingem o escore-Z de -2,0, correspondendo a quase dois desvios padrões abaixo da média mundial, antes de completarem 18 meses de idade. Desafortunadamente, esse padrão entre -1,5 e -2,0 desvios padrões abaixo da média global se mantém até os 60 meses de idade (Figura 3), revelando um importante déficit no estado nutricional.

Por outro lado, quando se analisam as curvas de crescimento considerando a relação entre peso e estatura/comprimento, observa-se (como o esperado) que ambas medidas são proporcionais, mantendo-as próximas à média da população mundial (Figura 4).

Uma análise complementar realizada com dados de peso e estatura/comprimento, coletados por nossa equipe durante os trabalhos de campo, de acordo com a faixa etária em meses das crianças menores de 5 anos, confirma o padrão longitudinal de déficit no estado nutricional acima descrito.

Os déficits de peso para idade, consideradas aqui as crianças que apresentaram escore-Z abaixo de -2,0, atingem 7,1% de todas as crianças. Todavia, o problema é mais evidente nas crianças entre 6 e 12 meses (11,1%), momento em que (em tese) tem início a interrupção da amamentação exclusiva (Tabela 9).

Os déficits de estatura/comprimento para idade, consideradas aqui também as crianças que apresentaram escore-Z abaixo de -2,0, é ainda mais grave e atinge 26,2% de todas os menores de 5 anos. Todavia, o problema é mais evidente nas faixas entre 12 a 24 meses e 36 a 60 meses, nas quais os déficits atingem 50,0% e 30,4% das crianças, respectivamente. Novamente, no período entre 12 e 24 meses é o momento em que ocorre o desmame completo das crianças e se aprofundam os déficits nutricionais (Tabela 9).

A anemia esteve presente em 21,1% do conjunto de crianças menores de 5 anos, mas foi mais evidente entre as crianças de 6 a 12 meses, constituindo assim mais um indicador de déficit de micronutrientes no momento em há interrupção da amamentação exclusiva (Tabela 9).

Por outro lado, 16,7% das crianças menores de 5 anos apresentaram escores-Z acima de +1,0 no indicador de peso para estatura ou IMC para idade, indicando a emergência de sobrepeso na região (Tabela 9).

### *Análise do nível de exposição humana ao mercúrio*

A análise dos níveis de mercúrio para os 197 participantes que cederam amostras de cabelo para análise revela que o nível médio de concentração foi  $7,7 (\pm 4,5) \mu\text{g.g}^{-1}$ , a mediana foi  $6,6 \mu\text{g.g}^{-1}$ , com variação entre 1,4 e  $23,9 \mu\text{g.g}^{-1}$ . A prevalência de contaminação registrada, considerando o limite de  $6,0 \mu\text{g.g}^{-1}$  foi de 57,9% (Tabela 10).

Todavia, houve variações expressivas, e estatisticamente significativas, quando foram comparados os níveis de mercúrio entre as aldeias e entre adultos e crianças (*Kruskal-Wallis*=42,2; *p*-valor<0,001 e *Kruskal-Wallis*=10,4; *p*-valor=0,001, respectivamente) (Figuras 5 e 6).

Quando analisamos a aldeia *Sawré Muybu*, observamos que a prevalência de contaminação foi 42,9%. Além disso, os níveis médios de mercúrio entre as crianças menores de 12 anos ( $5,9 \mu\text{g.g}^{-1}$ ) foram levemente menores do que entre os adultos (7,3 e  $6,3 \mu\text{g.g}^{-1}$  entre homens e mulheres, respectivamente). Vale lembrar que o maior nível de mercúrio ( $22,1 \mu\text{g.g}^{-1}$ ) foi registrado em uma criança de 5 anos, do sexo feminino (Tabela 10).

Ao analisarmos a aldeia *Poxo Muybu*, verificamos que a prevalência de contaminação atingiu 60,6% da população investigada. Os níveis médios de mercúrio entre as crianças menores de 12 anos ( $5,9 \mu\text{g.g}^{-1}$ ) e entre os adultos (7,1 e  $7,6 \mu\text{g.g}^{-1}$  entre homens e mulheres, respectivamente) foram semelhantes quando comparados à *Sawré Muybu* (Tabela 10).

Entretanto, quando nos debruçamos na avaliação dos participantes que residem na aldeia *Sawré Aboy*, notamos que a prevalência de contaminação se estendeu a 87,5% da

população local. Além disso, os níveis médios de mercúrio entre as crianças menores de 12 anos ( $11,0 \mu\text{g.g}^{-1}$ ) e entre os adultos ( $13,6$  e  $12,1 \mu\text{g.g}^{-1}$  entre homens e mulheres, respectivamente) foram quase o dobro dos observados na *Sawré Muybu*. Vale realçar que o maior nível de mercúrio em toda nossa amostra ( $23,9 \mu\text{g.g}^{-1}$ ) foi registrado em uma criança de 10 anos, do sexo masculino residente nesta aldeia (Tabela 10).

Considerando as variáveis clínicas, vale destacar que nos sete casos em que foi detectada hipertensão arterial sistêmica, os níveis de mercúrio ultrapassaram o limite de segurança adotado de  $6,0 \mu\text{g.g}^{-1}$ , variando de  $6,1$  a  $12,3 \mu\text{g.g}^{-1}$ .

Quando consideramos somente os adultos maiores que 12 anos, que passaram por avaliação clínico-neurológica ( $n=111$ ), de acordo com as aldeias de residência, a prevalência de contaminação ( $\geq 6,0 \mu\text{g.g}^{-1}$ ), assim como os níveis de mercúrio nas amostras de cabelo variaram amplamente, e não deixam dúvidas sobre a situação mais crítica vivenciada na aldeia *Sawré Aboy*, onde 95,2% dos participantes apresentaram níveis acima de  $6,0 \mu\text{g.g}^{-1}$ . O teste de *Kruskal-Wallis* para avaliar a mediana dos níveis de mercúrio nas diferentes aldeias apresentou cifra de 28,9 ( $p\text{-valor}<0,001$ ), revelando maior concentração de mercúrio nos adultos da *Sawré Aboy*, em comparação com os participantes das outras aldeias (dados não apresentados).

A análise das principais alterações observadas no exame clínico-neurológico, nos participantes  $\geq 12$  anos, em comparação aos níveis de mercúrio (considerando o ponto de corte de  $6,0 \mu\text{g.g}^{-1}$ ), de acordo com as aldeias, revelou que alterações no reflexo aquileu profundo, déficits de sensibilidade profunda distal e neuropatia distal foram mais frequentes entre os participantes que apresentaram níveis de mercúrio acima de  $6,0 \mu\text{g.g}^{-1}$  na aldeia *Sawré Aboy*, com diferenças estatisticamente significativas (Tabela 11).

A média dos níveis de mercúrio nas amostras de cabelo nas crianças menores de 5 anos foi de  $5,9 (\pm 3,9) \mu\text{g.g}^{-1}$  ( $\text{IQR}= 3,3\text{-}7,0$ ) e mediana  $4,9 \mu\text{g.g}^{-1}$ . Não houve diferença nos níveis de mercúrio entre meninos e meninas (*Kruskal-Wallis*=0,003;  $p\text{-valor}=0,957$ ) (Figura 7). Assim como para os adultos, os níveis de mercúrio foram maiores nas crianças que residiam na aldeia *Sawré Aboy*, com discreta diferença estatística (*Kruskal-Wallis*=5,7;  $p\text{-valor}=0,059$ ) (Figura 8).

Níveis acima de  $6,0 \mu\text{g.g}^{-1}$  de mercúrio foram observados em 36,6% das amostras de cabelo das crianças menores de 5 anos, havendo maior concentração nas faixas etárias

entre 12 e 60 meses, momento em que as crianças deixam de se alimentar com o leite materno e passam a ingerir os alimentos consumidos pela família, incluindo peixes contaminados por mercúrio.

Conforme mencionado anteriormente, a prevalência de concentração de mercúrio, considerando níveis acima de  $6,0 \mu\text{g.g}^{-1}$  foi desigual entre as aldeias investigadas. A Razão de Prevalência (RP) utilizada para fornecer evidências acerca da proximidade com os garimpos e a contaminação humana por mercúrio, revelou que a prevalência de contaminação foi 1,4 vezes maior na aldeia *Poxo Muybu* e 2,0 vezes maior na aldeia *Sawré Aboy*, quando comparada aos índices de contaminação observados na aldeia *Sawré Muybu* (Tabela 12).

#### *Avaliação de polimorfismos genéticos*

Para realização deste componente de nossa pesquisa, foram avaliados os seguintes polimorfismos que estão envolvidos com a toxicocinética e/ou toxicodinâmica do mercúrio:

- i) ALAD Ex4+13C>G (rs1800435) – Cromossomo 9q34
- ii) GSTP1 A>G (rs1695) Ile (A) > Val (G) – Cromossomo 11q13
- iii) IL6 -174G>C (rs1800795) – Cromossomo 7
- iv) MMP2 -735 C>T (rs2285053) – Cromossomo 16
- v) TNF- $\alpha$  1031T>C (rs1799964) – Cromossomo 6
- vi) TNF- $\alpha$  -857C>T (rs1799724)
- vii) TNF- $\alpha$  308G>A (rs1800629)
- viii) VDR FokI C>T (rs2228570) – Cromossomo 12q13.11

As frequências dos 8 polimorfismos analisados encontram-se em equilíbrio de *Hardy-Weinberg* na população estudada. A eficiência da análise de genotipagem foi de 100% (considerando os 199 indivíduos analisados) para os polimorfismos GSTP1 A>G (rs1695), VDR C>T (rs2228570), IL6-174G>C (rs1800795) e TNF- $\alpha$  857C>T (rs1799724). Os polimorfismos TNF- $\alpha$  1031T>C (rs1799964) e MMP2-735 C>T (rs2285053) tiveram eficiência na genotipagem de 99,5% (n = 198 indivíduos). Já em relação ao polimorfismo TNF- $\alpha$  308G>A (rs1800629), a eficiência foi 97% (n = 193 indivíduos), e para o ALAD rs1800435 a eficiência foi 96,5% (n = 192 indivíduos).



A distribuição da frequência alélica e genotípica de cada polimorfismo está descrita nas figuras 9 a 16. A menor frequência dos alelos (*minor allele frequency* - MAF) foi 0,5%, 35,9%, 34,2%, 13,1%, 2,3%, 28,9%, 0,3% e 12,4% para os genes ALAD rs1800435, GSTP1 rs1695, VDR rs2228570, TNF- $\alpha$  rs1799964, rs1800629, rs1799724, IL6 rs1800795 e MMP2 rs2285053, respectivamente.

Considerando o polimorfismo do gene ALAD (rs1800435), localizado no braço longo do cromossomo 9 (9q34) e caracterizado pela troca de uma citosina por uma guanina (C>G) na posição +13 do éxon 14 do gene, dois indivíduos da aldeia *Sawré Muybu* apresentaram o genótipo heterozigoto variante (*ALAD CG*). Esse polimorfismo já foi anteriormente associado com baixa atividade da enzima e, consequentemente, com altos níveis de mercúrio no sangue (Barcelos *et al.*, 2015).

Para este achado, ambos participantes eram adolescentes (12 e 14 anos), residentes na aldeia *Sawré Muybu*, e apresentavam níveis de mercúrio nas amostras de cabelo (11,8 e 9,1  $\mu\text{g.g}^{-1}$ ) acima do limite de segurança adotado nesta pesquisa.

Vale lembrar que na aldeia *Sawré Muybu*, 42,9% dos participantes encontravam-se com níveis de mercúrio nas amostras de cabelo acima de 6,0  $\mu\text{g.g}^{-1}$ . Além disso, os indivíduos que apresentaram o genótipo *ALAD CG* apresentaram alterações clínicas neurológicas que incluem amiotrofia de artelhos, neuropatia distal e alterações na campimetria visual.

Conforme acima mencionado, polimorfismos genéticos nos genes estudados podem alterar os níveis de mercúrio no corpo humano, dependendo do papel exercido pelo gene na toxicocinética deste metal.

Complementarmente, foi realizada uma análise bivariada simples, de caráter exploratório, para verificar se os níveis de mercúrio nas amostras de cabelo variaram em relação aos genótipos estudados.

A hipótese testada foi que a presença de pelo menos um alelo mutante pode estar associado ao aumento dos níveis de mercúrio nos participantes que apresentaram o alelo mutante em questão.

Esta análise preliminar revelou que nos participantes em que foi detectado polimorfismos nos genes *VDR* C>T (rs2228570) e *GSTP1* A>G (rs1695) os níveis medianos de mercúrio foram mais elevados (Tabela 13).

No entanto, análises subsequentes mais aprofundadas serão realizadas para confirmar uma possível associação entre outros polimorfismos genéticos e os níveis de mercúrio.

#### *Análise do nível de contaminação por mercúrio em peixes*

Ao término do trabalho de campo, foram capturados 88 exemplares de peixes, pertencentes a 18 espécies distintas, que correspondem aos seguintes níveis tróficos: piscívoro, onívoro, herbívoro e detritívoro.

As espécies de hábito piscívoro totalizaram 30 exemplares, de 7 espécies diferentes. Dentre estas, *Pinirampus pirinampu* foi a que apresentou maior amplitude de comprimento, variando de 17,3 a 42,0 cm.

Já os peixes onívoros amostrados pertenciam a 5 espécies diferentes e totalizaram 29 exemplares. Dentre os exemplares da espécie *Geophagus proximus*, observou-se a maior amplitude de comprimento, que variou de 10,4 a 18,5 cm. As três espécies de hábito detritívoro amostradas somaram 18 exemplares, porém nenhuma delas apresentou variação significativa em seu comprimento.

As espécies de peixes herbívoros totalizaram 11 exemplares, de 3 espécies distintas. Dentre estas, *Myleus rubripinnis* foi a que apresentou maior amplitude de comprimento, variando de 21,3 a 27,3cm. Esta espécie teve o maior número de exemplares coletados dentre os peixes de hábito herbívoro. De modo geral, constatou-se ao longo do trabalho de campo uma maior dificuldade em capturar as espécies de hábito alimentar herbívoro (Tabela 14).

Os dados sobre o consumo de pescado, obtidos a partir das entrevistas, revelaram que 96,0% dos participantes ingerem peixes regularmente. Sendo a maior frequência de consumo de peixes relatada pelos moradores da aldeia *Poxo Muybu* (98,5%), seguido das aldeias *Sawré Aboy* (95,0%) e *Sawré Muybu* (94,7%).

Os relatos sobre o consumo de pescado também indicaram que as espécies de peixes mais consumidas variaram de acordo com a estação do ano (seca ou chuvosa) e de acordo com a disponibilidade do pescado nos rios da região.

Segundo os indígenas entrevistados, durante a estação chuvosa, as espécies de peixes mais consumidas são o aracu, o surubim, o barbado, o matrinxã, o tucunaré e a caratinga, como pode ser observado na nuvem de palavras apresentada na figura 17. Já na estação seca, as espécies mais consumidas são a caratinga, a curimata, o surubim, o pacu, o barbado, o mandiá, o aracu, a aruana, a piranha e o matrinxã (Figura 18).

As análises para determinação dos níveis de mercúrio em amostras de peixes revelaram que todos os exemplares capturados estavam contaminados, indicando a magnitude e a extensão do impacto da atividade garimpeira na região de estudo.

As espécies piscívoras apresentaram os níveis mais altos de contaminação, com concentrações de mercúrio que variaram de 0,13 a 1,95  $\mu\text{g.g}^{-1}$  e concentração média equivalente a 0,44 Hg  $\mu\text{g.g}^{-1}$ . Já as espécies não-piscívoras apresentaram média igual a 0,10 Hg  $\mu\text{g.g}^{-1}$ , sendo a concentração máxima detectada igual 0,39 Hg  $\mu\text{g.g}^{-1}$  (Tabela 15).

Esses resultados revelam que os níveis de contaminação por mercúrio nos rios daquela região têm aumentado de forma expressiva ao longo dos últimos anos, uma vez que pesquisas realizadas anteriormente, na mesma localidade, indicavam níveis de mercúrio mais baixos nas amostras de peixes estudadas.

Segundo Malm *et al.* (1995), as espécies piscívoras coletadas na região de Itaituba-PA apresentaram concentrações de mercúrio que variaram de 0,3 a 0,75  $\mu\text{g.g}^{-1}$ . Já os resultados de nossa pesquisa indicam uma concentração máxima de mercúrio 2,6 vezes maior para os peixes de hábito piscívoro. Por sua vez, um estudo que analisou amostras de peixes piscívoros do rio Tapajós, detectou níveis médios de mercúrio equivalentes a 0,32  $\mu\text{g.g}^{-1}$  (Dórea *et al.*, 2005). Os resultados do mencionado estudo de 2005 são 26,3 % inferiores à média dos níveis de mercúrio, observada nos peixes piscívoros, em nosso estudo.

Dentre os piscívoros, a espécie *Serrasalmus rhombeus*, popularmente conhecida como piranha-preta, apresentou a maior concentração mercurial, igual a 0,71  $\mu\text{g.g}^{-1}$  (Tabela 15). Um dos exemplares desta espécie apresentou concentração de mercúrio que

atingiu  $1,95 \mu\text{g.g}^{-1}$ , caracterizando-se como o maior nível de contaminação detectada dentre os 88 espécimes de peixes analisados neste estudo. Este valor encontra-se acima dos limites preconizados pelas principais organizações de saúde nacionais e internacionais. A ANVISA e a FAO/WHO (*Food and Agriculture Organization/World Health Organization*) indicam que o limite máximo permitido de mercúrio é de  $1,0 \mu\text{g.g}^{-1}$  e de  $0,5 \mu\text{g.g}^{-1}$  para o comércio de peixes piscívoros e não-piscívoros, respectivamente.

As doses de ingestão diária de mercúrio estimadas para a população Munduruku, a partir dos cálculos das concentrações médias detectadas nas principais espécies piscívoras capturadas (*Serrasalmus rhombeus*, *Rafhiodon vulpinus*, *Pinirampus pirinampu*, *Cichla ocellaris*, *Pseudoplatystoma fasciatum*) encontram-se na tabela 16.

De acordo com os cálculos de dose estimados para a piranha preta (*Serrasalmus rhombeus*), o consumo diário de 100 g deste pescado por indivíduos adultos, corresponde a ingestão de  $1,4 \mu\text{g Hg/kg/dia}$  e  $1,2 \mu\text{g Hg/kg/dia}$ , para mulheres e homens, respectivamente. Para o cálculo de dose em crianças menores de 5 anos foi utilizada uma média de consumo de peixe equivalente a 30 g por dia. Neste caso, a ingestão diária de mercúrio foi igual a  $1,8 \mu\text{g Hg/kg/dia}$ , sendo 28% e 50% maior do que a ingestão observada em homens e mulheres adultos, respectivamente, corroborando a abrangência e a gravidade da contaminação do pescado na região.

Quando comparamos as doses de ingestão segura propostas pela EPA e FAO/WHO com as doses estimadas a partir dos níveis de mercúrio detectados nos peixes capturados nesta pesquisa, observamos que as doses estimadas de ingestão diária são de 4 a 18 vezes maiores do que os limites seguros, preconizados pela EPA e de 2 a 9 vezes maiores do que os limites tolerados pela FAO/WHO.

Nossos achados não deixam dúvidas que os indígenas, residentes nas aldeias investigadas, ingerem pescado contaminado por mercúrio em concentrações muito acima dos limites reconhecidos, internacionalmente, como seguros. Portanto, encontram-se sob risco permanente de adoecer devido aos efeitos tóxicos do mercúrio no organismo, conforme demonstrado ao longo deste relatório. Este cenário sombrio é ainda mais preocupante para as mulheres em idade fértil e para as crianças menores 5 anos, populações reconhecidamente mais vulneráveis aos efeitos nefastos da contaminação.

## Considerações preliminares

Esta pesquisa é produto de uma abordagem multi e interdisciplinar, que demandou uma cooperação técnico-científica entre diferentes áreas do conhecimento e instituições, envolvendo universidades públicas (USP, UFRJ, UFOPA, UEZO), institutos de pesquisa do Ministério da Saúde (Instituto Evandro Chagas – IEC e Fundação Oswaldo Cruz – Fiocruz), equipes multidisciplinares do Distrito Sanitário Especial Indígena (DSEI) Rio Tapajós, da Secretaria Especial de Saúde Indígena (SESAI), além da sociedade civil organizada, por meio da participação da Associação Indígena Pariri do médio Tapajós e organizações não-governamentais.

Por intermédio do convívio de nossa equipe com as comunidades, conseguimos entender que as aldeias-cenário, incluídas no estudo, foram estruturadas em tempos recentes, como resultado do processo de autodemarcação da Terra Indígena *Sawré Muybu*, iniciado pelo povo Munduruku, em 2007.

A estrutura das casas é marcada pela indisponibilidade de água potável para o consumo humano, pela ausência de banheiros para uso exclusivo das famílias e pelo manejo inapropriado do lixo, revelando um déficit de saneamento importante. A maioria dos domicílios visitados tinha em média entre 4 e 7 moradores e a renda mensal média das famílias ficou próxima a um salário mínimo, somando salários e benefícios sociais.

A população é predominantemente jovem, com um número expressivo de crianças abaixo dos 12 anos (44,0%), sendo que apenas 14 participantes tinham 45 anos ou mais.

No que tange à situação geral de saúde, cerca de um terço da população referiu ao menos um episódio prévio de internação hospitalar, assim como tratamento anterior para malária. Quase um terço da população adulta apresentava anemia, e tanto a hipertensão arterial como o sobrepeso e a obesidade despontaram como problemas emergentes de saúde, afetando cerca de 1 em cada 10 participantes, em uma das aldeias investigadas.

Embora tenha sido detectado um caso de hepatite B em uma criança de 10 anos e cinco testes revelaram-se positivos para HIV em adultos, os resultados dos testes rápidos, aqui empregados, não foram conclusivos para fechar os diagnósticos das infecções sexualmente transmissíveis. Os casos suspeitos foram encaminhados para investigação da rede SUS. Entretanto, vale lembrar que dentre os participantes que apresentaram testes com resultados duvidosos, três residiam na aldeia *Sawré Aboy*.

A avaliação neurológica foi bastante reveladora e mostrou que alterações no reflexo aquileu profundo foram detectadas em quase um quinto dos participantes acima

dos 12 anos, sendo mais frequente na aldeia *Sawré Aboy*. De modo análogo, déficits de noscepção distal, déficits de sensibilidade térmica distal e sensibilidade profunda distal, assim como polineuropatia foram registradas em parte expressiva dos adultos, com frequência mais pronunciada nos participantes da aldeia *Sawré Aboy*. A análise de acordo com os parâmetros da Academia Americana de Neurologia (England *et al.*, 2005), revelou também que 4 em cada 10 participantes investigados nas aldeias *Sawré Muybu* e *Sawré Aboy* apresentaram algum tipo de neuropatia distal.

Nossos achados são complementados pelos descritos por Ekino *et al.* (2007), que relatam que pacientes com intoxicação crônica por metilmercúrio continuam a se queixar de parestesias distais nas extremidades e nos lábios, mesmo 30 anos após a interrupção da exposição. De modo análogo, Takaoka *et al.* (2018), em um estudo mais recente, mostram que sinais e sintomas neurológicos como dormência em mãos e pés, câibras, visão periférica limitada, dificuldade em ouvir, em sentir cheiro e em sentir o paladar, além de dificuldades em tarefas finas com os dedos, tremores nas mãos e fadiga geral foram mais frequentes em pacientes que se alimentavam de pescados com concentrações de mercúrio, acima do recomendado.

Quando nos dedicamos à análise das crianças, constatamos que mais da metade dos menores de 5 anos estavam com pelo menos uma dose de vacina atrasada. Por sua vez, a análise dos indicadores nutricionais revelou déficits importantes no crescimento e desenvolvimento, tanto no índice peso para idade, como no índice estatura/comprimento para a idade. Além disso, cerca de uma em cada cinco crianças menores de 5 anos apresentava anemia.

Quando nos dedicamos a estudar a prevalência de contaminação nas comunidades investigadas, constatamos que em todos os participantes, incluindo crianças, adultos, idosos, homens e mulheres, sem exceção, foram detectados níveis de mercúrio nas amostras de cabelo fornecidas para análise. Os níveis de contaminação variaram de 1,4 a 23,9  $\mu\text{g Hg/g}$  cabelo e aproximadamente 6 em cada 10 participantes apresentavam níveis de mercúrio acima  $6\mu\text{g.g}^{-1}$ .

Todavia, o problema da contaminação não foi homogeneamente distribuído, uma vez que os índices de mercúrio foram maiores na aldeia *Sawré Aboy*, localizada às margens do rio Jamanxim, afluente da margem direita do Tapajós, um dos cursos d'água atualmente mais impactos da região pela mineração ilegal. Naquela aldeia, aproximadamente 9 em cada 10 pessoas avaliadas apresentaram níveis de mercúrio acima  $6\mu\text{g.g}^{-1}$ . Já na aldeia *Poxo Muybu*, 6 em cada 10 pessoas avaliadas apresentaram altos

níveis de contaminação, enquanto na aldeia *Sawré Muybu*, 4 em cada 10 pessoas avaliadas encontravam-se contaminadas.

Foi demonstrado o que se pode chamar de efeito dose-resposta. Ou seja, à medida que avançamos para regiões mais impactadas pela ação do garimpo, maior foi o nível de contaminação observado. Se utilizarmos como referência a aldeia *Sawré Muybu*, que fica mais próxima do município de Itaituba-PA e mais distante das atividades de mineração, podemos dizer que o fato de viver na aldeia *Poxo Muybu* aumenta em 40% o risco de se contaminar por mercúrio. Enquanto, as pessoas que vivem em *Sawré Aboy* apresentam risco 2 vezes maior de estarem contaminadas por mercúrio, quando comparadas às pessoas que vivem em *Sawré Muybu*.

Vale lembrar que 7 em cada 10 adolescentes de 10 a 19 anos apresentavam índices de mercúrio acima  $6\mu\text{g.g}^{-1}$ . Ademais, 8 em cada 10 crianças menores de 12 anos, residentes na aldeia *Sawré Aboy*, e 4 em cada 10 crianças menores de cinco anos, em todas as aldeias investigadas, apresentaram elevadas concentrações de mercúrio nas amostras de cabelo analisadas.

O achado acima é particularmente preocupante, uma vez que o mercúrio tem duas características definidas: 1ª) consegue ultrapassar a barreira hematoencefálica; 2ª) consegue ultrapassar a barreira placentária. Isto é, o mercúrio afeta diretamente tanto o Sistema Nervoso Central (SNC) que está em desenvolvimento nas crianças menores de 5 anos, assim como o cérebro dos fetos que ainda estão em formação no útero das mães.

Durante a avaliação do neurodesenvolvimento, realizada por nossa equipe nas aldeias, nove (15,8%) de 57 crianças apresentaram problemas no teste Denver II. Vale frisar que uma criança de 11 meses de idade, residente na aldeia *Sawré Muybu*, apresentou problemas relativos na componente motricidade ampla. A referida criança apresentou concentração de mercúrio igual a  $19,6\mu\text{g.g}^{-1}$ , na amostra de cabelo analisada, nível pelo menos 3 vezes superior aos limites de segurança estabelecidos neste estudo.

Estudos apontam que a cada  $1,0\mu\text{g}$  de Hg detectado no cabelo de mulheres grávidas, há o comprometimento de 0,18 pontos no Quociente de Inteligência (QI) das crianças em formação no útero de suas mães (Vasconcellos *et al.*, 2019). Esta evidência dá uma dimensão do risco que as mulheres grávidas e suas crianças estão submetidas, quando se encontram contaminadas por mercúrio. Em outras palavras, pode haver o comprometimento de uma geração inteira de pessoas que vivem na Amazônia, caso nada seja feito pelas autoridades brasileiras.

