

AVLIAÇÃO DE RISCO EM COMUNIDADES POTENCIALMENTE EXPOSTAS AO MERCÚRIO NA BACIA DO RIO MADEIRA

RELATÓRIO FINAL
MAIO DE 2011



AVALIAÇÃO DE RISCO À SAÚDE EM COMUNIDADES POTENCIALMENTE EXPOSTAS A MERCÚRIO NO RIO MADEIRA –RO

Instituições participantes:



RELATÓRIO FINAL DO PROJETO AVALIAÇÃO DE RISCO À SAÚDE EM COMUNIDADES POTENCIALMENTE EXPOSTAS A MERCÚRIO NO RIO MADEIRA - RO

Equipe do projeto

- **Prof. Dr. Wanderley Rodrigues Bastos: Coordenação Geral do programa “Hidrobiogeoquímica do Mercúrio e Outros Metais Pesados no Rio Madeira – UHE”.**
- Sandra Hacon - Coordenação do projeto
- Alcima Barreto Sales - Psicóloga
- Andréia Vasconcelos de Souza - Bolsista de Enfermagem
- Beatriz Alves - Enfermeira - doutoranda
- Bianca de Souza – Bolsista de Engenharia Ambiental
- Carla Moura Lima – Educadora
- Claudia Veja- Veterinária
- Daniel Marques - Geógrafo
- Dennys Mourão - Biólogo
- Denise Carvalho - Médica
- Gabriela P da Silva- Bióloga
- Henrique Togashi - Geógrafo
- Janaina M. Cadete Costa - Bolsista de Enfermagem
- Lílian Lira - Profissional de digitação
- Ludmilla Viana Jacobson - Estatística
- Marcos R. Veigant - Historiador
- Marlon F. Fonseca - Médico
- Núbia Gomes - Bolsista de Enfermagem
- Reinaldo Calixto Campos – Químico
- Rodrigo Gonçalves - Químico
- Tamar Frankenfeld – Médica
- Valeria de Oliveira – Psicóloga

LISTA DE SIGLAS

- AIA** Avaliação de Impacto Ambiental
- AIS** Avaliação de Impacto à Saúde
- AM** Amazonas
- ANVISA** Agência Nacional de Vigilância Sanitária
- ATSDR** Agency for Toxic Substances and Disease Registry
- CEP** Comitê de Ética em Pesquisas
- CH₃-Hg** Metilmercúrio
- C_i** Concentração do contaminante para o cenário analisado
- CONAMA** Conselho Nacional do Meio Ambiente
- D_{pot}** Dose potencial
- DCV** Doenças cardiovasculares
- DE_i** Duração da exposição para o evento i (dias, semanas)
- DNPM** Departamento Nacional de Produtos Minerais
- ECV** Evento Cardiovascular
- EDTA** Ethylenediamine tetraacetic acid
- EFMM** Estrada de Ferro Madeira-Mamoré
- EIA** Estudo de Impacto Ambiental
- HAS** Hipertensão arterial sistêmica
- HDL** High density lipoprotein
- Hg** Mercúrio
- HID** Hipertensão arterial diastólica isolada
- HIS** Hipertensão arterial sistólica isolada
- IBAMA** Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
- IBGE** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- IC** Intervalo de confiança
- IDH** Índice de desenvolvimento humano
- IHg** Mercúrio inorgânico
- IMC** Índice de massa corpórea
- LDL** Low density lipoprotein
- MeHg** Metilmercúrio
- MRL** Minimal risk level

MT Mato Grosso
OMS Organização Mundial de Saúde
OR Razão de chances
PA Pressão arterial
PAC Programa de Aceleração do Crescimento
PAD Pressão arterial diastólica
PBA Projeto Básico Ambiental
PC Peso corporal
PCR Proteína C reativa
PUC Pontifícia Universidade Católica
QR Quociente de risco
RESEX Reserva Extrativista
RfD Dose de referência
Rima Relatório de Impacto Ambiental
RO Rondônia
SAE Santo Antônio Energia
SISNAMA Sistema Nacional de Meio Ambiente
SUS Sistema Único de Saúde
T4 Tiroxina
TCLE Termo de consentimento livre e espontâneo
THg Mercúrio total
TI_i Taxa de ingestão para o evento i, segundo o nível trófico
TSH Hormônio tireoestimulante
UFRJ Universidade Federal do Rio de Janeiro
UHE SA Usina hidroelétrica Santo Antônio
UNIR Universidade Federal de Rondônia
USEPA United States Environmental Protection Agency
WHO World Health Organization

Sumário

APRESENTAÇÃO.....	1
1. INTRODUÇÃO.....	3
2. OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICOS.....	7
2.1. Objetivo Geral.....	7
2.2. Objetivos Específicos.....	7
2.3. Questões a serem respondidas com o presente estudo:.....	8
3. ANTECEDENTES.....	9
3.1. Antecedentes da contaminação por Hg na Amazônia.....	10
4. CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO DO ESTUDO.....	15
4.1. Aspectos geográficos, climáticos e sociodemográficos de Porto Velho.....	16
4.2. Caracterização da área de referencia – Resex de Cuniã.....	18
5. ABORDAGEM METODOLÓGICA.....	19
5.1. Abordagem de campo.....	21
5.1.1. Participação das comunidades.....	22
5.2. CARACTERIZAÇÃO DA POPULAÇÃO RIBEIRINHA.....	23
5.2.1. Desenho amostral.....	25
5.2.2. Georreferenciamento dos domicílios em diferentes comunidades do rio Madeira.....	26
5.3. ÁREA DE ESTUDO.....	27
5.4. INQUÉRITO EPIDEMIOLÓGICO.....	28
5.4.1. Inquérito domiciliar aplicado às comunidades ribeirinhas do rio madeira.....	28
5.5. ESTRUTURAÇÃO DO BANCO DE DADOS.....	31
5.6. COLETA E ANÁLISE DE MATERIAL BIOLÓGICO.....	32
5.6.1. Coleta e análise de sangue.....	32
5.6.2. Parâmetros bioquímicos analisados no sangue.....	33
5.6.3. Coleta de cabelo e análise de mercúrio.....	36
5.7. AVALIAÇÕES FÍSICA, COGNITIVA E CLÍNICA REALIZADAS NOS ESCOLARES.....	37
5.7.1. Avaliação físico-neurológica.....	37
5.7.2. Exame clínico da função tireoidiana.....	38
5.7.3. Avaliação antropométrica.....	39
5.7.4. Estimativas de risco global - Escore de Risco de Framingham.....	40
5.7.5. Avaliação cognitiva.....	43
5.8. ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS.....	44
5.9. MODELO ANALÍTICO DE AVALIAÇÃO DE RISCO À SAÚDE HUMANA DO RIO MADEIRA.....	45

5.9.1.	Caracterização da área contaminada.....	47
5.9.2.	Modelo conceitual	48
5.9.3.	Preocupações das comunidades com a saúde	50
5.9.4.	Avaliação da exposição.....	50
5.9.5.	Análise dos cenários de exposição	52
5.9.5.1.	Abordagem metodológica dos Cenários de exposição para o rio Madeira	52
6.	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	62
6.1.	RESULTADOS DO INQUÉRITO EPIDEMIOLÓGICO.....	64
6.1.1.	RESULTADOS DO INQUÉRITO DOMICILIAR.....	66
6.1.2.	INQUÉRITO DAS CONDIÇÕES DE SAÚDE INFANTIL	71
6.1.2.1.	Caracterização sociodemográfica da população infantil	71
6.1.2.2.	Avaliação da situação de saúde das crianças participantes do estudo.....	73
6.1.2.3.	Avaliação do tabagismo no domicílio no período de gravidez	76
6.1.2.4.	Avaliação da dieta da populacional infantil estudada.....	76
6.2.	INQUÉRITO DA POPULAÇÃO ADULTA RESIDENTE NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA E INDIRETA DA UHE SA.....	79
6.2.1.	Caracterização sociodemográfica da população adulta.....	79
6.2.2.	PERCEPÇÃO SOCIOAMBIENTAL DAS COMUNIDADES ESTUDADAS .	81
6.2.3.	PREOCUPAÇÃO DAS COMUNIDADES COM A SAÚDE.....	82
6.2.4.	AUTO-AVALIAÇÃO DA SAÚDE DA POPULAÇÃO ADULTA RIBEIRINHA.	82
6.2.5.	Caracterização das atividades laborais da população adulta.	84
6.2.6.	AVALIAÇÃO DOS FATORES DE RISCO	85
6.2.7.	AVALIAÇÃO ALIMENTAR DA POPULAÇÃO ADULTA NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DA UHE SA COMPARADO COM A ÁREA DE REFERÊNCIA.....	86
6.3.	RESULTADOS DE EXAMES BIOQUÍMICOS NO SANGUE.....	87
6.4.	FATORES DE RISCO ANALISADOS NA POPULAÇÃO RIBEIRINHA DO RIO MADEIRA.....	112
6.4.1.	MODELO BIVARIADO E MULTIVARIADO PARA AVALIAÇÃO DA PRESSÃO ARTERIAL SISTÓLICA, DIASTÓLICA E SISTÊMICA EM ADULTOS.....	123
6.4.1.1.	DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL E ANÁLISE BIVARIADA DA PRESSÃO ARTERIAL SISTÓLICA EM ADULTOS.....	124
6.4.1.2.	AVALIAÇÃO DA PRESSÃO ARTERIAL DIASTÓLICA EM ADULTOS	131
6.4.1.3.	AVALIAÇÃO DA PRESSÃO ARTERIAL SISTÊMICA EM ADULTOS	137
6.4.1.4.	RESULTADOS DOS MODELOS DE REGRESSÃO LOGÍSTICA PARA IDENTIFICAR FATORES DE RISCO PARA HIPERTENSÃO ARTERIAL SISTÊMICA E SISTÓLICA EM ADULTOS.....	141
6.4.2.	ANÁLISE DESCRITIVA DA PRESSÃO ARTERIAL SISTÓLICA E	

DIASTÓLICA EM CRIANÇAS	144
6.4.2.1. MODELO BIVARIADO E MULTIVARIADO PARA AVALIAÇÃO PRESSÃO ARTERIAL SISTÓLICA, DIASTÓLICA E SISTÊMICA EM CRIANÇAS	151
6.5. RESULTADOS DO RISCO GLOBAL PARA ECV.....	153
6.6. Resultados de mercúrio na população ribeirinha do rio madeira.	159
6.6.1. Resultados da Avaliação da Exposição	160
6.6.2. Consumo de peixe da população ribeirinha do rio Madeira por seção do rio e na área de referência Resex do Cuniã.....	169
6.7. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DE AVALIAÇÃO DE RISCO A SAÚDE HUMANA PARA NA POPULAÇÃO DO RIO MADEIRA	185
6.7.1. Níveis de referência para dose aceitável de Hg adotados por organizações internacionais	188
6.7.2. Cenários de exposição a Hg no rio Madeira.....	190
6.8. CENARIOS DE EXPOSIÇÃO PARA A POPULAÇÃO RIBEIRINHA E A RESEX DO CUNIÃ	196
6.8.1. Comparação dos resultados da avaliação de risco com as concentrações de Hg no cabelo das populações estudadas.....	201
6.8.2. Modelos de regressão linear simples e múltiplo	202
6.8.3. O consumo de peixes como um predictor da exposição ao MeHg	204
6.9. IMPLICAÇÕES DA EXPOSIÇÃO AO HG PARA A SAÚDE PÚBLICA.....	206
6.9.1. Efeitos da exposição ao mercúrio sobre a saúde	208
6.9.2. Populações susceptíveis.....	212
6.10. RESULTADOS DA AVALIAÇÃO TIROIDIANA, COGNITIVA E NEUROLOGICA NA POPULAÇÃO RIBEIRINHA DO RIO MADEIRA	214
6.10.1. Avaliação tireoidiana na população ribeirinha do rio Madeira	215
6.10.1.1. Conclusões	218
6.10.2. AVALIAÇÃO COGNITIVA DA POPULAÇÃO RIBEIRINHA DO RIO MADEIRA	218
6.10.2.1. Resultados dos Testes das Matrizes Progressivas de Raven.....	219
6.10.2.2. Figuras Complexas de REY	222
6.10.2.3. WISC (subtestes dígitos, procura de símbolos e labirinto)	227
6.10.2.4. Resultados dos Modelos de Regressão Logística para a Avaliação Cognitiva	231
6.10.2.5. Teste das Figuras Complexas de REY: Reprodução de Memória.....	232
6.10.2.6. Teste das Figuras Complexas de REY: Cópias	234
6.10.2.7. Teste das Matrizes Progressivas de Raven (MPR).....	236
6.10.2.8. Teste WISC sub-teste Dígitos.....	238

6.10.2.9.	Teste WISC sub-teste Símbolos.....	241
6.10.2.10.	Conclusões	243
6.10.3.	Resultados dos exames físico-neurológico em escolares do rio Madeira.	245
6.10.3.1.	Conclusão	266
6.11.	DISTRIBUIÇÃO DO PERCENTUAL DE DIABÉTICOS E ANEMIA FERROPRIVA.....	266
6.12.	RESPOSTAS ÀS PREOCUPAÇÕES DA COMUNIDADE COM A SAÚDE 269	
7.	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	273
7.1.	CARACTERIZAÇÃO DO RISCO.....	273
7.2.	DEFINIÇÃO DE CATEGORIAS DE PERIGO PARA A SAÚDE PÚBLICA	275
8.	RECOMENDAÇÕES.....	282
9.	AGRADECIMENTO.....	286
10.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	287

LISTA DE FIGURAS

Figura5. 1: Incremento anual da população do município de Porto Velho ao longo do período de 2000 a 2010.....	17
Figura5. 2: Área de estudo da população ribeirinha do rio Madeira	29
Figura5. 3: Aplicação de questionários em comunidades ribeirinhas do rio Madeira	31
Figura5. 4. Coleta de sangue na comunidade de Jatuarana.....	36
Figura5. 5. Exame neurológico sendo realizado em escolares pelo médico responsável por esta avaliação.	38
Figura5. 6. Exame clínico de avaliação tireoidiana realizado em escolares pelos médicos responsáveis por esta etapa do estudo.....	39
Figura5. 7. Avaliação antropométrica de escolares das comunidades ribeirinhas.....	40
Figura 6. 1. Frequência de consumo de determinados alimentos pela população infantil das margens do rio Madeira.	77
Figura 6. 2. Frequência de consumo de determinados alimentos pela população de crianças e adolescentes na área de referência.....	78
Figura 6. 3. Frequência de consumo de determinados alimentos pela população adulta das margens do rio Madeira.....	87
Figura 6. 4. Frequência de consumo de determinados alimentos pela população adulta da área de referência.....	87
Figura 6. 5. Proporção de indivíduos com níveis de glicose sérica, por gênero (Porto Velho, 2011).....	94
Figura 6. 6. Resultados de exames de hemoglobina, segundo gênero e faixas etárias(Porto Velho, 2011).....	95
Figura 6. 7. Resultados de exames de contagem de leucócitos, segundo gênero e faixas etárias (Porto Velho, 2010).	96
Figura 6. 8. Resultados de contagem de linfócitos e eosinófilos, segundo gênero e faixas etárias (Porto Velho, 2010).	97
Figura 6. 9. Resultados de exame de albumina, segundo gênero e faixas etárias (Porto Velho, 2010).....	98
Figura 6. 10. Resultados de ferro sérico, segundo gênero e faixas etárias (Porto	

Velho, 2010).	99
Figura 6. 11. Resultados de ferro e ferritina séricos, segundo gênero e faixas etárias (Porto Velho, Rondônia).	100
Figura 6. 12. Resultados de exame sérico de colesterol total, segundo gênero e faixas etárias (Porto Velho, Rondônia).	101
Figura 6. 13. Resultados de exame sérico de HDL colesterol, segundo gênero e faixas etárias (Porto Velho, Rondônia).	101
Figura 6. 14. Resultados de exame de triglicerídeos, segundo gênero e faixas etárias (Porto Velho, Rondônia).	102
Figura 6. 15. Resultados de exame com valores hormonais de tireoestimulante (TSH) segundo gênero e faixas etárias (Porto Velho, Rondônia).	103
Figura 6. 16. Resultados de exame com valores hormonais de Tiroxina (T4), segundo gênero e faixas etárias (Porto Velho, Rondônia).	104
Figura 6. 17. Resultados de exame com níveis séricos de glicose, segundo gênero e faixas etárias (Porto Velho, Rondônia).	105
Figura 6. 18. Correlação de T4 Livre (tiroxina) e TSH (tireoestimulante), na população geral e entre os sexos (Porto Velho, Rondônia).	107
Figura 6. 19. Correlação de TSH (tireoestimulante) e colesterol total, na população geral e entre os sexos (Porto Velho, Rondônia).	108
Figura 6. 20. Correlação de TSH (tireoestimulante) e níveis de albumina, na população geral e entre os sexos (Porto Velho, Rondônia).	109
Figura 6. 21. Correlação de T4 (tiroxina) e eosinófilos, na população geral e entre os sexos (Porto Velho, Rondônia).	110
Figura 6. 22. Correlação de T4 (tiroxina) e níveis de ferro, na população geral e entre os sexos (Porto Velho, Rondônia).	111
Figura 6. 23. Correlação de T4 (tiroxina) e níveis de ferritina, na população geral e entre os sexos (Porto Velho, Rondônia).	112
Figura 6. 24. Pressão arterial sistólica e diastólica (mmHg) em residentes das áreas ribeirinhas do rio Madeira (maiores de 16 anos), segundo faixa etária (Porto Velho, 2011).	118
Figura 6. 25. Pressão arterial sistólica e diastólica (mmHg) em residentes (maiores de 16 anos) das áreas ribeirinhas do rio Madeira, segundo sexo (Porto Velho, 2011).	119
Figura 6. 26. Pressão arterial sistólica e diastólica (mmHg) em residentes nas	

margens do rio Madeira, segundo faixa etária (Porto Velho, 2010).....	120
Figura 6. 27. Pressão arterial sistólica e diastólica (mmHg) em adultos residentes nas margens do rio Madeira, segundo sexo (Porto Velho, 2010).	121
Figura 6. 28. Pressão arterial sistólica e diastólica (mmHg) em residentes (maiores de 16 anos) nas margens do rio Madeira, segundo índice de massa corporal (IMC) (Porto Velho, 2010).....	121
Figura 6. 29. Pressão arterial sistólica (mmHg) em residentes nas margens do rio Madeira, segundo índice de massa corporal (IMC) (Porto Velho, 2011).	122
Figura 6. 30. Pressão arterial diastólica (mmHg) em residentes nas margens do rio Madeira, segundo índice de massa corporal (IMC) (Porto Velho, 2010).	123
Figura 6. 31. Pressão arterial sistólica e diastólica em crianças e adolescentes, segundo margem em que residem (Porto Velho, 2011).	147
Figura 6. 32. Pressão arterial sistólica e diastólica em crianças e adolescentes residentes em áreas ribeirinhas, rio Madeira (Porto Velho, 2011).	148
Figura 6. 33. Pressão arterial sistólica e diastólica em crianças e adolescentes residentes em áreas ribeirinhas, rio Madeira (Porto Velho, 2011).	149
Figura 6. 34. Pressão arterial sistólica e diastólica em crianças e adolescentes residentes em áreas ribeirinhas, rio Madeira (Porto Velho, 2011).	150
Figura 6. 35. Pressão arterial sistólica e diastólica em crianças e adolescentes residentes em áreas ribeirinhas, rio Madeira (Porto Velho, 2011).	151
Figura 6. 36. Níveis de mercúrio no cabelo (ppm) em indivíduos residentes em áreas ribeirinhas do rio Madeira, segundo as categorias de risco global.	157
Figura 6. 37. Níveis de mercúrio no cabelo (ppm) em indivíduos residentes em áreas ribeirinhas do rio Madeira, segundo sexo e categorias de risco global para ocorrência de eventos cardiovasculares em 10 anos (Rio Madeira, 2011).	158
Figura 6. 38. Níveis de mercúrio no cabelo (ppm) em indivíduos residentes em áreas ribeirinhas do rio Madeira, segundo margem e categorias de risco global para ocorrência de eventos cardiovasculares em 10 anos (Rio Madeira, 2010).	159
Figura 6. 39. Distribuição e variação de Hg em cabelo nas várias comunidades estudadas.....	165
Figura 6. 40. Distribuição dos níveis agregados de Hg total em cabelo da população ribeirinha do rio Madeira e da Resex Cuniã.....	166
Figura 6. 41. Concentrações médias de Hg em cabelo de algumas populações ribeirinhas estudadas na bacia Amazônica.	169

Figura 6. 42. Frequência do consumo de peixe e categorias por intervalo de concentração de Hg em menores de 16 anos do gênero feminino.	171
Figura 6. 43. Frequência do consumo de peixe e categorias por intervalo de concentração de Hg em maiores de 16 anos do grupo feminino.	174
Figura 6. 44. Frequência do consumo de peixe e categorias por intervalo de concentração de Hg em menores de 16 anos do gênero masculino.....	175
Figura 6. 45. Frequência do consumo de peixe e categorias por intervalo de concentração de Hg em maiores de 16 anos do gênero masculino.....	177
Figura 6. 46. Distribuição dos níveis de Hg por faixa etária nas seções do rio Madeira e área a Resex doo Cuniã.....	179
Figura 6. 47. Distribuição de Hg em cabelo nas comunidades do rio Madeira e na Resex do Cuniã em relação ao gênero.	180
Figura 6. 48. Percentis e as variações das concentrações de Hg por local de residência (margem direita, esquerda) no rio Madeira e por gênero da população estudada, Porto Velho, 2011.....	181
Figura 6. 49. Relação da frequência de consumo de peixe semanal e concentrações de Hg ($\mu\text{g/g}$) no cabelo, nas comunidades das margens do rio Madeira e na Resex do Cuniã e nas áreas a montante e a jusante da UHE SA (Porto Velho, 2011).....	183
Figura 6. 50. Concentrações médias de Hg em peixes carnívoros e não carnívoros coletados em várias localidades do rio Madeira.	191
Figura 6. 51. Espécies de peixes mais consumidas pelas comunidades do rio Madeira e a área de referência (Resex do Cuniã).....	192
Figura 6. 52. Distribuição das concentrações de Hg em peixes carnívoros e não carnívoros consumidos a montante e jusante da UHE SA no rio Madeira e na área de referência (Resexdo Cuniã). com o Lago Puruzinho.....	194
Figura 6. 53. Distribuição espacial dos locais de coleta de peixes ao longo do rio Madeira e na área de referência.	195
Figura 6. 54. Comparação dos resultados da avaliação de risco com as concentrações de Hg no cabelo das populações estudadas.....	202
Figura 6. 55. Distribuição percentual de TSH segundo gênero e faixa etária na população ribeirinha do rio Madeira. Porto Velho, 2010.....	216
Figura 6. 56. Distribuição dos níveis de mercúrio segundo os resultados do teste das MPR. Porto Velho.	221

Figura 6. 57. Médias e intervalos de confianças dos níveis de mercúrio segundo os resultados do teste das MPR.....	222
Figura 6. 58. Distribuição dos níveis de mercúrio segundo os resultados do teste de cópia (Porto Velho, 2011).	224
Figura 6. 59. Médias e intervalos de confianças dos níveis de mercúrio segundo os resultados do teste de cópia das FC Rey (Porto Velho, 2011).	225
Figura 6. 60. Distribuição dos níveis de mercúrio segundo os resultados do teste de reprodução de memória (Porto Velho, 2011).	226
Figura 6. 61. Médias e intervalos de confianças dos níveis de mercúrio segundo os resultados do teste de reprodução de memória das FC de Rey (Porto Velho, 2011).	227
Figura 6. 62. Distribuição dos níveis de mercúrio segundo os resultados do WISC subteste Porto Velho, 2011.	229
Figura 6. 63. Médias e intervalos de confianças dos níveis de mercúrio segundo os resultados do WISC subteste procura de símbolos, Porto Velho, 2011.....	230
Figura 6. 64. Distribuição dos níveis de mercúrio segundo os resultados do WISC subteste dígitos,Porto Velho, 2011.....	230
Figura 6. 65. Médias e intervalos de confianças dos níveis de mercúrio segundo os resultados do WISC subteste dígitos-Porto Velho, 2011.	231
Figura 7. 1. Classificação do risco a saúde humana por comunidade no rio Madeira.	279

LISTA DE TABELAS

Tabela 5. 1: Número total de participantes de diferentes comunidades ao longo do rio Madeira, subdivididos por margem do rio, gênero, grupo etário e comunidade.....	30
Tabela 5. 2: Distribuição percentual da amostra de participantes dos exames de sangue segundo gênero, faixa etária e margem do rio.	35
Tabela 5. 3. Distribuição de frequências de amostras de cabelo analisadas para mercúrio nas comunidades da margem direita e esquerda e na área de referência Resex do Cuniã.....	36
Tabela 5. 4. Pontuação do Escores de Framingham para idade, LDL colesterol, HDL colesterol, diabetes e tabagismo, segundo sexo.....	42
Tabela 5. 5. Pontuação do Escores de Framingham para pressão arterial sistólica e diastólica, segundo sexo.	42
Tabela 5. 6. Classificação de risco global, segundo <i>Escore de Framingham</i>	43
Tabela 5. 7. Lista de funções e provas cognitivas para avaliação da exposição ao metilmercúrio por faixa etária.	44
Tabela 5. 8. Parâmetros de entrada no modelo para o cenário de tendência central para a população total a montante, segundo gênero e grupo etário (grupo 1).....	53
Tabela 5. 9. Parâmetros de entrada no modelo para o cenário de tendência crítica para a população total da montante, segundo gênero e grupo etário (grupo 2).....	54
Tabela 5. 10. Parâmetros de entrada no modelo para população total a jusante, cenário tendência central (grupo 3).....	54
Tabela 5. 11. Parâmetros de entrada no modelo para a população total a jusante cenário da tendência crítica, segundo gênero e grupo etário (grupo 4).....	55
Tabela 5. 12. Parâmetros de entrada no modelo para a população a montante adultos, segundo margem do rio e gênero. Cenário de tendência central (grupo 5).....	56
Tabela 5. 13. Parâmetros de entrada no modelo do cenário crítico prospectivo para população adulta a montante, margens do rio Madeira direita e esquerda, com valores de entrada no modelo usando o percentil 95%, (grupo 6).	56

Tabela 5. 14. Parâmetros de entrada no modelo para o cenário da população adulta a jusante, com tendência central para as margens direita e esquerda do rio Madeira (grupo 7).....	57
Tabela 5. 15. Parâmetros de entrada no modelo percentil 95% para o cenário da população adulta a jusante, por margem do rio Madeira, para o cenário crítico prospectivo (grupo 8).....	57
Tabela 5. 16. Parâmetros de entrada no modelo para o cenário de tendência central a jusante por margem do rio Madeira em menores de 16 anos (grupo 9).....	58
Tabela 5. 17. Parâmetros de entrada no modelo para o cenário crítico - prospectivo a jusante por margem do rio Madeira em menores de 16 anos (grupo 10).....	58
Tabela 5. 18. Parâmetros de entrada no modelo para o Cenário de tendência central a montante por margem do rio Madeira em menores de 16 anos (grupo 11).....	59
Tabela 5. 19. Parâmetros de entrada no modelo para o cenário crítico-prospectivo a montante margem do rio Madeira em menores de 16 anos (grupo 12).....	59
Tabela 5. 20. Parâmetros de entrada no modelo para o cenário de tendência central para a população do Cuniã para adultos e menores de 16 anos (grupo 13).....	60
Tabela 5. 21. Parâmetros de entrada no modelo para o cenário crítico - prospectivo (percentil 95%) para a população do Cuniã para adultos e menores de 16 anos (grupo 14).....	60
Tabela 5. 22. Parâmetros de entrada no modelo para o Cenário de tendência central para as gestantes.....	61
Tabela 6. 1. Inquérito epidemiológico das comunidades ribeirinhas na área de influência da UHE SA e na Resex do Cuniã - 2011.....	65
Tabela 6. 2. Características dos domicílios das comunidades estudadas - Porto Velho, 2011.....	67
Tabela 6. 3. Infraestrutura e saneamento referente aos domicílios participantes do inquérito domiciliar. Porto Velho, 2010.....	69
Tabela 6. 4. Distribuição percentual dos eletrodomésticos nos domicílios	

integrantes da pesquisa, nas margens direita e esquerda.	70
Tabela 6. 5. Distribuição da amostra de crianças e adolescentes por sexo, faixa etária, cor e escolaridade, segundo a margem de residência no rio Madeira.	72
Tabela 6. 6. Auto-avaliação da saúde segundo gênero e local de residência nas crianças investigadas na amostra do estudo.....	74
Tabela 6. 7. Avaliação de desenvolvimento mental e deficiência física na amostra das crianças investigadas, segundo gênero e margem do rio Madeira e na Resex do Cuniã.....	75
Tabela 6. 8. Frequência dos principais alimentos consumidos pela população infantil da RESEX do Lago Cuniã.....	78
Tabela 6. 9. Distribuição da população adulta entrevistada por gênero, cor, escolaridade e segundo o local de moradia na margem do rio Madeira.	80
Tabela 6. 10. Distribuição de frequências das dificuldades e problemas de equilíbrio reportados pela população adulta segundo o local de moradia referente a margem do rio e a comunidade do Cuniã.	84
Tabela 6. 11. Distribuição da população adulta entrevistada por atividade laboral.	85
Tabela 6. 12. Distribuição de frequências dos fatores de risco (referidos), segundo o local de moradia nas margens do rio comparativamente com Cuniã	85
Tabela 6. 13. Distribuição das comunidades participantes do estudo bioquímico no sangue, segundo gênero e faixas de idade. Porto Velho, 2011.....	89
Tabela 6. 14. Resultado de hemograma: hematócrito, hemoglobina, leucócitos totais, eosinófilos, linfócitos e contagem de plaquetas, por gênero (Porto Velho, 2010).....	90
Tabela 6. 15. Resultado de exames de colesterol com valores de colesterol total, HDL colesterol, LDL colesterol, VLDL colesterol e triglicérides, por gênero (Porto Velho, 2010).	91
Tabela 6. 16. Resultado de exames de proteínas totais, albumina, globulinas, relação albumina e globulina, ferro sérico e ferritina, por gênero (Porto Velho, 2011).	92
Tabela 6. 17. Resultado de exames TSH (Tireoestimulante) e T4 (Tiroxina), por gênero (Porto Velho, 2010).	93
Tabela 6. 18. Distribuição percentual da pressão arterial sistólica e diastólica, segundo margem e gênero em população residente (maiores de 16 anos) nas	

margens do rio Madeira (Porto Velho, 2011).....	114
Tabela 6. 19. Distribuição percentual da pressão arterial sistólica e diastólica, segundo margem e idade em população residente (maiores de 16 anos) nas margens do rio Madeira (Porto Velho, Rondônia).	115
Tabela 6. 20. Distribuição percentual da pressão arterial sistólica e diastólica, segundo margem e índice de massa corporal em população residente (maiores de 16 anos) nas margens do rio Madeira (Porto Velho, Rondônia).....	117
Tabela 6. 21. Distribuição percentual e razão de chances (OR) das condições da pressão arterial sistólica de acordo com idade, sexo, índice de massa corporal, tabagismo, etilismo, consumo de fritura e co-morbidades cardiovasculares (Rio Madeira, Porto Velho, 2011).....	125
Tabela 6. 22. Distribuição percentual e razão de chances (OR) das condições da pressão arterial sistólica de acordo as seguintes características sócio-ambientais: margem em que reside, área de influência da construção da hidrelétrica, exposição ambiental ou ocupacional, escolaridade, atividade ocupacional e renda (Rio Madeira, Porto Velho, 2010).	126
Tabela 6. 23. Distribuição percentual e razão de chances (OR) das condições da pressão arterial sistólica de acordo local de nascimento (Rondônia), tempo de moradia em áreas ribeirinhas, consumo de peixe semanal e níveis de mercúrio (pontos de corte 6 ppm, 15 ppm e 50 ppm) (Rio Madeira, Porto Velho, 2010).	128
Tabela 6. 24. Distribuição percentual e razão de chances (OR) das condições da pressão arterial sistólica de acordo os níveis séricos de colesterol total, triglicerídeos, glicemia, ferro, hemoglobina e contagem de linfócitos (Rio Madeira, Porto Velho, 2011).	129
Tabela 6. 25. Distribuição percentual e razão de chances (OR) das condições da pressão arterial sistólica de acordo as seguintes características de atenção a saúde: se faz uso e frequência de medicação, problemas nos nervos, profissional de saúde relatou pressão alta, colesterol e diabetes, procura e motivo de assistência médica (Rio Madeira, Porto Velho, 2011).	130
Tabela 6. 26. Distribuição percentual e razão de chances (OR) das condições da pressão arterial diastólica de acordo com idade, sexo, índice de massa corporal, tabagismo, etilismo, consumo de fritura e co-morbidades cardiovasculares (Rio Madeira, Porto Velho, 2010).	131

Tabela 6. 27. Distribuição percentual e razão de chances (OR) das condições da pressão arterial diastólica de acordo as seguintes características sócio-ambientais: margem em que reside, área de influência da construção da hidrelétrica, exposição ambiental ou ocupacional, escolaridade, atividade ocupacional e renda (Rio Madeira, Porto Velho, 2011).	133
Tabela 6. 28. Distribuição percentual e razão de chances (OR) das condições da pressão arterial diastólica de acordo com local de nascimento (Rondônia), tempo de moradia em áreas ribeirinhas, consumo de peixe semanal e níveis de mercúrio (pontos de corte 6 ppm, 15 ppm e 50 ppm) (Rio Madeira, Porto Velho, 2011).	134
Tabela 6. 29. Distribuição percentual e razão de chances (OR) das condições da pressão arterial diastólica de acordo os níveis séricos de colesterol total, triglicerídeos, glicemia, ferro, hemoglobina e contagem de linfócitos (Rio Madeira, Porto Velho, 2010).	135
Tabela 6. 30. Distribuição percentual e razão de chances (OR) das condições da pressão arterial diastólica de acordo as seguintes características da assistência a saúde (Porto Velho, 2011).	136
Tabela 6. 31. Distribuição percentual e razão de chances (OR) das condições da pressão arterial sistêmica de acordo com idade, sexo, índice de massa corporal, tabagismo, etilismo, consumo de fritura e comorbidades cardiovasculares (Rio Madeira, Porto Velho, 2011).	138
Tabela 6. 32. Distribuição percentual e razão de chances (OR) das condições da pressão arterial sistêmica de acordo as seguintes características sócio-ambientais: margem em que reside, área de influência da construção da hidrelétrica, exposição ambiental ou ocupacional, escolaridade, atividade ocupacional e renda (Rio Madeira, Porto Velho, 2010).	139
Tabela 6. 33. Distribuição percentual e razão de chances (OR) das condições da pressão arterial sistêmica de acordo os níveis séricos de colesterol total, triglicerídeos, glicemia, ferro, hemoglobina e contagem de linfócitos (Rio Madeira, Porto Velho, 2010).	140
Tabela 6. 34. Modelo multivariado entre os fatores associados à hipertensão arterial sistólica (Rio Madeira, Porto Velho, 2010).	142
Tabela 6. 35. Modelo multivariado entre os fatores associados à hipertensão arterial sistêmica (Rio Madeira, Porto Velho, 2011).	143

Tabela 6. 36. Distribuição percentual da pressão arterial sistólica e diastólica em crianças (5 a 12 anos) e adolescentes (12 a 15 anos e 11 meses), segundo as margens do rio Madeira (Porto Velho, 2011).	145
Tabela 6. 37. Distribuição percentual da pressão arterial sistólica e diastólica em crianças e adolescentes, segundo sexo e margem em que residem no rio Madeira (Porto Velho, 2011).	146
Tabela 6. 38. Tabela descritiva da pressão arterial sistólica e diastólica, segundo margem (Porto Velho, 2011)	147
Tabela 6. 39. Modelo de regressão linear múltipla em relação à pressão arterial diastólica em crianças e adolescentes residentes em áreas ribeirinhas (Porto Velho, 2011).	153
Tabela 6. 40. Risco global para doenças cardiovasculares em residentes das áreas ribeirinhas do rio Madeira, segundo margem, idade e sexo (Rio Madeira, 2010).	154
Tabela 6. 41. Risco global para doenças cardiovasculares em residentes das áreas ribeirinhas do rio Madeira, segundo níveis de mercúrio no cabelo (Rio Madeira, Porto Velho, 2010).	155
Tabela 6. 42. Comparação de médias dos níveis de mercúrio no cabelo, segundo as categorias de risco global para doenças cardiovasculares (Porto Velho, 2010).	156
Tabela 6. 43. Risco global para doenças cardiovasculares em residentes das áreas ribeirinhas do rio Madeira, segundo consumo de peixe na semana (Rio Madeira, Porto Velho, 2010).	156
Tabela 6. 44. Descritiva dos níveis de Hg por margem e área de referência, gênero e faixa etária.	161
Tabela 6. 45. Revisão de níveis de Hg em cabelo da população ribeirinha do Madeira, período de 1990 a 2006.	167
Tabela 6. 46. Cenário para estimativa de Dose Potencial de Exposição ($\mu\text{g}/\text{kg}/\text{d}$) e (IC 95%) para a população geral a montante e jusante.	197
Tabela 6. 47. Cenário para estimativa de Dose Potencial de Exposição ($\mu\text{g}/\text{kg}/\text{d}$) e (IC 95%) para a população adulta a montante, segundo a margem de residência e gênero.	197
Tabela 6. 48. Cenário para estimativa de Dose Potencial de Exposição ($\mu\text{g}/\text{kg}/\text{dia}$) (IC 95%) para a população menor de 16 anos a montante, segundo	

a margem de residência e gênero.....	198
Tabela 6. 49. Cenário para estimativa de Dose Potencial de Exposição (µg/kg/dia) (IC95%) para a população da Resex do Cuniã.	200
Tabela 6. 50. Modelos de Regressão Linear Simples*	203
Tabela 6. 51. Modelo de Regressão Múltipla.....	204
Tabela 6. 52. TSH e T4 livre na população ribeirinha do Rio Madeira, segundo gênero e grupo etário. Porto Velho, 2010.....	217
Tabela 6. 53. Distribuição de freqüências do teste das MPR (escala geral e colorida) (Porto Velho, 2010-2011).....	219
Tabela 6. 54. Distribuição de freqüências do teste das MPR segundo as variáveis idade, gênero, margem do rio, ano escolar e níveis de mercúrio (Porto Velho, 2010-2011).	220
Tabela 6. 55. Distribuição de freqüências dos testes de cópias e de reprodução de memória das figuras complexas de REY (Porto Velho, 2011).	222
Tabela 6. 56. Distribuição de freqüências do teste de cópias segundo as variáveis idade, gênero, margem do rio, ano escolar e níveis de mercúrio (Porto Velho, 2011).	223
Tabela 6. 57. Distribuição de freqüências do teste de memórias segundo as variáveis idade, gênero, margem do rio, ano escolar e níveis de mercúrio (Porto Velho, 2011).	223
Tabela 6. 58. Distribuição de freqüências dos subtestes dígitos e procura símbolos (Porto Velho, 2011).	227
Tabela 6. 59. Distribuição de freqüências do teste de dígitos segundo as variáveis idade, gênero, margem do rio, ano escolar e níveis de mercúrio. Porto Velho, 2011.....	228
Tabela 6. 60. Distribuição de freqüências do teste de procurar símbolos segundo as variáveis idade, gênero, margem do rio, ano escolar e níveis de mercúrio, Porto Velho, 2011.	228
Tabela 6. 61. Distribuição percentual da variável sexo segundo a faixa etária e margem do rio dos indivíduos das crianças e adolescentes que fizeram os exames neurológicos.	245
Tabela 6. 62. Distribuição percentual de cada teste com movimentos rápidos alternados segundo sexo, faixa etária e margem do rio.....	246
Tabela 6. 63. Distribuição percentual do teste Ponto-a-Ponto segundo sexo,	

faixa etária e margem do rio e na área de referência – Resex do Cuniã.	247
Tabela 6. 64. Resultados dos testes (1) de movimentos alternados rápidos (membros superiores) e teste (2) ponto a ponto (membros superiores), teste (3) movimentos alternados rápidos (membros inferiores) e teste (4) ponto a ponto (membros inferiores) e os valores de Hg em cabelos, segundo os resultados dos testes.....	250
Tabela 6. 65. Apresenta os resultados dos testes 5 (a, b, c, d, e) e as concentrações de Hg-total em cabelos, incluindo a área de referência de Cuniã. ...	252
Tabela 6. 66. Resultados dos testes de reflexos profundos, marcha espontânea, equilíbrio estático, tremores de extremidades, movimentos oculares anormais e os níveis de Hg no cabelo segundo o resultado de normalidade ou déficit.....	256
Tabela 6. 67. Distribuição percentual do teste para avaliar reflexos profundos segundo sexo, faixa etária e margem do rio.....	259
Tabela 6. 68. Avaliação neurológica referida pelos pais e/ou responsáveis, segundo gênero e margem do rio Madeira.....	260
Tabela 6. 69. Síntese de alguns artigos sobre a exposição ao MeHg e a busca de uma relação causal.	263
Tabela 6. 70 Resultado de exames de glicose segundo grupo etário e margem do rio Madeira. Porto Velho, Rondônia, 2011.....	266
Tabela 6. 71. Resultado de exames sobre anemia ferropriva (deficiência de ferro), segundo sexo e margem. Porto Velho, Rondônia, 2011.....	267
Tabela 6. 72. Resultado de exames de anemia ferropriva (deficiência de ferro), segundo grupo etário e margem. Porto Velho, Rondônia, 2011.....	268

APRESENTAÇÃO

O presente documento apresenta o Relatório Técnico do projeto Avaliação de Risco à saúde em comunidades potencialmente expostas a mercúrio no rio Madeira desenvolvido por pesquisadores da FIOCRUZ/ENSP/IFF, UNIR e UFRJ, no período de maio de 2009 a abril de 2011, como parte integrante do programa de Hidrobiogeoquímica do Mercúrio e Outros Metais Pesados no Rio Madeira – UHE. O documento representa um importante avanço para o processo de licenciamento ambiental e para a estruturação da Vigilância Ambiental em Saúde como política pública integrante do Sistema Único de Saúde- SUS, assim como da Política Nacional de Meio Ambiente. O estudo identifica a magnitude da exposição a contaminantes das populações ribeirinhas, fatores de risco e grupos críticos, definindo prioridades de ação e contribuindo para a formulação de estratégias de intervenção nas áreas da saúde, meio ambiente e educação escolar.

O presente relatório atende ao contrato assinado entre a empresa Santo Antônio Energia e a UNIR/IEPAGRO, assim como aos objetivos e metas propostas para a execução dos estudos definidos no parecer técnico nº 076 da CGVAM/SVS/MS DE 2008, seção 07 do Projeto Básico Ambiental de aproveitamento hidroelétrico de Santo Antonio, conforme solicitado nas condicionantes 2.1, 2.7,2.8 e 2.32 definidas pelo Sistema de Licenciamento do IBAMA. Estas condicionantes têm a finalidade de promover o controle prévio à construção, instalação, ampliação e funcionamento de empreendimentos que utilizem recursos ambientais, considerados potencialmente poluidores, e capazes de causar degradação ambiental (BRASIL, 1981).

A Resolução do CONAMA n.º 006/87, que contém exigências para as Usinas Hidrelétricas, complementa a resolução 001/86 e refere-se ao Projeto Básico Ambiental – PBA, o qual apresenta em detalhes sobre como e quando serão executadas as medidas mitigadoras e compensatórias propostas e aprovadas no EIA/RIMA. O licenciamento ambiental tem sua fundamentação legal nas Resoluções CONAMA 001, de 23 de janeiro de 1986, que instituiu a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), e na Resolução 237, de 19 de

dezembro de 1997, que regulamenta a atuação do Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA) como instrumento de gestão ambiental.

Este relatório encontra-se estruturado em consonância com os objetivos propostos. No entanto, alguns ajustes foram realizados de modo a objetivar o conjunto das informações evitando sua repetição. .

O presente estudo tem como objetivo geral: avaliar o risco da exposição humana ao mercúrio e os potenciais efeitos adversos para as comunidades ribeirinhas do rio Madeira na fase pré-enchimento do Reservatório da Hidroelétrica de Santo Antonio. Trata-se do **primeiro estudo de Avaliação de Risco à Saúde em comunidades ribeirinhas expostas a mercúrio (Hg) que precede a operação de um empreendimento de hidroelétrica na Amazônia.** Os produtos deste estudo permitirão investigações acerca da situação atual de contaminação ambiental por Hg e simular cenários futuros com base nos estudos atuais e nos potenciais efeitos toxicológicos para os grupos mais vulneráveis e contribuir para uma gestão socioambiental pró-ativa com a implementação de estratégias de curto e médio prazo com o intuito de mitigar potenciais impactos socioambientais resultantes do processo de operação da UHE SA em Porto Velho.

1. INTRODUÇÃO

Os empreendimentos no rio Madeira fazem parte do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), que prioriza a ampliação do sistema de geração de energia da Amazônia através da implementação de grandes projetos, cujo principal objetivo é produzir 6.450 MW de energia, equivalente a 8% de toda a energia gerada pelo país, sendo que a previsão é de que o complexo composto pelas Usinas Hidrelétricas (UHE) Santo Antônio e Jirau, sendo gerados 3.150 megawatts pela UHE Santo Antônio e 3.300 pela UHE Jirau. Segundo informações governamentais o Brasil necessita de um aumento de 40.000 MW na geração de energia até o ano de 2015, sem o qual estará sob risco de escassez de fornecimento de energia elétrica. Segundo informações das agências do setor de energia, o equilíbrio poderá ser garantido com a implantação dessas usinas (www.epe.gov.br). Este complexo é visto como um pólo desencadeador do desenvolvimento regional, que reúne diversas relações socioeconômicas e ambientais em diversas escalas e esferas de reprodução social (GARCIA, 2008).

A hidroelétrica de Santo Antonio está sendo construída em um trecho do rio Madeira onde localizada-se a cachoeira do Santo Antônio, a cerca de 10 km de Porto Velho, capital do Estado. O Estado de Rondônia na Amazônia ocidental possui dois terços de sua área cobertos pela floresta amazônica. O rio Madeira, segundo maior rio da Amazônia é o principal afluente do rio Amazonas, além de abrigar uma fauna diversificada, é um dos rios de maior carga sedimentar do mundo, escoar sedimentos e materiais orgânicos coletados por seus principais tributários (Guaporé, Mamoré e Beni) nos planaltos andinos. Sua carga sedimentar contribui para regular a dinâmica biológica de suas várzeas e do rio Amazonas. A bacia Amazônica abrange Peru, Bolívia e Brasil, e uma área de 1,5 milhões de km e cobre cerca de um quarto da Amazônia brasileira (GARCIA, 2008).

Apesar do grande avanço dos estudos ambientais em desenvolvimento pelas instituições de pesquisa na Amazônia, a área da saúde ainda carece de grupos de pesquisa voltados para os determinantes socioambientais da saúde,

vigilância ambiental em saúde, dentre outros. A Amazônia continua com elevadas taxas de exploração de recursos naturais não renováveis e de desmatamento. São necessárias ainda políticas de uso do solo e serviços de saneamento básico. Nesta região encontra-se uma extensa área de contaminação por mercúrio, parte deixado pelo garimpo de ouro nas décadas de 80/90, além de emissões naturais de Hg que são exacerbadas pelo processo de queima de biomassa.

Uma nova abordagem começa a ser discutida no Brasil, voltada para padrões produtivos sustentáveis e condizentes com a proteção e promoção à saúde humana e o bem-estar social. Considerando que saúde e bem-estar resultam das interações de diferentes fatores determinantes, de natureza ambiental, social, econômica, cultural e política, como acesso a saneamento, emprego digno, e educação de qualidade. Faz-se necessária uma abordagem sistêmica e intersetorial dos impactos socioambientais, com o objetivo de apreender as relações causais entre impactos ambientais e seus respectivos efeitos à saúde humana. Essa nova abordagem rompe com o modelo clássico de compreensão do processo saúde-doença, devido à complexidade dos problemas socioambientais e a múltipla determinação social da saúde (NETTO *et al.*, 2006; GURGEL *et al.*, 2009, BARBOSA, 2010).

O processo que propicia o licenciamento ambiental de uma usina hidrelétrica envolve uma série de estudos, projetos e documentos nas áreas de planejamento, engenharia e meio ambiente. O Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e o respectivo Relatório de Impacto Ambiental (Rima) são documentos de fundamental importância no processo de obtenção do licenciamento, principalmente para a liberação da licença prévia. O Projeto Básico Ambiental (PBA) subsidia a emissão da licença de instalação de uma usina hidrelétrica, permitindo o início da construção. O PBA apresenta aos órgãos ambientais, incluindo o IBAMA, o detalhamento de todos os programas ambientais previstos no EIA/Rima que serão implementados para prevenir, reduzir, mitigar e compensar o impacto produzido pela obra nos ecossistemas naturais e na população ribeirinha.

O estudo da “Avaliação de risco em comunidades potencialmente expostas a mercúrio na bacia do rio Madeira” tem como objetivo atender as condicionantes do processo de licenciamento socioambiental estabelecidas pelo IBAMA, através da Lei 6.938, de 31 de agosto de 1981.

A Resolução CONAMA 1/86 inclui os efeitos à saúde no conceito de impacto ambiental e a Resolução CONAMA 237/97 estabelece direitos ao órgão ambiental e/ou federal para a suspensão ou cancelamento de uma licença, em caso de ocorrência de superveniência de graves riscos ambientais e para a saúde. Até pouco tempo, os estudos desenvolvidos no cumprimento destas regulamentações não consideravam os potenciais efeitos à saúde humana decorrentes dos impactos ambientais de relevantes empreendimentos. Recentemente, a Portaria N. 2.241 do Ministério da Saúde, publicada em setembro de 2009, instituiu o Grupo Técnico “Saúde e Licenciamento Ambiental” com a finalidade de estruturar a participação da área de saúde nos processos de licenciamento ambiental de empreendimentos. Esta iniciativa fortalece a necessidade de normatização do setor saúde nos processos de licenciamento ambiental, assim como da implementação de ações visando instituir medidas de prevenção e controle de fatores de risco para a saúde das populações.

As empresas ambientalmente responsáveis vêm implantando programas integrados de saúde e ambiente de modo a contribuir diretamente para o desenvolvimento sustentável no seu conceito mais amplo. Este engloba o comprometimento com a comunidade, seja através de ações internas voltadas para a segurança industrial, meio ambiente e qualidade, ou como patrocinadora ou parceira em projetos comunitários nas áreas de saúde, educação ambiental, cultura, promoção social e esportes.

Os projetos de infra-estrutura, dentre eles, a construção de hidroelétricas, geração e transmissão de energia, dependendo do seu porte e tipo de atividade, podem acarretar transformações profundas no território em que se instalam nas dimensões econômicas, ambientais, simbólicas e sociais. Evidentemente, estas transformações influenciam de alguma forma na complexa rede de elementos que determina e condiciona a saúde dos

diferentes grupos humanos, em cada contexto sócio-histórico específico (RIGOTTO, 2009).

A Avaliação de Impacto à Saúde (AIS) de grandes empreendimentos começa a ser utilizada como ferramenta, associada a outros instrumentos de avaliação de impactos e riscos sociais, econômicos e ambientais (www.who.int/hia). Uma análise de risco à saúde poderá orientar a tomada de decisão na implementação de projetos de desenvolvimento econômico, através de um processo de gestão socioambiental proativo. A AIS apresenta-se como um instrumento metodológico para subsidiar o licenciamento ambiental de novos empreendimentos, a fim de maximizar seus impactos positivos e minimizar os negativos, em diferentes contextos sociais e geográficos (METCALFE & HIGGINS, 2009, BARBOSA et al, 2010).

Além da importante contribuição científica que este estudo dará para o entendimento da relação mudanças ambientais/exposição/dose e efeitos relacionados às populações expostas a mercúrio, este estudo permitirá também estruturar cenários futuros de exposição a mercúrio e recomendar medidas pró-ativas no sentido de promoção da saúde, bem como propor ações de curto e médio prazos nas áreas de educação, ambiental e saúde. Cabe ressaltar também, que a SAE esta conduzindo a integração deste estudo com outros desenvolvidos no âmbito do Plano Básico Ambiental do empreendimento com o objetivo de ampliar sua gestão socioambiental e a promoção da saúde ambiental. O presente estudo também fortalece a abordagem metodológica da integração ambiente e saúde em instituições de pesquisa, serviços de saúde, atenção e vigilância em saúde, gestão socioambiental, assim como ratifica a relevância da inserção do setor saúde no processo de licenciamento ambiental do empreendimento no cumprimento da legislação ambiental Estadual e Federal e na melhoria da qualidade de vida da população.

O presente estudo teve início em 1º de maio de 2009, após a aprovação do projeto pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de Rondônia (UNIR) e consolidação da equipe técnica executora do estudo. Vale ressaltar que, toda pesquisa ou atividade que tem como objetivo desenvolver estudos envolvendo

seres humanos precisa estar em conformidade com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde.

2. OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICOS

2.1. Objetivo Geral

Avaliar o risco da exposição humana a mercúrio e os potenciais efeitos adversos para as comunidades ribeirinhas do rio Madeira na fase pré enchimento do Reservatório da Hidroelétrica de Santo Antonio.

2.2. Objetivos Específicos

1. Caracterizar as comunidades expostas aos potenciais impactos socioambientais na área de influência do empreendimento da UHE SA;
2. Definir as comunidades expostas aos potenciais impactos socioambientais na área de influência do empreendimento da UHE SA;
3. Analisar a distribuição espacial das concentrações de Hg nas comunidades na área de influência direta da UHE SA;
4. Definir a relevância da exposição ao Hg para as comunidades, considerando a importância do consumo de peixes do rio Madeira;
5. Estimar a dose potencial de exposição ao Hg na fase pré-enchimento, com ênfase nos grupos vulneráveis;
6. Avaliar o risco da exposição ao Hg para as comunidades ribeirinhas, considerando o consumo de peixes do rio Madeira, idade, gênero, seção do rio Madeira, com ênfase nos grupos vulneráveis,
7. Determinar a associação entre a ingestão de peixe e os níveis de mercúrio capilar nos diferentes grupos etários;
8. Avaliar o efeito das principais co-variáveis idade, sexo, ocupação, co-morbidade, nível socioeconômico, alguns hábitos e consumo de peixe na caracterização da exposição ao Hg;
9. Definir os fatores de risco das comunidades ribeirinhas do Madeira associados ou não à exposição ao mercúrio, com ênfase na pressão arterial;

10. Analisar a morbidade referida e o nível de exposição das comunidades ribeirinhas com as variáveis neurológicas, clínicas e cognitivas;

11. Definir indicadores de saúde ambiental que irão subsidiar um programa de vigilância ambiental ao mercúrio após o enchimento do reservatório e subsidiar o programa de gestão socioambiental da SAE;

12. Construir um mapa de risco socioambiental para a área de influência do empreendimento, com ênfase na dose interna de mercúrio e indicação das comunidades ribeirinhas de maior risco de exposição.

2.3. Questões a serem respondidas com o presente estudo:

As principais questões a serem respondidas com o presente estudo, considerando as condicionantes do PBA são:

a) As principais preocupações das comunidades com relação a saúde relacionam-se com a exposição a mercúrio?

Há diferença estatisticamente significativa:

b) no consumo de peixe (frequência e quantidade) e níveis de Hg no organismo dos residentes da margem esquerda e direita do rio Madeira?

c) nas doses e níveis de exposição das comunidades que vivem a montante e a jusante do reservatório da hidroelétrica de Santo Antonio?

d) na dose de exposição em relação a gênero e faixas etárias?

e) nos níveis de Hg no organismo das mulheres em idade reprodutiva e as gestantes?

f) Os fatores de risco como, consumo de álcool, ser fumante, ter hipertensão, dentre outros, têm associação com os níveis de exposição a Hg?

g) A morbidade referida das comunidades do rio Madeira reflete-se na qualidade de vida dos residentes nas margens do rio?

h) O risco de efeitos adversos para a saúde humana nas comunidades ribeirinhas expostas a mercúrio, incluindo a área de referência, está relacionado com os níveis de Hg no cabelo, considerando os grupos etários e gênero?

3. ANTECEDENTES

A toxicologia do mercúrio foi e continua sendo amplamente estudada devido aos acidentes ocorridos no Japão na década de 50 e no Iraque na década de 70. A contaminação no Japão ocasionou o envenenamento de milhares de pessoas e o surgimento da chamada “doença de Minamata” com uma estimativa de 10 mil intoxicados. A causa da tragédia foi o consumo de peixes e mariscos contaminados com elevadas concentrações de MeHg oriundo de efluentes industriais (IGATA, 1992, CLARKSON, 1992).

No Iraque, o envenenamento da população foi devido ao consumo de pão feito com sementes de trigo tratado com fungicida organomercurial (MeHg) (BAKIR et al, 1973), onde mais de 6500 internações hospitalares e foram registradas mais de 450 mortes. Após estes acidentes, vários estudos epidemiológicos sobre contaminação por metilmercúrio, considerando o consumo de peixe, foram realizados, principalmente, em grupos mais susceptíveis aos efeitos do metilmercúrio, como exemplo temos: estudos nos Estados Unidos (MAHAFFEY et al, 2004, MC DO WELL et al 2000), Alemanha (YASUATAKE et al, 2004) e Japão (PIRRONE & MAHAFFEY, 2005), Canadá (CHARLEBOIS, 1978, MCKEOWN-EYSSSEN, et al 1983), Nova Zelândia (KJELLSTROM et al, 1986, 1989) , Ilhas Seychelles, DAVIDSON, et al , 2008, 2010 e LYNCH ML et al 2011, Ilhas Faroe (GRANDJEAN et al, 2008).

A Organização Mundial da Saúde estabeleceu em 1990 estimativas de 5% em relação aos efeitos neurológicos para a população humana com base em níveis de exposição de 200 µg/L de mercúrio em sangue, correspondendo a níveis aproximados de mercúrio em cabelo de 50 µg/g (WHO, 1990). Entretanto, estes valores foram questionados mundialmente, sendo reanalisados por KOSATSKY & FORAN em 1996, que recomendaram valores mais baixos devido aos sintomas neurológicos identificados em adultos e adolescentes expostos a níveis moderados (menores) de metilmercúrio (KNOBELOCH et al , 2006).

A contaminação em Minamata trouxe também, atenção ao risco da exposição fetal ao metilmercúrio, ou seja, ao atravessar a barreira placentária

pode causar embriofetotoxicidade, mesmo quando as gestantes não apresentam sintomas de envenenamento por mercúrio. Os efeitos nas crianças foram bem evidentes quando constatados graves danos cerebrais, como casos de microcefalia, retardo mental, convulsões, ataxia, tremores, deficiência auditiva, além de anemia dentre outros (EPA, 1997).

Geralmente, a concentração total de mercúrio (THg) no sangue é usada como medida de exposição de MeHg em indivíduos consumidores de peixe, assumindo que a exposição e concentração de Hg no sangue são baixas. No sangue, mais de 90% do MeHg está ligado à hemoglobina dos eritrócitos (hemácias). O Hg fica dividido entre eritrócitos e plasma. Da fração encontrada no plasma, o mercúrio encontra-se ligado principalmente à albumina (SHULZ, 2009). O mercúrio é lipossolúvel e atravessa com facilidade as membranas celulares, danificando o sistema nervoso central.

Dentre os principais efeitos deletérios produzidos pelo mercúrio, destacam-se os efeitos irreversíveis ao sistema nervoso central, que pode atingir áreas do cerebelo associadas a funções sensoriais, auditivas, motoras, visuais, podendo chegar a morte em casos de exposição aguda a altas concentrações (PASSOS & MERGLER, 2008). A toxicidade do metilmercúrio em humanos parece ser bastante afetada por fatores nutricionais, hormonais, idade, sexo e tempo de exposição (WHO, 1990). A distribuição do MeHg no organismo é lenta, levando cerca de cinco dias para atingir um equilíbrio. O MeHg atravessa rapidamente a barreira hematoencefálica concentrando-se no cérebro, particularmente no córtex occipital e no cerebelo. O transporte pelos tecidos parece ser mediado pela formação de um complexo cisteína-MEHg, haja vista sua afinidade por radicais sulfurados sulfidríla (EPA, 1997).

3.1. Antecedentes da contaminação por Hg na Amazônia

Diferentes bioindicadores revelam uma ampla faixa de exposição, com teores médios de mercúrio em cabelo acima de 15µg/g em diversas comunidades amazônicas, classificando-as como de moderada a elevada exposição ao mercúrio. Doses diárias de mercúrio para a Amazônia foram

estimadas em alguns estudos e situam-se entre 0,01 to 3,9 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{dia}$ na região norte de Mato Grosso (HACON et al, 2003) e 0-11,8 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{dia}$ em comunidades ribeirinhas do rio Tapajós (PASSOS et al, 2008). A variação dos valores se deve a variabilidade do consumo e as concentrações de Hg nos diferentes níveis tróficos. A dose média de Hg estimada para a Amazônia está bem acima das doses de referência estabelecidas pela US.EPA (0,1 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{dia}$) ou pela OMS (0,23 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{dia}$).

O cenário da exposição humana a mercúrio na Amazônia representa um laboratório natural para o estudo dos efeitos à exposição ao mercúrio e suas interações com a dieta, o histórico de saúde, de exposição, a susceptibilidade às doenças endêmicas, e o papel das proteínas no metabolismo do MeHg no organismo humano (HACON et al, 2008).

A Amazônia representa uma permanente fonte de debates e estudos científicos de repercussão internacional, devido ao seu papel no cenário internacional como patrimônio sociocultural, econômico e ambiental. Um ecossistema complexo com capacidade de suporte frágil, que permanece ainda pouco conhecido, apesar dos avanços no conhecimento de seu funcionamento e das inter-relações dos ecossistemas, seu papel regulador do clima regional e da complexidade de sua dinâmica ambiental.

Analisar as mudanças ambientais na Amazônia causadas pelas pressões das atividades antrópicas e seus potenciais impactos sociais, com ênfase na saúde e na qualidade de vida, revela-se tema-chave nas discussões sobre a sustentabilidade do processo de desenvolvimento da Amazônia. Projetos de infra-estrutura causam alterações no ambiente e podem promover o surgimento e/ou intensificação de doenças nas comunidades de áreas de influência direta e indireta, assim como na população de trabalhadores diretamente envolvidos no processo de construção e operação do empreendimento. Os projetos de hidroelétricas impactam a estrutura socioambiental local criando condições para o aparecimento e/ou potencialização de fatores de risco, bem como a introdução e disseminação de doenças que variam em escalas temporal e espacial e, em qualidade e intensidade nas diferentes fases de construção, implantação e operação do empreendimento.

Lacerda e colaboradores (1989) estimaram que a sub-bacia do Rio Madeira receberia uma carga de mercúrio de cerca de 40 t, a qual seria depositada no leito do rio. Outras estimativas (CARVALHO NETO,1998), apontam que a carga de Hg no rio Madeira no período entre 1979 e 1995 ultrapassou as 90t. Várias foram às tentativas de estimativas mais realistas, porém, as incertezas estarão sempre presentes nos cálculos da quantidade de Hg lançada nos rios da Amazônia. Os estudos realizados na bacia do rio Madeira apontam que uma parte desse mercúrio se disponibilizou e transformou-se quimicamente na sua forma mais tóxica, MeHg, bioacumulando-se e biomagnificando-se ao longo da cadeia trófica (BASTOS *et al*, 2004, WASSERMAN *et al*, 2003).

Outra parcela deste mercúrio pode ter sido transportada, adsorvida aos sólidos em suspensão, por sua vez sedimentada em outras áreas de remanso do rio, também sujeitas aos processos de biodisponibilização, já que o mercúrio adsorvido no particulado é passível de formar complexos solúveis, principalmente quando na presença de compostos húmicos. O Hg metálico é fonte potencial de remobilização, por atividades que revolvam solos recentes (BASTOS *et al*, 2004).

Atualmente, o rio Madeira na área do futuro reservatório da SAE, tem oficialmente 12 dragas em funcionamento durante 12 meses e 33 balsas operando durante 6 meses. Com base em entrevistas realizadas junto aos atuais e ex-garimpeiros durante o presente estudo, estima-se que cerca de 80 kg de Hg são liberados anualmente na bacia do rio Madeira, somente na área do futuro reservatório.

Independentemente da ordem de grandeza das emissões de Hg no rio Madeira, estas estimativas somadas às emissões naturais, representam um potencial risco para as comunidades ribeirinhas que têm como principal fonte protéica o peixe.

A disponibilidade e a toxicidade do Hg para humanos dependem dos fatores ambientais do sistema aquático, da extensão da contaminação, do comportamento físico-químico e biológico do elemento, dos meios de exposição e das características dos receptores. Logo, um estudo que tenha

como foco a saúde humana não deve ficar restrito à toxicidade do mercúrio, mas deve analisar outros parâmetros que complementem o entendimento da contaminação humana, assim como investigue as características sócio-demográficas e o perfil epidemiológico das comunidades expostas.

Os elevados níveis de Hg em peixes são realidades históricas para as comunidades ribeirinhas, embora haja grande variabilidade espacial nos níveis de Hg nas populações que vivem as margens dos rios da bacia amazônica. Elevados níveis de Hg em peixes e em humanos foram reportados no rio Negro (Amapá) (BARBOSA et al., 2001; KERING et al, 1998), no rio Madeira (BOISHIO e BARBOSA, 1993, BOISHIO et al., 1995; BARBOSA et al., 1995, 1998; MALM et al., 1996, BOISHIO y HENSHEL, 2000, OLIVEIRA 2006, BASTOS et al, 2006 (Rondônia), no Tapajós (Para), MALM et al, 1995, KEHRING et al , 1997; LEBEL et al ,1998; GUIMARÃES et al ., 1999; GRANDJEAN et al ., 1999, PINHEIRO et al., 2000 AKAGI e NAGANUMA, 2000, HARADA et al, 2001; DOLBEC et al l., 2001 PASSOS et al., 2003 SANTOS et al l., 2003; PINHEIRO et al.; 2005; CHEVRIER et al, 2009; FILLION et al , 2009, Teles Pires e seus tributários (Mato Grosso) (HACON, et al et al, 1997, 2000, 2003, AKAGI & NAGANUMA, 2000).

Até meados da década de 1990 acreditava-se que o garimpo de ouro seria a principal fonte de contaminação dos rios da Amazônia brasileira (LACERDA et al , 1997, LACERDA, L.D. & SALOMONS,1998, MALM et al ., 1995). No entanto, a mineração de ouro não foi nem é a única fonte de mercúrio na Amazônia. Os solos tropicais são ricos em mercúrio, e outras fontes foram identificadas a partir dos anos 90, o desmatamento, a incineração de biomassa (ROULET, et al e 1998-I, 1999 e 2000; HACON et al, 1995), corte-e-queima na agricultura, a erosão também contribuem com a liberação deste elemento e, portanto, outra fonte de contaminação (ROULET et al ., 1999). Outro fator que também favorece a mobilização do mercúrio e a produção de metilmercúrio na Amazônia é a formação de reservatórios para geração de energia hidroelétrica, como observado em estudos realizados no lago de Tucuruí (AULA, et al 1994, PALERMO et al, 2002).

Independentemente da sua origem, o mercúrio, uma vez liberado no corpo aquático, pode ser convertido em MeHg por bactérias anaeróbias sob determinadas condições ambientais. O MeHg é incorporado aos organismos aquáticos e, acumula-se nos organismos de topo da cadeia trófica com elevadas concentrações. Este é um motivo de preocupação para pesquisadores, gestores, governantes, sociedade civil organizada, porque o peixe é fonte de alimento insubstituível para muitas das comunidades na bacia Amazônica, assim como fonte importante de aminoácidos e proteínas de alto valor nutritivo e suplemento de ácidos graxos ômega 3 para estas comunidades.