A análise dos 88 espécimes de peixes coletados mostrou que as espécies piscívoras apresentaram os níveis mais altos de contaminação, com concentrações de mercúrio que variaram de 0,13 a 1,95  $\mu\text{g.g}^{-1}$ . Vale lembrar que a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO/WHO) recomendam que o limite máximo permitido de mercúrio para o comércio de peixes piscívoros e não-piscívoros não ultrapasse 1,0  $\mu\text{g.g}^{-1}$  e 0,5  $\mu\text{g.g}^{-1}$ , respectivamente. Nossos achados mostram que os níveis de contaminação por mercúrio no Tapajós têm aumentado de forma significativa ao longo dos últimos anos, uma vez que pesquisas realizadas anteriormente, na mesma região, apontavam para níveis de mercúrio 2,6 vezes menor (Malm *et al.*, 1995) e 26,3% inferior (Dórea *et al.*, 2005) aos observados nas amostras aqui estudadas.

Ademais, os cálculos a partir das concentrações médias de mercúrio detectadas nas principais espécies piscívoras capturadas em nosso estudo indicam que as doses de ingestão diária de mercúrio estimadas para a população Mundurucu são de 4 a 18 vezes maiores do que os limites seguros, preconizados pela agência de proteção ambiental norte-americana (EPA, 2000), e de 2 a 9 vezes maiores do que os limites tolerados pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO/WHO, 2003).

Por sua vez, a análise dos polimorfismos nos genes envolvidos com o metabolismo do mercúrio no corpo humano revelou que três (gene *VDR* C>T (rs2228570); *GSTP1* A>G (rs1695); e *ALAD* (rs1800435)), dos oito genes investigados, apresentaram indícios de associação com os níveis de mercúrio nas amostras de cabelo, apontando assim para uma nova área de estudo que precisa ser aprofundada, entre as populações indígenas.

Considerando o polimorfismo do gene *ALAD* (rs1800435), dois adolescentes com 12 e 14 anos, residentes na aldeia *Sawré Muybu*, apresentaram o genótipo heterozigoto variante (*ALAD* CG). Esses jovens, além de apresentarem níveis de mercúrio acima 6 $\mu\text{g.g}^{-1}$ , apresentaram alterações neurológicas que incluem amiotrofia de artelhos, neuropatia distal e alterações na campimetria visual. O polimorfismo do gene *ALAD* (rs1800435) já foi anteriormente associado com altos níveis de mercúrio no sangue, em populações ribeirinhas da Amazônia (Barcelos *et al.*, 2015).

Em síntese, nossos resultados estão em consonância com os achados dos 36 estudos revisados por Santos Serrão & Oliveira Lima (2018). Os autores informam que a maioria dos estudos incluídos em sua revisão foram conduzidos ao longo das margens importantes de rios da bacia Amazônica, como o rio Negro, o rio Tapajós e o rio Madeira,



sendo que em todas as populações investigadas foram detectados níveis médios de mercúrio no cabelo acima de  $6,0 \mu\text{g.g}^{-1}$ . Em síntese, os autores concluem que a população amazônica está exposta cronicamente ao mercúrio e sugerem a implementação de um plano estratégico de vigilância ambiental na região, com o objetivo de salvaguardar a saúde da população e o bioma amazônico.

Nessa perspectiva, vale lembrar que outros grupos indígenas da Amazônia também têm enfrentado problemas relacionados à invasão de seus territórios tradicionais por garimpeiros há pelo menos duas décadas. Destacam-se os elevados níveis de contaminação reportados, principalmente em crianças menores de 5 anos, para os Yanomami de Roraima (Vega *et al.*, 2018; Sing *et al.*, 2003; Castro *et al.*, 1991) e os Pakaanóva de Rondônia (Santos *et al.*, 2003), assim como os trabalhos anteriores realizados na Terra Indígena Sai Cinza, na região do alto Tapajós, quando Santos *et al.* (2002) já denunciavam os altos índices de mercúrio na população Munduruku, tanto em crianças, quanto em mulheres em idade fértil e em homens adultos.

Por sua vez Brabo *et al.* (1999) também apontavam que a concentração média de mercúrio nas espécies carnívoras do pescado consumido no alto Tapajós era de  $0,293 \mu\text{g.g}^{-1}$ . Vale ressaltar que, em nosso estudo, os níveis médios de mercúrio encontrados no pescado na região do médio Tapajós foram pelo menos 50% maiores do que o relatado por Brabo *et al.* (1999). Os níveis reportados no alto Tapajós há quase 20 anos demonstram não somente a permanência do problema na região, como também o agravamento dos níveis de contaminação do pescado, fonte essencial de nutrientes para as populações tradicionais.

A despeito dos achados ilustrativos de nossa investigação é importante considerar algumas limitações. Devido a restrições orçamentárias, nosso estudo cobriu apenas três aldeias da região do médio rio Tapajós, incluindo um total de 200 participantes. O povo Munduruku soma aproximadamente 14.000 indígenas, distribuídos em mais de 100 aldeias, concentradas em sua maioria na região do alto rio Tapajós, onde também se concentra a maior atividade garimpeira ilegal. Logo, é possível que nossos achados estejam subestimados e não representem o real risco a que está exposto o povo Munduruku, como um todo. Em nosso estudo também foram incluídos apenas 88 espécimes dos principais peixes consumidos na região. É essencial que essa amostragem seja ampliada para que se tenha uma dimensão mais fidedigna do problema da contaminação nesta importante fonte alimentar, o pescado. Outro ponto importante diz respeito a ausência de instrumentos específicos para coleta de dados acerca das relações

entre saúde e ambiente para populações etnicamente diferenciadas, sobretudo àqueles destinados a avaliação do neurodesenvolvimento infantil. Ou seja, os instrumentos aqui utilizados não foram empregados anteriormente em outras pesquisas com povos indígenas e, assim, não há dados disponíveis na literatura para fazermos comparações.

Em síntese, os resultados aqui apresentados são provenientes de um estudo com abordagem transversal. Isto é, nossos pesquisadores tiveram um contato restrito e pontual com as comunidades, não sendo possível coletar dados de forma longitudinal para avaliar eventuais mudanças na situação de saúde ao longo do tempo (por exemplo relacionadas à sazonalidade, típica na região Amazônica). Tampouco tivemos tempo para aprofundar as entrevistas e obter informações detalhadas sobre os hábitos alimentares locais e outros determinantes que podem estar relacionados à contaminação por mercúrio. Diante das limitações acima apontadas, não é possível fazer inferências causais mais robustas sobre a contaminação por mercúrio na região. Portanto, são necessários estudos mais aprofundados, com abordagem longitudinal, enfocados principalmente em gestantes e em crianças menores de 5 anos. Somente dessa maneira, poder-se-á esclarecer a real extensão dos impactos à saúde relacionados à contaminação por mercúrio, nas comunidades tradicionais da Amazônia.

Finalmente, faremos algumas observações acerca das características químicas do mercúrio na natureza e sobre sua mobilidade no ambiente, e concluiremos informando como o metal pode ser prejudicial aos seres humanos.

Como é de conhecimento público, o mercúrio é um elemento químico considerado como metal de transição na tabela periódica dos elementos. Trata-se de um contaminante extremamente perigoso em função: a) de sua grande capacidade de mobilização entre diferentes compartimentos ambientais (atmosfera, solo, corpos d'água, plantas e animais); b) de sua longa persistência no ambiente; e c) de sua capacidade de penetrar na cadeia alimentar, atingindo principalmente os peixes, que constituem fonte essencial de nutrientes para todos os povos que vivem na Amazônia, sejam originários ou não.

Devido à capacidade de se mobilizar entre diferentes compartimentos ambientais, o mercúrio sofre transformações químicas importantes durante seu ciclo no planeta. A forma mais tóxica do mercúrio é metilmercúrio. Este elemento pode ser encontrado no tecido muscular do pescado, sobretudo nas espécies piscívoras.

Quando uma pessoa se alimenta com um peixe contaminado, o metil mercúrio presente no tecido muscular é absorvido durante a digestão, conforme foi demonstrado na seção resultados. Após absorção, o mercúrio entra na corrente sanguínea e se difunde

por todo o corpo humano, atuando no interior das células, interferindo no metabolismo das organelas celulares. As organelas celulares são pequenas estruturas localizadas no citoplasma que tem como função garantir um bom funcionamento das células, incluindo a digestão, a quebra de moléculas, a sintetização e o transporte de proteínas, entre outras atividades vitais. Dessa forma, o mercúrio pode afetar o funcionamento de todos os órgãos e sistemas do corpo humano.

Entretanto, pode-se dizer que o metilmercúrio tem preferência pelo sistema nervoso central (SNC), podendo ocasionar diversos sinais e sintomas, como os acima reportados. Além disso, sabe-se que a intoxicação por metais, está entre as principais causas de neuropatia periférica. Nestes casos, o padrão de acometimento mais comum é a polineuropatia periférica, um processo generalizado e relativamente homogêneo que afeta muitos nervos periféricos, com os nervos distais, geralmente, sendo afetados mais proeminentemente.

Em uma análise pormenorizada, realizada pelo nosso grupo de pesquisa seguindo os critérios diagnósticos recomendados pela Academia Americana de Neurologia (England *et al.*, 2005), em condições não ideais de investigação, como é a realidade nos trabalhos de campo em aldeias indígenas, as alterações aqui observadas são compatíveis com diagnóstico de polineuropatia periférica. A polineuropatia periférica acomete cerca de 7,0% da população geral e é uma condição que afeta os nervos periféricos, responsáveis por encaminhar informações do cérebro e da medula espinhal para o restante do corpo. Isso pode causar perda da sensibilidade, debilidade e atrofia muscular, principalmente em mãos e pernas. Em nosso estudo, a polineuropatia periférica atingiu 9,0% de todos os participantes maiores de 12 anos, sendo duas vezes mais frequente na aldeia *Sawré Aboy*.

Dentre as causas comumente relacionadas à polineuropatia periférica, encontram-se o diabetes mellitus, algumas doenças infecciosas, o alcoolismo e a deficiência de vitamina B12, condições não observadas nos participantes de nosso estudo, aumentando dessa forma as suspeitas de que o quadro esteja associado à contaminação por mercúrio.

Concluindo, diante do conjunto de achados expressos ao longo deste relatório não restam dúvidas que a atividade garimpeira vem promovendo alterações de grande escala no uso do solo nos territórios tradicionais da Amazônia com impactos socioambientais diretos e indiretos para as populações locais, incluindo prejuízos à segurança alimentar, à economia local, à saúde das pessoas e aos serviços ecossistêmicos como um todo.

A fim de elucidar a questão acima apontada, Bauch *et al.* (2015), por meio de um estudo que estimou os impactos na saúde pública das mudanças no ecossistema, na Amazônia brasileira, informam que as taxas de adoecimento por malária, infecções respiratórias agudas e diarreia seriam reduzidas se houvesse uma expansão nas áreas de proteção ambiental (APA). Os autores concluem enfatizando que a malária poderia ter uma redução ainda mais expressiva caso houvesse restrição à abertura de estradas e à expansão da mineração, e terminam comentando que embora as relações entre os vetores de desenvolvimento e a sociedade local sejam complexas, políticas públicas destinadas a preservar o capital natural teriam o potencial de gerar benefícios ampliados ao também aumentar o capital humano, considerando a melhora nos indicadores de saúde.

A exposição crônica ao mercúrio, resultado da atividade garimpeira na região, constitui um fator determinante para a saúde das populações originárias da Amazônia. Este conturbado processo de invasão de territórios tradicionais que se estende ao longo de décadas não somente impossibilita as comunidades tradicionais de terem acesso a serviços ecossistêmicos essenciais, como por exemplo água potável e pescado livre de contaminação, como também tem o potencial de comprometer o desenvolvimento psicossocial de gerações atuais e futuras, uma vez que os efeitos tóxicos do mercúrio incidem diretamente no desenvolvimento embrionário do cérebro das crianças, ainda no ventre de suas mães.

O conturbado processo de invasão de territórios tradicionais tem ainda um enorme potencial de agravar as históricas desigualdades sociais e em saúde registradas na Amazônia, colocando toda população em situação de vulnerabilidade, comprometendo também os indicadores de saúde e de desenvolvimento humano de toda região Norte do país.

Sendo assim, acreditamos que os resultados aqui apresentados se convertem em evidências inequívocas dos efeitos deletérios da contaminação por mercúrio nas três aldeias Munduruku, localizadas na Terra Indígena *Sawré Muybu*, na região do médio rio Tapajós, impactadas pela atividade garimpeira.

A seguir, apresentaremos um conjunto de recomendações que visam não somente contribuir para um melhor entendimento acerca do problema na região, como também propor estratégias para o manejo das populações cronicamente expostas ao mercúrio, assim como sugerir ações intersetoriais para mitigação dos impactos à saúde humana e ao ambiente.

## Recomendações

Diante das ameaças interpostas pelo *Projeto de Lei nº 191, de 06/02/2020*<sup>7</sup>, que prevê a regularização da pesquisa e da lavra de recursos minerais e hidrocarbonetos e o aproveitamento de recursos hídricos para geração de energia elétrica em terras indígenas, e da *Portaria Nº 354, de 28/09/2020*<sup>8</sup>, que visa aprovar o Programa Mineração e Desenvolvimento (PMD), e que em seu item 3.4. faz clara menção ao avanço da mineração em novas áreas e prevê a promoção e regulamentação da mineração em terra indígena, os achados provenientes desta pesquisa ganham ainda mais relevância, no sentido de apresentar recomendações práticas às comunidades afetadas pelo impacto do garimpo e pelas consequências da contaminação por mercúrio.

Estudo recente, conduzido por Siqueira-Gay *et al.* (2020), demonstra que se o PL 191/20 (acima mencionado) for aprovado, mais de 863.000 km<sup>2</sup> de florestas tropicais poderão ser afetadas, assumindo que todos os depósitos minerais conhecidos serão desenvolvidos e os impactos da mineração nas florestas se estendam por 70 km além dos limites das áreas autorizadas a minerar. Os autores informam ainda que a floresta não somente abriga algumas das comunidades tradicionais com a maior diversidade cultural do planeta, mas também injeta cerca de 5 bilhões de dólares anualmente na economia global, por intermédio da produção de alimentos, reduzindo as emissões de carbono, assim como regulando o clima para produção agrícola e de energia.

Portanto, a fim de garantir consulta prévia aos povos originários e suas associações – aqueles que serão diretamente afetados pelos projetos em tramitação no governo – e seguindo as recomendações da Convenção nº 169 da Organização Internacional do Trabalho (OIT), sobre Povos Indígenas e Tribais em Estados Independentes, da qual o Brasil é signatário, e em sintonia com os artigos 231 e 232 da Constituição Brasileira, que reconhece o direito dos povos indígenas à terra e aos recursos naturais, à não-discriminação e a viverem e se desenvolverem de maneira diferenciada, segundo seus costumes, propomos à seguir algumas medidas que consideramos prioritárias para o enfrentamento deste problema.

1) Requerer a interrupção imediata das atividades garimpeiras e a completa desintrusão das terras indígenas afetadas pela mineração ilegal. De acordo com a Constituição

---

<sup>7</sup> <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=223676>

<sup>8</sup> <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-354-de-28-de-setembro-de-2020-280296480>

Federal de 1988, com a Lei 6.001 de 1973 que criou o Estatuto do Índio e com o Decreto n.º 1775 de 1996, as terras indígenas são consideradas como um bem da União, e como tal são inalienáveis e indisponíveis, sendo os direitos que incidem sobre as mesmas imprescritíveis.

2) Em paralelo, desenvolver um plano de descontinuidade do uso de mercúrio na mineração artesanal de ouro em todo o país, a fim de seguir as recomendações presentes na Convenção de Minamata (<http://www.mercuryconvention.org/>), da qual o Brasil também é signatário. Em 14/08/2018, a convenção foi promulgada no país por meio do Decreto Nº 9.470<sup>9</sup>, e desde então deveria estar em pleno vigor no território nacional. O principal objetivo da convenção é proteger a saúde humana e o ambiente dos efeitos adversos de emissões e liberações de mercúrio e seus compostos. O Brasil participou ativamente das discussões nas sessões do Comitê Intergovernamental de Negociação (INC) e o debate pautou-se pela construção de um instrumento ambicioso, tendo como referência o marco da Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável no mundo.

3) Elaborar um Plano de Manejo de Risco (PMR) para as populações cronicamente expostas ao mercúrio. O plano deve conter um conjunto de orientações e ações integradas, conforme descrição que segue abaixo:

3.1. Ampliar o monitoramento dos níveis de mercúrio nos peixes consumidos não somente nos territórios tradicionais, mas também nas áreas urbanas da Amazônia. Seguramente, o pescado consumido nas capitais e nos centros urbanos podem estar igualmente contaminados, deixando toda população sob risco.

3.2. Com base no monitoramento proposto acima, deve-se elaborar um conjunto de orientações à população das áreas afetadas, contendo subsídios técnicos sobre o consumo seguro de pescados, com informações claras acerca dos riscos à saúde, assim como às restrições de ingestão para as espécies mais contaminadas, respeitando aspectos culturais relativos a cada grupo étnico, em particular. Além disso, é preciso dar atenção especial às mulheres grávidas, que devem ser orientadas a

---

<sup>9</sup> <http://www.itamaraty.gov.br/pt-BR/notas-a-imprensa/19315-promulgacao-da-convencao-de-minamata-sobre-mercuro#:~:text=Foi%20promulgada%20a%20Conven%C3%A7%C3%A3o%20de,pleno%20vigor%20no%20territ%C3%B3rio%20nacional.&text=Disp%C3%B5e%20tamb%C3%A9m%20sobre%20medidas%20para,de%20merc%C3%BArio%20no%20meio%20ambiente> .

evitar o consumo de peixes piscívoros, como a piranha preta por exemplo, que neste estudo revelou-se como a espécie mais contaminada, na região do médio rio Tapajós.

3.3. É igualmente indispensável para o manejo do risco de contaminação ampliar a testagem dos níveis de mercúrio nas pessoas que vivem em áreas impactadas pelo garimpo. No contexto da testagem, é vital priorizar as gestantes e as crianças menores de 5 anos, populações reconhecidamente vulneráveis aos efeitos tóxicos do metilmercúrio. Sendo assim, recomendamos incluir a testagem dos níveis de mercúrio em amostras de cabelo na rotina das ações desenvolvidas no programa de atenção pré-natal e no programa de acompanhamento do crescimento e desenvolvimento infantil, no âmbito do SUS. No contexto do programa de atenção pré-natal, as gestantes deverão ser testadas no primeiro contato com o serviço de saúde, preferencialmente no primeiro trimestre da gravidez, e também ao final do período gestacional. Nos casos em que os partos forem realizados em unidades de saúde, idealmente, deverá ser coletado sangue da mãe e do cordão umbilical para determinação dos níveis de mercúrio na parturiente e no recém-nascido. No contexto do programa de acompanhamento do crescimento e desenvolvimento infantil, as crianças de 0 a 5 anos deverão ser acompanhadas regularmente por profissionais de saúde para avaliação do crescimento e desenvolvimento neuropsicológico e, além disso, deverão ser submetidas à coleta de amostras de cabelo, anualmente, para análise dos níveis de mercúrio.

3.4. Os cidadãos e as cidadãs que apresentarem níveis de mercúrio (seja em amostras de cabelo ou no sangue) acima dos valores considerados aceitáveis por agências de saúde reconhecidas internacionalmente (com por exemplo a FAO, a OMS e Agência de Proteção Ambiental Norte Americana) e que, portanto, estarão sob o risco de adoecer, deverão ser acompanhados para análises toxicológicas e exames clínicos mais detalhados de acordo com um Protocolo de Atendimento Básico aos Contaminados que deverá ser elaborado com apoio de especialistas e, posteriormente, incorporado à rotina do SUS, iniciando o atendimento em unidades de referência nos estados que compõem a Amazônia Legal.

3.5. Tornar obrigatória e aprimorar a notificação de casos de contaminação crônica por mercúrio, sobretudo os provenientes de áreas impactadas pelo garimpo na Amazônia. Para tanto, é necessário incluir no campo de intoxicação exógena a

notificação da exposição crônica por mercúrio, com ênfase aos casos provenientes da Amazônia legal. A intoxicação exógena é um dos agravos que compõem a lista nacional de doenças de notificação compulsória, integrante do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), e se constitui em um conjunto de efeitos nocivos representados por manifestações clínicas ou laboratoriais que revelam o desequilíbrio orgânico produzido pela interação de um ou mais agentes tóxicos com o corpo humano. Todavia, em seu formato atual não é possível obter informações sobre a contaminação crônica por mercúrio. Hoje, no campo nº 49 da Ficha de Notificação<sup>10</sup>, há lugar para informar os seguintes contaminantes: i) medicamento; ii) agrotóxico/uso agrícola; iii) agrotóxico/uso doméstico; iv) agrotóxico/uso saúde pública; v) raticida; vi) produto veterinário; vii) produto de uso domiciliar; viii) cosmético/higiene pessoal; ix) produto químico de uso industrial; x) metal; xi) drogas de abuso; xii) planta tóxica; xiii) alimento e bebida; xiv) outro; não havendo espaço disponível para caracterizar a contaminação crônica por mercúrio, decorrente do impacto da mineração artesanal de ouro.

4) Promover um programa de pesquisa e desenvolvimento científico (em parceria com universidades e institutos de pesquisa) para realização de estudos mais aprofundados a fim de ampliar o conhecimento sobre os impactos à saúde das populações cronicamente expostas ao mercúrio, garantindo investimento contínuo, por intermédio de financiamento regular (como exemplo temos os estudos de coorte conduzidos nas ilhas Faroe<sup>11</sup>, na Dinamarca, e nas ilhas Seychelles<sup>12</sup>, no Oceano Índico).

5) Elaborar mecanismos de proteção financeira ao setor pesqueiro, a fim de evitar que pescadores artesanais sejam impactados economicamente pela restrição ao consumo de diversas espécies de peixes contaminadas. O ônus da contaminação provocada pelo

---

<sup>10</sup> [http://portalsinan.saude.gov.br/images/documentos/Agravos/ioxog/Intoxicacao\\_Exogena\\_v5.pdf](http://portalsinan.saude.gov.br/images/documentos/Agravos/ioxog/Intoxicacao_Exogena_v5.pdf)

<sup>11</sup> Rice DC, Schoeny R, Mahaffey K. Methods and rationale for derivation of a reference dose for methylmercury by the U.S. EPA. Risk Anal. 2003 Feb;23(1):107-15. doi: 10.1111/1539-6924.00294. PMID: 12635727.

<sup>12</sup> Myers GJ, Thurston SW, Pearson AT, Davidson PW, Cox C, Shamlaye CF, Cernichiari E, Clarkson TW. Postnatal exposure to methyl mercury from fish consumption: a review and new data from the Seychelles Child Development Study. Neurotoxicology. 2009 May;30(3):338-49. doi: 10.1016/j.neuro.2009.01.005. Epub 2009 Jan 21. PMID: 19442817; PMCID: PMC2743883.



mercúrio deve ser absorvido pelas organizações criminosas beneficiadas por essa atividade ilegal. No caso, deveria haver a aplicação do princípio do poluidor-pagador.

6) *Aprimorar, fortalecer e apoiar ações intersetoriais destinadas ao combate à ilegalidade na extração, na produção e na comercialização ilegal de ouro e ao contrabando de mercúrio*, em todo o território brasileiro.

Levando em consideração as recomendações acima apontadas, julgamos de extrema relevância que não somente pesquisadores e profissionais de saúde, mas também juízes, parlamentares, gestores, tomadores de decisão, educadores, profissionais de comunicação e toda população brasileira, com particular ênfase aos mais de 20 milhões de almas que vivem na Amazônia, estejam atentos a este sério problema e a forma como o atual governo tem tratado a questão.

Por fim, acreditamos que é de vital importância tratar dessa temática em todos os espaços de diálogo da sociedade nacional para que nosso país e nosso povo não seja prejudicado por interesses econômicos duvidosos/questionáveis, que estão a serviço de verdadeiras organizações criminosas e que representam um modelo de desenvolvimento econômico não somente excludente, de base colonialista e ultrapassado, mas também prejudicial à saúde das pessoas e absolutamente antagônico aos objetivos do desenvolvimento sustentável para o planeta.

## **Agradecimentos**

Inicialmente, em nome dos caciques Juarez Saw, Jairo Saw e Valdemar Poxo e da liderança e amiga Alessandra Korap, agradecemos ao povo Munduruku pela confiança depositada em nossa equipe. Com a apresentação deste relatório técnico, reforçamos aqui nosso compromisso com a questão indígena, com a redução das inequidades em saúde no Brasil, com a implantação da Convenção de Minamata, e com os objetivos do desenvolvimento sustentável das Nações Unidas.

Em seguida, agradecemos a toda a equipe do Distrito Sanitário Especial Indígena Rio Tapajós, em nome da coordenadora Cleidiane Carvalho Ribeiro dos Santos, que não poupou esforços para nos auxiliar em todas as etapas do trabalho de campo, notadamente nos contatos com as comunidades estudadas e no apoio aos deslocamentos de nossa equipe pelo território Munduruku.

Agradecemos também ao colega Marcelo Firpo Porto, pesquisador da Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca e coordenador do Núcleo de Estudos Ecologias, Epistemologias, Promoção Emancipatória da Saúde (Neepees) que nos trouxe a primeira demanda de apoio das lideranças Munduruku do médio rio Tapajós. Além disso, a equipe do Neepees participou ativamente do processo de consulta prévia nas comunidades e elaborou um projeto de pesquisa em parceria com nosso grupo de pesquisa para fazermos a devolutiva de resultados nas comunidades.

Por fim, agradecemos à equipe da Vice-Presidência de Ambiente, Atenção e Promoção da Saúde (VPPAS) da Fundação Oswaldo Cruz pelo apoio financeiro recebido por intermédio do Termo de Execução Descentralizada de Recursos Nº 175/2018, Processo: 25000.209221/2018-18, assinado entre a Fundação Oswaldo Cruz e a Secretaria Especial de Saúde Indígena.

## Referências Bibliográficas

- Akagi H *et al.*, 2004. Mercury Analysis Manual. Ministry of Environment, Tokyo, Japan.
- Akagi H, Malm O, Branches F, Kinjo Y, Kashima Y, Guimaraes JRD, Kato H. Human exposure to mercury due to goldmining in the Tapajos river basin, Amazon, Brazil: speciation of mercury in human hair, blood and urine. *Water, Air, and Soil Pollution*; 1995: 80(1-4), 85-94.
- Akagi H *et al.* "Methylmercury pollution in the Amazon, Brazil." *Science of the Total Environment*; 1995: 85-95.
- Alvarez-Berrios NL, Aide TM. Global demand for gold is another threat for tropical forests. *Environ. Res. Letter.* 2015, 10: 014006-014006.
- Barbosa AC, Silva SRL, Dórea JG. Concentration of mercury in hair of indigenous mothers and infants from the Amazon basin. *Arch. Environ. Contam. Toxicol*; 1998: 34 (1), 100-105.
- Barbosa AC, Dórea JG. "Indices of mercury contamination during breast feeding in the Amazon Basin." *Environmental Toxicology and Pharmacology*; 1998: 71-79.
- Barcelos GR, Souza MF, Oliveira AA, Lengert AV, Oliveira MT, Camargo RB, Grotto D, Valentini J, Garcia SC, Braga GU, Cólus IM, Adeyemi J, Barbosa F Jr. *Effects of genetic polymorphisms on antioxidant status and concentrations of the metals in the blood of riverside Amazonian communities co-exposed to Hg and Pb.* *Environ Res.* 2015;138:224-32.
- Bauch SC, Birkenbach AM, Pattanayak SK, Sills EO. Public health impacts of ecosystem change in the Brazilian Amazon. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2015: 16; 112(24):7414-9.
- Blacksmith Institute. *World's Worst Pollution Problems. The new top six toxic threats: a priority list for remediation* New York: Blacksmith Institute; 2015.
- Brabo EDS, Santos EDO, Jesus IMD, Mascarenhas AF, Faial KF. Níveis de mercúrio em peixes consumidos pela comunidade indígena de Sai Cinza na Reserva Munduruku, Município de Jacareacanga, Estado do Pará, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública.* 1999: 15, 325-332.
- Brabo E, Oliveira Santos EC, Jesus IM, Mascarenhas AFS, Faial KF. Mercury contamination of fish and exposures of an indigenous community in Para state, Brazil. *Environmental Research.* 2000: 84(3), 197-203.