O projeto desenvolvido refere-se a avaliação do risco toxicológico da exposição ao mercúrio no cenário atual de pré-enchimento do reservatório da Usina Hidroelétrica de Santo Antonio, com foco na saúde da população ribeirinha. O risco prospectivo e seus potenciais efeitos para a saúde humana será estimado por simulação de cenários de exposição, considerando uma exposição elevada (percentil 95) e consumo de peixes de elevado nível trófico. Estes cenários prospectivos de avaliação de risco são hipotéticos e carregam muitas incertezas associadas aos parâmetros ambientais, sociodemográficos, de gestão ambiental, além do contexto social e político. Mas, são necessários porque o *Princípio da Precaução*, no qual também se fundamenta a ciência, tem como objetivo proteger o maior número de pessoas de uma dada população.

Além da importante contribuição científica que este estudo dará no entendimento da relação das mudanças sociais, ambientais e para a saúde pública, permitirá também, estruturar cenários futuros que integrem não só a questão da potencial contaminação do mercúrio na bacia do rio Madeira, mas também avaliar as mudanças estruturais na qualidade de vida das comunidades ribeirinhas do rio Madeira. Com base nos resultados do estudo também será possível desenvolver estratégias de atuação em áreas de populações expostas, respeitando valores, crenças e a importância cultural do rio Madeira.

Os resultados do estudo oferecerão subsídios técnico-científicos para a implementação de um programa de vigilância ambiental em saúde, tendo como

prioridade as comunidades ribeirinhas do rio Madeira expostas a mercúrio, tendo como rota de exposição, os peixes predadores. Alguns estudos socioambientais realizados no Brasil em áreas de reservatórios, como o exemplo de Tucuruí, já mostraram que além da malária, a toxicidade do mercúrio representa um relevante impacto para a saúde pública das comunidades ribeirinhas.

4. CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO DO ESTUDO.

O estado de Rondônia é o 3º estado mais populoso e mais rico da região Norte, responsável por 11,6% do PIB da região, com uma área de 237.576,167 Km², 52 municípios e uma população de 1.560.500 habitantes (IBGE,2010). Apesar de ser um estado jovem (criado em 1982), possui o 3º maior Índice de Desenvolvimento Humano, o 2º maior PIB per capita, a 2ª menor taxa de mortalidade infantil e a 3ª menor taxa de analfabetismo entre os estados das regiões Norte e Nordeste do país (IBGE, 2010).

O processo de colonização no estado de Rondônia se iniciou no século XVII, como obra dos bandeirantes em busca de metais preciosos. Tal processo se efetivou no final do século XIX e início do século XX, essencialmente a partir do ano de 1907, após a assinatura do Tratado de Petrópolis, em 17 de novembro de 1903. Neste Tratado o Brasil se comprometia com a Bolívia em construir uma estrada de ferro que ligasse a fronteira boliviana do rio Mamoré (hoje o município de Guajará-Mirim), até a cabeceira navegável do rio Madeira, hoje o município de Porto Velho, capital de Rondônia. Foi então que se deu a construção em plena selva amazônica da Estrada de Ferro Madeira-Mamoré (EFMM).

Sua população é uma das mais diversificadas do Brasil, composta principalmente de imigrantes oriundos de todas as regiões do país, dentre os quais se destacam os paranaenses, paulistas, mineiros, gaúchos, capixabas, baianos e matogrossenses, principalmente nas cidades do interior do estado. Porto Velho, a capital do estado possui uma população de 428.527 habitantes, de acordo com estimativa do IBGE em 2010, sendo a 3ª maior capital da região

Norte (IBGE, 2010).

A principal atividade econômica e de organização social no estado é o extrativismo. Rondônia é responsável por 40% da cassiterita produzida no Brasil, em sua maioria retirada de Bom Futuro, no município de Ariquemes, uma das maiores jazidas desse minério em todo o mundo. No segmento industrial o estado conta com uma usina termoeletrica, uma indústria de cimento e com a usina hidrelétrica de Samuel, no município de Candeias do Jamari, construída na década de 80. O estado conta atualmente com as usinas hidrelétricas de Santo Antônio e Jirau na fase de construção no rio Madeira, e um acelerado crescimento econômico na cidade de Porto Velho, em função das obras das usinas.

4.1. Aspectos geográficos, climáticos e sociodemográficos de Porto Velho

Porto Velho, capital do Estado de Rondônia, fica situado à margem direita do rio Madeira, abaixo sete quilômetros da Usina Hidroelétrica de Santo Antônio, situada na altitude 90m, em relação ao nível do mar na latitude Sul de 8°45'00" e na longitude de 63°58'00" a Oeste do Meridiano de Greenwich e Distante 750 km, em linha reta de Manaus-AM. Possui uma área geográfica de 34.068,50 km², limitada ao Norte pelo estado do Amazonas; ao Sul pelo município de Nova Mamoré e Burity; a Leste, com os municípios de Candeias do Jamari e Alto Paraíso; e a oeste com o estado do Acre e com a República da Bolívia. O clima da região é equatorial e a topografia destaca relevos ondulados a fortemente acidentados. A bacia hidrográfica do Rio Madeira tem como principais afluentes na margem direita os rios Mutum-Paraná, Jacy-Paraná, Caracol, Jamari e Machado, destacando-se ainda outros importantes rios como: Candeias, Jacundá, Garças, Preto do Jacundá e muitos outros de menor porte. Pela margem esquerda do rio Madeira temos os rios Abunã, Caripunas e Cuniã. Outros importantes rios devido ao volume de água, pesca e recreação são o São Sebastião e o Marmelo.

O índice pluviométrico varia entre 1.400 a 2.600 mm/ano e a vegetação é de Floresta Tropical Aberta e Floresta Tropical Densa. O solo é basicamente formado por calcário. Em oito dos doze distritos rurais do município, o acesso se dá via terrestre. Em relação aos municípios de Calama, Nazaré, São Carlos o acesso é somente por via fluvial, (MOREIRA *et al.*, 2008).

A estimativa da população total do município para o ano de 2010 foi superior à contagem realizada no município em 2007 pelo IBGE que constatou uma população de 369.345 habitantes. A taxa de crescimento anual do município em 2006 era de 27,48%. A maior parte da população, 91%, vive na área urbana. A figura 5.1 mostra que a partir de 2008 com o início das obras das hidroelétricas ocorreu um incremento demográfico no município de 11,25% até 2010. No entanto, no período de 2006 a 2008 observou-se um decréscimo da população urbana. A população ribeirinha pode ser considerada mais estável quando comparada com a população urbana, isto se deve as tradições culturais dos ribeirinhos. O IDH de Porto Velho é de 0,776.(Se der tempo, poderia comparar com o IDH de outras cidades de Rondônia e com o IDH brasileiro.)

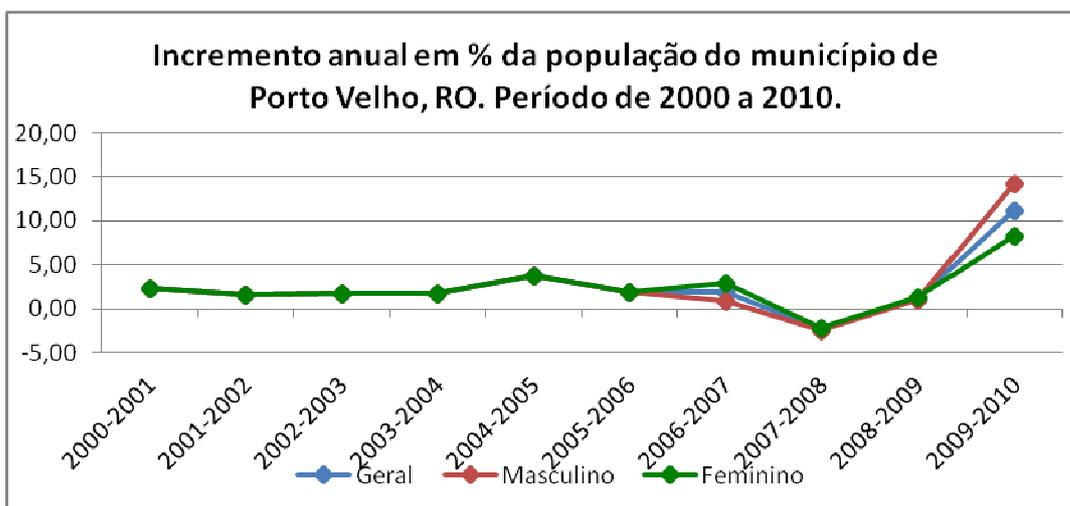


Figura5. 1: Incremento anual da população do município de Porto Velho ao longo do período de 2000 a 2010.

A base da economia municipal é a pecuária, a agricultura, a pesca, a indústria de minério, o setor madeireiro e o beneficiamento de cereais. Por ser a capital do estado de Rondônia, o município de Porto Velho concentra grande parte do funcionalismo público estadual e federal, com importância para o incremento da economia do município. O PIB per capita em 2004 era de R\$ 7.724 e em 2008 de R\$ 13.728 (<http://www.ibge.gov.br/>).

Quanto ao nível de escolaridade dos residentes no município, aproximadamente 9% da população não sabe ler nem escrever. Estima-se que cerca de 48% da população tenha o ensino fundamental completo e apenas 8,0% possuem o primeiro grau completo. Com relação ao perfil de morbidade geral, foram registradas 97.378 internações hospitalares em Porto Velho em 2010, destacam-se como principais grupos de causas: Doenças Infecciosas e Parasitárias com 17.534 casos de internação (23%) e doenças do Aparelho Respiratório com 13.874 (18%) internações. Porto Velho é a cidade mais atingida por problemas de violência urbana no estado, sendo as causas externas a principal causa de mortalidade geral (23,2%) seguida das doenças do aparelho circulatório (20,3%) e das neoplasias (13,18%) (DATASUS, 2010).

4.2. Caracterização da área de referencia – Resex de Cuniã

A Reserva Extrativista do Lago do Cuniã localiza-se no município de Porto Velho, à margem esquerda do baixo Rio Madeira no estado de Rondônia é formada por mais de sessenta lagos, ligados por um igarapé de nome Cuniã que deságua no Rio Madeira a jusante da cidade de Porto Velho a uma distância aproximada de 130 km. A Resex Cuniã tem uma área de 55.850 ha com duas áreas distintas, terra firme e a várzea. Há uma grande riqueza de árvores frutíferas, plantas medicinais e ornamentais, ambiente ideal para a procriação de animais silvestres dos mais variados grupos, tais como anta, paca, cutia, veado, onça, tatu, cobra, macaco, arara, papagaio e outras espécies extremamente variadas. A área de várzea é regulada pela sazonalidade da região, com período de cheia de novembro a abril e o de

estiagem de maio a outubro. Nessas regiões encontramos lagos e pântanos distribuídos em toda área, local propício para a existência de inúmeras populações de peixes das mais variadas espécies como pirarucu, tucunaré, bodó, traíra, jatuarana, tambaqui, branquinha, curimatã, piranha, aruanã, tamoatã e entre outras e outros animais que também habitam a área, entre eles o jacaré-açu, o jacaré-tinga, a sucuri, o biguá, a garça e a cigana que são privilegiados por uma oferta de alimentos extremamente variada.

A RESEX do Lago do Cuniã, apesar de ser uma Unidade de Conservação formada por antigos seringais, a população não exerce mais o extrativismo da borracha, concentrando suas atividades na pesca, fabricação de farinha, extrativismo da castanha e do açaí. As comunidades da RESEX Cuniã são atualmente divididas em quatro núcleos são: (1) Núcleo Araçá; (2) Núcleo Silva Lopes e Araújo; (3) Núcleo Neves; e 4) Núcleo Pupunhas, totalizando aproximadamente 109 famílias com aproximadamente 400 pessoas. As comunidades da RESEX são representadas por diferentes formas de organização de seus moradores. Na RESEX estima-se que existem cerca de 150 pescadores e destes, 78 são registrados na Colônia de pescadores Z-1. Os que não têm registro, segundo os moradores locais, geralmente são jovens que apesar de pescarem, no momento da comercialização utilizam um integrante da família com carteira de pescador registrada na colônia. Os comunitários que tem cargos públicos não participam da colônia, pois não podem tirar carteira de pescador. A área tem uma grande diversificação de paisagens florísticas, o que antes tinha como base de formação de antigos seringais, também apresenta diversas espécies florestais, das quais fazem parte, castanha-do-brasil, açaí, piquiá, patoá, sorva, buriti, bacaba, tucumã, babaçu entre outras (VALE et al, 2011).

5. ABORDAGEM METODOLÓGICA

O estudo desenvolvido trata de um tema de fundamental importância não somente para o Brasil. A contaminação por mercúrio na Amazônia tornou-se um foco de atenção nacional e internacional, no qual o presente estudo irá

contribuir de forma diferenciada para um melhor entendimento dos fatores de risco associados a situação de saúde das comunidades ribeirinhas, assim como estimar o risco toxicológico a mercúrio e comparar com estudos anteriores. O estudo é pioneiro devido a sua abordagem interdisciplinar, no desenho amostral, considerando a distribuição espacial e temporal das comunidades participantes e nas possibilidades de associações entre a toxicologia do mercúrio e outras variáveis contempladas no trabalho, como o perfil da pressão arterial da população ribeirinha, fatores de risco, auto-avaliação de saúde, dentre outros.

Um elemento central das abordagens integradas de saúde e ambiente é a capacidade das análises refletirem as inter-relações entre a situação ambiental e a população humana que pode ser negativamente afetada por impactos socioambientais resultantes de projetos de infra-estrutura, mineração, agronegócios e outros.

Os avanços da ciência e da tecnologia permitem aumentar nossa compreensão sobre as inter-relações sociais, biológicas e abióticas em nosso meio, combinado com o reforço de metodologias de avaliação que permitem integrar as análises de riscos à saúde aos impactos ambientais. Esta inter-relação de saúde e ambiente permite uma melhor base para a avaliação, caracterização do risco, sua comunicação e a implementação de decisões de gestão socioambiental e de saúde a partir de um quadro conceitual desenvolvido para fornecer uma estrutura organizada para o entendimento do significado do risco utilizando cenários de exposição reais e hipotéticos.

O estudo contou com um processo de articulação de diferentes áreas e profissionais de modo que desde o início tivéssemos profissionais das áreas de saúde, educação e meio ambiente, assim como todas as famílias que concordaram em participar do estudo tivessem espaço para críticas, sugestões e informações ao longo do processo.

Os estudos de avaliação de risco na sua maioria utilizam-se de dados secundários, simplesmente fazendo um levantamento dos dados já existentes. Na presente avaliação não seria possível e nem indicado utilizar somente dados secundários. A avaliação foi baseada na metodologia da Agência de

Registro de Substâncias Tóxicas e Doenças do governo americano (Agency for Toxic Substances and Disease Registry- ATSDR) com as adaptações necessárias as características das comunidades analisadas e ao objeto do estudo, no sentido de atender as condicionantes para o processo de licenciamento junto ao IBAMA.

Essa Agência define a avaliação de risco à saúde como a avaliação de dados e informações sobre a liberação de substâncias perigosas no ambiente, com finalidade de avaliar qualquer impacto passado, presente ou futuro na saúde pública, direcionar a assistência à saúde e outras recomendações, e ainda identificar estudos e ações necessários para analisar, mitigar ou prevenir os efeitos para a saúde humana (www.atsdr.cdc.gov). O MS/SVS utiliza esta metodologia para áreas com solos contaminados com algumas adaptações (www.saude.gov.br). Vale ressaltar que o uso da referida metodologia não é mandatória para os estudos solicitados pelo IBAMA ao nível Nacional.

Apesar da não obrigatoriedade da referida metodologia, as etapas preconizadas pela ATSDR, foram realizadas na presente avaliação, tais como: levantamento do histórico do local de risco, identificação das preocupações da população com sua saúde, caracterização do processo de contaminação ambiental e estabelecimento das implicações para a saúde. A definição de rotas de exposição, que incluem a determinação dos contaminantes de interesse, das fontes de contaminação, das vias de exposição e as populações receptoras. Estas fontes já são reconhecidas desde a década de 90 nos estudos realizados por pesquisadores nacionais e internacionais. Em síntese: A principal via de exposição é a ingestão de peixe contaminado, assim como a principal fonte protéica das comunidades ribeirinhas. O contaminante de interesse é o mercúrio e a população receptora esta focada nas comunidades ribeirinhas.

5.1. Abordagem de campo

O trabalho de campo foi um elemento fundamental para qualificar as técnicas e os procedimentos necessários para as respostas alcançadas. Ou

seja, os objetivos, as condições como: tempo, recursos materiais, aceitação do grupo responsável pelo inquérito epidemiológico, coletas de material biológico pela comunidade, interesse dos atores sociais pelo estudo e envolvimento das comunidades desde o início do estudo. Só após as comunidades conhecerem o estudo e realizarem suas indagações foi apresentado o Termo de Consentimento, para que as pessoas decidissem se assinariam ou não o referido termo exigido pelo Comitê de Ética.

O trabalho de campo, permitiu o conhecimento e reconhecimento do objeto e, ao fazer parte de um método de investigação, contribuiu com a inserção da equipe de campo nas relações sociais locais.

Tal como em outros procedimentos da mesma natureza, o estudo alterou o cotidiano das pessoas e/ou locais investigados, inquietações ou até mesmo novas percepções e expectativas de mudanças para as pessoas do lugar. Além da utilização do método, também foram seguidos princípios e técnicas que nortearam a prática em campo no contexto da avaliação de risco, com o resgate das experiências e saberes locais, de modo a realimentar a investigação a partir do envolvimento e participação ativa da comunidade local.

5.1.1. Participação das comunidades

A caracterização dos atores sociais mais relevantes para a estruturação do processo de avaliação de risco foi um dos primeiros passos do estudo. Esta caracterização utilizou como ferramenta metodológica uma abordagem participativa identificando pessoas, instituições governamentais, grupos representativos e lideranças locais que pudessem participar do estudo. Inicialmente ocorreram algumas resistências das comunidades em relação à participação das mesmas, devido às incertezas do processo de reassentamento das comunidades ribeirinhas pela empresa Santo Antonio Energia (SAE), responsável pela obra do reservatório.

Para assegurar o êxito do estudo, algumas atividades foram fundamentais para a execução e o alcance dos resultados da avaliação. É o que aqui denominamos “Abordagem de campo participativa”, que mesmo não se

tratando de um conceito, encontra-se respaldadas em definições de participação e transparência no trabalho. A abordagem de campo participativa se estrutura em práticas que possam conjugar com o método, ações que visem à participação das comunidades locais, à informação/comunicação, à articulação de parcerias, assim como a capacitação de uma equipe local. Esta abordagem foi importante na definição do desenho da pesquisa, assim como no seu desenvolvimento, poder contar com membros da comunidade local no auxílio da equipe de campo, como por exemplo, na preparação de refeições locais, ajuda para reunir os residentes locais, discussão o andamento e os resultados preliminares da avaliação. A participação é proposta como o caminho natural para a integração comunidades-atores sociais e pesquisadores, técnicos, de modo que as pessoas do lugar (as comunidades) possam manifestar suas dúvidas, expectativas, interagir com os demais indivíduos da comunidade, se expressar, desenvolver um pensamento reflexivo, discordar da avaliação e propor modificações necessárias a melhor compreensão do processo de trabalho de campo. O pressuposto é o de que a participação deva sempre estar presente nas avaliações de risco, a fim de que os envolvidos sintam um processo permanente de construção e transformação do conhecimento e troca de informação.

5.2. CARACTERIZAÇÃO DA POPULAÇÃO RIBEIRINHA

Poucos são os estudos específicos e publicados sobre a caracterização da população ribeirinha do rio Madeira. São encontradas apenas algumas teses, dissertações, relatórios da Prefeitura, livros e poucos artigos. A caracterização apresentada pelo IBGE para o município de Porto Velho não reflete a realidade ribeirinha e sim, a área urbana. Na avaliação de risco é fundamental que se conheça um histórico dos receptores (expostos), seu perfil de saúde e sua caracterização sócioeconômico-cultural. No entanto, devido a identificação de poucas publicações que pudessem embasar a avaliação de risco das comunidades ribeirinhas, foi necessário resgatar informações por meio de levantamento de dados primários, e para isto foi realizado um

inquérito epidemiológico com base no domicílio .

Para o inquérito epidemiológico foram convidadas as mesmas comunidades ribeirinhas selecionadas, isto é, aquelas na área de influência direta do reservatório. A obtenção de uma amostra estatisticamente representativa é geralmente o método mais indicado. Neste caso, a decisão importante a considerar é o número e a característica dos indivíduos a serem incluídos no estudo. O tamanho da amostra escolhida deve ser baseada em vários fatores, incluindo custos, poder estatístico, infraestrutura de amostragem, razão entre os gêneros, faixa etária prioritária, dentre outros fatores. O processo de amostragem pode ser aleatório ou com base em outras abordagens. Na presente avaliação, inicialmente foi definida uma amostra representativa das comunidades, considerando os grupos mais susceptíveis (crianças, gestantes, recém-nascidos). Porém, as lideranças comunitárias não concordaram com este critério, discutindo e propondo a participação de todos os moradores interessados pelo estudo, visto a importância de todos terem o direito de participar, porque estava sendo proposto um estudo mais abrangente, incluindo levantamentos de qualidade de vida, inquérito alimentar, condições de moradia, além de avaliações neurológica, cognitiva, tireoidiana, preocupações das comunidades com sua saúde, dentre outras.

Após algumas reuniões com as comunidades optou-se por realizar um censo onde todas as comunidades selecionadas foram convidadas a participarem do estudo. Porém, alguns critérios de inclusão foram definidos considerando os objetivos do estudo. Vale ressaltar que a população do estudo proposta pelo Ministério da Saúde no parecer técnico 076 CGVAM/SVS/MS/2008 indicava somente duas comunidades ribeirinhas, uma próxima à Cachoeira de Teotônio e outra na Jatuarana, o que foi reforçado pela ex-direção da SAE em maio de 2009. Porém, após algumas reuniões com as comunidades na área de influência direta do empreendimento, a coordenação do presente estudo ampliou a área de estudo referente à parte humana. Ou seja, ***inicialmente seriam estudadas duas comunidades, mas com a reavaliação da região, foram estudadas 16 comunidades.*** A Vila de Santo Antônio, já havia sido deslocada para a nova área de assentamento, denominada “Novo Engenho Velho”, que também foi incluída no estudo.

O estudo teve início pela comunidade da Vila de Teotônio, porque esta seria uma das primeiras, após a comunidade de Santo Antonio, a ser removida, segundo informações por parte da SAE. As faixas etárias participantes do estudo foram definidas considerando o Parecer 076 da CGVAM/SVS/MS/2008. Decidiu-se que os grupos prioritários seriam as crianças e adolescentes em idade escolar de 5 a 15 anos e 11 meses, as mulheres em idade reprodutiva e as gestantes, priorizando a faixa etária entre 16 e 49 anos.

A demanda dos homens para participar do estudo, fez com que a coordenação discutisse os critérios de modo a evitar conflitos nas comunidades. Logicamente, esta abordagem de inclusão de um maior número de participantes, aumentou o custo e a demanda de trabalho de campo, de material para o laboratório de análises de mercúrio no cabelo e consumiu muito mais tempo de todos os pesquisadores envolvidos no estudo.

Esta inclusão de mais receptores contribuiu para o desenvolvimento do estudo, sem a ocorrência de conflitos que interferissem na avaliação. Ou seja, 16 comunidades foram selecionadas para o estudo na área de influência direta do empreendimento. Para a área de influência indireta foi escolhida a Reserva Extrativista do lago Cuniã, como área de referência utilizando o mesmo critério de participação, com as mesmas s faixas etárias. Definiu-se como critério de seleção da amostra para a população ribeirinha do rio Madeira e da Resex de Cuniã:

- Residir nas comunidades selecionadas na área de influência direta do empreendimento;
- Para os escolares, estar na faixa etária de 5 a 16 anos e freqüentá-la;
- Para os demais grupos e mulheres na faixa etária reprodutiva com foco nas gestantes;
- Residir na área de estudo por no mínimo 12 meses; e
- Concordância em participar do estudo e assinar o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE).

5.2.1. Desenho amostral

Na definição do desenho da amostra populacional é importante a representatividade das comunidades em relação à situação sócio-económica, demográfica e cultural. Trata-se de um estudo transversal das comunidades ribeirinhas do rio Madeira abrangendo as comunidades de Morrinhos até as comunidades da balsa, ambas nas margens direita e esquerda, que poderão ser impactadas de forma direta e/ou indireta na etapa de funcionamento do reservatório da barragem. Inicialmente, todos os domicílios destas comunidades foram cadastrados e georreferenciados para a definição da amostra a ser pesquisada. Porém, a demanda de participação por parte da comunidade foi além das expectativas e optou-se por realizar um censo, convidando todas as pessoas das comunidades selecionadas para participarem do estudo. Na área ribeirinha, a população vive em pequenas comunidades formadas por núcleos, em média com vinte a trinta domicílios, localizados de forma dispersa às margens dos rios e igarapés da região, a maioria, sem endereço que possa identificá-los. Isto também dificultaria a realização de um sorteio de domicílios, além da possibilidade de não conseguir alcançar o número total de indivíduos na amostra. Apesar da proposta de realizar um censo ter partido das comunidades, ocorreram várias recusas no decorrer do estudo, chegando a 30% da população inicialmente georreferenciada.

5.2.2. Georreferenciamento dos domicílios em diferentes comunidades do rio Madeira

Todos os domicílios de moradores entrevistados foram georreferenciados utilizando um receptor GPS topográfico portátil para que os dados pudessem ser incluídos no banco de dados para posterior análise espacial e temporal, assim como para o uso futuro destas famílias no programa de monitoramento socioambiental. Esta informação é de grande importância para a construção dos mapas temáticos. O total de domicílios georreferenciados foi de 561 domicílios, incluindo a área de referência.

Em uma segunda etapa foram utilizados os softwares *Microsoft Office Excel* e *Microsoft Office Access* para a construção do banco de dados necessário para subsidiar o mapa temático. O banco de dados foi composto de uma tabela com os seguintes campos: código da comunidade; nome da comunidade; margem do rio; seção do rio; coleta de sangue e decabelo; código do domicílios; além das coordenadas obtidas para a plotagem no shape. A terceira e última etapa, a utilização do *ArcMap* como suporte de Sistema de Informações Geográficas foi utilizado para a produção do referido mapa. Estão inseridos, portanto, todos participantes da pesquisa.

5.3. ÁREA DE ESTUDO

O rio Madeira, tem 1.700 km de extensão em território brasileiro e vazão média de 23.000 m³ por segundo, sendo o segundo maior rio da Amazônia e principal afluente do Amazonas. Além de abrigar uma fauna diversificada é um dos rios de grande carga sedimentar do mundo. Sua bacia, situada no Peru, Bolívia e Brasil, abrange uma área de 1,5 milhões de km² e cobre cerca de um quarto da Amazônia brasileira (Garcia, 2008). O rio Madeira é formado pelos rios Guaporé, Mamoré e Beni, originários dos planaltos andinos, e apresenta dois trechos distintos em seu curso, denominados Alto e Baixo Madeira. A área urbana de Porto Velho é banhada pelo rio Madeira com grande importância turística para o município. Caracteriza-se por um leito margeado por vegetação e barrancos, com grandes áreas degradadas sem mata ciliar.

O baixo Madeira tem grande importância para a atividade econômica do município visto que é por meio fluvial, que parte da agricultura leva sua produção para a exportação. Oito dos doze distritos rurais do município, tem acesso através de via terrestre, já aos quatro restantes (Calama, Nazaré, São Carlos e Demarcação) o acesso se dá somente por via fluvial, assim como as várias outras localidades e comunidades espalhadas ao longo de 945 km do rio Madeira (MOREIRA, *et al*, 2008). Segundo entrevista realizada junto aos técnicos da prefeitura, a população ribeirinha do rio Madeira é estimada em 15 mil pessoas.

5.4. INQUÉRITO EPIDEMIOLÓGICO

Três questionários com vários módulos foram estruturados, utilizando como base questionários já validados pelo Ministério da Saúde, com o objetivo de resgatar um conjunto de dados e informações relativas à caracterização das famílias residentes nas áreas de influência direta e indireta, assim como a montante e a jusante da UHE SA. O questionário adulto incluiu módulos sociodemográficos, histórico ocupacional, morbidade referida, fatores de risco de adoecimento, hábitos como tabagismo, álcool, fumo, exposição a produtos químicos, hipertensão, hábitos sociais e culturais, inquérito alimentar, acesso a serviços de saúde, auto-avaliação de saúde, questões nutricionais e de percepção de impacto do empreendimento e qualidade de vida, dentre outras variáveis.

Um total de 1514 questionários foi aplicado, sendo 884 em adultos e 630 em crianças, em 16 comunidades do rio Madeira. Na área de referência da Resex do Cuniã foram aplicados 251 questionários, 140 adultos e 111 em menores de 15 anos e 11 meses. Totalizando uma amostra com 1765 indivíduos.

5.4.1. Inquérito domiciliar aplicado às comunidades ribeirinhas do rio madeira

O questionário domiciliar abrangeu as características das condições de moradia e saneamento, como fonte de água de abastecimento, destino de resíduos sólidos, ventilação da casa, entre outras. O questionário infantil avalia as condições de saúde, tabagismo no domicílio e nutrição da criança. Foram aplicados 630 questionários aos responsáveis pelas crianças integrantes do estudo na área de influência direta. Para cada tipo de questionário foi efetivado um guia voltado para o entrevistador, que já havia sido treinado, contendo instruções sobre como deveria realizar a entrevista.

Um estudo piloto foi realizado na comunidade de Teotônio com o objetivo de adequar a linguagem, as perguntas do questionário, dimensionar o tempo de aplicação e colher a receptividade ou não aceitação da comunidade em relação ao inquérito. A figura 5.2 apresenta a área de estudo e as comunidades ribeirinhas integrantes do estudo.

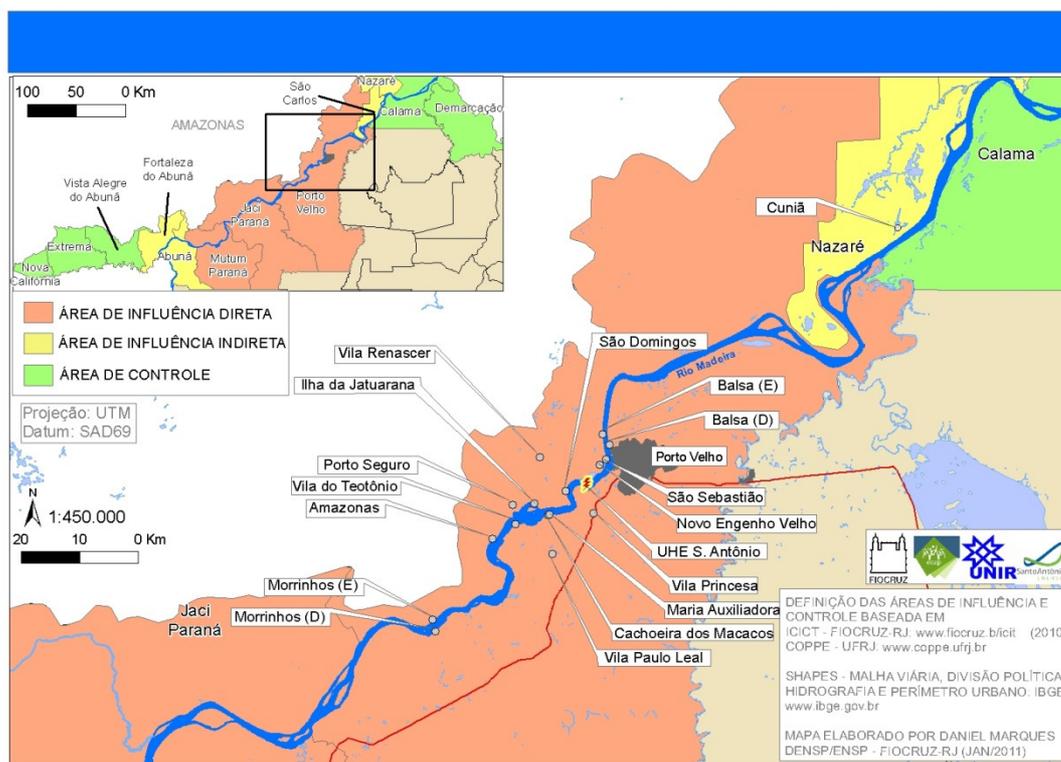


Figura 5. 2: Área de estudo da população ribeirinha do rio Madeira

A Tabela 5.1 apresenta o número total de crianças e adultos entrevistados por comunidades na área sob influência da UHE SA e área de referência - Resex do Cuniã. Do total da população do rio Madeira, 42% da amostra refere-se à faixa etária de menores de 15 anos e 11 meses, sendo 294 da margem direita e 331 da margem esquerda do rio Madeira. Aqueles maiores de 16 anos correspondem a 402 da margem direita e 482 da margem esquerda, totalizando 1514 indivíduos entrevistados.

Tabela 5. 1: Número total de participantes de diferentes comunidades ao longo do rio Madeira, subdivididos por margem do rio, gênero, grupo etário e comunidade.

Margem	Idade	Comunidade	Sexo				Total	
			Feminino		Masculino			
			N	%	N	%	N	%
Direita	Até 15 anos	Balsa	11	47,8	12	52,2	23	7,7
		Ilha da Jatuarana	1	33,3	2	66,7	3	1
		Morrinhos	19	35,2	35	64,8	54	18,1
		Maria Auxiliadora	14	63,6	8	36,4	22	7,4
		Vila do Teotônio	62	53,4	54	46,6	116	38,9
		Vila Paulo Leal	14	60,9	9	39,1	23	7,7
		Vila Princesa	36	63,2	21	36,8	57	19,1
		Total	158	53	140	47	298	100
	> 16 anos	Balsa	8	80	2	20	10	2,5
		Ilha da Jatuarana	2	14,3	12	85,7	14	3,5
		Morrinhos	33	37,9	54	62,1	87	21,6
		Maria Auxiliadora	21	42,9	28	57,1	49	12,2
		Vila do Teotônio	78	46,4	90	53,6	168	41,8
		Vila Paulo Leal	12	37,5	20	62,5	32	8
Vila Princesa		23	54,8	19	45,2	42	10,4	
Total		177	44	225	56	402	100	
Esquerda	Até 15 anos	Amazonas	11	47,8	12	52,2	23	6,9
		Balsa	42	48,8	44	51,2	86	25,9
		Cachoeira dos Macacos	16	51,6	15	48,4	31	9,3
		Ilha da Jatuarana	12	46,2	14	53,8	26	7,8
		Morrinhos	3	37,5	5	62,5	8	2,4
		Novo Engenho Velho	18	42,9	24	46,3	42	12,7
		Porto Seguro	22	53,7	19	46,3	41	12,3
		São Domingos	5	62,5	3	37,5	8	2,4
		São Sebastião	12	46,2	14	53,8	26	7,8
		Vila Renascer	22	53,7	19	46,3	41	12,3
	Total	163	47	169	50,9	332	100	
	> 16 anos	Amazonas	19	40,4	28	59,6	47	9,8
		Balsa	32	66,7	16	33,3	48	10
		Cachoeira dos Macacos	13	33,3	26	66,7	39	8,1
Ilha da Jatuarana		14	46,7	16	53,3	30	6,2	
Morrinhos		10	37	17	63	27	5,6	
Novo Engenho Velho		27	45	33	55	60	12,4	
Porto Seguro	37	39,4	57	60,6	94	19,5		

		São Domingos	6	30	14	70	20	4,1	
		São Sebastião	37	45,7	44	54,3	81	16,8	
		Vila Renascer	23	63,9	13	36,1	36	7,5	
		Total	218	45,2	264	54,8	482	100	
Área Referência	de	Até 15 anos	RESEX Cuniã	69	62,2	42	37,8	111	44,2
		> 16 anos	RESEX Cuniã	69	49,3	71	50,7	140	55,8
		Total	Total	138	55,0	113	45,0	251	100



Figura5. 3: Aplicação de questionários em comunidades ribeirinhas do rio Madeira

5.5. ESTRUTURAÇÃO DO BANCO DE DADOS

Para cada questionário utilizado no inquérito domiciliar, ou seja, três questionários, todas as entrevistas foram codificadas para a entrada de dados na planilha, utilizando-se o software *Microsoft Office Access*. O mesmo ocorreu com os dados dos exames bioquímicos, físico-neurológico, Hg no cabelo, antropométrico, pressão arterial, avaliação tireoidiana, e avaliação cognitiva. Todos os questionários foram digitados duplamente para evitar erros de digitação. Em seguida, a confiabilidade dos dados digitados foi testada utilizando a ferramenta “*Validatê*” do programa *Epi-Info* para análise estatística. Este procedimento garante a coerência dos dados e atende a protocolos

nacionais e internacionais. Todos os dados estão disponíveis no site da Santo Antônio Energia (www.santoantonioenergia.com.br).

5.6. COLETA E ANÁLISE DE MATERIAL BIOLÓGICO

Uma amostra de cabelo dos participantes do estudo foi coletado por ser o melhor indicador de exposição a metilmercúrio. Também, foi coletado o sangue para caracterização bioquímica, de modo a contribuir com o perfil epidemiológico das comunidades no que diz respeito a parâmetros de saúde geral. Para a avaliação de risco, dificilmente, estes dados estão disponíveis e atualizados, por isso há necessidade da coleta e análise destes parâmetros. As coletas de sangue foram de responsabilidade do laboratório do Hospital 9 de Julho – CEACLIN. As coletas de cabelo foram de responsabilidade da coordenação do presente projeto e as análises de Hg em cabelo referentes à população ribeirinha do Madeira foram feitas pelo laboratório de biogeoquímica da UNIR e as amostras dos participantes de Cuniã foram analisadas no laboratório de química da PUC/Rio de Janeiro. As amostras de cabelo foram coletadas da região da nuca com tesoura de aço por pessoal treinado, e acondicionado em sacos de polietileno devidamente identificados. A amostragem de sangue foi realizada com agulha descartável seguindo o protocolo de boas práticas. Como já era esperado, ocorreram várias recusas para coleta de sangue, porém a recusa não foi observada na coleta de cabelo.

5.6.1. Coleta e análise de sangue

As coletas de sangue nas comunidades do rio Madeira e da área de referência da Resex de Cuniã foram realizadas somente se o indivíduo tivesse respondido o questionário adulto e domiciliar, e coletado o cabelo (atividades da primeira etapa) e, logicamente assinado o TCLE. Todos os indivíduos menores de 16 anos que participaram da primeira etapa foram convidados a participar da segunda etapa (exames clínicos e coleta de sangue). No entanto,

ocorreram muitas recusas para a coleta de sangue e alguns não fizeram o jejum de 12 horas e foram retirados da segunda fase do estudo. Todos os voluntários da pesquisa tiveram seu agendamento realizado pela equipe de campo com a antecedência mínima de 24 horas, para garantir o jejum mínimo de 12 horas. Somente foi possível coletar sangue de quem atendeu ao jejum.

As amostras foram coletadas nos voluntários da pesquisa residentes nas margens do rio Madeira com seringa de 10 ml com agulha 25x7 BD® descartáveis, e transferidas para os respectivos tubos de coleta (*vacutainer*) com EDTA para hemograma; fluoreto de sódio para glicose e sem anticoagulante com gel separador para as provas bioquímicas, hormônios e ensaios imunológicos. Foram coletados 10 mL de sangue de cada participante da pesquisa. A utilização do tubo com gel separador de soro foi adotada para minimizar possíveis interferências nas dosagens bioquímicas e hormonais. A confecção do esfregaço foi realizada no momento da coleta minimizando o efeito de agregação plaquetária do EDTA, uma vez que o espaço compreendido entre a coleta e realização do exame foi de aproximadamente quatro (04) horas. Após a coleta, as amostras foram mantidas refrigeradas sem contato direto com a superfície resfriada até o recebimento das mesmas pelo laboratório CEACLIN. A pressão arterial foi aferida em dois momentos (antes e após a coleta de sangue) em todos os indivíduos que concordaram em doar uma amostra de sangue.

5.6.2. Parâmetros bioquímicos analisados no sangue

Nas comunidades do rio Madeira as coletas de sangue foram muito bem aceitas, apesar de algumas recusas. O mesmo ocorreu em relação à área de referência. A maioria das famílias nunca havia feito um exame de sangue durante toda a vida. Os principais bioindicadores analisados em relação aos parâmetros bioquímicos no sangue foram:

- 1. Hemograma - série vermelha: estudo dos glóbulos vermelhos (hemácias):** exame útil no diagnóstico diferencial e no seguimento das

anemias;

2. **Hemograma - série branca: estudo dos glóbulos brancos (leucócitos):** exame inclui a contagem global de leucócitos e a contagem de seus diversos tipos (neutrófilos, eosinófilos, basófilos, linfócitos, monócitos e outros);
3. **Ferro sérico:** níveis baixos de ferro são encontrados em casos de perdas sanguíneas, dieta inadequada, doenças inflamatórias crônicas, neoplasias, desnutrição e algumas doenças renais (com por exemplo a síndrome nefrótica);
4. **Ferritina:** este exame tem indicação no diagnóstico diferencial das anemias e no acompanhamento das alterações de armazenamento de ferro;
5. **Proteína C reativa (PCR):** é um exame inespecífico e a dosagem desta proteína tem o objetivo avaliar a possibilidade da existência de processos infecciosos e inflamatórios agudos;
6. **Glicose (glicemia de jejum):** o teste é útil no diagnóstico das hiperglicemias e hipoglicemias, em especial, no diabetes;
7. **Lipidograma (colesterol total, frações e triglicerídeos):** o uso mais freqüente destes exames se dá na avaliação de risco de doença coronariana, na qual, habitualmente, níveis elevados destas gorduras se associam com maior probabilidade de ocorrer aterosclerose;
8. **TSH:** a dosagem de TSH é considerada como a primeira opção para o diagnóstico de disfunções da glândula tireóide. Nos casos de hipotireoidismo primário, o TSH se mostra elevado e, em casos de hipertireoidismo, o hormônio se encontra indetectável;
9. **T4 (tiroxina) livre – hormônio tireoideano:** a determinação de T4 livre está indicada no diagnóstico do hipotireoidismo ou do hipertireoidismo; e
10. **Proteínas totais e frações:** o teste avalia as principais proteínas do sangue, as quais podem estar diminuídas em casos de doenças do fígado, desnutrição, algumas doenças renais (ex. síndrome nefrótica) e intestinais (ex. enterocolite). Os exames laboratoriais são importantes nos diagnósticos diferenciais para excluir patologias endêmicas ou não presentes na região de estudo.

A tabela 5.2 refere-se ao total N amostral de sangue dos participantes do estudo por grupos etários, gênero e margem do rio, incluindo a área de referência.

Tabela 5. 2: Distribuição percentual da amostra de participantes dos exames de sangue segundo genero, faixa etária e margem do rio.

Margem	Idade	Sexo				Total	
		Feminino		Masculino			
		N	%	N	%	N	%
Direita	Até 10 anos	43	24	48	27,7	91	25,9
	11 a 15 anos	44	24,6	43	24,9	87	24,7
	16 a 20 anos	11	6,1	13	7,5	24	6,9
	20 a 40 anos	43	24	25	14,5	68	19,6
	Mais de 40 anos	38	21,2	44	25,4	82	23,8
	Sub-Total	179	50,9	173	49,1	352	100
Esquerda	Até 10 anos	43	26,4	45	23,9	88	25,1
	11 a 15 anos	21	12,9	34	18,1	55	15,7
	16 a 20 anos	11	6,7	21	11,2	32	9,1
	20 a 40 anos	47	28,8	31	16,5	78	22,2
	Mais de 40 anos	41	25,2	57	30,3	98	27,9
	Sub-Total	163	46,4	188	53,6	351	100
Área de Referência	Até 10 anos	48	68,6	22	31,4	70	33,2
	11 a 15 anos	17	56,7	13	43,3	30	14,2
	16 a 20 anos	9	69,2	4	30,8	13	6,2
	20 a 40 anos	34	58,6	24	41,4	58	27,5
	Mais de 40 anos	15	37,5	25	62,5	40	19,0
	Sub-Total	123	58,3	88	41,7	211	100,0

A tabela 5.3 refere-se as amostras de cabelo coletadas (por margem, faixa etária e gênero) na área do rio Madeira e na área de referência da Resex do Cuniã.

Tabela 5. 3. Distribuição de freqüências de amostras de cabelo analisadas para mercúrio nas comunidades da margem direita e esquerda e na área de referência Resex do Cuniã.

Margem	Feminino		Masculino		Total	
	N	%	N	%	N	%
Direita	335	39,2%	365	40,1%	700	39,7%
Esquerda	381	44,6%	433	47,5%	814	46,1%
Área de Referência	138	16,2%	113	12,4%	251	14,2%
Total	854	100,0%	911	100,0%	1765	100,0%



Figura5. 4. Coleta de sangue na comunidade de Jatuarana

5.6.3. Coleta de cabelo e análise de mercúrio

As amostras de cabelo dos participantes foram coletadas e encaminhadas ao laboratório de biogeoquímica da UNIR. Estas amostras foram lavadas com 20 ml de solução de EDTA a 0.01% e secas a 40 °C. A concentração total de mercúrio foi quantificada por espectrometria de absorção atômica acoplada a geração de vapor frio FIMS-400 (Flow Injection Mercury System-Perkin Elmer), conforme descrito por Bastos et al. (1998). O controle analítico foi acompanhado por análises dos reagentes e amostras de material certificado (IAEA-356 and IAEA-085).

5.7. AVALIAÇÕES FÍSICA, COGNITIVA E CLÍNICA REALIZADAS NOS ESCOLARES

Para dar cumprimento ao Parecer Técnico 076/2008 da CGVAM/SVS/MS, um conjunto de avaliações foi realizado por médicos com experiência na toxicologia do mercúrio, com o objetivo de buscar umnexo causal em relação à exposição a mercúrio via ingestão de peixe e sinais e sintomas que pudessem estar associados com os níveis de Hg presentes no organismo humano. Foram realizadas as seguintes avaliações:

5.7.1. Avaliação físico-neurológica

O foco principal foi avaliar as funções motoras cerebelares (alterações de coordenação e equilíbrio) e pesquisar déficits sensitivos periféricos com potencial repercussão sobre a habilidade manual em escolares (Imagem 5.5). Também foram realizados testes da marcha espontânea e de equilíbrio estático. O médico Márlon Fonseca foi o responsável por esta avaliação que ocorreu na faixa etária de 6 a 16 anos. Houve uma perda de 20% de exames realizados porque as crianças saíram da escola para morar em outros locais pela necessidade dos familiares serem reassentados devido às obras da UHE SA. Alguns adultos solicitaram a realização do exame físico e foram atendidos pelos médicos responsáveis por esta etapa do estudo.



Figura5. 5. Exame neurológico sendo realizado em escolares pelo médico responsável por esta avaliação.

5.7.2. Exame clínico da função tiroídiana

Sob a responsabilidade das médicas Denise Carvalho e Tamar Frankenfeld foram realizadas 441 avaliações tiroídianas em grupos de escolares prioritariamente para a faixa etária de 6 a 15 anos e 11 meses. O exame incluiu anamnese, medida de pressão arterial, apalpação glandular, avaliação dos pêlos axilares e pubianos, exame clínico das mamas. O exame clínico também avaliou reflexos profundos (Aquileu e Patélar) e ausculta cardíaca. Cerca de 20 % dos exames realizados foram retirados do banco de dados, porque os escolares deixaram a escola devido à remoção de seus familiares para outros locais de moradia distante de Porto Velho.



Figura5. 6. Exame clínico de avaliação tireoidiana realizado nas comunidades ribeirinhas.

5.7.3. Avaliação antropométrica

Esta avaliação foi introduzida no estudo devido à importância que esta variável representa em algumas possíveis mudanças de hábitos, principalmente da dieta, o que deverá ocorrer na área de influencia direta da UHE SA, assim como a possibilidade de se identificar variáveis de confundimento e/ou outros fatores de risco, que não estejam diretamente associados com o impacto socioambiental da barragem na mudança de hábitos.

A realização de medidas de peso, estatura, índice de massa corporal (IMC) são importantes na avaliação de fatores de confusão como, por exemplo, a desnutrição e seus efeitos no desenvolvimento da criança na faixa escolar. Esta etapa foi realizada pelos estagiários de enfermagem com a supervisão de uma enfermeira.

A antropometria é um método de investigação baseado na medição das variações físicas e na composição corporal global, consistindo em um

parâmetro aplicável em todas as fases do ciclo de vida/faixas etárias que permite a classificação de indivíduos e grupos segundo o seu estado nutricional, sendo a melhor ferramenta para avaliação do estado nutricional de grupos populacionais, e universalmente aceita.

A avaliação antropométrica possibilita que os diagnósticos individuais sejam agrupados e analisados de modo a fornecer o diagnóstico coletivo, permitindo conhecer o perfil nutricional de um determinado grupo (BRASIL, 2004). Esta medida também é importante na análise de risco à saúde humana, porque a dose potencial de exposição é dependente do peso corpóreo. Esta medida de análise nutricional apresenta as vantagens de ser barato, simples, de fácil aplicação e padronização, além de não ser invasivo (BRASIL, 2004).



Figura 5. 7. Avaliação antropométrica de escolares das comunidades ribeirinhas.

5.7.4. Estimativas de risco global - Escore de Risco de Framingham

A determinação de risco para o evento cardiovascular (ECV) é realizada com a combinação de variáveis reconhecidamente na literatura como fatores

de risco para doenças cardiovasculares e exige a obtenção de pelo menos 2 exames complementares: glicemia em jejum e colesterol total.

Além da intolerância a glicose e colesterol, os fatores idade, sexo, pressão arterial e tabagismo estão relacionados às estimativas de risco global, segundo o *score de Framingham*. Os *scores* de risco global foram calculados em três etapas distintas, a saber:

1. Coleta de informações sobre gênero, idade, LDL colesterol, HDL colesterol, pressão arterial, diabetes e tabagismo. Os dados sobre idade, gênero e tabagismo foram coletados através da aplicação de questionário semi-estruturado. Durante as entrevistas, os técnicos de enfermagem mensuraram os níveis pressóricos dos indivíduos, sob a supervisão de um enfermeiro. Os níveis de colesterol (HDL e LDL) e glicemia em jejum foram obtidos por exames laboratoriais;
2. Cada fator de risco recebe uma pontuação específica, segundo o sexo dos indivíduos. Essa pontuação é apresentada nas tabelas 19 e 20. Por exemplo: se o indivíduo é do sexo masculino, idade de 30 a 34 anos e fumante, receberá -1 e 2 pontos (tabela 5.4); e
3. Nesta etapa, a soma dos pontos em cada variável determinará o risco global ou risco de desenvolver ECV em 10 anos. Na tabela 5.5 são apresentadas as categorias de risco global, calculado a partir dos *Escores de Framingham*. Esse risco foi classificado em: baixo risco (< 10%), moderado risco ($\geq 10\%$ e $\leq 20\%$) e alto risco ($> 20\%$).

As distribuições percentuais observadas das categorias de risco global em relação a gênero, margem do rio, níveis de mercúrio no cabelo (estratificados em até 6 ppm, de 6 a 15 ppm e acima de 66 ppm) e frequência de consumo de peixe foram analisadas pelo *teste qui-quadrado* com nível de significância de 5% ($p\text{-valor} \leq 0,05$).

As médias dos níveis médios de mercúrio no cabelo foram comparadas, segundo as categorias de risco global através do teste t de Student. A tabela

5.6 apresenta os resultados da análise descritiva das categorias do risco global para desenvolver ECV em 10 anos, realizada nas comunidades ribeirinhas

Tabela 5. 4. Pontuação do Escores de Framingham para idade, LDL colesterol, HDL colesterol, diabetes e tabagismo, segundo sexo.

Fatores de risco	Pontuação	
	Masculino	Feminino
Idade		
30 – 34	-1	-9
35 – 39	0	-4
40 – 44	1	0
45 – 49	2	3
50 – 54	3	6
55 – 59	4	7
60 – 64	5	8
65 – 69	6	8
70 – 74	7	8
LDL – Colesterol (mg/dl)		
< 100	-3	-2
100 – 129	0	0
130 – 159	0	0
160 – 169	1	2
>= 190	2	2
HDL – Colesterol (mg/dl)		
< 35	2	5
35 – 44	1	2
45 – 49	0	1
50 – 59	0	0
>= 60	-1	-2
Diabete		
Sim	2	4
Não	0	0
Tabagismo		
Sim	2	2
Não	0	0

Fonte: Brasil, 2006.

Tabela 5. 5. Pontuação do Escores de Framingham para pressão arterial sistólica e diastólica, segundo sexo.

		Diastólica				
		< 80	80 – 84	85 – 89	90 – 99	≥ 100
Masculino	< 120	0	0	1	2	3
	120 – 129	0	0	1	2	3
	130 – 139	1	1	1	2	3
	140 – 159	2	2	2	2	3
	≥ 60	3	3	3	3	3
Feminino		< 80	80 – 84	85 – 89	90 – 99	≥ 100

	< 120	-3	0	0	2	3
	120 – 129	0	0	0	2	3
Sistólica	130 – 139	0	0	0	2	3
	140 – 159	2	2	2	2	3
	≥ 60	3	3	3	3	3

Fonte: Brasil, 2006.

Tabela 5. 6. Classificação de risco global, segundo *Escore de Framingham*.

Categoria	Evento cardiovascular maior (ECV)
Baixo	< 10% por 10 anos
Moderado	10 a 20% por 10 anos
Alto	> 20% por anos

Fonte: Brasil, 2006.

5.7.5. Avaliação cognitiva

Estudos toxicológicos em humanos associados a avaliações cognitivas são importantes ferramentas nas avaliações relacionadas à exposição a determinados metais, em especial ao mercúrio. A psicóloga Dra. Valéria Oliveira foi a responsável pela avaliação cognitiva. Esta avaliação é importante para a complementação de informações relativas aos indicadores de efeito da exposição ao mercúrio, assim como na detecção de sinais subclínicos.

Porém, vale ressaltar que nenhum teste é específico para uma avaliação cognitiva relacionada à exposição de um determinado contaminante e como mencionado na literatura. Há várias incertezas associadas aos testes utilizados no Brasil e em outros países. Neste sentido, este estudo é uma valiosa contribuição considerando o conjunto de variáveis estudadas e as características das comunidades integrantes do estudo. A tabela 5.7 apresenta uma síntese dos testes aplicados e as funções avaliadas em escolares nas margens direita e esquerda do rio Madeira.

Tabela 5. 7. Lista de funções e provas cognitivas para avaliação da exposição ao metilmercúrio por faixa etária.

Funções	Infância (6 - 8 anos)	Infância e Adolescência (9 - 15 anos e 11 meses)
Atenção	Código WISC-III	Código WISC-III
Percepção	Labirintos WISC-III Cópia Figura de Rey- B	Labirintos WISC-III Cópia Figura de Rey- A
Memória (campo de memória)	Memória de Números – Ordem direta WISC –III	Memória de Números – Ordem direta WIS
Memória (operativo ou de trabalho)	Memória de Números – Ordem inversa WISC –III Reprodução Figura de Rey- B	Memória de Números – Ordem inversa WISC –III Reprodução Figura de Rey- A
Compreensão	<i>Uma prova verbal da WISC-III a definir</i>	<i>Uma prova verbal da WISC-III a definir</i>
Raciocínio	Raven – Matrizes coloridas Teste INV	Raven – Matrizes Standard Teste INV

5.8. ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

Para o tratamento estatístico dos dados foi necessário padronização dos bancos de dados para todas as variáveis analisadas, como por exemplo: questionários, exames bioquímicos no sangue, análise de Hg em cabelo, dentre outros. Inicialmente foi realizada uma análise exploratória dos dados a partir da análise descritiva com representação em tabelas, gráficos e figuras. A partir dos dados explorados foram realizadas análises univariadas e multivariadas utilizando-se modelos que possam explicar as associações que explicam os resultados encontrados. Também foi realizada a comparação entre indivíduos residentes nas margens do rio madeira com a comunidade da área de referência para o conjunto de variáveis que compõem o estudo. Estas comparações têm o objetivo de verificar se há diferença significativa entre estes indivíduos residentes na área de influência direta do empreendimento e aqueles da área de referência, considerando, os hábitos alimentares diferenciados, maior isolamento de determinadas comunidades, maior dificuldade de acesso aos serviços de saúde, dentre outras diferenças que foram analisadas.

Para a avaliação de risco foi utilizada a simulação de Monte Carlo, que é o método numérico mais utilizado para a análise de risco (DECISIONERING, 2011). Normalmente, a simulação de Monte Carlo utiliza dois métodos de amostragem randômica: a) o método de amostragem hipercúbico latino, e b) o método de amostragem randômica simples. A escolha do método depende da qualidade dos dados disponíveis, dos parâmetros básicos calculados, do modelo utilizado, dos procedimentos de cálculos e da distribuição de probabilidade específica para os valores dos parâmetros do modelo para gerar uma distribuição de probabilidade do resultado (USEPA, 1996b e Johnson, 1995). No presente estudo a estimativa da dose potencial foi calculada a partir da simulação de cenários pelo método de Monte Carlo, utilizando-se o programa Cristal Ball, versão 2011.

5.9. MODELO ANALÍTICO DE AVALIAÇÃO DE RISCO À SAÚDE HUMANA DO RIO MADEIRA

A metodologia de avaliação de risco à saúde segue os pressupostos da Agência Americana para substâncias tóxicas e registro de doenças (ATSDR) segundo o “*Public Health Assessment Guidance Manual*” da Agency for Toxic Substances and Disease Register - ATSDR (ATSDR, 2001). A metodologia de avaliação de risco fornece uma estimativa numérica do risco toxicológico e cancerígeno, oferecendo subsídios para os serviços de saúde e agências ambientais, além de gestores de risco, priorizarem suas ações de saúde ambiental, considerando as condições de exposição ambiental e as questões de saúde pública locais. A abordagem metodológica utilizada na presente pesquisa utilizou-se de adaptações dos métodos com base no contexto de exposição local. Na avaliação de risco é primordial caracterizar

a(s) fonte(s) de exposição, a seleção dos contaminantes de interesse, as preocupações da população com a saúde e a fonte e as principais vias de exposição e as implicações para a saúde pública.

A etapa de formulação do problema inicia o processo de Avaliação de Risco definindo o escopo da avaliação com suas etapas planejadas de forma

sistemática, de modo a identificar os fatores preponderantes a serem considerados no processo de avaliação de risco. Esta etapa do processo baseia-se no conhecimento e visita preliminar do local, levantamento das preocupações das comunidades locais, levantamento das atividades desenvolvidas e a caracterização das fontes e dos agentes estressores com base nos dados de monitoramento ambiental. Estes dados permitem uma análise preliminar de identificação do perigo ou análise *screening* que associada à avaliação da toxicidade do agente em análise irá subsidiar a avaliação da exposição e a relação dose-resposta (HACON *et al.*, 2005). Na fase de formulação do problema é fundamental identificar as comunidades que estão sob situação de perigo.

A expressão da toxicidade de uma substância química depende das suas propriedades toxicológicas e das características do ambiente. Além de suas propriedades físico-químicas, deve-se considerar a magnitude, duração e frequência da exposição, transporte e destino, via de introdução e suscetibilidade dos sistemas biológicos. O resultado da identificação do perigo é estabelecer, através do julgamento científico, se determinado toxicante, no presente estudo o MeHg, pode em determinadas condições de exposição provocar um efeito adverso à saúde humana.

A avaliação da dose-resposta, etapa complementar à identificação do perigo, consiste no processo de caracterização da relação entre a dose administrada ou recebida de determinada substância e a incidência de um dado efeito nocivo significativo (crítico) no indivíduo. Para a maioria dos efeitos tóxicos (órgão específicos, neurológicos/comportamentais, imunológicos, carcinogênico não genotóxicos, e outros) considera-se que exista uma dose ou concentração, abaixo da qual, efeitos adversos não são observados definido pela ATSDR como *Minimal Risk Level* (MRL). O Nível de Risco Mínimo é uma estimativa da exposição diária humana a uma substância perigosa que não deve apresentar risco de efeitos adversos e/ou efeitos cancerígenos à saúde sobre um determinado período de exposição, o que a Agência Americana Ambiental (USEPA), denomina de Dose de Referência, e quase sempre é mais restritiva do que a ATSDR. Para outros tipos de efeitos tóxicos (mutagênicos e

carcinogênicos genotóxicos), assume-se a probabilidade de ocorrência de dano em qualquer nível de exposição (não há limite). (WHO, 1999, USEPA, 1989b).

A terceira etapa da avaliação de risco é a avaliação da exposição, que tem por objetivo determinar a natureza e extensão do contato entre o agente de interesse e os indivíduos ou a população exposta. Para tanto, a concentração do toxicante e sua distribuição nos diferentes compartimentos do meio ambiente, as populações de elevado e baixo risco, as contribuições químicas e físicas das várias fontes de emissão, os fatores intervenientes no transporte e distribuição desse agente no meio ambiente, as vias de introdução no ser humano, a duração e freqüência dessa exposição devem ser caracterizadas.

A exposição a determinado agente pode variar dependendo do local de moradia, da atividade profissional e/ou lazer, da faixa etária da população a ser analisada, dos hábitos da população, do histórico de morbidade da população, do histórico da área, dentre outros. A falta de informações das características da exposição ou as deficiências preditivas inerentes ao modelo adotado determinam as incertezas nesta etapa da avaliação do risco (WHO, 1999). A caracterização dos efeitos para a saúde pública depende da qualidade e da quantidade de dados e informações disponíveis, do acesso da comunidade aos serviços de saúde, dos meios de exposição e das condições de exposição dos receptores. Estas informações irão identificar os fatores relevantes a serem considerados na estrutura do modelo conceitual. Diferenças na vulnerabilidade biológica, social e ambiental podem ser atribuídas a características que afetam a exposição, como estado de saúde de grupos expostos, atividades ocupacionais, localização do domicílio, qualidade da água e dos alimentos, acesso aos serviços de saúde, dentre outros. No presente estudo todas as informações foram levantadas a partir de dados primários obtidos no inquérito domiciliar, coleta e exames de sangue, avaliação toxicológica do Hg no cabelo e no peixe, exames clínico, físico, avaliações cognitivas e as várias reuniões com as comunidades.

5.9.1. Caracterização da área contaminada

O primeiro passo para a realização de um estudo de avaliação de risco é o levantamento e análise de dados relativos às características da atividade geradora da contaminação, seja um passivo ambiental, uma fonte natural ou uma atividade antropogênica em planejamento e /ou em desenvolvimento. No presente estudo, a principal fonte de contaminação refere-se ao mercúrio presente nos peixes consumidos pelas comunidades ribeirinhas. A mensuração das concentrações de mercúrio em diferentes matrizes ambientais nos permite identificar aquela de maior importância para a saúde humana. No caso do Hg já é bem sabido que o metilmercúrio representa a principal fonte de exposição para as comunidades do rio Madeira. A caracterização das comunidades e sua distribuição geográfica contribuem para a identificação espacial de grupos expostos à contaminação. Na presente avaliação foi analisada a população nas margens direita e esquerda do rio Madeira. Também foram comparadas as comunidades a montante e a jusante da UHE SA, assim como uma área de referência.

A avaliação de risco considerou os grupos etários menores de 16 anos e maiores de 16 anos para ambos os gêneros no rio Madeira. Foram estudadas 16 comunidades sendo que em Morrinhos e Balsa temos comunidades em ambas as margens. O grupo de maior interesse no estudo, considerando os níveis de Hg no cabelo, foi composto por escolares. As mulheres em idade reprodutiva e as gestantes, também constituíram um grupo de maior interesse no estudo. A figura 5.2 apresenta a localização das comunidades estudadas.

5.9.2. Modelo conceitual

O modelo conceitual se caracteriza por ser um procedimento que possibilita a identificação de cenários para previsão de efeitos e a atualização permanente de informações, à medida que os conhecimentos sobre os mecanismos ambientais sistêmicos e a situação de saúde das comunidades vão sendo identificados. Portanto, novas hipóteses de risco podem ser incorporadas à avaliação. No modelo conceitual devem ser identificados as seguintes etapas do processo.

- **Avaliação da informação do local:**

Descrição do local, aspectos históricos, avaliação das preocupações da comunidade em relação a saúde e os problemas ambientais, dados registrados sobre efeitos adversos à saúde, informações demográficas, usos do solo e outros recursos naturais, informações preliminares sobre contaminação ambiental e rotas ambientais.

- **Processos modificadores do sistema ambiental que influenciam qualitativamente os cenários de exposição:**

Estes processos referem-se às mudanças de tecnologias, programas de controle ambiental e/ou gestão ambiental, assim como novos empreendimentos. O presente estudo, trata-se de uma avaliação prévia ao funcionamento da Usina Hidroelétrica de Santo Antonio no rio Madeira com uma contaminação por mercúrio histórica na região, somada as atuais liberações das dragas e balsas de garimpo de ouro presentes no rio Madeira.

- **Identificação e Avaliação de Rotas de Exposição:**

A partir da identificação das possíveis fontes de emissão do contaminante são realizadas identificações dos meios ambientais contaminados, pontos de exposição humana, vias de exposição e populações receptoras. Na área de estudo a via de ingestão do alimento peixe, assim como a estimativa do consumo de peixes carnívoros são informações essenciais para análise de risco à saúde humana.

- **Os grupos das comunidades humanas expostos ambientalmente:**

A caracterização da área de estudo conjuntamente com a observação em campo contribuiu com a definição das principais faixas etárias expostas ao risco de contaminação.

- **Características dos receptores com maiores possibilidades de maior contaminação, ou seja, identificação de grupos críticos:**

No caso do mercúrio, sua toxicidade já é bem conhecida, principalmente em relação aos efeitos da exposição para os grupos críticos. A fase fetal, recém nascidos, crianças em idades escolar e gestantes são os principais grupos

estudados na literatura. O presente estudo definiu com base no Parecer 076 de 2008 da CGVAM/SVS/MS/2008 os grupos etários menores de 16 anos e maiores de 16 anos. Neste estudo, o grupo de menores de 16 anos, assim como mulheres em idade reprodutiva e gestantes se configuram como grupos de alta relevância.

5.9.3. Preocupações das comunidades com a saúde

No presente estudo os três questionários (infantil, adulto e condições de moradia) aplicados nas 16 comunidades pelos agentes de saúde, técnicos e estudantes de enfermagem apresentaram módulos referentes as preocupações das comunidades em relação a saúde, condições ambientais, acesso aos serviços de saúde, qualidade de vida, exposição a produtos químicos, exposição ocupacional, além da auto-avaliação de saúde. No caso das crianças e adolescentes menores de 16 anos os questionários foram respondidos pelos pais e/ou responsáveis. O objetivo desta etapa no processo de avaliação de risco é o levantamento de informações e o estabelecimento de comunicação com os atores sociais locais envolvidos direta ou indiretamente no problema. As informações das comunidades contribuem com a formulação do problema e o estabelecimento de prioridades e estratégias para subsidiar a tomada de decisão de gestores públicos ou privados em relação ao problema em análise.

5.9.4. Avaliação da exposição

Esta etapa do estudo se configura como o ponto focal da presente pesquisa. Esta etapa do processo de avaliação de risco reuniu uma reavaliação dos dados levantados e analisados, com o propósito de evitar que a qualidade da avaliação da exposição fosse comprometida com os cenários de exposição não representativos da realidade investigada. Em resumo, esta etapa mede ou modela a exposição em termos de rotas, intensidade, exposição média, exposição espacial e temporal, usando unidades que possam ser interativas

com a caracterização dos efeitos. A escala espacial refere-se à dimensão geográfica do problema e a temporal aos aspectos de duração, frequência e tempo da exposição da população humana. O presente estudo tem uma área de passivo ambiental com fontes difusas de difícil dimensionamento espacial e pontos de contaminação. O rio Madeira já foi extensamente estudado pelo grupo da Biogeoquímica da UNIR sob a coordenação do prof. Wanderley Bastos. No entanto, o estudo de análise de risco abordou somente a parte de contaminação e consumo de peixes de diferentes níveis tróficos, porque os resultados das análises de Hg em águas, sedimentos e solos atendem os valores de referências, conforme evidenciado no estudo hidrogeoquímico realizado pelo grupo do Laboratório de Biogeoquímica Ambiental/UNIR.