- Castilhos Z, Domingos L. Inventário nacional de emissões e liberações de mercúrio no âmbito da mineração artesanal de pequena escala de ouro no Brasil Relatório Final - 2018
- Castilhos Z *et al.* "Human exposure and risk assessment associated with mercury contamination in artisanal gold mining areas in the Brazilian Amazon." *Environmental Science and Pollution Research* 22.15 (2015): 11255-11264.
- Castro MB, Albert B, Pfeiffer WC. Mercury levels in Yanomami Indians hair from Roraima-Brazil. In Heavy Metals in the Environment; International Conference on Heavy Metals in the Environment: Edinbourg, Scotland, 1991; pp. 367–370.
- Clarkson TW, Magos L. "The toxicology of mercury and its chemical compounds." *Critical reviews in toxicology*; 2006: 609-662.
- Dórea JG, Barbosa AC, Ferrari I, Souza JR. Fish consumption (hair mercury) and nutritional status of Amazonian Amerindian children. *Am J Hum Biol*; 2005, 17:507–14.
- Dorea CRC, Machado LF, Brasil de Souza ST, Lima MAL. A pesca em comunidades ribeirinhas na região do médio rio Madeira, Rondônia. *Novos Cadernos NAEA* 2016, 19, 163–188
- Ekino S, Susa M, Ninomiya T, Imamura K, Kitamura T. Minamata disease revisited: an update on the acute and chronic manifestations of methyl mercury poisoning. *J Neurol Sci.* 2007 Nov 15;262(1-2):131-44.
- England JD, Gronseth GS, Franklin G, Miller RG, Asbury AK, Carter GT, Cohen JA, Fisher MA, Howard JF, Kinsella LJ, Latov N, Lewis RA, Low PA, Sumner AJ. Distal symmetric polyneuropathy: a definition for clinical research: report of the American Academy of Neurology, the American Association of Electrodiagnostic Medicine, and the American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation. *Neurology*; 2005, 25;64(2):199-207
- FAO/WHO (Expert Committee on Food Additives); 2003. Summary and conclusions of the sixty-first meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA), pp. 18–22.
- Ferreira da Silva S, de Oliveira Lima M. Mercury in fish marketed in the Amazon Triple Frontier and Health Risk Assessment. *Chemosphere.* 2020; 248:125989.

- Frankenburg WK, Dodds J, Archer P, Shapiro H, Bresnick B. The Denver II: a major revision and restandardization of the Denver Developmental Screening test. *Pediatrics*. 1992;89(1):91-7.
- Hacon SS, Oliveira-da-Costa M, Gama CS, Ferreira R, Basta PC, Schramm A, Yokota D. Mercury Exposure through Fish Consumption in Traditional Communities in the Brazilian Northern Amazon. *Int J Environ Res Public Health*. 2020, 22;17(15):5269.
- Lacerda LD, Pfeiffer WC. "Mercury from gold mining in the Amazon environment: an overview." *Química nova*; 1992: 155-160.
- Lacerda LD, Salomons W. *Mercury from gold and silver mining: a chemical time bomb?* Springer Science & Business Media, 2012.
- Landing WM, Holmes CD. "Overview of the Atmospheric Mercury Cycle." *Mercury and the Everglades. A Synthesis and Model for Complex Ecosystem Restoration*. Springer, Cham, 2019. 47-59.
- Legg ED, Ouboter PE, Wright MAP. Small-Scale gold mining related to mercury contamination in the Guianas: A review. WWF Guianas. 2015.
- Malachias MVB, Barbosa ECD, Martim JF, Rosito GBA, Toledo JY, Passarelli O Júnior. 7th Brazilian Guideline of Arterial Hypertension: Chapter 14 - Hypertensive Crisis. *Arq Bras Cardiol*. 2016 Sep;107(3 Suppl 3):79-83.
- Malm O, Branches FJP, Akagi H, Castro MB, Pfeiffer WC, Harada M, et al. Mercury and methylmercury in fish and human hair from the Tapajós river basin, Brazil. *Sci Total Environ* 1995; 175:141–50.
- Marinho JS, Lima MO, de Oliveira Santos EC, de Jesus IM, da Conceição N Pinheiro M, Alves CN, Muller RC. Mercury speciation in hair of children in three communities of the Amazon, Brazil. *Biomed Res Int*. 2014: 945963. doi: 10.1155/2014/945963.
- Nriagu JO, Henry KTW. "Gold rushes and mercury pollution." *Metal ions in biological systems* 34 (1997): 131-160.
- Park JD, Zheng W. Human exposure and health effects of inorganic and elemental mercury. *J Prev Med Public Health*. 2012 Nov;45(6):344-52. doi: 10.3961/jpmph.2012.45.6.344.

- Pfeiffer WC, Malm O, Souza CMM, Drude de Lacerda L, Silveira EG, Bastos WR. "Mercury in the Madeira river ecosystem, Rondonia, Brazil." *Forest Ecology and Management* 38.3-4 (1991): 239-245.
- Rahm M, Jullian B, Lauger A, de Carvalho R, Vale L, Totaram J, Cort KA, Djojodikromo M, Hardjoprajitno M, Neri S, Vieira R, Watanabe E, do Carmo Brito M, Miranda P, Paloeng C, Moe Soe Let V, Crabbe S, Calmel M. Monitoring the Impact of Gold Mining on the Forest Cover and Freshwater in the Guiana Shield. Reference year 2014. REDD+ for the Guiana Shield Project and WWF Guianas. 60p. 2015.
- Ramos ARF. Entre a cruz e a riscadeira: catequese e empresa extrativista entre os Munduruku (1910 a 1957). Goiânia: UFGO, 2000 (Dissertação de Mestrado).
- Ramos ARF. Munduruku. In: Enciclopédia dos Povos Indígenas no Brasil. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2003. Disponível em: <http://www.socioambiental.org/pib/epi/munduruku/munduruku.shtm> Acesso em 10 out.2020.
- Rosenfeld LG, Malta DC, Szwarcwald CL, Bacal NS, Cuder MAM, Pereira CA, Figueiredo AW, Silva AG, Machado IE, Silva WA, Neto GV, Silva-Júnior JB. Valores de referência para exames laboratoriais de hemograma da população adulta brasileira: Pesquisa Nacional de Saúde. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, v. 22, supl. 2, E190003. SUPL. 2, 2019.
- Roulet M *et al.* "Distribution and partition of total mercury in waters of the Tapajós River Basin, Brazilian Amazon." *Science of the Total Environment* 213.1-3 (1998): 203-211.
- Santos Serrão de Castro N, de Oliveira Lima M. Hair as a Biomarker of Long Term Mercury Exposure in Brazilian Amazon: A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health*. 2018 Mar 12;15(3):500. doi: 10.3390/ijerph15030500. PMID: 29534534; PMCID: PMC5877045.
- Santos EO, Jesus IM, Câmara VM, Brabo ES, Jesus IM, Faial KRF, Asmus CIRF. Correlation between blood mercury levels in mothers and newborns in Itaituba, Pará State, Brazil. *Cadernos de Saúde Pública* 2007; 23:5622-5629.
- Santos EC, Câmara Vde M, Brabo Eda S, Loureiro EC, de Jesus IM, Fayal K, Sagica F. Avaliação dos níveis de exposição ao mercúrio entre índios Pakaanóva, Amazônia,

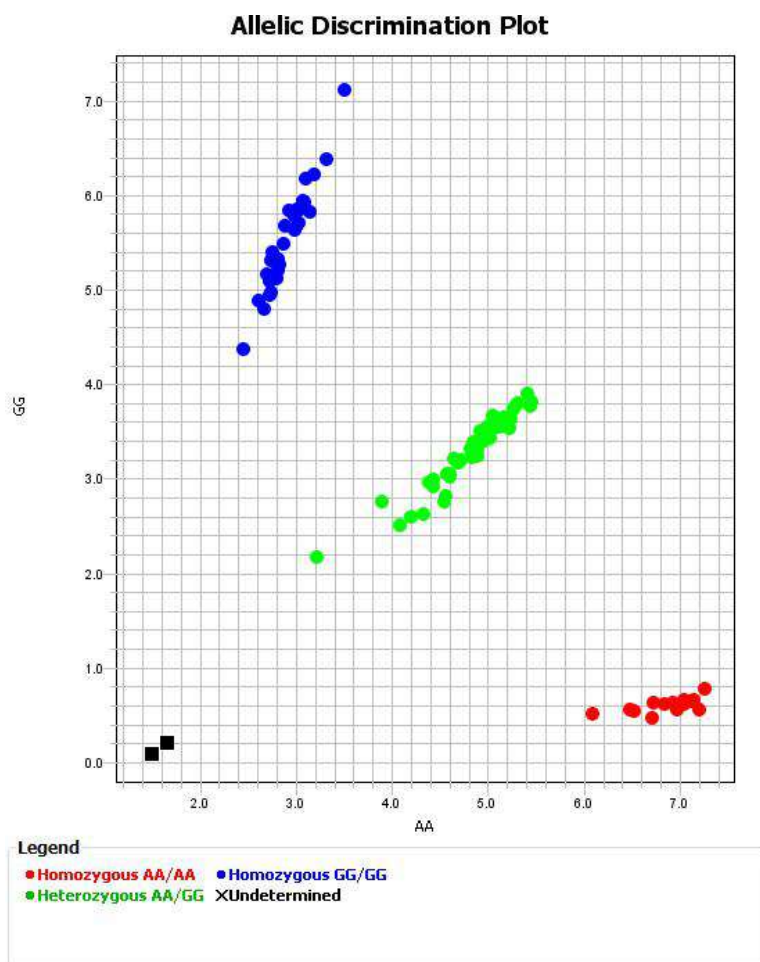
Brasil. Cad Saude Publica. 2003 Jan-Feb;19(1):199-206. Portuguese. doi: 10.1590/s0102-311x2003000100022.

- Santos EC, de Jesus IM, Câmara Vde M, Brabo E, Loureiro EC, Mascarenhas A, Weirich J, Luiz RR, Cleary D. Mercury exposure in Mundurucu Indians from the community of Sai Cinza, State of Pará, Brazil. Environ Res. 2002 Oct;90(2):98-103. doi: 10.1006/enrs.2002.4389.
- Semeniuk K, Dastoor A. "Development of a global ocean mercury model with a methylation cycle: Outstanding issues." *Global Biogeochemical Cycles* 31.2 (2017): 400-433.
- Sheehan MC, Burke TA, Navas-Acien A, Breyse PN, McGready J, Fox MA. Global methylmercury exposure from seafood consumption and risk of developmental neurotoxicity: a systematic review. Bull World Health Organ. 2014 Apr 1;92(4):254-269F. doi: 10.2471/BLT.12.116152.
- Sing KA, Hryhorczuk D, Saffirio G, Sinks T, Paschal DC, Sorensen J, Chen EH. Organic Mercury levels among the Yanomama of the Brazilian Amazon Basin. Ambio 2003, 32, 434–439.
- Siqueira-Gay J, Soares-Filho B, Sanchez LE, Oviedo A, Sonter LJ. Proposed Legislation to Mine Brazil's Indigenous Lands Will Threaten Amazon Forests and Their Valuable Ecosystem Services. One Earth. 2020;3(3):356-362.
- Takaoka S, Fujino T, Kawakami Y, Shigeoka SI, Yorifuji T. Survey of the Extent of the Persisting Effects of Methylmercury Pollution on the Inhabitants around the Shiranui Sea, Japan. Toxics. 2018 Jul 20;6(3):39.
- U.S. EPA. Reference Dose for Methylmercury (External Review Draft, 2000). U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C., NCEA-S-0930.
- UNEP. The Minamata Convention on Mercury and its implementation in the Latin America and Caribbean region. Report. 2014.
- Vasconcellos ACS, Barrocas PRG, Ruiz CMV, Mourão DS, Hacon SS. Burden of Mild Mental Retardation attributed to prenatal methylmercury exposure in Amazon: local and regional estimates. Cien Saude Colet. 2018 Nov;23(11):3535-3545. doi: 10.1590/1413-812320182311.15812016. PMID: 30427427.
- Vega CM, Orellana JD, Oliveira MW, Hacon SS, Basta PC. Human mercury exposure in Yanomami indigenous villages from the Brazilian Amazon. Int. J. Environ. Res. Public Health. 2018, 15 (6), 1051: 1-1051: 13.

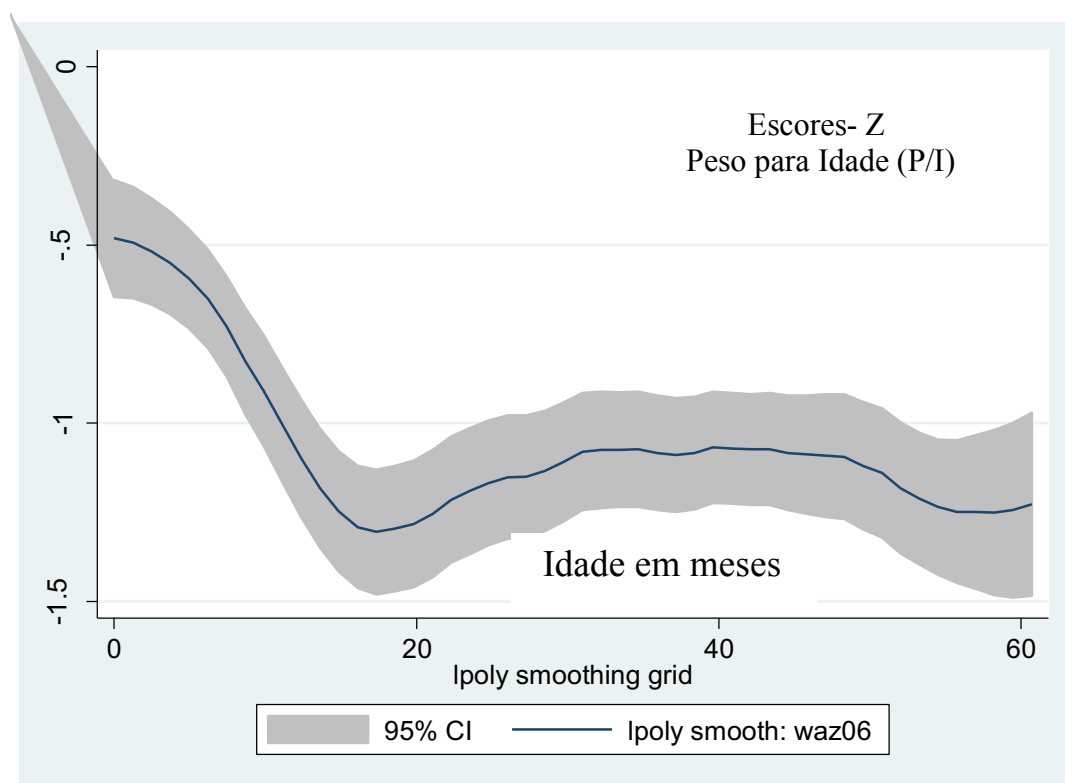
- Venturieri R, Oliveira-da-Costa M, Gama C, Jaster CB. Mercury Contamination within Protected Areas in the Brazilian Northern Amazon-Amapá State. *American Journal of Environmental Sciences*. 2017, 13 (1): 11–21; <https://doi.org/10.3844/ajessp.2017.11.21>
- Watras CJ, *et al.* "Bioaccumulation of mercury in pelagic freshwater food webs." *Science of the Total Environment* 219.2-3 (1998): 183-208.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Haemoglobin concentrations for the diagnosis of anaemia and assessment of severity (No.WHO/NMH/NHD/MNM/11.1). World Health Organization; 2011.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). WHO Child Growth Standards: length/height-for-age, weight-for-age, weight-for-length, weight-for-height and body mass index-for-age. Methods and development. WHO (nonserial publication). Geneva: WHO; 2006.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO): Physical Status: The Use and Interpretation of Anthropometric Indicators of Nutritional Status. Geneva: WHO; 1995.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a World Health Organization Consultation. Geneva: World Health Organization, 2000. 253 p. (WHO Obesity Technical Report Series, n. 894).
- Zahir F *et al.* "Low dose mercury toxicity and human health." *Environmental toxicology and pharmacology* 20.2 (2005): 351-360.



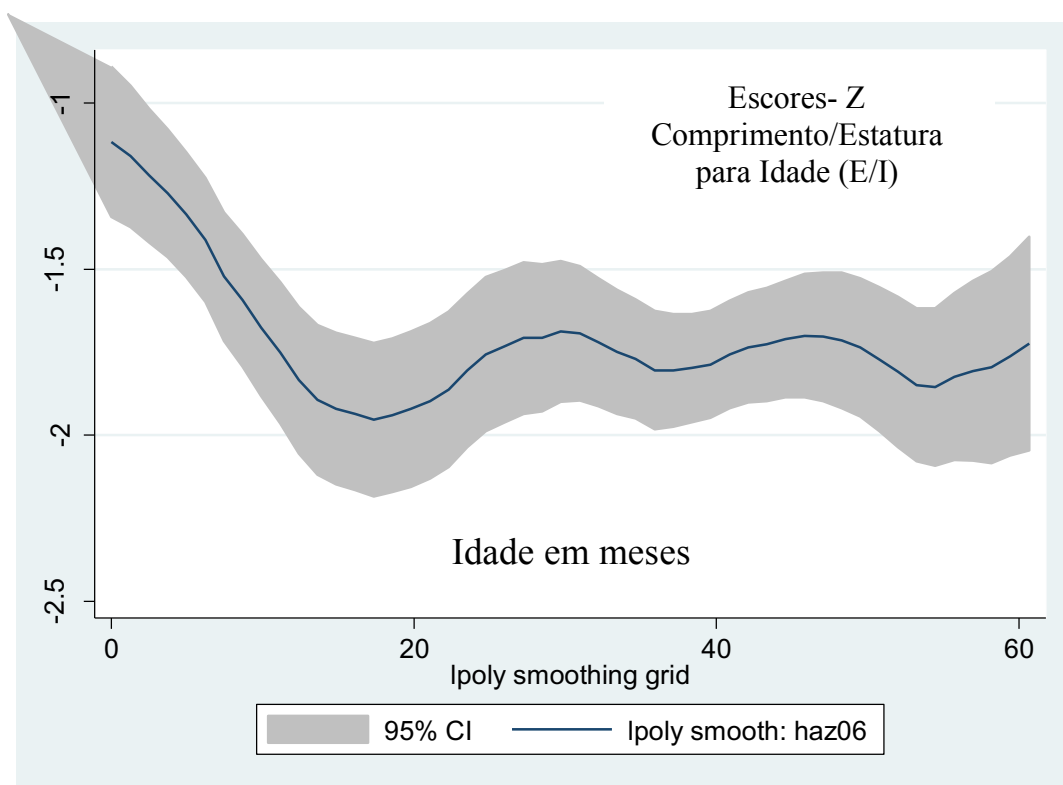
## Lista de Figuras



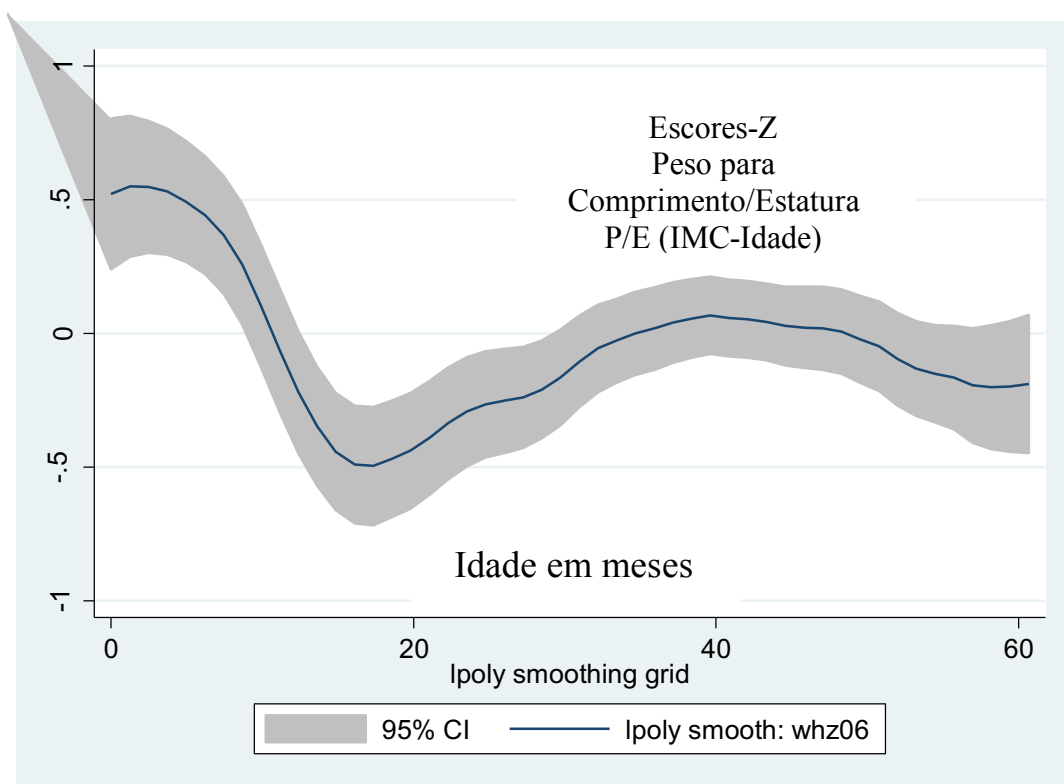
*Figura 1-Exemplo da determinação dos diferentes genótipos do polimorfismo do gene GSTP1 A>G (rs1695) utilizando o sistema TaqMan por PCR em tempo real. O quadrado em preto representa o controle negativo. Os círculos em azul são os genótipos homozigotos variantes*



*Figura 2-Evolução do ganho de massa corporal (peso em kg), de acordo com os Escores-Z, em relação ao tempo, no período de 0 a 60 meses, nas crianças da Terra Indígena Sawré Muybu, estado do Pará, Amazônia, Brasil, 2019.*



*Figura 3-Evolução do ganho de estatura/comprimento das crianças, ao longo do tempo, de acordo com os Escores-Z, em relação ao tempo, no período de 0 a 60 meses, nas crianças da Terra Indígena Sawré Muybu, estado do Pará, Amazônia, Brasil, 2019.*



*Figura 4- Evolução do ganho de peso de acordo com a estatura/comprimento das crianças, ao longo do tempo, de acordo com os Escores-Z, em relação ao tempo, no período de 0 a 60 meses, nas crianças da Terra Indígena Sawré Muybu, estado do Pará, Amazônia, Brasil, 2*

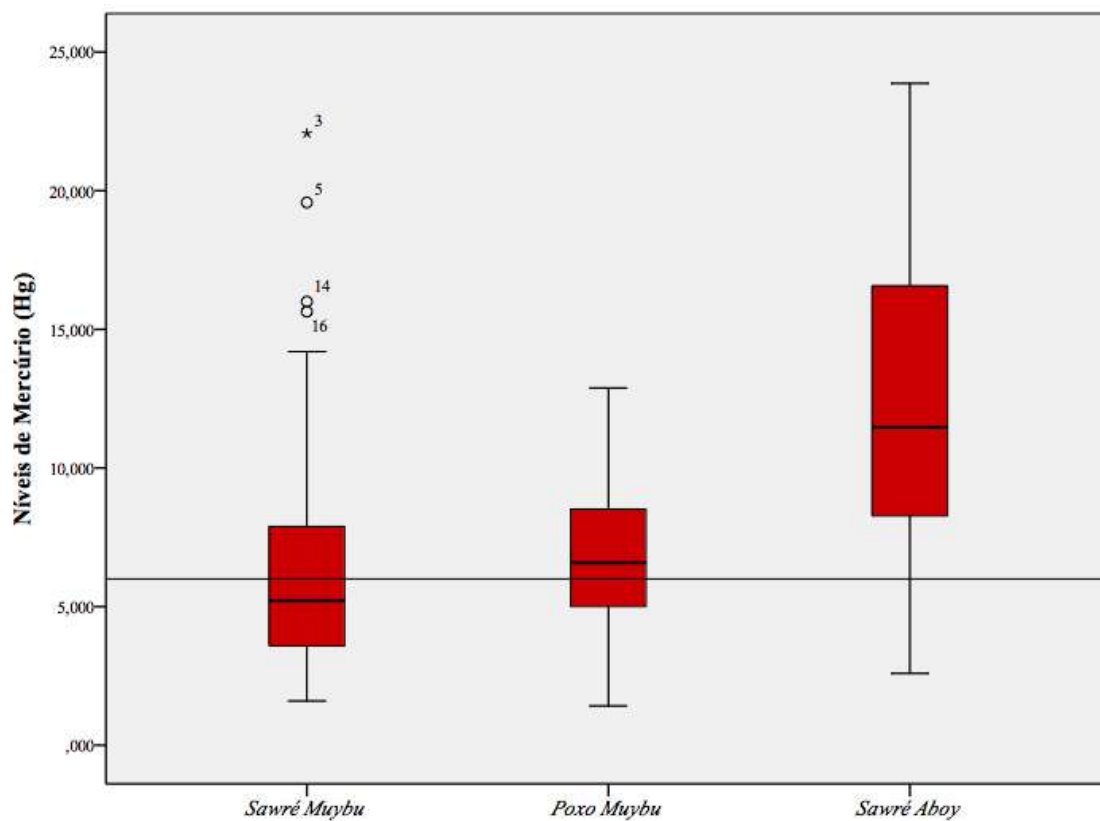
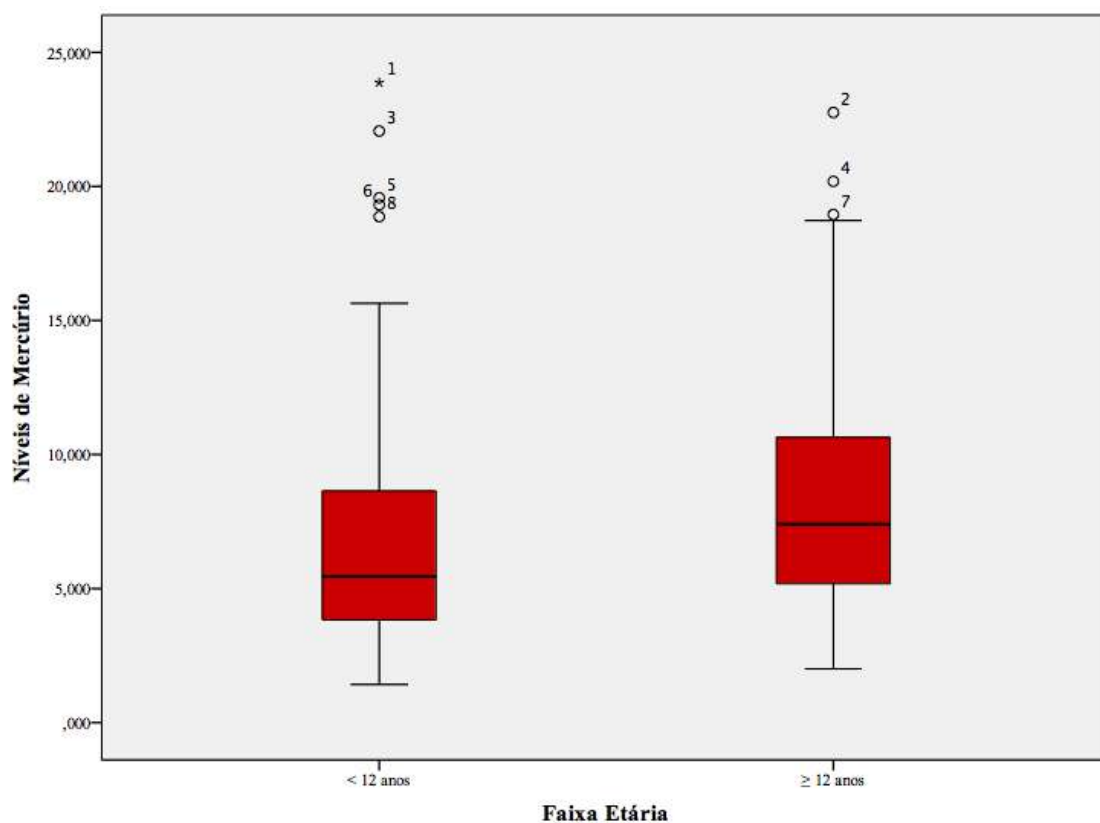