Com base nos dados levantados em campo utilizando-se um inquérito domiciliar, somados às informações dos níveis de mercúrio e sua relevância toxicológica foi possível estruturar os cenários de exposição para as comunidades residentes nas margens do rio Madeira. A equação padrão para o cálculo da dose de exposição para a ingestão de alimentos está representada abaixo. A equação geral para estimativa da dose potencial:

$$D_{pot} = \int_{t_1}^{t_2} C_t TI_t DE \quad (1)$$

$$D_{pot} = \frac{\sum C_i TI_i DE_i}{PC} \quad (2)$$

$$QR = \frac{D_{pot}}{RfD} \quad (3)$$

Onde:

D_{pot} = Dose potencial ($\mu\text{g}/\text{kg}/\text{d}$)

C_i = Concentração do contaminante para o cenário analisado ($\mu\text{g}/\text{g}$)

TI_i = Taxa de ingestão para o evento i, segundo o nível trófico (kg/d)

DE_i = Duração da exposição para o evento i (dias, semanas)

PC = Peso corporal (kg)

QR = Quociente de risco

RfD = Dose de referência

A magnitude da exposição é avaliada a partir das estimativas das concentrações do contaminante Hg em peixes de diferentes níveis tróficos. A

taxa de ingresso pode ser estimada através de extrapolações de dados de consumo e/ou inquérito alimentar. No caso de utilizar a frequência de consumo semanal é indicado que esta variável seja transformada em consumo diário em kg/d. O peso corpóreo normalmente é obtido de dados das unidades de saúde locais onde o estudo é desenvolvido. No presente estudo todos os participantes foram pesados e medidos no estudo antropométrico. Também foi adotado como consumo padrão peixes carnívoros e peixes não carnívoros que agrega todos os demais níveis tróficos (kg/dia). As concentrações de Hg em peixes foram normalizadas para peixes de 1 kg. Para o fator de absorção do MeHg assumiu-se 100%.

5.9.5. Análise dos cenários de exposição

Os cenários de exposição permitem o uso de situações de contaminação passadas (cenário retrospectivo), presentes e/ou futuras (prospectivas) e simula representações reais ou hipotéticas próximas da realidade local e/ou regional. Estas representações se traduzem em possibilidade/probabilidade de riscos para as comunidades expostas em relação aos contaminantes não carcinogênicos, ou seja, cenários determinísticos.

5.9.5.1. Abordagem metodológica dos Cenários de exposição para o rio Madeira

Alguns cenários consideram a exposição mais elevada, tendo como objetivo simular cenários de exposição que possam caracterizar situações críticas de exposição relacionadas ao consumo de peixes e às concentrações de Hg dos diferentes níveis tróficos.

Ao estruturar os cenários de exposição, temos que considerar que a dieta do ribeirinho depende da disponibilidade do peixe, época do ano (cheia e vazante), preferências individuais pelas espécies e renda familiar. Esta última é determinante no tamanho do peixe que será consumido. Os grandes bagres,

normalmente são vendidos. Os ribeirinhos tendem a consumir os menores peixes, porque os maiores são vendidos para hotéis e restaurantes, contribuindo para a renda familiar. O resultado das entrevistas mostrou que as comunidades na área de influência direta da UHE SA se alimentam de peixes carnívoros, não carnívoros e de ambos. Nas entrevistas também, observamos que alguns indivíduos não consomem peixes ou consomem pouco (uma ou duas vezes por mês) mesmo com a disponibilidade do alimento. Estes indivíduos estariam no grupo de exposição mínima e não consideramos este grupo no estudo. Neste contexto, a partir das informações levantadas em campo junto às comunidades e a matriz ambiental (biota), assim como a caracterização da área de estudo e das comunidades expostas, foram estruturados alguns cenários de exposição.

Para cada cenário de exposição foram definidos grupos populacionais expostos, considerando: seção do rio, distribuição espacial das comunidades (margem do rio), grupo etário, gênero, cenários próximos da realidade, tendência central e tendência crítica. Para os cenários de exposição dos grupos a montante da UHE SA foram definidos: cenário de tendência central (valores médios), cenário atual, considerado realístico (grupo 1), para os grupos etários maiores de 16 anos e menores de 16 anos, segundo gênero (tabela 5.8). O grupo 2 foi simulado para um cenário prospectivo crítico, com valores de entrada no modelo usando o percentil 95%, para os mesmos grupos etários do cenário do grupo 1, segundo gênero (tabela 5.8). A tabela 5.9 apresenta os parâmetros de entrada no modelo para o cenário prospectivo com base nos valores do percentil 95% para a população a montante da UHE SA, segundo gênero e grupo etário (grupo 2).

Tabela 5. 8. Parâmetros de entrada no modelo para o cenário de tendência central para a população total a montante, segundo gênero e grupo etário (grupo 1).

	Criança < de 16 anos		Adulto > de 16 anos	
	Masculino	Feminino	Masculino	Feminino
Hg_C Média (SD)	0,97 (1,1)	0,97 (1,1)	0,97 (1,1)	0,97 (1,1)
Hg – NC Média (SD)	0,164 (0,18)	0,164 (0,18)	0,164 (0,18)	0,164 (0,18)
Proporção de consumo – C	0,50	0,40	0,70	0,42

Proporção de consumo – NC	0,50	0,60	0,30	0,58
Consumo médio (g)	141	121	174	151
Consumo médio Carnívoros (g)	71	48	122	63
Consumo médio Não Carnívoros (g)	70	73	52	88
Peso corporal kg Média (SD)	37 (12,6)	38 (14,4)	67 (13,8)	62 (12,4)

Tabela 5. 9. Parâmetros de entrada no modelo para o cenário de tendência crítica para a população total da montante, segundo gênero e grupo etário (grupo 2).

	Crianças < de 16 anos		Adultos > de 16 anos	
	Masculino	Feminino	Masculino	Feminino
Hg_C P95 (SD)	3,13 (1,1)	3,13 (1,1)	3,13 (1,1)	3,13 (1,1)
Hg – NC P95 (SD)	0,6 (0,18)	0,6 (0,18)	0,6 (0,18)	0,6 (0,18)
Proporção de consumo – C	0,50	0,40	0,70	0,42
Proporção de consumo – NC	0,50	0,60	0,30	0,58
Consumo P95 (mg)	214	180	250	214
Consumo P95 Carnívoros (mg)	107	72	175	90
Consumo P95 Não Carnívoros (mg)	107	108	75	124
Peso corporal P95 (SD)	57 (12,6)	61 (14,4)	91 (13,8)	84 (12,4)

A tabela 5.10 apresenta os parâmetros de entrada no modelo para o cenário da população a jusante. Foram definidos dois grupos (grupo 3) cenário de tendência central (valores médios), cenário atual, considerado realístico para os grupos etários de menores de 16 anos e maiores de 16 anos, segundo gênero a jusante (tabela 5.10). O grupo 4 foi simulado para um cenário prospectivo crítico, com valores de entrada no modelo usando o percentil 95%, para os mesmos grupos etários do cenário do grupo 3, segundo gênero (tabela 5.11).

Tabela 5. 10. Parâmetros de entrada no modelo para população total a jusante, cenário tendência central (grupo 3).

	Crianças	Adultos
--	-----------------	----------------

	Masculino	Feminino	Masculino	Feminino
Hg_C Média (SD)	0,66 (0,57)	0,66 (0,57)	0,66 (0,57)	0,66 (0,57)
Hg – NC Média (SD)	0,21 (0,22)	0,21 (0,22)	0,21 (0,22)	0,21 (0,22)
Proporção de consumo – C	0,47	0,18	0,48	0,34
Proporção de consumo – NC	0,53	0,82	0,52	0,66
Consumo médio (mg)	138	110	174	140
Consumo médio Carnívoros (mg)	65	20	84	48
Consumo médio Não Carnívoros (mg)	73	90	90	92
Peso corporal Média (SD)	36 (12,5)	37 (12,8)	69 (12,1)	66 (12,1)

Tabela 5. 11. Parâmetros de entrada no modelo para a população total a jusante cenário da tendência crítica, segundo gênero e grupo etário (grupo 4).

	Crianças		Adultos	
	Masculino	Feminino	Masculino	Feminino
Hg_C Média (SD)	0,66 (0,57)	0,66 (0,57)	0,66 (0,57)	0,66 (0,57)
Hg – NC Média (SD)	0,21 (0,22)	0,21 (0,22)	0,21 (0,22)	0,21 (0,22)
Proporção de consumo – C	0,47	0,18	0,48	0,34
Proporção de consumo – NC	0,53	0,82	0,52	0,66
Consumo médio (mg)	138	110	174	140
Consumo médio Carnívoros (mg)	65	20	84	48
Consumo médio Não Carnívoros (mg)	73	90	90	92
Peso corporal Média (SD)	36 (12,5)	37 (12,8)	69 (12,1)	66 (12,1)

A tabela 5.12 apresenta os parâmetros de entrada no modelo para o cenário da população a montante, considerando as margens do rio Madeira, direita e esquerda. Foram definidos dois grupos (grupo 5) cenário de tendência central (valores médios), cenário atual, considerado realístico para os grupos de adultos por gênero. A tabela 5.13 apresenta os parâmetros de entrada no modelo para o cenário da população a montante, margens do rio Madeira direita e esquerda, para o cenário crítico, prospectivo com valores de entrada no modelo usando o percentil 95%, para os mesmos grupos etários (grupo 6).

Tabela 5. 12. Parâmetros de entrada no modelo para a população a montante adultos, segundo margem do rio e gênero. Cenário de tendência central (grupo 5).

	Montante – Margem Direita		Montante – Margem Esquerda	
	Masculino	Feminino	Masculino	Feminino
Hg_C Média (SD)	0,97 (1,1)	0,97 (1,1)	0,97 (1,1)	0,97 (1,1)
Hg – NC Média (SD)	0,164 (0,18)	0,164 (0,18)	0,164 (0,18)	0,164 (0,18)
Proporção de consumo – C	0,80	0,46	0,58	0,37
Proporção de consumo – NC	0,20	0,54	0,42	0,63
Consumo médio (mg)	168	147	182	157
Consumo médio Carnívoros (mg)	134	68	106	58
Consumo médio Não Carnívoros (mg)	34	79	76	99
Peso corporal Média (SD)	68 (13,7)	65 (13,5)	66 (10,3)	58 (13,4)

Tabela 5. 13. Parâmetros de entrada no modelo do cenário crítico prospectivo para população adulta a montante, margens do rio Madeira direita e esquerda, com valores de entrada no modelo usando o percentil 95%, (grupo 6).

	Montante – Margem Direita		Montante – Margem Esquerda	
	Masculino	Feminino	Masculino	Feminino
Hg_C P95 (SD)	3,13 (1,1)	3,13 (1,1)	3,13 (1,1)	3,13 (1,1)
Hg – NC P95 (SD)	0,6 (0,18)	0,6 (0,18)	0,6 (0,18)	0,6 (0,18)
Proporção de consumo – C	0,80	0,46	0,58	0,37
Proporção de consumo – NC	0,20	0,54	0,42	0,63
Consumo P95 (mg)	250	214	250	214
Consumo P95 Carnívoros (mg)	200	98	145	79
Consumo P95 Não Carnívoros (mg)	50	116	105	135
Peso corporal 95 (SD)	95 (13,7)	87 (13,5)	81 (10,3)	80 (13,4)

A tabela 5.14 apresenta os parâmetros de entrada no modelo de tendência central para o cenário da população a montante, considerando as margens do rio Madeira. Foram definidos dois grupos (Grupo 7) cenário de tendência central (valores médios), cenário atual, considerado realístico para os grupos de adultos por margem. A tabela 5.15 apresenta os parâmetros de entrada no modelo para o percentil 95%, considerando a população a jusante, por margem, para um cenário crítico prospectivo para os mesmos grupos etários (grupo 8).

Tabela 5. 14. Parâmetros de entrada no modelo para o cenário da população adulta a jusante, com tendência central para as margens direita e esquerda do rio Madeira (grupo 7).

	Jusante Margem Direita		Jusante Margem Esquerda	
	Masculino	Feminino	Masculino	Feminino
Hg_C Média (SD)	0,66 (0,57)	0,66 (0,57)	0,66 (0,57)	0,66 (0,57)
Hg – NC Média (SD)	0,21 (0,22)	0,21 (0,22)	0,21 (0,22)	0,21 (0,22)
Proporção de consumo – C	0,42	0,37	0,53	0,30
Proporção de consumo – NC	0,58	0,63	0,47	0,70
Consumo médio (mg)	174	140	174	129
Consumo médio Carnívoros (mg)	73	52	92	39
Consumo médio Não Carnívoros	101	88	82	90
Peso corporal Média (SD)	69 (12,1)	66 (13,5)	69 (12,1)	67 (12,1)

Tabela 5. 15. Parâmetros de entrada no modelo percentil 95% para o cenário da população adulta a jusante, por margem do rio Madeira, para o cenário crítico prospectivo (grupo 8).

	Montante – Margem Direita		Montante – Margem Esquerda	
	Masculino	Feminino	Masculino	Feminino
Hg_C P95 (SD)	1,75 (0,57)	1,75 (0,57)	1,75 (0,57)	1,75 (0,57)
Hg – NC P95 (SD)	0,71 (0,22)	0,71 (0,22)	0,71 (0,22)	0,71 (0,22)
Proporção de consumo – C	0,42	0,37	0,53	0,30
Proporção de consumo – NC	0,58	0,63	0,47	0,70

Consumo P95 (mg)	250	214	250	214
Consumo P95 Carnívoros (mg)	105	79	133	64
Consumo P95 Não Carnívoros (mg)	145	135	118	150
Peso corporal P95 (SD)	89 (13,7)	88 (13,5)	89 (10,3)	81 (13,4)

As tabelas 5.16, 5.18, 5.18 e 5.19 referem-se ao grupo etário menor de 16 anos por margem do rio Madeira. A tabela 5.16 refere-se aos parâmetros de entrada no modelo para o cenário de tendência central a jusante, (grupo 9). A tabela 5.17 refere-se ao cenário crítico prospectivo (percentil 95%) com as mesmas características (grupo 10). A tabela 5.18 refere-se à população menor de 16 anos, cenário de tendência central a montante (grupo 11) e a tabela 5.19 refere-se ao cenário crítico prospectivo (percentil 95%) a montante com as mesmas características.

Tabela 5. 16. Parâmetros de entrada no modelo para o cenário de tendência central a jusante por margem do rio Madeira em menores de 16 anos (grupo 9).

	Jusante – Margem Direita		Jusante – Margem Esquerda	
	Masculino	Feminino	Masculino	Feminino
Hg_C Média (SD)	0,66 (0,57)	0,66 (0,57)	0,66 (0,57)	0,66 (0,57)
Hg – NC Média (SD)	0,21 (0,22)	0,21 (0,22)	0,21 (0,22)	0,21 (0,22)
Proporção de consumo – C	0,45	0,18	0,48	0,17
Proporção de consumo – NC	0,55	0,82	0,52	0,83
Consumo médio (mg)	138	110	143	114
Consumo médio Carnívoros (mg)	62	20	69	19
Consumo médio Não Carnívoros (mg)	76	90	74	95
Peso corporal Média (SD)	36 (12,5)	37 (12,8)	37 (13)	38 (12,9)

Tabela 5. 17. Parâmetros de entrada no modelo para o cenário crítico - prospectivo a jusante por margem do rio Madeira em menores de 16 anos (grupo 10).

	Jusante - Margem Direita	Jusante - Margem Esquerda
--	---------------------------------	----------------------------------

	Masculino	Feminino	Masculino	Feminino
Hg_C P95 (SD)	1,75 (0,57)	1,75 (0,57)	1,75 (0,57)	1,75 (0,57)
Hg – NC P95 (SD)	0,71 (0,22)	0,71 (0,22)	0,71 (0,22)	0,71 (0,22)
Proporção de consumo – C	0,42	0,37	0,53	0,30
Proporção de consumo – NC	0,58	0,63	0,47	0,70
Consumo P95 (mg)	250	214	250	214
Consumo P95 Carnívoros (mg)	105	79	133	64
Consumo P95 Não Carnívoros (mg)	145	135	118	150
Peso corporal P95 (SD)	57 (13,7)	62 (13,5)	58 (10,3)	62 (13,4)

Tabela 5. 18. Parâmetros de entrada no modelo para o Cenário de tendência central a montante por margem do rio Madeira em menores de 16 anos (grupo 11).

	Montante – Margem Direita		Montante – Margem Esquerda	
	Masculino	Feminino	Masculino	Feminino
Hg_C Média (SD)	0,97 (1,1)	0,97 (1,1)	0,97 (1,1)	0,97 (1,1)
Hg – NC Média (SD)	0,164 (0,18)	0,164 (0,18)	0,164 (0,18)	0,164 (0,18)
Proporção de consumo – C	0,55	0,38	0,43	0,42
Proporção de consumo – NC	0,45	0,62	0,57	0,58
Consumo médio (mg)	136	117	150	127
Consumo médio Carnívoros (mg)	75	44	65	53
Consumo médio Não Carnívoros (mg)	61	73	86	74
Peso corporal Média (SD)	38 (12,6)	40 (14)	36 (12,8)	34 (14,7)

Tabela 5. 19. Parâmetros de entrada no modelo para o cenário crítico-prospectivo a montante margem do rio Madeira em menores de 16 anos (grupo 12).

	Montante – Margem Direita		Montante – Margem Esquerda	
	Masculino	Feminino	Masculino	Feminino
Hg_C P95 (SD)	0,97 (1,1)	0,97 (1,1)	0,97 (1,1)	0,97 (1,1)
Hg – NC P95 (SD)	0,164 (0,18)	0,164 (0,18)	0,164 (0,18)	0,164 (0,18)

Proporção de consumo – C	0,55	0,38	0,43	0,42
Proporção de consumo – NC	0,45	0,62	0,57	0,58
Consumo P95 (mg)	214	180	214	180
Consumo P95 Carnívoros (mg)	118	68	92	76
Consumo P95 Não Carnívoros (mg)	68	112	122	104
Peso corporal P95 (SD)	56 (13,7)	60 (13,5)	57 (10,3)	62 (13,4)

Para a área de referencia temos um cenário de tendência central para os menores de 16 anos e os maiores de 16 anos por gênero (tabela 5.20) e um cenário crítico prospectivo (percentil 95%) com as mesmas características (tabela 5.21).

Tabela 5. 20. Parâmetros de entrada no modelo para o cenário de tendência central para a população do Cuniã para adultos e menores de 16 anos (grupo 13).

	< de 16 anos		Adultos > de 16 anos	
	Masculino	Feminino	Masculino	Feminino
Hg_C Média (SD)	0,39 (0,32)	0,39 (0,32)	0,39 (0,32)	0,39 (0,32)
Hg – NC Média (SD)	0,14 (0,15)	0,14 (0,15)	0,14 (0,15)	0,14 (0,15)
Proporção de consumo – C	0,60	0,47	0,48	0,44
Proporção de consumo – NC	0,40	0,53	0,52	0,56
Consumo médio (mg)	83	78	230	162
Consumo médio Carnívoros (mg)	50	37	110	71
Consumo médio Não Carnívoros (mg)	33	41	120	91
Peso corporal Média (SD)	27 (11,1)	30 (16,1)	71 (11,4)	65 (13,5)

Tabela 5. 21. Parâmetros de entrada no modelo para o cenário crítico - prospectivo (percentil 95%) para a população do Cuniã para adultos e menores de 16 anos (grupo 14).

	Crianças		Adultos	
	Masculino	Feminino	Masculino	Feminino

Hg_Carnívoro P95 (SD)	0,81 (0,32)	0,81 (0,32)	0,81 (0,32)	0,81 (0,32)
Hg – Não Carnívoro P95 (SD)	0,51 (0,15)	0,51 (0,15)	0,51 (0,15)	0,51 (0,15)
Proporção de consumo – C	0,60	0,47	0,48	0,44
Proporção de consumo – NC	0,40	0,53	0,52	0,56
Consumo P95 (mg)	117	100	450	290
Consumo P95 Carnívoros (mg)	70	43	216	128
Consumo P95 Não Carnívoros (mg)	47	53	234	162
Peso corporal P95 (SD)	53 (11,1)	80 (16,1)	98 (11,4)	95 (13,5)

Um cenário agregando todas as gestantes independentemente do local de residência foi estruturado, considerando a importância da vulnerabilidade biológica deste grupo. A tabela 5.22 apresenta os parâmetros de entrada no modelo, definindo a tendência central como a realista, com base na análise dos dados.

Tabela 5. 22. Parâmetros de entrada no modelo para o Cenário de tendência central para as gestantes.

Parâmetros de entrada no modelo	Gestantes
Hg_Carnívoros µg/g Média (SD)	0,97 (1,1)
Hg – Não carnívoros µg/g Média (SD)	0,164 (0,18)
Proporção de consumo Carnívoros	0,40
Proporção de consumo Não carnívoros	0,60
Consumo médio total (kg)	0,145
Consumo médio Carnívoros (kg)	0,058
Consumo médio Não Carnívoros (mg)	0,087
Peso corporal kg Média (SD)	73 (17,4)

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A presente Avaliação de Risco foi realizada em um contexto interdisciplinar e interinstitucional de avaliação da exposição da população ribeirinha a Hg na área de influencia direta da UHE SA.

Este relatório contempla a execução dos estudos necessários para o atendimento dos objetivos e das metas propostos no Programa Básico Ambiental, nas condicionantes de licença Previa 251/2007 e da Licença de Instalação (LI) nº 540/2008 liberadas pelo IBAMA, assim como atende ao Parecer Técnico 076 da CGVAM/ SVS/MS que definiu o detalhamento do estudo para o subprograma de Hidrobiogeoquímica do Mercúrio e Outros Metais Pesados no Rio Madeira - UHE Santo Antônio referente a avaliação humana da contaminação por mercúrio das populações ribeirinhas.

Os resultados aqui apresentados retratam uma situação atual do nível de contaminação dos peixes, principal alimento da população ribeirinha e os níveis de Hg em cabelo das comunidades expostas no rio Madeira. Esta contaminação não é recente nem tão pouco específica do rio Madeira, trata-se de uma contaminação histórica dos ecossistemas aquáticos da Amazônia se refletindo diretamente nas comunidades ribeirinhas que consomem elevadas quantidades de peixes, principalmente os peixes carnívoros. O diferencial deste estudo é o número de comunidades e sua distribuição espacial, contemplando ribeirinhos das margens direita e esquerda, assim como a montante e a jusante do Reservatório da Santo Antonio Energia, além da abordagem participativa das comunidades. O estudo contempla também, uma comunidade de referencia situada na área de influencia indireta da UHE SA. Trata-se de um estudo em comunidades ribeirinhas consumidoras de peixes do rio Madeira contextualizando os atuais cenários de exposição e os riscos estimados para estes cenários, assim como cenários futuros.

Estudos na bacia Amazônica referentes à contaminação por mercúrio no meio aquático datam da década de 80. Desde os primeiros estudos, elevadas

concentrações de Hg em peixes e na população ribeirinha (cabelo) têm sido reportadas (BOISCHIO e BARBOSA, 1993; MALM *et al.* 1995; AKAGI *et al.*, 1995; BARBOSA *et al.*, 1997, LEBEL *et al.* 1997, 1998, BARBOSA E DOREA, 1998, Boischio & Henshel 2000,

AMORIM *et al.*, 2000, SANTOS *et al.*, 2000, PINHEIRO *et al.*, 2000, HARADA *et al.*, 2001, SANTOS *et al.*, 2002, PASSOS *et al.*, 2003, HACON *et al.*, 2003, FILLION *et al.*, 2006, BASTOS *et al.*, 2006, PASSOS *et al.*, 2007, /) mesmo em locais sem histórico de atividade garimpeira. O reservatório de Tucuruí é um dos exemplos em que, mesmo sem atividade garimpeira nas proximidades, peixes do reservatório e as comunidades vizinhas ao lago apresentam elevadas concentrações de Hg no organismo, tendo como indicador de exposição humana elevados níveis de Hg no cabelo (LEINO & LODENIUS, 1995)).

O rio Madeira, historicamente é reconhecido pela extensiva e intensiva atividade garimpeira que esteve presente desde início da década de 80 até meados da década de 90, com o uso de Hg metálico no processo de amalgamação de ouro (LACERDA *et al.*, 1987; LACERDA *et al.*, 1989; MALM *et al.*, 1990; BASTOS e LACERDA, 2004; BASTOS *et al.*, 2006, BARBOSA *et al.*, 2003). Nos dias atuais a atividade continua presente no Madeira, mas de forma controlada e em menor proporção se comparada à situação da década de 80. Em 2011, oficialmente temos 12 dragas e 33 balsas presentes no rio Madeira. A utilização do Hg metálico no processo de amalgamação do Au-Hg hoje atende às normas do DNPM, sendo usado em menores quantidades se comparado às quantidades da década de 80. Segundo informações de ex-garimpeiros hoje a quantidade de Hg utilizada para produzir 1 kg de ouro esta em torno de 200 gramas e, alguns garimpeiros reutilizam o Hg.

A construção do reservatório de Santo Antônio trouxe a discussão de questões relacionadas aos níveis atuais de contaminação da população ribeirinha, às alterações na dinâmica ambiental do rio Madeira, e os cenários futuros de exposição da população ribeirinha considerando a possibilidade de aumento dos atuais níveis de contaminação de Hg nos peixes, os potenciais efeitos para a saúde das comunidades expostas a metilmercúrio, dentre outras questões. Outra discussão refere-se aos estudos realizados em outras áreas

da Amazônia brasileira que têm reportado déficits neurológicos e neuropsicológicos, assim como alterações citogenéticas entre adultos e crianças associados com níveis elevados de Hg no organismo (DOLBEC *et al.*, 2000; AMORIM *et al.*, 2000; GRANDJEAN *et al.*, 1999, WHO, 2008).

Entretanto, poucos são os estudos sobre a contaminação humana por mercúrio realizados na Amazônia, que avaliam outros fatores de risco que podem estar relacionados com hábitos de vida e/ou a vulnerabilidade biológica dos indivíduos das comunidades ribeirinhas. O presente estudo além da caracterização do perfil de saúde das comunidades ribeirinhas, do perfil sócio demográfico, da composição da dieta, do nível de exposição medido em Hg no cabelo das comunidades, avaliou os principais fatores de risco que podem influenciar à exposição a mercúrio. Além da importante contribuição científica que este estudo proporcionará no entendimento da relação das mudanças ambientais e risco à saúde humana relacionado a potenciais efeitos, permitirá também conhecer as mudanças estruturais de qualidade de vida das comunidades ribeirinhas do rio Madeira na fase pré e pós-enchimento do reservatório da Usina Hidroelétrica de Santo Antônio, assim como monitorar estas comunidades em relação aos potenciais impactos na saúde nas fases subsequentes do empreendimento, ou seja, na fase pós-enchimento do reservatório.

Os resultados apresentados a seguir referem-se ao inquérito epidemiológico realizado nas comunidades residentes na área de influência direta do reservatório da UHE SA e na área de influência indireta da Resex do Lago Cuniã que caracterizou as comunidades com uma ampla abordagem social, econômica, demográfica, ambiental e de saúde. Esta caracterização é fundamental para a avaliação de risco à saúde humana.

6.1. RESULTADOS DO INQUÉRITO EPIDEMIOLÓGICO

O inquérito epidemiológico da população ribeirinha do rio Madeira foi composto de três questionários. Um domiciliar sobre as condições de moradia, um sobre a situação de saúde e hábitos das crianças e adolescentes menores de 16 anos e um terceiro relativo aos indivíduos adultos. O inquérito cobriu um

total de 1765 pessoas. Os resultados das entrevistas com questões multidimensionais permitiu traçar o perfil das condições de moradia e saneamento, o perfil socioeconômico e sociodemográfico, auto-avaliação de saúde, as preocupações da comunidade com a saúde infantil e adulta, com destaque para a saúde da mulher ribeirinha, fatores de risco, percepção socioambiental a montante e a jusante da UHE SA no rio Madeira no município de Porto Velho. Todos os domicílios foram georreferenciados compreendendo 16 comunidades ao longo do rio Madeira e uma comunidade na área de referência Resex do Cuniã sob influência indireta do reservatório da UHE SA, localizada a cerca de 180 km deste empreendimento. As entrevistas no rio Madeira foram distribuídas em 58% dos participantes de adultos maiores de 16 anos e 42% de crianças e adolescentes menores de 16 anos, em 495 domicílios na área de influência direta. Do total dos entrevistados, 46% residem na margem direita do rio Madeira e 54% na margem esquerda. Na área de influência indireta foram realizadas 251 entrevistas em 66 domicílios, distribuídos nos 5 núcleos familiares, sendo 58% de participantes maiores de 16 anos. Este inquérito abrangendo as duas áreas foi realizado no período de julho de 2009 a março de 2011.

A Tabela 6.1 apresenta o número de entrevistas realizadas nas comunidades do rio Madeira em relação ao inquérito epidemiológico em indivíduos adultos (maiores de 16 anos), crianças e adolescentes (menores de 16 anos) e nos núcleos familiares da Reserva Extrativista do lago Cuniã.

Tabela 6. 1. Inquérito epidemiológico das comunidades ribeirinhas na área de influência da UHE SA e na Resex do Cuniã - 2011.

MARGEM DO RIO	QUESTIONÁRIO			EXAMES					
	ADU LTO	INFA NTIL	DOMICI LIAR	ANTR OP.	CLINI CO	NEUR OL	SAN GUE	COGNI TIVO	CAB ELO
	N	N	N	N	N	N	N	N	N
DIREITA	402	298	232	334	210	233	352	132	673
ESQUERDA	482	332	263	399	231	239	351	170	783
SEÇÃO	ADU LTO	INFA NTIL	DOMICI LIAR	ANTR OP.	CLINI CO	NEUR OL	SAN GUE	COGNI TIVO	CAB ELO
	N	N	N	N	N	N	N	N	N

MONTANTE DA UHE SA	685	453	383	507	296	322	551	178	1096
JUSANTE DA UHE SA	199	177	112	223	145	150	152	124	360
COMUNIDADE	ADU LTO N	INFA NTIL N	DOMICI LIAR N	ANTR OP. N	CLINI CO N	NEUR OL. N	SAN GUE N	COGNI TIVO N	CAB ELO N
AMAZONAS	47	23	27	25	13	12	26	8	68
VILA PAULO LEAL	32	23	21	20	17	19	27	7	55
CACHOEIRA DOS MACACOS	39	31	24	26	18	22	24	10	65
ILHA DO JATUARANA	44	29	24	22	17	15	27	11	73
MORRINHOS – D	87	54	51	67	32	42	77	23	140
MORRINHOS – E	27	8	15	5	4	7	6	2	34
MARIA AUXILIADORA	49	22	26	11	11	11	13	7	70
SÃO SEBASTIÃO	81	26	31	99	21	22	88	5	107
NOVO ENGENHO VELHO	60	42	34	80	31	31	64	29	98
PORTO SEGURO	94	41	48	50	23	21	62	7	128
VILA PRINCESA	42	57	24	72	43	50	66	18	95
SÃO DOMINGOS	20	8	12	4	3	3	1	2	27
VILA RENASCER	36	41	20	48	30	28	53	21	77
VILA DO TEOTÔNIO	168	116	91	156	85	92	169	62	264
BALSA – E	48	86	37	40	71	78	-	75	123
BALSA – D	10	23	10	8	22	19	-	15	32
SUB-TOTAL	884	630	495	733	441	472	703	302	1456
ÁREA DE REFERÊNCIA	ADU LTO N	INFA NTIL N	DOMICI LIAR N	ANTR OP. N	CLINI CO N	NEUR OL. N	SAN GUE N	COGNI TIVO N	CAB ELO N
RESEX DO CUNIA	141	110	66	251	-	73	212	48	251
TOTAL	1025	740	561	984	441	545	915	350	1707

6.1.1. RESULTADOS DO INQUÉRITO DOMICILIAR

Os resultados são apresentados por módulos dos questionários. Em relação ao módulo de condições de domicílio, observou-se que o tempo médio de moradia das famílias nas comunidades pesquisadas foi de 16,7 anos (mínimo de 1 ano e máximo de 76 anos). Considerando a margem do rio, o tempo médio de moradia no domicílio foi de 17,5 anos (mínimo de 2 anos e máximo de 76 anos) para a margem direita foi de 16 anos (mínimo de 1 ano e máximo de 64 anos) para a margem esquerda. A estrutura familiar é composta em média por 4 pessoas por domicílio. O número médio é de uma família por domicílio.

Quanto às características dos domicílios, 73% foram considerados pelos entrevistados como próprios (margem direita, 68%; margem esquerda, 78%) e 16% emprestados (tabela 6.2). A maioria dos domicílios (68%) é de madeira e em 35% destes, o tipo de piso também era de madeira. Os domicílios são similares nas duas margens do rio Madeira, sendo que na margem direita um maior número de domicílios é de alvenaria. Os resultados mostraram diferenças estatisticamente significantes por margem do rio apenas para o tipo de moradia (madeira e/ou alvenaria) e piso dos domicílios. (p-valor < 5%). O número médio de cômodos nos domicílios foi 4 e 19% dos domicílios não tinham banheiro, sendo a margem direita com 18%; a margem esquerda com 20% e a área de referência com 1,5% nas partes externas, ou seja fora da casa. Dos domicílios que tinham banheiro, 52% tinham pelo menos um banheiro fora da casa e cerca de 11% divididos com outros domicílios. Em torno de 80% dos domicílios entrevistados tinham energia elétrica, tanto na margem direita quanto na margem esquerda.

Tabela 6. 2. Características dos domicílios das comunidades estudadas - Porto Velho, 2011.

Características	Margem				Área de Referência		Total	
	Direita		Esquerda		n	%	n	%
	N	%	n	%				
Situação da Moradia								
Alugada	7	3,0	3	1,1	1	1,6	11	2,0
Própria (já paga)	157	67,7	204	77,6	57	89,1	418	74,8
Própria e está pagando as	1	0,4	-	-	-	-	1	0,2

prestações								
Doada	15	6,5	12	4,6	2	3,1	29	5,2
Invadida/Posse	2	0,9	1	0,4	2	3,1	5	0,9
Emprestada	36	15,5	41	15,6	2	3,1	79	14,1
Outra	14	6,0	2	0,8	-	-	16	2,9
Tipo de construção								
Só tijolo	42	18,1	49	18,7	5	7,6	96	17,1
Só madeira	155	66,8	181	69,1	35	53,0	371	67,0
Tijolo e Madeira	32	13,8	29	11,1	26	39,4	87	15,5
Outro Material	3	1,3	3	1,1	-	-	6	1,1
Tipo de piso								
Cerâmica	20	9,1	56	22,0	26	40,0	102	18,9
Cimento	103	46,8	44	17,3	3	4,6	150	27,8
Madeira	57	25,9	109	42,7	35	53,8	201	37,2
Terra batida	11	5,0	10	3,9	1	1,5	22	4,1
Outro Material	29	13,2	36	14,1	-	-	65	12,0
Tem Banheiro								
Sim	190	81,9	209	80,4	64	98,5	463	83,1
Não	42	18,1	51	19,6	1	1,5	94	16,9

Em relação à infra-estrutura e saneamento, 68% dos domicílios tinham fossa séptica em estado precário (margem direita, 66%; margem esquerda, 70%) e, em 13% dos mesmos o destino de fezes e urina era céu aberto (margem direita, 13%; margem esquerda, 14%). Dos domicílios pesquisados, 69% queimam o lixo da residência (margem direita, 66%; margem esquerda, 73%). Quanto à fonte de abastecimento de água, 56% usam água de poço (margem direita, 64%; margem esquerda, 49%). Os resultados mostraram diferenças estatisticamente significantes para fonte de abastecimento e energia elétrica (p -valor < 5%) para as margens do rio, sendo a margem esquerda a mais carente em termos de acesso a serviços de infraestrutura, principalmente energia elétrica. Na área de referência, 98% dos domicílios têm fossa séptica, também em condições precárias. Em ambas as áreas do Madeira e do Cuniã, o lençol freático é ao nível superficial e na época das chuvas intensas há uma extensa contaminação dos poços superficiais e do solo por esgoto doméstico, contaminando biologicamente a água de abastecimento da maioria das comunidades, o que pode explicar a elevada prevalência de crianças e adultos com doenças de veiculação hídrica. O mesmo ocorre em relação ao lixo doméstico que é queimado em quase todos os domicílios em ambas as áreas estudadas, conforme apresentado na tabela 6.3.

Tabela 6. 3. Infraestrutura e saneamento referente aos domicílios participantes do inquérito domiciliar. Porto Velho, 2010.

Características	Margem				Área de Referência		Total	
	Direita		Esquerda		n	%	n	%
	n	%	n	%				
Destino de fezes e urina								
Fossa	151	65,7	182	70,5	65	98,5	398	71,8
Céu aberto	30	13,0	35	13,6	-	-	65	11,7
Rio/córrego	15	6,5	8	3,1	1	1,5	24	4,3
Outro destino	34	14,8	33	12,8	-	-	67	12,1
Destino principal do lixo								
Coletado por caminhão	58	25,3	48	18,4	-	-	106	19,1
Queimado	151	65,9	189	72,4	65	98,5	405	72,8
Enterrado	6	2,6	10	3,8	1	1,5	17	3,1
Jogado em terreno baldio	10	4,4	7	2,7	-	-	17	3,1
Céu aberto no quintal	1	0,4	2	0,8	-	-	3	0,5
Jogado no rio	-	-	2	0,8	-	-	2	0,4
Outro	3	1,3	3	1,1	-	-	6	1,1
Fonte da água usada no domicílio								
Rede de abastecimento pública	15	6,6	5	1,9	11	16,7	31	5,6
Poço	145	63,6	127	48,8	38	57,6	310	56,0
Cacimba	-	-	9	3,5	3	4,5	12	2,2
Nascente	20	8,8	57	21,9	14	21,2	91	16,4
Outra	48	21,1	62	23,8	-	-	110	19,9
Água usada na casa para beber								
Filtrada	40	17,5	44	17,0	13	19,7	97	17,5
Fervida	7	3,1	5	1,9	-	-	12	2,2
Direto do igarapé	10	4,4	21	8,1	-	-	31	5,6
Direto do poço	73	32,0	85	32,8	11	16,7	169	30,6
Direto da nascente ou Coadá	48	21,1	62	23,9	-	-	110	19,9
Outra forma	46	20,2	40	15,4	24	36,4	110	19,9
Direto da torneira	2	0,9	2	0,8	18	27,3	22	4,0
Mineral	2	0,9	-	-	-	-	2	4,0
Tem energia elétrica								
Sim	199	87,3	187	73,0	65	98,5	451	82,0
Não	29	12,7	69	27,0	1	1,5	99	18,0

No tocante à exposição a potenciais poluentes dentro do domicílio, 27% dos domicílios usavam no período das entrevistas, além do gás de botijão, lenha ou carvão para cozinhar e 42% das famílias usavam produtos químicos (agrotóxicos) para matar mosquito (margem direita, 46%; margem esquerda, 40%) sem assistência técnica da vigilância sanitária do município.

Durante as entrevistas observou-se que as famílias eram enfáticas em ilustrar a melhora da renda e o acesso aos bens de consumo a partir da bolsa família. A Tabela 6.4 ilustra a distribuição percentual dos eletrodomésticos presentes nos domicílios pesquisados. Quase 100% das casas tinham fogão (margem direita, 97%; margem esquerda, 97%), 82,5% com televisão (margem direita, 89%; margem esquerda, 77%) e em 76%, pelo menos uma pessoa na família tinha telefone celular (margem direita 77% e margem esquerda 76%). Em relação aos meios de locomoção, 8% não têm qualquer meio de transporte para locomoção. A bicicleta e a moto são os principais meios de locomoção.

Tabela 6. 4. Distribuição percentual dos eletrodomésticos nos domicílios integrantes da pesquisa, nas margens direita e esquerda.

Eletrodoméstico	Margem				Área de Referência		Total	
	Direita		Esquerda		n	%	n	%
	n	%	n	%				
Geladeira	184	79,7	161	63,9	19	2,8	364	64,9
Fogão	223	97,0	249	96,9	62	93,9	534	95,2
Aparelho de som	112	50,0	108	43,4	15	22,7	235	41,9
Rádio de pilha	75	34,1	86	34,7	21	31,8	182	32,4
Televisão	202	89,0	195	76,8	51	77,3	448	79,9
Parabólica	30	13,9	24	9,8	45	68,2	99	17,6
DVD	140	62,8	127	51,0	41	62,1	308	54,9
Máquina de lavar roupas	156	69,3	139	55,4	45	68,2	340	60,6
Ar condicionado	12	5,5	15	6,0	1	1,5	28	5,0
Ventilador	176	77,9	163	64,7	44	66,7	383	68,3
Telefone celular na família	177	77,0	197	75,8	9	13,6	383	68,3

Também, foi levantada a agricultura de subsistência na área de estudo. Em relação à plantação, 56% das famílias tinham alguma plantação ou horta (margem direita, 51%; margem esquerda, 61%). Os produtos mais cultivados foram cebolinha (32%), mandioca (28%), manga (25 %) e banana (24,5%) e

Coco 21%. Na área de referência os cultivos foram similares. A criação de animais faz parte da vida dos ribeirinhos: 75% das famílias tinham pelo menos um animal em casa. Porém, 3% já tiveram algum familiar com alguma doença transmitida por animal (margem direita, 4%; margem esquerda, 1,5%). A maioria dos domicílios tem animais como: cães (89%), aves (80%) e suínos (20%). Em Cuniã a maioria tem cães e aves.

6.1.2. INQUÉRITO DAS CONDIÇÕES DE SAÚDE INFANTIL

O inquérito das condições de saúde das crianças e adolescentes residentes e/ou estudantes de escolas do primeiro e segundo graus resultou das entrevistas realizadas com os pais e/ou responsáveis pelas crianças e adolescentes, no período de julho de 2009 a janeiro de 2011. A abrangência foi de crianças com idades entre 2 anos e 15 anos e 11 meses, totalizando 630 entrevistas na área de influência direta da UHE SA e 140 participantes da área de referência Resex do Cuniã. O objetivo foi descrever as condições de saúde deste grupo etário e analisar se há ocorrência de sinais e sintomas da intoxicação ao metilmercúrio, utilizando como informação a morbidade referida. Em inquéritos futuros, estas informações podem ser utilizadas como comparação na mudança de hábitos e nas condições ambientais dos residentes na área de influência da UHE SA. A tabela 6.5 apresenta o conjunto das crianças participantes do estudo, com 52,5% da margem esquerda do rio Madeira e 49% do sexo feminino. Na margem direita são 53% do sexo feminino. Na área de referência, a amostra foi composta por 63% dos participantes do sexo feminino. A Tabela 6.5 apresenta a caracterização da população infantil estudada.

6.1.2.1. Caracterização sociodemográfica da população infantil

Foram realizadas 630 entrevistas com os pais e/ou responsáveis pelas crianças e adolescentes residentes nas margens esquerda e direita do rio Madeira e 110 entrevistas com aqueles residentes na Resex do Cuniã, identificada como área de referência para o estudo. Na população de crianças

das margens do rio Madeira, a idade média foi de 9,2 anos (IC95%: 8,9 – 9,5). Na análise da cor ou raça, 16,5% se declararam brancos, 19,2% pretos, 60,5% pardos, e 3,8% outros (Caboclo e Moreno). A maioria das crianças está no ensino fundamental e 16% não estudam. Na Resex do Cuniã, das 110 crianças que integraram o estudo, 68 % estudam no local. A idade média foi de 8,2 anos. Em relação à cor, 16% se declararam brancos, 18% pretos e 56% pardos. A caracterização sociodemográfica e apresentada na tabela 6.5.

Tabela 6. 5. Distribuição da amostra de crianças e adolescentes por sexo, faixa etária, cor e escolaridade, segundo a margem de residência no rio Madeira.

Variável	Margem				Área de Referência		Total	
	Esquerda		Direita		n	%	n	%
	n	%	n	%				
Sexo								
Feminino	163	49,1	158	53,0	69	62,7	390	52,7
Masculino	169	50,9	140	47,0	41	37,3	350	47,3
Subtotal	332	100,0	298	100,0	110	100,0	740	100,0
Idade								
Menor de 1 ano	7	2,1	2	0,7	2	1,8	11	1,5
1 a 5 anos	50	15,1	56	18,8	31	28,2	137	18,5
6 a 10	158	47,6	99	33,2	44	40,0	301	40,7
11 e mais	117	35,2	141	47,3	33	30,0	291	39,3
Subtotal	332	100,0	298	100,0	110	100,0	740	100,0
Cor/Raça								
Branca	47	14,6	54	18,6	17	16,2	118	16,4
Preta/Negra	95	29,5	23	7,9	19	18,1	137	19,1
Parda	177	55,0	194	66,7	59	56,2	430	59,9
Outra	3	0,9	20	6,9	10	9,5	33	4,6
Subtotal	322	100,0	291	100,0	105	100,0	718	100,0
Escolaridade								
1º ano	43	13,5	27	9,6	8	7,6	78	11,1
2º ano	45	14,2	31	11,0	13	12,4	89	12,6
3º ano	44	13,8	36	12,8	5	4,8	85	12,1
4º ano	42	13,2	22	7,8	14	13,3	78	11,1
5º ano	36	11,3	33	11,7	11	10,5	80	11,3
6º ano	19	6,0	31	11,0	7	6,7	57	8,1
7º ano	12	3,8	24	8,5	6	5,7	42	6,0
8º ano	13	4,1	15	5,3	1	1,0	29	4,1
9º ano	6	1,9	11	3,9	6	5,7	23	3,3
Ensino médio	3	1,5	4	0,9	-	-	7	1,0
Não estuda	50	17,0	48	15,7	34	32,4	132	18,7
Parou de Estudar	5	1,6	0	0,0	-	-	5	0,7

Subtotal	318	100	282	100	105	100,0	705	100,0
-----------------	-----	-----	-----	-----	-----	-------	-----	-------

6.1.2.2. Avaliação da situação de saúde das crianças participantes do estudo

A avaliação em saúde vem apresentando uma importância crescente nas últimas décadas, possivelmente, em decorrência da dinâmica e complexidade dos agravos de saúde e dos novos indicadores destes agravos, assim como da necessidade de análise de desempenho dos serviços de saúde e da qualidade de vida da população infantil.

Este módulo do questionário teve como objetivo caracterizar a situação de saúde das crianças e adolescentes com o uso de entrevista (questionários) aplicadas aos pais e/ou responsáveis das mesmas. Esta metodologia vem sendo aplicada pelo Ministério da Saúde em várias regiões do país. É sabido que algumas variáveis interferem nesta avaliação, mas no presente estudo estas variáveis serão analisadas, tais como: nível de escolaridade, sexo, idade, atividade laboral dos pais e/ou responsáveis, viver próximo ao centro urbano, ser portador de alguma enfermidade, dentre outras. Também foi realizado um histórico das crianças e adolescentes em relação à vacinação.

Em relação à vacinação, 99,7% das crianças na área de influência a UHE SA no rio Madeira e 98% em Cuniã estão com o calendário vacinal em dia, com base nos seus cartões de vacinação. As vacinas investigadas foram BCG, Paralisia Infantil - SABIN, Difteria/Tétano/Coqueluxe, Sarampo/Rubéola/Caxumba, Meningite causada por *Haemophilus influenzae* tipo B, Febre Amarela, Hepatite B e Rotavírus. Esta resposta positiva à vacinação aponta que as campanhas de vacinação têm sido eficientes e eficazes. Somente para a vacina de Rotavírus (85%) o percentual de vacinação foi abaixo de 90% nas duas áreas estudadas. Possivelmente, esta vacina possui uma estreita faixa etária alvo que deve ser rigidamente respeitada, necessitando ser mais bem trabalhada pelas campanhas de vacinação.

No que diz respeito à gravidez e ao nascimento da criança nas margens direita e esquerda do rio Madeira, 88% das crianças fizeram o exame laboratorial chamado de triagem neonatal (teste do pezinho). Na margem direita este percentual foi de 86% e de 89% na margem esquerda. Este exame detecta precocemente doenças metabólicas, genéticas e infecciosas, que poderão causar alterações no desenvolvimento neuropsicomotor do bebê. Este conhecimento é importante principalmente para aquelas mães que foram expostas a elevadas concentrações de Hg via ingestão de peixe durante o período de gestação. Nenhuma mãe entrevistada referenciou um dano genético ou teratogênico no nascimento das crianças que pudesse ser atribuído à exposição ao metilmercúrio.

Do total da amostra de crianças, o peso ao nascer médio foi de 3,185 kg (mínimo: 0,600 kg; máximo: 5,250 kg) e 10% das crianças nasceram com peso inferior a 2,500 kg. Na margem direita o peso ao nascer médio foi de 3,320 kg (mínimo: 0,600 kg; máximo: 5,250 kg) e 9,2% das crianças nasceram com peso inferior a 2,500 kg. Na margem esquerda o peso ao nascer médio foi de 3,075 kg (mínimo: 1,200 kg; máximo: 4,800 kg), Cerca de 11,5% das crianças nasceram com peso inferior a 2,500 kg. Durante a gravidez, 17% das gestantes tiveram malária (margem direita, 21%; margem esquerda, 13%). Em relação à Resex do Cuniã, 76% das crianças fizeram o teste do pezinho. Do total da amostra de crianças, o peso médio ao nascer foi de 3,290 kg (mínimo: 2,000 kg e máximo de 5,000 kg) e 7,3% das crianças nasceram com peso inferior a 2,500 kg.

Para a totalidade da amostra de crianças residentes nas margens do rio Madeira, cerca de 1% dos responsáveis avaliou a saúde das crianças como ruim e 23% avaliaram como muito boa (margem direita, 28,5%; margem esquerda, 18,5%). Entre as meninas, o percentual de pais que avaliaram a saúde das crianças como ruim foi de 1,6% e entre os meninos foi de 0,7% (tabela 6.6). Em Cuniã, 81% dos pais avaliaram a saúde dos filhos como boa.

Tabela 6. 6. Auto-avaliação da saúde segundo gênero e local de residência nas crianças investigadas na amostra do estudo.

Margem	Auto-	Gênero	Total
--------	-------	--------	-------

	avaliação da Saúde	Feminino		Masculino			
		n	%	n	%	n	%
Direita	Muito Boa	46	29,3	37	27,2	83	28,3
	Boa	85	54,1	73	53,7	158	53,9
	Regular	24	15,3	26	19,1	50	17,1
	Ruim	2	1,3	-	-	2	0,7
	Subtotal	157	100,0	136	100,0	293	100,0
Esquerda	Muito Boa	34	21,0	27	16,2	61	18,5
	Boa	106	65,4	109	65,3	215	65,3
	Regular	19	11,7	29	17,4	48	14,6
	Ruim	3	1,9	2	1,2	5	1,5
	Subtotal	162	100,0	167	100,0	329	100,0
Área de Referência	Muito Boa	3	7,5	3	4,4	6	5,6
	Boa	56	77,5	31	82,4	87	80,6
	Regular	9	15,0	6	13,2	15	13,9
	Ruim	-	-	-	-	-	-
	Subtotal	68	100,0	40	100,0	108	100,0

Dentre os agravos à saúde referente às crianças, a morbidade referida nos residentes nas margens do rio Madeira foi de 66,5% para as crianças já tiveram malária, 21,0% para catapora e 3,0% para alergias, infecção urinária, dengue, hepatite A e micose na pele. Em relação a outras doenças investigadas, os percentuais foram inferiores a 3%.

Quanto ao desenvolvimento mental das crianças das margens direita e esquerda do rio Madeira (Tabela 6.7), 2,5% das crianças já tiveram diagnóstico médico de desenvolvimento mental anormal. Em relação à deficiência física, 2% das crianças apresentam alguma deficiência (braço torto, fenda palatina, pé-torto) (margem direita, 2,7%; margem esquerda, 1,6%). Estas variáveis não apresentam diferenças entre gênero (Tabela 6.7).

Tabela 6. 7. Avaliação de desenvolvimento mental e deficiência física na amostra das crianças investigadas, segundo gênero e margem do rio Madeira e na Resex do Cuniã.

Margem	Variáveis	Gênero				Total	
		Feminino		Masculino		n	%
		n	%	n	%		
Direita	Desenvolvimento Mental Anormal						
	Sim	3	1,9	4	3,0	7	2,4
	Não	153	98,1	131	97,0	284	97,6
	Subtotal	156	100,0	135	100,0	291	100,0
Esquerda	Desenvolvimento Mental Anormal						
	Sim	5	3,1	4	2,4	9	2,7
	Não	157	96,9	164	97,6	321	97,3

	Subtotal	162	100,0	168	100,0	330	100,0
Área de Referência	Desenvolvimento Mental Anormal						
	Sim	-	-	-	-	-	-
	Não	66	100,0	40	100,0	106	100,0
	Subtotal	66	100,0	40	100,0	106	100,0
Direita	Deficiência Física						
	Sim	5	3,2	4	2,2	8	2,7
	Não	151	96,8	133	97,8	283	97,3
	Subtotal	156	100,0	137	100,0	291	100,0
Esquerda	Deficiência Física						
	Sim	2	1,3	3	1,9	5	1,6
	Não	153	98,7	158	98,1	311	98,4
	Subtotal	155	100,0	161	100,0	316	100,0
Área de Referência	Deficiência Física						
	Sim	1	1,4	-	-	1	0,9
	Não	68	98,6	41	100,0	109	99,1
	Subtotal	69	100,0	41	100,0	110	100,0

6.1.2.3. Avaliação do tabagismo no domicílio no período de gravidez

Das mães entrevistadas nas margens do rio Madeira, 12% fumaram durante a gravidez de seus filhos (margem direita, 13,5%; margem esquerda, 10,0%). Em média foram consumidos 7,7 cigarros por dia (mínimo, 1 cigarro por dia; máximo, 40 cigarros por dia). Em Cuniã verificou-se que 9,2% das mães fumaram durante a gravidez. Em média foram consumidos 2,7 cigarros por dia (mínimo, 1 cigarro por dia; máximo, 5 cigarros por dia). Estes resultados serão analisados no seu conjunto com os resultados de mercúrio em cabelo.

6.1.2.4. Avaliação da dieta da populacional infantil estudada

Em relação à amamentação das crianças residentes das margens direita e esquerda, 94% das crianças foram amamentadas (margem direita, 94%; margem esquerda, 94,5%). Destas crianças, 51,5% foram amamentadas até 1 ano de idade (margem direita, 49,5%; margem esquerda, 53,5%). Na Resex do Cuniã, cerca de 93% das crianças foram amamentadas. Destas crianças, 50% foram amamentadas até 1 ano de idade.

Os hábitos alimentares foram investigados na amostra de residentes nas margens direita e esquerda do rio Madeira. A mandioca, o feijão e o arroz fazem parte da dieta diária das comunidades ribeirinhas. Em relação ao consumo de peixe, 19,5% do grupo menor de 16 anos consomem peixe diariamente (margem direita, 22,0%; margem esquerda, 17%) (figura 6.1). Os resultados mostraram que não existe diferença estatisticamente por margem do rio para consumo de peixe diário. O peixe mais consumido pelas crianças é a espécie carnívora “Barba Chata”. Outros peixes consumidos são Dourado, Pacu, Jatuarana, Piau, Surubim, Tambaqui e Traíra. Algumas espécies têm muitas espinhas e acreditamos ser difícil o consumo pela população infantil. Em relação às frutas mais consumidas destacam-se banana, coco, manga e açaí, mas são dependentes da época do ano. O consumo de castanha da Para é baixo nas comunidades das margens do rio Madeira.

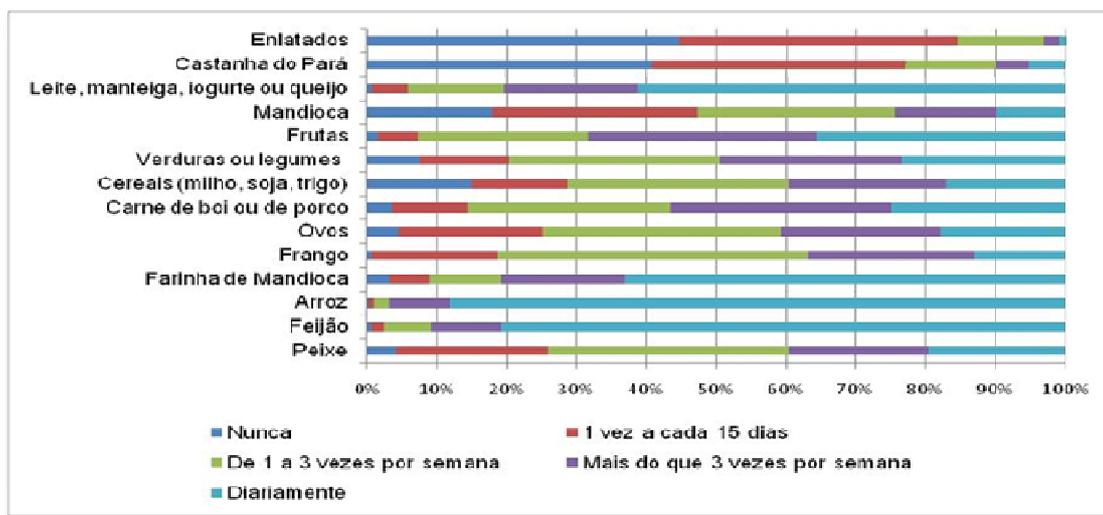


Figura 6. 1. Frequência de consumo de determinados alimentos pela população infantil das margens do rio Madeira.

Em relação à amostra do Cuniã, observou-se que os alimentos mais consumidos pelas crianças residentes na Resex são feijão, mandioca, peixe e arroz (figura 6.2 e tabela 6.8). Em relação ao consumo de peixe, 54% consomem peixe diariamente. Os peixes mais consumidos pelas crianças, no período avaliado, foram: Tucunaré, Pacu, Piranha, Branquinha e Traíra. As

crianças e adolescentes seguem a dieta dos pais. Observou-se que a comunidade tem a necessidade de alterar a dieta de peixes durante o período de chuva, considerando a redução da abundância das espécies neste período, o que leva a comunidade local a consumir outros alimentos, diversificando a dieta em relação ao período de seca. No período de chuva a comunidade faz uso de aves aquáticas e carne de jacaré quando disponível. Em relação às frutas mais consumidas destacam-se manga, banana, coco e açaí, de acordo com a época do ano. Algumas crianças (10%) consomem diariamente castanha do Pará.

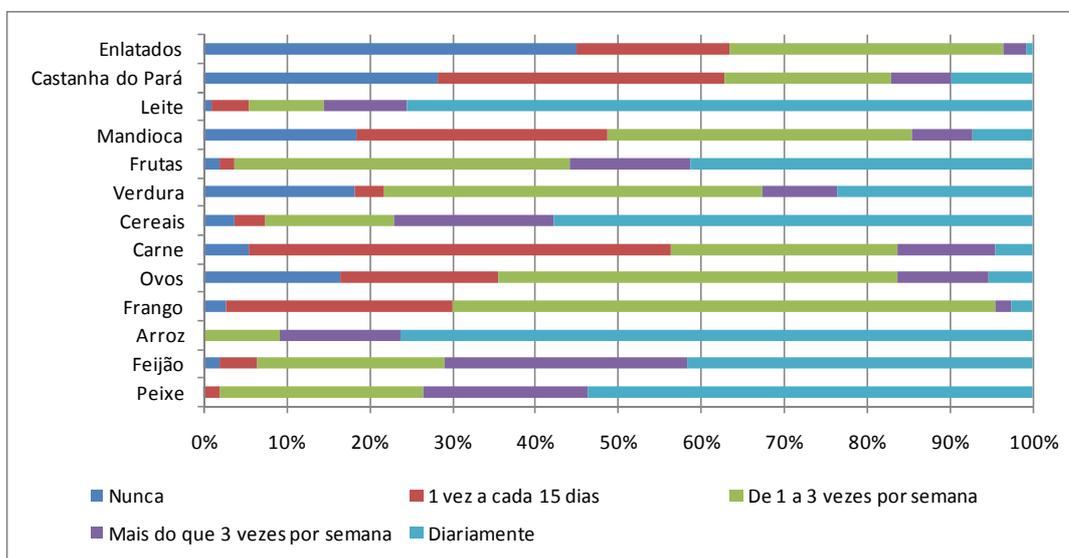


Figura 6. 2. Frequência de consumo de determinados alimentos pela população de crianças e adolescentes na área de referência.

Tabela 6. 8. Frequência dos principais alimentos consumidos pela população infantil da RESEX do Lago Cuniã

Alimentos	Nunca	1 vez a cada 15 dias (%)	De 1 a 3 vezes por semana (%)	Mais do que 3 vezes por semana (%)	Diariamente (%)
Peixe	-	1,8	24,5	20,0	54
Feijão	1,8	4,5	22,7	29,1	42
Arroz	-	-	9,1	14,5	77
Frango	2,7	27,3	65,5	1,8	2,7
Ovos	16,4	19,1	48,2	10,9	5,5
Carne	5,5	50,9	27,3	11,8	4,5

Cereais	3,7	3,7	15,6	19,3	57,8
Verdura	18,2	3,6	45,5	9,1	23,6
Frutas	1,8	1,8	40,4	14,7	41,3
Mandioca	18,3	30,3	36,7	7,3	7,3
Leite	0,9	4,5	9,1	10,0	75,5
Castanha do Pará	28,2	34,5	20,0	7,3	10,0
Enlatados	45,0	18,3	33,0	2,8	0,9

6.2. INQUÉRITO DA POPULAÇÃO ADULTA RESIDENTE NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA E INDIRETA DA UHE SA

Um total de 1025 indivíduos adultos residentes nas margens do rio Madeira fizeram parte da amostra referente ao presente estudo. Os resultados das entrevistas incluem adolescentes com 16 anos ou mais de idade as margens direita e esquerda do rio Madeira e a Resex de Cuniã.

6.2.1. Caracterização sociodemográfica da população adulta

Das 1025 entrevistas realizadas nas comunidades ribeirinhas do rio Madeira na área de influência direta da UHE SA, 45,5% das entrevistas foram realizadas com moradores de comunidades da margem direita do rio Madeira. A amostra compreende 55% de indivíduos do sexo masculino e 45% do sexo feminino. A idade média da população adulta foi de 41 anos (mínima, 16 anos; máxima, 104 anos). Em relação à renda familiar, 74% apontaram que a renda da família é superior a R\$ 500,00 (margem direita, 72,5%; margem esquerda, 75%). Cerca de 27% dos entrevistados recebem até um salário mínimo, 48,5% entre dois e 3 salários e 24,5% acima de 3 salários. Na análise por estado civil (tabela 6.9), 26,5% se declararam solteiros, 64,5% casados, 4,5% viúvos, e 4,5% separados ou divorciados. A maioria dos entrevistados está no ensino fundamental, independentemente da margem do rio (71%) e 10% não sabe ler e/ou escrever. Das variáveis apresentadas na tabela 6.9, apenas a variável faixa etária mostrou diferenças significativas por margem do rio (p -valor =

0,037). Do total de adultos, 59% nasceram em Rondônia (margem direita, 50%; margem esquerda, 66%) e 65% moram a mais de 5 anos na comunidade onde vivem (margem direita, 65%; margem esquerda; 63%). O tempo médio de moradia das comunidades foi de 16,7anos, por margem do rio o tempo médio foi de 17 anos na margem esquerda e 16,5 na margem direita. As comunidades ribeirinhas diferem de comunidades urbanas em relação a baixa mobilidade, seguindo a tradição cultural de populações rurais. Em relação ao Cunia, a amostra foi composta de 50,5% de indivíduos do sexo masculino e 49,5% do sexo feminino. A idade média da população adulta foi de 38,4 anos (mínima de, 16 anos; máxima, 90 anos). Na análise por estado civil (Tabela 6.9), 22% se declararam solteiros, 74,5% casados. A maioria dos entrevistados, 74%, está no ensino fundamental e 8% não sabe ler e/ou escrever. Em relação à renda familiar, 39% recebem até um salário mínimo 48% recebem de 2 a 3 salários e 12,5% declararam receber mais de 3 salários por mês. Do total de adultos, 86,5% nasceram em Rondônia e 47% moram a mais de 30 anos na Resex do Cuniã. O tempo médio de moradia da comunidade foi de 30 anos.

Tabela 6. 9. Distribuição da população adulta entrevistada por gênero, cor, escolaridade e segundo o local de moradia na margem do rio Madeira.

Variável	Margem				Área de Referência		Total	
	Direita		Esquerda		n	%	n	%
	n	%	n	%				
Gênero								
Feminino	177	44,0	218	45,2	70	49,6	465	45,4
Masculino	225	56,0	264	54,8	71	50,4	560	54,6
Subtotal	402	100,0	482	100,0	141	100,0	1025	100,0
Faixa etária								
Menor que 25 anos	88	21,9	94	19,5	28	19,8	210	20,5
26 a 36 anos	77	19,2	132	27,4	45	31,9	254	24,8
37 a 50 anos	119	29,6	123	25,5	38	27,0	280	27,3
Mais de 50 anos	118	29,4	133	27,6	30	21,3	281	27,4
Subtotal	402	100,0	482	100,0	141	100,0	1025	100,0
Estado Civil								
Solteiro	114	28,9	116	24,4	31	22,0	261	25,8
Casado ou amigado	240	60,9	320	67,2	105	74,5	665	65,8
Viúvo	18	4,6	22	4,6	3	2,1	43	4,3
Separado ou divorciado	22	5,6	18	3,8	2	1,4	42	4,2
Subtotal	394	100,0	476	100,0	141	100,0	1011	100,0
Religião								
Católica	264	70,8	328	72,1	77	58,8	669	69,8
Protestante /	101	27,1	119	26,2	50	38,2	270	28,2
Evangélica								
Outra	8	2,1	8	1,8	4	3,1	20	2,1

Subtotal	373	100,0	455	100,0	131	100,0	959	100,0
Escolaridade								
Não sabe ler e/ou escrever	38	9,7	50	10,5	11	7,8	99	9,8
Alfabetização	19	4,8	21	4,4	7	5,0	47	4,7
Ensino Fundamental	286	73,0	327	68,6	104	73,7	717	71,0
Ensino Médio	43	11,0	71	14,9	17	12,1	131	13,0
Graduação	6	1,5	5	1,0	2	1,4	13	1,3
pós-graduação		0,0	3	0,6	-	-	3	0,3
Subtotal	392	100,0	477	100,0	141	100,0	1010	100,0

6.2.2. PERCEPÇÃO SOCIOAMBIENTAL DAS COMUNIDADES ESTUDADAS

O questionário adulto inclui módulos referentes a percepção socioambiental, percepção socioambiental e qualidade de vida. Do total de entrevistas realizadas, 57,5% consideram importante a construção da usina hidroelétrica. Na margem direita do rio, 60,5% dos entrevistados acham importante a construção da barragem enquanto que na margem esquerda este percentual é de 55%. Porém, 50% discordam que a construção da barragem vai melhorar a qualidade de vida dos ribeirinhos (margem direita, 55%; margem esquerda, 46%). O resultado da percepção da população entrevistada não apresentou diferença significativa, considerando o local de moradia (margens do rio). As respostas das questões relacionadas às variáveis culturais como, por exemplo, a tradição de morar próximo ao rio Madeira, tem uma grande relevância nos valores tradicionais e na qualidade de vida destas comunidades. Mais de 90% dos entrevistados referiram que sempre foram saudáveis e felizes vivendo à beira do rio, independentemente da margem do rio em que vive. Em relação à área de referência Resex do Cuniã, as comunidades têm conhecimento sobre a construção da hidroelétrica e o estudo da ictiofauna, mas gostariam de ter informações sobre os potenciais impactos socioambientais. A principal interrogação para a comunidade do Cuniã é se a quantidade de peixes irá diminuir com a usina e se vai afetar a dinâmica de cheia e vazante dos lagos. Em relação à percepção socioambiental desta comunidade, 98% da comunidade relata que sempre foram pessoas felizes e 95,7% que sempre foram pessoas saudáveis vivendo na Resex de Cuniã.