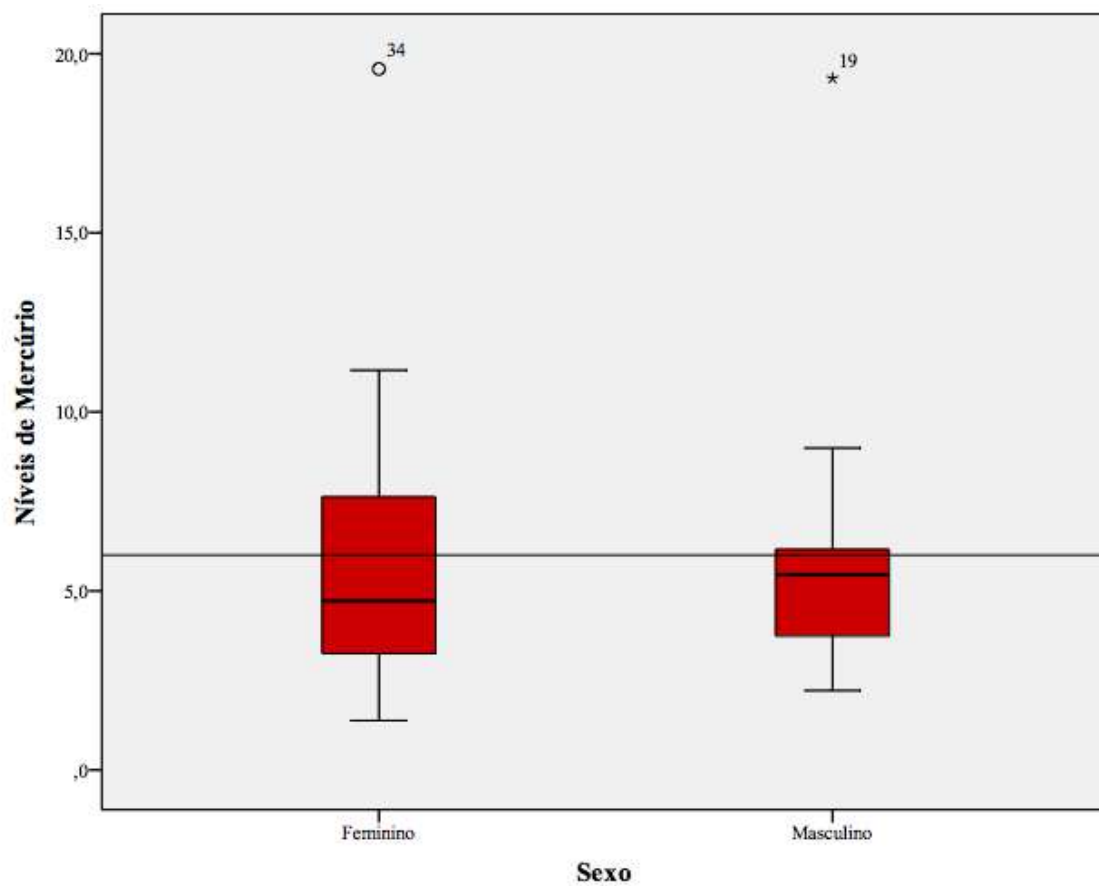
Figura 5- Diagrama de caixas (boxplot) mostrando os níveis de mercúrio (em  $\mu\text{g.g}^{-1}$ ) de todos os participantes, de acordo com as aldeias (Sawré Muybu, Poxo Muybu e Sawré Aboy), estado do Pará, Amazônia, Brasil 2019\*.

\* Teste de Kruskal-Wallis = 42,2 ( $p\text{-valor} < 0,001$ )



*Figura 6-Diagrama de caixas (boxplot) mostrando os níveis de mercúrio (em  $\mu\text{g.g}^{-1}$ ) de todos os participantes, de acordo com a faixa etária, todas as aldeias da Terra Indígena Sawré Muybu, estado do Pará, Amazônia, Brasil 2019\*.*

\* Teste de Kruskal-Wallis = 10,4 (p-valor = 0,001)



*Figura 7-Diagrama de caixa (boxplot) apresentando os níveis de mercúrio entre crianças menores de 5 anos, comparando meninos e meninas, Terra Indígena Sawré Muybu, estado do Pará, Amazônia, Brasil, 2019.*

*Kruskal-Wallis=0,003; p-valor=0,957*

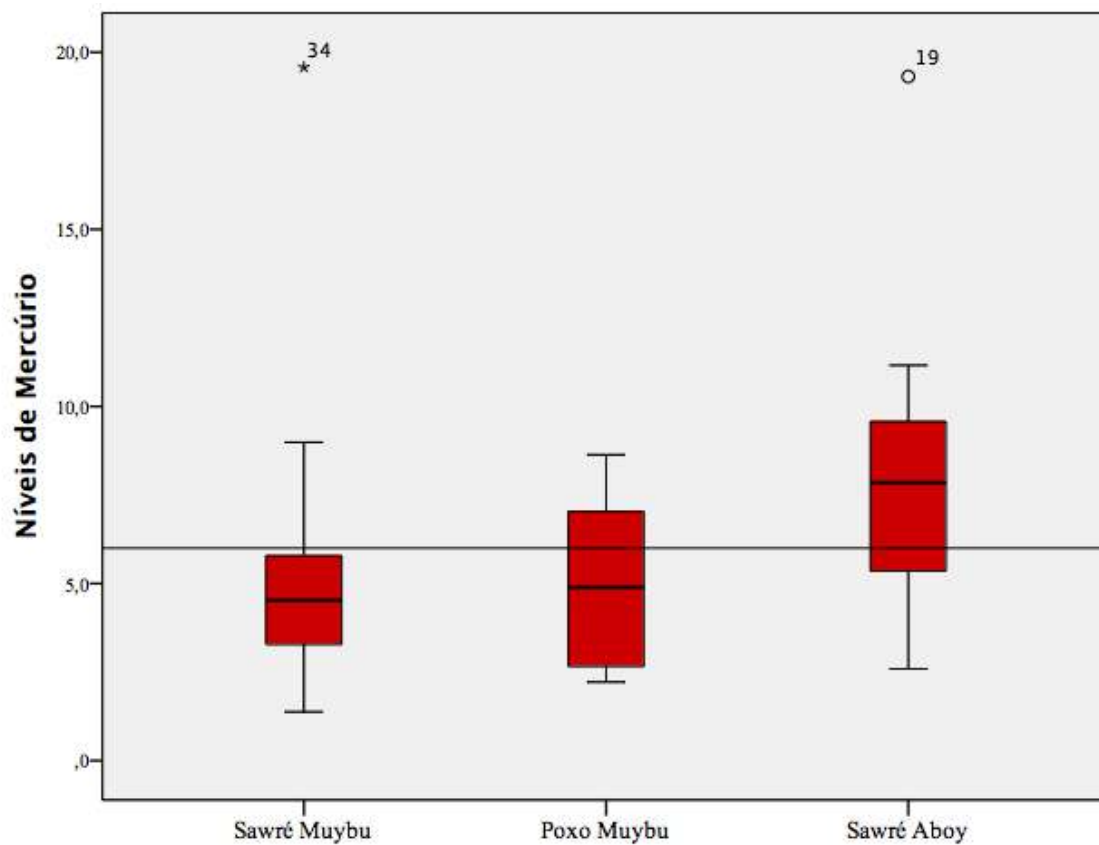


Figura 8-Diagrama de caixa (boxplot) apresentando os níveis de mercúrio entre crianças menores de 5 anos, comparando aldeias estudadas, na Terra Indígena Sawré Muybu, estado do Pará, Amazônia, Brasil, 2019.

Kruskal-Wallis=5,7; p-valor=0,059)



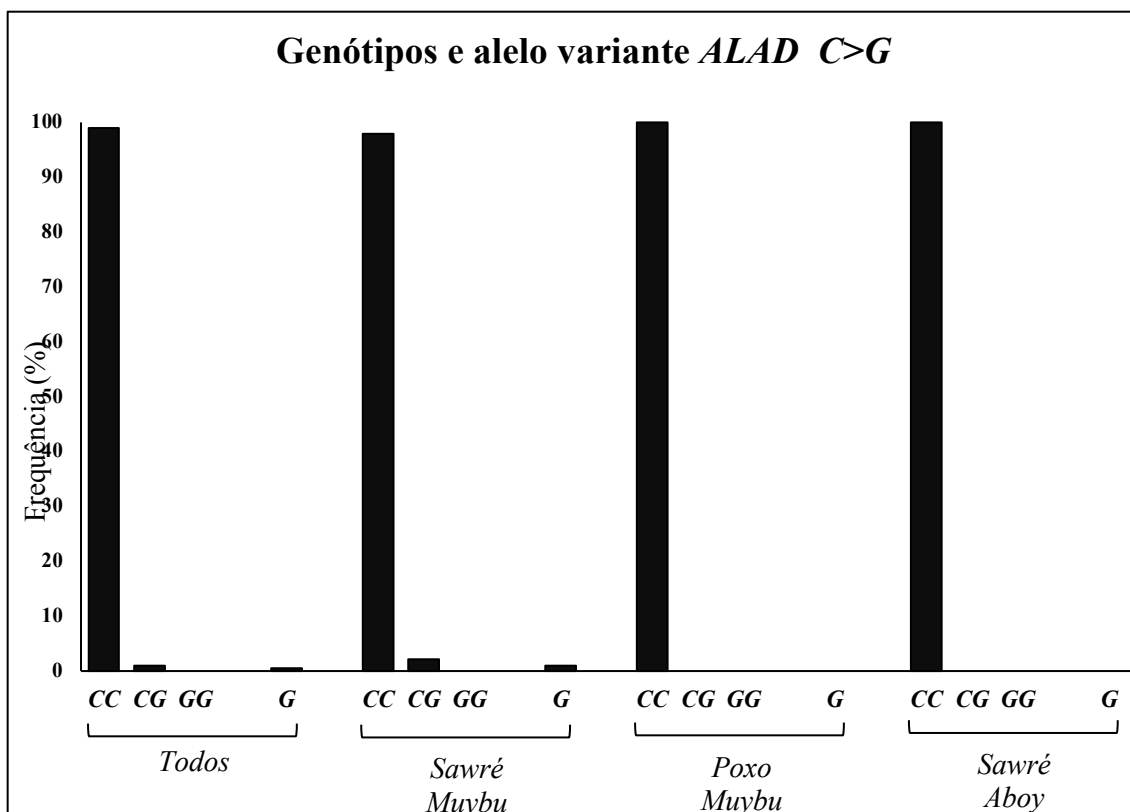
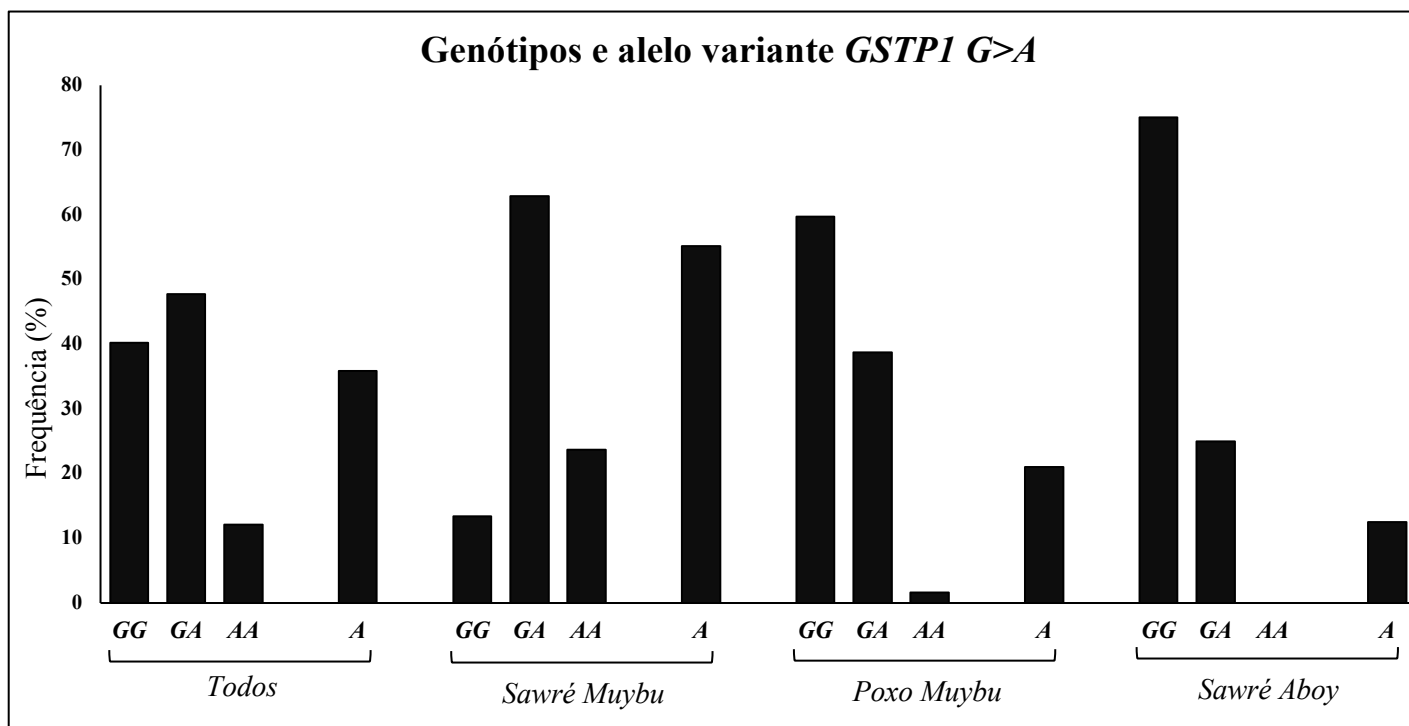
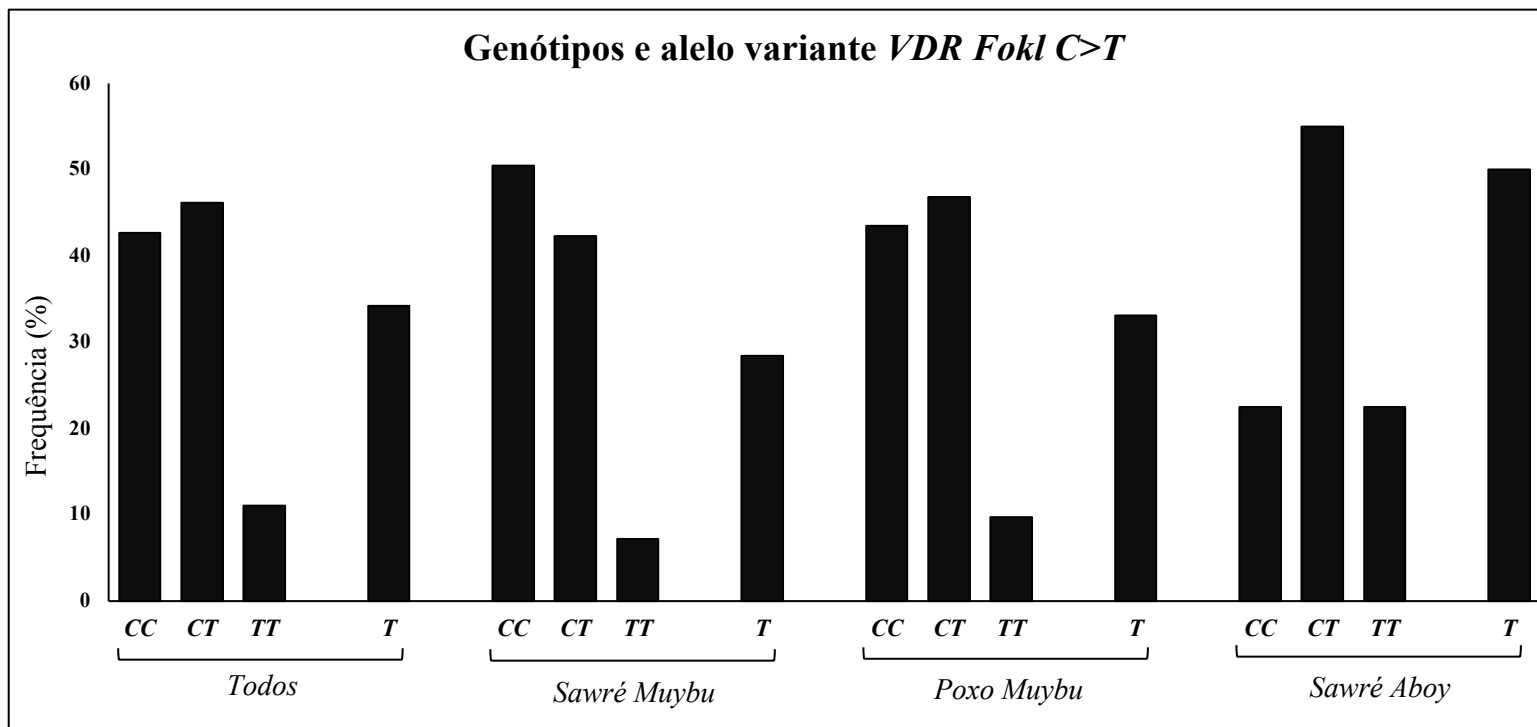


Figura 9-Frequência de genótipos e alelos variantes do gene *ALAD*, dos participantes do estudo, de acordo com as aldeias de residência, Terra Indígena Sawré Muybu, estado do Pará, Amazônia, Brasil, 2019.



*Figura 10-Frequência de genótipos e alelos variantes do gene *GSTP1*, dos participantes do estudo, de acordo com as aldeias de residência, Terra Indígena Sawré Muybu, estado do Pará, Amazônia, Brasil, 2019.*



*Figura 11-Frequência de genótipos e alelos variantes do gene *VDR FokI*, dos participantes do estudo, de acordo com as aldeias de residência, Terra Indígena Sawré Muybu, estado do Pará, Amazônia, Brasil, 2019.*

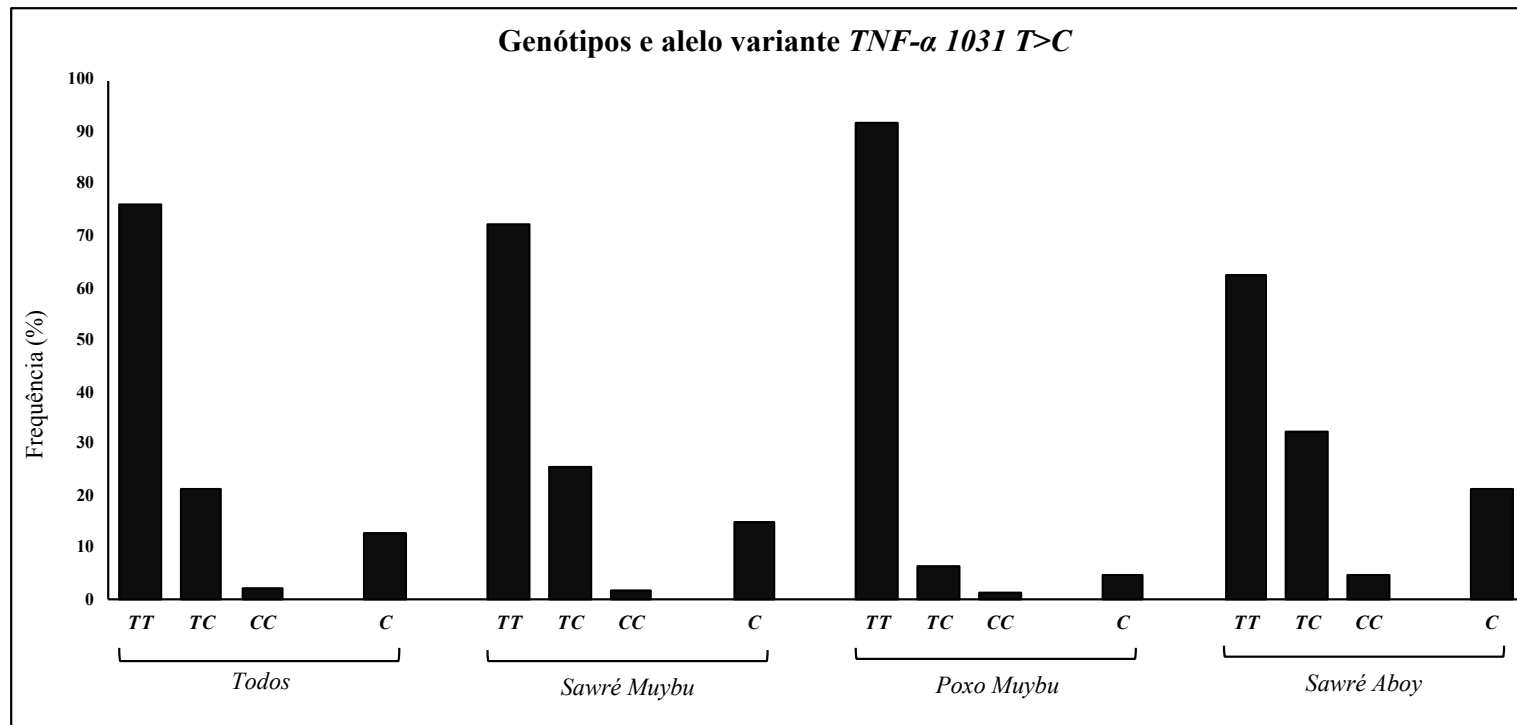


Figura 12-Frequência de genótipos e alelos variantes do gene *TNF-  $\alpha$  1031*, dos participantes do estudo, de acordo com as aldeias de residência, Terra Indígena Sawré Muybu, estado do Pará, Amazônia, Brasil, 2019.

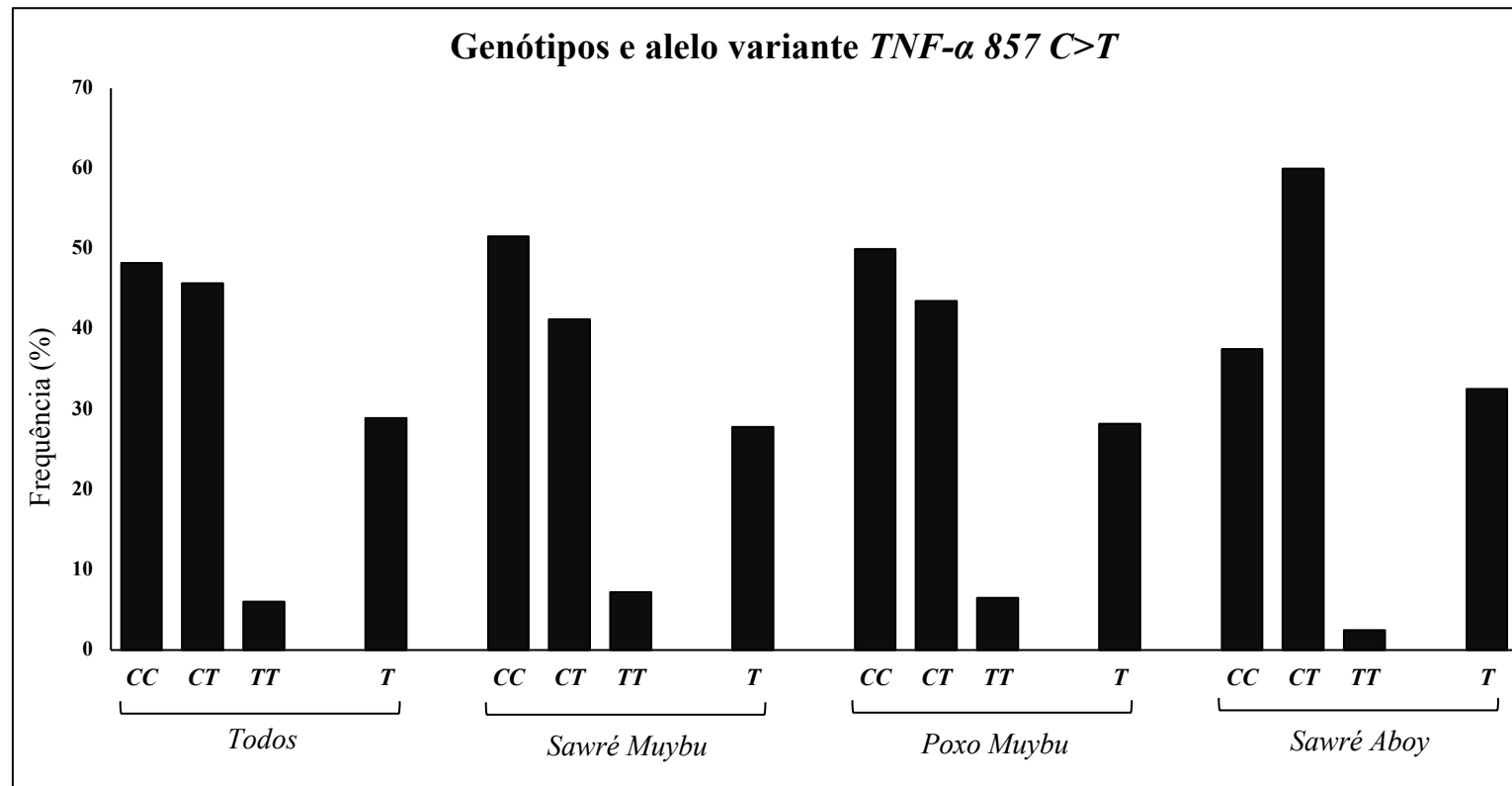


Figura 13-Frequência de genótipos e alelos variantes do gene *TNF- α* 857, dos participantes do estudo, de acordo com as aldeias de residência, Terra Indígena Sawré Muybu, estado do Pará, Amazônia, Brasil, 2019.

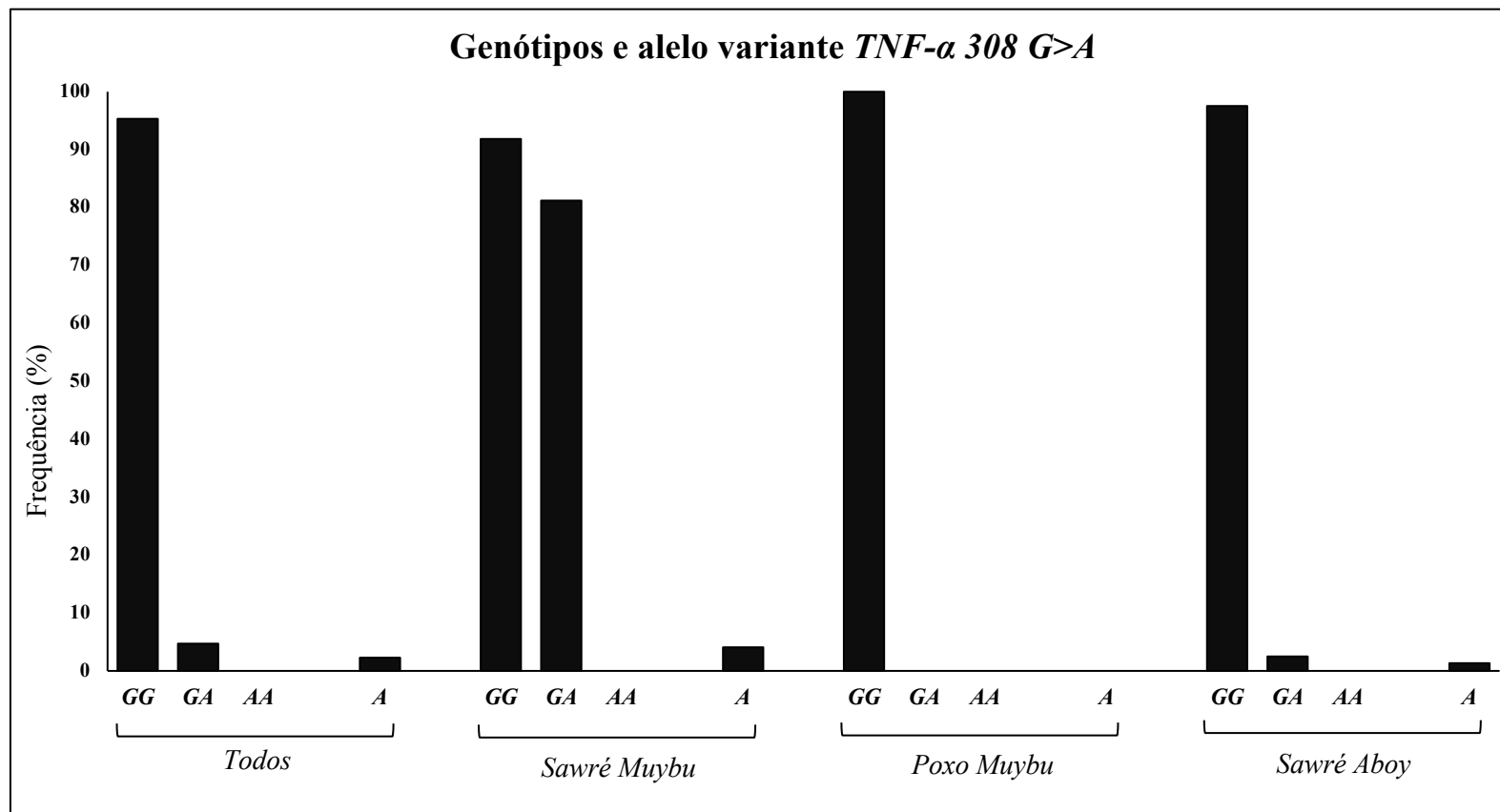
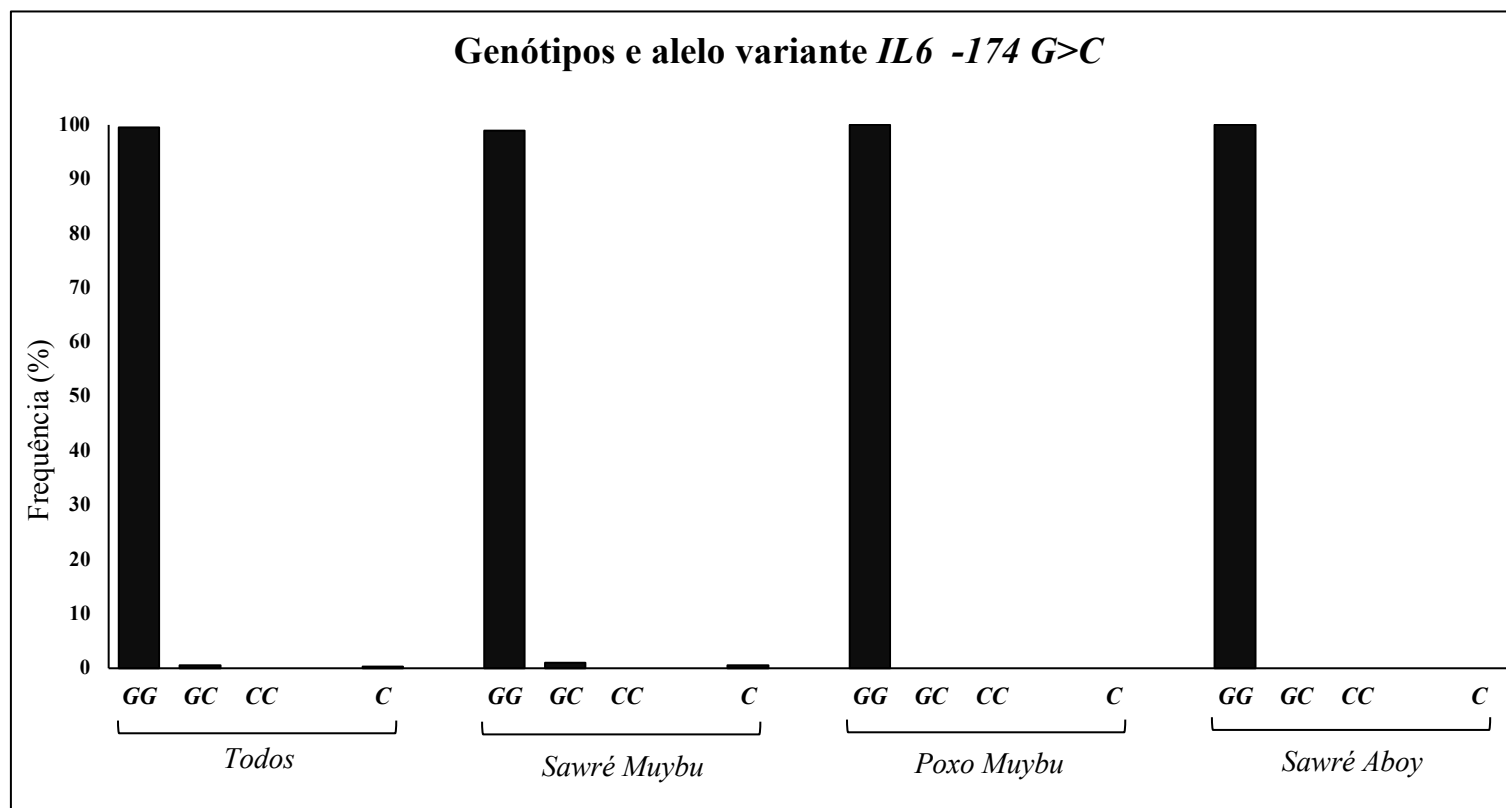
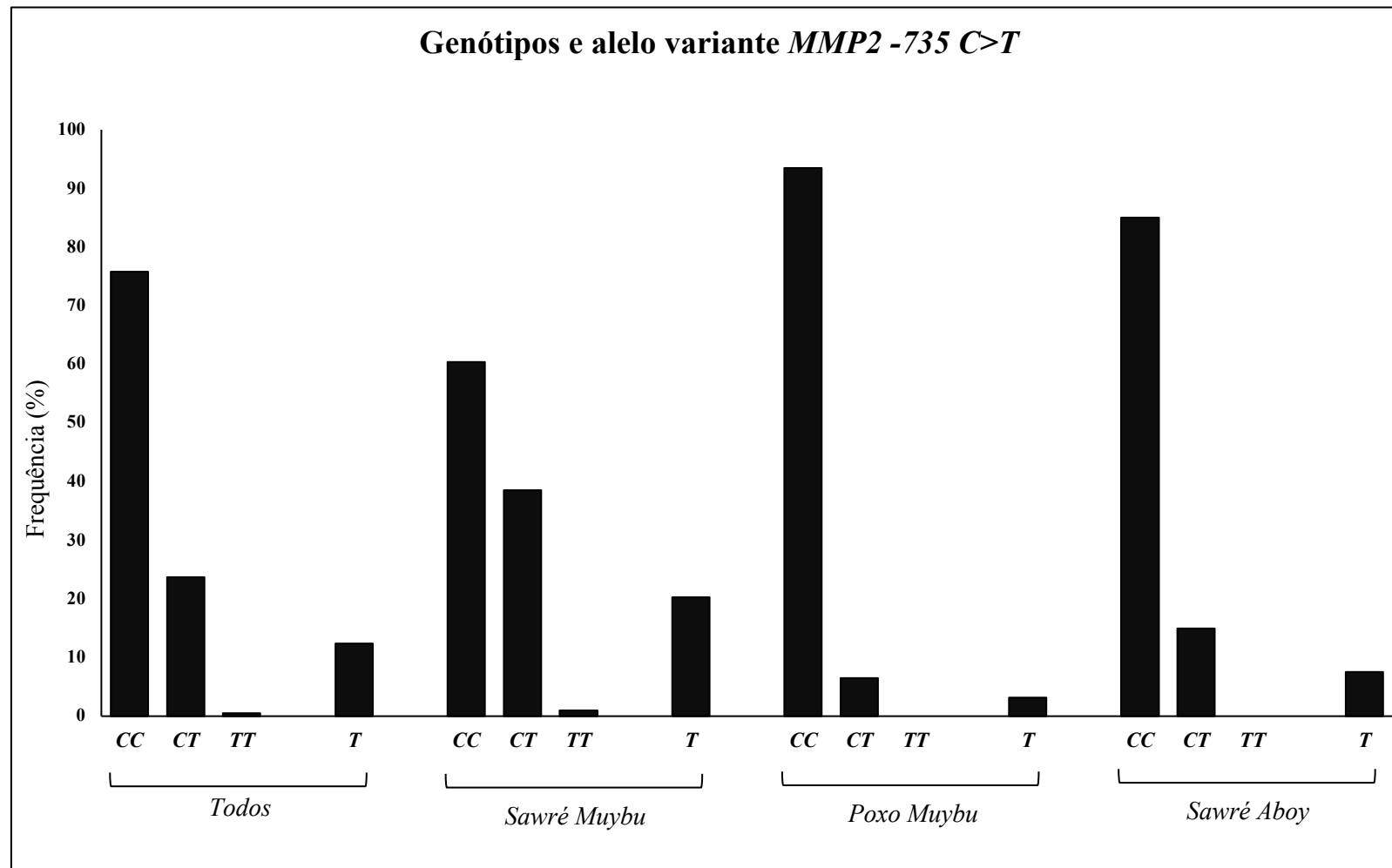


Figura 14-Frequência de genótipos e alelos variantes do gene *TNF-α* 308, dos participantes do estudo, de acordo com as aldeias de residência, Terra Indígena Sawré Muybu, estado do Pará, Amazônia, Brasil, 2019.

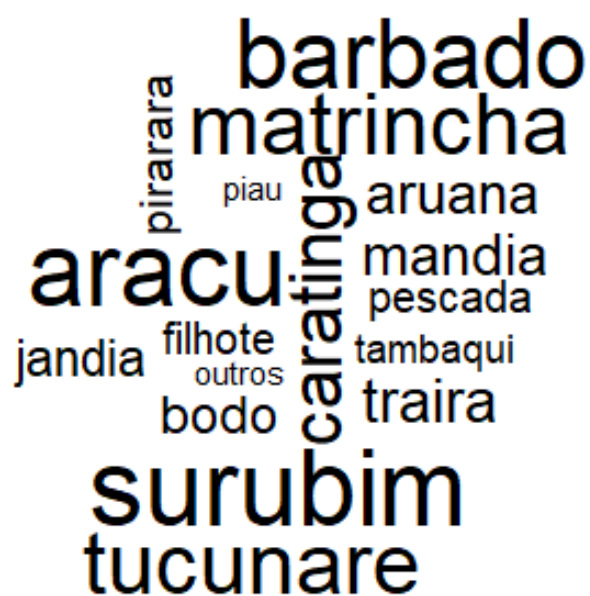


*Figura 15-Frequência de genótipos e alelos variantes do gene *IL6*-174, dos participantes do estudo, de acordo com as aldeias de residência, Terra Indígena Sawré Muybu, estado do Pará, Amazônia, Brasil, 2019.*

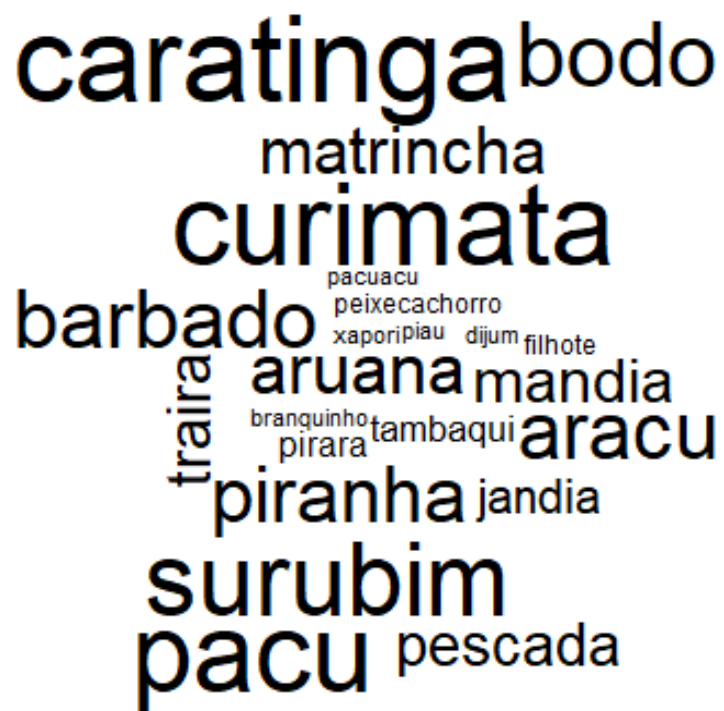


*Figura 16-Frequência de genótipos e alelos variantes do gene *MMP2*-735, dos participantes do estudo, de acordo com as aldeias de residência, Terra Indígena Sawré Muybu, estado do Pará, Amazônia, Brasil, 2019.*





*Figura 17-Peixes mais frequentemente consumidos durante a estação chuvosa, de acordo com o relato dos participantes das aldeias investigadas, estado Pará, Amazônia, Brasil, 2019.*



*Figura 18-Peixes mais frequentemente consumidos durante a estação seca, de acordo com o relato dos participantes das aldeias investigadas, estado Pará, Amazônia, Brasil, 2019.*

## Lista de Tabelas

*Tabela 1: Caracterização demográfica (sexo e faixa etária) dos responsáveis pelos domicílios, tempo de residência na aldeia, número de adultos e número de crianças menores de 5 anos nos domicílios das aldeias Sawré Muybu, Poxo Muybu e Sawré Aboy, estado do Pará, Amazônia, Brasil, 2019.*

<b>Características</b>	<b>Total</b>		<b>Sawré Muybu</b>		<b>Poxo Muybu</b>		<b>Sawré Aboy</b>	
<b>Idade (anos)</b>	31,0		30,0		37,0		39,0	
<b>Mediana (IQR)</b>	(26,5-44,0)		(25,7-41,7)		(34,5-43,0)		(27,0-46,0)	
<b>Sexo</b>	n	%	n	%	n	%	n	%
Masculino	29	82,9	16	80,0	7	87,5	6	85,7
Feminino	6	17,1	4	20,0	1	14,3	1	14,3
<b>Faixa etária</b>								
21 a 39 anos	24	68,6	15	75,0	5	62,5	4	57,1
40 a 59 anos	7	20,0	2	10,0	3	37,5	2	28,6
60+ anos	4	11,4	3	15,0	0	0,0	1	14,3
<b>Tempo na aldeia</b>								
1 a 3 anos	19	54,3	5	25,0	7	87,5	7	100,0
3 a 5 anos	2	5,7	1	5,0	1	12,5	0	0,0
Mais de 5 anos	14	40,0	14	70,0	0	0,0	0	0,0
<b>Número de adultos</b>								
1 a 2	21	60,0	15	75,0	2	25,0	4	57,1
2 a 4	7	20,0	3	15,0	2	25,0	2	28,6
4+	7	20,0	2	10,0	4	50,0	1	14,3
<b>Número de crianças &lt; 5 anos</b>								
Nenhuma	3	8,6	3	15,0	0	0,0	0	0,0
1	6	17,1	3	15,0	2	25,0	1	14,3
2 a 3	17	48,6	9	45,0	3	37,5	5	71,4
4+	9	25,7	5	25,0	3	37,5	1	14,3
<b>Total</b>	<b>35</b>	<b>100,0</b>	<b>20</b>	<b>100,0</b>	<b>8</b>	<b>100,0</b>	<b>7</b>	<b>100,0</b>

*Tabela 2: Caracterização socioeconômica, incluindo renda mensal familiar, recebimento de salário e benefícios sociais, origem da água de consumo, presença de tratamento da água, e informações sobre mudanças climáticas, a partir do relato dos responsáveis pelos domicílios das aldeias Sawré Muybu, Poxo Muybu e Sawré Aboy, estado do Pará, Amazônia, Brasil, 2019.*

<b>Características</b>	<b>Total</b>		<b>Sawré Muybu</b>		<b>Poxo Muybu</b>		<b>Sawré Aboy</b>	
<b>Renda mensal familiar</b> (reais)	1.500		1.450		1.814		1.200	
<b>Mediana (IQR)</b>	(1.025-2.114)		(850-1948)		(1.400-3.715)		(1.040-2.475)	
<b>Recebe salário</b>	n	%	n	%	n	%	n	%
Sim	24	68,6	14	70,0	6	75,0	6	85,7
Não	11	31,4	6	30,0	2	25,0	1	14,3
<b>Recebe benefício</b>								
Sim	24	68,6	12	60,0	6	75,0	6	85,7
Não	11	31,4	8	40,0	2	25,0	1	14,3
<b>Origem água</b>								
Rio/igarapé	32	91,4	17	85,0	8	100,0	7	100,0
Poço artesiano	3	8,6	3	15,0	0	0,0	0	0,0
<b>Tratamento da água</b>								
Sim	11	31,4	6	30,0	1	12,5	4	57,1
Não	24	68,6	14	70,0	7	87,5	3	42,9
<b>Total</b>	<b>35</b>	<b>100,0</b>	<b>20</b>	<b>100,0</b>	<b>8</b>	<b>100,0</b>	<b>7</b>	<b>100,0</b>

*Tabela 3: Caracterização demográfica da população de estudo das aldeias Sawré Muybu, Poxo Muybu e Sawré Aboy, estado do Pará, Amazônia, Brasil, 2019.*

<b>Características</b>	Total		<i>Sawré Muybu</i>		<i>Poxo Muybu</i>		<i>Sawré Aboy</i>	
<b>Idade (anos)</b>	14,0		15,5		13,0		15,5	
<b>Mediana (IQR)</b>	(6,0-25,0)		(6,0-26,8)		(6,0-21,8)		(6,8-23,3)	
<b>Sexo</b>	n	%	n	%	n	%	n	%
Masculino	91	45,5	40	42,6	30	45,5	21	52,5
Feminino	109	54,5	54	57,4	36	54,5	19	47,5
<b>Faixa etária</b>								
Menor 15 anos	104	52,0	46	48,9	39	59,1	19	57,1
15 a 19 anos	23	11,5	6	6,4	8	12,1	9	22,5
20 a 29 anos	39	19,5	26	27,7	8	12,1	5	21,5
30 a 44 anos	20	10,0	8	8,5	7	10,6	5	12,5
45+ anos	14	7,0	8	8,5	4	6,1	2	5,0
<b>Estado civil</b>								
Solteiro	30	15,0	6	6,4	15	22,7	9	22,5
União Estável	78	39,0	39	41,5	23	34,8	16	40,0
Viúvo	6	3,0	4	4,3	1	1,5	1	2,5
Não se aplica	86	43,0	45	47,9	27	40,9	14	35,0
<b>Escolaridade</b>								
Nenhuma	4	2,0	2	2,2	1	1,6	1	2,6
Até 4 anos	54	27,0	30	33,0	13	21,0	11	28,9
5 a 8 anos	56	28,0	26	28,6	18	29,0	12	31,6
Mais 8 anos	49	24,5	19	20,9	21	33,9	9	23,7
Não se aplica	28	14,0	14	15,4	9	14,5	5	13,2
<b>Total</b>	200	100,0	94	100,0	66	100,0	40	100,0

*Tabela 4: Caracterização das principais atividades laborais realizadas pela população de estudo das aldeias Sawré Muybu, Poxo Muybu e Sawré Aboy, estado do Pará, Amazônia, Brasil, 2019.*

<b>Atividades</b>	<b>Total</b>		<i>Sawré Muybu</i>		<i>Poxo Muybu</i>		<i>Sawré Aboy</i>	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Agricultor	46	22,0	14	18,2	20	23,2	12	25,0
Do lar	45	21,5	20	26,0	16	18,6	9	18,8
Estudante	41	19,6	9	11,7	23	26,7	9	18,8
Pescador	22	10,5	7	9,1	9	10,4	6	12,5
Professor	13	6,2	6	7,7	5	5,9	2	4,1
Extrativista	11	5,3	6	7,7	5	5,9	2	4,1
Pedreiro	6	2,9	5	6,4	1	1,2	0	0,0
Desempregado	1	0,4	0	0,0	0	0,0	1	2,0
Outras	24	11,5	10	12,9	7	8,1	7	14,5
<b>Total</b>	209	100,0	77	100,0	86	100,0	48	100,0

*Tabela 5: Morbidade autorreferida pelos participantes, nos 30 dias que antecederam as entrevistas, nas aldeias Sawré Muybu, Poxo Muybu e Sawré Aboy, estado do Pará, Amazônia, Brasil, 2019.*

<b>Atividades</b>	<b>Total</b>		<b>Sawré Muybu</b>		<b>Poxo Muybu</b>		<b>Sawré Aboy</b>	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Gripe/resfriado	52	44,8	25	43,1	16	51,6	11	40,7
Febre	20	17,2	9	15,5	6	19,3	5	18,5
Diarreia	14	12,0	8	13,8	2	6,4	4	14,8
Cefaleia	5	4,3	1	1,7	2	6,4	2	7,4
Doença estomacal	3	2,6	2	3,5	1	3,2	0	0,0
Infecção urinária	1	0,9	1	1,7	0	0,0	0	0,0
Asma	1	0,9	1	1,7	0	0,0	0	0,0
Reumatismo	1	0,9	1	1,7	0	0,0	0	0,0
Infecção garganta	1	0,9	1	1,7	0	0,0	0	0,0
Otite	1	0,9	1	1,7	0	0,0	0	0,0
Outras	17	14,6	8	13,8	4	12,9	5	18,5
<b>Total</b>	116	100,0	58	100,0	31	100,0	27	100,0

Tabela 6: Dados clínicos, incluindo faixa etária, pressão arterial (PA), dosagem de hemoglobina (Hb) e índice de massa corporal (IMC) e média de massa corporal (kg), dos participantes maiores de 12 anos, das aldeias investigadas, estado do Pará, Amazônia, Brasil, 2019.

	Aldeias							
	Sawré Muybu		Poxo Muybu		Sawré Aboy		Total	
Faixa Etária	n	%	n	%	n	%	n	%
12  -- 20	13	23,6	18	47,4	13	52,0	44	37,3
20  -- 40	34	61,8	14	36,8	8	32,0	56	47,5
40 e +	8	14,5	6	15,8	4	16,0	18	15,3
Total	55		38		25		118	
Pressão Arterial								
PA normal	53	96,4	33	89,2	24	96,0	110	94,0
HAS*	2	3,6	4	10,8	1	4,0	7	6,0
Total	55		37		25		117	
Hemoglobina								
Sem Anemia	49	89,1	29	78,4	16	64,0	94	80,3
Anemia**	6	17,6	8	36,4	9	52,9	23	31,5
Total	55		37		25		117	
IMC								
< 18,5	1	1,9	2	5,4	1	4,2	4	3,5
18,5  -- 24,9	34	63,0	22	59,5	17	70,8	73	63,5
25,0  -- 29,9	18	33,3	11	29,7	5	20,8	34	29,6
>= 30,0	1	1,9	2	5,4	1	4,2	4	3,5
Total	54		37		24		115	
Média de massa corporal (kg)	Média	Desv. Padrão	Média	Desv. Padrão	Média	Desv. Padrão	Média	Desv. Padrão
Homens	58,7	7,8	54,3	11,6	54,9	7,6	56,5	9,2



Mulheres	50,2	8,9	53,1	9,6	45,2	8,2	50,2	9,3
<b>Total Geral</b>	54,3	9,4	53,7	10,5	50,6	9,1	53,3	9,7

\* Hipertensão Arterial Sistêmica com níveis de pressão arterial sistólica acima de 140 mmHg e pressão arterial diastólica acima de 90 mmHg

\*\* Níveis de hemoglobina abaixo 12g/dL para mulheres e abaixo de 13g/dL para homens.