6.2.3. PREOCUPAÇÃO DAS COMUNIDADES COM A SAÚDE

As comunidades em geral têm uma viva lembrança da época do garimpo de ouro e relatam que, embora, muito dinheiro tenha circulado na cidade de Porto Velho, ocorreram muitas mortes e desagregação da família, e que pouquíssimos garimpeiros ficaram ricos. Eles mencionam que até hoje eles desconhecem se alguém ficou doente ou morreu devido a exposição ao mercúrio por eles chamado de azougue. Os professores e diretores das escolas públicas mostraram ter um bom conhecimento sobre a toxicologia do Hg, embora não apresentem este vocabulário, e sabem que o peixe é a via de transferência do Hg para o homem. Relatam também, que não gostariam que voltasse a ocorrer a atividade garimpeira em larga escala no rio Madeira. Vários dos entrevistados mencionaram que outros pesquisadores e estudantes universitários coletaram cabelo, leite materno e sangue da população e nunca receberam os resultados. Em relação ao mercúrio natural presente nos rios da Amazônia, as comunidades são unânimes em afirmar que, o garimpo foi o responsável pela contaminação do rio Madeira e que não acreditam na possibilidade de contaminação natural. Definitivamente, o mercúrio não é uma preocupação no que se refere à saúde para a população ribeirinha. Em termos de agravos a saúde a maior preocupação é a malária, 88,5% dos entrevistados referiram ter tido a doença. Durante as entrevistas observou-se uma certa descrença por parte das comunidades na atuação institucional relativa a época do garimpo, e o medo que esta atividade volte e nada seja feito para evitar o aumento da violência, degradação do rio e a diminuição do peixe, além da contaminação a Hg, visto que agora parte da população ribeirinha tem conhecimento dos efeitos tóxicos do Hg.

6.2.4. AUTO-AVALIAÇÃO DA SAÚDE DA POPULAÇÃO ADULTA RIBEIRINHA

Do total de entrevistados nas margens do rio Madeira (29,5%) referiu ter uma enfermidade que os acompanha por muito tempo (margem direita, 31%; margem esquerda, 28,5%). Destes indivíduos, em 51% o problema de saúde impede de alguma forma as suas atividades (margem direita, 60%; margem esquerda, 43%) e por comunidade estes resultados apresentam diferenças significativas (p-valor = 0,011).

Quanto à malária, 88,5% dos entrevistados já tiveram malária alguma vez na vida. Do total de mulheres, 88,5% já estiveram grávidas (margem direita, 90,5%; margem esquerda, 87%). Destas mulheres, 38% tiveram malária durante a gravidez (margem direita, 40% e margem esquerda, 37%). Em relação à auto-avaliação da saúde, 83% dos entrevistados avaliam sua saúde como excelente (margem direita, 80%; margem esquerda, 85,5%) e 74% acham que nas quatro semanas anteriores à pesquisa, seus problemas de saúde não interferiram em seu cotidiano (margem direita, 72%; margem esquerda, 75,3%). Embora a malária seja uma enfermidade com conseqüências para a qualidade de vida e para as atividades laborais dos indivíduos, parece haver uma conformidade e adaptação em aceitar a doença como parte do cotidiano. A percepção da qualidade de vida das pessoas não parece ser afetada por esta enfermidade, embora seja uma preocupação, principalmente em relação às crianças.

Em relação à auto-avaliação de questões neurológicas foi perguntado aos participantes se nos 12 meses anteriores a pesquisa eles tiveram algum problema do sistema nervoso, como crise de choro, muita ansiedade ou depressão. Os resultados revelaram que 21,5% tiveram algum problema do sistema nervoso (margem direita, 24,5%; margem esquerda, 18,5%), por margem do rio os resultados mostraram diferenças significativas (p-valor=0,037). A tabela 6.10 apresenta resultados sobre questões relacionadas às dificuldades em se concentrar (30,5), em enxergar (49,%), em remar ou pescar (8%), problemas com a memória (41,%), com equilíbrio físico (11,5%) e com irritação (33,2%). As variáveis apresentam diferenças estatisticamente significativas (p-valor < 5%), com exceção da dificuldade em enxergar e irritação.

Tabela 6. 10. Distribuição de freqüências das dificuldades e problemas de equilíbrio reportados pela população adulta segundo o local de moradia referente a margem do rio e a comunidade do Cuniã.

	Margem Direita		Margem Esquerda		Área de Referência		Total	
	n	%	n	%	n	%	N	%
Você tem dificuldade em se concentrar?	131	34,8	126	26,9	33	23,4	290	28,3
Você tem dificuldade para enxergar?	199	52,6	217	46,4	70	49,6	486	47,4
Você tem memória ruim?	171	45,2	176	37,4	49	35,3	396	38,6
Você se considera uma pessoa irritada?	135	34,2	154	32,4	47	33,3	336	32,8
Você tem problema de equilíbrio físico?	59	14,9	40	11,4	12	8,5	111	10,8
Você tem dificuldade para remar ou pescar?	35	8,8	33	6,9	7	5,0	75	7,3

6.2.5. Caracterização das atividades laborais da população adulta.

Questões sobre as atividades laborais foram respondidas pelos entrevistados para que a possibilidade de exposição ao Hg por atividade garimpeira pudesse ser identificada. A principal atividade laboral nas margens do rio Madeira é a pesca. Do total de entrevistados, 22% são pescadores, 15% são agricultores, 25,5% são “do lar”. Outras atividades referidas foram caseiro, funcionário público, aposentado, etc. (tabela 6.11). Não existe diferença comparativa por margem do rio. Quanto à exposição ocupacional, 31,5% dos entrevistados referiram que na atual atividade laboral estão em contato com produtos químicos, principalmente os agrotóxicos.

Comparando-se estes dados do Madeira com os dados levantados na área de referência do Cuniã. Observa-se que 29% da comunidade são de pescadores e 12% de agricultores.

Tabela 6. 11. Distribuição da população adulta entrevistada por atividade laboral.

Ocupação	Margem				Área de Referência		Total	
	Direita		Esquerda		n	%	N	%
	n	%	n	%				
Pescador	85	22,7	94	21,0	41	29,3	220	22,8
Garimpeiro	1	0,3	0	0,0	-	-	1	0,1
Pedreiro	3	0,8	3	0,7	-	-	6	0,6
Extrativista	0	0,0	2	0,4	1	0,7	3	0,3
Agricultor	71	18,9	61	13,6	17	12,1	149	15,5
Dor Lar	79	21,1	130	29,0	27	19,3	236	24,5
Estudante	20	5,3	23	5,1	9	6,4	52	5,4
Outro	116	30,9	135	30,1	45	32,1	296	30,7
Subtotal	375	100,0	448	100,0	140	100,0	963	100,0

6.2.6. AVALIAÇÃO DOS FATORES DE RISCO

Em relação ao tabagismo verificou-se que 278 (31,5%) indivíduos fumam, 203 (23,0%) pararam de fumar e 403 (45,5%) nunca fumaram. Não existe diferença significativa por comunidade. Dos entrevistados, 4,0% já fizeram uso de drogas (margem direita, 4,8%; margem esquerda, 3,8%) e 41% ingeriram bebida alcoólica nos 30 dias anteriores a entrevista (margem direita, 45,5%; margem esquerda, 37,5%).

A tabela 6.12 apresenta os resultados das entrevistas sobre os fatores de risco analisados no estudo como: hipertensão, colesterol, diabetes e câncer, segundo a margem do rio para a população entrevistada. Dos entrevistados, 23% são hipertensos, 20% possuem colesterol alto, 7,5% têm diabetes e 1,5% têm ou já teve câncer. Não existe diferença significativa entre as margens do rio.

Na comunidade da Resex do Cuniã os resultados mostraram que 15% são hipertensos, 6% possuem colesterol alto, 9% têm diabetes, 6% têm ou já tiveram câncer e 30% consumiram alguma bebida alcoólica no último mês.

Tabela 6. 12. Distribuição de freqüências dos fatores de risco (referidos),

segundo o local de moradia nas margens do rio comparativamente com Cuniã

Morbidade referida nos últimos 12 meses:	Margem Direita		Margem Esquerda		Área de Referência		Total	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Hipertensão	80	22,4	71	17,0	19	15,2	170	16,6
Colesterol alto?	34	17,8	47	17,0	8	5,7	89	8,7
Diabetes?	12	6,4	17	6,5	12	8,5	41	4,0
Tem ou já teve câncer?	2	0,5	3	0,6	8	6,2	13	1,3

6.2.7. AVALIAÇÃO ALIMENTAR DA POPULAÇÃO ADULTA NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DA UHE SA COMPARADO COM A ÁREA DE REFERÊNCIA

A alimentação dos ribeirinhos é baseada principalmente no consumo de arroz, feijão, farinha de mandioca, peixe e frutas. Das pessoas que comem peixe, 23,5% consomem diariamente (margem direita, 25%; margem esquerda, 22,0%). Os resultados não mostraram diferenças estatisticamente significantes por margem do rio para consumo de peixe diário. O peixe mais consumido pelos entrevistados é o “Barba-Chata”. Comparando as comunidades a montante e a jusante, assim como com a área de referência, observou-se que o consumo de determinadas espécies é dependente da sazonalidade da região. No período de seca, as espécies mais consumidas a montante e a jusante foram o Barba-Chata e Pacu; Pacu e Dourado, respectivamente. A figuras 6.3 e 6.4 ilustram os resultados da composição da dieta dos participantes da avaliação no rio Madeira e na Resex do Cuniã, respectivamente.

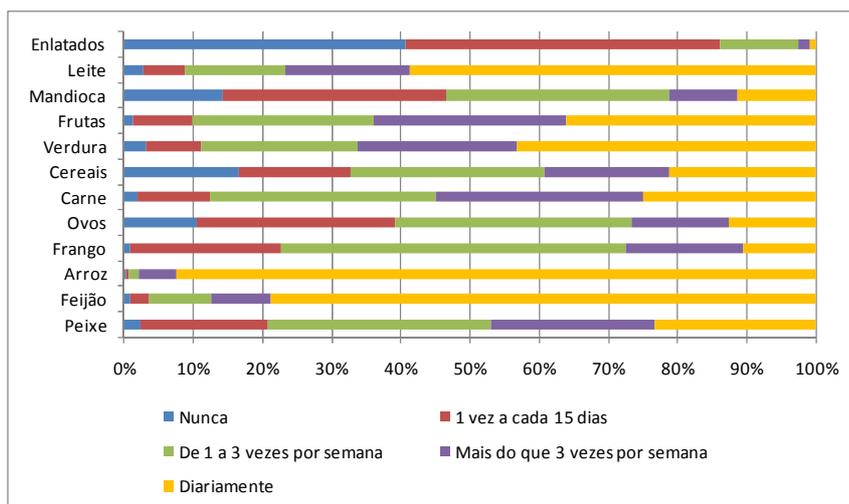


Figura 6. 3. Frequência de consumo de determinados alimentos pela população adulta das margens do rio Madeira.

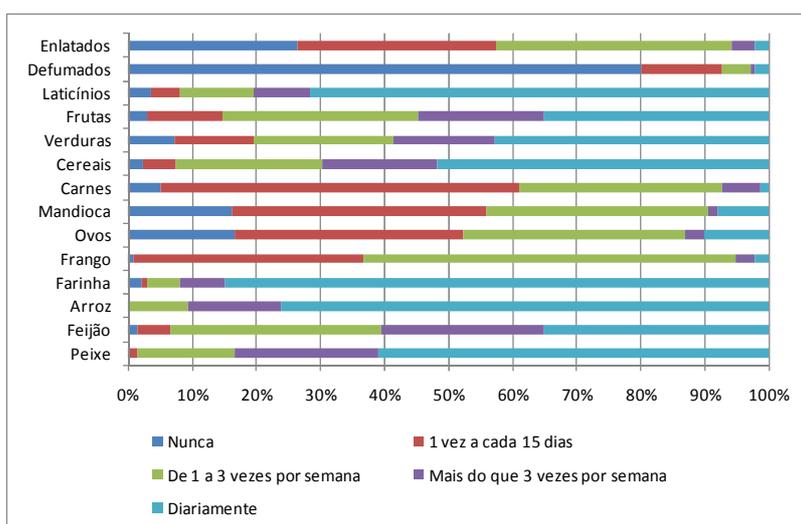


Figura 6. 4. Frequência de consumo de determinados alimentos pela população adulta da área de referência.

6.3. RESULTADOS DE EXAMES BIOQUÍMICOS NO SANGUE

Os exames bioquímicos complementares em uma avaliação toxicológica são importantes contribuições para prevenir ou detectar outros agravos à saúde. No entanto, é importante salientar que nem todas as doenças podem ser diagnosticadas por meio de exames. O exame de sangue no presente estudo tem o objetivo de complementar as informações da auto-avaliação de

saúde, identificar alguns fatores de risco , e avaliar possíveis associações e/ou correlações entre parâmetros bioquímicos, fatores de risco e a exposição a mercúrio, assim como controlar algumas variáveis nos modelos de análise multivariada.

Os exames não estão relacionados a um projeto de assistência médica, mas sim a um estudo científico interdisciplinar. Portanto, as pessoas que apresentaram exames laboratoriais alterados foram orientadas a procurar os serviços de saúde da sua comunidade para uma investigação detalhada. Para isto, os médicos da equipe analisaram os exames já disponíveis e prepararam um laudo para cada participante da pesquisa, destacando as alterações que devem ser investigadas no serviço médico do município e/ou estado, quando necessário. No caso de exames que indicam problemas graves de saúde, o participante da pesquisa é comunicado imediatamente para as devidas providências. Os pesquisadores da área médica estiveram à disposição dos participantes da pesquisa para discutirem as dúvidas dos exames laboratoriais.

Em Porto Velho na área de influência direta da UHE de Santo Antônio no rio Madeira, exames bioquímicos foram realizados em residentes das 16 comunidades com 703 participantes que aceitaram doar o sangue para as análises dos parâmetros bioquímicos. Ocorreram algumas recusas entre os indivíduos que já haviam participado da etapa de aplicação dos questionários (cerca de 15%). Em relação à coleta de sangue, a recusa foi de 36% na área de influência direta do empreendimento, possivelmente por se tratar de uma exame invasivo. Dentre os participantes que aceitaram realizar a coleta de sangue, 365 eram do sexo masculino e 338 do sexo feminino. Aproximadamente 30% da população encontram-se na faixa etária de 18 a 45 anos, seguidos de adolescentes com idade entre 12 e 17 anos (22,5%) (tabela 6.13). Os exames de sangue foram realizados em crianças e adultos de ambos os sexos e com idades variando de 2 a 93 anos de idade. Entretanto, os subgrupos de maior interesse da pesquisa foram às crianças em idade escolar e mulheres em idade reprodutiva (incluindo gestantes).

Na área de referência da Resex do Cunia, foi aplicado o mesmo inquérito domiciliar em 251 participantes, dos quais 85% concordaram em doar amostras de sangue para as análises dos parâmetros bioquímicos. Entre os exames

realizados destacam-se: hemograma completo, glicose plasmática, níveis séricos de colesterol, PCR, níveis de proteínas plasmáticas, níveis séricos de ferro e ferritina e dosagem de hormônios tireoidianos.

Tabela 6. 13. Distribuição das comunidades participantes do estudo bioquímico no sangue, segundo gênero e faixas de idade. Porto Velho, 2011.

Idade	Gênero				Total	
	Masculino		Feminino			
	n	%	n	%	n	%
Até 7 anos	39	10,7	35	10,4	74	10,5
8 a 11anos	67	18,4	55	16,3	122	17,4
12 a 17 anos	85	23,3	73	21,6	158	22,5
18 a 45 anos	89	24,4	120	35,5	209	29,7
46 anos e mais	85	23,3	55	16,3	140	19,9
Total	365	100,0	338	100,0	703	100,0

Os resultados dos principais parâmetros bioquímicos do hemograma, segundo gênero, são descritos na tabela 6.14. Utilizando os limites de referência, observa-se que 53,5% dos participantes apresentaram exames alterados para hematócrito (%), indicando alterações no número de glóbulos vermelhos na circulação sanguínea. Indivíduos do sexo masculino possuem maior percentual de exames alterados comparados ao sexo feminino, com resultados estatisticamente significantes. Possivelmente, isto pode ser explicado, pelo fato do homem ter uma menor preocupação com o estado de saúde do que as mulheres. Resultados alterados de hematócrito correspondem àqueles menores do que 36,5% e 40%, para mulheres e homens, respectivamente. Resultados semelhantes podem ser verificados para o exame de hemoglobina, em que 52% dos homens apresentaram valores menores que 13 g/l. Valores entre 13 e 18 são referências para homens, enquanto 12 a 16 g/l são usados para mulheres.

Utilizando os limites de referência em relação às células brancas, aproximadamente 88%, 48% e 73% dos valores de leucócitos totais, eosinófilos e linfócitos encontraram-se dentro do parâmetro de referência, correspondendo de 4.000 a 11.000 mm³, 1 – 5% e 22 – 45%, respectivamente. Entre os gêneros, os valores observados para contagem de eosinófilos foram estatisticamente significantes com p valor de 0,001. Cerca de 90% dos

resultados de contagem plaquetária estavam entre os padrões recomendáveis (150 a 450 mil/mm³), houve diferença estatisticamente significativa entre masculino e feminino. Apenas 10,5% e 4% de exames de contagem de plaquetas encontravam-se alterados para homens e mulheres, respectivamente.

Tabela 6. 14. Resultado de hemograma: hematócrito, hemoglobina, leucócitos totais, eosinófilos, linfócitos e contagem de plaquetas, por gênero (Porto Velho, 2010).

Exames	Masculino		Feminino		Total		p-valor
	N	%	N	%	N	%	
ERITROGRAMA							
Hematócrito (%)							0,000
Alterado	229	62,7	148	43,8	377	53,6	
Normal	136	37,3	190	56,2	326	46,4	
Sub-total	365	100,0	338	100,0	703	100,0	
Hemoglobina (g/%)							0,015
Alterado	190	52,1	145	42,9	335	47,7	
Normal	175	47,9	193	57,1	368	52,3	
Sub-total	365	100,0	338	100,0	703	100,0	
LEUCOGRAMA							
Leucócitos Totais (mm ³)							0,288
Abaixo do recomendável	34	9,3	44	13,0	78	11,1	
Normal	327	89,6	291	86,1	618	87,9	
Acima do recomendável	4	1,1	3	0,9	7	1,0	
Sub-total	356	100,0	338	100,0	703	100,0	
Eosinófilos (%)							0,000
Normal	163	44,7	205	60,7	368	52,3	
Acima do recomendável	202	55,3	133	39,3	335	47,7	
Sub-total	365	100,0	338	100,0	703	100,0	
Linfócitos (%)							0,782
Abaixo do recomendável	8	2,2	5	1,5	13	1,8	
Normal	266	72,9	248	73,4	514	73,1	
Acima do recomendável	91	24,9	85	25,1	176	25,0	
Sub-total	365	100,0	338	100,0	703	100,0	
CONTAGEM DE PLAQUETAS (mil/mm³)							
Alterado	38	10,4	13	3,8	51	7,3	0,001
Normal	327	89,6	325	96,2	652	92,7	
Sub-total	365	100,0	338	100,0	703	100,0	

Os resultados referentes aos níveis de colesterol nos indivíduos foram resumidos e descritos na tabela 6.15. Utilizando os limites de referência, verificou-se que os participantes que tiveram o sangue analisado apresentaram resultados na sua maioria dentro dos valores de referência, ou seja, valores de colesterol total (menor que 200 mg/%), HDL colesterol (menor que 45 mg/%), LDL colesterol (menor que 130 mg/%) e triglicerídeos (menor que 150 mg/%) estão dentro do “desejável”. Segundo o gênero, os resultados mostraram diferenças estatisticamente significantes ao nível de 5% para HDL colesterol, VLDL colesterol e triglicerídeos entre homens e mulheres.

Tabela 6. 15. Resultado de exames de colesterol com valores de colesterol total, HDL colesterol, LDL colesterol, VLDL colesterol e triglicerídeos, por gênero (Porto Velho, 2010).

Exames	Gênero						p-valor
	Masculino		Feminino		Total		
	N	%	N	%	N	%	
Colesterol Total (mg/%)							0,047
Desejável	335	91,8	291	86,1	626	89,0	
Limítrofe	22	6,0	37	10,9	59	8,4	
Elevado	8	2,2	10	3,0	18	2,6	
Sub-total	365	100,0	338	100,0	703	100,0	
HDL Colesterol (mg/%)							0,021
Menor que 45 mg	198	54,2	154	45,6	352	50,1	
45 mg ou +	167	45,8	184	54,4	351	49,9	
Sub-total	365	100,0	338	100,0	703	100,0	
LDL Colesterol (mg/%)							0,089
Desejável	332	93,0	292	88,2	624	90,7	
Limítrofe	21	5,9	31	9,4	52	7,6	
Elevado	4	1,1	8	2,4	12	1,7	
Sub-Total	357	100,0	331	100,0	688	100,0	
VLDL Colesterol (mg/%)							0,028
Desejável	333	93,3	289	87,3	622	90,4	
Limítrofe	14	3,9	26	7,9	40	5,8	
Elevado	10	2,8	16	4,8	26	3,8	
Sub-total	357	100,0	331	100,0	688	100,0	
Triglicerídeos (mg/%)							0,013
Desejável	333	91,5	289	85,5	622	88,6	
Elevado	31	8,5	49	14,5	80	11,4	

Exames	Gênero						p-valor
	Masculino		Feminino		Total		
	N	%	N	%	N	%	
Colesterol Total (mg/%)							0,047
Desejável	335	91,8	291	86,1	626	89,0	
Limítrofe	22	6,0	37	10,9	59	8,4	
Elevado	8	2,2	10	3,0	18	2,6	
Sub-total	364	100,0	338	100,0	702	100,0	

Resultado de exames de proteínas totais, albumina, globulinas, relação albumina e globulina, ferro sérico e ferritina, segundo gênero são apresentados na tabela 6.16. Utilizando os valores de referência laboratorial observamos que há uma maior proporção de valores normais para os exames: 92,5% de proteínas totais entre 6 e 8 g%; 85,2% de albumina entre 3,6 e 4,9 g%; 80,3% de globulinas entre 1,90 a 3,10 g%; 71,5% de relação Albumina/Globulina com valores entre 1,40 a 2,30 g%, 73,3% de ferro sérico e; 95,9% de ferritina sérica. Os valores de ferro foram estatisticamente significantes entre os gêneros. Cabe ressaltar que os limites utilizados serão discutidos em relação a cada faixa etária (assim como em relação ao sexo) segundo suas particularidades fisiopatológicas. Além disto, a exemplo da Ferritina, cujo limite inferior muito baixo diz respeito ao surgimento de anemia ferropriva, os parâmetros, por vezes, admitem melhor interpretação mediante uma abordagem quantitativa ao invés de uma linha de corte considerada normal.

Tabela 6. 16. Resultado de exames de proteínas totais, albumina, globulinas, relação albumina e globulina, ferro sérico e ferritina, por gênero (Porto Velho, 2011).

Exames	Gênero						p-valor
	Masculino		Feminino		Total		
	N	%	N	%	N	%	
Proteínas Totais (g%)							0,777
Normal	337	92,6	311	92,0	648	92,3	
Alterado	27	7,4	27	8,0	54	7,7	
Sub-total	364	100,0	338	100,0	702	100,0	
Albumina (g%)							0,659
Normal	308	84,6	290	85,8	598	85,2	

Alterado	56	15,4	48	14,2	104	14,8	
Sub-total	364	100,0	338	100,0	702	100,0	
Globulinas (g%)							0,642
Normal	290	79,7	274	81,1	564	80,3	
Alterado	74	20,3	64	18,9	138	19,7	
Sub-total	364	100,0	338	100,0	702	100,0	
Relação Albumina/Globulina (g%)							0,295
Abaixo do recomendável	52	14,3	41	12,1	93	13,2	
Normal	251	69,0	251	74,3	502	71,5	
Acima do recomendável	61	16,8	46	13,6	107	15,2	
Sub-total	364	100,0	338	100,0	702	100,0	
Ferro Sérico (mcg/dL)							0,011
Abaixo do recomendável	72	19,7	48	14,2	120	17,1	
Normal	250	68,5	265	78,4	515	73,3	
Acima do recomendável	43	11,8	25	7,4	68	9,7	
Sub-total	365	100,0	338	100,0	703	100,0	
Ferritina (ng/dL)							0,162
Abaixo do recomendável	7	2,0	11	3,5	18	2,7	
Normal	332	96,0	303	95,9	635	95,9	
Acima do recomendável	7	2,0	2	0,6	9	1,4	
Sub-total	346	100,0	316	100,0	662	100,0	

A dosagem hormonal de tireoestimulante (TSH) e tiroxina (T4) são mostrados na tabela 6.17. Aproximadamente 97% dos resultados de TSH encontraram-se dentro dos valores de 0,49 a 5,60 mcUi/mL para adultos e 0,33 a 5,70 mcUi/mL para crianças. Em relação ao T4, 88,5% apresentavam níveis entre 0,80 a 1,80 ng/dL. A diferença destes resultados entre os gêneros não foi estatisticamente significativa.

Tabela 6. 17. Resultado de exames TSH (Tireoestimulante) e T4 (Tiroxina), por gênero (Porto Velho, 2010).

Exames	Masculino		Feminino		Total		p-valor
	N	%	N	%	N	%	
TSH - Tireoestimulante (mcUi/mL)							0,665
Alterado	10	2,9	11	3,5	21	3,2	
Normal	336	97,1	305	96,5	641	96,8	
Total	346	100,0	316	100,0	662	100,0	
T4 – Tiroxina (ng/dL)							0,142

Alterado	34	9,8	43	13,6	77	11,6
Normal	312	90,2	273	86,4	585	88,4
Total	346	100,0	316	100,0	662	100,0

Na figura 6.5 observa-se o percentual de indivíduos e suas respectivas categorias relacionados aos valores de glicose plasmática. Aproximadamente 70% dos indivíduos apresentaram glicemia dentro dos valores de 77 e 99 mg/%, valores que correspondem ao parâmetro de referência. Destaca-se a proporção de indivíduos com valores elevados ou hiperglicêmicos, encontrados normalmente em diabéticos ou pessoas que se alimentaram antes da coleta do exame. Os valores hiperglicêmicos são encontrados em maior percentual entre os homens e os valores hipoglicêmicos entre as mulheres.

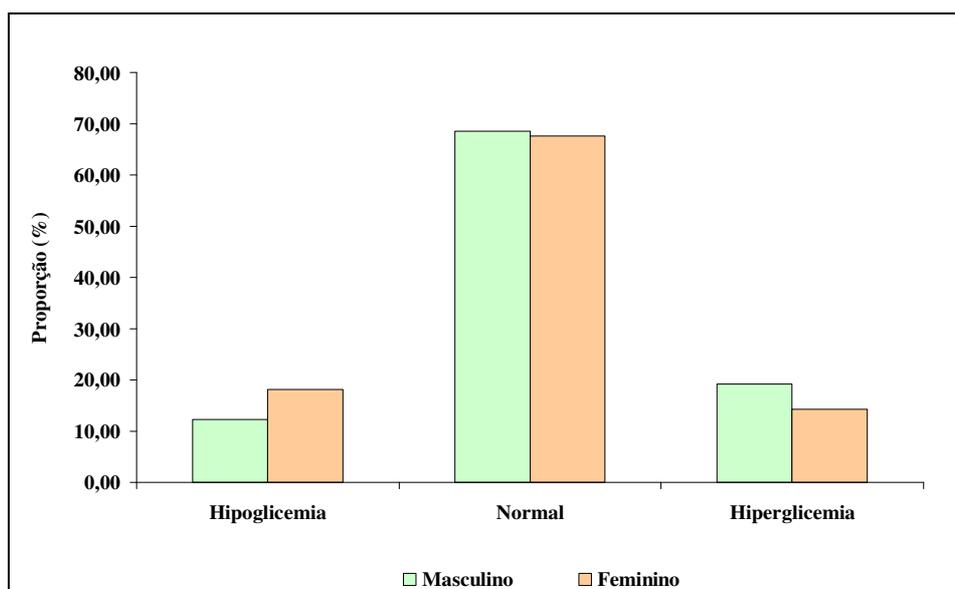


Figura 6. 5. Proporção de indivíduos com níveis de glicose sérica, por gênero (Porto Velho, 2011).

A figura 6.6 apresenta resultados referentes aos níveis de hemoglobina na população ribeirinha de Porto Velho, segundo gênero e faixa etária. Os resultados medianos foram maiores entre os homens comparados às mulheres. Destaca-se que 52% dos resultados encontram-se abaixo dos valores aceitáveis de 13 a 18 g% para homens e 43% dos resultados abaixo dos

valores aceitáveis de 12 a 16 g% para mulheres. Em relação à faixa etária, indivíduos com 18 anos ou mais de idade apresentaram os maiores valores medianos. Foram nestes grupos em que se observou a maior variabilidade dos resultados. Em crianças de até 7 anos, observa-se que a maioria dos resultados encontra-se abaixo do recomendável.

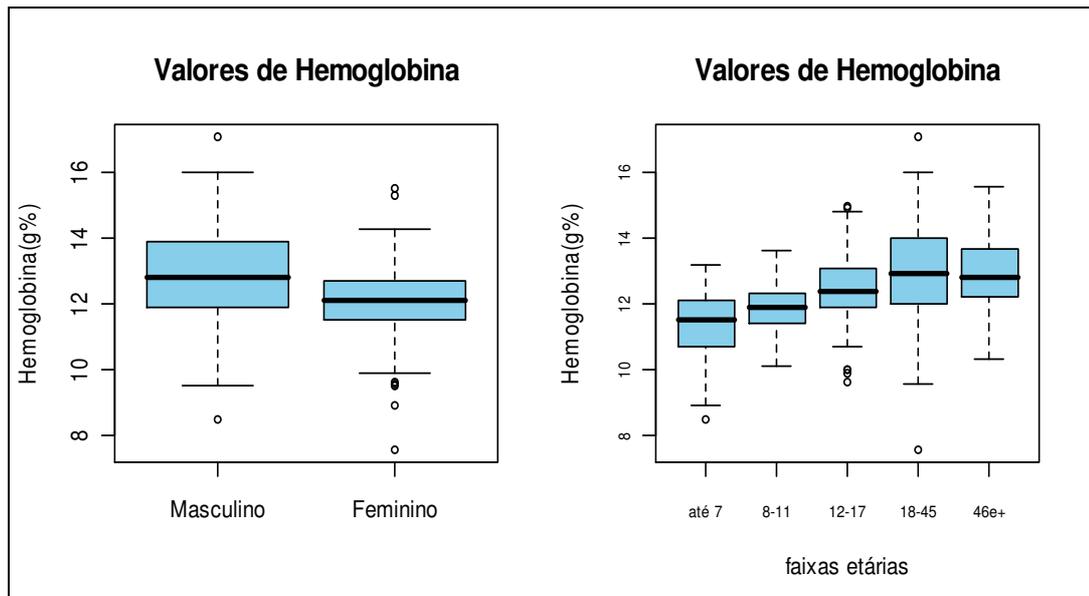


Figura 6. 6. Resultados de exames de hemoglobina, segundo gênero e faixas etárias(Porto Velho, 2011).

Resultados referentes à contagem de leucócitos na população ribeirinha, segundo gênero e faixa etária são apresentados na figura 6.7. Os resultados medianos são semelhantes entre as mulheres comparadas aos homens. Em relação à faixa etária, indivíduos com até 7 anos de idade apresentaram os maiores valores medianos. Foi neste grupo que se observou a maior variabilidade dos resultados. Verifica-se ainda que o intervalo interquartil manteve-se entre os valores recomendáveis, correspondendo a valores totais de leucócitos entre 4.000 e 11.000 mm³. No entanto, valores abaixo e acima da referência foram observados.

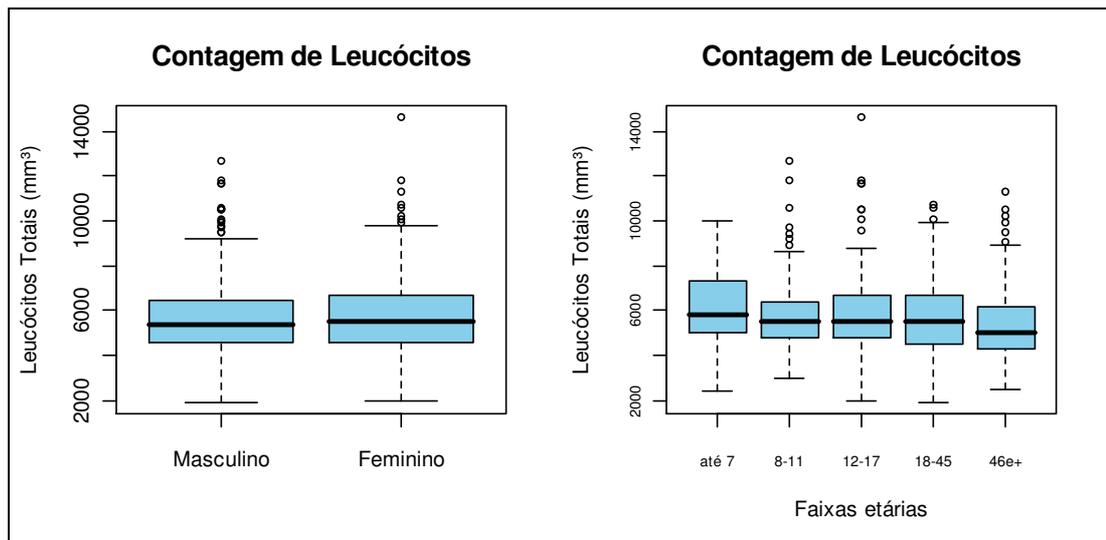


Figura 6. 7. Resultados de exames de contagem de leucócitos, segundo gênero e faixas etárias (Porto Velho, 2010).

Na figura 6.8 estão apresentados os resultados referentes à contagem de células brancas do sangue (linfócitos e eosinófilo) na população ribeirinha de Porto Velho, segundo gênero e faixa etária. Valores medianos de contagem de linfócitos foram semelhantes entre os homens e mulheres, e maiores em crianças de até 7 anos de idade. Com relação à contagem de eosinófilos, os valores medianos foram maiores entre os homens e entre os indivíduos com até 17 anos de idade. O intervalo interquartil dos resultados encontra-se fora dos valores de referência que correspondem a 22 – 45% para linfócitos e a 1 – 5% para eosinófilos, para algumas faixas de idade avaliadas.

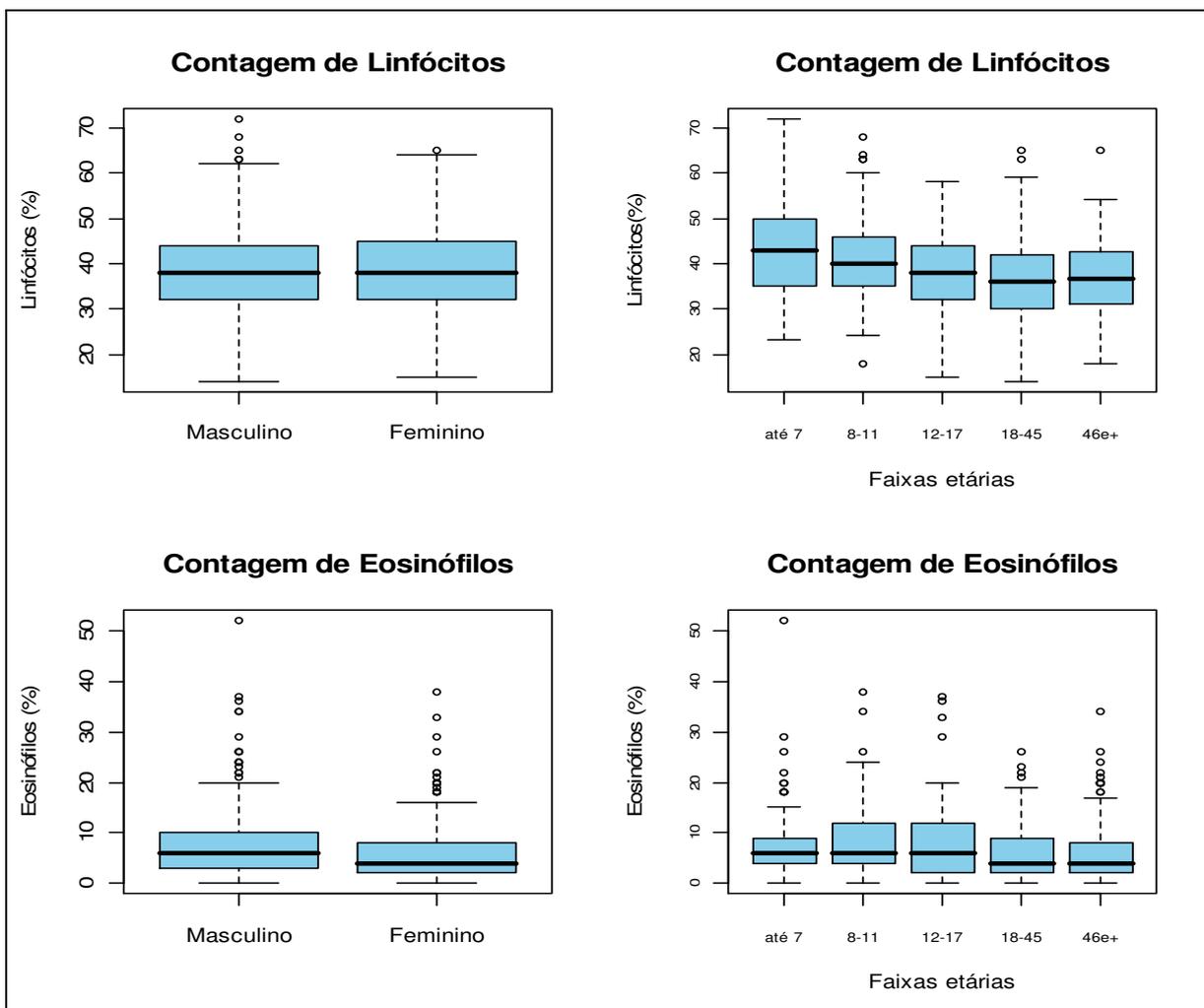


Figura 6. 8. Resultados de contagem de linfócitos e eosinófilos, segundo gênero e faixas etárias (Porto Velho, 2010).

Na figura 6.9 observa-se resultados de níveis plasmáticos de albumina na população ribeirinha de Porto Velho, segundo gênero e faixa etária. Nota-se que os homens possuem níveis de albumina mediano superior ao das mulheres. Entre as faixas etárias, os níveis medianos de albumina são superiores na faixa etária de 12 a 17 anos. Valores entre 3,6 e 4,9 g% são considerados desejáveis.

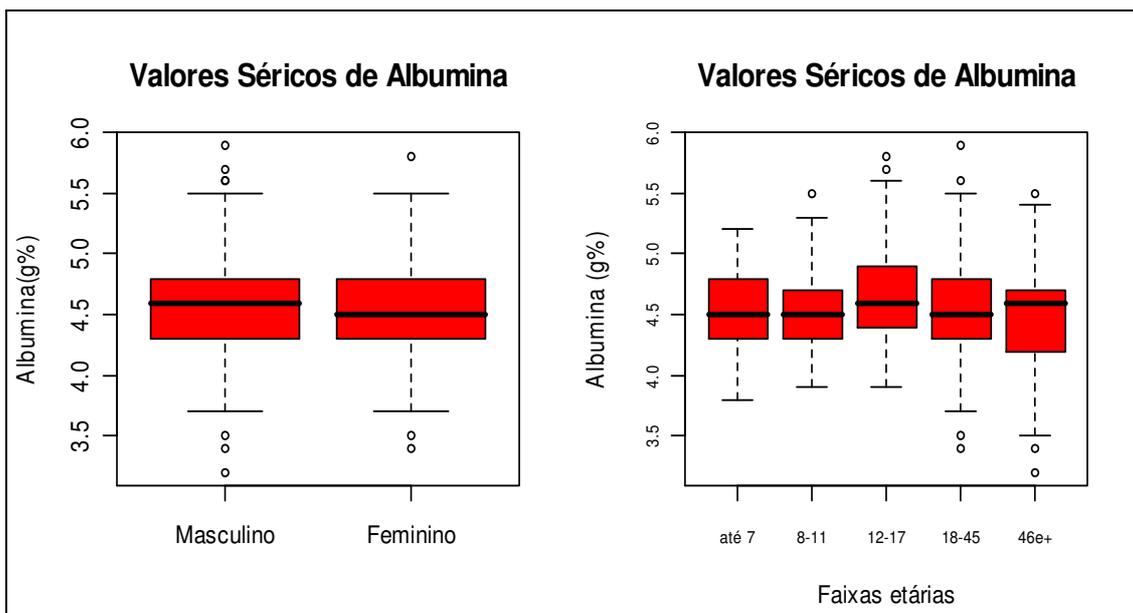


Figura 6. 9. Resultados de exame de albumina, segundo gênero e faixas etárias (Porto Velho, 2010).

Resultados de níveis séricos de ferro na população ribeirinha de Porto Velho, segundo gênero e faixa etária estão apresentados na figura 6.10. Observa-se que homens e mulheres possuem níveis de ferro medianos, aproximadamente iguais, porém com maior variabilidade no sexo masculino. Entre as faixas etárias, indivíduos com até 7 anos apresentaram nível sérico de ferro mediano inferior às demais faixas etárias. Valores entre 60 e 170 mcg/dL são considerados normais, mas os resultados variam conforme a idade.

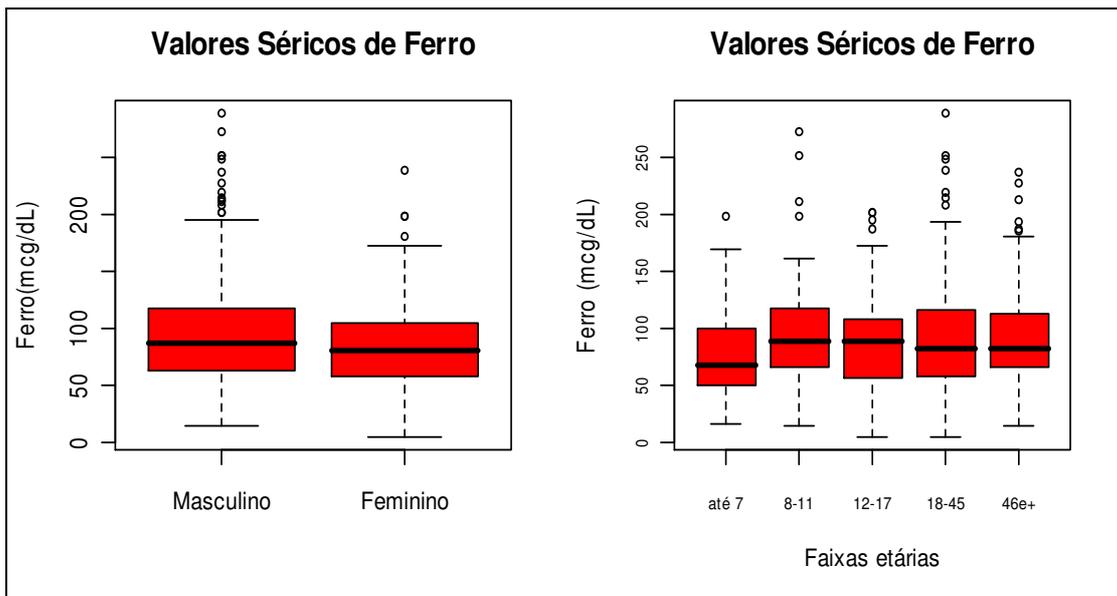


Figura 6. 10. Resultados de ferro sérico, segundo gênero e faixas etárias (Porto Velho, 2010).

Nos gráficos da figura 6.11 observa-se resultados de ferritina na população de ribeirinhos do rio Madeira, segundo gênero e faixa etária. Homens com 18 anos e mais possuem valores medianos de ferritina superiores e uma maior variabilidade dos resultados. A ferritina é uma proteína que auxilia no armazenamento de ferro. Verifica-se relativa semelhança de valores medianos de Ferro sérico em ambos os sexos em todas as idades. Por outro lado, percebe-se visivelmente o efeito da idade nas reservas de ferro, em especial quanto à tendência a maiores valores de ferritina nas mulheres menopausadas, aproximando-se daqueles valores encontrados em homens adultos.

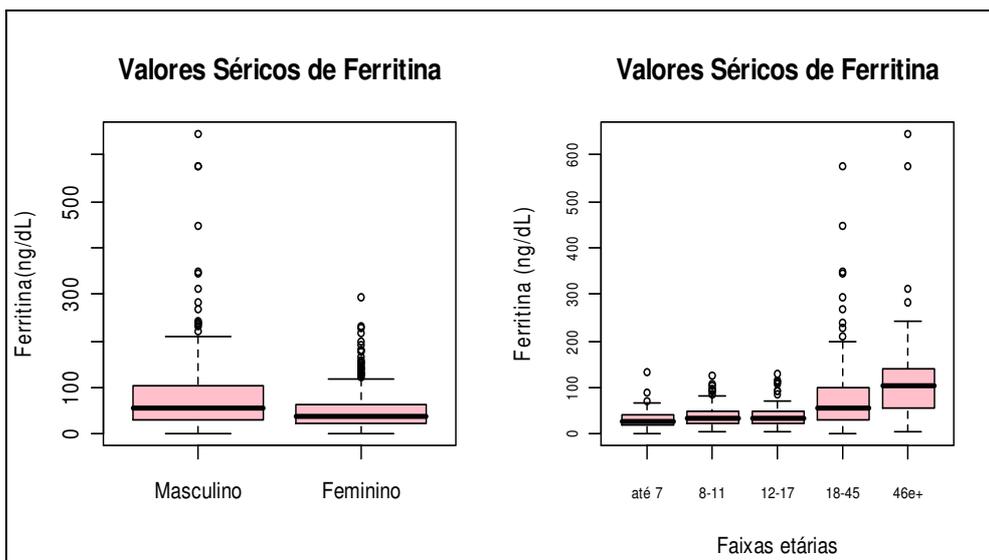


Figura 6. 11. Resultados de ferro e ferritina séricos, segundo gênero e faixas etárias (Porto Velho, Rondônia).

Os resultados de exames relacionados aos níveis de colesterol, HDL colesterol e triglicerídeos na população estudada, segundo gênero e faixa etária, são apresentados nas figuras 6.12, 6.13, e 6.14, respectivamente. Os níveis de colesterol, HDL colesterol e triglicerídeos medianos foram superiores para o sexo feminino e nas faixas etárias 18 a 45 anos e maiores de 46 anos. Em todos os exames relacionados à presença de colesterol e triglicerídeos, foram encontrados resultados acima do recomendável, sugerindo a possibilidade de hábitos alimentares hipercalóricos e ricos em gordura. São considerados aceitáveis valores menores que 200 mg/% para colesterol, resultados menores que 45 mg/% para HDL colesterol e níveis menores que 150 mg/% para triglicerídeos. Durante as entrevistas observamos que o peixe é quase sempre servido frito o que foi confirmado com questões específicas do questionário.

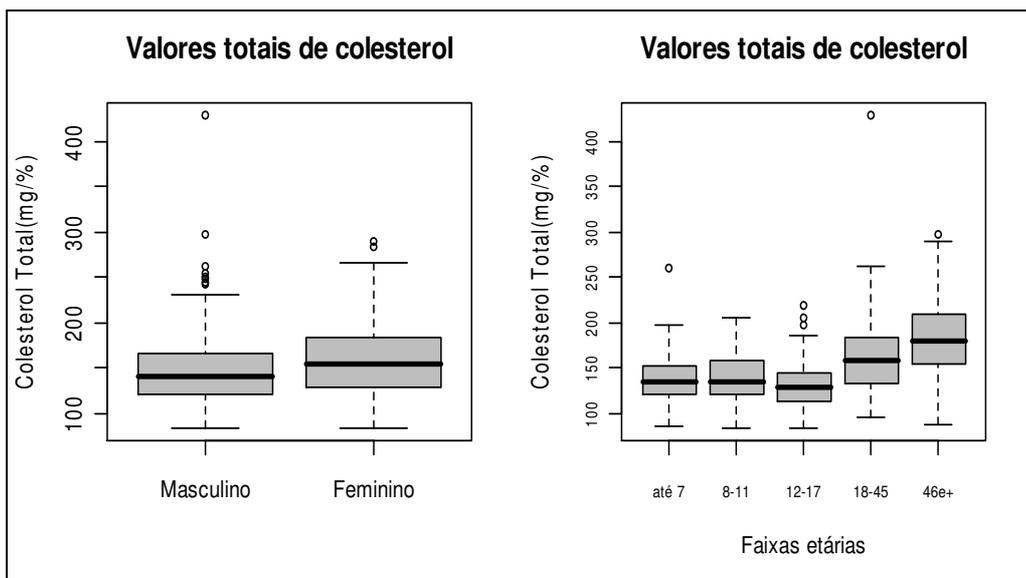


Figura 6. 12. Resultados de exame sérico de colesterol total, segundo gênero e faixas etárias (Porto Velho, Rondônia).

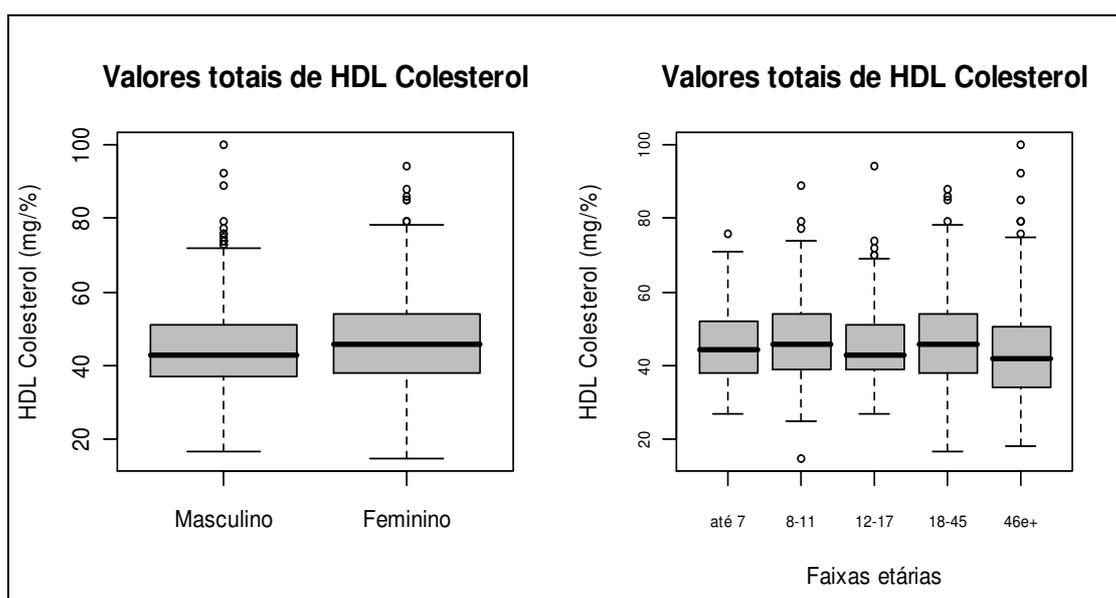


Figura 6. 13. Resultados de exame sérico de HDL colesterol, segundo gênero e faixas etárias (Porto Velho, Rondônia).

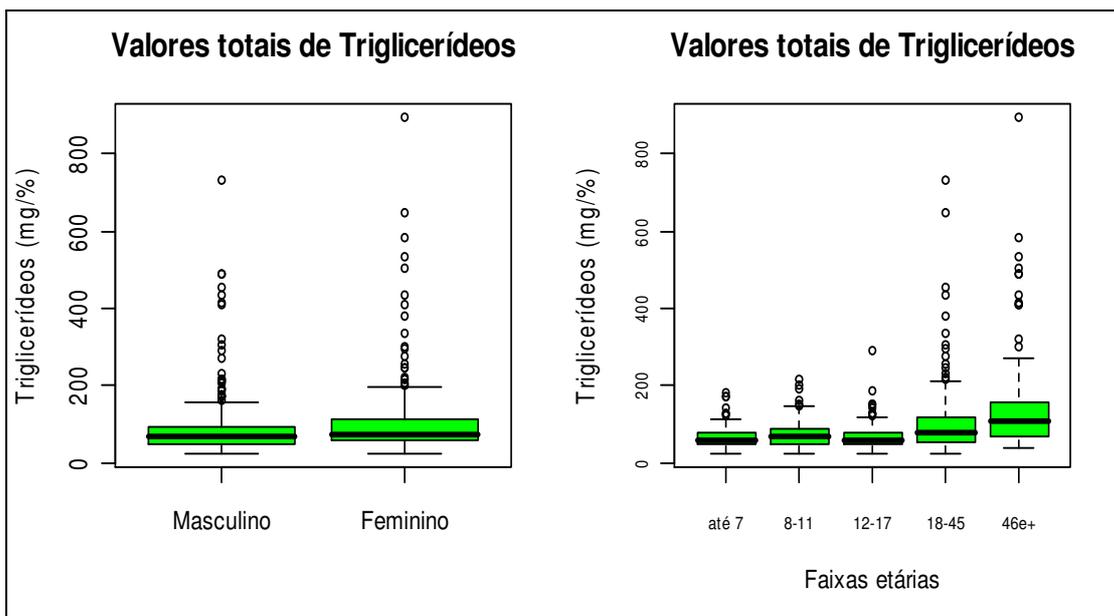


Figura 6. 14. Resultados de exame de triglicerídeos, segundo gênero e faixas etárias (Porto Velho, Rondônia).

Na figura 6.15 são apresentados os resultados para hormônio tireoestimulante (TSH) na população estudada, segundo gênero e faixas etárias. Verifica-se que as dosagens medianas foram iguais entre homens e mulheres. Entre as faixas etárias, os resultados medianos foram superiores para crianças de até 7 anos e entre escolares de 8 a 12 anos, ocorreu uma maior variabilidade entre os resultados. Para crianças, valores entre 0,33 e 5,70 mU/L são considerados aceitáveis, sugerindo ausência de disfunção hormonal tireoidiana.

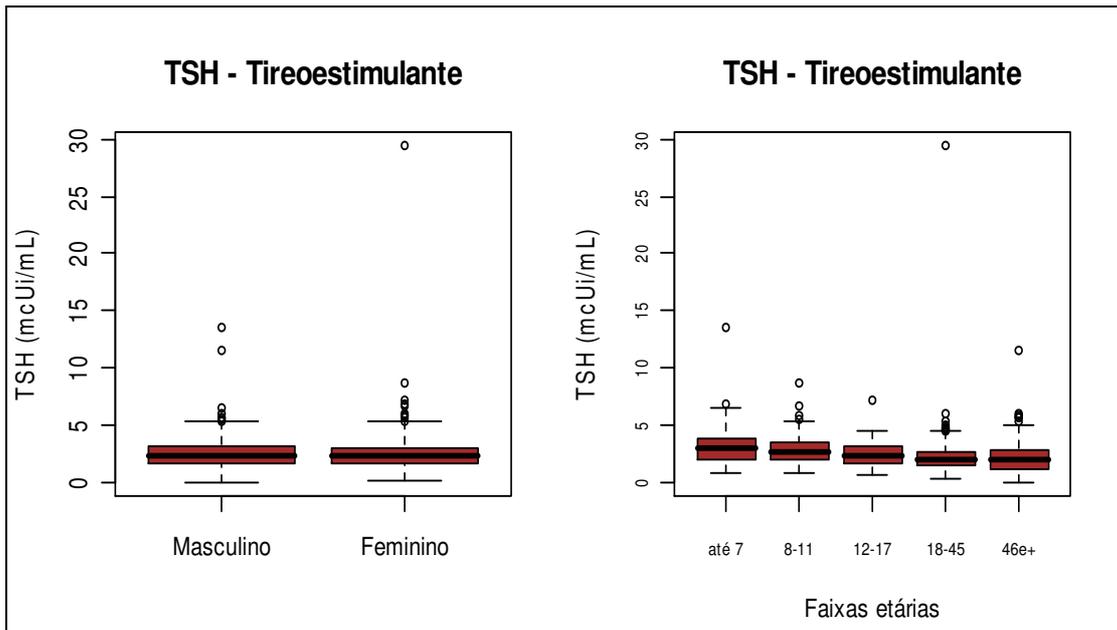


Figura 6. 15. Resultados de exame com valores hormonais de tireoestimulante (TSH) segundo gênero e faixas etárias (Porto Velho, Rondônia).

Os resultados de exame de tiroxina (T4) livre, segundo gênero e faixas etárias estão apresentados na figura 6.16. Os homens e mulheres apresentaram dosagens medianas similares. Entre as faixas etárias, os resultados medianos foram maiores para crianças de até 7 anos e entre escolares de 8 a 12 anos. Os valores ideais para crianças são de 0,80 a 1,80 ng/dL, sugerindo ausência de disfunção hormonal tireoidiana.

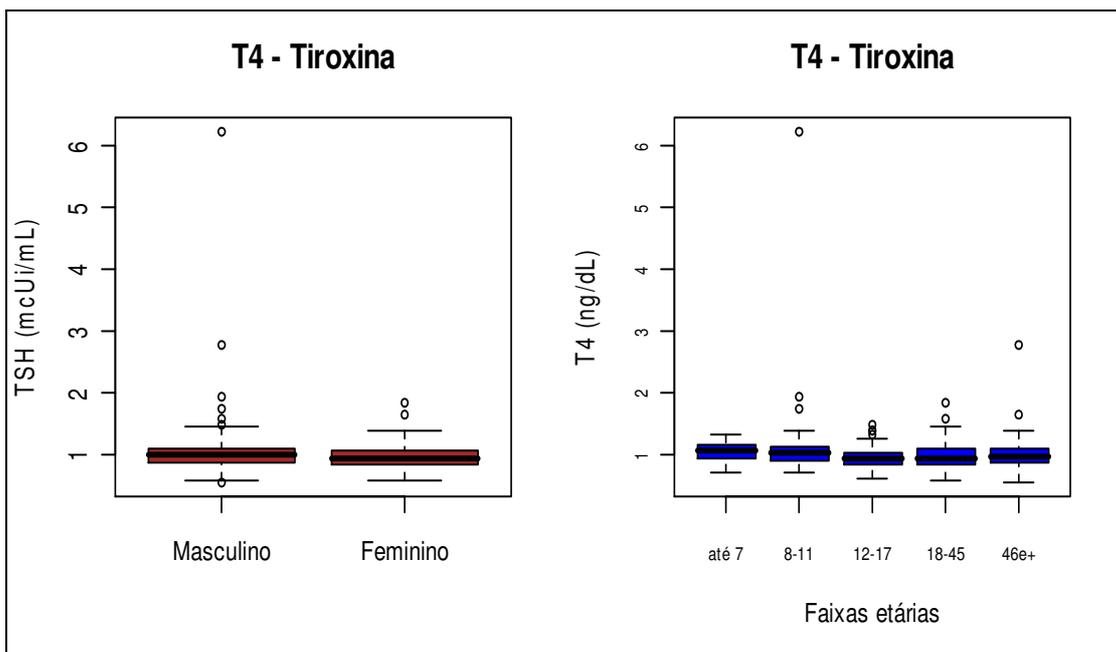


Figura 6. 16. Resultados de exame com valores hormonais de Tiroxina (T4), segundo gênero e faixas etárias (Porto Velho, Rondônia).

Na figura 6.17 estão apresentados os resultados de exame de glicose plasmática, segundo gênero e faixas etárias. Os níveis de glicose plasmática medianos entre homens e mulheres foram aproximadamente iguais. Em relação à faixa etária, indivíduos com mais de 46 anos apresentaram níveis medianos superiores aos demais. Destaca-se que 50% dos resultados encontrados para esta faixa etária estão acima do recomendável, ou seja, valores superiores a 100 mg/%.

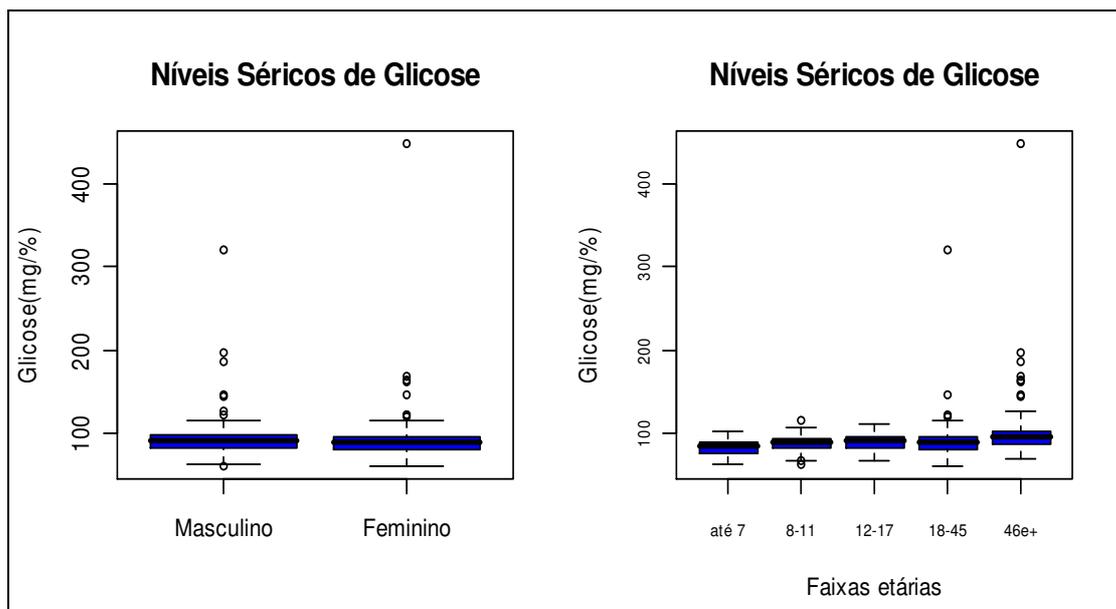


Figura 6. 17. Resultados de exame com níveis séricos de glicose, segundo gênero e faixas etárias (Porto Velho, Rondônia).

As correlações de dosagens hormonais de TSH (tireoestimulante) e T4 (tiroxina) com outras variáveis foram exploradas empiricamente e são apresentadas nas figuras 6.18, 6.19, 6.20, 6.21, 6.22 e 6.23, e descritos abaixo:

- 1. Relação entre (tiroxina) e TSH (tireoestimulante):** o coeficiente de correlação na população foi -0,093 (p-valor de 0,017), no sexo masculino foi -0,083 (p-valor de 0,125) e no sexo feminino foi -0,133 (p-valor de 0,018).
- 2. Correlação de TSH (tireoestimulante) e colesterol total:** coeficiente de correlação na população foi -0,066 (p-valor de 0,090), no sexo masculino o coeficiente foi de -0,037 (p-valor de 0,493) e no feminino foi de -0,096 (p-valor de 0,0088).
- 3. Correlação de TSH (tireoestimulante) e albumina:** coeficiente de correlação na população foi 0,059 (p-valor de 0,129), no sexo masculino foi de 0,008 (p-valor de 0,876) e no feminino foi de 0,104 (p-valor de 0,064).
- 4. Correlação de T4 (tiroxina) e eosinófilos:** coeficiente de correlação na população foi -0,009 (p-valor de 0,825), no sexo masculino o coeficiente foi de -0,009 (p-valor de 0,869) e no feminino foi de -0,085 (p-valor de 0,134).

5. Correlação de T4 (tiroxina) e níveis de ferro: coeficiente de correlação na população foi -0,019 (p-valor de 0,618), no sexo masculino foi de -0,054 (p-valor de 0,318) e no feminino foi de 0,018 (p-valor de 0,749).

6. Correlação de T4 (tiroxina) e níveis de ferritina: coeficiente de correlação na população foi -0,003 (p-valor de 0,935), no sexo masculino o coeficiente foi de -0,033 (p-valor de 0,538) e no feminino foi de 0,007 (p-valor de 0,907).

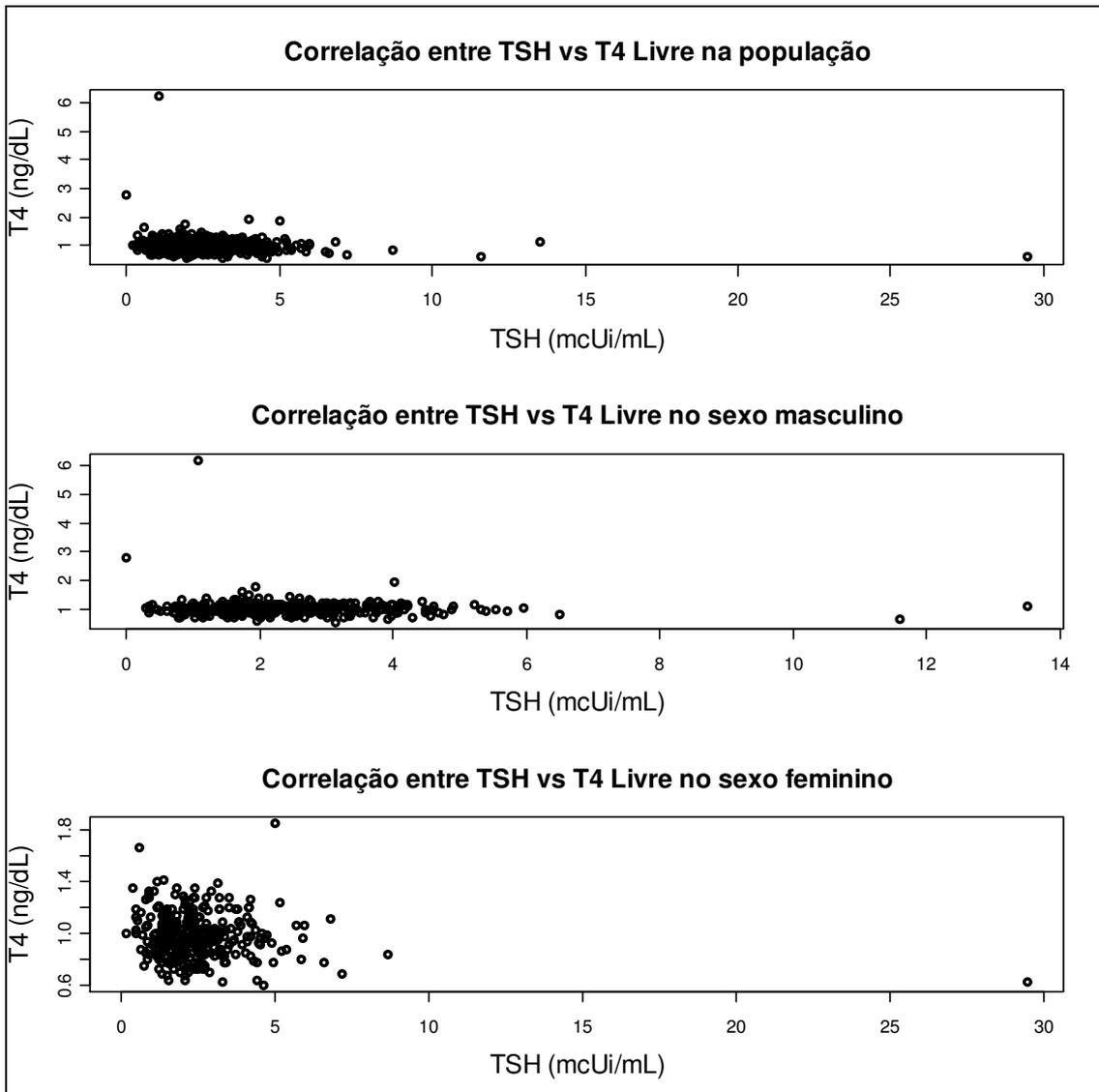


Figura 6. 18. Correlação de T4 Livre (tiroxina) e TSH (tireoestimulante), na população geral e entre os sexos (Porto Velho, Rondônia).

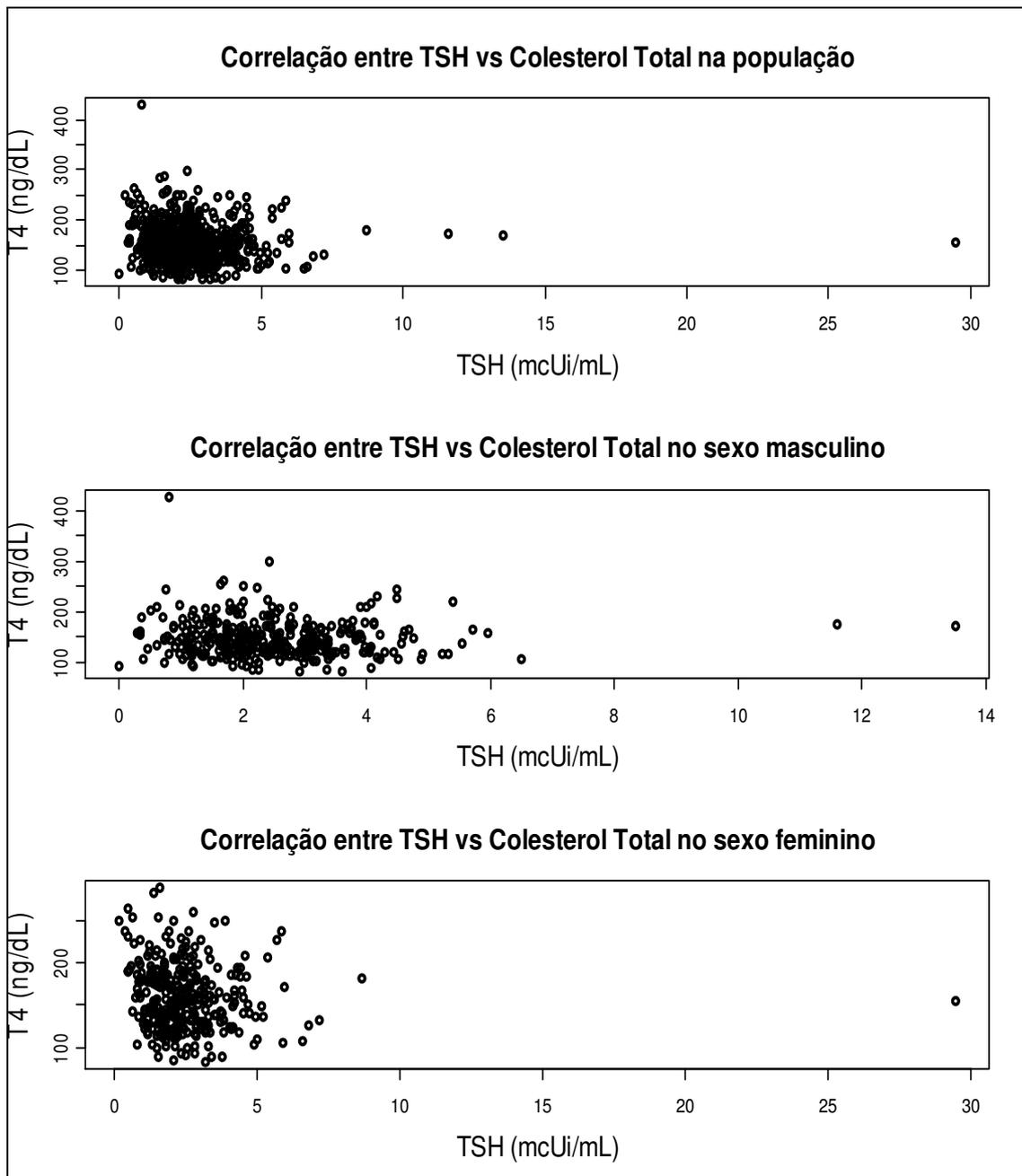


Figura 6. 19. Correlação de TSH (tireoestimulante) e colesterol total, na população geral e entre os sexos (Porto Velho, Rondônia).

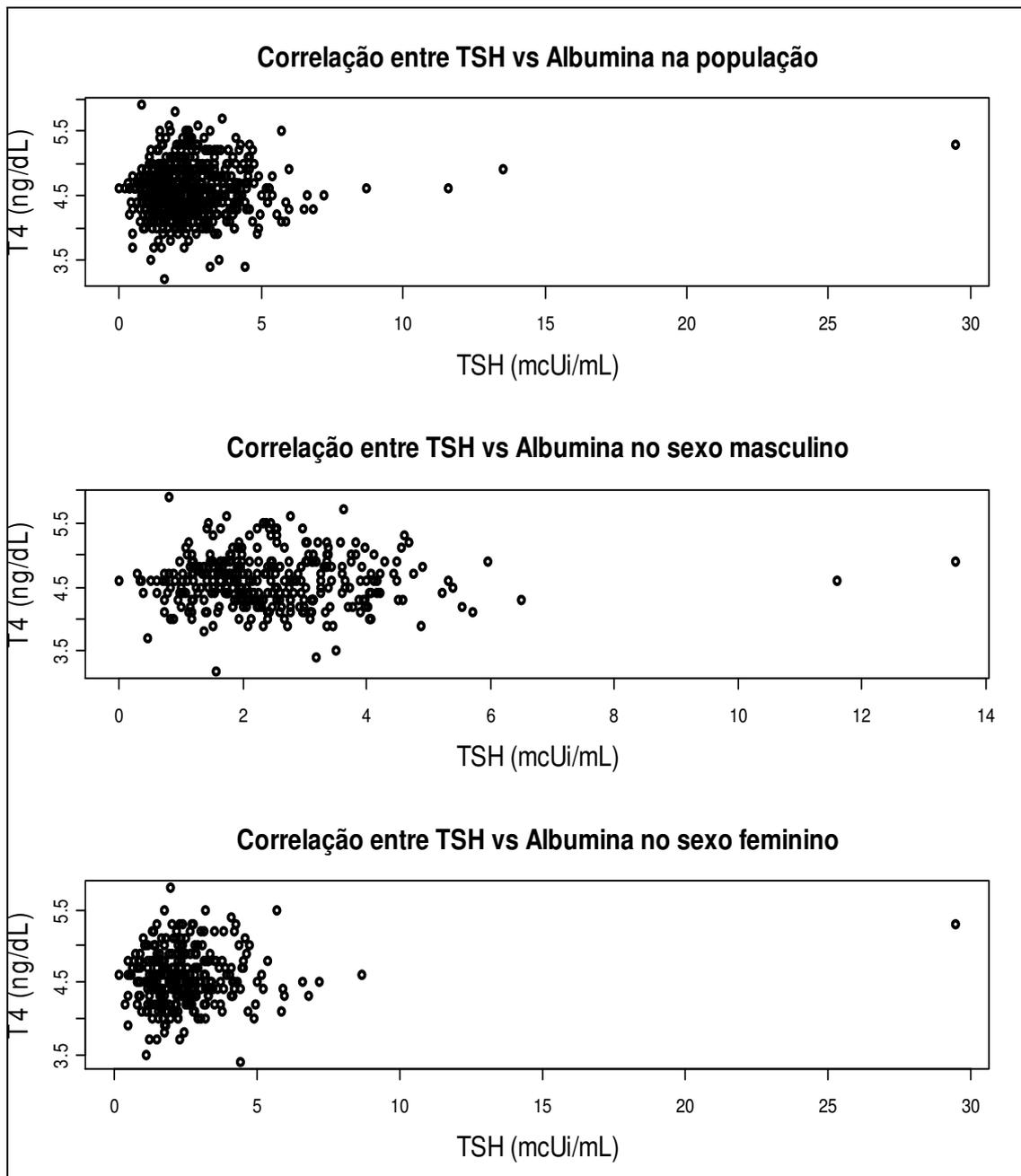


Figura 6. 20. Correlação de TSH (tireoestimulante) e níveis de albumina, na população geral e entre os sexos (Porto Velho, Rondônia).

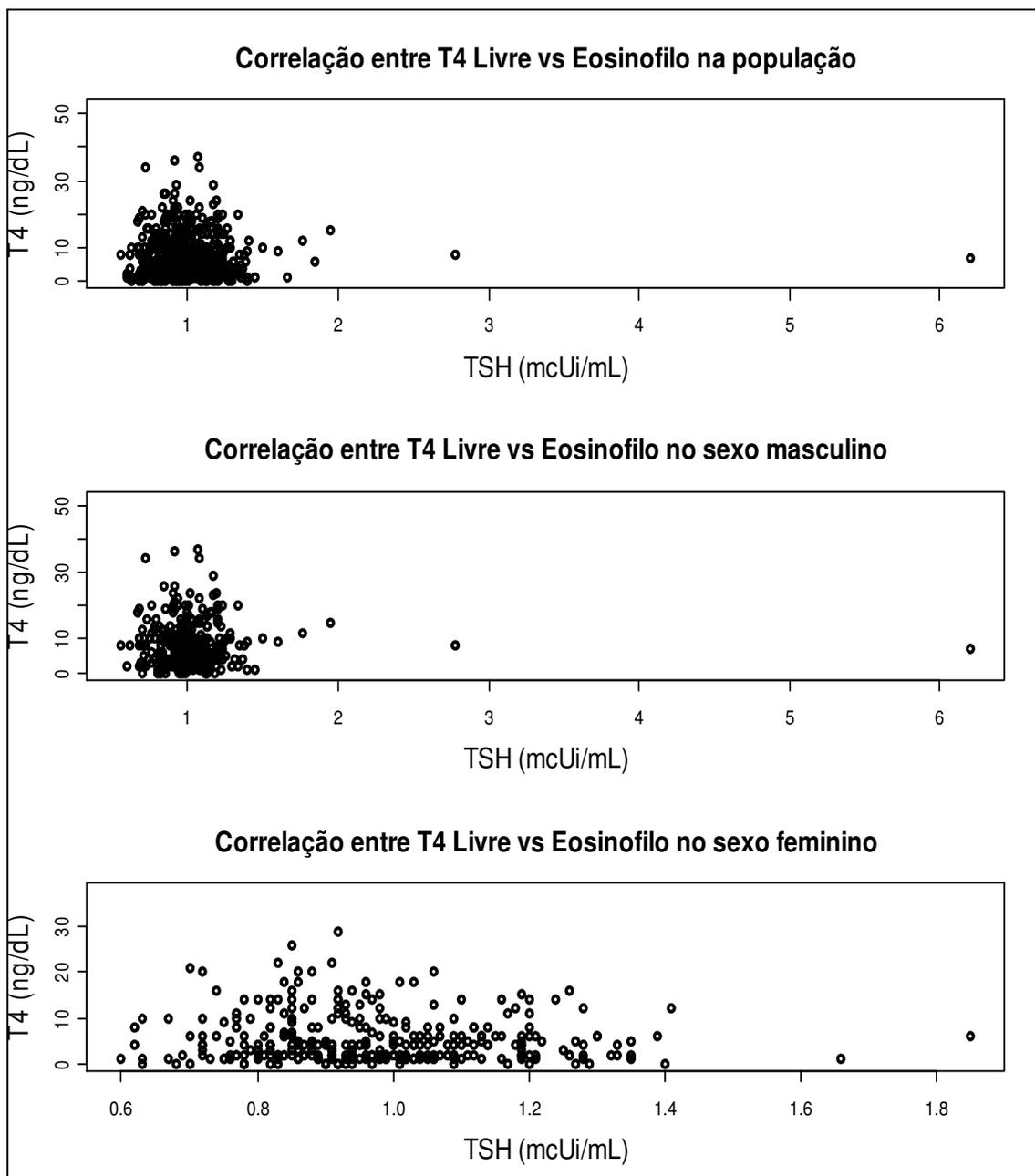


Figura 6. 21. Correlação de T4 (tiroxina) e eosinófilos, na população geral e entre os sexos (Porto Velho, Rondônia).

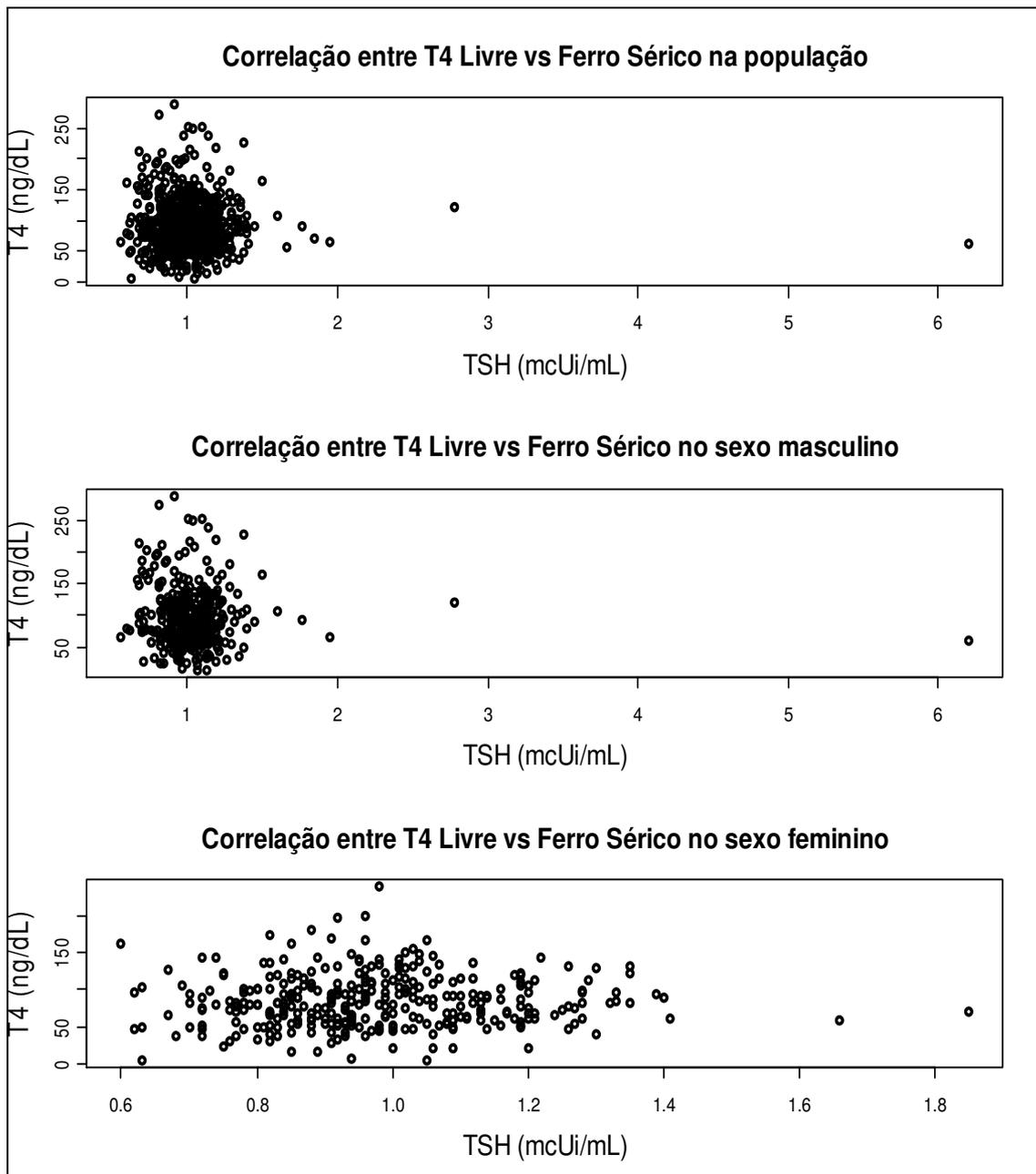


Figura 6. 22. Correlação de T4 (tiroxina) e níveis de ferro, na população geral e entre os sexos (Porto Velho, Rondônia).

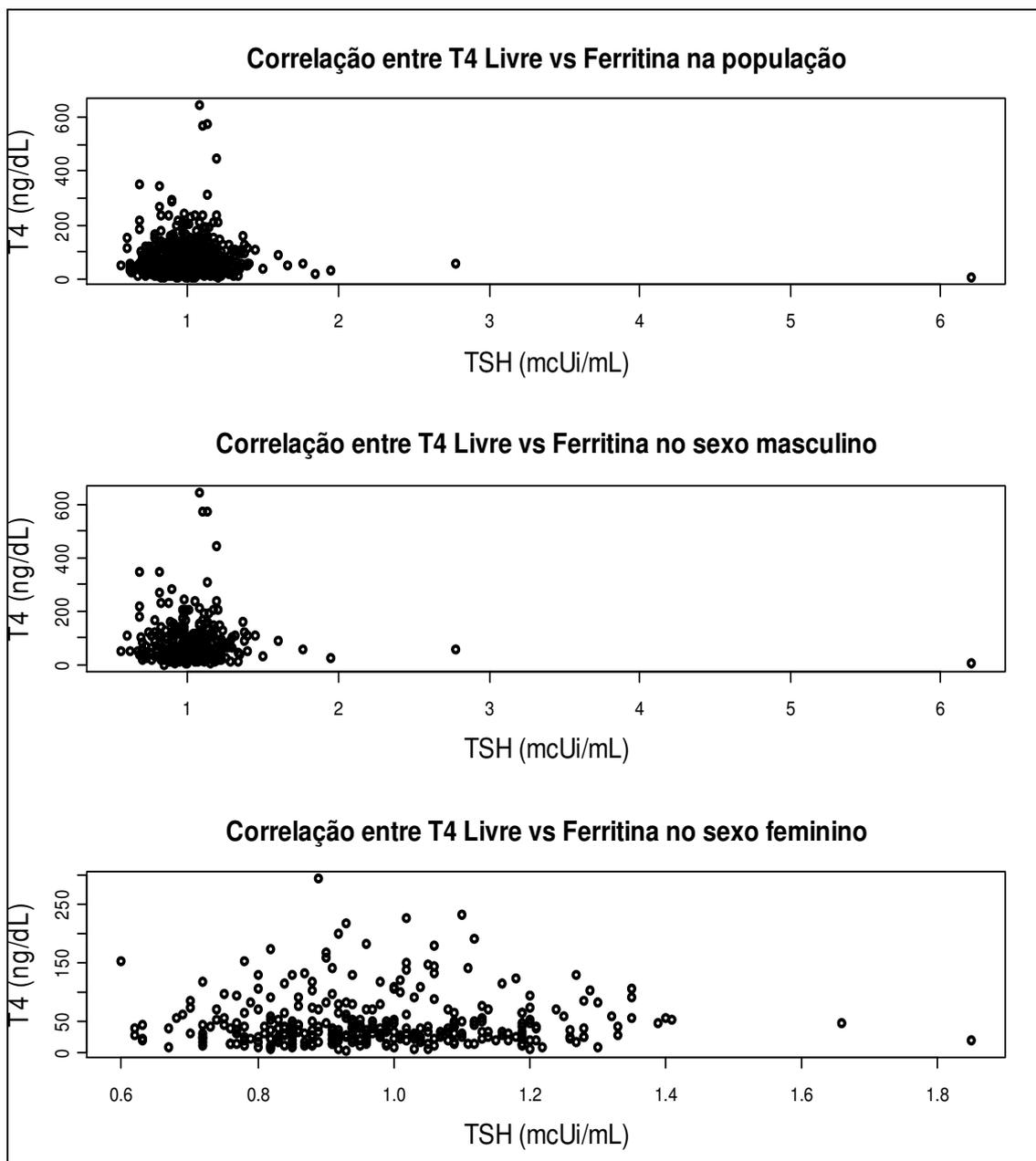


Figura 6. 23. Correlação de T4 (tiroxina) e níveis de ferritina, na população geral e entre os sexos (Porto Velho, Rondônia).

6.4. FATORES DE RISCO ANALISADOS NA POPULAÇÃO RIBEIRINHA DO RIO MADEIRA.

Os estudos epidemiológicos têm evidenciado fatores de risco envolvidos na etiologia da doença cardiovascular (SBC, 2010). Os principais fatores de

risco são a hipertensão arterial, as dislipidemias, a obesidade, o diabetes mellitus e alguns hábitos relacionados ao estilo de vida, como dieta rica em calorias, gorduras saturadas, colesterol e sal, consumo de bebida alcoólica, tabagismo e sedentarismo.

A transição nutricional decorrente da urbanização e industrialização ocorridas no século XX têm sido uma das razões do aumento da obesidade relacionada a uma dieta com maior consumo de carnes, leite e derivados ricos em gorduras, redução do consumo de frutas, cereais, verduras e legumes.,aliados ao aumento do sedentarismo, convergem para o aumento dos fatores de risco na população brasileira.

Doenças crônicas não transmissíveis, como a hipertensão arterial sistêmica, diabetes mellitus, as doenças cardiovasculares e o câncer compõem um grupo de agravos que se caracteriza por estar relacionado aos fatores de risco da atualidade. Estas doenças apresentam tempo de evolução prolongado e complicações que acarretam graus variáveis de incapacidade ou óbito e vêm ocupando um maior espaço no perfil de morbi-mortalidade no Brasil (SBC, 2006). Estudos recentes do Banco Mundial apontam que as doenças crônicas não transmissíveis são responsáveis por uma taxa de 5 a 9 vezes maior de morte prematura do que as doenças transmissíveis e taxas de 10 e 5 vezes maiores de incapacidade, respectivamente em homens e mulheres (OMS, 2004). Alguns desses agravos podem estar associados a elevadas concentrações de Hg no organismo humano devido ao elevado consumo de peixes carnívoros, os quais normalmente apresentam concentrações em seus tecidos acima dos níveis permitidos para consumo humano.

No Brasil, a hipertensão afeta mais de 30 milhões de brasileiros (36% dos homens adultos e 30% das mulheres) e é o mais importante fator de risco para o desenvolvimento das doenças cardiovasculares (DCV), com destaque para o AVC e o infarto do miocárdio, as duas maiores causas isoladas de mortes no país (2010). A hipertensão é considerada um dos principais fatores de risco (FR) modificáveis e, um dos mais importantes problemas de saúde pública. A mortalidade por doença cardiovascular (DCV) aumenta progressivamente com a elevação da pressão arterial (PA) a partir de 115/75 mmHg de forma linear, contínua e independente (SBS, 2006). No Brasil, alguns estudos reportam a

prevalência de hipertensão arterial sistêmica (HAS), uma doença multifatorial, com uma prevalência de 22% a 44% na população adulta (SBS< 2006/). As DCV são ainda responsáveis por alta frequência de internações, ocasionando custos médicos e socioeconômicos elevados. Em 2009 foram registradas 91.970 internações por DCV no Sistema Único de Saúde (SUS) resultando em um custo de R\$ 165.461.644,33 (DBH 2010).

No presente estudo este fator de risco foi investigado porque a mudanças de local de residência, hábitos sociais e culturais, condições socioeconômicas e ambientais podem influenciar diretamente na pressão arterial dos indivíduos sob estas mudanças. Além destes fatores, o mercúrio é conhecido por apresentar uma relação entre seu nível no sangue e no cabelo, com a elevação de pressão arterial (FILLION et al, 2006, VALERA et al, 2009). Na tabela 6.18 verifica-se a maior proporção de indivíduos com pressão arterial normal na margem direita (90% para PA sistólica e 86% para PA diastólica) e esquerda (85% para PA sistólica e 72,8% para PA diastólica) do rio Madeira.

Nos ribeirinhos da margem direita maiores de 16 anos, observa-se maior proporção de homens com hipertensão sistólica (>140 mmHg) quando comparados às mulheres residentes na mesma margem. Nota-se ainda que, proporcionalmente, há uma maior ocorrência de hipertensão diastólica quando comparada da hipertensão sistólica para ambos os sexos. A margem esquerda apresentou maior número de indivíduos com hipertensão arterial sistólica e diastólica (140 x 90 mmHg) em relação margem direita. Homens apresentaram maior proporção de hipertensão quando comparados à hipertensão em mulheres, com 12% de hipertensos (PA sistólica) e 20% de hipertensos (PA diastólica).

Tabela 6. 18. Distribuição percentual da pressão arterial sistólica e diastólica, segundo margem e gênero em população residente (maiores de 16 anos) nas margens do rio Madeira (Porto Velho, 2011).

			Masculino		Feminino		Total	
			N	%	N	%	N	%
Direita	PA - Sistólica	Normal	104	92,9	127	94,1	231	93,5
		Hipertenso	08	7,1	08	5,9	16	6,5

		Total	112	100	135	100	247	100
	PA - Diastólica	Normal	95	86,4	119	88,1	214	87,3
		Hipertenso	15	13,6	16	11,9	31	12,7
		Total	110	100	135	100	245	100
Esquerda	PA - Sistólica	Normal	133	85,3	121	86,4	254	85,8
		Hipertenso	23	14,7	19	13,6	42	14,2
		Total	156	100	140	100	296	100
	PA - Diastólica	Normal	119	76,3	114	82	233	72,8
		Hipertenso	37	23,7	25	18	62	20,5
		Total	156	100	139	100	295	100
Total	PA - Sistólica	Normal	237	88,4	248	90,2	485	89,3
		Hipertenso	31	11,6	27	9,8	58	10,7
		Total	268	100	275	100	543	100
	PA - Diastólica	Normal	214	80,5	233	85	447	82,8
		Hipertenso	52	19,5	41	15	93	17,2
		Total	266	100	274	100	540	100

Em relação à faixa etária, na margem direita, aproximadamente 11% dos indivíduos com idade superior a 46 anos apresentam hipertensão sistólica (tabela 6.19). Para PA diastólica, essa proporção foi cerca de 17%. A margem esquerda apresenta 14,2% de indivíduos (maiores 16 anos) com hipertensão arterial sistólica e 21% de hipertensos diastólicos (140 x 90 mmHg). Em indivíduos com mais de 46 anos, residentes na margem esquerda, a proporção de PA sistólica e PA diastólica foi, respectivamente, 29% e 38%.

Tabela 6. 19. Distribuição percentual da pressão arterial sistólica e diastólica, segundo margem e idade em população residente (maiores de 16 anos) nas margens do rio Madeira (Porto Velho, Rondônia).

			16 a 45 anos		Mais de 45 anos		Total	
			N	%	N	%	N	%
Direita	PA - Sistólica	Normal	151	95,6	80	89,9	231	93,5
		Hipertenso	7	4,4	9	10,1	16	6,5
		Total	158	100,0	89	100,0	247	100,0
	PA - Diastólica	Normal	142	91,0	72	80,9	214	87,3
		Hipertenso	14	9,0	17	19,1	31	12,7
		Total	156	100,0	89	100,0	245	100,0

Esquerda	PA - Sistólica	Normal	179	94,2	75	70,8	254	85,8
		Hipertenso	11	5,8	31	29,2	42	14,2
		Total	190	100,0	106	100,0	296	100,0
	PA - Diastólica	Normal	168	88,4	65	61,9	233	79,0
		Hipertenso	22	11,6	40	38,1	62	21,0
		Total	190	100,0	105	100,0	295	100,0
Total	PA - Sistólica	Normal	330	94,8	155	79,5	485	89,3
		Hipertenso	18	5,2	40	20,5	58	10,7
		Total	348	100,0	195	100,0	543	100,0
	PA - Diastólica	Normal	310	89,6	137	70,6	447	82,8
		Hipertenso	36	10,4	57	29,4	93	17,2
		Total	346	100,0	194	100,0	540	100,0

O excesso de peso se associa com maior prevalência de HAS desde idades jovens (BRANDÃO *et al.*, 2004). Na vida adulta, mesmo entre indivíduos fisicamente ativos, incremento de 2,4 kg/m² no índice de massa corporal (IMC) acarreta maior risco de desenvolver hipertensão (BRANDÃO *et al.*, 2004.). No presente estudo, do total de indivíduos com PA aferida e com classificação de IMC, aproximadamente 80% dos indivíduos apresentam-se dentro dos valores normais para PA (120 x 80 mmHg) (tabela 6.20). Observa-se que 72 pessoas residentes da margem direita são classificadas com sobrepeso ou obesidade. Nesse grupo, aproximadamente 9,7% possuem PA sistólica acima de 140 mmHg e 15% PA diastólica acima de 90 mmHg. Destaca-se ainda, o grupo de IMC adequado que apresentou 23% de hipertensão (diastólica). Na margem esquerda, 103 pessoas possuem IMC sobrepeso ou obesidade. Esse grupo apresentou 18% de hipertensos (sistólicos) e 21% de hipertensos (diastólicos). Um fator que pode estar influenciando na obesidade da margem esquerda é o isolamento geográfico com pouca atividade física e hábitos alimentares carregados em gorduras.

Tabela 6. 20. Distribuição percentual da pressão arterial sistólica e diastólica, segundo margem e índice de massa corporal em população residente (maiores de 16 anos) nas margens do rio Madeira (Porto Velho, Rondônia).

			Baixo peso		Adequado		Sobrepeso ou Obesidade		Total	
			N	%	N	%	N	%	N	%
Direita										
PA - Sistólica	Normal		9	90,0	41	91,1	65	90,3	115	90,6
	Hipertenso		1	10,0	4	8,9	7	9,7	12	9,4
	Total		10	100,0	45	100,0	72	100,0	127	100,0
PA - Diastólica	Normal		9	90,0	34	77,3	61	84,7	104	82,5
	Hipertenso		1	10,0	10	22,7	11	15,3	22	17,5
	Total		10	100,0	44	100,0	72	100,0	126	100,0
Esquerda										
PA - Sistólica	Normal		11	78,6	78	87,6	84	81,6	173	84,0
	Hipertenso		3	21,4	11	12,4	19	18,4	33	16,0
	Total		14	100,0	89	100,0	103	100,0	206	100,0
PA - Diastólica	Normal		11	78,6	71	80,7	81	78,6	163	79,5
	Hipertenso		3	21,4	17	19,3	22	21,4	42	20,5
	Total		14	100,0	88	100,0	103	100,0	205	100,0
Total	PA - Sistólica	Normal	20	83,3	119	88,8	149	85,1	288	86,5
		Hipertenso	4	16,7	15	11,2	26	14,9	45	13,5
		Total	24	100,0	134	100,0	175	100,0	333	100,0
	PA - Diastólica	Normal	20	83,3	105	79,5	142	81,1	267	80,7
		Hipertenso	4	16,7	27	20,5	33	18,9	64	19,3
		Total	24	100,0	132	100,0	175	100,0	331	100,0

Na figura 6.24 observa-se que a pressão arterial sistólica mediana em indivíduos acima de 46 anos é maior quando comparada à pressão sistólica naqueles entre 16 a 45 anos. Nesse grupo verifica-se ainda maior variabilidade dos registros de pressão arterial sistólica que apresentou média de 120 mmHg e valores máximos de 182 mmHg. Em relação à pressão arterial diastólica nota-se esse mesmo padrão, com pressão diastólica mediana maior entre indivíduos maiores de 46 anos. Considerando a mediana, 50% indivíduos apresentaram valores de pressão arterial sistólica e diastólica dentro dos limites recomendáveis para pré-hipertensos (PA sistólica menor que 120 e PA diastólica menor 80 mmHg).

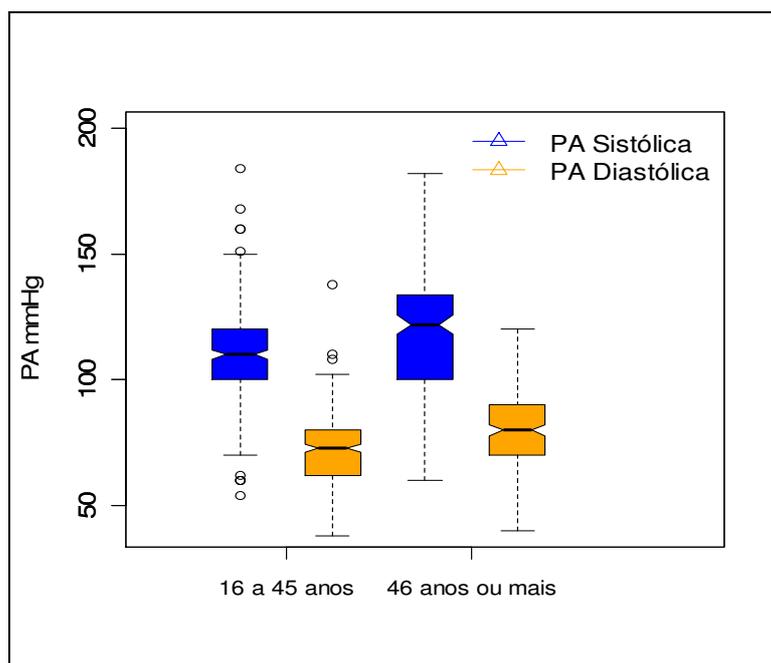


Figura 6. 24. Pressão arterial sistólica e diastólica (mmHg) em residentes das áreas ribeirinhas do rio Madeira (maiores de 16 anos), segundo faixa etária (Porto Velho, 2011).

Estudos reportam que a prevalência global de HAS entre homens e mulheres é similar, embora seja mais elevada nos homens até os 50 anos, invertendo-se a partir desta idade (CESARINO *et al.*, 2008; MARTINEZ *et al.*, 2006). Outra variável estudada em relação à HAS é a cor. Estudos brasileiros identificaram que gênero e cor quando analisados de forma conjunta, podem sugerir que as mulheres negras apresentam HAS de até 130% em relação às brancas (LESSA, 2001). A pressão arterial sistólica e diastólica em indivíduos residentes nas margens do rio Madeira (maiores de 16 anos) também foi analisada segundo sexo, como observado na figura 6.25. A pressão arterial sistólica e diastólica mediana foi maior em indivíduos do sexo masculino. Esse grupo apresentou maior dispersão dos dados, atingindo pressão arterial sistólica e diastólica média de 117 mmHg e 76 mmHg, respectivamente. De todo modo, nota-se ainda que, o sexo feminino apresentou maior valor de pressão arterial sistólica (184 mmHg) e diastólica (138 mmHg).

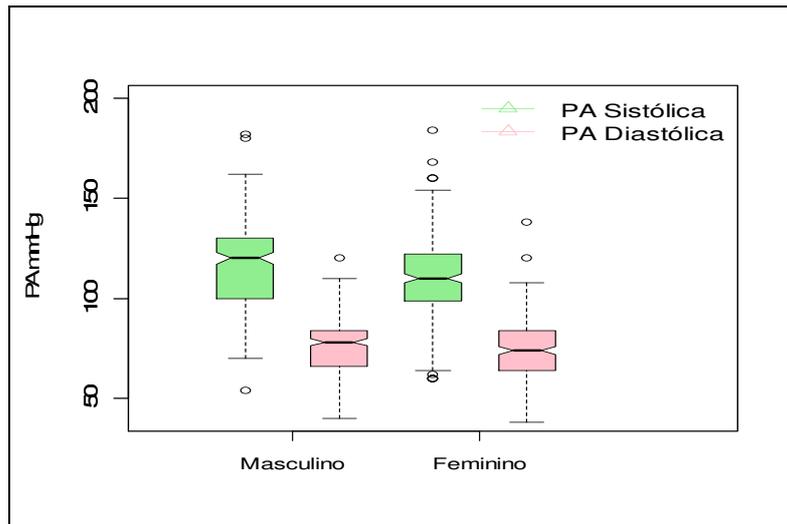


Figura 6. 25. Pressão arterial sistólica e diastólica (mmHg) em residentes (maiores de 16 anos) das áreas ribeirinhas do rio Madeira, segundo sexo (Porto Velho, 2011).

A pressão arterial sistólica e diastólica em indivíduos residentes (maiores de 16 anos) nas margens do rio Madeira também foi analisada segundo margem e faixas etárias (figura 6.26). Nas duas margens, observaram-se PA sistólica mediana maior entre indivíduos com mais de 46 anos, com valores de 120 mmHg na margem direita e 130 mmHg na margem esquerda. Este último representando medida de pré-hipertensos, ou seja, 50% dos indivíduos residentes na margem esquerda, com idade superior a 46 anos possui PA sistólica abaixo de 130 mmHg. Nas medidas da PA diastólica, observa-se o mesmo padrão, com valores maiores entre os indivíduos maiores de 46 anos. Nota-se ainda que as medidas de PA diastólica foram maiores para aqueles residentes na margem esquerda, com valor medianos de 78 mmHg com idade entre 16 a 45 anos e de 84 mmHg em maiores de 46 anos.

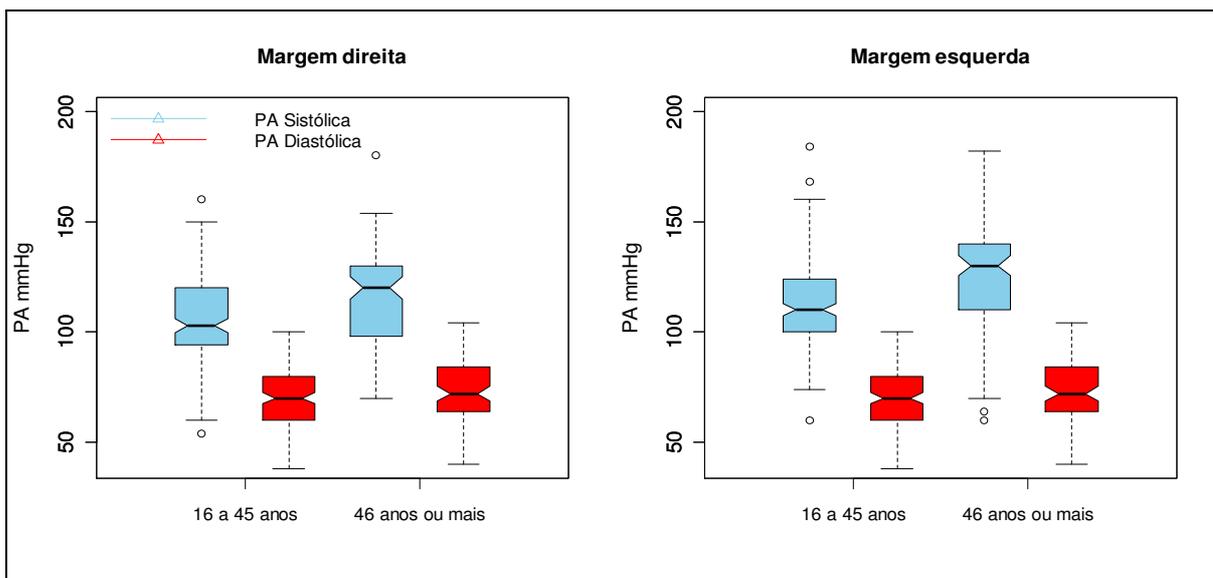


Figura 6. 26. Pressão arterial sistólica e diastólica (mmHg) em residentes nas margens do rio Madeira, segundo faixa etária (Porto Velho, 2010).

A pressão arterial sistólica e diastólica em indivíduos residentes (maiores de 16 anos) nas margens do rio Madeira também foi analisada segundo margem e sexo (figura 6.27). Nas duas margens, observaram-se PA sistólica mediana maior entre indivíduos do sexo masculino, com valores de 110 mmHg na margem direita e 120 mmHg na margem esquerda. Esses resultados mostram que 50% dos indivíduos do sexo masculino estão dentro dos valores normais de pressão arterial sistólica (< 120 mmHg) nas margens esquerda e direita. Nas mulheres, a PA sistólica mediana foi de 104 mmHg e 112 mmHg, na margem direita e esquerda, respectivamente. Ressalta-se ainda que o valor máximo de 184 mmHg para PA sistólica foi observado em uma mulher residente na margem esquerda. As medidas de PA diastólica foram semelhantes entre os gêneros. Na margem direita a PA diastólica mediana foi de, aproximadamente 70 mmHg em ambos os gêneros. Na margem esquerda esse mesmo valor atingiu 80 mmHg. Essas medidas encontram-se dentro dos valores recomendáveis.

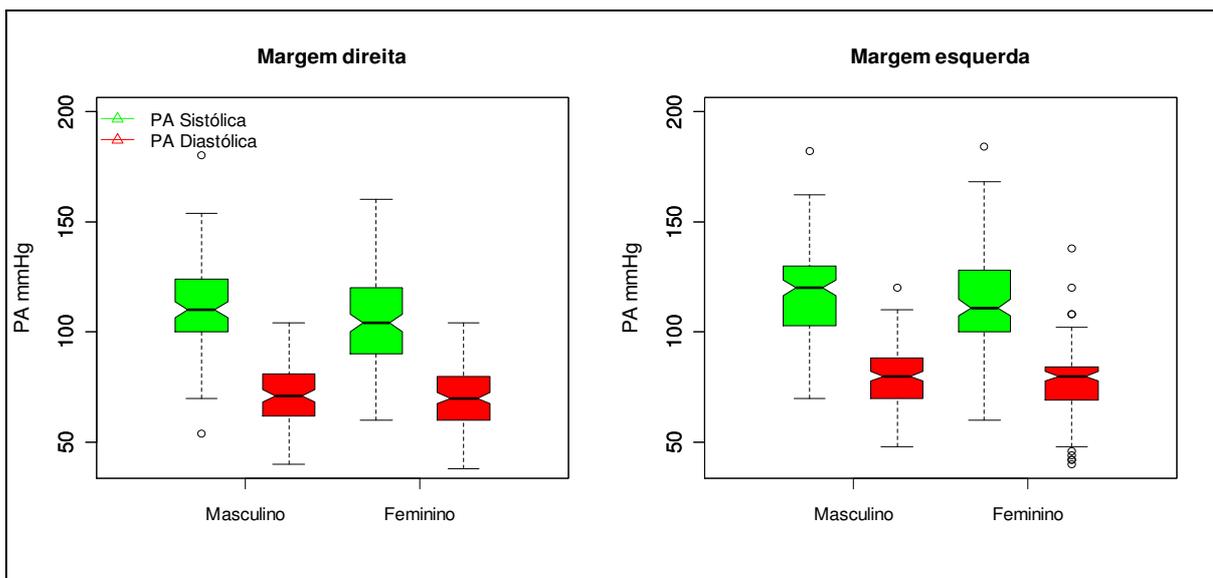


Figura 6. 27. Pressão arterial sistólica e diastólica (mmHg) em adultos residentes nas margens do rio Madeira, segundo sexo (Porto Velho, 2010).

A pressão arterial sistólica e diastólica (PA sistólica e PA diastólica) foi descrita de acordo com o índice de massa corporal (IMC) (figura 6.28). A PA sistólica e o IMC foram avaliados em uma sub-amostra de 332 indivíduos, destes 52% foram classificados como sobrepeso ou obesidade. A PA sistólica média foi maior entre indivíduos com obesidade, com valor mediano de 120 mmHg. No que se refere a PA diastólica, os indivíduos com sobrepeso ou obesidade apresentaram mediana com valor de 80 mmHg.

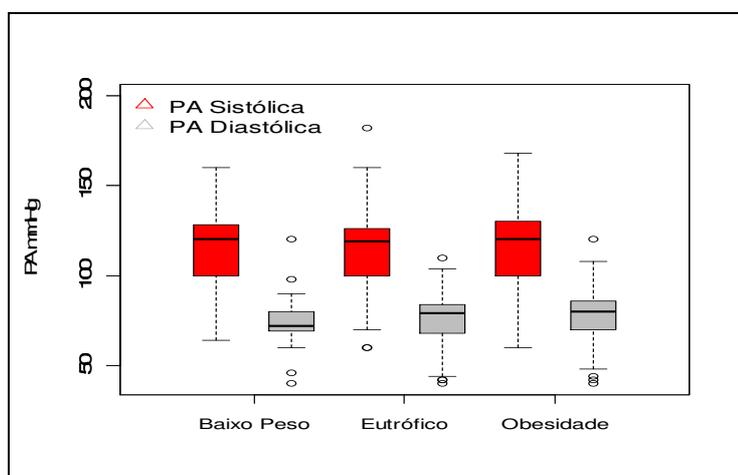


Figura 6. 28. Pressão arterial sistólica e diastólica (mmHg) em residentes (maiores de 16 anos) nas margens do rio Madeira, segundo índice de

massa corporal (IMC) (Porto Velho, 2010).

Na figura 6.29 observa-se a pressão arterial sistólica (mmHg) segundo a margem de residência e o índice de massa corporal (IMC). Na margem direita, a PA sistólica mediana foi maior entre aqueles com IMC adequado, correspondendo ao valor de 120 mmHg. Ainda assim, esse valor encontra-se dentro dos valores de referência (PA sistólica < 120 mmHg). Na margem esquerda, a PA sistólica mediana foi de aproximadamente 120 mmHg para todos as categorias de IMC. No entanto, a PA sistólica média foi maior para aqueles com baixo peso, com 120,3 mmHg. Ainda na margem esquerda, nota-se que o grupo de sobrepeso ou obesos apresentou maior dispersão dos valores em torno da média.

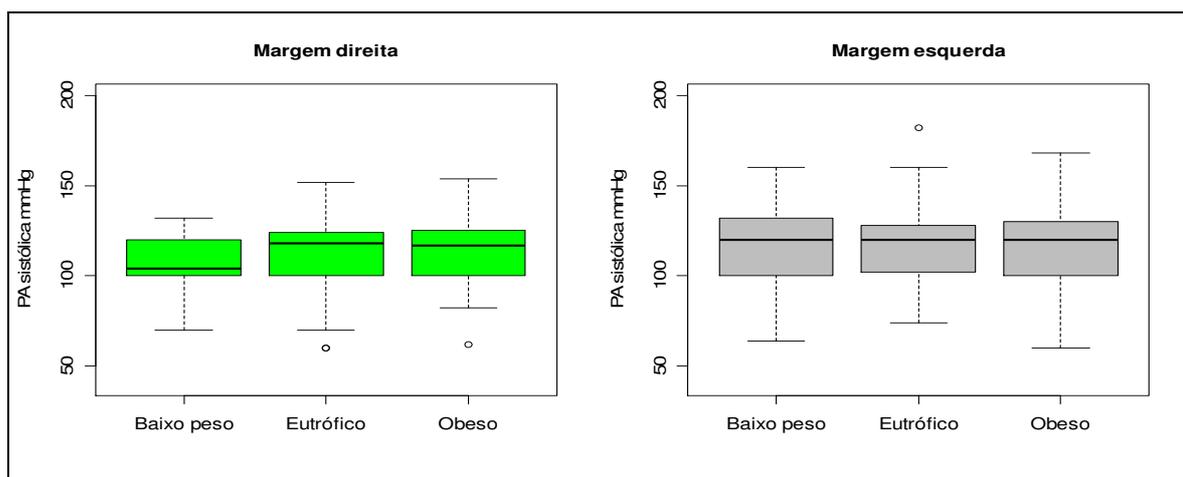


Figura 6. 29. Pressão arterial sistólica (mmHg) em residentes nas margens do rio Madeira, segundo índice de massa corporal (IMC) (Porto Velho, 2011).

A pressão arterial diastólica (mmHg), segundo a margem de residência dos participantes do estudo e o índice de massa corporal (IMC), está apresentada na figura 6.30. Destaca-se o valor máximo encontrado de PA diastólica que foi de 104 mmHg para aqueles com IMC sobrepeso ou obesidade. Na margem esquerda, a PA diastólica mediana quando comparada a PA diastólica na margem direita foi maior, com valor de 80 mmHg para IMC

sobrepeso ou obeso. Na margem esquerda, ressaltam-se ainda os extremos observados de PA diastólica que alcançaram até 120 mmHg em indivíduos com sobrepeso ou obesidade, ultrapassando o valor de referência (PA diastólica \leq 80 mmHg).

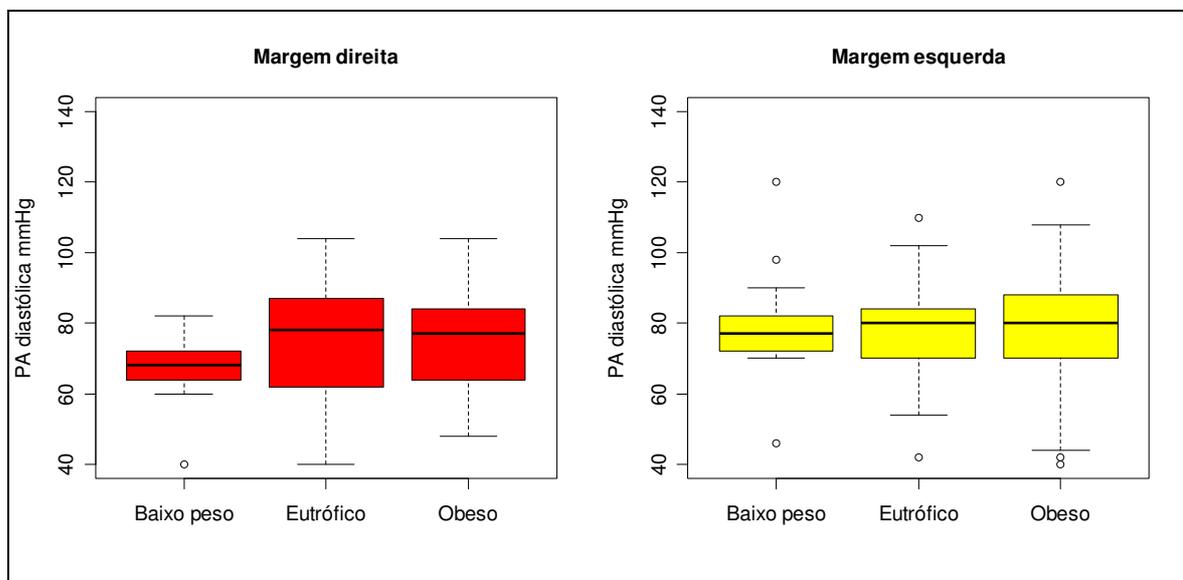


Figura 6. 30. Pressão arterial diastólica (mmHg) em residentes nas margens do rio Madeira, segundo índice de massa corporal (IMC) (Porto Velho, 2010).

6.4.1. MODELO BIVARIADO E MULTIVARIADO PARA AVALIAÇÃO DA PRESSÃO ARTERIAL SISTÓLICA, DIASTÓLICA E SISTÊMICA EM ADULTOS

A hipertensão arterial é uma doença definida pela persistência dos níveis de pressão arterial acima dos valores definidos como limites da normalidade. A pressão arterial elevada pode ser avaliada isoladamente através da pressão arterial sistólica ou diastólica. Consideram-se hipertensão arterial sistólica isolada (HIS) valores iguais ou superiores a 140 mmHg e hipertensão arterial diastólica isolada (HID) medidas maiores ou iguais a 90 mmHg. Da mesma forma, a hipertensão arterial sistêmica (HAS) corresponde a uma pressão arterial sistólica maior ou igual a 140 mmHg e uma pressão arterial diastólica

maior ou igual a 90 mmHg, em indivíduos que não estão fazendo tratamento anti-hipertensivo (BRASIL, 2006).

No diagnóstico da HAS, além dos níveis tensionais, o risco cardiovascular global estimado pela presença dos fatores de risco, a presença de lesões em órgãos-alvo e as comorbidades associadas devem ser avaliados. Entre os fatores de riscos, destacam-se: idade superior a 45 anos, tabagismo, etilismo, colesterol totais, glicemia alterada, índice de massa corporal (IMC) e fatores socioeconômicos, como renda e escolaridade (COSTA *et al.*, 2007; BRASIL, 2006). Alguns estudos têm associado hipertensão à exposição ambiental a poluentes atmosféricos e a níveis elevados de metilmercúrio em cabelo (FILLION *et al.*, 2006; BERTOLLI *et al.*, 2008).

A análise descritiva dos resultados da pressão arterial em indivíduos residentes às margens do rio Madeira, apresenta a distribuição percentual de hipertensos e a análise bivariada usando o modelo de regressão logística, segundo as seguintes dimensões: características individuais; aspectos socioeconômicos; aspectos ambientais com inclusão de variáveis de consumo de peixe e níveis de mercúrio no cabelo; avaliação bioquímica do sangue; e aspectos referentes a condições de saúde foram analisados. Na análise bivariada, as diferenças entre as proporções de hipertensos dentro das categorias foram analisadas pelo teste Qui-quadrado (*Chi square*) e pelas estimativas de razão de chances (*Odds Ratio*). Para HIS e HAS, variáveis com níveis de significância estatística de 0,10 foram analisadas em um modelo de regressão multivariada.

6.4.1.1. DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL E ANÁLISE BIVARIADA DA PRESSÃO ARTERIAL SISTÓLICA EM ADULTOS.

A tabela 6.21 apresenta a distribuição percentual e a razão de chances de indivíduos com hipertensão arterial sistólica (HIS), segundo as características individuais e de hábitos de vida (tabagismo e etilismo). Observa-se que 70% dos HIS possuem idade superior a 45 anos de idade, 58% são obesos e, aproximadamente 90% não possuem comorbidades associadas. As diferenças

nas proporções de HIS foram estatisticamente significantes entre idade (p-valor < 0,001), etilismo mensal (p-valor = 0,022) e comorbidades cardiovasculares (p-valor = 0,076). Indivíduos com idade superior a 45 anos tiveram 8 vezes maior chance de apresentarem HIS quando comparados aqueles com idade entre 19 a 20 anos (OR = 8,00 IC95% 3,07 – 20,82). Para aqueles que consomem álcool, mais de 5 vezes mensais a OR foi de 6,7 para os hipertensos.

Tabela 6. 21. Distribuição percentual e razão de chances (OR) da pressão arterial sistólica de acordo com idade, sexo, índice de massa corporal, tabagismo, etilismo, consumo de fritura e co-morbidades cardiovasculares (Rio Madeira, Porto Velho, 2011).

Variáveis	Pressão arterial sistólica				Chi-square (p-valor)	OR (IC95%)
	Hipertenso		Normotenso			
	N	%	N	%		
Idade					0,000***	
	16 a 29	05	8,6	153	31,5	1,00
	30 a 45	13	22,4	179	36,9	2,22 (0,77 – 6,37)
	> de 45	40	69,0	153	31,5	8,00 (3,07 – 20,82)***
	Total	58	100,0	485	100,0	
Sexo					0,602	
	Masculino	31	53,4	237	48,9	1,00
	Feminino	27	46,6	248	51,1	0,83 – (0,48 – 1,43)
	Total	58	100,0	485	100,0	
IMC					0,579	
	Baixo peso	04	8,9	20	6,9	1,00
	Eutrófico	15	33,3	119	41,3	0,63 (0,19 – 2,09)
	Obeso	26	57,8	149	51,7	0,87 (0,28 – 2,76)
	Total	45	100,0	288	100,0	
Tabagismo					0,658	
	Não	26	44,8	237	48,9	1,00
	Sim	32	55,2	248	51,1	1,76 (0,68 – 2,03)
	Total	58	100,0	485	100,0	
Etilismo (mensal)					0,022**	
	Não	32	55,2	288	61,1	1,00
	Até 5	23	39,7	179	38,0	1,16 (0,66 – 2,04)
	Mais de 5	03	5,2	4	0,8	6,7 (1,44 – 31,51)**
	Total	58	100,0	471	100,0	
Fritura (Semanal)					0,598	
	Menos de 3	43	75,4	335	71,1	1,00
	Mais de 3	14	24,6	136	28,9	0,80 (0,42 – 1,51)

	Total	57	100,0	471	100,0	
Co-morbidade cardiovascular						0,076*
Não	52	89,7	465	95,9		1,00
Sim	06	10,3	20	4,1		2,68 (1,03 – 6,98)**
Total	58	100,0	485	100,0		

*** (p-valor <0,001); ** (p-valor <0,05); * (p-valor <0,10).

Na tabela 6.22 observa-se a distribuição percentual e a razão de chances de indivíduos com HIS, segundo as características socioambientais. Cerca de 70% dos hipertensos residem na margem direita do rio Madeira. As diferenças nas proporções de HIS foram estatisticamente significantes entre margem (p-valor=0,005), área de influência direta da UHE SA (p-valor < 0,001), escolaridade (p-valor = 0,003) e atividade ocupacional (p-valor = 0,024). Residentes a montante da UHE SA apresentaram 70% menos chances de HIS quando comparados aqueles residentes a jusante (OR = 0,31 IC95% 0,18 – 0,55).

Tabela 6. 22. Distribuição percentual e razão de chances (OR) da pressão arterial sistólica de acordo as seguintes características sócio-ambientais: margem em que reside, área de influência da construção da hidrelétrica, exposição ambiental ou ocupacional, escolaridade, atividade ocupacional e renda (Rio Madeira, Porto Velho, 2010).

Variáveis	Pressão arterial sistólica				Chi-square (p-valor)	OR (IC95%)
	Hipertenso		Normotenso			
	N	%	N	%		
Margem em que residem					0,005**	
Direita	16	27,6	231	47,6		1,00
Esquerda	42	72,4	254	52,4		2,39 (1,30 – 4,36)**
Total	58	100,0	485	100,0		
Área de influencia hidrelétrica da					0,000***	
Jusante	30	51,7	122	25,2		1,00
Montante	28	48,3	363	74,8		0,31 (0,18 – 0,55)***
Total	58	100,0	485	100,0		
Exposição ambiental ou ocupacional					0,188	
Não	17	56,7	250	70,0		1,00
Sim	13	43,3	107	30,0		1,79 (0,84 – 3,80)
Total	30	100,0	357	100,0		
Escolaridade (anos estudo) de					0,003**	
Analfabeto	12	20,7	36	7,6		1,00
Até 5	16	27,6	87	18,3		0,55 (0,24 – 1,28)

	6 a 9	11	19,0	135	28,4		0,24 (0,10 – 0,60)**
	10 a 13	06	10,3	76	16,0		0,24 (0,08 – 0,68)**
	Mais de 13	13	22,4	141	29,7		0,28 (0,12 – 0,66)**
	Total	58	100,0	475	100,0		
<hr/>							
Atividade ocupacional						0,024**	
	Pescador	07	13,0	104	22,9		1,00
	Do lar	13	24,1	114	25,1		1,69 (0,65 – 4,41)
	Agricultor ou extrativista	06	18,9	90	19,8		0,99 (0,32 – 3,05)
	Outras	28	51,9	147	32,2		2,82 (1,19 – 6,72)**
	Total	54	100,0	455	100,0		
<hr/>							
Renda (salário mínimo)						0,433	
	Menos de 1	26	48,1	167	39,9		1,00
	1 a 3 salários	22	40,7	185	44,2		0,76 (0,42 – 1,40)
	Mais de 3	6	11,1	67	16,0		0,57 (0,23 – 1,46)
	Total	54	100,0	419	100,0		

*** (p-valor <0,001); ** (p-valor <0,05); * (p-valor <0,10).

Na tabela 6.23 estão apresentadas as distribuições percentuais e a razão de chances de indivíduos com HIS, de acordo com o local de nascimento (estado de Rondônia e outros), tempo de moradia em áreas ribeirinhas, frequência de consumo de peixe semanal e níveis de mercúrio no organismo humano, tendo como indicador de exposição a concentração de mercúrio no cabelo (pontos de corte 6 ppm, 15 ppm e 50 ppm). Aproximadamente 50% dos indivíduos residem em áreas ribeirinhas há mais de 10 anos e 42% consomem peixe de 1 a 3 vezes por semana. Em relação aos níveis de mercúrio no cabelo, 40% dos HIS possuem valores acima de 6 ppm. Indivíduos hipertensos com valores médios de mercúrio acima de 50 ppm apresentaram 21% maior chance de HIS comparados aqueles com níveis menores que 50 ppm, mas esses resultados não foram estatisticamente significantes.

Tabela 6. 23. Distribuição percentual e razão de chances (OR) das condições da pressão arterial sistólica de acordo local de nascimento (Rondônia), tempo de moradia em áreas ribeirinhas, consumo de peixe semanal e níveis de mercúrio (pontos de corte 6 ppm, 15 ppm e 50 ppm) (Rio Madeira, Porto Velho, 2010).

Variáveis	Pressão arterial sistólica				Chi-square (p-valor)	OR (IC95%)
	Hipertenso		Normotenso			
	N	%	N	%		
Nasceu em Rondônia						
Não	27	46,6	186	38,5	0,297	1,00
Sim	31	53,4	297	61,5		0,72 (0,42 – 1,24)
Total	58	100,0	483	100,0		
Tempo que reside em áreas ribeirinhas						
Até 1 ano	17	30,9	87	19,0	0,142	1,00
1 a 3 anos	03	5,5	44	9,6		0,35 (0,10 – 1,25)
3 a 10 anos	08	14,5	97	21,1		0,42 (0,17 – 1,03)*
Mais de 10 anos	27	49,1	231	50,3		0,60 (0,31 – 1,15)
Total	55	100,0	459	100,0		
Consumo de peixe (semanal)						
Nunca ou 1 vez a cada mês	10	17,5	109	22,7	0,324	1,00
1 a 3 vezes	24	42,1	154	32,0		1,70 (0,78 – 3,69)
Mais de 3 vezes	15	26,3	117	24,3		1,40 (0,60 – 3,24)
Diariamente	08	14,0	101	21,0		0,86 (0,33 – 2,27)
Total	57	100,0	481	100,0		
Mercúrio						
Abaixo de 6 ppm	33	58,9	272	57,5	0,951	1,00
Acima de 6 ppm	23	41,1	201	42,5		0,94 (0,54 – 1,65)
Total	56	100,0	473	100,0		
Mercúrio						
Abaixo de 15 ppm	49	87,5	397	83,9	0,617	1,00
Acima de 15 ppm	07	12,5	76	16,1		0,74 (0,32 – 1,70)
Total	56	100,0	473	100,0		
Mercúrio						
Abaixo de 50 ppm	55	98,2	466	98,5	0,678	1,00
Acima de 50 ppm	01	1,8	07	1,5		1,21 (0,15 – 10,02)
Total	56	100,0	473	100,0		

*** (p-valor <0,001); ** (p-valor <0,05); * (p-valor <0,10).

As condições da pressão arterial sistólica de acordo com os níveis séricos de colesterol total, triglicerídeos, glicemia, ferro, hemoglobina e contagem de linfócitos foram descritas na tabela 6.24. As diferenças percentuais de pressão

arterial sistólica elevada foram significantes ao nível de 5% para as seguintes variáveis: triglicerídeos, glicemia, ferro sérico e contagem de linfócitos. Indivíduos com nível de triglicerídeos elevado (acima de 150 mg/%) apresentaram 3,6 (IC95% 1,83 – 6,79) maior chance de HIS quando comparados aqueles com valores desejáveis de triglicerídeos (abaixo de 150 mg/%). Uma relação positiva também foi observada para aqueles com hiperglicemia (OR= 2,33 IC95% 1,22 – 4,45) e contagem de linfócitos alterada, (OR=2,07 IC95% 1,12 – 3,82) comparadas as suas categorias de referência. Um efeito protetor foi verificado para aqueles com níveis séricos de ferro alterado, cuja OR foi de 0,23 (IC95% 0,08 – 0,67).

Tabela 6. 24. Distribuição percentual e razão de chances (OR) das condições da pressão arterial sistólica de acordo os níveis séricos de colesterol total, triglicerídeos, glicemia, ferro, hemoglobina e contagem de linfócitos (Rio Madeira, Porto Velho, 2011).

Variáveis	Pressão arterial sistólica				Chi-square (p-valor)	OR (IC95%)
	Hipertenso		Normotenso			
	N	%	N	%		
Colesterol						
Desejável	34	70,8	255	81,5	0,127	1,00
Limitrofe elevado	14	29,2	58	18,5		1,81 (0,91 – 3,59)*
Total	48	100,0	313	100,0		
Triglicerídeos						
Desejável	29	60,4	264	84,3	0,000***	1,00
Elevado	19	39,6	49	15,7		3,53 (1,83 – 6,79)***
Total	48	100,0	313	100,0		
Glicemia						
Normal	30	62,5	249	79,6	0,015**	1,00
Hiperglicemia	18	37,5	64	20,4		2,33 (1,22 – 4,45)**
Total	48	100,0	313	100,0		
Ferro sérico						
Normal	44	91,7	225	71,9	0,006**	1,00
Alterado	04	8,3	88	28,1		0,23 (0,08 – 0,67)**
Total	48	100,0	313	100,0		
Hemoglobina						
Normal	37	77,1	214	68,4	0,292	1,00
Alterado	11	22,9	99	31,6		0,64 (0,31 – 1,31)
Total	48	100,0	313	100,0		
Linfócitos						
Normal	24	50,0	211	67,4	0,028**	1,00

Alterado	24	50,0	102	32,6	2,07 (1,12 – 3,82)**
Total	48	100,0	313	100,0	

*** (p-valor <0,001); ** (p-valor <0,05); * (p-valor <0,10).

Algumas variáveis relacionadas à atenção a saúde foram descritas na tabela 6.25. Verifica-se que HIS esteve associada à morbidade referida em relação à diabetes (OR=3,18 IC95% 1,15 – 8,84). Indivíduos que relataram tomar remédio às vezes para HIS apresentaram menor chance de possuírem HIS comparados aqueles que relataram tomar medicação diariamente (OR=0,37 IC95% 0,14 – 0,98).

Tabela 6. 25. Distribuição percentual e razão de chances (OR) das condições da pressão arterial sistólica de acordo as seguintes características de atenção a saúde: se faz uso e frequência de medicação, problemas nos nervos, profissional de saúde relatou pressão alta, colesterol e diabetes, procura e motivo de assistência médica (Rio Madeira, Porto Velho, 2011).

Variáveis	Pressão arterial sistólica				Chi-square (p-valor)	OR (IC95%)	
	Hipertenso		Normotenso				
	N	%	N	%			
Está tomando remédio	Não	27	48,2	274	61,9	0,069*	1,00 1,74 (1,00 – 3,04)*
	Sim	29	51,8	169	38,1		
	Total	56	100,0	443	100,0		
Frequência em que toma o remédio					0,099*		
	Diariamente	19	70,4	80	48,2		1,00
	Semanalmente	02	7,4	18	10,8		0,46 (0,01 – 2,19)
	As vezes	06	22,2	68	41,0		0,37 (0,14 – 0,98)**
	Total	27	100,0	166	100,0		
Algum profissional disse HAS					0,003**		
	Não	38	66,7	359	83,9		1,00
	Sim	19	33,3	69	16,1		2,60 (1,42 – 4,77)**
	Total	57	100,0	428	100,0		
Algum profissional disse colesterol alto					0,060*		
	Não	28	70,0	221	83,7		1,00
	Sim	12	30,0	43	16,3		2,20 (1,04 – 4,67)**
	Total	40	100,0	264	100,0		
Algum profissional disse diabetes					0,046**		
	Não	30	83,3	239	94,1		1,00
	Sim	06	16,7	15	5,9		3,18 (1,15 – 8,84)
	Total	36	100,0	254	100,0		
Problema					0,156		

de nervos	Não	47	85,5	363	75,9	1,00 0,54 (0,25 – 1,17)
	Sim	08	14,5	115	24,1	
	Total	55	100,0	478	100,0	
<hr/>						
Tempo em que procurou assistência médica						0,267
	Até 30 dias	20	34,5	177	36,8	1,00
	1 mês a 1 ano	28	48,3	202	42,0	1,23 (0,67 – 2,25)
	Mais de 1 ano	08	13,8	97	20,2	0,73 (0,31 – 1,72)
	Nunca	02	3,4	5	1,0	3,54 (0,64 – 19,45)
Total	58	100,0	481	100,0		
<hr/>						
Motivo da consulta						0,019**
	Doença	18	31,6	173	37,3	1,00
	Consulta de rotina	36	63,2	213	45,9	1,62 (0,89 – 2,96)
	Outros motivos	03	5,3	78	16,8	0,37 (0,11 – 1,29)
	Total	57	100,0	464	100,0	

*** (p-valor <0,001); ** (p-valor <0,05); * (p-valor <0,10).

6.4.1.2. AVALIAÇÃO DA PRESSÃO ARTERIAL DIASTÓLICA EM ADULTOS

A tabela 6.26 apresenta a distribuição percentual e a razão de chances de indivíduos com hipertensão arterial diastólica (HID), segundo as características individuais e os hábitos de vida. Nota-se que 60% dos HID possuem idade superior a 45 anos de idade e fumam ou já fumaram. As diferenças nas proporções de HID foram estatisticamente significantes para idade (p-valor < 0,001). Indivíduos com idade superior a 45 anos tiveram 5,5 (IC95% 2,74 – 10,82) vezes maior chance de apresentarem HID quando comparados aqueles com idade entre 19 a 20 anos.