*Tabela 7: Principais alterações observadas no exame clínico-neurológico, em participantes maiores que 12 anos, nas aldeias Munduruku Sawré Muybu; Poxo Muybu e Sawré Aboy, Estado do Pará, Amazônia, Brasil 2019.*

	Aldeias								
Avaliação Neurológica	Sawré Muybu		Poxo Muybu		Sawré Aboy		Total		
Amiotrofia de Artelhos	n	%	n	%	n	%	n	%	p-valor
Ausente	49	96,1	34	91,9	23	100,0	106	95,5	0,326
Presente	2	3,9	3	8,1	0	0,0	5	4,5	
Total	51		37		23		11		
Reflexo Aquileu Profundo									
Normal	33	75,0	36	97,3	17	73,9	86	82,7	0,014
Alterado	11	25,0	1	2,7	6	26,1	18	17,3	
Total	44		37		23		104		
Déficit de Noscicepção Distal									
Ausente	35	81,4	36	100,0	18	78,3	89	87,3	0,016
Presente	8	18,6	0	0,0	5	21,7	13	12,7	
Total	43		36		23		102		
Déficit de Sensibilidade Térmica Distal									
Ausente	32	72,7	36	100,0	17	73,9	85	82,5	0,003
Presente	12	27,3	0	0,0	6	26,1	18	17,5	
Total	44		36		23		103		
Déficit de Sensibilidade Profunda Distal									
Ausente	39	88,6	35	97,2	18	78,3	92	89,3	0,070
Presente	5	11,4	1	2,8	5	21,7	11	10,7	
Total	44		36		23		103		
Presença de Polineuropatia									

Não	45	88,2	37	100,0	19	82,6	101	91,0	<b>0,047</b>
Sim	6	<b>11,8</b>	0	0,0	4	<b>17,4</b>	10	<b>9,0</b>	
Total	51		37		23		111		
<b>Neuropatia Distal (Burden)</b>									
Ausente	29	56,9	33	89,2	13	56,5	75	67,6	<b>0,003</b>
Presente	22	<b>43,1</b>	4	<b>10,8</b>	10	<b>43,5</b>	36	<b>32,4</b>	
Total	51		37		23		111		
<b>Hipoestesia Distal</b>									
Ausente	36	70,6	37	100,0	17	73,9	90	81,1	<b>0,001</b>
Presente	15	<b>29,4</b>	0	0,0	6	<b>26,1</b>	21	<b>18,9</b>	
<b>Total</b>	<b>51</b>		<b>37</b>		<b>23</b>		<b>111</b>		

*Tabela 8: Características clínicas (sexo, idade, indicadores nutricionais, níveis de hemoglobina e níveis de mercúrio) das crianças que apresentaram problemas no teste Denver II, Terra Indígena Sawré Muybu, estado do Pará, Amazônia, Brasil, 2019.*

<b>Componentes do Teste Denver</b>	<b>Aldeia</b>	<b>Sexo</b>	<b>Idade</b>	<b>P/I*</b>	<b>E/I**</b>	<b>Hb†</b>	<b>Hg‡</b>
Linguagem	<i>Sawré Muybu</i>	Fem	10 meses	1,16	0,15	12,0	2,4
Linguagem	<i>Sawré Aboy</i>	Masc	11 meses	0,35	-0,95	10,7	2,6
Motricidade Ampla	<i>Sawré Muybu</i>	Fem	11 meses	0,29	-2,37	10,7	19,6
Linguagem	<i>Sawré Muybu</i>	Fem	3 anos	-0,90	-1,64	13,3	3,8
Linguagem	<i>Sawré Muybu</i>	Fem	3 anos	0,18	-1,97	11,6	6,9
Linguagem	<i>Sawré Aboy</i>	Masc	4 anos	-0,20	-1,64	12,1	8,7
Linguagem	<i>Sawré Aboy</i>	Fem	4 anos	-0,77	-2,58	10,9	11,2
Linguagem e Motricidade Fina	<i>Sawré Muybu</i>	Fem	4 anos	0,09	-3,02	12,4	4,6
Linguagem, Motricidade Fina e Motricidade Ampla	<i>Poxo Muybu</i>	Masc	5 anos	--	--	11,8	6,2

\* Indicador de peso para idade

\*\* Indicador de estatura para idade

† Níveis de hemoglobina em g/dL

‡ Níveis de mercúrio no cabelo em  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  (média =  $7,3\pm 5,1 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ; mediana=6,2  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ )

*Tabela 9: Indicadores nutricionais de estatura para idade (E/I), peso para idade (P/I), peso para estatura (P/E), níveis de hemoglobina (g/dL) e níveis de mercúrio ( $\mu\text{g.g}^{-1}$ ), nas crianças menores de 5 anos, Terra Indígena Sawré Muybu, estado do Pará, Amazônia, Brasil, 2019.*

	E/I			P/I			P/E (IMC-idade)			Anemia (Hb)*			Nível de Mercúrio		
Faixa etária (meses)	Escores-Z < -2,0			Escores-Z < -2,0			Escores-Z > +1,0			< 11,0 g/dL			$\geq 6 \mu\text{g.g}^{-1}$		
Todas as aldeias	n	N	%	n	N	%	n	N	%	n	N	%	n	N	%
0,1 a 5,9	0	4	0,0	0	4	0,0	0	4	0,0	--	--	--	0	4	0,0
6,0 a 11,9	2	9	22,2	1	9	11,1	3	9	33,3	6	9	66,7	1	8	12,5
12,0 a 23,9	2	4	50,0	0	4	0,0	0	4	0,0	0	4	0,0	2	4	50,0
24,0 a 35,9	0	2	0,0	0	2	0,0	1	2	50,0	0	2	0,0	1	2	50,0
36,0 a 59,9	7	23	30,4	2	23	8,7	3	23	13,0	2	23	8,7	11	23	47,8
<b>Total</b>	<b>11</b>	<b>42</b>	<b>26,2</b>	<b>3</b>	<b>42</b>	<b>7,1</b>	<b>7</b>	<b>42</b>	<b>16,7</b>	<b>8</b>	<b>38</b>	<b>21,1</b>	<b>15</b>	<b>41</b>	<b>36,6</b>

\* Níveis de hemoglobina inferiores a 11,0 g/dl foram considerados como indicativos de anemia

*Tabela 10: Níveis de mercúrio (média, desvio padrão, mediana, mínimo, máximo e prevalência %), de acordo com aldeias de residência (Sawré Muybu, Poxo Muybu, Sawré Aboy), segundo faixa etária e sexo, Terra Indígena Sawré Muybu, estado do Pará, Amazônia, Brasil, 2019.*

Aldeia	Níveis de Mercúrio						
	n	Média	Desvio Padrão	Mediana	Mínimo	Máximo	≥ 6µg.g <sup>-1</sup>
<b><i>Sawré Muybu</i></b>							
Crianças < 12 anos	38	5,9	4,7	4,3	1,6	22,1	28,9 %
Adultos ≥ 12 anos							
Masculino	24	7,3	3,2	6,9	2,6	16,0	66,7%
Feminino	29	6,3	3,5	4,7	2,0	14,1	41,4%
<b>Total</b>	<b>91</b>	<b>6,4</b>	<b>4,0</b>	<b>5,2</b>	<b>1,6</b>	<b>22,1</b>	<b>42,9%</b>
<b><i>Poxo Muybu</i></b>							
Crianças < 12 anos	28	5,9	2,6	5,8	1,4	11,8	46,4%
Adultos ≥ 12 anos							
Masculino	18	7,1	2,3	7,3	2,8	11,9	61,1%
Feminino	20	7,6	2,2	7,3	4,2	12,9	80,0%
<b>Total</b>	<b>66</b>	<b>6,8</b>	<b>2,5</b>	<b>6,6</b>	<b>1,4</b>	<b>12,9</b>	<b>60,6%</b>
<b><i>Sawré Aboy</i></b>							
Crianças < 12 anos	15	11,0	5,7	10,1	2,6	23,9	80,0%
Adultos ≥ 12 anos							
Masculino	14	13,6	5,4	14,2	4,8	22,8	92,9%
Feminino	11	12,1	4,1	11,9	5,0	20,2	90,9%
<b>Total</b>	<b>40</b>	<b>12,2</b>	<b>5,3</b>	<b>11,5</b>	<b>2,6</b>	<b>23,9</b>	<b>87,5%</b>
<b><i>Todas as aldeias</i></b>							
Crianças < 12 anos	81	6,9	4,8	5,5	1,4	23,9	44,4%

Adultos $\geq$ 12 anos							
Masculino	56	8,8	4,6	7,5	2,6	22,8	71,4%
Feminino	60	7,8	3,8	7,3	2,0	20,2	63,3%
<b>Total</b>	197	7,7	4,5	6,6	1,4	23,9	57,9%

*Tabela 11: Principais alterações observadas no exame clínico-neurológico, em participantes  $\geq 12$  anos, em comparação aos níveis de mercúrio (considerando o ponto de corte de 6  $\mu\text{g.g-1}$ ) nas aldeias Munduruku Sawré Muybu; Poxo Muybu e Sawré Aboy, Estado do Pará, Amazônia, Brasil 2019.*

		Aldeias							
Nível de Mercúrio	Reflexo Aquileu Profundo	<i>Sawré Muybu</i>		<i>Poxo Muybu</i>		<i>Sawré Aboy</i>		Total	p-valor*
< 6 µg.g-1	Alterado	6	31,6	1	10,0	0	0,0	7	0,364
	Total	19		10		1		30	
≥ 6 µg.g-1	Alterado	5	20,8	0	0,0	6	27,3	11	0,019
	Total	24		27		22		73	
Total	Alterado	11	25,6	1	2,7	6	26,1	18	<b>0,013</b>
	Total	43		37		23		103	
Déficit de Nosceção Distal									
< 6 µg.g-1	Alterado	5	26,3	0	0,0	1	100,0	6	0,031
	Total	19		10		1		30	
≥ 6 µg.g-1	Alterado	3	13,0	0	0,0	4	18,2	7	0,090
	Total	23		26		22		71	
Total	Alterado	8	19,0	0	0,0	5	21,7	13	0,015
	Total	42		36		23		101	
Déficit de Sensibilidade Térmica Distal									
< 6 µg.g-1	Alterado	6	31,6	0	0,0	1	100,0	7	0,029
	Total	19		10		1		30	
≥ 6 µg.g-1	Alterado	6	25,0	0	0,0	5	22,7	11	0,025
	Total	24		26		22		72	



Total	Alterado	12	27,9	0	0,0	6	26,1	18	0,003
	Total	43		36		23		104	
<b>Déficit de Sensibilidade Profunda Distal</b>									
< 6 µg.g-1	Alterado	4	21,1	0	0,0	1	100,0	5	0,138
	Total	19		10		1		31	
≥ 6 µg.g-1	Alterado	1	4,2	1	3,8	4	18,2	6	0,134
	Total	24		26		22		73	
Total	Alterado	5	11,6	1	2,8	5	21,7	11	<b>0,071</b>
	Total	43		36		23		104	
<b>Amiotrofia de Artelhos</b>									
< 6 µg.g-1	Alterado	1	4,5	1	10,0	0	0,0	2	0,808
	Total	22		10		1		34	
≥ 6 µg.g-1	Alterado	1	3,6	3	7,4	0	0,0	3	0,409
	Total	28		27		22		77	
Total	Alterado	2	4,0	3	8,1	0	0,0	5	0,331
	Total	50		38		23		110	
<b>Neuropatia Distal (Burden)</b>									
< 6 µg.g-1	Presente	11	50,0	1	10,0	1	100,0	13	0,045
	Total	22		10		1		33	
≥ 6 µg.g-1	Presente	11	39,3	3	11,1	9	40,9	23	0,030
	Total	28		27		22		77	
Total	Presente	22	44,0	4	10,8	10	43,5	36	<b>0,002</b>
	Total	50		37		23		110	
<b>Polineuropatia</b>									
< 6 µg.g-1	Sim	4	18,2	0	0,0	0	0,0	4	0,320
	Total	22		10		1		33	

≥ 6 µg.g-1	Sim	2	7,1	0	0,0	4	18,2	6	0,061
	Total	28		27		22		77	
Total	Sim	6	12,0	0	0,0	4	17,4	10	0,047
	Total	50		37		23		110	
<b>Hipoestesia Distal</b>									
< 6 µg.g-1	Presente	8	36,4	0	0,0	1	100,0	9	0,026
	Total	22		10		1		33	
≥ 6 µg.g-1	Presente	7	25,0	0	0,0	5	22,7	12	0,021
	Total	28		27		22		77	
Total	Presente	15	30,0	0	0,0	6	26,1	21	0,001
	<b>Total</b>	50		37		23		110	

\* Teste qui-quadrado de Pearson

*Tabela 12: Prevalência de concentração de mercúrio, considerando níveis acima de  $6,0 \mu\text{g.g}^{-1}$  e Razão de Prevalência (RP) para fornecer evidências acerca da proximidade com os garimpos e a contaminação humana por mercúrio, Terra Indígena Sawré Muybu, estado do Pará, Amazônia, Brasil, 2019.*

$\geq 6,0 \mu\text{g.g}^{-1}$					
Aldeias	n	N	Prevalência	RP*	IC 95%**
Sawré Aboy	35	40	87,5	2,042	1,57-2,66
Poxo Muybu	40	66	60,6	1,414	1,04-1,92
Sawré Muybu	39	91	42,9		
<b>Total</b>	<b>114</b>	<b>197</b>	<b>57,9</b>		

\* Razão de Prevalência \*\* Intervalo de Confiança 95%

*Tabela 13: Comparação dos níveis medianos de mercúrio em função da presença ou ausência do alelo mutante, nos participantes da Terra Indígena Sawré Muybu, estado do Pará, Amazônia, Brasil, 2019.*

Polimorfismo	$\chi^2$	<i>p</i> -valor*
MMP2 -735 C>T	0,707	0,403
TNF- $\alpha$ 857C>T	0,772	0,3795
TNF- $\alpha$ 1031T>C	0,889	0,3458
VDR C>T	4,073	<b>0,0436</b>
GSTP1 A>G	5,299	<b>0,0213</b>

\* Teste de *Kruskal-Wallis*

Tabela 14: Espécies de peixes amostrados, indicando o nome científico, nome popular, número de indivíduos e amostras de tecidos coletadas, variação no tamanho dos peixes coletados, nível trófico de cada espécie, e níveis de mercúrio (média, desvio-padrão, mínimo e máximo), Terra Indígena Sawré Muybu, estado do Pará, Amazônia, Brasil, 2019.

Espécie	Nome Popular	Nº de Indivíduos coletados	Nº de amostras de tecidos	Variação no tamanho dos peixes (cm)	Nível Trófico	Média (Desvio Padrão)	Mínimo Máximo
<i>Serrasalmus rhombeus</i>	Piranha Preta	6	30	17 – 34,5	Piscívoro	0,71 (±0,61)	0,33-1,95
<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i>	Surubim	6	30	23,8 - 45	Piscívoro	0,24 (±0,15)	0,13-0,45
<i>Pinirampus pirinampu</i>	Barbado	8	40	17,3 - 42	Piscívoro	0,49 (±0,14)	0,31-0,75
<i>Cichla ocellaris</i>	Tucunaré	6	30	25 - 29	Piscívoro	0,33 (±0,06)	0,22-0,41
<i>Rhaphiodon vulpinus</i>	Peixe Cachorro	2	10	39 - 41	Piscívoro	0,66 (±0,48)	0,32-1,00
<i>Ageneiosus inermis</i>	Mandubé	1	5	33	Piscívoro	0,6	
<i>Pachyurus junki</i>	Corvina	1	5	20,5	Piscívoro	0,14	
<i>Geophagus proximus</i>	Caratinga	10	50	10,4 - 18,5	Onívoro	0,07 (±0,03)	0,03-0,10
<i>Pimelodus blochii</i>	Mandii	7	35	14,5 - 17,3	Onívoro	0,20 (±0,05)	0,13-0,28
<i>Leporinus fasciatus</i>	Aracu Flamengo	5	25	17,7 - 23,3	Onívoro	0,09 (±0,02)	0,05-0,11
<i>Caenotropus labyrinthicus</i>	João Duro	6	30	13,7 - 14,8	Onívoro	0,28 (±0,07)	0,17-0,39
<i>Hemiodus unimaculatus</i>	Charuto	1	5	17,5	Onívoro	0,02	
<i>Schizodon vittatum</i>	Aracu	4	20	21,3 - 27,3	Herbívoro	0,03 (±0,01)	0,02-0,04
<i>Myleus rubripinnis</i>	Pacu Branco	6	30	12,5 - 16	Herbívoro	0,02 (±0,03)	0,01-0,07
<i>Myloplus rubripinnis</i>	Pacu	1	5	20,5	Herbívoro	0,01	
<i>Semaprochilodus insignis</i>	Jaraqui Escama Grossa	6	30	21 - 23,5	Detritívoro	0,11 (±0,05)	0,05-0,16
<i>Prochilodus nigricans</i>	Curimatá	6	30	20,5 - 24	Detritívoro	0,07 (±0,02)	0,04-0,10
<i>Curimata sp.</i>	Branquinha	6	30	12,7 - 14	Detritívoro	0,09 (±0,03)	0,06-0,13

*Tabela 15: Espécies de peixes amostrados, de acordo com nível trófico, e níveis de mercúrio (média, desvio-padrão, mediana, mínimo e máximo), Terra Indígena Sawré Muybu, estado do Pará, Amazônia, Brasil, 2019.*

Nível Trófico	Níveis de Mercúrio					
	n	média	desvio padrão	mediana	mínimo	máximo
Não piscívoros	57	0,10	0,09	0,08	0,01	0,39
Piscívoros	31	0,44	0,34	0,41	0,07	1,95
Total	88	0,22	0,27	0,13	0,00	1,95

*Kruskal-Wallis=44,95; p-valor<0,001*

*Tabela 16: Dose de mercúrio (Hg) ingerida diariamente em homens e mulheres adultos e em crianças de até 5 anos, Terra Indígena Sawré Muybu, estado do Pará, Amazônia, Brasil, 2019.*

	Dose $\mu\text{g Hg} / \text{kg} / \text{dia}$				
	<i>Serrasalmus rhombeus</i>	<i>Rafhiodon vulpinus</i>	<i>Pinirampus pirinampu</i>	<i>Cichla ocellaris</i>	<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i>
Adultos					
Feminino <sup>a</sup>	1,4	1,31	0,97	0,65	0,47
Masculino <sup>b</sup>	1,2	1,1	0,86	0,58	0,42
Crianças até 5 anos <sup>c</sup>	1,8	1,68	1,25	0,84	0,61

<sup>a</sup> Peso médio: 50,2 kg; Consumo de peixe diário: 100g; <sup>b</sup> Peso médio: 56,2 kg; Consumo de peixe diário: 100g; <sup>c</sup> Peso médio: 11,7 kg; Consumo de peixe diário: 30g

# **Anexos**





## **CARTA DO POVO MUNDURUKU À FUNDAÇÃO OSVALDO CRUZ**

Nós, povo Munduruku do médio Tapajós, viemos por meio desta carta fazer chegar até vocês da FUNDAÇÃO OSVALDO CRUZ nosso pedido de ajuda, que na verdade é o pedido de ajuda da floresta e dos nossos rios. Nós conseguimos ouvir o que a floresta diz, e no momento ela grita: Odaxijom! Ela está pedindo por socorro!

O nosso rio Tapajós foi criado por Karosakaybu por meio de 3 caroços de tucumã, tirou a água deles e deixou que ela formasse nosso rio para que nós cuidássemos e tirássemos nossa sobrevivência dele. Nós pescamos, banhamos, lavamos roupa, é onde nossas crianças brincam e crescem. O rio é onde significamos nossa vida, nossa existência.

Mas tudo isso está sendo ameaçado pelos pariwat (não indígenas). O governo brasileiro quer construir 43 hidrelétricas em nosso rio Tapajós, além de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH's), hidrovias e portos graneleiros às suas margens. O governo, por meio de suas leis, quer regularizar a mineração em terras indígenas. Querem transformar em mercado, aquilo que para nós é sagrado: nossos rios e nossa floresta. Todo pássaro, jacaré, peixe, macaco, jabuti já foi munduruku algum dia. Se acabam com nosso rio, acaba com todo o povo munduruku, seja aqueles em forma de gente ou em forma de animais.

Nossa terra é alvo dos interesses gananciosos dos pariwat, pois nela há muitos minérios, ouro e diamante, coisas que para nós não tem valor, para eles é motivo para tirar sangue indígena. Nossas vidas e nossa floresta parece valer menos diante da ganância dos pariwat. Nossas terras continuam sendo saqueadas, mas nós continuamos resistindo.

O garimpo é uma das grandes ameaças ao nosso rio e ao nosso povo. Acontece de forma ilegal nas nossas terras, próximo a nossas aldeias. O mercúrio usado de forma indiscriminada para separar o ouro da terra e facilitar sua extração, movimentando o comércio ilegal desse metal altamente perigoso em nossa cidade de Itaituba-PA, para garimpos também ilegais. Essa cadeia de crimes já foi diversas vezes denunciada aos órgãos competentes, como a FUNAI que deveria proteger nossos territórios, mas que está cada vez mais sendo sucateada pelo governo atual, e para o IBAMA. Com isso, nós mesmos estamos tomando a frente e defendendo nosso território, pois não é o governo quem vai fazer isso.

Nós sabemos o quão mal pode fazer o mercúrio em nosso corpo, pois ele vai para água e entra na nossa cadeia alimentar, basicamente formada pelo consumo de peixe e de caças. Já ficamos sabendo que na região pessoas estão com níveis elevados de mercúrio, e queremos muito que isso seja investigado com profundidade. Não é apenas nosso rio que está sofrendo com isso, nós Munduruku também estamos.

Sabemos que já foram feitos estudos com nossos parentes Yanomami e constatado o nível elevado de mercúrio em seus corpos. Nós temos medo que nossas crianças sejam contaminadas, nós tememos pela vida do nosso rio, e é por isso que viemos até vocês para que escutem o grito de socorro das nossas florestas e dos nossos rios, que também é de vocês. Precisamos que façam estudos precisos no rio Tapajós e seus afluentes, como o Jamanxim e Crepori rios que já foram exaustivamente massacrados pelas atividades garimpeiras, e que passa inclusive em aldeias do nosso território sagrado, o Daje Kapap Eipi. Esperamos por um posicionamento da Fundação Osvaldo Cruz!

O Conselho Indigenista Missionário Regional Norte II apoia essa iniciativa e entende a sua importância.

SAWE!!!

16 de junho de 2017

Aldeia Sawré Muybu, Território sagrado Daje Kapap Eipi.

ASSINAM:

Alessandra Korp  
Brasilino Polinhun





À Fundação Oswaldo Cruz

A/C Dr. Paulo Cesar Basta

Pesquisador da Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz)

Rua Leopoldo Bulhões, 1480, Sala 608 – Manguinhos

CEP: 21.041-210 – Rio de Janeiro/RJ

Prezado Dr. Paulo Cesar Basta,

Através deste documento nós da Associação Indígena Pariri gostaríamos de apresentar a Fiocruz nossas maiores necessidades de pesquisa em saúde nos territórios do povo Munduruku no Médio Tapajós. Gostaríamos ainda de convidar a Fiocruz para realizar as pesquisas abaixo indicadas em parceria com a nossa associação. Mas para a parceria acontecer, queremos saber como será o financiamento da pesquisa, quem são os parceiros envolvidos e como essa parceria vai funcionar.

Temos acompanhado pesquisas que indicam contaminação por mercúrio em peixes e pessoas na bacia do Tapajós, como na reportagem encontrada nesse endereço: <https://www.brasildefato.com.br/2019/03/16/tapajos-toxico-garimpo-aumenta-niveis-de-mercurio-no-rio-e-populacao-adoece/>. Nesse sentido, gostaríamos que essa parceria com a Fiocruz nos trouxesse mais informação sobre a contaminação por mercúrio no nosso povo, no rio e nos peixes.

Também gostaríamos que a Fiocruz realizasse um diagnóstico maior, sobre a situação da saúde no povo Munduruku. Não temos muitas informações sobre as principais doenças que atingem nosso povo e nem sobre a qualidade da água. Gostaríamos de ter mais informações sobre isso.

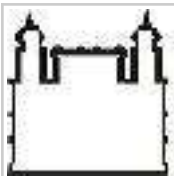
Esperamos uma resposta de vocês, esperançosos de que possamos fazer esse trabalho juntos.

Atenciosamente,

*Anderson Painhum Alves 02/05/2019*

Anderson Painhum

Coordenador da Associação Indígena Pariri



## PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Pesquisa sobre os determinantes sociais da desnutrição de crianças indígenas de até 5 anos de idade de oito aldeias inseridas no Distrito Sanitário Especial Indígena (DSEI) Yanomami, consideradas de maior vulnerabilidade em relação a desnutrição de crianças menores de 5 anos

**Pesquisador:** Paulo Cesar Basta

**Área Temática:** Estudos com populações indígenas;

**Versão:** 3

**CAAE:** 91612218.8.0000.5240

**Instituição Proponente:** FUNDACAO OSWALDO CRUZ

**Patrocinador Principal:** Fundo das Nações Unidas para a Infância

### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 2.896.403

#### **Apresentação do Projeto:**

Este parecer refere-se a análise de resposta às recomendações feitas pela CONEP no parecer número 2.866.934, em 05/09/2018.

Este parecer já teve os seguintes pareceres emitido pelo CEP/ENSP: parecer número 2.754.729, em 09/07/2018 (parecer de pendência) e parecer número 2.771.059, em 14 de Julho de 2018 (parecer de aprovação).

Projeto de pesquisa de Paulo Cesar Basta do DENSP/ENSP, intitulado "Pesquisa sobre os determinantes sociais da desnutrição de crianças indígenas de até 5 anos de idade de oito aldeias inseridas no Distrito Sanitário Especial Indígena (DSEI) Yanomami, consideradas de maior vulnerabilidade em relação a desnutrição de crianças menores de 5 anos", a ser realizado com financiamento do Fundo das Nações Unidas para a Infância (R\$ 357.159,00).

#### **Resumo:**

"Após anos em queda a fome voltou a crescer em todo o mundo. Os principais determinantes desta situação incluem conflitos armados, crises econômicas e mudanças climáticas, e ameaçam à

**Endereço:** Rua Leopoldo Bulhões, 1480 - Térreo

**Bairro:** Manguinhos

**CEP:** 21.041-210

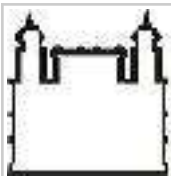
**UF:** RJ

**Município:** RIO DE JANEIRO

**Telefone:** (21)2598-2863

**Fax:** (21)2598-2863

**E-mail:** cep@ensp.fiocruz.br



Continuação do Parecer: 2.896.403

meta mundial de eliminar a fome e todas as formas de desnutrição até 2030, no âmbito dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). No Brasil, estima-se que a prevalência de baixa estatura para idade (E/I) seja aproximadamente 6% em <5anos. Todavia, entre as crianças Yanomami de Roraima já foram registradas prevalências de baixa E/I > 85%. Os dados disponíveis demonstram a gravidade e a extensão do problema e chamam atenção para necessidade de desenvolver estudos que avaliem e esclareçam a contribuição dos determinantes sociais da desnutrição em crianças indígenas. Objetivo: Identificar a contribuição dos determinantes sociais da desnutrição de crianças indígenas <5 anos em oito aldeias inseridas no Distrito Sanitário Especial Indígena (DSEI) Yanomami. Métodos: Será realizado um estudo de corte transversal (inquérito) em duas localidades selecionadas, combinando diferentes métodos de pesquisa, incluindo: entrevistas com informantes-chave; visitas domiciliares para entrevistas com mães ou responsáveis; inquérito antropométrico e de registro de alimentos; bem como levantamento de dados secundários sobre saúde da criança. Trata-se de uma proposta participativa, na qual pretende-se contar com o apoio de lideranças indígenas locais em todas as fases de desenvolvimento da pesquisa, desde a apresentação da proposta à comunidade, passando pela coleta de dados, até o momento da devolução de resultados à população. Serão coletados dados demográficos (data de nascimento e sexo); socioeconômicos (escolaridade da mãe e do chefe da família, fonte de renda da família, acesso a benefícios sociais, tipo de combustível para cocção e presença de eletricidade no domicílio); ambientais: fonte de água para consumo humano e para uso doméstico e destino de lixo e dejetos. Serão realizadas análises quantitativas e qualitativas com os materiais coletados, a fim de produzir evidências sobre os determinantes sociais da desnutrição. Relatórios técnicos contendo dados sobre principais resultados serão apresentados para as lideranças através de palestras e cartazes informativos."

#### Metodologia proposta:

"Será realizado um estudo de corte transversal (inquérito) em cada uma das localidades abaixo indicadas com apoio das lideranças indígenas locais. O estudo pretende combinar diferentes métodos de pesquisa, incluindo: entrevistas com informantes-chave; visitas domiciliares para entrevistas com as mães ou responsáveis; inquérito antropométrico e de registro de alimentos; bem como levantamento de dados secundários sobre saúde da criança, quando possível.