Tabela 6. 26. Distribuição percentual e razão de chances (OR) das condições da pressão arterial diastólica de acordo com idade, sexo, índice de massa corporal, tabagismo, etilismo, consumo de fritura e comorbidades cardiovasculares (Rio Madeira, Porto Velho, 2010).

Variáveis	Pressão arterial diastólica				Chi-square (p-valor)	OR (IC95%)
	Hipertenso		Normotenso			
	N	%	N	%		
Idade					0,000 ***	
	16 a 29	11	11,8	146	32,7	1,00
	30 a 45	26	28,0	165	36,9	2,09 (1,00 – 4,38)

	Mais de 45	56	60,2	136	30,4		5,46 (2,74 – 10,8)***
	Total	93	100,0	447	100,0		
Sexo							0,195
	Masculino	52	55,9	214	47,9		1,00
	Feminino	41	44,1	233	52,1		0,72 (0,46 – 1,13)
	Total	93	100,0	447	100,0		
IMC							0,886
	Baixo peso	04	6,3	20	7,5		1,00
	Eutrófico	27	42,2	105	39,3		1,28 (0,41 – 4,08)
	Obeso	33	51,6	142	53,2		1,16 (0,37 – 3,63)
	Total	64	100,0	267	100,0		
Tabagismo							0,200
	Não	39	41,9	223	49,9		1,00
	Sim	54	58,1	224	50,1		1,38 (0,87 – 2,16)
	Total	93	100,0	447	100,0		
Etilismo (mensal)							0,663
	Não	53	57,6	264	60,8		1,00
	Até 5 vezes	37	40,2	165	38,0		1,12 (0,70 – 1,77)
	Mais de 5 vezes	02	2,2	05	1,2		1,99 (0,55 – 10,54)
	Total	92	100,0	434	100,0		
Fritura (semanal)							0,845
	Até 3 vezes	65	73,0	311	71,3		1,00
	Mais de 3 vezes	24	27,0	125	28,7		0,92 (0,55 – 1,53)
	Total	89	100,0	436	100,0		
Co-morbidade cardiovascular							0,282
	Não	86	92,5	428	95,7		1,00
	Sim	07	7,5	19	4,3		1,83 (0,75 – 4,50)
	Total	93	100,0	447	100,0		

*** (p-valor <0,001); ** (p-valor <0,05); * (p-valor <0,10).

As diferenças nas proporções de HID foram estatisticamente significantes (p-valor < 0,005) entre margens, escolaridade e renda (tabela 6.27). Aproximadamente 70% dos HID residem na margem direita do rio Madeira, 43% são analfabetos ou possuem até 5 anos de estudo e 55% apresentam renda menor que 1 salário mínimo. Indivíduos residentes da margem direita possuem 84% (IC95% 1,15 – 2,94) maiores chances de apresentarem HID quando comparados aqueles residentes da margem esquerda. Para aqueles com escolaridade maior que 13 anos de estudo e renda maior que 3 salários mínimos apresentaram 70% e 60% menores chances de possuírem HID, respectivamente, se compararmos suas categorias de referências.

Tabela 6. 27. Distribuição percentual e razão de chances (OR) das condições da pressão arterial diastólica de acordo as seguintes características sócio-ambientais: margem em que reside, área de influência da construção da hidrelétrica, exposição ambiental ou ocupacional, escolaridade, atividade ocupacional e renda (Rio Madeira, Porto Velho, 2011).

Variáveis	Pressão arterial diastólica				Chi-square (p-valor)	OR (IC95%)
	Hipertenso		Normotenso			
	N	%	N	%		
Margem em que residem					0,014**	
	Direita	31	33,3	214	47,9	1,00
	Esquerda	62	66,7	233	52,1	1,84 (1,15 – 2,94)**
	Total	93	100,0	447	100,0	
Área de influência hidrelétrica					0,10*	
	Jusante	33	35,5	118	26,4	1,00
	Montante	60	64,5	329	73,6	0,65 (0,41 – 1,05)*
	Total	93	100,0	447	100,0	
Exposição ambiental ou ocupacional					0,249	
	Não	37	61,7	228	70,2	1,00
	Sim	23	38,3	97	29,8	1,46 (0,82 – 2,60)
	Total	60	100,0	325	100,0	
Escolaridade (anos estudo)					0,004**	
	Analfabeto	13	14,1	34	7,8	1,00
	Até 5	27	29,3	76	17,4	0,93 (0,43 – 2,02)
	6 a 9	21	22,8	124	28,3	0,44 (0,20 – 0,97)**
	10 a 13	15	16,3	67	15,3	0,58 (0,25 – 1,37)
	Mais de 13	16	17,4	137	31,3	0,30 (0,13 – 0,69)**
	Total	92	100,0	438	100,0	
Atividade ocupacional					0,176	
	Pescador	14	16,5	97	23,0	1,00
	Do lar	17	20,0	109	25,9	1,08 (0,51 – 2,31)
	Agricultor ou extrativista	17	20,0	78	18,5	1,51 (0,70 – 3,25)
	Outras	37	43,5	137	32,5	1,87 (0,96 – 3,65)*
	Total	85	100,0	421	100,0	
Renda (salário mínimo)					0,011**	
	Menos de 1	45	55,6	147	37,8	1,00
	1 a 3 salários	28	34,6	177	45,5	0,52 (0,30 – 0,87)**
	Mais de 3	08	9,9	65	16,7	0,40 (0,18 – 0,90)**
	Total	81	100,0	389	100,0	

*** (p-valor <0,001); ** (p-valor <0,05); * (p-valor <0,10).

A distribuição percentual e razão de chances (OR) das condições da pressão arterial diastólica de acordo com local de nascimento (Rondônia), tempo de moradia em áreas ribeirinhas, consumo de peixe semanal e níveis de mercúrio (pontos de corte 6 ppm, 15 ppm e 50 ppm) foram descritas na tabela 6.28. As diferenças nas proporções de HID foram significantes ao nível de 10% entre aqueles que nasceram ou não em Rondônia (p-valor = 0,067).

Tabela 6. 28. Distribuição percentual e razão de chances (OR) das condições da pressão arterial diastólica de acordo com local de nascimento (Rondônia), tempo de moradia em áreas ribeirinhas, consumo de peixe semanal e níveis de mercúrio (pontos de corte 6 ppm, 15 ppm e 50 ppm) (Rio Madeira, Porto Velho, 2011).

Variáveis	Pressão arterial diastólica				Chi-square (p-valor)	OR (IC95%)
	Hipertenso		Normotenso			
	N	%	N	%		
Nasceu em Rondônia						
Não	45	48,4	167	37,5	0,067*	1,00
Sim	48	51,6	278	62,5		0,64 (0,41 – 1,00)*
Total	93	100,0	445	100,0		
Tempo que reside em áreas ribeirinhas						
Até 1 ano	20	22,5	83	19,6	0,735	1,00
1 a 3 anos	07	7,9	39	9,2		0,75 (0,29 – 1,90)
3 a 10 anos	15	16,9	90	21,3		0,69 (0,33 – 1,44)
Mais de 10 anos	47	52,8	211	49,9		0,92 (0,52 – 1,65)
Total	89	100,0	423	100,0		
Consumo de peixe (semanal)						
Nunca ou 1 vez a cada mês	18	19,6	100	22,5	0,910	1,00
1 a 3 vezes	30	32,6	148	33,3		1,13 (0,59 – 2,12)
Mais de 3 vezes	24	26,1	107	24,1		1,25 (0,64 – 2,43)
Diariamente	20	21,7	89	20,0		1,25 (0,62 – 2,50)
Total	92	100,0	444	100,0		
Mercúrio						
Abaixo de 6 ppm	58	63,0	244	56,2	0,277	1,00
Acima de 6 ppm	34	37,0	190	43,8		0,75 (0,47 – 1,20)
Total	92	100,0	434	100,0		
Mercúrio						
Abaixo de 15 ppm	81	88,0	362	83,4	0,342	1,00
Acima de 15 ppm	11	12,0	72	16,6		0,68 (0,35 – 1,35)
Total	92	100,0	434	100,0		
Mercúrio						
Abaixo de 50 ppm	91	98,9	427	98,4	0,925	1,00

Acima de 50 ppm	01	1,1	07	1,6	0,67 (0,08 – 5,51)
Total	92	100,0	434	100,0	

*** (p-valor <0,001); ** (p-valor <0,05); * (p-valor <0,10).

As condições da pressão arterial diastólica de acordo os níveis séricos de colesterol total, triglicerídeos, glicemia, ferro, hemoglobina e contagem de linfócitos foram descritas na tabela 6.29. As diferenças percentuais de pressão arterial diastólica elevada foram significantes ao nível de 10% para triglicerídeos (p-valor = 0,075) e ao nível de 5% para glicemia (p-valor = 0,004). A OR de 1,8 (IC95% 1,00 – 3,27) foi verificada para aqueles com triglicerídeos elevado (acima de 150 mg/%) quando comparados aqueles com níveis desejáveis. Hiperglicêmicos (valores acima de 99) apresentaram maiores chances de HID em relação aqueles com glicemia normal (OR=2,35 IC95% 1,35 – 4,09).

Tabela 6. 29. Distribuição percentual e razão de chances (OR) das condições da pressão arterial diastólica de acordo os níveis séricos de colesterol total, triglicerídeos, glicemia, ferro, hemoglobina e contagem de linfócitos (Rio Madeira, Porto Velho, 2010).

Variáveis	Pressão arterial diastólica				Chi-square (p-valor)	OR (IC95%)
	Hipertenso		Normotenso			
	N	%	N	%		
Colesterol					0,458	
Desejável	58	76,3	230	81,0		1,00
Limitrofe elevado	18	23,7	54	19,0		1,32 (0,72 – 2,42)
Total	76	100,0	284	100,0		
Triglicerídeos					0,075*	
Desejável	56	73,7	237	83,5		1,00
Elevado	20	26,3	47	16,5		1,80 (1,00 – 3,27)*
Total	76	100,0	284	100,0		
Glicemia					0,004**	
Normal	49	64,5	230	81,0		1,00
Hiperglicemia	27	35,5	54	19,0		2,35 (1,35 – 4,09)**
Total	76	100,0	284	100,0		
Ferro sérico					0,145	
Normal	62	81,6	206	72,5		1,00
Alterado	14	18,4	78	27,5		0,60 (0,31 – 1,12)
Total	76	100,0	284	100,0		

Hemoglobina						0,109	
Normal	59	77,6	191	67,3		1,00	
Alterado	17	22,4	93	32,7		0,59 (0,33 – 1,07)	
Total	76	100,0	284	100,0			
Linfócitos						0,265	
Normal	45	59,2	190	66,9		1,00	
Alterado	31	40,8	94	33,1		1,39 (0,83 – 2,342)	
Total	76	100,0	284	100,0			

*** (p-valor <0,001); ** (p-valor <0,05); * (p-valor <0,10).

Nota-se ainda diferença estatisticamente significativa da proporção de HID entre aqueles em que ouviram de profissionais de saúde possuir colesterol alto (p-valor = 0,051). A associação entre HID e se algum profissional de saúde já relatou presença colesterol alto foi de 2,06 (IC95% 1,05 – 4,03) (tabela 6.30).

Tabela 6. 30. Distribuição percentual e razão de chances (OR) das condições da pressão arterial diastólica de acordo as seguintes características da assistência a saúde (Porto Velho, 2011).

Variáveis	Pressão arterial diastólica				Chi-square (p-valor)	OR (IC95%)	
	Hipertenso		Normotenso				
	N	%	N	%			
Faz uso de medicamento	Não	48	56,5	250	60,8	0,532	1,00
	Sim	37	43,5	161	39,2		
	Total	85	100,0	411	100,0		
Frequência em que toma medicamento	Diariamente	18	51,4	81	51,3	0,664	1,00
	Semanalmente	05	14,3	15	9,5		
	Às vezes	12	34,3	62	39,2		
	Total	35	100,0	158	100,0		
Algum profissional disse HAS	Não	68	76,4	327	83,0	0,192	1,00
	Sim	21	23,6	67	17,0		
	Total	89	100,0	394	100,0		
Algum profissional disse colesterol alto	Não	41	71,9	206	84,1	0,051*	1,00
	Sim	16	28,1	39	15,9		
	Total	57	100,0	245	100,0		
Algum profissional	Não	44	88,0	224	93,7	0,263	1,00

disse diabetes	Sim	06	12,0	15	6,3	2,04 (0,75 – 5,53)
	Total	50	100,0	239	100,0	
<hr/>						
Problema de nervos						0,152
	Não	75	83,3	333	75,7	1,00
	Sim	15	16,7	107	24,3	0,62 (0,34 – 1,12)
	Total	90	100,0	440	100,0	
<hr/>						
Tempo em que procurou assistência médica						0,733
	Até 30 dias	35	37,6	162	36,6	1,00
	1 mês a 1 ano	36	38,7	192	43,3	0,88 (0,52 – 1,44)
	Mais de 1 ano	20	21,5	84	19,0	1,10 (0,60 – 2,03)
	Nunca	02	2,2	05	1,1	1,85 (0,34 – 9,93)
	Total	93	100,0	443	100,0	
<hr/>						
Motivo da consulta						0,068*
	Doença	34	37,8	156	36,4	1,00
	Consulta de rotina	49	54,4	198	46,3	1,13 (0,70 – 1,84)
	Outros motivos	07	7,8	74	17,3	0,43 (0,18 – 1,02)*
	Total	90	100,0	428	100,0	

*** (p-valor <0,001); ** (p-valor <0,05); * (p-valor <0,10).

6.4.1.3. AVALIAÇÃO DA PRESSÃO ARTERIAL SISTÊMICA EM ADULTOS

A tabela 6.31 apresenta a distribuição percentual e a razão de chances de indivíduos com hipertensão arterial sistêmica (HAS), segundo as características individuais e de hábitos de vida (tabagismo e etilismo). Observa-se que 62% dos HAS possuem idade superior a 45 anos de idade, 57% são do sexo masculino e 53% possuem IMC classificado na categoria de obesos. A ingestão de álcool por períodos prolongados de tempo pode aumentar a PA e a mortalidade cardiovascular e geral. Em populações brasileiras, o consumo excessivo de álcool se associa com a ocorrência de HAS de forma independente das características demográficas (MATOS *et al.*, 2004).

As diferenças nas proporções de HIS foram estatisticamente significantes entre idade (p-valor < 0,05), sexo (p-valor < 0,05) e comorbidades cardiovasculares (p-valor < 0,1). Indivíduos com idade superior a 45 anos tiveram 6 vezes mais chances de apresentarem HAS quando comparados aqueles com idade entre 16 a 20 anos (IC95% 3,13 – 11,26). Enquanto,

mulheres mostraram 32% menor chance de HAS quando comparadas aos homens (OR=0,68, IC95% 0,44 – 1,04).

Tabela 6. 31. Distribuição percentual e razão de chances (OR) das condições da pressão arterial sistêmica de acordo com idade, sexo, índice de massa corporal, tabagismo, etilismo, consumo de fritura e comorbidades cardiovasculares (Rio Madeira, Porto Velho, 2011).

Variáveis	Pressão arterial sistêmica				Chi-square (p-valor)	OR (IC95%)	
	Hipertenso		Normotenso				
	N	%	N	%			
Idade							
	16 a 29	13	12,1	144	33,3	0,000***	1,00
	30 a 45	27	25,2	164	37,9		1,82 (0,90 – 3,67)*
	Mais de 45	67	62,6	125	28,9		5,94 (3,13 – 11,26)***
	Total	107	100,0	433	100,0		
Sexo							
	Masculino	61	57,0	205	47,3	0,092*	1,00
	Feminino	46	43,0	228	52,7		0,68 (0,44 – 1,04)*
	Total	107	100,0	433	100,0		
IMC							
	Baixo peso	04	5,3	20	7,8	0,748	1,00
	Eutrófico	31	40,8	101	39,6		1,53 (0,49 – 4,83)
	Obeso	41	53,9	134	52,5		1,53 (0,49 – 4,73)
	Total	76	100,0	255	100,0		
Tabagismo							
	Não	45	42,1	217	50,1	0,165	1,00
	Sim	62	57,9	216	49,9		1,38 (0,90 – 2,12)
	Total	107	100,0	433	100,0		
Etilismo (mensal)							
	Não	61	57,5	256	61,0	0,293	1,00
	Até 5 vezes	42	39,6	160	38,1		1,10 (0,71 – 1,71)
	Mais de 5 vezes	03	2,8	4	1,0		3,15 (0,69 – 1,42)
	Total	106	100,0	420	100,0		
Fritura (semanal)							
	Até 3 vezes	76	73,8	300	71,1	0,672	1,00
	Mais de 3 vezes	27	26,2	122	28,9		0,87 (0,54 – 1,42)
	Total	103	100,0	422	100,0		
Comorbidade cardiovascular							
	Não	98	91,6	416	96,1	0,091*	1,00
	Sim	09	8,4	17	3,9		2,25 (0,97 – 5,20)*
	Total	107	100,0	433	100,0		

*** (p-valor <0,001); ** (p-valor <0,05); * (p-valor <0,10).

As diferenças nas proporções de HAS foram estatisticamente significantes entre margem (p-valor = 0,002), área de influência da UHE SA (p-valor < 0,002), escolaridade (p-valor < 0,000), atividade ocupacional (p-valor = 0,086) e renda (p-valor = 0,027). Indivíduos residentes a montante da UHE SA apresentaram 50% menor chance de HAS quando comparados aqueles residentes a jusante da UHE SA (OR=0,49 IC95% 0,32 – 0,77). Ainda, aqueles indivíduos que possuem mais de 13 anos de estudo apresentaram menor chance de HAS (OR=0,24 IC95% 0,11 – 0,51) (tabela 51).

A margem direita parece consumir mais peixe do que a margem esquerda, no entanto, o hábito de comer peixe frito em todas as refeições parece contribuir para reduzir o efeito benéfico da relação consumo de peixe e pressão arterial controlada. A variável anos de estudo mostrou influenciar nos resultados de hipertensão sistêmica.

Tabela 6. 32. Distribuição percentual e razão de chances (OR) das condições da pressão arterial sistêmica de acordo as seguintes características sócio-ambientais: margem em que reside, área de influência da construção da hidrelétrica, exposição ambiental ou ocupacional, escolaridade, atividade ocupacional e renda (Rio Madeira, Porto Velho, 2010).

Variáveis	Pressão arterial sistêmica				Chi-square (p-valor)	OR (IC95%)
	Hipertenso		Normotenso			
	N	%	N	%		
Margem em que residem					0,002**	
	Direita	34	31,8	211	48,7	1,00
	Esquerda	73	68,2	222	51,3	2,04 (1,30 – 3,19)**
	Total	107	100,0	433	100,0	
Área de influência hidrelétrica	de					0,002**
	Jusante	43	40,2	108	24,9	1,00
	Montante	64	59,8	325	75,1	0,49 (0,32 – 0,77)**
	Total	107	100,0	433	100,0	
Exposição ambiental ou ocupacional	ou					0,340
	Não	43	63,2	222	70,0	1,00
	Sim	25	36,8	95	30,0	1,36 (0,78 – 2,35)
	Total	68	100,0	317	100,0	
Escolaridade (anos estudo)	de					0,000***
	Analfabeto	18	17,0	29	6,8	1,00
	Até 5	29	27,4	74	17,5	0,63 (0,30 – 1,30)
	6 a 9	24	22,6	121	28,5	0,32 (0,15 – 0,66)**

	10 a 13	15	14,2	67	15,8		
	Mais de 13	20	18,9	133	31,4		0,36 (0,16 – 0,81)**
	Total	106	100,0	424	100,0		0,24 (0,11 – 0,51)***
<hr/>							
Atividade ocupacional						0,086*	
	Pescador	16	16,2	95	23,3		1,00
	Do lar	20	20,2	106	26,0		1,12 (0,55 – 2,29)
	Agricultor ou extrativista	18	18,2	76	18,7		1,48 (0,71 – 3,08)
	Outras	44	44,4	130	31,9		2,01 (0,21 – 0,94)**
	Total	99	100,0	407	100,0		
<hr/>							
Renda (salário mínimo)						0,027**	
	Menos de 1	50	52,6	142	37,9		1,00
	1 a 3 salários	35	36,8	170	45,3		0,58 (0,36 – 0,95)**
	Mais de 3	10	10,5	63	16,8		0,45 (0,21 – 0,94)**
	Total	95	100,0	375	100,0		

*** (p-valor <0,001); ** (p-valor <0,05); * (p-valor <0,10).

Na tabela 6.33, observa-se que as diferenças percentuais de pressão arterial sistólica elevada foram significantes ao nível de 5% para as seguintes variáveis: triglicerídeos, glicemia, ferro sérico e contagem de linfócitos. Indivíduos com triglicerídeos elevado (acima de 150 mg/%) apresentaram 1,99 (IC95% 1,23 – 3,53) maior chance de HAS quando comparados aqueles com valores desejáveis de triglicerídeos (abaixo de 150 mg/%). Uma relação positiva também foi observada para aqueles com hiperglicemia (OR= 2,24 IC95% 1,31 – 3,83) e um efeito protetor foi verificado para aqueles com níveis séricos de ferro alterado, cuja OR foi de 0,47 (IC95% 0,25 – 0,80).

Tabela 6. 33. Distribuição percentual e razão de chances (OR) das condições da pressão arterial sistêmica de acordo os níveis séricos de colesterol total, triglicerídeos, glicemia, ferro, hemoglobina e contagem de linfócitos (Rio Madeira, Porto Velho, 2010).

Variáveis	Pressão arterial sistêmica				Chi-square (p-valor)	OR (IC95%)
	Hipertenso		Normotenso			
	N	%	N	%		
Colesterol					0,379	
	Desejável	67	76,1	221	81,3	1,00
	Limítrofe ou elevado	21	23,9	51	18,8	1,35 (0,76 – 2,41)
	Total	88	100,0	272	100,0	

Triglicérides					0,025**	
Desejável	64	72,7	229	84,2		1,00
Elevado	24	27,3	43	15,8		1,99 (1,23 – 3,53)**
Total	88	100,0	272	100,0		
Glicemia					0,004**	
Normal	58	65,9	221	81,3		1,00
Hiperglicemia	30	34,1	51	18,8		2,24 (1,31 – 3,83)**
Total	88	100,0	272	100,0		
Ferro sérico					0,025**	
Normal	74	84,1	194	71,3		1,00
Alterado	14	15,9	78	28,7		0,47 (0,25 – 0,88)**
Total	88	100,0	272	100,0		
Hemoglobina					0,151	
Normal	67	76,1	183	67,3		1,00
Alterado	21	23,9	89	32,7		0,64 (0,37 – 1,12)
Total	88	100,0	272	100,0		
Linfócitos					0,074*	
Normal	50	56,8	185	68,0		1,00
Alterado	38	43,2	87	32,0		1,61 (0,98 – 2,64)*
Total	88	100,0	272	100,0		

*** (p-valor <0,001); ** (p-valor <0,05); * (p-valor <0,10).

6.4.1.4. RESULTADOS DOS MODELOS DE REGRESSÃO LOGÍSTICA PARA IDENTIFICAR FATORES DE RISCO PARA HIPERTENSÃO ARTERIAL SISTÊMICA E SISTÓLICA EM ADULTOS

As variáveis relacionadas às características individuais, aspectos socioeconômicos, aspectos ambientais (inclusão de consumo de peixe e níveis de mercúrio no cabelo), avaliação bioquímica e aspectos referentes a condições de saúde foram avaliados por modelos multivariados. Aplicou-se o modelo de regressão logística, usando essas variáveis como explicativas para prever a ocorrência de hipertensão arterial sistêmica (variável resposta). Assim, todas as variáveis consideradas no modelo estão controladas entre si. A medida de associação calculada a partir do modelo logístico é a medida *Odds ratio* ou razão de chances (OR) que nesta análise, diferentes das *Odds ratio* brutas, serão ajustadas pelas demais variáveis.

As variáveis como idade, sexo, IMC (não obeso e obeso), fumo, etilismo, margem em que reside, área de influência da UHE SA, comorbidades cardiovasculares, escolaridade, renda, atividade ocupacional, glicemia, ferro sérico e contagem de linfócitos foram associadas à HIS (tabela 6.34). A variável margem em que reside perdeu significância estatística com a inclusão da variável área de influência da UHE SA. Variáveis como IMC (não obeso e obeso), triglicerídeos e glicose não apresentaram significância estatística, mas configuram-se em fatores preditivos para HIS e foram importantes para avaliação do modelo. Indivíduos com idade superior a 45 anos foram 2,5 vezes mais propensos para ocorrência de níveis pressóricos sistólicos elevados quando comparados aqueles com idade entre 16 a 45 anos ($OR_{ajustada}$ 2,53, IC 95% 1,03 – 6,24). Indivíduos residentes na área montante, com 6 a 10 anos de estudo e níveis séricos de ferro alterado mostraram-se como fatores de proteção, com 56%, 70% e 70% menor chance de possuírem HIS, respectivamente.

Tabela 6. 34. Modelo multivariado entre os fatores associados à hipertensão arterial sistólica (Rio Madeira, Porto Velho, 2010).

	<i>Odds Ratio</i> ($OR_{ajustada}$)	Intervalo de Confiança (IC 95%)	p-valor
Idade			
16 a 45	1,00	1,00	
Mais de 45	2,53	(1,03 – 6,24)	0,043
Sexo			
Masculino	1,00	1,00	
Feminino	0,78	(0,34 – 1,77)	0,554
IMC			
Não obeso	1,00	1,00	
Obeso	1,26	(0,56 – 2,86)	0,571
Área de influencia			
Jusante	1,00	1,00	
Montante	0,44	(0,19 – 0,96)	0,039
Escolaridade (anos de estudo)			
Analfabeto ou até 5 anos	1,00	1,00	
6 anos a 9 anos	0,29	(0,10 – 0,83)	0,021
Mais de 10 anos	0,47	(0,18 – 1,22)	0,124

Triglicerídeos			
Desejável	1,00	1,00	
Elevado	2,09	(0,84 – 5,20)	0,110
Glicemia			
Desejável	1,00	1,00	
Hiperglicemia	1,28	(0,55 – 2,98)	0,571
Ferro sérico			
Normal	1,00	1,00	
Alterado	0,29	(0,08 – 1,08)	0,066

A tabela 6.35 apresenta o modelo de regressão logística dos fatores associados à hipertensão arterial sistêmica. Este modelo foi construído a partir das variáveis com nível de significância de 10% observadas na análise bivariada. Foram incluídas no modelo as seguintes variáveis: idade, sexo, IMC (obeso e não obeso), fumo, etilismo, comorbidades cardiovasculares, margem em que reside, área de influência da UHE SA, escolaridade, renda, ocupação, triglicerídeos, glicose, ferro sérico, contagem de linfócitos e se o participante já teve problemas de nervos. Indivíduos com mais de 45 anos apresentaram 2,8 maior chance de HAS quando comparados aqueles entre 16 a 45 anos. Área de influência montante, escolaridade (anos de estudo) e problemas do sistema nervoso configuram-se como fatores de proteção para HAS quando comparados às suas categorias de referência. Enquanto, fatores de risco como triglicerídeos elevados, hiperglicemia e obesidade foram associados positivamente com HAS, mas não apresentaram significância estatística.

Tabela 6. 35. Modelo multivariado entre os fatores associados à hipertensão arterial sistêmica (Rio Madeira, Porto Velho, 2011).

	<i>Odds Ratio</i> (OR _{ajustada})	Intervalo de Confiança (IC95%)	p-valor
Idade			
16 a 45	1,00	1,00	
Mais de 45	2,80	(1,34 – 5,81)	0,005
Sexo			
Masculino	1,00	1,00	
Feminino	1,05	(0,54 – 2,07)	0,878
IMC			

Não obeso	1,00	1,00	
Obeso	1,05	(0,54 – 2,04)	0,888
Área de influencia			
Jusante	1,00	1,00	
Montante	0,53	(0,27 – 1,00)	0,052
Escolaridade (anos de estudo)			
Analfabeto ou até 5 anos	1,00	1,00	
6 anos a 9 anos	0,33	(0,15 – 0,75)	0,008
Mais de 10 anos	0,44	(0,20 – 0,95)	0,038
Triglicédeos			
Desejável	1,00	1,00	
Elevado	1,28	(0,57 – 2,91)	0,540
Glicemia			
Desejável	1,00	1,00	
Hiperglicemia	1,29	(0,62 – 2,68)	0,494
Problema de nervos			
Normal	1,00	1,00	
Alterado	0,43	(0,18 – 0,99)	0,048

Na quarta etapa desta análise, os níveis de mercúrio e as categorias de IMC foram analisados como fatores modificadores de efeito das variáveis dos modelos multivariados para HIS e HAS, mas não apresentaram resultados estatisticamente significantes.

6.4.2. ANÁLISE DESCRITIVA DA PRESSÃO ARTERIAL SISTÓLICA E DIASTÓLICA EM CRIANÇAS

A pressão arterial foi mensurada em crianças e adolescentes residentes nas margens direita e esquerda do rio Madeira (tabela 6.36). Em geral, aproximadamente 90% das crianças e adolescentes apresentaram PA sistólica e diastólica dentro dos valores de referência. Na margem direita, 11% das crianças e adolescentes foram classificadas como hipertensas na PA sistólica, respectivamente. Os valores de referência para estes grupos são dados conforme a estatura e idade da criança. O número e a proporção de crianças

com PA sistólica e diastólica, categorizada em hipertensa, foram maiores na margem direita.

Tabela 6. 36. Distribuição percentual da pressão arterial sistólica e diastólica em crianças (5 a 12 anos) e adolescentes (12 a 15 anos e 11 meses), segundo as margens do rio Madeira (Porto Velho, 2011).

			Crianças		Adolescentes		Total	
			N	%	N	%	N	%
Direita								
PA-sistólica	Normal		114	89,1	57	89,1	171	89,1
	Hipertenso		14	10,9	07	10,9	21	10,9
	Total		128	100	64	100	192	100
PA-diastólica	Normal		108	84,4	52	81,2	160	83,3
	Hipertenso		20	15,6	12	18,8	32	16,7
	Total		128	100	64	100	192	100
Esquerda								
PA- sistólica	Normal		147	96,1	30	93,8	177	95,7
	Hipertenso		06	3,9	02	6,3	08	4,3
	Total		153	100	49	100	185	100
PA-diastólica	Normal		145	94,8	30	94,6	175	94,6
	Hipertenso		08	5,2	02	6,3	10	5,4
	Total		153	100	32	100	185	100
Total								
PA-sistólica	Normal		261	92,9	87	90,6	348	92,3
	Hipertenso		20	7,1	9	9,4	29	7,7
	Total		281	100	96	100	377	100
PA-diastólica	Normal		253	90,0	82	85,4	335	88,9
	Hipertenso		28	10,0	14	14,6	42	11,1
	Total		281	100	96	100	377	100

A pressão arterial foi mensurada em crianças e adolescentes, de acordo com o sexo e a margem do rio Madeira em que residem (tabela 6.37). Na margem direita, crianças e adolescentes do sexo masculino apresentaram maiores proporções de PA sistólica e diastólica com hipertensão quando comparadas às proporções observadas em meninas. Ainda na margem direita, observou-se diferença estatisticamente significativa, entre sexo, para a proporção de crianças e adolescentes com PA diastólica alterada. Em sua totalidade, a proporção de crianças com PA diastólica (hipertensão) foi maior se comparada a PA sistólica, nesta mesma categoria.

Tabela 6. 37. Distribuição percentual da pressão arterial sistólica e diastólica em crianças e adolescentes, segundo sexo e margem em que residem no rio Madeira (Porto Velho, 2011).

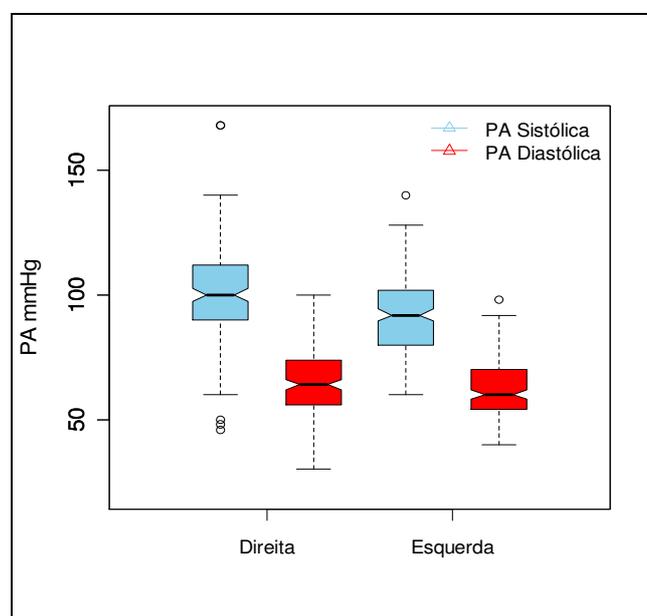
			Feminino		Masculino		Total	
			N	%	N	%	N	%
Direita								
PA-sistólica	Normal		89	91,8	82	86,3	171	89,1
	Hipertenso		08	8,2	13	13,7	21	10,9
	Total		97	100	95	100	192	100
PA-diastólica*	Normal		87	89,7	73	76,8	160	83,3
	Hipertenso		10	10,3	22	23,2	32	16,7
	Total		97	100	95	100	192	100
Esquerda								
PA-sistólica	Normal		81	95,3	96	96	197	95,7
	Hipertenso		04	4,7	04	4,0	08	4,3
	Total		111	100	100	100	185	100
PA-diastólica	Normal		78	91,8	97	97,0	175	94,6
	Hipertenso		07	8,2	03	3,0	10	5,4
	Total		85	100	100	100	185	100
Total								
PA-sistólica	Normal		170	93,4	178	91,3	348	92,3
	Hipertenso		12	6,6	17	8,7	29	7,7
	Total		182	100	195	100	377	100
PA-diastólica	Normal		165	90,7	170	87,2	335	88,9
	Hipertenso		17	9,3	25	12,8	42	11,1
	Total		182	100	195	100	377	100

*Test Chi-square: p-valor < 0,05

As medidas resumo de pressão arterial sistólica e diastólica em crianças e adolescentes, de acordo com margem e em toda população ribeirinha do rio Madeira, foram descritas na tabela 6.38 e figura 6.31. Crianças e adolescentes residentes na margem direita apresentaram maiores medidas de PA sistólica e diastólica mediana quando comparada à PA de crianças residentes na margem esquerda. Na margem direita e esquerda, a PA sistólica mediana foi 100 mmHg e 92 mmHg, respectivamente.

Tabela 6. 38. Tabela descritiva da pressão arterial sistólica e diastólica, segundo margem (Porto Velho, 2011)

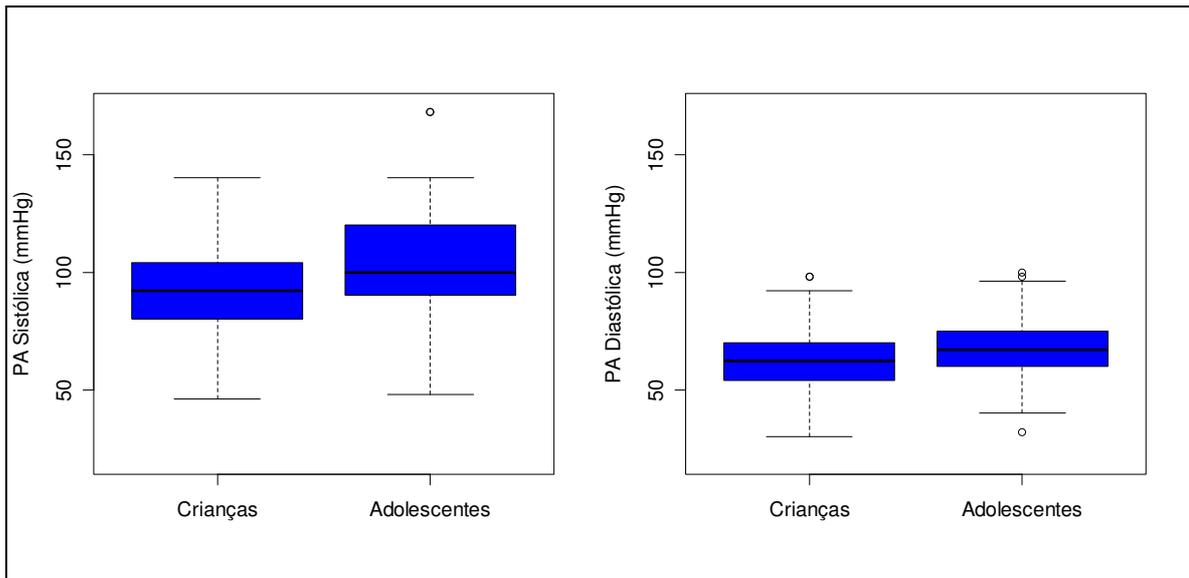
		Média	Mediana	SD	Mínimo	Máximo
Direita	PA - sistólica	99,0	100,0	20,0	46,0	168,0
	PA - diastólica	64,0	64,0	14,0	30,0	100,0
Esquerda	PA - sistólica	92,0	92,0	16,0	60,0	140,0
	PA - diastólica	61,0	60,0	11,0	40,0	98,0
Total	PA - sistólica	95,5	98,0	18,6	46,0	168,0
	PA - diastólica	63,0	62,5	12,3	30,0	100,0



*PA-sistólica: p-valor < 0,05; *PA-diastólica: p-valor < 0,05;

Figura 6. 31. Pressão arterial sistólica e diastólica em crianças e adolescentes, segundo margem em que residem (Porto Velho, 2011).

Na figura 6.32 observa-se a pressão arterial sistólica (PA sistólica) e diastólica (PA diastólica) em crianças e adolescentes residentes em áreas ribeirinhas com medianas maiores em adolescentes quando comparadas a PA sistólica e diastólica de crianças, correspondendo 100 mmHg e 67 mmHg, respectivamente.



*PA-sistólica: p-valor < 0,05; *PA-diastólica: p-valor < 0,05;

Figura 6. 32. Pressão arterial sistólica e diastólica em crianças e adolescentes residentes em áreas ribeirinhas, rio Madeira (Porto Velho, 2011).

Na figura 6.33 observa-se a pressão arterial sistólica (PA sistólica) e diastólica (PA diastólica) em crianças e adolescentes, segundo sexo em residentes das áreas ribeirinhas do rio Madeira. Crianças e adolescentes do sexo feminino apresentaram PA sistólica mediana de 98 mmHg e PA diastólica mediana de 61 mmHg.

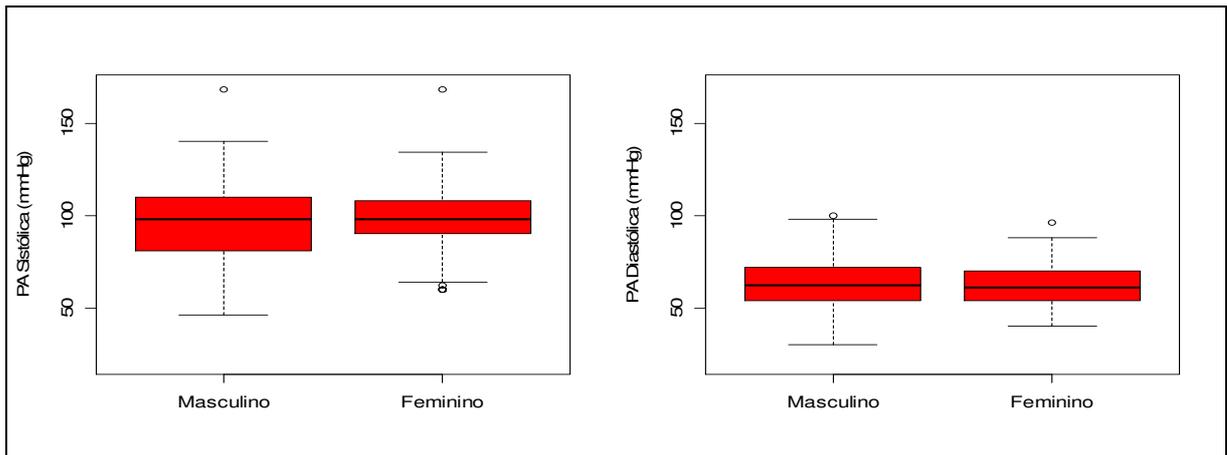
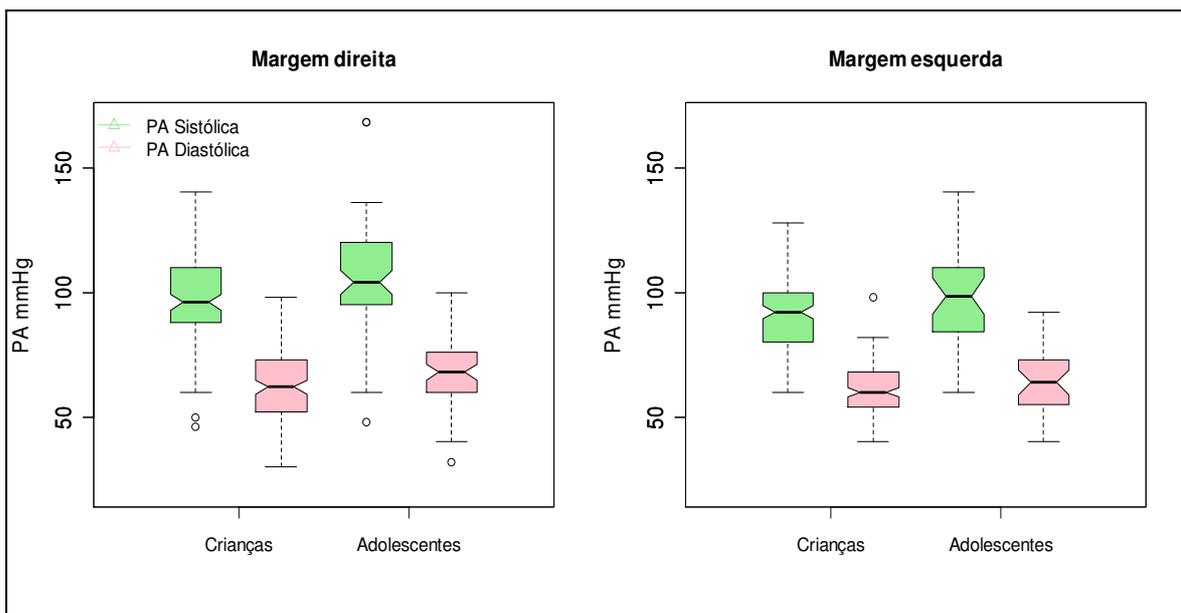


Figura 6. 33. Pressão arterial sistólica e diastólica em crianças e adolescentes residentes em áreas ribeirinhas, rio Madeira (Porto Velho, 2011).

A pressão arterial sistólica e diastólica em crianças e adolescentes foi descrita de acordo com a margem do rio Madeira em que residem (figura 6.34). Os adolescentes apresentaram PA sistólica e diastólica mediana superior às crianças. A PA sistólica mediana em adolescentes foi de 104 mmHg na margem direita e 98 mmHg na margem esquerda. No que se refere a PA diastólica, as medidas foram 68 mmHg e 64 mmHg, respectivamente na margem direita e esquerda.



*Margem direita: *Teste t* de médias PA sistólico (p-valor < 0,05) e PA-diastólica (p-valor < 0,05)

*Margem esquerda: *Teste t* de médias PA-sistólica (p-valor < 0,05) e PA-diastólica (p-valor = 0,06)

Figura 6. 34. Pressão arterial sistólica e diastólica em crianças e adolescentes residentes em áreas ribeirinhas, rio Madeira (Porto Velho, 2011).

A pressão arterial sistólica e diastólica em crianças e adolescentes foi descrita de acordo com a margem do rio Madeira em que residem (figura 6.35). Na margem direita, crianças e adolescentes do sexo masculino e feminino apresentaram PA sistólica mediana de 100 mmHg. As medidas de PA diastólica mediana foram 64 mmHg e 60 mmHg para sexo masculino e feminino, respectivamente. Na margem esquerda, a PA sistólica mediana foi de 92 mmHg para meninas e 90 mmHg para meninos. Crianças e adolescentes do sexo feminino apresentaram PA diastólica de 62 mmHg, enquanto que no sexo masculino a PA diastólica mediana foi de 60 mmHg.

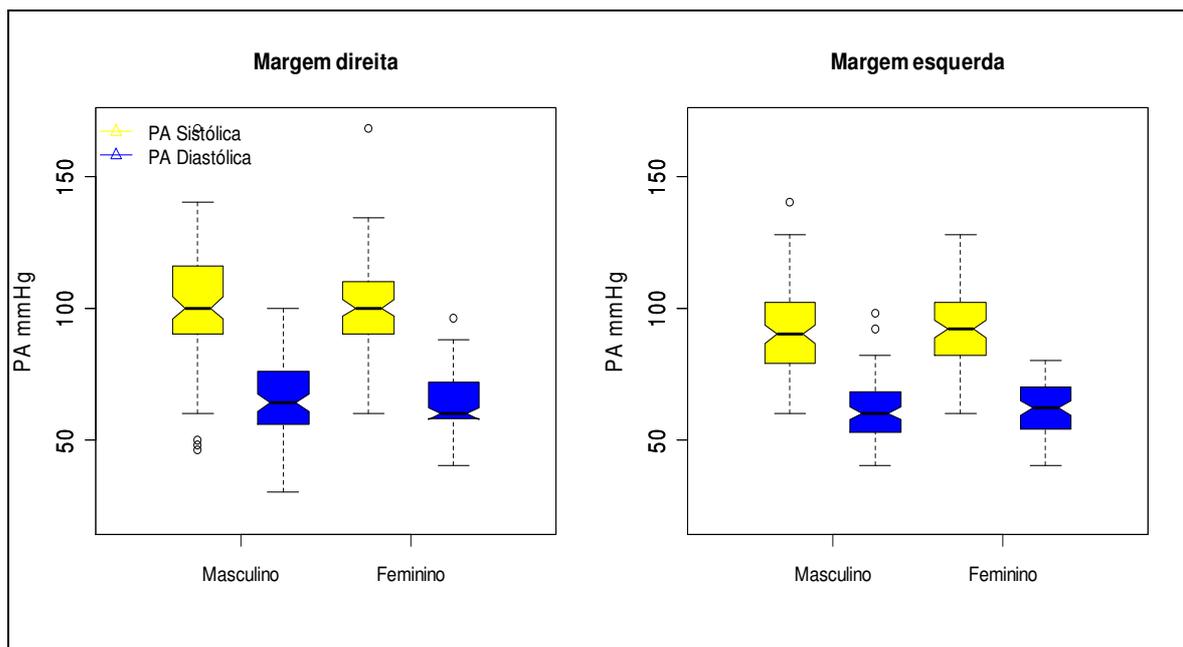


Figura 6. 35. Pressão arterial sistólica e diastólica em crianças e adolescentes residentes em áreas ribeirinhas, rio Madeira (Porto Velho, 2011).

6.4.2.1. MODELO BIVARIADO E MULTIVARIADO PARA AVALIAÇÃO PRESSÃO ARTERIAL SISTÓLICA, DIASTÓLICA E SISTÊMICA EM CRIANÇAS

A medida de pressão arterial na avaliação pediátrica de rotina tem sido realizada com intuito de diagnosticar casos precoces de hipertensão arterial sistêmica (HAS) secundária e primária em crianças. Entre os fatores de risco associados à HAS em crianças e adolescentes destacam-se: excesso de peso, redução da atividade física, ingestão inadequada de carboidratos e lipídeos, consumo excessivo de sódio e história pregressa dessa enfermidade na família. A exposição a elevados níveis de Hg tem sido discutida na literatura como um importante parâmetro de análise de fatores de risco para hipertensão.

Os níveis pressóricos sistólicos e diastólicos foram mensurados em crianças e adolescentes residentes em áreas ribeirinhas. A distribuição percentual de hipertensos e uma análise bivariada, usando a regressão logística, foram conduzidas para avaliar a relação da pressão arterial sistólica, diastólica e sistêmica e os seguintes fatores de risco: idade, gênero, raça, fumo na gestação, peso ao nascer, índice de massa corporal (IMC), tempo de

moradia em áreas ribeirinhas, margem em que residem, malária, consumo de peixe durante a semana, níveis de mercúrio no cabelo (pontos de corte 6 ppm e 10 ppm), níveis séricos de colesterol, triglicerídeos, proteínas totais, ferro sérico, TSH (Hormônio estimulante da tireóide), T4 livre, hematócrito e glicose. A análise foi realizada usando o teste Qui-quadrado (*Chi-square*) e estimativas de risco razão de chances (*Odds ratios*) com intervalo de confiança de 95%.

Os resultados da distribuição percentual de hipertensão e das estimativas de risco bivariadas não foram significantes para serem ajustadas em um modelo multivariado. De todas as variáveis analisadas, apenas a margem em que residem as crianças e adolescentes apresentou diferenças percentuais estatisticamente significantes para a hipertensão arterial sistólica, diastólica e sistêmica. Em relação às estimativas de risco, crianças e adolescentes hipertensas tiveram 64%, 70% e 60% menor chance de residirem na margem esquerda do rio Madeira.

Como os modelos de regressão logística não foram adequados para investigar os fatores preditores de hipertensão arterial, a análise multivariada foi realizada através da regressão linear múltipla. O principal objetivo desta técnica estatística é modelar a relação entre variáveis explicativas (independentes) e uma variável resposta (dependente). A pressão arterial diastólica (PAD) foi considerada como variável desfecho, enquanto as variáveis como idade, sexo, raça, renda, níveis séricos de colesterol, triglicerídeos, IMC e tabagismo foram usadas como explicativas. Variáveis que apresentaram significância estatística ao nível de 10% foram investigadas no modelo multivariado. Mantiveram-se neste modelo os fatores de risco convencionais para hipertensão e variáveis que apresentaram níveis de significância ao nível de 5%. Variáveis não reconhecidas pela comunidade científica como preditoras para hipertensão, mas que contribuíram para o coeficiente determinação (R^2) foram mantidas no modelo.

As medidas resumo do modelo de regressão múltipla para PAD foram descritas na tabela 6.39. Observa-se uma relação inversamente proporcional entre níveis séricos de ferro e margem (p-valor < 0,05). Embora esta mesma relação tenha sido verificada para PAD e níveis de mercúrio no cabelo, os

resultados não foram significantes estatisticamente (p -valor=0,261). De todo modo, ao contrário do consumo de peixe semanal, os níveis de mercúrio no cabelo contribuíram para aumento do coeficiente de determinação (R^2 e R^2 ajustado) do modelo. Os níveis de mercúrio no cabelo também foram avaliados como fator modificador de efeito da PAD, mas os resultados não foram estatisticamente significantes. Fatores de risco para hipertensão como níveis séricos de triglicerídeos e índice de massa corporal (IMC) apresentaram relação positiva com a PAD (p -valor < 0,05).

Tabela 6. 39. Modelo de regressão linear múltipla em relação à pressão arterial diastólica em crianças e adolescentes residentes em áreas ribeirinhas (Porto Velho, 2011).

Modelo 1	β	Erro Padrão	p-valor	R^2	R^2 ajustado
(Constante)	56,835	5,036	0,000	0,359	0,108
Idade	0,740	0,266	0,006		
Triglicerídeos	0,053	0,021	0,015		
Ferro Sérico	-0,059	0,020	0,003		
IMC	0,318	0,129	0,014		
Mercúrio (ppm)	-0,088	0,078	0,261		
Margem**	-3,096	1,520	0,043		

Test F (p-valor <0,05).

*** Margem direita.*

6.5. RESULTADOS DO RISCO GLOBAL PARA ECV

Na tabela 6.40 verifica-se o risco global para doenças cardiovasculares em residentes das áreas ribeirinhas do rio Madeira. Do total de 255 indivíduos, aproximadamente 53% possuem alto risco de desenvolver ECV em 10 anos. Entre os que possuem alto risco, cerca de 60% são do sexo masculino e 55% residem na margem esquerda do rio Madeira. Para toda a área estudada, a distribuição percentual de alto risco para ECV foi diferente entre o sexo, com significância estatística ao nível de 5% (p -valor < 0,004). Essa diferença também foi observada na margem direita em que as proporções das categorias

de risco global diferem estatisticamente entre o sexo (p-valor = 0,006). Na margem esquerda, não se observou diferença estatisticamente significativa das categorias de risco entre sexo (p-valor = 0,183). Na margem direita, 60 indivíduos apresentaram alto risco em desenvolver doenças cardiovasculares em 10 anos, sendo 36 deles do sexo masculino, correspondendo a 60% dos indivíduos.

Tabela 6. 40. Risco global para doenças cardiovasculares em residentes das áreas ribeirinhas do rio Madeira, segundo margem, idade e sexo (Rio Madeira, 2010).

		Baixo risco		Alto risco		Total		p-valor
		N	%	N	%	N	%	
Direita								0,006**
	Masculino	20	34,5	36	60,0	56	47,5	
	Feminino	38	65,5	24	40,0	62	52,5	
	Total	56	100,0	60	100,0	118	100,0	
Esquerda								0,183
	Masculino	31	50,0	46	61,3	77	56,2	
	Feminino	31	50,0	29	38,7	60	43,8	
	Total	62	100,0	75	100,0	137	100,0	
Total								0,004**
	Masculino	51	42,5	82	60,7	133	52,2	
	Feminino	69	57,5	53	39,3	122	47,8	
	Total	120	100,0	135	100,0	255	100,0	

Test Chi-square: ** p-valor ≤ 0,01

O risco global para doenças cardiovasculares em áreas ribeirinhas foi relacionado com níveis de mercúrio no cabelo, conforme demonstrado na tabela 6.41. As proporções das categorias de risco global não diferem entre os estratos estabelecidos de níveis de mercúrio no cabelo. Do total de 255 indivíduos, 249 possuem exame de mercúrio no cabelo e 53% possuem alto risco em desenvolver doenças cardiovasculares em 10 anos. Daqueles com alto risco global, aproximadamente 57% apresentaram níveis abaixo de 6 ppm. Indivíduos residentes da margem esquerda demonstraram maior risco de apresentaram doenças cardiovasculares em 10 anos, correspondendo a 56%

se considerarmos aqueles residentes na margem direita. No entanto, a proporção de indivíduos com alto risco para ocorrências de ECV e com níveis de mercúrio no cabelo acima de 15 ppm foi maior entre aqueles residentes na margem direita, com 18% em contraposição a 16% verificado na margem esquerda.

Tabela 6. 41. Risco global para doenças cardiovasculares em residentes das áreas ribeirinhas do rio Madeira, segundo níveis de mercúrio no cabelo (Rio Madeira, Porto Velho, 2010).

Níveis de mercúrio no cabelo (ppm)	Baixo risco		Alto risco		Total		p-valor
	N	%	N	%	N	%	
Direita							0,481
Até 6 ppm	35	63,6	34	57,6	69	60,5	
6 a 15 ppm	12	21,8	14	23,7	26	22,8	
Mais de 15 ppm	8	14,5	11	18,6	19	16,7	
Total	55	100,0	59	100,0	114	100,0	
Esquerda							0,832
Até 6 ppm	37	59,7	41	56,2	78	57,8	
6 a 15 ppm	17	27,4	20	27,4	37	27,4	
Mais de 15 ppm	8	12,9	12	16,4	20	14,8	
Total	62	100,0	73	100,0	135	100,0	
Total							0,666
Até 6 ppm	72	61,5	75	56,8	147	59,0	
6 a 15 ppm	29	24,8	34	25,8	63	25,3	
Mais de 15 ppm	16	13,7	23	17,4	39	15,7	
Total	117	100,0	132	100,0	249	100,0	

Test Chi-square

As médias dos níveis de mercúrio no cabelo em residentes das áreas ribeirinhas foram comparadas entre as categorias de risco global em desenvolver um EVC em 10 anos. A média de níveis de Hg em cabelo não difere estatisticamente entre aqueles com baixo e alto risco global para ECV em 10 anos (p -valor = 0,543). Entre aqueles com baixo risco, a média de mercúrio cabelo foi de 8,22 ppm (IC 95% 6,21 – 10,23) e de 9,09 ppm (IC 95% 6,21 – 10,23) nos indivíduos de alto risco (tabela 6.42).

Tabela 6. 42. Comparação de médias dos níveis de mercúrio no cabelo, segundo as categorias de risco global para doenças cardiovasculares (Porto Velho, 2010).

	N	Média	Desvio Padrão	Intervalo de confiança (IC 95%)		p-valor
Baixo risco	117	8,22	10,96	6,21	10,23	0,689
Alto risco	132	9,09	11,65	7,09	11,10	
Total	249	8,68	11,32	7,27	10,09	

Test t de Student

O consumo de peixe durante a semana também foi relacionado às categorias do risco global para desenvolver em ECV por 10 anos (tabela 6.43). Em geral, as proporções das categorias de risco global para ECV (em 10 anos) não diferem estatisticamente entre os estratos de consumo de peixe (p-valor = 0,527). Entretanto, se avaliarmos as proporções dessas categorias e o consumo de peixe por margem em que os indivíduos residem, observa-se que há diferença estatisticamente significativa ao nível 5%. Nos indivíduos com alto risco global para EVC (10 anos), 51% consomem peixe mais de 3 vezes na semana. Na margem esquerda, essa proporção é ainda maior com valor de 61%.

Tabela 6. 43. Risco global para doenças cardiovasculares em residentes das áreas ribeirinhas do rio Madeira, segundo consumo de peixe na semana (Rio Madeira, Porto Velho, 2010).

Consumo de peixe na semana	Baixo risco		Alto risco		Total		p-valor
	N	%	N	%	N	%	
Direita							0,052
Nunca ou 1 a cada 15 dias	7	12,1	17	29,3	24	20,7	
1 a 3 vezes	28	48,3	19	32,8	47	40,5	
Mais de 3 vezes	23	39,7	22	38,0	45	38,8	
Total	58	100,0	58	100,0	116	100,0	
Esquerda							0,020
Nunca ou 1 a cada 15 dias	14	22,6	5	6,7	19	13,9	
1 a 3 vezes	18	29,0	24	32,0	42	30,7	
Mais de 3 vezes	30	48,4	46	61,3	76	55,5	
Total	62	100,0	75	100,0	137	100,0	

Total							0,527
Nunca ou 1 a cada 15 dias	21	17,5	22	16,5	43		
1 a 3 vezes	46	38,3	43	32,3	89	35,2	
Mais de 3 vezes	53	44,2	68	51,0	121	47,8	
Total	120	100,0	133	100,0	253	100,0	

Test Chi-square: ** p-valor \leq 0,05

Na figura 6.36 observam-se os níveis de mercúrio no cabelo entre indivíduos com baixo e alto risco para desenvolver doenças cardiovasculares maiores em 10 anos. Indivíduos com alto risco global apresentaram níveis medianos de mercúrio no cabelo de 5,5 ppm e valor máximo de 86 ppm. Esse grupo também apresentou maior variabilidade dos valores. Os níveis de mercúrio nas categorias de risco global para ocorrência de ECV (10 anos) foram maiores entre o sexo masculino, tanto para aqueles com baixo risco quanto para indivíduos com alto risco global (figura 6.37). Os valores médios e medianos de mercúrio no cabelo para homens foram, respectivamente, 11,6 ppm e 7 ppm. Nas mulheres, esses valores foram em média 5,35 ppm e mediana de 3 ppm.

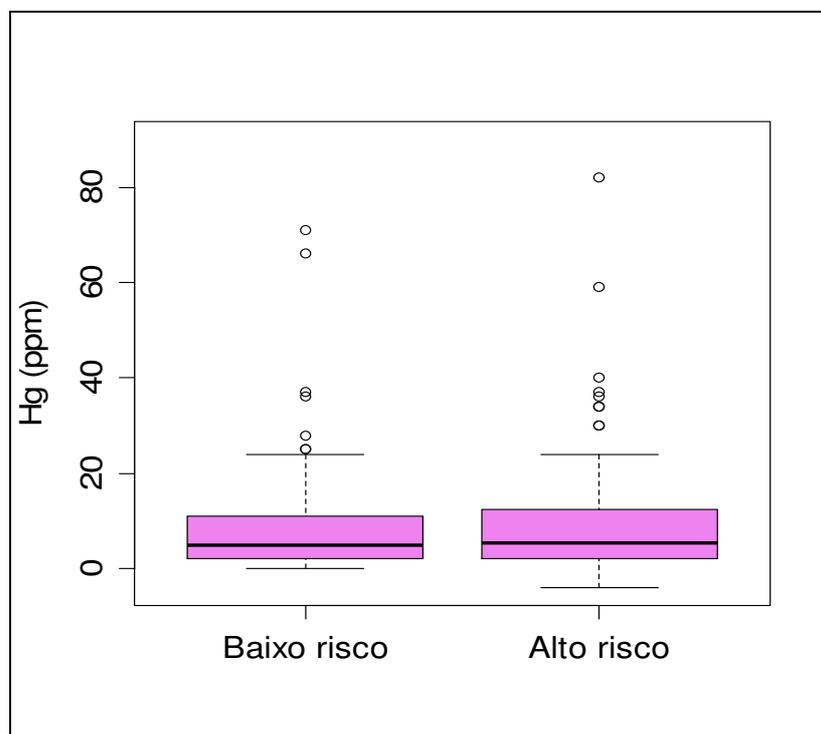


Figura 6. 36. Níveis de mercúrio no cabelo (ppm) em indivíduos residentes

em áreas ribeirinhas do rio Madeira, segundo as categorias de risco global para ocorrência de eventos cardiovasculares em 10 anos (Rio Madeira, 2011).

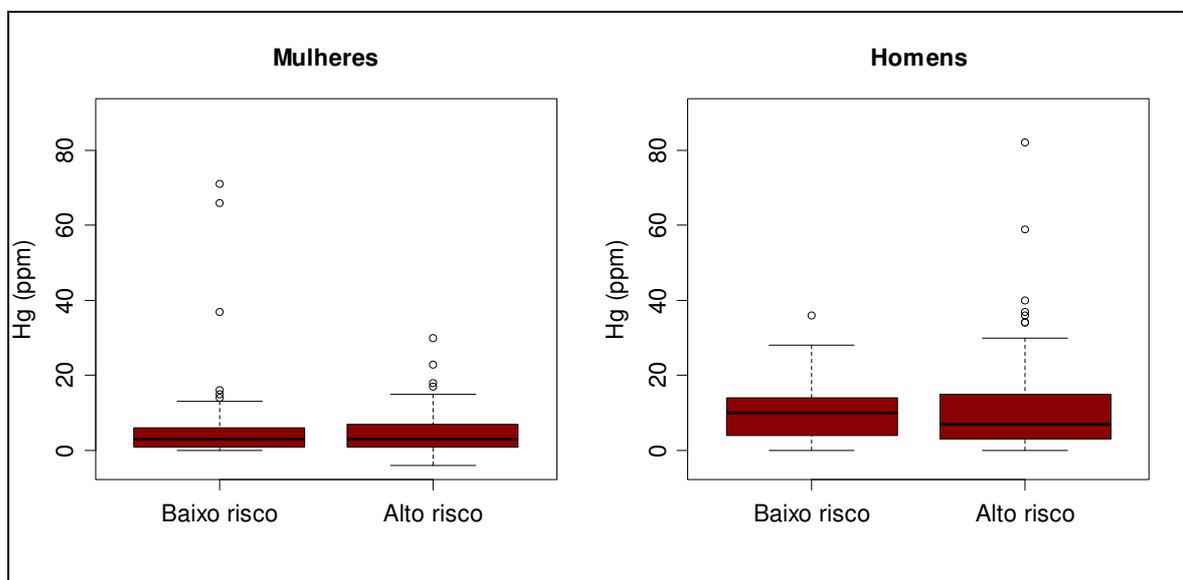


Figura 6. 37. Níveis de mercúrio no cabelo (ppm) em indivíduos residentes em áreas ribeirinhas do rio Madeira, segundo sexo e categorias de risco global para ocorrência de eventos cardiovasculares em 10 anos (Rio Madeira, 2011).

Na figura 6.38 estão apresentados os níveis de mercúrio no cabelo segundo as margens em que os indivíduos residem e as categorias de risco global para ECV (10 anos). Os níveis médios e medianos de mercúrio para indivíduos residentes na margem esquerda com alto risco global para ECV foram maiores quando comparados com os níveis de mercúrio naqueles com baixo risco global, com valor de 8,4 ppm e 6 ppm, respectivamente. Na margem direita, verifica-se indivíduos com valores de mercúrio no cabelo acima de 20 ppm, chegando a atingir o valor de 86ppm.;

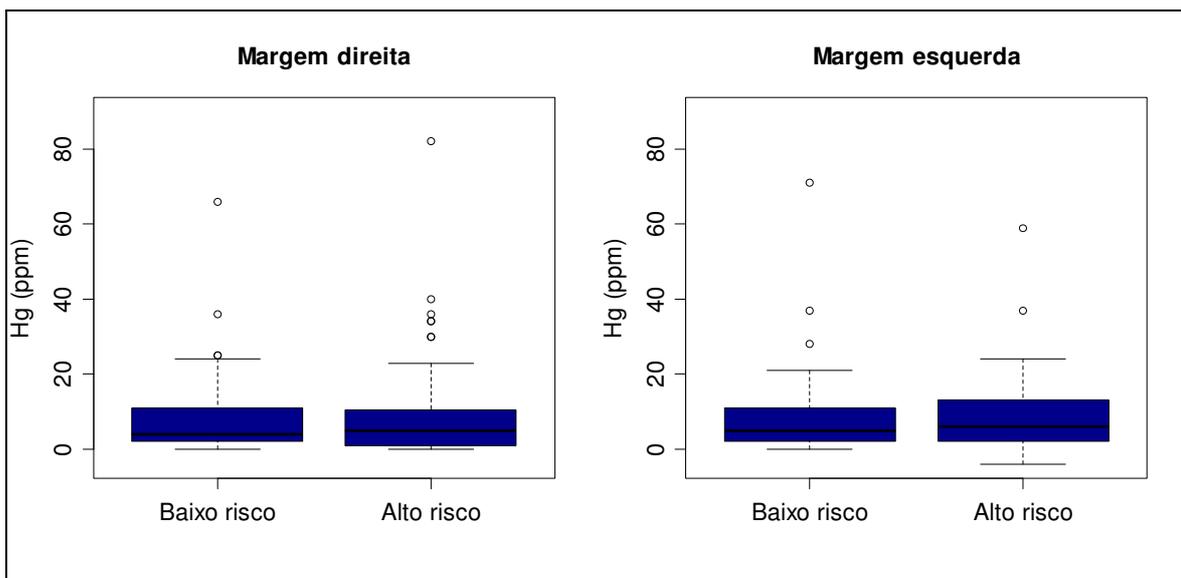


Figura 6. 38. Níveis de mercúrio no cabelo (ppm) em indivíduos residentes em áreas ribeirinhas do rio Madeira, segundo margem e categorias de risco global para ocorrência de eventos cardiovasculares em 10 anos (Rio Madeira, 2010).

6.6. Resultados de mercúrio na população ribeirinha do rio madeira.

A exposição pode ser estimada por medidas dos níveis de mercúrio em vários tecidos do corpo (como cabelo, sangue, leite materno, sangue de cordão umbilical e de tecido do cordão, unhas). Estas medidas, também conhecidas como marcadores biológicos (ou biomarcadores), são úteis como ferramentas para avaliação da exposição humana e como indicadores de vigilância para monitorar a exposição ao mercúrio em indivíduos e populações. Existe uma relação bem estabelecida entre vários biomarcadores de exposição ao mercúrio e efeitos adversos à saúde. Na avaliação de um biomarcador de exposição ao mercúrio, é importante considerar vários fatores: (1) tipo de biomarcador mais adequado, dadas as características culturais da população; (2) como o biomarcador está correlacionado com a dose potencial/risco; (3) a variabilidade da dose potencial e a forma química do Hg, (4) a variabilidade do biomarcador com a sazonalidade da região; (5) invasividade do procedimento na coleta de amostras.

A presença de mercúrio no sangue indica a exposição recente ou atual a mercúrio. Existe uma relação direta entre as concentrações de mercúrio no

sangue humano e consumo de peixe contaminado com metilmercúrio. Apesar do sangue e de cabelo serem indicados para documentar a exposição ao metilmercúrio, o cabelo geralmente é a primeira escolha, pois fornece uma resposta, integrada no tempo, não-invasiva e relativamente direta com os níveis de mercúrio no sangue. Uma vez incorporado no cabelo, o mercúrio não volta para o sangue, o que traduz um bom indicador de longo prazo da exposição ao metilmercúrio. A maior parte do mercúrio no cabelo esta na forma de metilmercúrio (cerca de 85%), principalmente entre as populações que consomem peixe. O cabelo , fornece portanto, uma resposta confiável para medir os níveis de ingestão de metilmercúrio.

Uma vez que os níveis de mercúrio são medidos em um compartimento do corpo, a dose interna média diária aproximada (ou nível de exposição) pode ser calculada, usando a extrapolação de fatores de conversão. No entanto, as limitações, incertezas e variabilidades desses fatores de extrapolação devem ser discutidos. A relação quantitativa entre os níveis de mercúrio no cabelo e no sangue e dose interna diária (ou entrada) dos níveis de mercúrio (principalmente metilmercúrio) são razoavelmente bem compreendidos. Por exemplo, a ingestão de metilmercúrio média diária de 0,1 $\mu\text{g}/\text{kg}$ de peso corporal/dia para uma gestante é estimada em concentrações de mercúrio no cabelo de cerca de 1 $\mu\text{g}/\text{g}$, nos níveis de sangue do cordão umbilical de cerca de 5-6 $\mu\text{g}/\text{L}$ e nas concentrações de mercúrio no sangue de cerca de 4-5 $\mu\text{g}/\text{L}$. Esta relação é geralmente linear, ou diretamente proporcional.

Baseado em estudos de intoxicação por Hg em humanos, a Organização Mundial da Saúde (WHO, 1990) estimou que 5% de uma população exposta a mercúrio apresentará efeitos neurológicos com uma concentração de Hg em sangue de 200 $\mu\text{g}/\text{l}$, correspondendo ao nível de Hg no cabelo de 50 $\mu\text{g}/\text{g}$. Estes valores foram reanalisados por Kosatsky e Foran (1996) que sugeriram menores valores para os efeitos clínicos observados.

6.6.1. Resultados da Avaliação da Exposição

O presente estudo apresenta os resultados da exposição ao mercúrio na população ribeirinha do rio Madeira que tradicionalmente se alimenta de

elevadas quantidades de peixes. As espécies consumidas pelas comunidades variam de acordo com a sazonalidade da região. No período de seca (vazante) há maior disponibilidade de peixes e torna-se mais fácil a pesca de subsistência. Vários estudos apresentam uma relação linear entre o consumo de peixe e as concentrações Hg no cabelo (HACON *et al.*, 2000; PASSO *et al.*, 2003; DOREA *et al.*, 2007; MARQUES *et al.*, 2007; BASTOS *et al.*, 2008; PASSOS *et al.*, 2008; MALM *et al.*, 2010). A frequência, a quantidade e o nível trófico dos peixes são variáveis que influenciam a relação de taxa de ingestão diária e níveis de Hg em cabelos da população ribeirinha.

O estudo da avaliação da exposição, tendo como indicador as concentrações de Hg total em cabelo, foi realizado em 16 comunidades em diferentes áreas do rio Madeira, abrangendo da localidade de Morrinhos até Cuniã, totalizando 16 núcleos comunitários e uma amostra com 1456 indivíduos no rio Madeira e 201 indivíduos na área de referência, Resex do Cuniã, área de influência indireta da UHE SA. Em Morrinhos e na localidade da Balsa há núcleos comunitários nas duas margens. Os indivíduos das comunidades do rio Madeira foi composta de menores de 16 anos (N=593) e maiores de 16 anos (N=863) incluindo ambas as margens, com idades variando entre 2 e 104 anos. A média geral do nível de mercúrio para as comunidades do rio Madeira foi de 8,3 µg/g (IC95%: 7,7 – 8,9). Em relação à área de referência Resex do Cuniã, a amostra foi composta de 201 indivíduos, sendo 91 menores de 16 anos e 110 maiores de 16 anos com idade variando de 2 a 75 anos para todo grupo estudado. A média geral de Hg para este grupo foi de 5,7 µg/g (IC95%: 5,2 – 6,2). A diferença na concentração média das comunidades do rio Madeira e da Resex do Cuniã é estatisticamente significativa (p-valor = 0,002).

Tabela 6. 44. Descritiva dos níveis de Hg por margem e área de referência, gênero e faixa etária.

Margem	Gênero	Faixa Etária	Até 6 ppm		De 6 a 10 ppm		De 10 a 20 ppm		De 20 a 40 ppm		Acima de 40 ppm		Total N
			N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	
Direita	Fem	< 16 anos	98	64,5%	18	11,8%	22	14,5%	10	6,6%	4	2,6%	152
		> 16 anos	109	62,6%	21	12,1%	33	19,0%	9	5,2%	2	1,1%	174
		Total	207	63,5%	39	12,0%	55	17%	19	5,8%	6	1,8%	326

	Masc	< 16 anos	85 64,9%	11 8,4%	23 17,5%	10 7,6%	2 1,5%	131	
		> 16 anos	111 51,4%	25 11,6%	48 22,2%	26 12,0%	6 2,8%	216	
		Total	196 56,5%	36 10,4%	71 20,5%	36 10,4%	8 2,3%	347	
	Total	< 16 anos	183 64,7%	29 10,2%	45 16%	20 7,1%	6 2,1%	283	
		> 16 anos	220 56,4%	46 11,8%	81 20,8%	35 9,0%	8 2,1%	390	
		Total	403 59,9%	75 11,1%	126 19%	55 8,2%	14 2,1%	673	
Esquerda	Fem	< 16 anos	114 75,0%	14 9,2%	14 9,2%	7 4,6%	3 2,0%	152	
		> 16 anos	151 69,6%	32 14,7%	26 12,0%	5 2,3%	3 1,4%	217	
		Total	265 71,8%	46 12,5%	40 10,8%	12 3,3%	6 1,6%	369	
	Masc	< 16 anos	90 57,0%	24 15,2%	20 12,7%	18 11,4%	6 3,8%	158	
		> 16 anos	112 43,8%	41 16,0%	66 25,8%	30 11,7%	7 2,7%	256	
		Total	202 48,8%	65 15,7%	86 20,8%	48 11,6%	13 3,1%	414	
	Total	< 16 anos	204 65,8%	38 12,3%	34 11,0%	25 8,1%	9 2,9%	310	
		> 16 anos	263 55,6%	73 15,4%	92 19,5%	35 7,4%	10 2,1%	473	
		Total	467 59,6%	111 14,2%	126 16,1%	60 7,7%	19 2,4%	783	
	Área de referência	Fem	< 16 anos	56 84,8%	8 12,1%	2 3,0%	0 0%	0 0%	66
			> 16 anos	40 59,7%	18 26,9%	9 13,4%	0 0%	0 0%	67
			Total	96 72,2%	26 19,5%	11 8,3%	0 0%	0 0%	133
Masc		< 16 anos	14 53,8%	11 42,3%	1 3,8%	0 0%	0 0%	26	
		> 16 anos	13 31,0%	18 42,9%	10 23,8%	1 2,4%	0 0%	42	
		Total	27 39,7%	29 42,6%	11 16,2%	1 1,5%	0 0%	68	
Total		< 16 anos	70 76,1%	19 20,7%	3 3,3%	0 0%	0 0%	92	
		> 16 anos	53 48,6%	36 33,0%	19 17,4%	1 0,9%	0 0%	109	
		Total	123 61,2%	55 27,4%	22 10,9%	1 0,5%	0 0%	201	

A tabela 6.44 apresenta a distribuição percentual dos valores médios de Hg categorizados por intervalo de concentração, por margem, gênero e grupo etário. Observa-se que 63,5% dos indivíduos do sexo feminino e 56,5 % do grupo masculino na margem direita, e 72% do sexo feminino e 49% do masculino na margem esquerda apresentaram níveis de Hg no cabelo de até 6 $\mu\text{g/g}$. Comparando estes resultados com a área de referência observa-se que na Resex do Cuniã, 72% do grupo feminino e 40% do masculino também atendem a este valor de referência. Este nível de Hg no organismo humano (6 $\mu\text{g/g}$ no cabelo) é esperado e aceito dentro da normalidade considerando o elevado consumo de peixe das comunidades ribeirinhas do rio Madeira. No entanto, o presente estudo evidenciou níveis de exposição acima de 20 $\mu\text{g/g}$ em uma parcela da população analisada. Um total de 10% dos indivíduos da margem direita e esquerda apresentou níveis de Hg no cabelo acima de 20 $\mu\text{g/g}$. Não há diferença estatística significativa (p-valor > 0,05) nos níveis de

Hg dos grupos consumidores de peixes das margens direita e esquerda do rio Madeira.

O presente estudo corrobora com outras pesquisas realizadas na bacia Amazônica em comunidades ribeirinhas, evidenciando elevados níveis de Hg em cabelos nestas comunidades como um marcador de elevado consumo de peixe com contaminação por Hg. (PINHEIRO *et al.*, 2000; BOISCHIO e HENSHEL, 2000; BARBOSA *et al.*, 2001, 2005; PASSO *et al.*, 2003; DOREA *et al.*, 2007; MARQUES *et al.*, 2007; FILLION *et al.*, 2009; MARQUES *et al.*, 2008; OLIVEIRA *et al.*, 2009; PASSOS e MERGLER, 2008; PASSOS *et al.*, 2008; MALM *et al.*, 2010; BASTOS *et al.*, 2006)

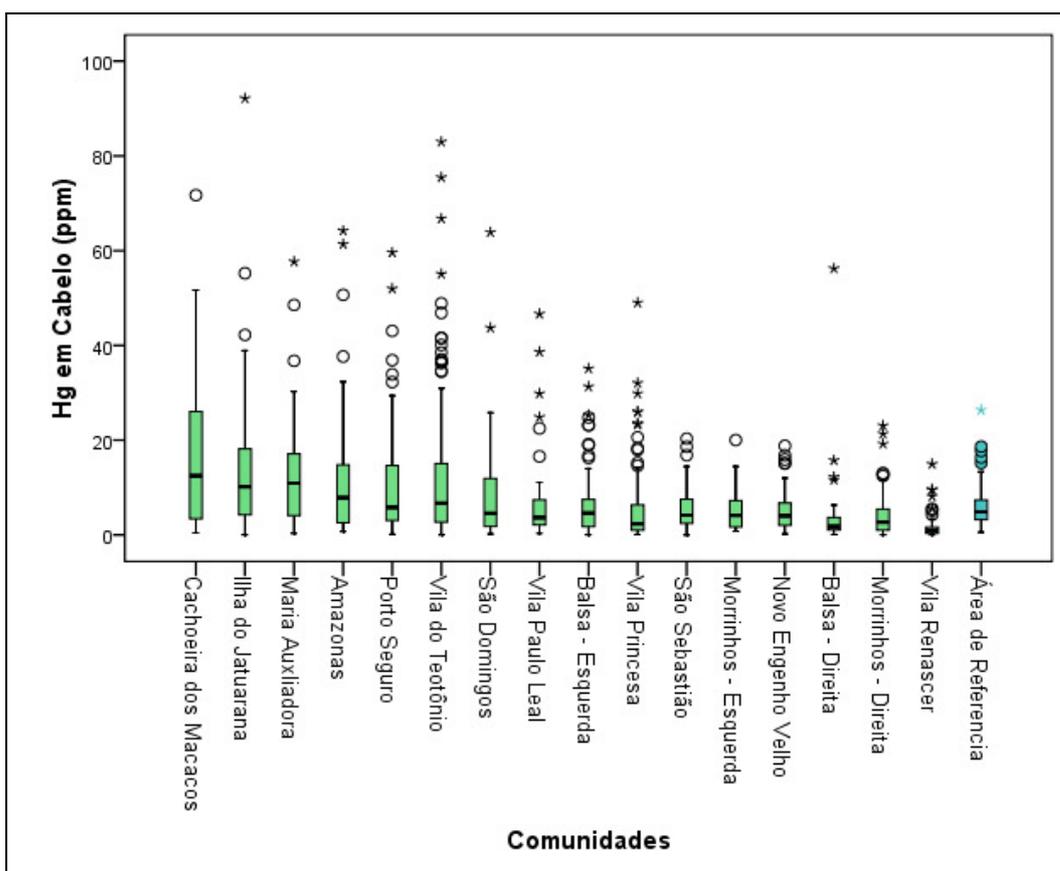
Em relação à área de referência Resex do o Cuniã, este percentual de indivíduos com níveis de Hg no cabelo acima de 20 µg/g é reduzido para 0,5%, sendo estatisticamente significativo (p-valor= 0,0001) quando comparado com os níveis de Hg nas comunidades ribeirinhas do rio Madeira.

Segundo, gênero e grupo etário, para as comunidades do rio Madeira, a média para menores de 16 anos do sexo feminino foi de 6,5µg/g (IC95%: 5,5 – 7,6) e para o sexo masculino foi de 8,6 µg/g (IC95%: 7,2 – 9,9). Para maiores de 16 anos do sexo feminino, a média de Hg foi 6,8µg/ (IC95%: 5,6 – 7,9) e para o grupo masculino de 10,6µg/g (IC95%: 9,6 – 11,7). Quanto à área de referência para menores de 16 anos do grupo feminino foi de 4,1µg/g (IC95%: 3,6 – 4,6) e para o masculino foi de 5,4µg/g (IC95%: 4,0 – 6,7). Para os maiores de 16 anos, os valores foram de 6,0µg/g (IC95%: 5,1 – 6,9) e 8,1µg/g (IC95%: 6,8 – 9,4) para o grupo feminino e masculino, respectivamente.

A figura 6.39 mostra a distribuição de Hg em cabelo nas várias comunidades estudadas representadas em ordem decrescente de valores de Hg no cabelo, incluindo os extremos. Para o grupo de maiores de 16 anos, as comunidades de Porto Seguro, Ilha da Jatuarana, Vila de Teotônio, Cachoeira dos Macacos, São Domingos, Vila Amazonas e Maria Auxiliadora apresentaram concentrações de Hg no cabelo acima de 60 µg/g, com 40% dos resultados acima de 10 µg/g. A maior media de Hg foi evidenciada na comunidade Cachoeira dos Macacos (17,23±15,7µg/g) seguida da comunidade Maria Auxiliadora (13,05±11,5 µg/g). Vale ressaltar que o valor de 177 µg/g foi identificado na comunidade de Porto Seguro, em um indivíduo maior de 16

anos na margem esquerda. Foi o único resultado de Hg no cabelo acima de 100 µg/g de Hg encontrado no universo da amostral.

Para os grupos menores de 16 anos as comunidades da Vila de Teotônio e Jatuarana apresentaram as maiores concentrações de Hg (55 µg/g). As maiores médias foram identificadas nas comunidades de Cachoeira dos Macacos e Jatuarana (respectivamente 17,5±15,6 µg/g e 15,4±12,8 µg/g), todos na margem esquerda. Observamos que as elevadas concentrações de Hg no grupo etário menor de 16 anos acompanham a distribuição espacial das comunidades do grupo etário maior de 16 anos, confirmando o elevado consumo de peixes carnívoros nas comunidades. Do conjunto de comunidades analisadas, aquelas acima identificadas são prioritárias para a continuidade de um programa de monitoramento associado à vigilância de efeitos adversos à saúde humana, tendo como grupos críticos as crianças e as gestantes.



o valores atípicos * valores extremos

Figura 6. 39. Distribuição e variação de Hg em cabelo nas várias comunidades estudadas.

A figura 6.39 complementa a Figura 6.40, mostrando a localização das várias comunidades estudadas ao longo do rio Madeira, de Morrinhos à Resex do Cuniã, o “N” amostral e os níveis de Hg agregados por intervalo de concentração.

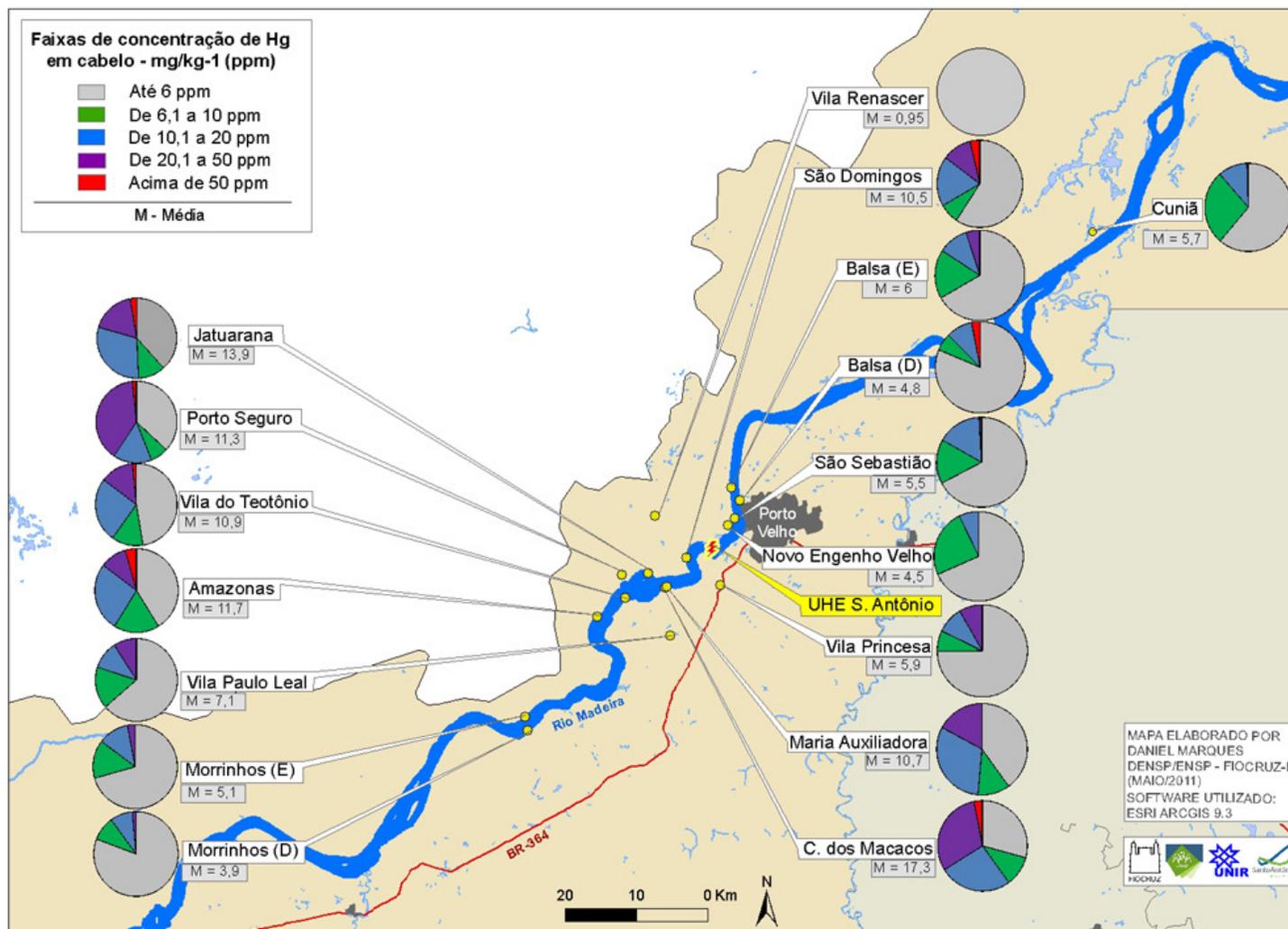


Figura 6. 40. Distribuição dos níveis agregados de Hg total em cabelo da população ribeirinha do rio Madeira e da Resex Cuniã.

A tabela 6.45 refere-se a uma revisão dos estudos sobre níveis de Hg em cabelo da população ribeirinha do Madeira. A tabela completa esta no Anexo 1. Na revisão da literatura realizada não foi encontrado valores de Hg em humanos para área a montante de Porto Velho. Logo o presente estudo é o primeiro a documentar os níveis de Hg a montante de Porto velho e da UHE SA. Para jusante, os primeiros estudos em humanos foram realizados no rio Madeira em 1993 por BOISHIO e colaboradores, reportando uma média de Hg em cabelo de 17 µg/g em ribeirinhos com elevadas taxas de ingestão de peixe. Em 1995, Barbosa e colaboradores reportaram concentrações medias de 17,2 µg/g de Hg na população residente de Cuniã com níveis máximos de 32 µg/g. No levantamento realizado para o período de 1990 a 2010 no rio Madeira, obteve-se uma média de Hg de 14,0±5,7 µg/g para a população ribeirinha. Se incluímos os valores de Hg reportados para as comunidades do Lago Puruzinho, que apresentaram uma média variando de 14,83±5,6 µg/g (BASTOS *et al.*, 2006) a 17,35±11,49µg/g, com uma variação de 2,28 a 70,56 µg/g (OLIVEIRA *et al.*, 2009). A média de referência para o período é de 15±7,6 µg/g. O documento recém publicado pela WHO e UNEP (<http://www.chem.unep.ch>) reafirmar o “ nível normal” de Hg no cabelo é 1-2 µg/g, como reportado pela WHO em 1990. Mas, varias publicações ressaltam que pessoas que comem peixe uma ou mais vezes por dia pode ter nível de mercúrio no cabelo superior a 10 µg/g.

Considerando que a população ribeirinha do rio Madeira apresenta alta ingestão de peixe, o valor de 10 µg/g é esperado. Em nosso estudo 27,5% da população estudada apresentou concentrações de Hg em cabelo superiores 10 µg/g e 16% acima de 15 µg/g. Comparando-se a média de Hg dos últimos 20 anos em cabelo dos ribeirinhos do Madeira (14,0±5,7 µg/g) com os valores atuais observa-se uma redução para a população geral de 1,8 vezes menor. A figura 6.41 sintetiza as concentrações médias de Hg em cabelo de algumas populações ribeirinhas estudadas na bacia amazônica.

Tabela 6. 45. Revisão de níveis de Hg em cabelo da população ribeirinha do Madeira, período de 1990 a 2006.

Localidade ribeirinha	Período do n	Hg (µg/g)	Referência
-----------------------	--------------	-----------	------------

estudo		Média	DP	Amplitude		
Hospital de base Porto Velho						
Mães		82	5,4		0,39-62,43	Marques et al., 2007
Fetos		82	1,59		0,05-19,65	Marques et al., 2007
Crianças de seis meses		82	1,81		0,02-32,95	Marques et al., 2007
Rio Madeira, a jusante de Porto velho						
Rio Madeira		241	17		NA-303	Boishio e Barbosa, 1993
Indivíduos da mesma família	1991	10			7-303	Boishio et al., 1995
Indivíduos da mesma família	julho de 1993	10			8-339	Boishio et al., 1995
Reserva do Lago Cuniã		75	17,2		ND-31,9	Barbosa et al., 1995
Rio Madeira		169	8,98		0,22-71	Malm et al., 1996
Rio Madeira (< 32 anos)		98	14,1	10,7	2,6-94,7	Boischio e Cernichiari, 1998
Rio Madeira		28			4-84,4	Barbosa et al., 1998
37 comunidades até 140 Km de Porto Velho - mães	julho de 1993	90	12,6	6,5	0,8-28,3	Boischio e Henshel, 2000
37 comunidades até 140 Km de Porto Velho - crianças de 0 a 7,5 anos	julho de 1993	89	10,2	7,2	1-34,2	Boischio e Henshel, 2000
Calama (RO)	2001-2003	34	9,02	5,78	0,5-22,48	Bastos et al., 2006
Boa Vitória (RO)	2001-2003	3	13,82	3,1	10,86-17,05	Bastos et al., 2006
Cujubim (RO)	2001-2003	12	6,3	4	1,55-14,67	Bastos et al., 2006
Firmeza (RO)	2001-2003	4	11,21	2,54	9,4-14,8	Bastos et al., 2006
Itacoã (RO)	2001-2003	6	11,97	4,33	5,28-16	Bastos et al., 2006
Nazaré (RO)	2001-2003	64	10,65	5,65	0,63-22,6	Bastos et al., 2006
Papagaios (RO)	2001-2003	13	13,72	7,71	4,76-27,22	Bastos et al., 2006
Santa Rosa (RO)	2001-2003	19	13,99	3,12	7,68-20,78	Bastos et al., 2006
São Carlos (RO)	2001-2003	15	9,51	6,36	1,84-22,83	Bastos et al., 2006
Terra Caída (RO)	2001-2003	7	9,61	3,61	5,01-14,61	Bastos et al., 2006
Santo Antonio do Pau Queimado (RO)	2001-2003	14	14,69	6,45	5,87-26,86	Bastos et al., 2006

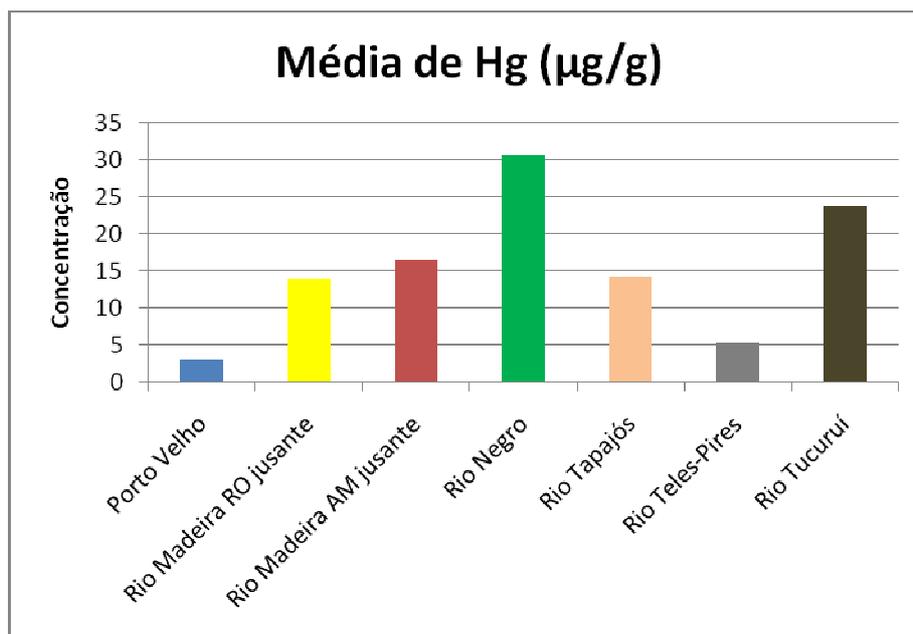


Figura 6. 41. Concentrações médias de Hg em cabelo de algumas populações ribeirinhas estudadas na bacia Amazônica.

Com base neste levantamento definimos os intervalos de concentração de Hg menor de 6µg/g; de 6 a 15 µg/g, e maior de 15 µg/g) como um referencial de discussão dos resultados do presente estudo a pesquisa. Os valores de 2 a 6 µg/g são aceitos como valores de normalidade para aqueles com elevada ingestão de peixe (WHO e UNEP, 2008). O valor de 15 µg/g refere-se a média de Hg em cabelo no rio Madeira para o período de 1993 a 2006

6.6.2. Consumo de peixe da população ribeirinha do rio Madeira por seção do rio e na área de referência Resex do Cuniã

As figuras 6.42 e 6.43 ilustram a freqüência do consumo de peixe e as categorias de exposição por intervalo de concentração de Hg em cabelo. A figura 6.45 compara os intervalos de concentração por seção do rio Madeira, tendo como referência a UHE SA, em menores de 16 anos, gênero feminino, o que permitirá um monitoramento com indicadores de exposição mais específico após a fase de enchimento do reservatório da Usina de Santo Antônio. Observa-se na figura que a freqüência de consumo referida pelo entrevistado, no caso, os pais e/ou responsáveis, indica uma resposta coerente com os

intervalos de concentração de Hg nas 3 áreas de estudo. Ainda que, na área a montante, cerca de 22% dos entrevistados, tenham mencionado que nunca comem peixe mas apresentaram concentrações de Hg variando de 6 a 15 µg/g, este percentual é aceitável pelas metodologias de inquérito alimentar. A coerência das respostas pelos entrevistados das áreas a jusante e de referência, com os intervalos de concentração de Hg no cabelo, indicam a confiabilidade da informação referida e analítica. Além da confiabilidade da resposta, há outros fatores que podem ser questionados em relação às incertezas relacionadas com a exposição. Por exemplo, o metabolismo individual dos expostos ao Hg, as implicações da dieta diária com o Hg, o consumo de aves aquáticas e carne de jacaré que devem apresentar elevadas concentrações de Hg em seus tecidos. Um recente estudo sobre níveis de Hg em jacarés na área do Pantanal matogrossense apresentou índices de MeHg maior de 70% em relação a concentração de mercúrio total, o que indica que o consumo de jacaré em área já referenciadas com elevados níveis de Hg na biota aquática local demonstra uma preocupação para os consumidos deste animal

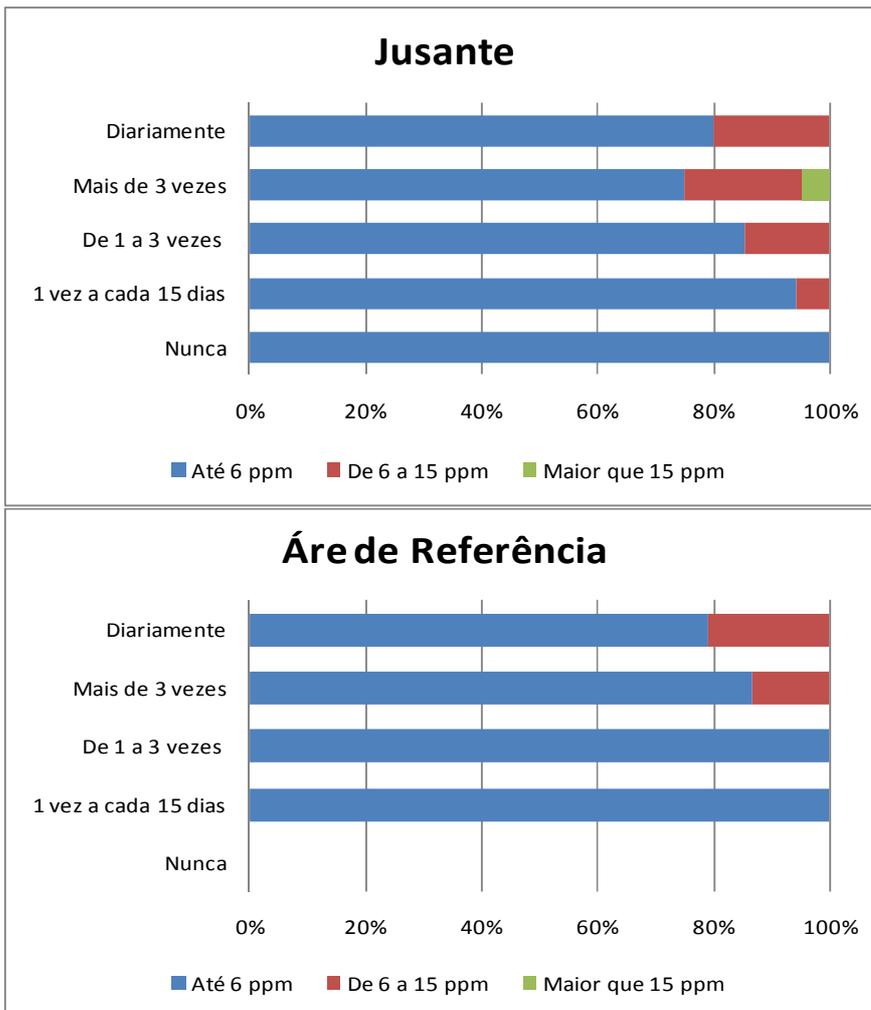
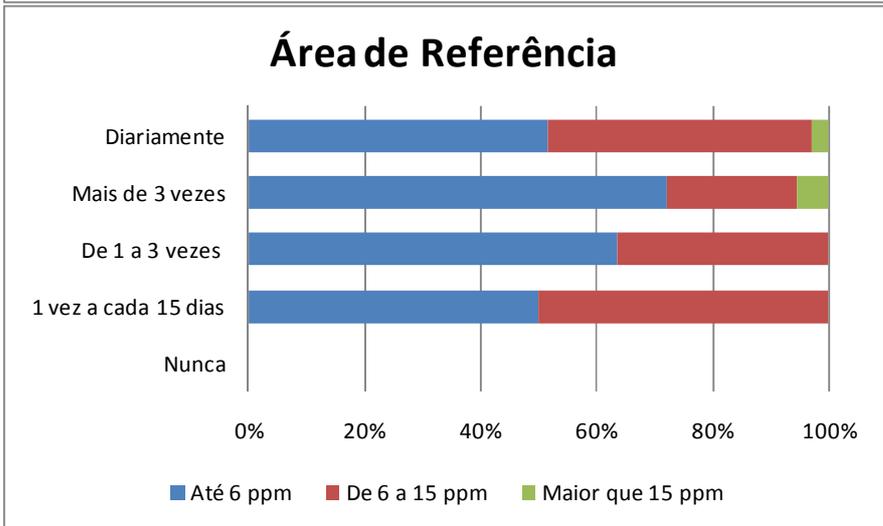
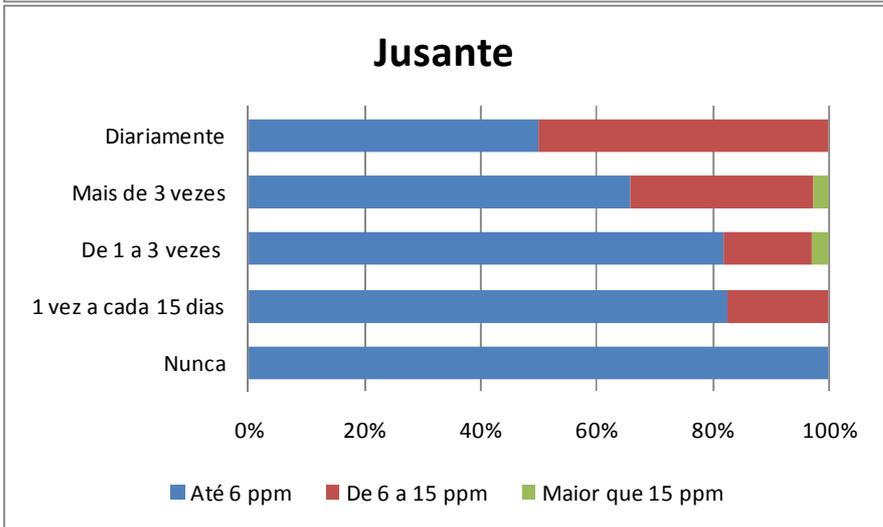
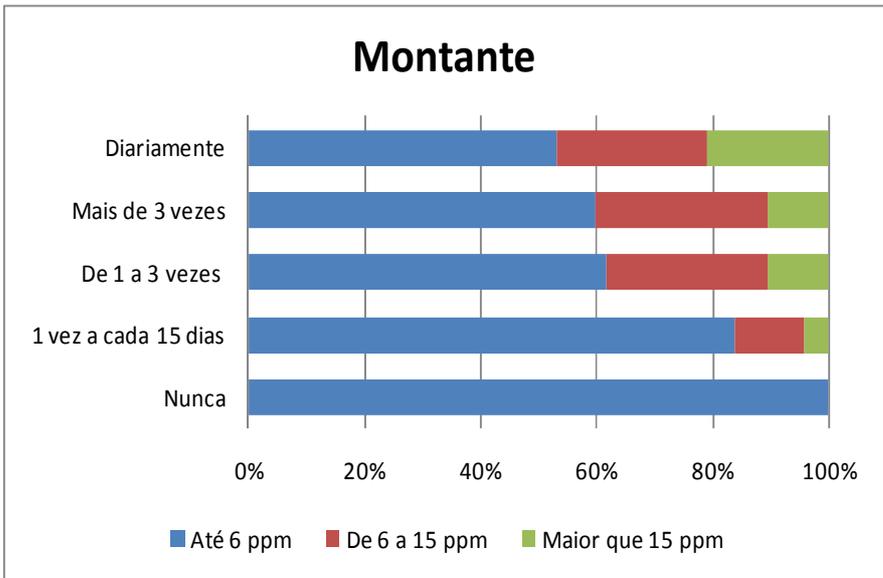


Figura 6. 42. Frequência do consumo de peixe e categorias por intervalo de concentração de Hg em menores de 16 anos do gênero feminino.

A figura 6.43 compara os intervalos de concentração por seção do rio Madeira, tendo como referência a UHE SA, em maiores de 16 anos, gênero feminino, o que também permitirá o acompanhamento dos indicadores de exposição mais específicos após o início da operação da Usina de Santo Antonio. Observa-se na figura 6.46 que a freqüência de consumo referida pelo entrevistado como “nunca come peixe” é menor de 6 ppm de Hg nas 3 áreas de estudo. Novamente, a resposta é coerente com os resultados medidos. Para os grupos que responderam consumir peixe de 1 a 3 vezes na área a jusante, 9% dos entrevistados apresentam concentrações de Hg no intervalo de 6 a 15 ppm e na área de referência 38%. A montante, 2% dos entrevistados apresentaram níveis de Hg acima de 15 ppm. Estes resultados atendem a

relação esperado/observado para os grupos expostos ao consumo de Hg, tendo como rota a ingestão de peixe.

As categorias de consumo mais de 3 vezes e diariamente, embora muito usadas nos inquéritos alimentares, nem sempre são facilmente entendida pelo entrevistado. Os resultados da pesquisa apontam coerência das respostas, apresentando os maiores percentuais de níveis de Hg no cabelo acima de 15 µg/g, o que tem se confirmando ao longo de todo o estudo.



Obs: Na área de referencia todos consomem peixes, por isso o nunca não tem barra.

Figura 6. 43. Frequência do consumo de peixe e categorias por intervalo de concentração de Hg em maiores de 16 anos do grupo feminino.

A figura 6.44 compara os intervalos de concentração por seção do rio Madeira, tendo como referência a UHE SA, em menores de 16 anos, gênero masculino. As respostas foram obtidas dos pais e/ou responsáveis. Observa-se na figura T3 que a frequência de consumo referida pelos entrevistados como nunca come peixe esta abaixo de 6 µg/g de Hg nas 3 áreas de estudo (< 6 µg/g). Para os grupos que responderam consumir peixe uma a cada 15 dias, na área a jusante, 22% dos entrevistados apresentam concentrações de Hg no intervalo de 6 a 15 µg/g e a montante, 15% maior do que 15 µg/g Para a categoria de mais de 3 vezes por semana e diariamente, as respostas são similares para os níveis de Hg acima de 15 µg/g para as áreas a montante e a jusante. A área de referência apresenta 22% dos resultados no intervalo de 6 a 15 µg/g. Para o consumo diário seria esperado a jusante apresentar alguns resultados acima de 15 µg/g. Mas, isto não ocorreu e os demais resultados estão coerentes com a dinâmica da relação categoria de consumo e intervalo de concentração de Hg.

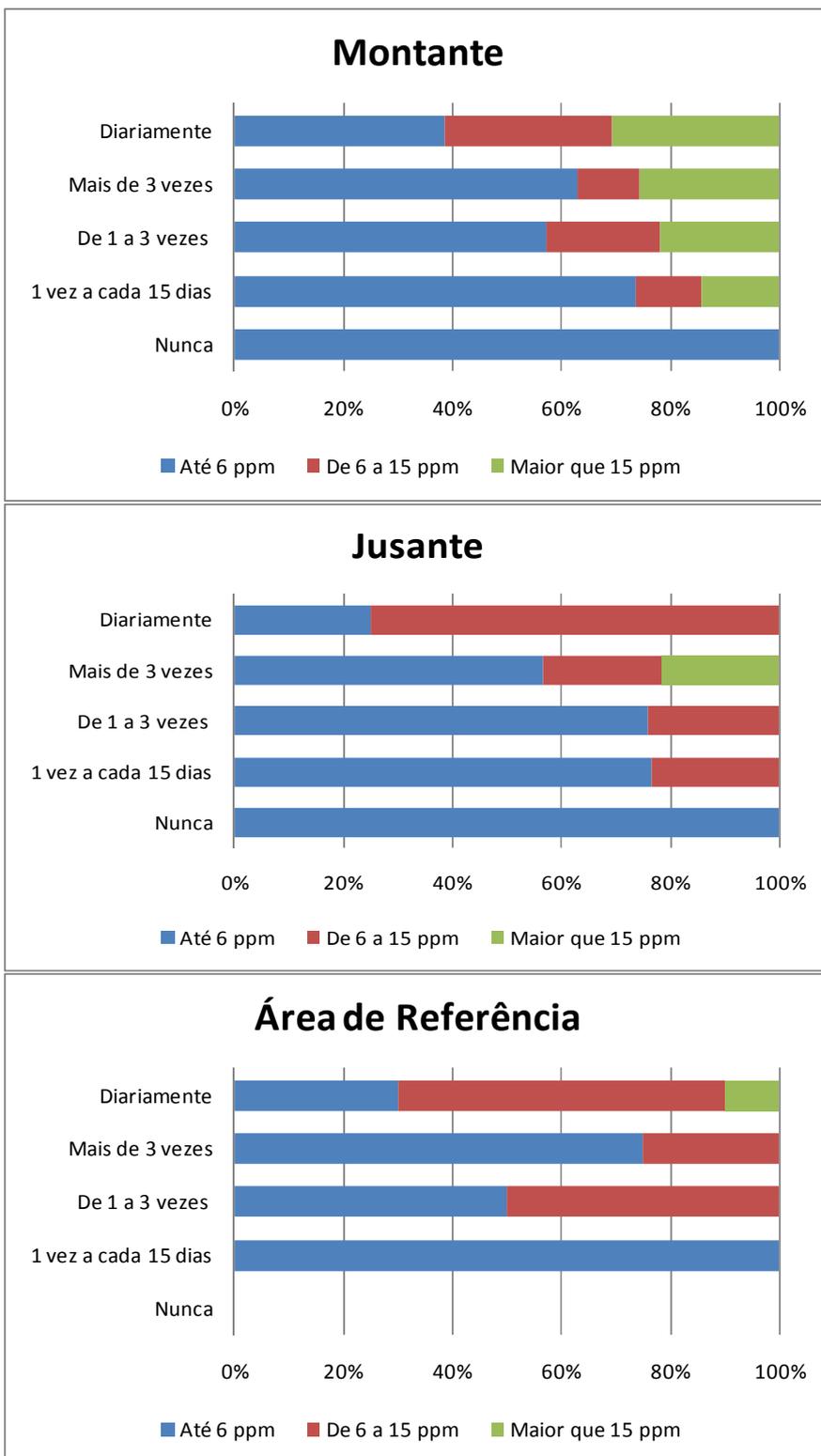


Figura 6. 44. Frequência do consumo de peixe e categorias por intervalo de concentração de Hg em menores de 16 anos do gênero masculino.

A figura 6.45 também compara os intervalos de concentração por seção do rio Madeira, tendo como referência a UHE SA, em maiores de 16 anos,

gênero masculino. Os resultados mostram que para a área de referência nas categorias 1 vez a cada 15 dias e nunca, permanecem menor do que 6 µg/g . Ainda, para a categoria nunca come peixe, os grupos a montante (38%) e jusante (100%) apresentaram resultados na categoria intervalo de concentração de 6 a 15 µg/g. Para a área a jusante este resultado está bem acima do esperado que deveria ser similar aos resultados a montante. Para a categoria de consumo mais 3 vezes por semana, os resultados são similares para o rio Madeira. Para a área de Cuniã, 85% atendem ao intervalo concentração de Hg de 6 a 15 µg/g. Para o consumo diário, 8% da comunidade de Cuniã apresentaram concentrações de Hg no cabelo, variando de 15 a 26 µg/g e os grupos residentes nas áreas do rio Madeira (montante e jusante) apresentaram resultados similares com exceção dos níveis de Hg acima de 15 µg/g que para a montante foram de 37% e jusante 20%.

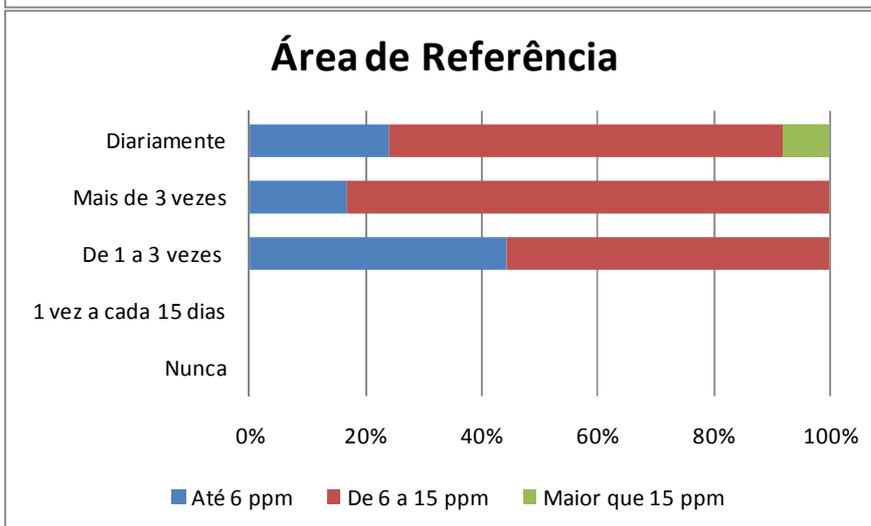
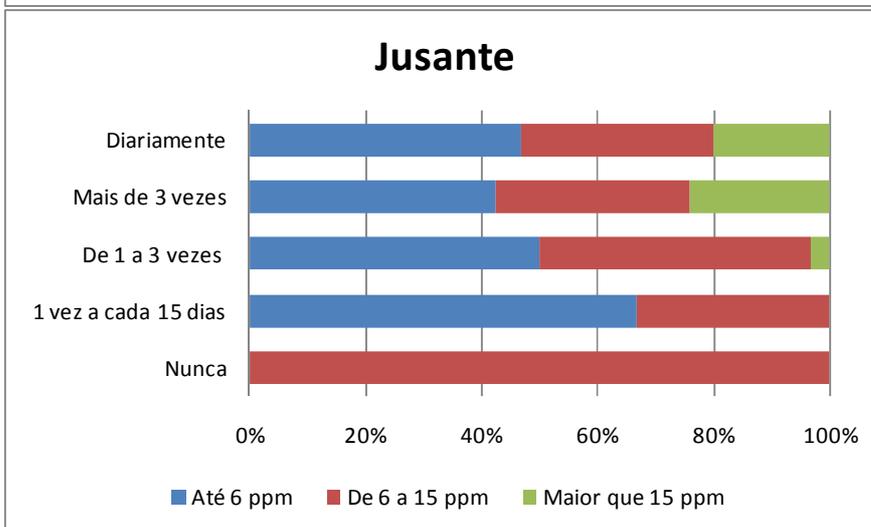
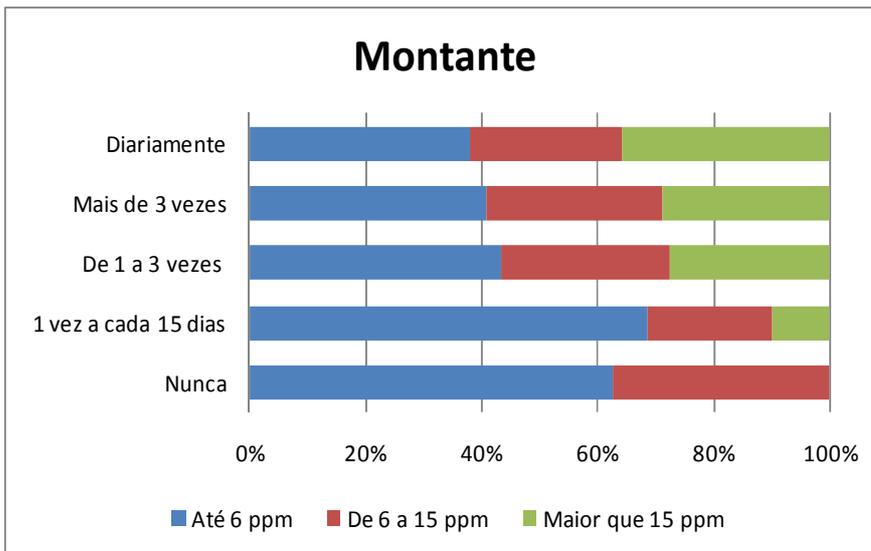
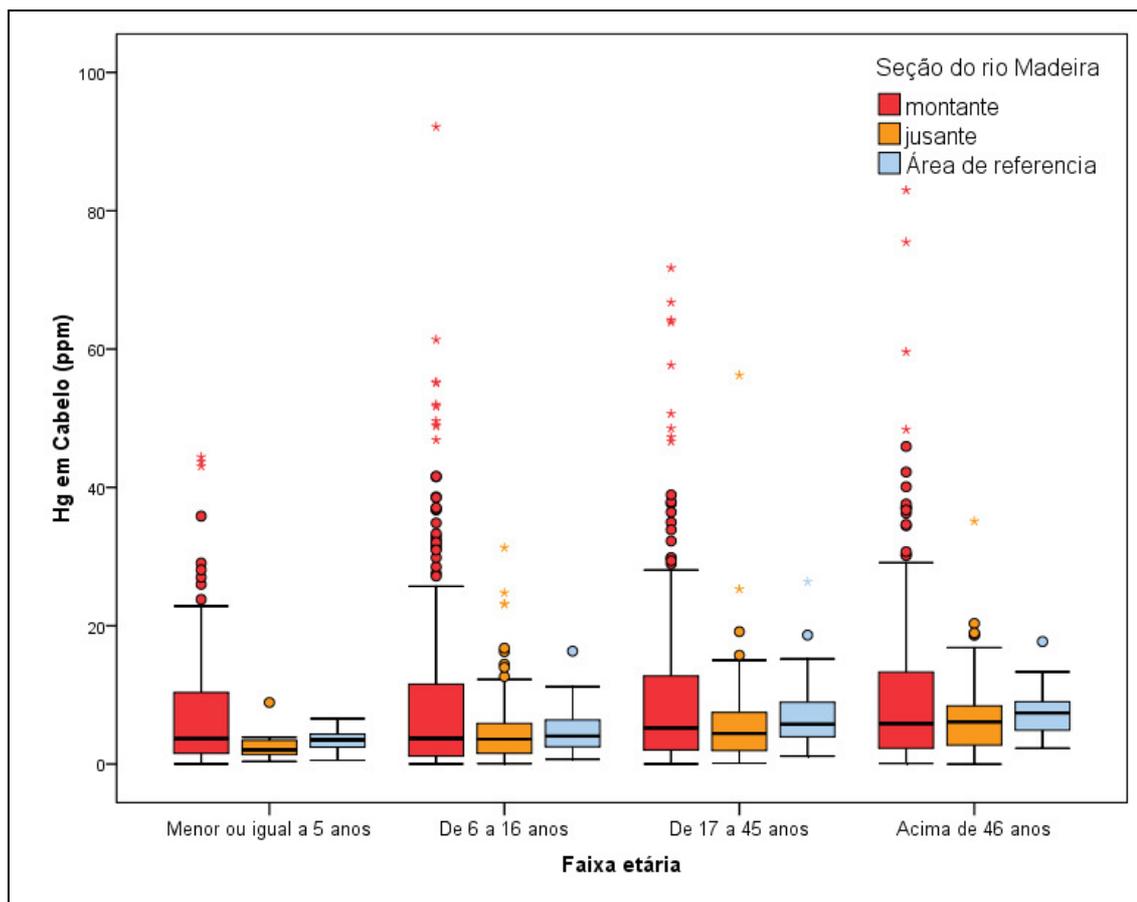


Figura 6. 45. Frequência do consumo de peixe e categorias por intervalo de concentração de Hg em maiores de 16 anos do gênero masculino

A figura 6.46 apresenta a distribuição dos resultados de Hg das comunidades residentes nas proximidades do rio Madeira por seção do rio em relação à UHE SA, por grupos etários e área de referência (Resex do Cuniã). O valor extremo de 177 $\mu\text{g/g}$ de Hg no cabelo foi retirado do gráfico para uma melhor visualização da figura. Observa-se que no grupo menor de 5 anos de idade, a média de Hg no cabelo variou de $2,7 \pm 2,41 \mu\text{g/g}$ (a jusante) a $8,0 \pm 10,05 \mu\text{g/g}$ (a montante da UHE SA). A área de referência apresentou uma média de Hg de $3,5 \pm 1,4 \mu\text{g/g}$. A diferença estatística das médias foi significativa (p -valor = 0,02). Para o grupo etário de 6 a 16 anos a jusante, a média de Hg foi a mesma da área de referência ($4,8 \mu\text{g/g}$). Para a área a montante a média de Hg foi de $8,7 \mu\text{g/g}$. A comparação das médias de Hg das seções do rio Madeira foi estatisticamente significativa (p -valor = 0,000). Para o grupo etário de 17 a 45 anos, a maior média de Hg foi verificada a montante da UHE SA com $9,8 \pm 13,85 \mu\text{g/g}$. Os resultados médios de Hg a jusante de $5,7 \mu\text{g/g}$ e na área de referência de $6,6 \mu\text{g/g}$ foram significativos ($P < 0,05$). Acima de 46 anos não houve diferença estatística entre as médias de Hg das áreas estudadas (p -valor 0,140).



* Valores *outliers* ou valores extremos

Figura 6. 46. Distribuição dos níveis de Hg por faixa etária nas seções do rio Madeira e área a Resex do Cuniã.

A comparação das concentrações de Hg por gênero é apresentada na figura 6.47. Observa-se que a montante da UHE SA para o grupo masculino, as concentrações de Hg são mais elevadas com um valor médio de $10 \pm 12,6 \mu\text{g/g}$ e uma variação de 0,1 a $176,8 \mu\text{g/g}$. Para a área a jusante, o grupo masculino apresentou maior média de Hg $6,9 \pm 6,8 \mu\text{g/g}$ do que o feminino de $4,07 \pm 3,72 \mu\text{g/g}$. Para a Resex do Cuniã também houve diferença entre gêneros, com o grupo masculino apresentando maiores concentrações de $7,4 \pm 4,2 \mu\text{g/g}$, e uma variabilidade de 0,6 a $26,4 \mu\text{g/g}$ de Hg. Há diferença das concentrações por gênero, com significância estatística entre a área a montante e a jusante ($p\text{-valor} < 0,05$), e entre a área a montante e a jusante em relação a Resex do Cuniã ($p\text{-valor} < 0,05$). É notável a baixa variação dos níveis de Hg na comunidade da Resex do Cuniã quando comparada as seções do rio Madeira. Isto pode ser explicado pela concentração de Hg em peixes, que é menor nos

lagos do Cuniã do que no rio Madeira, embora com elevado consumo. No Cuniã, o peixe é a principal fonte protéica desta comunidade.

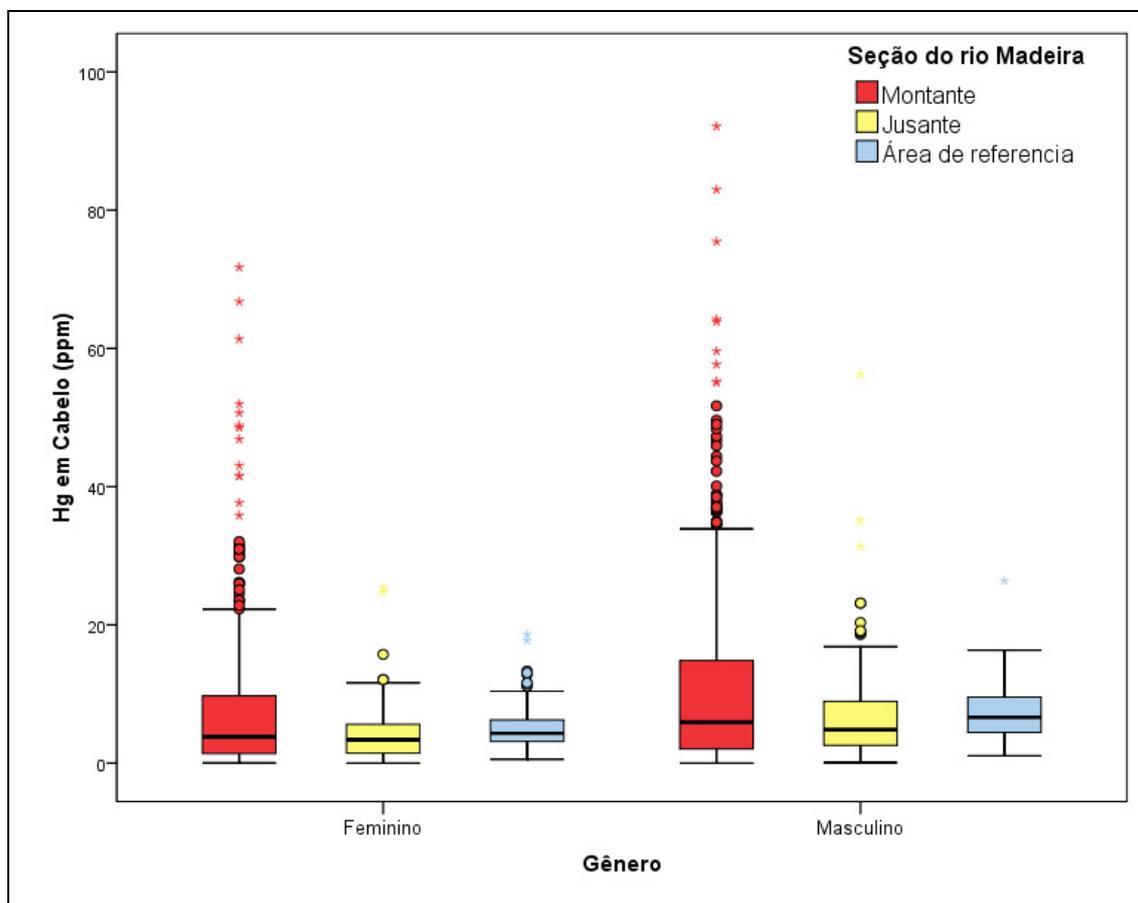


Figura 6. 47. Distribuição de Hg em cabelo nas comunidades do rio Madeira e na Resex do Cuniã em relação ao gênero.

A figura 6.48 apresenta os percentis e as variações das concentrações de Hg por local de residência (margem direita e esquerda) no rio Madeira e por gênero. Para o grupo feminino não houve diferença entre os valores médios de Hg das 3 áreas. Para o grupo masculino, a margem esquerda apresentou a maior concentração média de Hg no cabelo $10,4 \pm 11,8 \mu\text{g/g}$. Foi realizado um teste t de comparação de médias e os resultados mostraram que há diferença significativa ($\alpha = 5\%$) entre os níveis de mercúrio por gênero. Porém, não se evidenciou diferença significativa entre as margens.

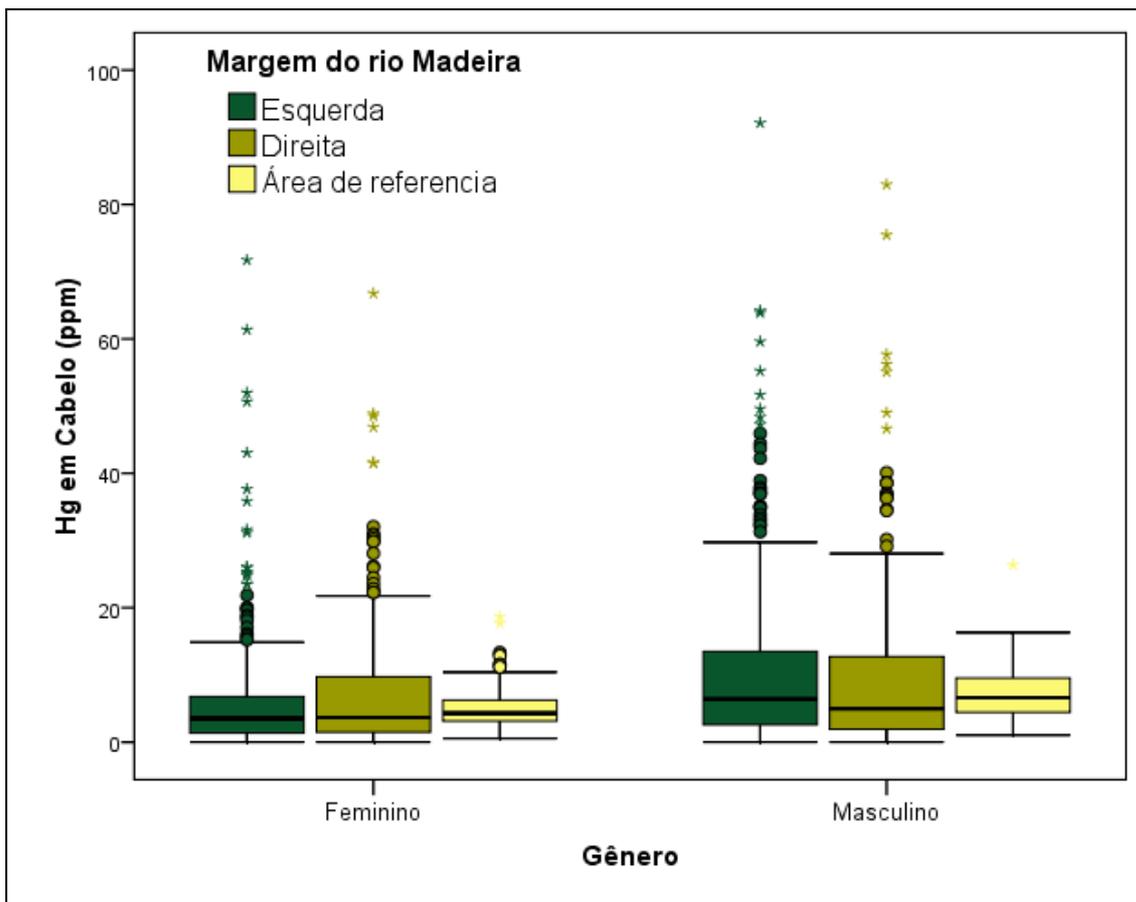


Figura 6. 48. Percentis e as variações das concentrações de Hg por local de residência (margem direita, esquerda) no rio Madeira e por gênero da população estudada, Porto Velho, 2011.

A frequência e a quantidade de peixe, assim como o nível trófico e as espécies de peixes consumidas pelos vários grupos populacionais parecem ter uma representação importante nos níveis de contaminação no organismo humano manifestadas pelos níveis de Hg no cabelo nas áreas estudadas. A figura 6.49 apresenta uma comparação entre as concentrações de Hg em cabelo das comunidades residentes nas proximidades das margens do rio Madeira e a área de referência Resex do Cuniã. Observa-se que não há grande diferença na frequência de consumo médio semanal total entre as comunidades das margens direita e esquerda, resultando em uma média de Hg em cabelo de $8,18 \pm 10,37 \mu\text{g/g}$ e $8,40 \pm 12,12 \mu\text{g/g}$, respectivamente. Quando comparadas estas concentrações médias de Hg com os resultados de Hg da população da Resex do Cuniã, observa-se uma redução dos valores de Hg

em 30%. Para aquelas comunidades que possuem consumo de peixe maior que 3 vezes por semana, mas não chegam a consumir diariamente, também não há diferença estatística significativa (p -valor $> 0,05$) das concentrações de Hg entre a margem direita e esquerda, com uma média de Hg no cabelo para as comunidades do rio Madeira de $8,7 \pm 10,10 \mu\text{g/g}$. Na comunidade da Resex do Cuniã, embora apresentando a mesma frequência de consumo do que as comunidades do rio Madeira, a quantidade de peixe consumida é maior, com uma variação de 40 a 600 gramas de peixe por dia. As espécies mais consumidas na Resex do Cuniã são: *Cichla sp.* (Tucunaré, média de $0,42 \pm 0,32 \mu\text{g/g}$) e *Serrasalmus sp.* (Piranha, média de $0,82 \pm 0,36 \mu\text{g/g}$). A jusante, a variação de consumo foi de 40 a 250 gramas/dia sendo o *Mylossoma sp.* (Pacu), a espécie de maior preferência pelas comunidades com concentrações médias de $0,086 \pm 0,36 \mu\text{g/g}$. A montante, a espécie *Brachyplatystoma sp.* (Babão) é uma das mais consumidas com médias de $3,4 \pm 2,34 \mu\text{g/g}$.

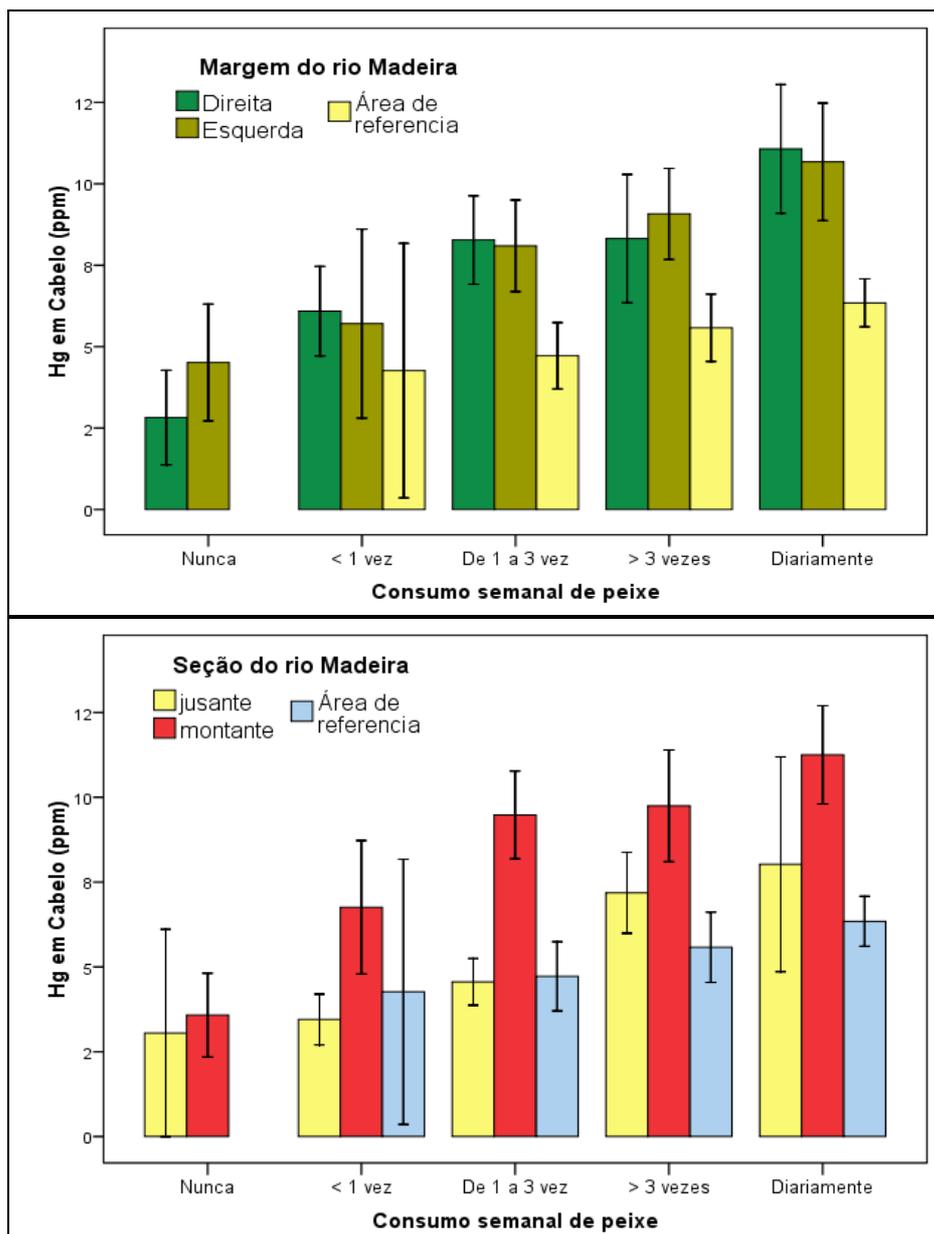


Figura 6. 49. Relação da frequência de consumo de peixe semanal e concentrações de Hg ($\mu\text{g/g}$) no cabelo, nas comunidades das margens do rio Madeira e na Resex do Cuniã e nas áreas a montante e a jusante da UHE SA (Porto Velho, 2011).