Ressalta-se que trata-se de uma proposta participativa, na qual pretende-se contar com o apoio das lideranças indígenas locais em todas as fases de desenvolvimento da pesquisa, desde a apresentação da proposta à comunidade (com adaptação às demandas locais), passando pela

**Endereço:** Rua Leopoldo Bulhões, 1480 - Térreo

**Bairro:** Manguinhos

**CEP:** 21.041-210

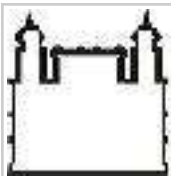
**UF:** RJ

**Município:** RIO DE JANEIRO

**Telefone:** (21)2598-2863

**Fax:** (21)2598-2863

**E-mail:** cep@ensp.fiocruz.br



## ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA SERGIO AROUCA - ENSP/ FIOCRUZ



Continuação do Parecer: 2.896.403

coleta de dados, até o momento da devolução de resultados à população. Experiência exitosa e semelhante a esta proposta foi desenvolvida por nossa equipe no contexto do projeto “Avaliação da exposição ao mercúrio proveniente de atividade garimpeira de ouro em Terras Indígenas de Roraima, Amazônia, Brasil”. Para mais detalhes, conferir resultados em: <https://medium.com/@socioambiental/o-povo-yanomami-est%C3%A1-contaminadopor-merc%C3%BArrio-do-garimpo-fa0876819312>.

De acordo com a especificação constante na chamada pública que foi construída em colaboração entre a Hutukara Associação Yanomami, a Secretaria Especial de Saúde Indígena (SESAI), a Fundação Nacional do Índio (FUNAI) e o Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF) serão objeto de estudo no âmbito desta proposta as seguintes aldeias: Na região do Polo Base de Auaris deverão ser incluídas as aldeias Koronau, Auaris Posto, Kolulu Guarape, Trairão / Auaris Posto, Katimani, Kolulu, com um total estimado de 752 crianças menores de 5 anos. Na região do Polo Base de Maturacá, deverão ser incluídas as aldeias Ariabu e Maturacá, com um total estimado de 348 crianças menores de 5 anos. Portanto, não serão utilizados critérios de amostragem probabilística para seleção de participantes.

Buscaremos obter os seguintes dados: (1) Demográficos: data de nascimento e sexo; (2) Socioeconômicos: escolaridade da mãe e do chefe da família, fonte de renda da família, acesso a benefícios sociais, tipo de combustível para cocção e presença de eletricidade no domicílio; (3) Ambientais: fonte de água para consumo humano e para uso doméstico e destino de lixo e dejetos.

As medidas antropométricas serão coletadas por pesquisadores previamente treinados e padronizados, seguindo metodologia proposta por Lohman et al. (1988) e incluirão peso e estatura. Para a medição do peso em menores de dois anos será utilizada balança eletrônica pediátrica da marca Seca (Modelo 334), com precisão de 0,1 kg e capacidade máxima de 150 kg e infantômetro Seca (Modelo 417). As crianças com idade igual ou maior a 24 meses terão peso aferidos na balança Seca (Modelo 813) e sua estatura aferida na posição ortostática, seguindo os critérios de Lohman et al. (1988), através do estadiômetro da marca Seca (Modelo 213). Crianças com menos de 24 meses terão o comprimento aferido na posição dorsal através do mesmo estadiômetro, que também apresenta a função de infantômetro. Serão realizadas duas medidas e a média delas será utilizada como medida final do indivíduo. As idades serão obtidas a partir dos registros de nascimento fornecidas pelas equipes nos Polos-Base. Nossa proposta inclui ainda a avaliação do nível de hemoglobina em amostra de sangue periférico, por meio de punção da extremidade digital, seguindo procedimento padrão, utilizando hemoglobímetro portátil

**Endereço:** Rua Leopoldo Bulhões, 1480 - Térreo

**Bairro:** Manguinhos

**CEP:** 21.041-210

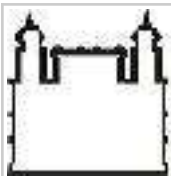
**UF:** RJ

**Município:** RIO DE JANEIRO

**Telefone:** (21)2598-2863

**Fax:** (21)2598-2863

**E-mail:** cep@ensp.fiocruz.br



Continuação do Parecer: 2.896.403

(Hemocue)."

**Metodologia de análise de dados:**

"O acesso a serviços e programas com repercussões sobre o estado nutricional será investigado junto aos responsáveis pelas crianças menores 5 anos, juntamente com informações coletadas junto aos agentes indígenas de saúde. Dados complementares poderão ser consultados junto a Secretaria Especial de Saúde Indígena (SESAI), parceira nessa proposta, quando disponíveis.

Serão realizadas análises quantitativas e qualitativas com os dados coletados, a fim de produzir evidências sobre os determinantes sociais da desnutrição de crianças indígenas menores de 5 anos de idade.

A partir das medidas antropométricas de peso e comprimento/estatura serão calculados os índices peso-para-idade (P/I), estatura-para-idade (E/I), peso-para-estatura (P/E) e índice de massa corporal-para-idade (IMC/I). Para a construção dos índices, será utilizado o programa Anthro, disponibilizado gratuitamente no site da Organização Mundial de Saúde - OMS (WHO Anthro, Genebra, Suíça – OMS, 2011). Serão utilizadas as populações referências e os pontos de corte propostos pela OMS (OMS, 2006). Serão excluídos das análises antropométricas as crianças com necessidades físicas especiais ou deficiências neuro-motoras. Ademais, serão excluídos das análises os registros que apresentaram valores de escore z considerados biologicamente implausíveis (WHO, 1995), ou seja, valores  $< -5$  ou  $> 3$  para o índice E/I;  $< -5$  ou  $> 5$  escore z para o índice P/I; e  $< -4$  ou  $> 5$  escore z para o índice P/E.

Para análise do consumo alimentar, será calculada a composição nutricional dos alimentos consumidos pela criança e identificada a participação dos macronutrientes e micronutrientes através do World Food Dietary Assessment System (WFood version 2.0; Office of Technology Licensing, University of California at Berkeley, Berkeley, CA, USA). Serão utilizados também a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos"

Tamanho da amostra: 1100 participantes

**Objetivo da Pesquisa:**

Segundo o pesquisador, os objetivos da pesquisa são:

"Objetivo Primário:

Identificar a contribuição dos determinantes sociais da desnutrição de crianças indígenas de até 5 anos de idade em oito aldeias inseridas no Distrito Sanitário Especial Indígena (DSEI) Yanomami.

Objetivo Secundário:

**Endereço:** Rua Leopoldo Bulhões, 1480 - Térreo

**Bairro:** Manguinhos

**CEP:** 21.041-210

**UF:** RJ

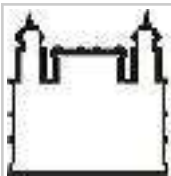
**Município:** RIO DE JANEIRO

**Telefone:** (21)2598-2863

**Fax:** (21)2598-2863

**E-mail:** cep@ensp.fiocruz.br





Continuação do Parecer: 2.896.403

Identificar determinantes sociais da desnutrição de crianças indígenas menores de cinco anos, com ênfase nos hábitos/práticas alimentares, na amamentação e no saneamento;  
Investigar a prevalência de (In)segurança alimentar nos domicílios com menores de cinco anos;  
Avaliar a percepção de insegurança alimentar nos domicílios onde residem menores de cinco anos;  
Avaliar o estado nutricional e de saúde de crianças menores de cinco anos;  
Investigar o acesso a serviços e programas com repercussões sobre o estado nutricional, como ênfase nos programas de pré-natal, imunização, suplementação com megadose de vitamina A, suplementação de ferro e ácido fólico, programas e benefícios sociais e registro civil;  
Caracterizar a infraestrutura de saneamento disponível nas aldeias estudadas, que incluem a descrição do tipo de captação e tratamento da água para consumo humano; a situação do esgotamento sanitário e do manejo de resíduos sólidos gerados;  
Avaliar os resultados analíticos do monitoramento da qualidade da água para consumo humano."

#### **Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Segundo a análise feita pelo pesquisador:

"Riscos:

Em nosso trabalho na comunidade, não realizaremos procedimentos médicos e intervenções em saúde complexa. Ou seja, não faremos procedimentos cirúrgicos, tratamentos com ou sem medicação, nem a realização de exames laboratoriais que envolvam a coleta de grandes amostras de sangue venoso (por exemplo, com seringas). Por essa razão, nós entendemos que os riscos da participação são pequenos e se restringem a um eventual constrangimento em responder alguma pergunta sobre hábitos de vida e alimentares, um pequeno mal-estar ou desconforto ao pesar e medir a criança ou ainda uma pequena dor na hora de puncionar (picadinha) o dedo para realização do exame de anemia. Caso o participante se sinta incomodado com as perguntas, informamos que o mesmo poderá nos interromper e sentir-se totalmente livre para não responder ou deixar de participar da pesquisa. Caso o participante se sinta de alguma forma aborrecido com a pesagem, medição do tamanho (altura) ou furo da ponta do dedo, informamos que é só nos avisar que não faremos esse procedimento. Se por qualquer razão ocorrer algum imprevisto, comprovadamente relacionado com nossa visita à comunidade, a equipe garante que a pessoa prejudicada será ressarcida, caso ocorram despesas com tratamento médico, deslocamentos ou outros problemas aqui não previstos.

Benefícios:

Como benefício direto da participação nesta pesquisa lembramos que repassaremos imediatamente o resultado das avaliações sobre o peso, estatura (altura) e possível presença de

**Endereço:** Rua Leopoldo Bulhões, 1480 - Térreo

**Bairro:** Manguinhos

**CEP:** 21.041-210

**UF:** RJ

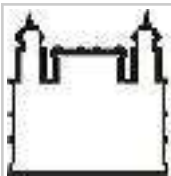
**Município:** RIO DE JANEIRO

**Telefone:** (21)2598-2863

**Fax:** (21)2598-2863

**E-mail:** cep@ensp.fiocruz.br





Continuação do Parecer: 2.896.403

anemia. Caso o resultado seja desfavorável para a criança participante, indicando a presença de desnutrição, excesso de peso ou anemia, informaremos a equipe de saúde indígena responsável por sua comunidade para que a criança seja encaminhada para realizar exames complementares para confirmar a presença dos problemas de saúde aqui identificados e também receber tratamento e acompanhamento por um profissional de saúde devidamente capacitado, junto às equipes de saúde do DSEI ou às unidades de saúde do SUS, conforme fluxo de atendimento pré-estabelecido."

#### **Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

O protocolo de pesquisa apresenta todos os elementos necessários e adequados à apreciação ética.

#### **Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Foram apresentados os seguintes documentos na Plataforma Brasil:

- Folha de Rosto gerada pela Plataforma Brasil assinada pelo pesquisador responsável;
- Declaração da organização financiadora da pesquisa, nomeado Anuencia\_UNICEF.pdf, postado em 16/06/2018;
- Projeto de Pesquisa na íntegra, nomeado Projeto\_CEP\_modificado\_10SET2018.docx, postado em 10/09/2018;
- Cronograma, nomeado Cronograma\_CEP.xlsx, postado em 11/07/2018;
- PB\_INFORMAÇÕES\_BÁSICAS\_DO\_PROJETO\_1158163.pdf, postado em 15/06/2018;
- Planilha de orçamento, nomeado Orcamento\_CEP.xlsx, postado em 15/06/2018;
- Instrumento de coleta de dados nomeado Roterio\_de\_entrevista\_PauloBasta.docx, adequado, postado em 18/06/2018;
- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), nomeados TCLE\_Menores\_5anos\_MODIFICADO\_10SET2018.docx e TCLE\_Maes\_MODIFICADO\_10SET2018.docx, com inadequações, postados em 10/09/2018;
- Apresentou termo de anuência/concordância de cada um dos integrantes da equipe de pesquisa (Anuencia\_Moises\_Pinto.pdf, Anuencia\_Cristiano\_Alves.pdf, Anuencia\_Maira\_Freire.pdf, Anuencia\_Amanda\_Villa.pdf, Anuencia\_Andre\_Moraes.pdf, Anuencia\_Marcos\_Wesley.pdf, Anuencia\_Raquel\_Caldart.PDF, Anuencia\_Marcelo\_Radicchi.pdf, Anuencia\_Lidia\_Pantoja.pdf, Anuencia\_Mauricio\_Leite.pdf, Anuencia\_Aline\_Ferreira.pdf, Anuencia\_Jesem\_Orellana.pdf), postados em 14/06/2018;
- Termo de anuência da Secretaria Especial de Saúde Indígena (Sesai) - Ministério da Saúde,

**Endereço:** Rua Leopoldo Bulhões, 1480 - Térreo

**Bairro:** Manguinhos

**CEP:** 21.041-210

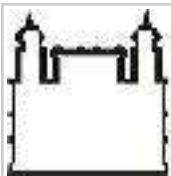
**UF:** RJ

**Município:** RIO DE JANEIRO

**Telefone:** (21)2598-2863

**Fax:** (21)2598-2863

**E-mail:** cep@ensp.fiocruz.br



## ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA SERGIO AROUCA - ENSP/ FIOCRUZ



Continuação do Parecer: 2.896.403

adequado, nomeado Anuencia\_SESAI.pdf, postado em 14/06/2018;

- Termo de Anuência da Associação Yanomami do Rio Cauaburis e Afluentes (AYRCA), adequado, nomeado Anuencia\_AYRCA.pdf, postado em 04/07/2018;

- Termo de Anuência da Associação das Mulheres Yanomami-Kumirãyõma, adequado, nomeado Anuencia\_Kumirayoma.pdf, postado em 04/07/2018.

### **Recomendações:**

Não há.

### **Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

1. Item de pendência 1: No arquivo "PB\_INFORMAÇÕES BÁSICAS DO PROJETO\_1158163.pdf", gerado na Plataforma Brasil em 11/07/2018, na página 4 de 8, item "Tamanho da Amostra no Brasil", consta que serão recrutados 1100 participantes. No entanto, na página 4 de 8, item "Grupos em que serão divididos os participantes da pesquisa neste centro", o somatório dos grupos está divergente. Solicitam-se esclarecimentos e adequação.

Resposta da pendência 1: "Prezados revisores, Informamos que houve um equívoco ao contabilizarmos o numero de participantes distribuídos de acordo com os grupos de estudo. A informação foi corrigida no corpo do projeto e no documento "PB\_INFORMAÇÕES BÁSICAS DO PROJETO", disponível na Plataforma Brasil. Por favor conferir o documento intitulado "Projeto\_CEP\_modificado\_10SET2018.docx" ANÁLISE DO CEP: As informações foram corrigidas nos campos pertinentes e um novo projeto detalhado corrigido foi anexado à Plataforma Brasil (Projeto\_CEP\_modificado\_10SET2018.docx, postado em 10/09/2018). PENDÊNCIA ATENDIDA.

2. Item de pendência 2: No arquivo "Projeto\_CEP\_modificado\_10JUL2018.docx", na página 22, consta que "Os dados coletados serão digitados e armazenados em planilhas eletrônicas para posterior repasse a contratante". Solicita-se informar se esses dados serão identificados, ou seja, se haverá possibilidade de identificação do participante de pesquisa. Além disso, de toda maneira, se essa planilha for identificada ou não, essa informação deve ser incluída no TCLE. Solicitam-se esclarecimentos e adequação.

Resposta da pendência 2: "Prezados revisores, O texto constante no parágrafo destacado por esta distinta comissão na seção "Processamento de dados" do Projeto Básico foi corrigido e ficou com a seguinte redação: "Informamos ainda que os dados coletados serão digitados e armazenados em planilhas eletrônicas para posterior análise estatística e epidemiológica. Somente dados agregados contendo informações técnicas, sem identificação individual dos participantes serão repassados a

**Endereço:** Rua Leopoldo Bulhões, 1480 - Térreo

**Bairro:** Manguinhos

**CEP:** 21.041-210

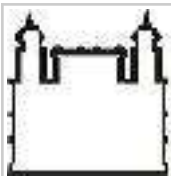
**UF:** RJ

**Município:** RIO DE JANEIRO

**Telefone:** (21)2598-2863

**Fax:** (21)2598-2863

**E-mail:** cep@ensp.fiocruz.br



Continuação do Parecer: 2.896.403

instituição contratante". Por favor, conferiram os documentos "Projeto\_CEP\_modificado\_10SET2018.docx", TCLE\_Menores\_5anos\_MODIFICADO\_10SET2018.docx e TCLE\_Maes\_MODIFICADO\_10SET2018.docx, anexados a Plataforma Brasil."

ANÁLISE DO CEP: As informações foram corrigidas através do envio à Plataforma Brasil de um novo projeto detalhado corrigido e de dois novos TCLEs. PENDÊNCIA ATENDIDA.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

**ATENÇÃO:**

(A)\*\*\*CASO OCORRA ALGUMA ALTERAÇÃO NO FINANCIAMENTO DO PROJETO ORA APRESENTADO (ALTERAÇÃO DE PATROCINADOR, COPATROCÍNIO, MODIFICAÇÃO NO ORÇAMENTO), O PESQUISADOR TEM A RESPONSABILIDADE DE SUBMETER UMA EMENDA AO CEP SOLICITANDO AS ALTERAÇÕES NECESSÁRIAS. A NOVA FOLHA DE ROSTO A SER GERADA DEVERÁ SER ASSINADA NOS CAMPOS PERTINENTES E A VIA ORIGINAL DEVERÁ SER ENTREGUE NO CEP. ATENTAR PARA A NECESSIDADE DE ATUALIZAÇÃO DO CRONOGRAMA DA PESQUISA.

(B)\*\*\*CASO O PROJETO SEJA CONCORRENTE DE EDITAL, SOLICITA-SE ENCAMINHAR AO CEP, PELA PLATAFORMA BRASIL, COMO NOTIFICAÇÃO, O COMPROVANTE DE APROVAÇÃO. PARA ESTES CASOS, A LIBERAÇÃO PARA O INÍCIO DO TRABALHO DE CAMPO (COLETA DE DADOS, ABORDAGEM DE POSSÍVEIS PARTICIPANTES ETC.) ESTÁ CONDICIONADA À APRESENTAÇÃO DA FOLHA DE ROSTO, ASSINADA PELO PATROCINADOR, EM ATÉ 15 (QUINZE) DIAS APÓS A DIVULGAÇÃO DO RESULTADO DO EDITAL AO QUAL O PROJETO FOI SUBMETIDO.\*\*\*

(C)\*\*\*PARA CASOS DE ATENDIMENTO SIMULTÂNEO DAS EXIGÊNCIAS (A) E (B), ENCAMINHAR SOMENTE A EMENDA.

\*\*\*\*\*

Verifique o cumprimento das observações a seguir:

1\* Em atendimento a Resolução CNS nº 466/2012, cabe ao pesquisador responsável pelo presente estudo elaborar e apresentar ao CEP RELATÓRIOS PARCIAIS (semestrais) e FINAL. Os relatórios compreendem meio de acompanhamento pelos CEP, assim como outras estratégias de monitoramento, de acordo com o risco inerente à pesquisa. O relatório deve ser enviado pela

**Endereço:** Rua Leopoldo Bulhões, 1480 - Térreo

**Bairro:** Manguinhos

**CEP:** 21.041-210

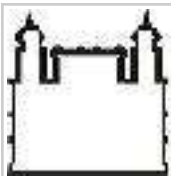
**UF:** RJ

**Município:** RIO DE JANEIRO

**Telefone:** (21)2598-2863

**Fax:** (21)2598-2863

**E-mail:** cep@ensp.fiocruz.br



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE  
PÚBLICA SERGIO AROUCA -  
ENSP/ FIOCRUZ



Continuação do Parecer: 2.896.403

Plataforma Brasil em forma de "notificação". Os modelos de relatórios (parciais e final) que devem ser utilizados encontram-se disponíveis na homepage do CEP/ENSP ([www.ensp.fiocruz.br/etica](http://www.ensp.fiocruz.br/etica)).

2\* Qualquer necessidade de modificação no curso do projeto deverá ser submetida à apreciação do CEP, como EMENDA. Deve-se aguardar parecer favorável do CEP antes de efetuar a/s modificação/ões.

3\* Justificar fundamentadamente, caso haja necessidade de interrupção do projeto ou a não publicação dos resultados.

4\* O Comitê de Ética em Pesquisa não analisa aspectos referentes a direitos de propriedade intelectual e ao uso de criações protegidas por esses direitos. Recomenda-se que qualquer consulta que envolva matéria de propriedade intelectual seja encaminhada diretamente pelo pesquisador ao Núcleo de Inovação Tecnológica da Unidade.

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1158163.pdf	10/09/2018 15:09:56		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_CEP_modificado_10SET2018.docx	10/09/2018 15:09:11	Paulo Cesar Basta	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_Menores_5anos_MODIFICADO_10SET2018.docx	10/09/2018 15:08:19	Paulo Cesar Basta	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_Maes_MODIFICADO_10SET2018.docx	10/09/2018 15:08:06	Paulo Cesar Basta	Aceito
Outros	Resp_Recomend_CONEP_CAAE_91612218800005240_10SET2018.doc	10/09/2018 15:07:42	Paulo Cesar Basta	Aceito

**Endereço:** Rua Leopoldo Bulhões, 1480 - Térreo

**Bairro:** Manguinhos

**CEP:** 21.041-210

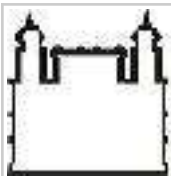
**UF:** RJ

**Município:** RIO DE JANEIRO

**Telefone:** (21)2598-2863

**Fax:** (21)2598-2863

**E-mail:** [cep@ensp.fiocruz.br](mailto:cep@ensp.fiocruz.br)



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE  
PÚBLICA SERGIO AROUCA -  
ENSP/ FIOCRUZ



Continuação do Parecer: 2.896.403

Outros	Resp_pend_CAAE_9161221880000524 0.doc	11/07/2018 15:06:01	Paulo Cesar Basta	Aceito
Folha de Rosto	Folhaderosto_completa_PauloBasta.pdf	11/07/2018 14:57:57	Paulo Cesar Basta	Aceito
Outros	Anuencia_Ayrca.pdf	04/07/2018 09:49:51	Cassius Schnell Palhano Silva	Aceito
Outros	Anuencia_Kumirayoma.pdf	04/07/2018 09:49:07	Cassius Schnell Palhano Silva	Aceito
Outros	Roterio_de_entrevista_PauloBasta.docx	18/06/2018 09:12:45	MARIA EMILIA DUARTE DE OLIVEIRA	Aceito
Orçamento	Orcamento_CEP.xlsx	15/06/2018 10:52:58	Paulo Cesar Basta	Aceito
Cronograma	Cronograma_CEP.xlsx	15/06/2018 10:52:45	Paulo Cesar Basta	Aceito
Outros	Anuencia_Moises_Pinto.pdf	14/06/2018 15:22:54	Paulo Cesar Basta	Aceito
Outros	Anuencia_Cristiano_Alves.pdf	14/06/2018 15:22:36	Paulo Cesar Basta	Aceito
Outros	Anuencia_Maira_Freire.pdf	14/06/2018 15:22:02	Paulo Cesar Basta	Aceito
Outros	Anuencia_Amanda_Villa.pdf	14/06/2018 15:21:11	Paulo Cesar Basta	Aceito
Outros	Anuencia_Andre_Moraes.pdf	14/06/2018 15:20:57	Paulo Cesar Basta	Aceito
Outros	Anuencia_Marcos_Wesley.pdf	14/06/2018 15:20:43	Paulo Cesar Basta	Aceito
Outros	Anuencia_Raquel_Caldart.PDF	14/06/2018 15:20:30	Paulo Cesar Basta	Aceito
Outros	Anuencia_Marcelo_Radicchi.pdf	14/06/2018 15:20:06	Paulo Cesar Basta	Aceito
Outros	Anuencia_Lidia_Pantoja.pdf	14/06/2018 15:19:52	Paulo Cesar Basta	Aceito
Outros	Anuencia_Mauricio_Leite.pdf	14/06/2018 15:19:33	Paulo Cesar Basta	Aceito
Outros	Anuencia_Aline_Ferreira.pdf	14/06/2018 15:19:19	Paulo Cesar Basta	Aceito
Outros	Anuencia_Jesem_Orellana.pdf	14/06/2018 15:18:54	Paulo Cesar Basta	Aceito
Outros	Anuencia_SESAI.pdf	14/06/2018 15:18:31	Paulo Cesar Basta	Aceito
Outros	Anuencia_UNICEF.pdf	14/06/2018 15:18:11	Paulo Cesar Basta	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Endereço:** Rua Leopoldo Bulhões, 1480 - Térreo

**Bairro:** Manguinhos

**CEP:** 21.041-210

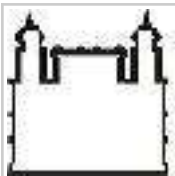
**UF:** RJ

**Município:** RIO DE JANEIRO

**Telefone:** (21)2598-2863

**Fax:** (21)2598-2863

**E-mail:** cep@ensp.fiocruz.br



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE  
PÚBLICA SERGIO AROUCA -  
ENSP/ FIOCRUZ



Continuação do Parecer: 2.896.403

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

RIO DE JANEIRO, 14 de Setembro de 2018

---

**Assinado por:**  
**Jennifer Braathen Salgueiro**  
**(Coordenador)**

**Endereço:** Rua Leopoldo Bulhões, 1480 - Térreo

**Bairro:** Manguinhos

**CEP:** 21.041-210

**UF:** RJ

**Município:** RIO DE JANEIRO

**Telefone:** (21)2598-2863

**Fax:** (21)2598-2863

**E-mail:** cep@ensp.fiocruz.br





1674734

08620.010208/2019-60



MINISTÉRIO DA JUSTIÇA E SEGURANÇA PÚBLICA  
FUNDAÇÃO NACIONAL DO ÍNDIO  
ASSESSORIA DE ACOMPANHAMENTO AOS ESTUDOS E PESQUISA

OFÍCIO Nº 319/2019/AAEP/FUNAI

Brasília - DF, 16 de outubro de 2019.

A Sua Senhoria o Senhor

**PAULO CESAR BASTA**

Servidor e Pesquisador em Saúde Pública da Fundação Oswaldo Cruz/RJ.

Rua Leopoldo Bulhões, nº 1.480 - Manguinhos

Caixa Postal 926 - Sala 608

CEP:21041-210 - Rio de Janeiro/RJ

**Assunto: Ingresso em Terra Indígena**

**Referência: Processo nº 08620.010208/2019-60.**

Senhor Paulo Basta,

1. Refiro-me à solicitação de autorização para ingresso nas Terras Indígenas Sawré Muybu (Pimental) / Sawré Bap in (Apompu), povo Mundurukú, para a realização de pesquisa científica intitulada:

**“Impacto do mercúrio em áreas protegidas e povos da floresta na Amazônia Oriental: Uma abordagem integrada saúde-ambiente”, pela Fundação Oswaldo Cruz/RJ.**

2. O ingresso em terra indígena está regulamentado pela Portaria nº 177/PRES/2006, que trata do direito autoral/uso de imagens dos indígenas, e pela Instrução Normativa nº 001/PRES/1995, que regulamenta a pesquisa científica. Tais normativas estão disponíveis no portal da Funai, [www.funai.gov.br/index.php/servicos/ingresso-em-terra-indigena](http://www.funai.gov.br/index.php/servicos/ingresso-em-terra-indigena), onde também é possível obter acesso às orientações para o pedido de autorização de ingresso em terra indígena.

3. As autorizações para ingresso em terra indígena são de competência exclusiva da Presidência da Funai, após a instrução de processo administrativo, observando-se a anuência prévia dos representantes dos povos indígenas envolvidos, conforme disposto na Convenção 169 da OIT, nos artigos 6º e 7º.

4. Em pesquisa no Sistema de Informações Indigenista (SII), da FUNAI, foi verificado que as duas áreas pretendidas para a realização do trabalho encontram-se em fases diferentes do processo de regularização fundiária. A Terra Indígena Sawré Bap In (Apompu), encontra-se em estudo de identificação e delimitação, não cabendo oficialmente a permissão deste órgão para o ingresso

pretendido em área de estudos.

5. A Terra Indígena Sawré Muybu (Pimental) está delimitada pela FUNAI, por meio do Despacho nº 28 de 14 de abril de 2016, que aprova as conclusões do objeto citado em fase de Contestação Administrativa. Considerando o princípio da publicidade, a proposta de superfície está disponível no portal da Funai, contudo face ao princípio constitucional do contraditório, esta proposta ainda precisa ser declarada pelo senhor Ministro da Justiça e Segurança Pública como Terra Indígena, e determinada a sua demarcação física.

6. Ressalta-se aqui o reconhecimento da importância de tal pesquisa para o grupo indígena Mundurukú e, sendo assim não há possibilidade de emitir autorização, no momento, para o ingresso em áreas em processo de estudos de identificação e delimitação. Deste modo, esta Fundação não possui a prerrogativa institucional para autorizar o ingresso dos não indígenas nas respectivas áreas solicitadas.

7. Salienta-se que eventuais dúvidas ou maiores esclarecimentos, poderão ser realizados pelos telefones: (61) 3247-6022 / 6024 e/ou correio-eletrônico (e-mail): [aaep@funai.gov.br](mailto:aaep@funai.gov.br).

Atenciosamente,

(assinado eletronicamente)  
**CLAUDIO EDUARDO BADARÓ**  
Assessor AAEP/PRES-FUNAI

De acordo,

(assinado eletronicamente)  
**CLAUDIA MONTENEGRO SILVA**  
Chefe de Gabinete

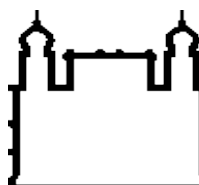


Documento assinado eletronicamente por Claudio Eduardo Badaró, Assessor(a), em 17/10/2019, às 08:25, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site: [http://sei.funai.gov.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](http://sei.funai.gov.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador 1674734 e o código CRC BA666861.





Ministério da Saúde

FIOCRUZ

Fundação Oswaldo Cruz

Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca



## TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

### IMPACTO DO MERCÚRIO EM ÁREAS PROTEGIDAS E POVOS DA FLORESTA NA AMAZÔNIA ORIENTAL: UMA ABORDAGEM INTEGRADA SAÚDE-AMBIENTE

Prezado(a) participante,

Você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa ***“IMPACTO DO MERCÚRIO EM ÁREAS PROTEGIDAS E POVOS DA FLORESTA NA AMAZÔNIA ORIENTAL: UMA ABORDAGEM INTEGRADA SAÚDE-AMBIENTE”*** que será desenvolvida por uma equipe multiprofissional de pesquisadores da Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca da Fundação Oswaldo Cruz (ENSP/FIOCRUZ), em parceria com o Instituto de Pesquisa e Formação em Educação Indígena (Iepé), com o Programa Amazônia, WWF Brasil, com a Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC/RIO), com o Laboratório de Pesquisa de Ciências Farmacêuticas (LaPesF) do Centro Universitário Estadual da Zona Oeste (UEZO), e com a Universidade Federal do Amapá (UNIFAP), sob coordenação geral do Dr. Paulo Cesar Basta.

O objetivo geral desta pesquisa é investigar o impacto à saúde humana e ao ambiente causado pela atividade garimpeira, com foco na exposição ao mercúrio, em áreas protegidas e entre povos da floresta, na parte Oriental da Amazônia.

Após os esclarecimentos necessários, você será convidado(a) a responder algumas perguntas simples sobre suas condições de vida, a saúde e alimentação de sua família e sobre algumas atividades diárias realizadas na comunidade. Além disso, será convidado(a) a fornecer uma mecha com cerca de um centímetro e aproximadamente 50 fios de seu cabelo, que deverão ser retirados da região da nuca, na altura do pescoço. O cabelo coletado será analisado no laboratório no Rio de Janeiro para avaliar se houve contaminação por mercúrio.

Também será coletada uma amostra de células da mucosa oral (parte de dentro da boca - bochecha) com auxílio de um *swab* (um tipo de cotonete) que, em seguida, será colocado em tubo, devidamente identificado. O material será encaminhado em recipiente adequado para transporte de material biológico para o LaPesF. Serão realizadas apenas análises referentes aos genes envolvidos com a metabolização do mercúrio no organismo humano: i) ALAD Ex4+13C>G (rs1800435) – Cromossomo 9q34; ii) GSTP1 A>G (rs1695) Ile (A) > Val (G) – Cromossomo 11q13; iii) IL6 -174G>C (rs1800795) – Cromossomo 7; iv) MMP2 -735 C>T (rs2285053) – Cromossomo 16; v) TNF-α 1031T>C (rs1799964) – Cromossomo 6; vi) TNF-α -857C>T (rs1799724); vii) TNF-α 308G>A (rs1800629); viii) VDR FokI C>T (rs2228570) – Cromossomo 12q13.11.

Ressaltamos que você poderá receber os resultados desta análise genética, se assim desejar.

As amostras de material biológico (cabelo e swab ou cotonete com sua saliva) ficarão armazenadas em laboratórios com organização e uso obedecendo aos princípios legais e éticos estabelecidos pelo Conselho Nacional de Saúde (CNS) – Resolução CNS 441/11 e pela Portaria MS 2.201/11. Imediatamente após as análises propostas neste projeto o material será adequadamente descartado,

1 de 4

Rubrica do pesquisador \_\_\_\_\_ / Rubrica do(a) participante \_\_\_\_\_

conforme orientações do Regulamento Técnico para o Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde da Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA e de acordo com os princípios do respeito à pessoa, privacidade e confidencialidade. Informamos que nenhuma outra análise será realizada com o material coletado.

Por fim, durante a realização de uma avaliação clínica geral serão realizadas medidas de pressão arterial, de peso e de estatura (altura) para saber se há nas comunidades alguma doença como hipertensão arterial (pressão alta) e obesidade (chamadas doenças crônicas não-transmissíveis – DCNT). Faremos também um exame cuidadoso da pele, músculos e nervos para tentar descobrir se você tem uma doença chamada Hanseníase (mais conhecida como Lepra). Além disso, nossa equipe pretende fazer um pequeno furo com um tipo de alfinete no seu dedo (punção digital) para coletar uma gota de sangue para cada exame que será realizado. Esse procedimento visa realizar testes rápidos para o diagnóstico de algumas doenças, como anemia, diabetes (açúcar no sangue), malária e outras que podem ser transmitidas por via sexual (AIDS, sífilis e hepatites B e C). Caso você tenha tosse com catarro há duas semanas ou mais será coletada uma amostra de escarro para verificar se você está com tuberculose. Os resultados dos testes serão devolvidos à você de forma privada e confidencial, no próprio dia da realização dos exames. Os testes rápidos contendo o sangue e/ou o escarro serão descartados imediatamente após a leitura dos resultados, seguindo normas vigentes de biossegurança.

Faremos algumas perguntas para procurar indícios de transtornos mentais comuns (como depressão, ansiedade e fobias) e de consumo abusivo de bebidas alcoólicas. Nossa conversa terá duração aproximada de 30 minutos e será anotada em cadernos. Posteriormente, os dados serão guardados no computador para que possamos analisá-los com mais calma em outro momento.

Ressaltamos que a participação é voluntária, ou seja, ela não é obrigatória. Qualquer pessoa tem liberdade para decidir se deseja ou não participar, como também desistir da participação a qualquer momento. Ninguém terá qualquer tipo de prejuízo e/ou dano físico ou material caso não queira ou desista de participar. Entretanto, lembramos que a participação de todos na sua comunidade será muito importante para o sucesso de nosso trabalho.

É importante dizer que a qualquer momento, durante nossa estadia na comunidade, ou posteriormente à realização de nosso trabalho, você poderá solicitar ao coordenador ou à equipe informações sobre a sua participação e/ou resultado dos exames realizados, e também dados sobre o andamento da pesquisa. Se desejar, você poderá solicitar esclarecimentos através dos meios de contato (telefone, fax e correio eletrônico) apresentados ao final deste documento.

Como benefício direto da participação nesta pesquisa lembramos que, caso exista contaminação por mercúrio na comunidade, será possível identificar a presença desse elemento no cabelo. Se isto for comprovado, teremos evidências de que houve contaminação por mercúrio na comunidade e explicaremos as medidas que a comunidade deve tomar para evitar que a contaminação avance. Além disso, também avaliaremos se existe alguma sensibilidade ou resistência ao mercúrio nos seus genes. Caso você apresente sintomas de contaminação por mercúrio, nossa equipe o(a) encaminhará para o Sistema Único de Saúde (SUS) do estado do Amapá para uma avaliação médica e para realização de exames para confirmar se existem danos e quais as consequências.

Outro benefício direto diz respeito a uma avaliação de saúde mais ampla. Ressaltamos que antes da realização dos testes rápidos para doenças transmitidas por via sexual, você receberá um aconselhamento a fim de esclarecer as dúvidas relacionadas a essas doenças e as consequências de uma eventual contaminação. Caso algum teste rápido revele-se positivo, será realizado um novo aconselhamento a fim de receber orientações sobre a doença e a melhor maneira de controlá-la. Os testes rápidos de sífilis e hepatites B e C não são confirmatórios de doença e, caso o resultado seja positivo, você será

encaminhado para os profissionais de saúde locais, que são responsáveis pelo encaminhamento para confirmação das doenças. Se você tiver um resultado positivo para um ou mais testes rápidos, para os exames de diagnóstico de DCNT, ou exame físico sugestivo de uma das doenças incluídas em nosso projeto, você será encaminhado(a) para acompanhamento e tratamento por um profissional de saúde das equipes de saúde do DSEI ou das unidades de saúde do SUS de seu município, conforme o fluxo de atendimento estabelecido no estado do Amapá.

Caso se comprove que a comunidade está contaminada por mercúrio ou a presença de um número importante de casos das doenças em investigação, nossa equipe se compromete a elaborar um documento técnico para cobrar providências das autoridades para o enfrentamento do problema. Esse documento também poderá ser utilizado para apoiar a luta das lideranças contra a invasão de garimpeiros em seus territórios tradicionais. Nós entendemos que esse apoio técnico pode ser interpretado como benefício indireto de nosso trabalho.

Em nosso trabalho na comunidade, não realizaremos procedimentos médicos e intervenções em saúde complexa. Ou seja, não faremos procedimentos cirúrgicos, tratamentos com ou sem medicação, nem a realização de exames laboratoriais que envolvam a coleta de grandes amostras de sangue venoso (por exemplo, com seringas). Por essa razão, nós entendemos que os riscos de sua participação são pequenos e se restringem a um eventual constrangimento em responder alguma pergunta sobre hábitos de vida, ou mesmo um pequeno desconforto ao cortarmos alguns fios de cabelo ou ainda um pequeno mal-estar ou dor na hora de puncionar o dedo para realização dos testes rápidos. Caso você se sinta incomodado com as perguntas, poderá nos interromper e sentir-se totalmente livre para não responder ou deixar de participar da pesquisa. Caso você se sinta de alguma forma aborrecido com o corte de uma pequena mecha de seu cabelo é só nos avisar que não faremos esse procedimento. Se por qualquer razão ocorrer algum imprevisto, comprovadamente relacionado com nossa visita à comunidade, a equipe garante que a pessoa prejudicada será ressarcida caso ocorram despesas com tratamento médico, deslocamentos ou outros problemas aqui não previstos.

Todos os dados fornecidos por você durante nossas conversas, assim como os resultados das análises do cabelo, das células da boca e de toda a avaliação de saúde, incluindo os testes rápidos, serão guardados em segredo. Essa ação tem como objetivo garantir que as informações pessoais não sejam reveladas a outras pessoas. Para preservar a sua identidade, dados pessoais, tais como nome, sobrenome, data de nascimento, nome de parentes não serão apresentados em nenhum momento, nem mesmo quando for feita a divulgação dos resultados da pesquisa. Lembramos que somente o coordenador da pesquisa e os membros da equipe é que terão acesso ao conteúdo de nossas conversas e aos dados coletados.

A divulgação do trabalho será realizada por meio da elaboração de documentos/relatórios contendo dados sobre uma eventual contaminação por mercúrio e a presença de outros problemas de saúde na comunidade. A fim de dar retorno de nosso trabalho à comunidade, os resultados serão apresentados para as lideranças através de palestras e cartazes informativos. Além disso, elaboraremos artigos técnicos para publicação em revistas científicas para alertar as autoridades sobre a situação em sua comunidade. Ao final da pesquisa, o material será mantido em arquivo, por pelo menos 5 anos, conforme orienta a Resolução Nº 466/2012 e o Comitê de Ética em Pesquisa da Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca (CEP/ENSP).

Este documento foi redigido em duas vias de igual teor. Ao final de sua leitura e somente após os esclarecimentos necessários e sua assinatura ou a colocação de sua impressão digital concordando em participar de nossa pesquisa é que a mesma será iniciada. Uma das vias que contém os contatos do coordenador e do comitê de ética lhe será entregue.

Vale lembrar que ao assinar esse termo de consentimento você não está abrindo mão de seus direitos de cidadão, inclusive o de pleitear indenização nos termos na lei, quando cabível e ficar claramente demonstrada a relação de danos de qualquer natureza com as atividades relacionadas com esta pesquisa.

Em caso de dúvida quanto à condução ética do estudo, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da ENSP. O Comitê de Ética é a instância que tem por objetivo defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade, visando ainda contribuir para o desenvolvimento das pesquisas dentro de padrões éticos. Sendo assim, o comitê tem o papel de avaliar e monitorar o andamento do protocolo de pesquisa e garantir a observância aos princípios de proteção aos direitos humanos, à dignidade, à autonomia, à não maleficência, à confidencialidade e à privacidade.

---

Comitê de Ética em Pesquisa da Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca (CEP/ENSP)

Telefone e fax: (21)2598-2863

Correio eletrônico: [cep@ensp.fiocruz.br](mailto:cep@ensp.fiocruz.br)

<http://www.ensp.fiocruz.br/etica>

Endereço: Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca/ FIOCRUZ, Rua Leopoldo Bulhões, 1480 –Térreo - Manguinhos - Rio de Janeiro – RJ - CEP: 21041-210

---

Se desejar, consulte ainda a Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (Conep):

Tel: (61) 3315-5878 / (61) 3315-5879

Correio eletrônico: [conep@saude.gov.br](mailto:conep@saude.gov.br)

---

Pesquisador responsável: Dr. Paulo Cesar Basta

Telefone e fax: (21)2598-2683

Correio eletrônico: [pcbasta@ensp.fiocruz.br](mailto:pcbasta@ensp.fiocruz.br)

Endereço: Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca/ FIOCRUZ, Rua Leopoldo Bulhões, 1480 –Sala 608, 6º andar - Manguinhos - Rio de Janeiro – RJ - CEP: 21041-210

---

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

---

Nome e Assinatura do Pesquisador – (pesquisador de campo)

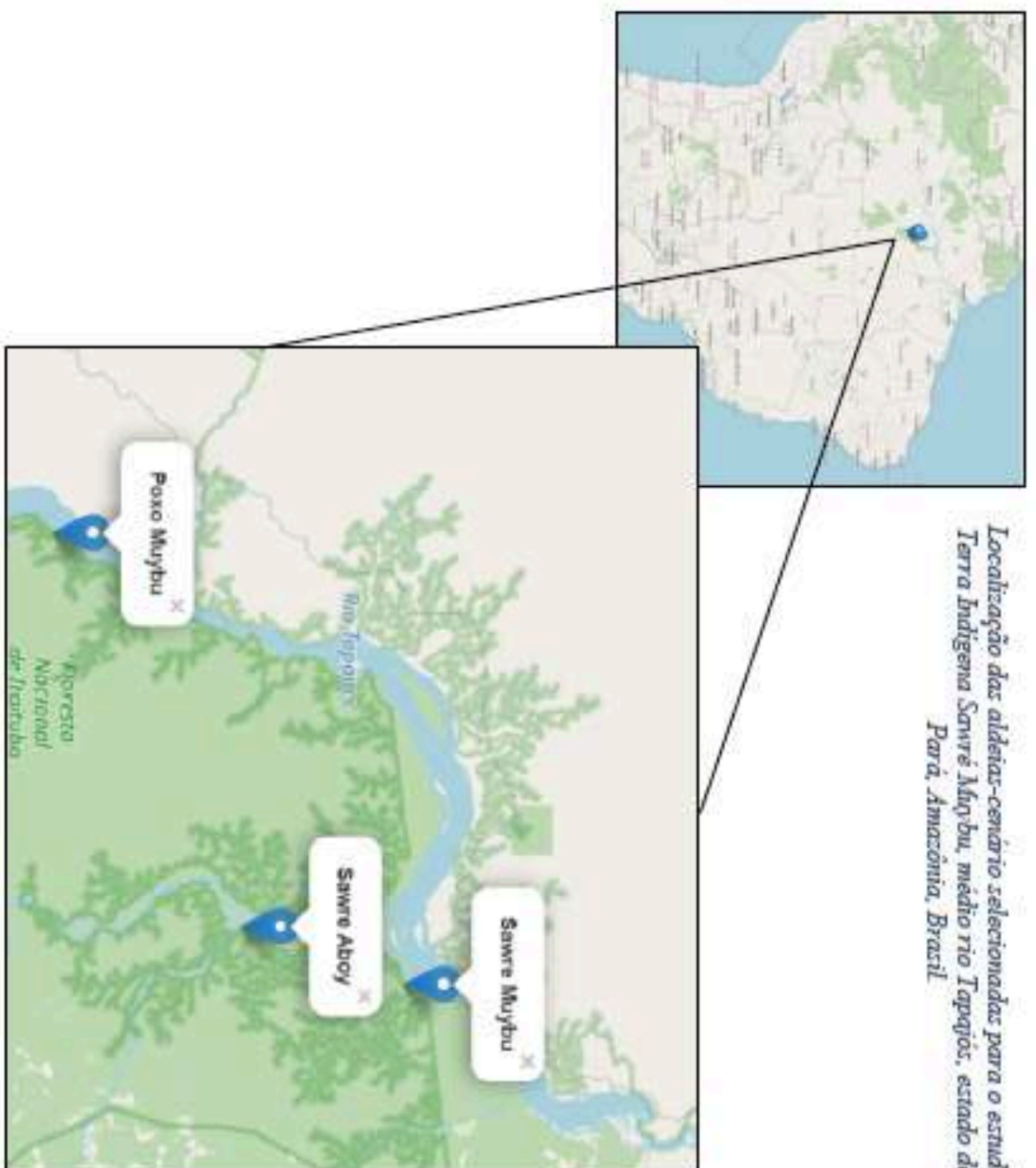
Declaro que entendi os objetivos e condições de minha participação na pesquisa e concordo em participar.

---

(Assinatura do(a) participante da pesquisa)

Nome do(a) participante:

*Localização das aldeias-cenário selecionadas para o estudo,  
Terra Indígena Sawré Muybu, médio rio Tapajós, estado do  
Pará, Amazônia, Brasil*







Placa da FUNAI identificando a TI *Sawré Muybu*, Pará, 2019



Deslocamento da equipe de pesquisa no Rio Tapajós, Pará, 2019





Equipe de pesquisa na aldeia *Sawré Muybu*, TI *Sawré Muybu*, Pará, 2019

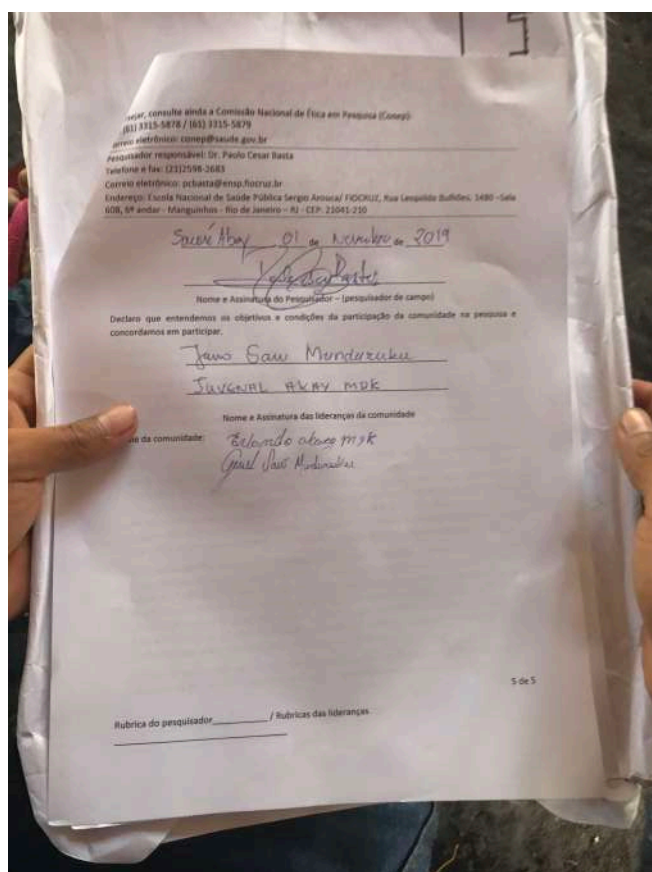
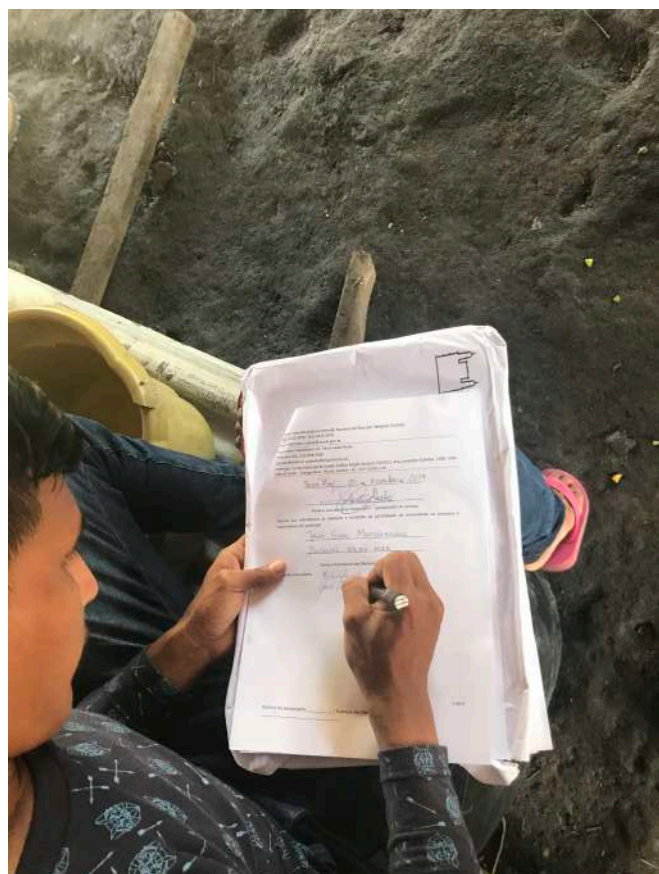


Equipe de pesquisa com cacique Jairo Saw, na aldeia *Sawré Aboy*, TI *Sawré Muybu*, Pará, 2019





Apresentação da equipe e do projeto na aldeia *Sawré Aboy*, TI *Sawré Muybu*, Pará, 2019



Assinatura do termo de consentimento na aldeia *Sawré Aboy*, TI *Sawré Muybu*, Pará, 2019





Equipe de pesquisa fazendo entrevista, durante visita domiciliar, aldeia *Sawré Aboy*, TI *Sawré Muybu*, Pará, 2019



Equipe de pesquisa fazendo entrevista, durante visita domiciliar, aldeia *Sawré Aboy*, TI *Sawré Muybu*, Pará, 2019





Equipe de pesquisa fazendo avaliação clínica, aldeia *Sawré Muybu*, TI *Sawré Muybu*, Pará, 2019



Equipe de pesquisa fazendo avaliação clínica, aldeia *Sawré Muybu*, TI *Sawré Muybu*, Pará, 2019





Equipe de pesquisa fazendo coleta de amostra de cabelo, aldeia *Sawré Muybu*, TI *Sawré Muybu*, Pará, 2019

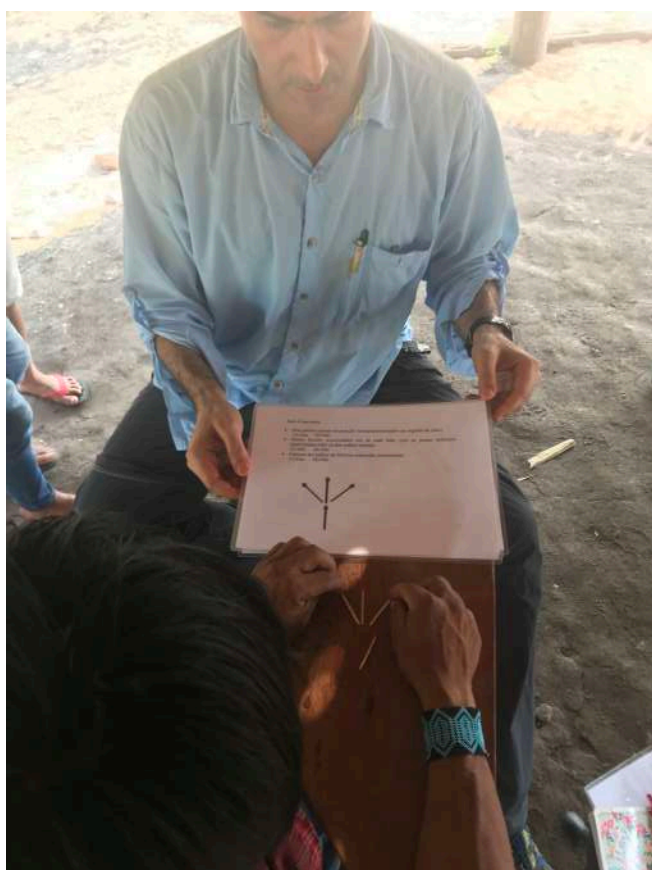


Equipe de pesquisa fazendo entrevista, aldeia *Sawré Muybu*, TI *Sawré Muybu*, Pará, 2019





Equipe de pesquisa fazendo avaliação neurológica, aldeia *Sawré Aboy*, TI *Sawré Muybu*, Pará, 2019



Equipe de pesquisa fazendo avaliação neurológica, aldeia *Sawré Aboy*, TI *Sawré Muybu*, Pará, 2019





Equipe de pesquisa fazendo avaliação pediátrica, aldeia *Sawré Aboy*, TI *Sawré Muybu*, Pará, 2019



Equipe de pesquisa fazendo coleta de amostra de cabelo, aldeia *Sawré Aboy*, TI *Sawré Muybu*, Pará, 2019









Equipe de pesquisa fazendo entrevista e avaliação clínica, aldeia *Sawré Aboy*, TI *Sawré Muybu*, Pará, 2019



Equipe de pesquisa fazendo coleta de amostra de células epiteliais, aldeia *Sawré Aboy*, TI *Sawré Muybu*, Pará, 2019





Equipe de pesquisa fazendo coleta de amostra de tecido muscular de peixe, aldeia *Sawré Muiybu*, TI *Sawré Muiybu*, Pará, 2019



Equipe de pesquisa fazendo coleta de amostra de tecido muscular de peixe, aldeia *Sawré Muiybu*, TI *Sawré Muiybu*, Pará, 2019





Imagens aéreas de garimpo na região do médio rio Tapajós, Pará, 2019  
Foto: Paulo Basta





Imagem aérea de garimpo na região do médio rio Tapajós, Pará, 2019  
Foto: Paulo Basta





Imagem aérea de garimpo na região do médio rio Tapajós, Pará, 2019  
Foto: Paulo Basta





Imagem aérea de garimpo na região do médio rio Tapajós, Pará, 2019  
Foto: Paulo Basta