Nesta área a disponibilidade de outra fonte de proteína é de mais difícil obtenção devido ao isolamento da comunidade, que ficam aproximadamente 180 km de Porto Velho por embarcação. Outro dado que contribui para que as concentrações de Hg em cabelo sejam inferiores àquelas observadas nos residentes nas proximidades do rio Madeira, é que as concentrações de Hg nas principais espécies de peixes consumidas pelos residentes de Cuniã são inferiores daquelas medidas no rio Madeira, variando de 0,05 a 2,21 mg/kg. No

entanto, ao compararmos as concentrações de Hg em cabelo dos residentes das proximidades do rio Madeira com os residentes da Resex do Cuniã, verificamos diferença significativa (p -valor = 0,05) nas concentrações médias de Hg em cabelo.

Analisando a frequência de consumo de peixe de uma a 3 vezes por semana em relação às concentrações de Hg em cabelo dos residentes a montante e a jusante da UHE SA, verificamos comparativamente, que o valor de Hg a montante é o dobro do valor da jusante, e o mesmo acontece em relação à área da Resex do Cuniã. Para os grupos do rio Madeira que consomem peixe de 1 a 3 vezes por semana, quando comparadas às médias de Hg, verificou-se que as diferenças são estatisticamente significativas, ou seja, grupos a montante diferem dos demais (p -valor = 0,000).

Para um consumo de 3 vezes ou mais por semana há diferença significativa entre os valores médios de Hg no cabelo (p -valor = 0,009) a montante, confirmando os valores mais elevados. A média de Hg a montante é $9,8 \pm 11,74 \mu\text{g/g}$. O mesmo ocorre em relação ao consumo diário, havendo diferença significativa em relação às concentrações de Hg no cabelo, a montante e a jusante (p -valor = 0,005), assim como a montante em relação à área do Cuniã (p -valor < 0,0005). A ingestão de peixe é maior em todas as áreas estudadas para o sexo masculino.

A elevada ingestão de peixes predadores com concentrações de mercúrio próximas de $1,5 \mu\text{g/g}$ pode representar risco para a saúde destas populações, principalmente para a mulher em idade fértil, gestantes e crianças. O metilmercúrio é capaz de bioacumular e biomagnificar através da cadeia trófica, alcançando maiores concentrações em predadores como os peixes carnívoros. Bruggeman (1982) demonstrou que o fator de bioacumulação entre peixes não carnívoros e peixes carnívoros é de cerca de 10 vezes. Este fator também foi encontrado para peixes da Amazônia (CASTILHOS, 1999; HACON *et al.*, 2003). Em Minamata, as concentrações de mercúrio total no pescado no período da epidemia foram de $11 \mu\text{g/g}$. Também foi observado que o período de latência entre a exposição via ingestão de peixe, e o início do surgimento dos sintomas era da ordem de 60 dias (OMS, 1977).

Como observado na figura 6.52, parece haver uma relação linear entre a quantidade de peixe consumido, o nível trófico e a concentração de Hg nos

peixes nas comunidades com elevados níveis de Hg em cabelos. Os grupos do rio Madeira a montante, segundo o grupo etário e gênero, mostraram uma tendência de aumento de Hg em cabelo para os menores de 16 anos de sexo masculino em função do consumo e do local de residência (a montante, $r^2=0,248$, $p= 0,001$). O mesmo ocorreu para o grupo menor de 16 anos feminino ($r^2= 0,149$, $p=,001$) e para os grupos maiores de 16 anos masculino e feminino, também a montante ($r^2=0,215$, $p= 0,001$) e feminino ($r^2=0,275$ $p= 0,001$). Para os menores de 16 anos a jusante masculino, os valores foram $r^2=0,399$ e $p= 0,05$ e para o feminino $r^2=0,234$ e $p= 0,001$. Para a área de referência, a tendência foi similar para gênero e grupos etários ($r^2=0,289$ $p= 0,001$).

Estes resultados, embora elevados, estão dentro do padrão de exposição para a região da Amazônia, evidenciados em outros estudos (PASSOS e MERGLER, 2008). Os níveis de mercúrio em cabelo podem chegar a 80 $\mu\text{g/g}$ com valores médios de $38,5\pm 14,4$ $\mu\text{g/g}$ (EVE *et al.*, 1996) e 65 ± 58 $\mu\text{g/g}$ (LEINO *et al.*, 1995) em áreas de reservatórios como Tucuruí. Boischio e Barbosa (1991) reportaram níveis médios de mercúrio nos cabelos de ribeirinhos do rio Madeira de 10 $\mu\text{g/g}$, com grande amplitude, chegando a valores de 303 $\mu\text{g/g}$. Em geral, os consumidores de peixe em áreas urbanas da Amazônia podem apresentar valores médios de mercúrio em cabelo variando de 2 a 10 $\mu\text{g/g}$ (HACON *et al.*, 2000). Um estudo piloto em dois municípios do Rio Negro (São Gabriel da Cachoeira e Barcelos) apresentou uma média de Hg em cabelos com níveis de 13 $\mu\text{g/g}$ e 9,7 $\mu\text{g/g}$, respectivamente, com valores superiores chegando a 81,3 $\mu\text{g/g}$ (SANTOS *et al.*, 2005). Vale ressaltar que, aparentemente, nenhum dos estudos acima reportou efeitos similares ao diagnosticado nos pacientes de Minamata.

6.7. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DE AVALIAÇÃO DE RISCO A SAÚDE HUMANA PARA NA POPULAÇÃO DO RIO MADEIRA

A avaliação de risco à saúde humana de substâncias químicas compreende várias etapas como, a seleção dos contaminantes de interesse, mecanismo de transporte, rotas de exposição, dentre outros, que não se justificam no caso deste estudo. A toxicidade do metilHg é bem conhecida e a

maior preocupação com este composto esta relacionada a sua fácil penetração no organismo humano através das membranas biológicas, eficiente bioacumulação, alta volatilidade, longo prazo de eliminação no organismo, (MOORE e RAMAMOORTHY, 1984; CLARKSON e MAGOS, 2006). Estudos na Amazônia já evidenciaram que a proporção média de metilmercúrio em relação ao mercúrio total nos tecidos dos peixes pode ser até de 95% (Malm et al., 1995). O mercurio foi amplamente utilizado na América do Sul pelos colonizadores espanhóis para recuperar metais preciosos. Estima-se que cerca de 200 mil toneladas de Hg tenham sido liberadas para a bacia Amazonica no periodo de 1550 a 1850 (Nriagu, 1993). Muitos estudos foram realizados na Amazônia com o objetivo de quantificar a contaminação ambiental e a exposição humana decorrentes das emissões da atividade garimpeira na década de 80 até meados de 90, quando novas hipóteses começaram a ser discutidas relacionando os elevados níveis de Hg no ambiente com emissões naturais. A erosão do solo, intensificada pelas atividades humanas como a agricultura, queimadas, pecuaria, mineração de ouro, mostrou ser uma importante fonte natural de mercúrio para sistemas aquáticos locais (VEIGA et al, 1994; LACERDA 1995, ROULET et al., 1998a, , 1999). Conseqüentemente, as populações humanas que vivem nas margens dos rios da Amazonia foram expostos cronicamente desde 1980. O presente estudo realizado no rio Madeira evidencia que os atuais níveis de exposição humana a Hg diminuiram e o valor de 10 µg/g de Hg em cabelo como um valor de tolerância a episódios de exposição aguda (IPCS/WHO 1990), no caso dos rios da Amazonia pode ser considerado um valor de exposição cronica porque desde a década 90 valores médios de 15 µg/g de Hg em cabelo são referenciados em várias comunidades da Amazonia (FORSBERG et al, 1995; AKAGI et al, 1995, BARBOSA et al, 1997,) GUIMARÃES et al, 1999; SANTOS et al, 2000; BARBOSA et al, 200, PASSOS et al, 2007 a, b, PASSOS et al, 2008))

A avaliação da exposição pode ser estimada por medição dos níveis de mercúrio em vários tecidos do corpo (como cabelo, sangue, leite materno) como biomarcadores ou usando diferentes modelos matemáticos, simulando os níveis de mercúrio no corpo aquático, preferencialmente a biota (peixes carnívoros) e as características das comunidades expostas. A caracterização do risco é destinada a informar aos gestores de saúde e ambiente,

empreendedores, comunidades, e prioritariamente aos expostos ao risco, o resultado da avaliação, sua classificação, situações críticas de exposição e as medidas prioritárias de curto e medio prazo. Deve apresentar também, a variabilidade, as incertezas e as limitações da exposição e da caracterização do risco. A caracterização do risco fornece um resumo da avaliação, que deve subsidiar outras informações para a tomada de decisão. As ações corretivas e preventivas, a comunicação e o gerenciamento do risco. à saúde humana são componentes da avaliação de risco.

Uma vez que a caracterização do risco é concluída, os resultados e as recomendações devem ser utilizados para justificar as prioridades, estratégias e programas para proteger as populações em risco. Todos os seres humanos estão expostos a níveis baixos de mercúrio. Os fatores que determinam a ocorrência e gravidade dos efeitos adversos sobre a saúde incluem a forma química do mercúrio (no presente estudo, estima-se de 95% do Hg em peixes e no cabelo estejam na forma de metilmercúrio), a dose, a idade ou estágio de desenvolvimento da pessoa exposta (o feto é considerado o mais sensível), a duração da exposição, e , a via de exposição. A dieta pode aumentar a exposição a mercurio de uma subpopulação em função da preferência, da quantidade e frequência dos peixes consumidos. Um determinado grupo pode estar em situação de maior risco devido ao consumo regular de grandes quantidade de peixe e da preferência pela mesma especie carnívora. Comunidades que dependem do peixe como fonte de proteína para subsistência apresentam níveis mais elevados de mercúrio devido o consumo diário.

Os alvos primários de toxicidade de compostos de mercúrio, com ênfase no metilmercúrio, são o sistema nervoso e o sistema cardiovascular. Os órgãos em desenvolvimento (como o sistema nervoso do feto) são os mais sensíveis aos efeitos tóxicos do mercúrio. Outros sistemas que podem ser afetados incluem o hematológico, imunológico, respiratório, gastrointestinal, e reprodutivo. Em uma dada população, geralmente há duas subpopulações sensíveis, ou seja, aqueles que são mais sensíveis aos efeitos do mercúrio e aqueles que estão expostos a níveis mais elevados de mercúrio. O feto, o recém-nascido e as crianças abaixo de 7 anos são especialmente sensíveis à exposição ao mercúrio devido a sensibilidade do sistema nervoso e

imunológico em desenvolvimento. Além de exposição uterina, recém-nascidos podem ser ainda mais expostos pelo consumo do leite materno contaminado, devido a exposição da mãe durante a gestação e após o nascimento do bebê. Assim, as mulheres em idade reprodutiva e gestantes devem estar conscientes do perigo potencial da exposição a elevados níveis de Hg durante a gestação. seus efeitos. O acompanhamento pre-natal de gestantes ribeirinhas e as informações relacionadas as espécies de peixes que devem ser mais consumidas durante a gestação deveria ser parte integrante a atenção básica

6.7.1. Níveis de referência para dose aceitável de Hg adotados por organizações internacionais

Estudos de avaliações de risco à saúde desenvolvidos por governos, empresas e organizações internacionais têm dado subsídios para revisão e/ou definição de dose de referência para a exposição ao mercúrio diário, semanal ou ingestão de peixe. O Comitê Misto FAO/WHO para aditivos alimentares (JECFA), que também avalia contaminantes químicos para a segurança alimentar, estabeleceu a ingestão semanal tolerável provisória (PTWIs) para mercúrio total de 5 mgHg por kg de peso corporal e de 1,6 mg/kg de metilmercúrio(WHO/UNEP, 2008). A dose semanal tolerável provisória é a quantidade de uma substância que pode ser consumida semanalmente durante toda uma vida sem risco apreciável para a saúde. Este valor representa a exposição humana semanal admissível protegendo os indivíduos mais sensíveis da população. No caso do metilmercúrio, o efeito da exposição no desenvolvimento do feto é considerado o efeito mais sensível, e o neurodesenvolvimento o resultado mais crítico. A US.EPA definiu a Dose de Referência de 0.1µg/kg/dia para metilmercurio (com incerteza de uma ordem de grandeza) de uma exposição diária à população humana (incluindo subgrupos sensíveis). Este pode ser considerado um ponto de referência para avaliar os efeitos potenciais. A Agência de Substâncias Tóxicas e Registro de Doenças (ATSDR) utiliza uma abordagem similar a US.EPA, definindo o *Minimal Risk Levels*-MRLs como uma estimativa da exposição diária humana a uma substância perigosa que é susceptível de ser sem risco apreciável de efeitos adversos à saúde, é usado para substancias não cancerígenas durante

um período determinado de exposição. Essas estimativas são entendidas como níveis de triagem e são utilizados por gestores de saúde para identificar contaminantes e os efeitos potenciais para a saúde, e dar prioridade às ações de saúde.

A Agência de Substâncias Tóxicas e Registro de Doenças (*ATSDR*) preconizou a ingestão máxima segura de 8,2 µg Hg/dia para mulheres e 8,6 µg Hg/dia para homens. Esta estimativa considerou uma média de peso de 65 kg para mulheres e 70 kg para homens, com uma dose diária tolerável de mercúrio total de 0,126 µg/kg/dia para homens e 0,123 µg/kg/dia para mulheres.

Em 2004, a US.EPA e FDA criaram uma advertência para mulheres grávidas e/ou mulheres em idade reprodutiva, mulheres que estão amamentando e crianças menores de 5 anos para: não ingerirem carne de tubarão, de peixe-espada, de cavala e de peixe batata; fazer no mínimo duas refeições de pescado com baixa concentração de Hg por semana (salmão, peixe-gato, pescada polaca e camarão) (U.S.EPA, 2004). Em 2003, a Agência Britânica de Normas Alimentares (*UK Food Standard Agency*) advertiu para o consumo limitado de duas latas de atum ou um filé de atum fresco por semana e evitar consumo de peixes.

Alguns países limitam a exposição ao metilmercúrio para as populações humanas, fazendo recomendações e/ou estabelecendo limites legais para a quantidade máxima permitida de metilmercúrio em peixes vendidos nos mercados. Por exemplo, a Comunidade Europeia permite níveis de 0,5 mg/kg de mercúrio em pescado. O Japão permite até 0,4 mg de mercúrio total/kg (ou 0,3 mg/kg de metilmercúrio) em peixes (UNEP/WHO 2008). No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) estabeleceu níveis máximos de contaminantes nos alimentos que possam constituir riscos à saúde humana. A Portaria nº 685, de 27 de agosto de 1998, da ANVISA definiu o nível máximo de 1,0 mg/kg de mercúrio total para peixes predadores e de 0,5 mg/kg para peixes e produtos da pesca (não predadores). Possivelmente, para São Paulo, onde o consumo de peixe é baixo, esta portaria possa ser uma referência. Porém, para a bacia Amazônica, principalmente para as bacias dos rios Madeira, Tapajós e Teles Pires, esta portaria deveria ser discutida e

reavaliada, considerando o consumo elevado de peixes pela população ribeirinha.

Alguns governos fornecem orientação sobre a quantidade, espécies e frequência de consumo de peixe que são considerados seguros ou potencialmente nocivos para os vários grupos mais susceptíveis a contaminação por metilmercúrio.

6.7.2. Cenários de exposição a Hg no rio Madeira

No rio Madeira a estruturação de cenários de exposição, considerando a dose potencial de exposição para cenários atuais e futuros é particularmente complexa devido à diversidade da ictiofauna, hábitos e preferências de consumo por parte das comunidades ribeirinhas por determinadas espécies de peixes, além da sazonalidade da região que parece exercer um papel importante na disponibilidade de espécies de peixes carnívoras e não carnívoras. A maioria dos estudos sobre exposição humana a mercúrio na região Amazônica chama atenção sobre o elevado consumo de peixe pela população ribeirinha e sobre a importância desta fonte protéica para a qualidade de vida das comunidades, principalmente para as populações mais afastadas dos centros urbanos.

As estimativas de consumo de peixe na Amazônia estão em torno de uma média diária de per capita de 80 gramas GIUGLIANO *et al.*, 1978,; HACON *et al.*, 1997; CERDEIRA *et al.*, 1997; BOISCHIO *et al.*, 2000; PASSOS *et al.*, 2008) a 406 gramas (OLIVEIRA, 2006) e variam em função da área estudada (proximidade do rio/lago) das características das comunidades, da faixa etária, da procedência dos indivíduos, da época do ano em que o estudo é realizado.

Outra informação importante para a estimativa da dose potencial de exposição é a razão entre espécies de peixes carnívoros e de outros níveis tróficos consumidas pela população e a frequência de consumo destas espécies. A estimativa da dose, deve também considerar os grupos etários, idade, peso corpóreo e gênero visto que a dose depende destas informações.

O estudo dos níveis de contaminação por Hg em peixes realizado pelo laboratório de Hidrogeoquímica da UNIR, sob a coordenação do prof.

Wanderley Bastos, coletou um total de 1600 exemplares de peixe. Os peixes foram agrupados para o cálculo da dose potencial em carnívoros e não carnívoros (figura 6.50). As maiores concentrações de Hg foram observadas nos peixes carnívoros nas proximidades de Jatuarana, Vila Teotônio e no igarapé de Belmont, apresentando valores médios variando de 0,4 a 2,0 µg/g. O estudo mostrou que as concentrações de Hg nos peixes variaram de 0,006 µg/g a 6,07 µg/g, representando um fator de 1000 entre as espécies e os níveis tróficos. Com relação ao hábito alimentar, as maiores concentrações de Hg total foram encontradas nos peixes carnívoros, com valor médio de $0,827 \pm 0,846$ µg/g. Como já esperado as menores concentrações foram medidas em herbívoros: $0,097 \pm 0,136$ µg/g. Observa-se na figura 6.39 que a abundância de peixes não carnívoros é notável, o que poderá favorecer no futuro uma medida de orientação de consumo em relação às espécies não carnívoras.

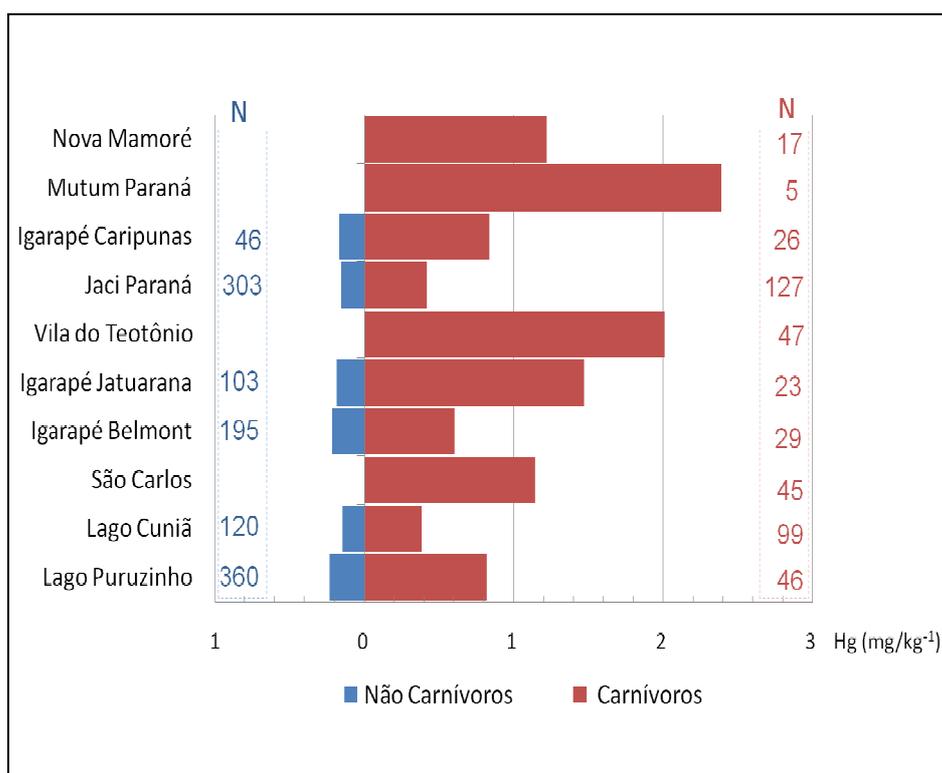


Figura 6. 50. Concentrações médias de Hg em peixes carnívoros e não carnívoros coletados em várias localidades do rio Madeira.

A figura 6.51 evidencia as espécies mais consumidas, confirmando o consumo da espécie *Mylossoma sp.* (Pacu) como a espécie mais consumida

de não carnívoro. Possivelmente, esta diferença no consumo de espécies não carnívoras entre a área a montante e a jusante, e a área de referência irá refletir em diferentes níveis de contaminação das comunidades, medidos por Hg no cabelo. O Pacu responde por 25% do consumo da comunidade ribeirinha a jusante da UHE SA. A figura 6.51 mostra as principais espécies e os respectivos percentuais de consumo pelas comunidades residentes nas proximidades do rio Madeira (montante e jusante da UHE SA e a área de referência). A espécie *Cichla sp.* (Tucunaré) responde por 30% do consumo de peixes na área de referência.

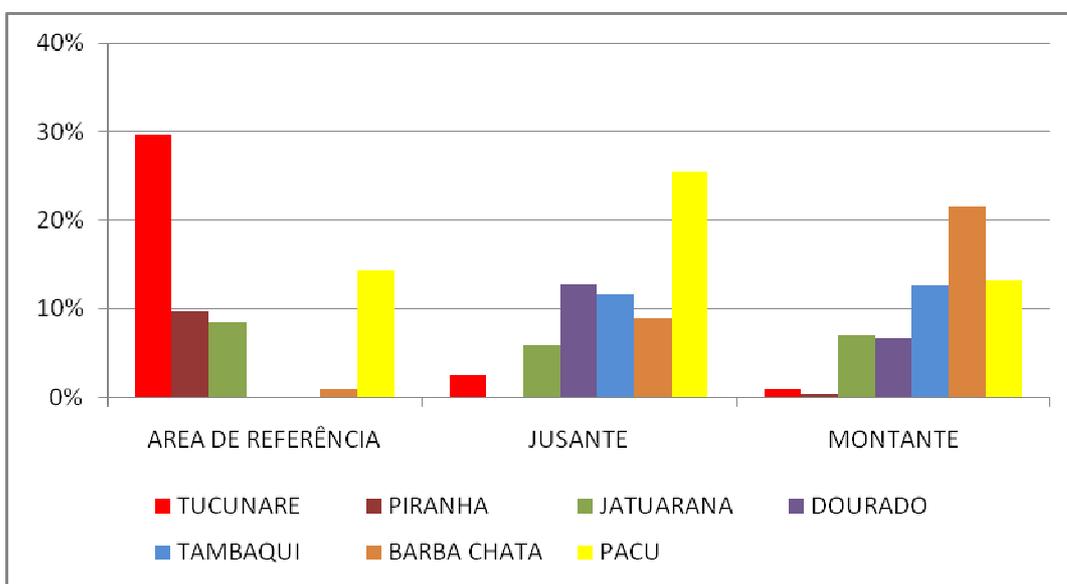
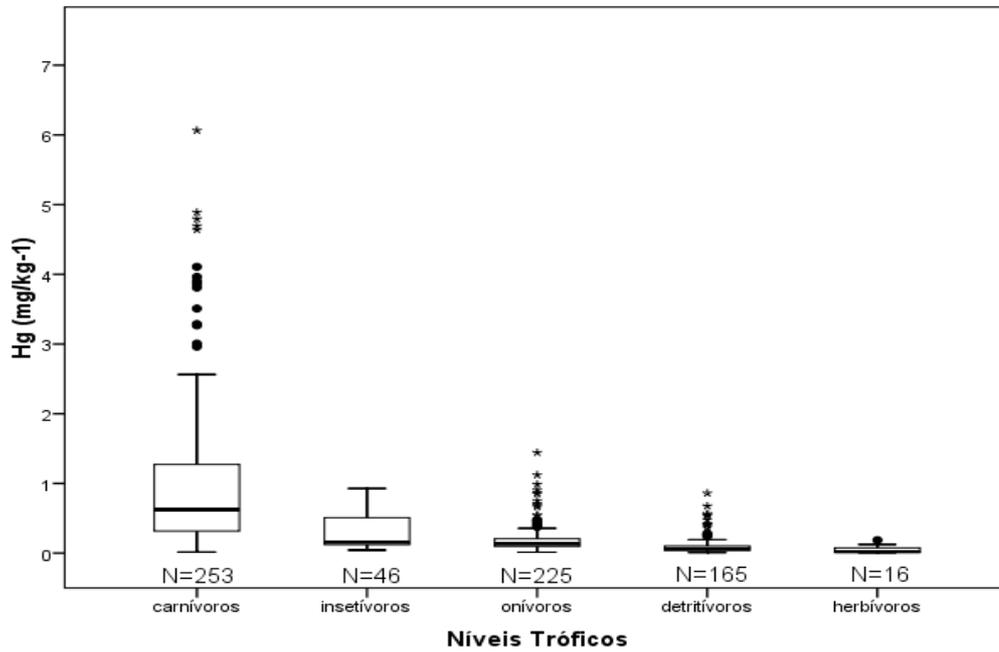


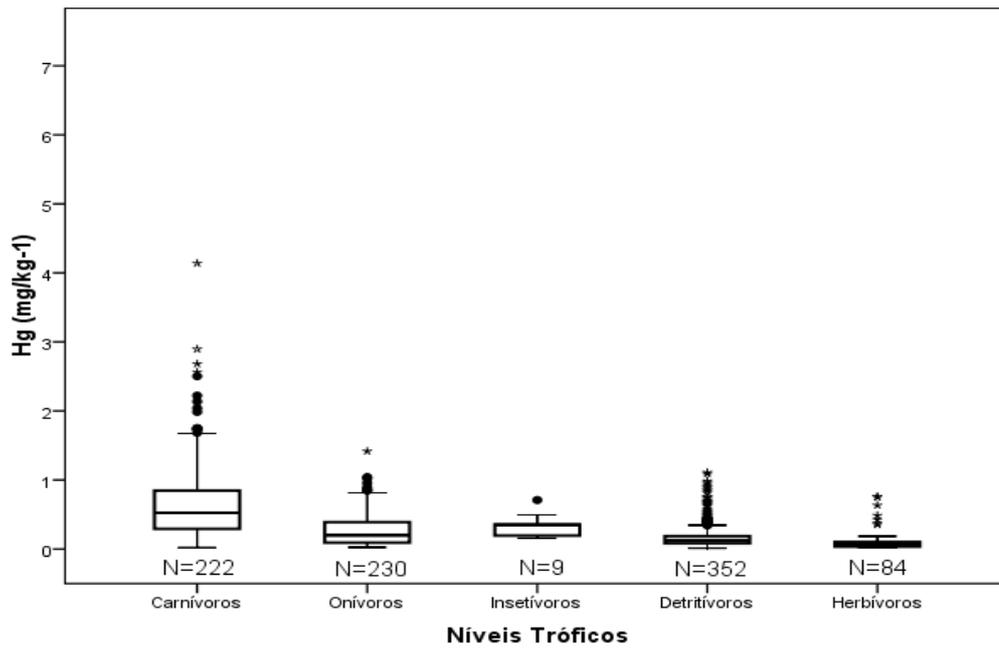
Figura 6. 51. Espécies de peixes mais consumidas pelas comunidades do rio Madeira e a área de referência (Resex do Cuniã).

A figura 6.52 mostra a diferença nas concentrações de Hg a montante e jusante nos diferentes níveis tróficos com significância estatística (p -valor < 0,05). Comparando as concentrações de Hg em peixes a jusante com a área de referência (Resex do Cuniã), não há diferença estatística (p -valor > 0,05). O mesmo observa-se em relação à Resex do Cuniã..

Distribuição de Hg em peixes, por Nível Trófico no rio Madeira. Áreas de coleta a Montante da UHE de Santo Antônio.



Distribuição de Hg em peixes, por Nível Trófico no rio Madeira. Áreas de coleta a Jusante da UHE de Santo Antônio.



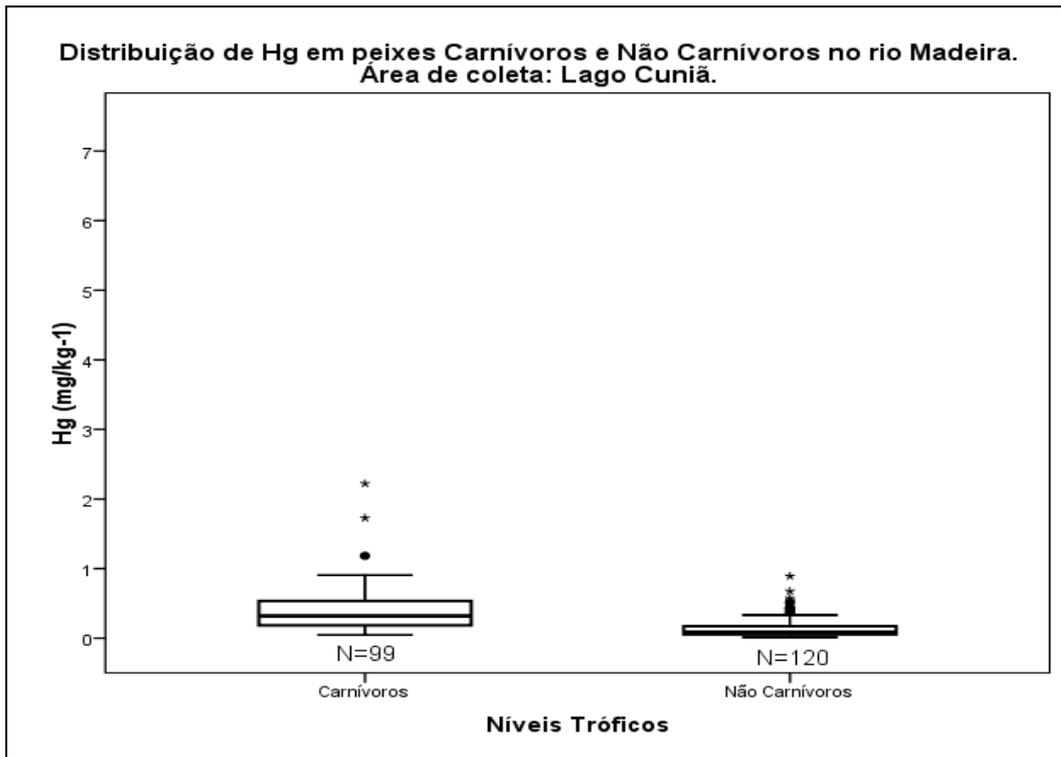


Figura 6. 52.Distribuição das concentrações de Hg em peixes carnívoros e não carnívoros consumidos a montante e jusante da UHE SA no rio Madeira e na área de referência (Resexdo Cuniã). com o Lago Puruzinho.

Para a estimativa da dose potencial de exposição agrupamos os peixes em carnívoros e não carnívoros. No grupo de não carnívoros, as concentrações variaram de $0,006 \pm 0,846 \mu\text{g/g}$ a $1,44 \pm 0,203 \mu\text{g/g}$. Um total de 64 espécies e 1600 exemplares foram analisados para Hg total, distribuído ao longo do rio Madeira, de Guajará Mirim até o Lago Puruzinho, totalizando cerca de 650 km, sendo 375 km a montante da UHE de Santo Antonio e 275 a jusante da UHE SA. A figura 6.53 mostra a distribuição dos locais de coleta dos peixes.

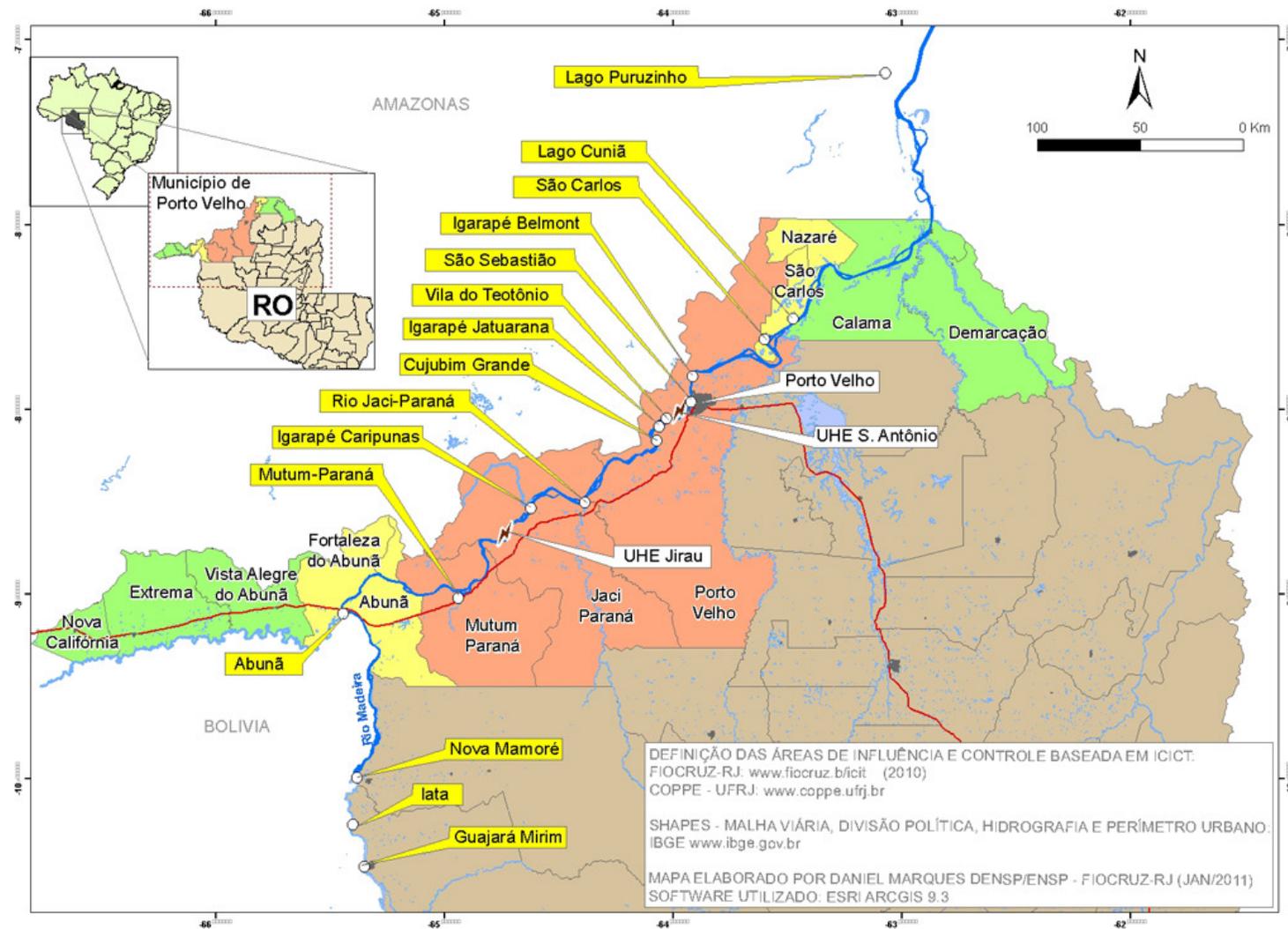


Figura 6. 53. Distribuição espacial dos locais de coleta de peixes ao longo do rio Madeira e na área de referência.

6.8. CENARIOS DE EXPOSIÇÃO PARA A POPULAÇÃO RIBEIRINHA E A RESEX DO CUNIÃ

Os cenários de exposição foram construídos com base nos dados obtidos do inquérito epidemiológico, com ênfase nos dados antropométricos, inquérito alimentar e concentrações de Hg em peixes e frequência de consumo. A avaliação da exposição foi estimada a partir da ingestão diária de peixe população adulta e para menores de 16 anos, ponderada pela preferência de espécies de peixe no período das entrevistas e pela razão de peixes carnívoros e não carnívoros para cada comunidade, utilizando-se a equação geral para calcular a dose potencial de exposição crônica.

Foram simulados cenários atuais assumindo-se a tendência central, ou seja, utilizando-se valores médios dos parâmetros e cenários prospectivos, percentil 95, concentração de exposição, mantendo-se o consumo e variabilidade das espécies atuais.

As tabelas 6.46, 6.47, 6.48, 6.49 apresentam os resultados dos cenários de exposição para os diferentes grupos estudados no rio Madeira e na área de referência da Resex do Cuniã.

A tabela 6.46 refere-se ao cenário de exposição atual e prospectivo para a população geral residente a montante e a jusante da UHE SA, por gênero e grupo etário. Observa-se, que para o cenário de tendência central (atual) a montante, as doses (média) são até 10 vezes maiores do que o aceitável, tendo como dose de referência ou MRL o valor de 0,1 µg/kg/d (US.EPA, 2010). Para o cenário atual, o risco à saúde humana variou de 7,5 a 24. Para o cenário prospectivo, crianças e adolescentes de ambos os sexos apresentaram riscos maiores que os adultos. Estes valores são esperados porque as crianças e adolescentes acompanham a dieta da família. Observa-se que para o cenário de tendência central (atual) o grupo feminino apresentou a menor dose. Comparando-se os grupos a montante e a jusante, verificamos que o risco é mais elevado para as comunidades a montante.

Tabela 6. 46. Cenário para estimativa de Dose Potencial de Exposição ($\mu\text{g}/\text{kg}/\text{d}$) e (IC 95%) para a população geral a montante e jusante.

Cenários a montante	Criança e adolescentes - < de 16 anos		Adulto > de 16 anos	
	Masculino	Feminino	Masculino	Feminino
Cenário atual de tendência central a montante da UHE SA	2,4 (0,24 – 9,4)	1,04 (0,18 – 7,7)	1,1 (0,17 – 6,5)	0,75 (0,14 – 4,1)
Cenário prospectivo a montante da UHE (percentil 95)	5,1 (1,18 – 16)	4,3 (1,1 – 19,3)	5,0 (1,54 – 12,8)	3,3 (1,03 – 8,8)
Cenários a jusante	Crianças e adolescentes		Adultos	
	Masculino	Feminino	Masculino	Feminino
Cenário atual de tendência central a jusante da UHE SA	1,22 (0,22-6,9)	0,35 (0,4-3,0)	0,72 0,15-3,12	0,64 0,13-2,7
Cenário prospectivo a jusante da UHE (percentil 95)	5,1 1,18-16	3,2 0,72-8,7	2,7 0,8-5,9	2,1 0,64-4,6

A tabela 6.47 refere-se aos cenários de exposição atual e prospectivo para a população adulta residente a montante e a jusante da UHE SA, segundo a margem de residência e gênero. Observa-se, que para o cenário de tendência central (atual), os resultados foram similares para as doses das margens direita e esquerda. Para o cenário prospectivo, a margem direita apresentou as maiores doses e variabilidades.

Tabela 6. 47. Cenário para estimativa de Dose Potencial de Exposição ($\mu\text{g}/\text{kg}/\text{d}$) e (IC 95%) para a população adulta a montante, segundo a margem de residência e gênero.

	Montante – Margem	Montante – Margem
--	-------------------	-------------------

	Direita		Esquerda	
	Masculino	Feminino	Masculino	Feminino
Cenário Atual de tendência central a montante por margem (IC 95%)	1,2 (0,2 – 7,4)	0,8 (0,1 – 4,1)	1,0 (0,18 – 5,8)	1,0 (0,4 – 2,3)
Cenário prospectivo a montante da UHE por margem percentil 95)	9,4 (4,2-18)	3,3 (1,03 – 8,7)	4,3 (1,4-10,8)	3,2 (0,96-8,4)
	Montante – Margem Direita		Montante – Margem Esquerda	
	Masculino	Feminino	Masculino	Feminino
Cenário Atual de tendência central a jusante por margem (IC 95%)	0,7 (0,15-2,8)	0,6 (0,12-2,4)	0,8 (0,16-3,2)	0,6 (0,1-2,2)
Cenário prospectivo a jusante da UHE por margem (percentil 95)	2,4 (0,8 – 5,7)	2,0 (0,6 – 4,9)	2,5 (0,8 – 6,3)	1,9 (0,6 – 4,6)

As tabelas 6.48 apresenta os cenários de exposição atual e prospectivo para a população menor de 16 anos residente a montante e a jusante da UHE SA, respectivamente. Comparando-se as duas seções (montante e jusante) observa-se que não há diferença nas estimativas das doses para o cenário atual, embora os grupos a montante margem direita apresentem maior variabilidade das doses. Em relação ao cenário futuro (percentil 95), os grupos a montante apresentam maiores doses. A variabilidade da dose para as duas seções (montante e jusante) foi de 0,5 a 22 µg/kg/dia.

Tabela 6. 48. Cenário para estimativa de Dose Potencial de Exposição (µg/kg/dia) (IC 95%) para a população menor de 16 anos a montante, segundo a margem de residência e gênero.

Montante – Margem	Montante – Margem
-------------------	-------------------

Direita		Esquerda	
Masculino	Feminino	Masculino	Feminino
Jusante – Margem		Jusante – Margem	
Direita		Esquerda	
Masculino	Feminino	Masculino	Feminino

	Montante – Margem Direita		Montante – Margem Esquerda	
	Masculino	Feminino	Masculino	Feminino
Cenário Atual de tendência central a montante por margem	1,5 (0,24-10,6)	1 (0,16-6,5)	1,4 (0,2-8,1)	1,2 (0,16-10,8)
Cenário prospectivo a montante da UHE por margem (percentil 95)	6,3 (1,73 – 22)	4,0 (1,12–15,3)	5,7 (1,61-2,2)	5,0 (1,18 – 2,5)
	Jusante – Margem Direita		Jusante – Margem Esquerda	
	Masculino	Feminino	Masculino	Feminino
Cenário Atual de tendência central a jusante	1,5 (0,22-6)	0,8 (0,14-4,3)	1,2 (0,23-6,8)	0,7 (0,12-3,6)
Cenário prospectivo a jusante da UHE por margem (percentil 95)	4 (1,1 – 15,2)	2,5 (0,7-9,5)	4 (1,1 – 14,7)	1,5 (0,5-3,6)

A tabela 6.49 apresenta os resultados da avaliação de risco para a área de referência com doses de exposição com pouca variabilidade para o cenário atual. Para o cenário futuro, assumindo-se um aumento da contaminação por mercúrio, as estimativas de doses podem dobrar em relação ao nível médio de Hg em peixes, fato que implicaria em um risco de 2,7 vezes maior que o atual.

Tabela 6. 49. Cenário para estimativa de Dose Potencial de Exposição (µg/kg/dia) (IC95%) para a população da Resex do Cuniã.

	< de 16 anos		Adultos	
	Masculino	Feminino	Masculino	Feminino
Cenário Atual de tendência central a jusante	0,7 (0,14-4,2)	0,8 (0,13-5,0)	0,7 (0,16-2,8)	0,6 (0,16-2,4)
Cenário prospectivo a jusante da UHE por margem (percentil 95)	1,9 (0,6-9,4)	1,2 (0,23 – 10,4)	2,3 (0,8-5,7)	1,8 (0,7– 4,0)

Os elevados níveis de Hg em peixes carnívoros na bacia Amazônica têm sido apontados como a principal causa das altas concentrações de Hg no organismo humano, tendo como indicador de exposição os níveis de Hg em cabelo. literatura que a formação de lagos e reservatórios em locais com histórico de contaminação por Hg tende a aumentar a carga de Hg no meio aquático e conseqüentemente no pescado, com maiores níveis de Hg nos organismo de topo de cadeia trófica, geralmente a principal fonte das comunidades ribeirinhas. O presente estudo apresenta atual nível de contaminação da ictiofauna e sua relevância na estimativa da dose de exposição das comunidades ribeirinhas do rio Madeira. As 16 comunidades estudadas foram agregadas por seção do rio Madeira, a montante e a jusante, por margem do rio e diferenciadas por grupos etários e gênero. Todos os resultados apontaram para maiores doses de exposição em grupos do sexo masculino a montante. No inquérito alimentar observamos que os homens têm um maior consumo de peixe em relação s mulheres. Na análise dos níveis de mercúrio na ictiofauna, também foi observado um maior nível de contaminação nos peixes capturados a montante da UHE SA. Comparando-se os resultados das doses de exposição da população ribeirinha do rio Madeira com as doses estimadas para a área de referência, observa-se que para o cenário atual, todos os grupos de Cuniã apresentaram dose diárias de exposição inferiores a

1 µg/kg/dia. Para o cenário prospectivo (futuro), as doses variaram de 1,2 a 1,9 µg/kg/dia. Comparando-se os resultados de Cuniã com os grupos estudados no rio Madeira, observamos que para o cenário atual, as doses diárias de exposição foram maiores para os expostos no rio Madeira. Somente em um grupo a jusante, os resultados foram similares.

6.8.1. Comparação dos resultados da avaliação de risco com as concentrações de Hg no cabelo das populações estudadas

Ao compararmos o quociente de risco com as concentrações de Hg em cabelo temos uma estimativa da representatividade no universo analisado. Neste estudo comparamos o quociente de risco das áreas a montante, a jusante e da área de referência considerando gênero, porque o grupo masculino evidenciou maiores concentrações de Hg em cabelo do que o feminino em todas as áreas. Os resultados comparativos para o grupo feminino incluiu um grupo específico de gestantes. Os resultados do quociente de risco referem-se ao cenário atual, considerando um cenário de tendência central, com exceção do grupo de gestantes que considera-se um cenário conservador, utilizando o percentil 95, tendo como referência o princípio da precaução. O risco de efeitos adversos à saúde humana para o grupo feminino, a montante, mostrou similaridade de resultados (risco 7,5), assim como para a área de referência (risco 6,2). Para a jusante, a concentração de Hg no cabelo foi menor (risco 4,4) com pouca variação (risco 6,4). Para um cenário conservador, a maior preocupação está no grupo de gestantes considerando que o consumo de peixe com elevadas concentrações de Hg é a principal fonte de exposição do feto ao metilmercúrio (MeHg) (GRANDJEAN *et al.*, 1997;. NRC, 2000; UNEP, 2008). O MeHg, uma neurotoxina bem documentada, é absorvido no trato gastrointestinal e pode atravessar a barreira hemato-encefálica e a placenta. As maiores concentrações de MeHg são encontrados no cérebro e no cabelo, por isso a concentração do mercúrio no cabelo é freqüentemente usada como biomarcador para determinar a exposição ao MeHg (GRANDJEAN *et al.*, 1994). A concentração de Hg no cabelo reflete a concentração de MeHg em circulação no sangue (IPCS, 1990; CERNICHIARI *et al.*, 1995; GOSSELIN *et al.*, 2006).

Avaliação de risco à saúde humana deve ser conservadora, ou seja, o risco deve ser superestimado (princípio da precaução). No entanto, é importante uma análise custo/benefício e otimizar o equilíbrio entre as preocupações toxicológicas e os benefícios nutricionais conjugadas com as preocupações das populações expostas. Embora não haja dúvida de que MeHg é tóxico em vários aspectos, particularmente para o desenvolvimento do feto, ainda há controvérsia quanto à concentração de MeHg na dieta que resulta em efeitos adversos significativos. O grupo da FAO/OMS de Peritos em Aditivos Alimentares e Contaminantes (JECFA) estabeleceu uma ingestão semanal tolerável provisória (PTWI) de 1,6 µg/kg de peso corporal (pc) em 2003 e confirmou este valor em 2006 (WHO, 2004, 2007).

Para o grupo masculino, as concentrações de Hg em cabelo foram superiores às estimativas de risco de efeitos adversos à saúde humana. Mais uma vez se confirmam as maiores doses de exposição e níveis de Hg em cabelos mais elevados para o grupo masculino.

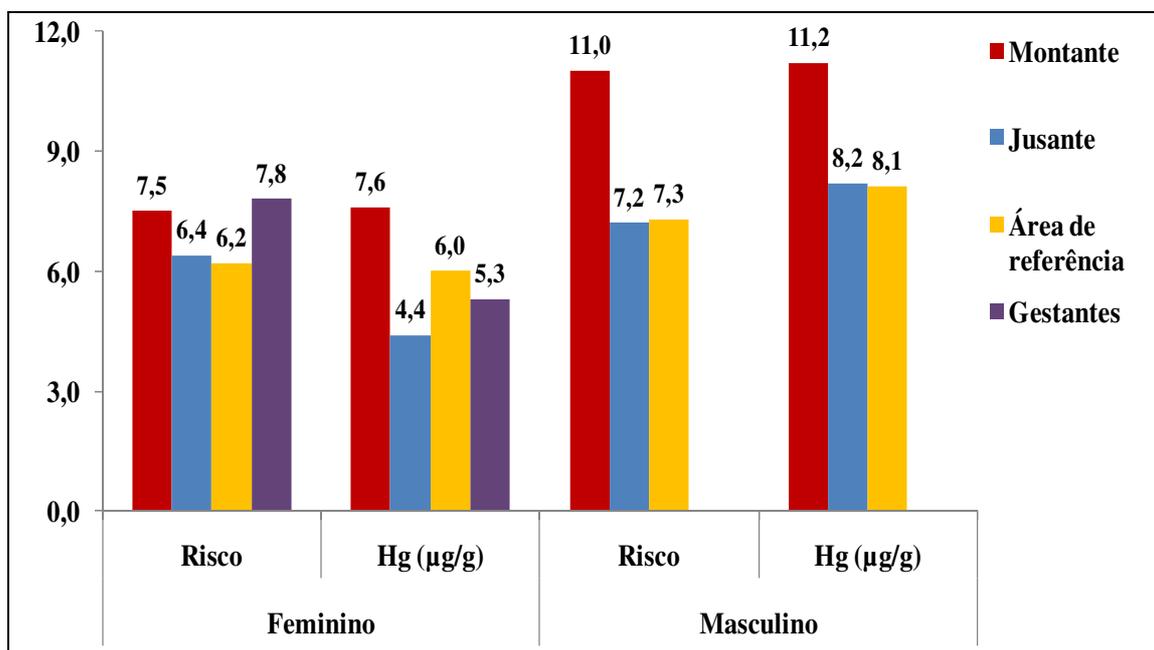


Figura 6. 54. Comparação dos resultados da avaliação de risco com as concentrações de Hg no cabelo das populações estudadas.

6.8.2. Modelos de regressão linear simples e múltiplo

Com o objetivo de identificar as variáveis que melhor explicam as associações do mercúrio, foram estimados modelos de regressão linear simples e múltiplo, considerando como variável resposta o logaritmo dos níveis de mercúrio no cabelo. A análise univariada mostrou que o log dos níveis de mercúrio apresentou relação linear significativa com as seguintes variáveis (tabela 6.50): tempo de moradia (p-valor = 0,000); fumo na gravidez (p-valor = 0,058); malária alguma vez na vida (p-valor = 0,000); se a criança demorou para sentar sozinha (p-valor = 0,045); e consumo de peixe (p-valor = 0,000). O modelo de regressão linear múltiplo apresentou R2 ajustado de 17,3% (R2 = 44%; F = 9,70 p-valor = 0,000) e incluiu as variáveis: tempo de moradia (p-valor = 0,007); consumo de peixe (p-valor = 0,000); tempo de amamentação (0,260); fumo na gravidez (p-valor = 0,001); se a criança demorou para sentar sozinha (p-valor = 0,002); malária (p-valor = 0,010); reprovação na escola (p-valor = 0,027); e dificuldade para caminhar (p-valor = 0,419) (tabela 6.51). Embora as variáveis “tempo de amamentação” e “dificuldade para caminhar” apresentassem p-valor maior que 5%, a entrada destas variáveis no modelo múltiplo melhorou a qualidade do ajuste. A análise de resíduos mostrou que as suposições do modelo não foram violadas.

Tabela 6. 50. Modelos de Regressão Linear Simples*

Variáveis Independentes	B	Erro-padrão	p-valor	R2
Mora na margem esquerda do rio	-0,020	0,115	0,859	0,007
Tempo de Moradia	0,059	0,014	0,000	0,189
Grau de parentesco dos pais	0,173	0,221	0,435	0,032
IMC	-0,002	0,016	0,890	0,007
Idade	0,011	0,015	0,439	0,032
Tempo de amamentação (meses)	0,004	0,004	0,364	0,04
Malária	0,505	0,119	0,000	0,171
Mae malária gravidez	0,299	0,176	0,91	0,081
Fumo na gravidez	0,278	0,146	0,058	0,081
Desenvolvimento mental anormal	-0,150	0,366	0,682	0,017
Deficiencia física	0,110	0,395	0,781	0,012
Uso de óculos	-0,130	0,215	0,545	0,025
Mais agitada que o normal	0,020	0,141	0,889	0,006

Falta de Equilibrio	0,000	0,231	0,999	0,000
Irritada	-0,033	0,135	0,810	0,010
Dificuldade para reflexos	0,016	0,229	0,943	0,003
Dificuldade para remar	0,055	0,335	0,869	0,007
Dificuldade para pescar	0,535	0,326	0,101	0,069
Dificuldade para enxergar	-0,010	0,147	0,948	0,003
Dificuldade para se concentrar	-0,221	0,143	0,123	0,064
Dificuldade para caminhar	0,252	0,366	0,491	0,029
Dificuldade para diferenciar cores	-0,036	0,195	0,852	0,008
Consumo de peixe	0,001	0,000	0,000	0,23
Demorou para falar	-0,027	0,302	0,929	0,004
Demorou para andar	-0,191	0,309	0,536	0,028
Demorou para sentar sozinho	0,809	0,403	0,045	0,092

Variável resposta – * $Y = \log(\text{mercúrio})$

Tabela 6. 51. Modelo de Regressão Múltipla

Variáveis Independentes	B	Erro-padrão	p-valor	R2 ajustado
Intercepto	-0,027	0,194	0,888	0,173
Tempo de moradia	0,046	0,017	0,007	
Consumo de peixe	0,001	0,000	0,000	
Tempo de amamentacao	0,006	0,005	0,260	
Fumo na gravidez	0,553	0,167	0,001	
Já teve malária	0,388	0,150	0,010	
Demorou para sentar sozinho	1,421	0,449	0,002	
Já foi reprovado na escola	-0,329	0,148	0,027	
Dificuldade para caminhar	-0,366	0,452	0,419	

* $R^2=0,44$; $F=9,70$ p-valor =0,000 ; $Y = \log(\text{mercúrio})$

6.8.3. O consumo de peixes como um predictor da exposição ao MeHg

A maioria dos estudos realizados usando o consumo de peixe como um predictor de exposição a MeHg, identifica uma clara associação entre a quantidade, frequência de peixes e a concentração de Hg no cabelo. Porém, os estudos também mostram que há uma considerável variabilidade interindividual e intergrupos na relação entre a quantidade ou a frequência do consumo de peixe e as concentrações do biomarcador de exposição ao MeHg. Vários fatores mediam essa relação. Uma fonte de variabilidade é a concentração de MeHg na mesma espécie de peixe e entre espécies na dieta.

Por exemplo, aqueles que se alimentam principalmente de peixes carnívoros têm maiores níveis de Hg em comparação com aqueles que se alimentam principalmente de peixes não carnívoros (DOLBERG et al, 2001, OLIVEIRA et al, 2009). Independente da concentração de MeHg, a frequência do consumo de peixes é um fator importante nesta variabilidade. Os biomarcadores refletem a média ponderada da exposição ao longo do tempo. Uma exposição aguda é diferenciada de uma exposição crônica de longo prazo em relação ao consumo de peixe. Em alguns casos, exposições agudas podem resultar em elevadas doses de MeHg. Embora a maioria dos estudos experimentais sobre a absorção gastrointestinal de MeHg indique que cerca de 95% de MeHg nos peixes é absorvida pelo ser humano, um estudo reportou que em animais e em humanos há variação substancial (CHAPMAN.L. & CHAN.H,2000, CANUEL et al, 2006). Em estudos com animais, a variação na cinética de absorção foi relacionada a fatores como sexo e idade (CLARKSON et al, 1997). A pesquisa realizada em humanos apresenta uma dificuldade em sua aceitação porque os estudos de absorção humana foram conduzidos somente em adultos do sexo masculino, não podendo ser extrapolada para outros grupos etários, mais sensíveis e para o sexo feminino. Há evidências crescentes em estudos de epidemiologia mostrando que as diferenças étnicas afetam os bioindicadores de exposição a mercúrio, ou seja influenciam na relação entre a ingestão de Hg via consumo de peixes e a exposição. Sugerindo que alguns fatores afetam a absorção e/ou a excreção de Hg. Vários estudos sugerem que o selênio (Se) deve desempenhar um papel importante na absorção e/ou excreção do MeHg (LEMIRE et al, 2006). Na Amazônia brasileira, o consumo de frutas mostrou-se associado as menores concentrações de Hg de cabelo (PASSOS ET AL, 2006). Esta pode ser uma das explicações para o equilíbrio entre o elevado consumo de peixe em algumas comunidades ribeirinhas e baixas concentrações de Hg em cabelo, como ocorre em Cunia.

Apesar da redução atual dos níveis médios de Hg em cabelo em 50 % em relação ao período de 1993 a 2006, os atuais níveis permanecem elevados na população ribeirinha, sem a ocorrência de casos típicos de intoxicação por Hg, similar aos registrados em Minamata.

6.9. IMPLICAÇÕES DA EXPOSIÇÃO AO Hg PARA A SAÚDE PÚBLICA

Os seres humanos estão expostos a diferentes formas químicas de mercúrio (Hg), e a potenciais riscos à saúde. Estas formas incluem vapor de mercúrio, oriundo de amálgamas dentárias nos indivíduos que possuem obturações de amálgama, assim como em exposições ocupacionais como por exemplo, consultórios dentários, fábricas de lâmpadas fluorescentes, mineração de ouro e algumas indústrias como a cloro-soda em fase de desativação e substituição tecnológica. O presente documento não abrange estas exposições, porque o objetivo do estudo é examinar as implicações para a saúde pública da exposição ao MeHg.

A exposição humana ao MeHg representa um desafio especial para a saúde pública, porque sua principal via de exposição é o peixe, um alimento altamente nutritivo, com benefícios relevantes para a saúde humana. Além disso, o peixe é culturalmente vital para as comunidades ribeirinhas da Amazônia e constitui-se numa importante fonte de renda para estas comunidades. Os estudos realizados na Amazônia nos últimos 25 anos mostram a variabilidade das concentrações de Hg, como resultado da bioacumulação de MeHg por meio dos múltiplos níveis da cadeia alimentar aquática, os grandes bagres na bacia do rio Madeira chegam a 6 µg/g de concentração Hg.

O metilmercúrio está ligado às proteínas, bem como aminoácidos livres, que são componentes dos tecidos, e não são removidos no processo de cozimento do alimento (MERGLER *et al.*, 2007). O Hg possui afinidade pelos radicais sulfidril (SH) presentes em diversas proteínas. Esta afinidade determina seu mecanismo toxicológico fundamental, podendo acarretar diminuição do transporte ativo de açúcares, aminoácidos e precursores de ácidos nucleicos, bem como a indução de falhas em proteínas estruturais e em enzimas, levando até mesmo à morte celular (ATSDR 1999).

Outro alimento em discussão como fonte de Hg para a população humana é o arroz cultivado em áreas contaminadas por mercúrio que pode apresentar elevados níveis de MeHg (HORVAT *et al.*, 2003). O metilmercúrio

também tem sido evidenciado em carnes de animais terrestres (YSART *et al.*, 2000), como carne de frango e de porco, provavelmente como resultado do uso de farinha de peixe como alimento para gado e os suínos. (LINDBERG *et al.*, 2004). Algumas comunidades, principalmente as da Amazônia e do Pantanal matogrossense, podem apresentar maior exposição ao MeHg devido ao consumo de carne de jacaré, aves e mamíferos aquáticos e a caça de animais selvagens. Vale ressaltar que não faz sentido nenhuma proibição nos hábitos da população, principalmente os alimentares, porque é cultural, e também porque nem o governo nem a sociedade civil tem condições de substituir estas fontes proteicas por outras, que tão pouco conhecemos os níveis de Hg na carne.

Populações com elevado consumo de peixes e mariscos em diferentes partes do mundo têm níveis elevados de Hg no organismo, tendo como indicador de exposição as concentrações de MeHg no sangue, cabelo, unhas. Populações com baixo consumo de peixe apresentam níveis médios de Hg de cabelo variando de $> 0,1 \mu\text{g/g}$ a $2,0 \mu\text{g/g}$ (WHO, 1991). Na Amazônia, na bacia do rio Teles Pires, populações que mencionam não comerem peixe ou comem esporadicamente, apresentam em média uma concentração de $1,12 \mu\text{g/g}$ de Hg no cabelo, com uma variação de $0,05$ -a $8,2 \mu\text{g/g}$ (HACON *et al.*, 2000). Em outras bacias hidrográficas da Amazônia, onde há um grande número de estudos em populações ribeirinhas, como a do Tapajós, a dieta tem como base proteica o peixe, níveis médios de Hg nas populações variam entre $5 \mu\text{g/g}$ e $15 \mu\text{g/g}$

Os biomarcadores de exposição ao MeHg, cabelo e sangue fornecem uma estimativa da exposição. O sangue dá uma estimativa da exposição recente, com a meia-vida de MeHg de 50-70 dias, enquanto o cabelo reflete a exposição média de longo período. O cabelo apresenta predominantemente MeHg, variando de 80% para 98% do Hg total do cabelo (DOLBEC *et al.*, 2001). Para as populações com consumo regular de peixe, o Hg total do cabelo e sangue apresentam boa correlação (WHO, 1991). As concentrações de Hg no cabelo são de 250 a 300 vezes maiores que no sangue. A análise segmentar de Hg em cabelo pode fornecer uma cronologia da exposição ao longo do tempo, sendo importante para a gestante ao longo do período de

gravidez e para o o recém-nascido, porque permite traçar uma exposição histórica da mãe. Os níveis de Hg nas unhas dos pés e mãos são utilizados como biomarcadores de exposição ao Hg, principalmente em estudos sobre os efeitos cardiovasculares de MeHg (WICKRE *et al.*, 2004), mas ainda não esta bem estabelecida a relação Hg e MeHg neste indicador.

Vários fatores afetam a absorção, distribuição e biotransformação, excreção e conseqüentemente, a toxicidade do MeHg. Alguns estudos apontam que os fatores genéticos têm um importante papel na diferenciação da suscetibilidade humana em relação à toxicidade do MeHg (DOI, 1991; ATSDR, 1999). O MeHg apresenta eliminação preferencial pelas fezes, incluindo importante participação do fígado através da bile. Durante esta via de eliminação, porém, o MeHg sofre recirculação no chamado ciclo êntero-hepático sendo, em parte, reabsorvido pelo trato intestinal (CANO, 2001; FONSECA *et al.*, 2007). Mulheres contaminadas por Hg (em especial por MeHg) podem produzir leite com concentrações significativas de Hg (BUSSE e SCHULTZ, 2001). Entretanto, esta não é uma via de grande importância no que diz respeito à sua eliminação por lactantes. Em populações ribeirinhas da Amazônia, os possíveis riscos da exposição ao MeHg do lactente vêm sendo discutidos frente aos indiscutíveis benefícios da amamentação (DOREA e BARBOSA 2003). O incentivo à prática do aleitamento materno como fonte exclusiva de alimento nos primeiros seis meses de vida é hoje um consenso em política de saúde, assim como o consumo de peixe para as populações ribeirinhas não deve ser interrompido ou reduzido devido à exposição a baixos níveis de Hg (FONSECA *et al.*, 2007).

6.9.1. Efeitos da exposição ao mercúrio sobre a saúde

Os sintomas clínicos de intoxicação por MeHg em crianças e adultos incluem: paraestesia (dormência das extremidades e ao redor da boca), ataxia (dificuldades no andar), disartria (dificuldades na fala), estreitamento do campo visual, surdez, tremores, deficiência intelectual e, em alguns casos, paralisia motora (WHO, 1990). Os estudos epidemiológicos do Japão e do Iraque

evidenciaram os danos do metil-Hg para o sistema nervoso central do feto e seus efeitos no desenvolvimento. Estes danos implicam primariamente na migração neuronal e na organização da estrutura cortical (CHOI, 1991). O MeHg também afeta a proliferação das células neuroepiteliais (atividade mitótica), acarretando sintomas como: paralisia cerebral, microcefalia, e severos danos mentais e motores. A cegueira e a surdez são efeitos normalmente associado aos demais desfechos (WHO, 1990; CHOI, 1989).

Em 1958, McAlpine e Araki identificaram uma doença neurológica incomum que foi associada ao consumo de peixe na Baía de Minamata. Tratava-se da exposição ao MeHg. Este foi o episódio que reconheceu o sistema nervoso como órgão-alvo para a intoxicação a MeHg, resultando em acentuados distúrbios sensoriais, constrição do campo visual, ataxia, isartria, perturbações auditivas e tremores (HADARA, 1995) Com base nos estudos epidemiológicos em humanos, a OMS, 1990 estima que 5% dos adultos expostos ao MeHg com nível de Hg no sangue de 200 µg/L, correspondendo a 50 µg/g de MeHg no cabelo, podem apresentar efeitos neurológicos. Alguns casos têm reportado que a redução significativa do consumo de peixe, resulta na melhoria de sintomas e na redução das concentrações dos biomarcadores. Apesar da confirmação de elevados níveis de Hg em estudos realizados em vários países, geralmente, os valores reportados são inferiores aqueles que produziram as epidemias históricas de intoxicação por MeHg. Entretanto, há evidências crescentes que para muitas populações, a exposição é suficiente para alterar o funcionamento normal dos órgãos-alvo e constitui um importante problema de saúde pública (MERGLER *et al.*, 2007).

Minamata chamou a atenção para o risco da exposição fetal. Fetos em desenvolvimento, expostos ao MeHg via placenta da mãe, apresentaram sintomas de paralisia cerebral grave, mesmo quando suas mães tiveram pouca ou nenhuma manifestação do envenenamento (HARADA, 1978). O acometimento de estruturas cerebrais associadas à capacidade cognitiva pode ocasionar perdas nestas funções. Estudos como os de Grandjean *et al.* (1998) e de Debes *et al.* (2006) corroboram a hipótese de que as lesões neurológicas que comprometem estas funções, causadas por uma exposição à MeHg ou outros compostos neurotóxicos na fase embrionária, são irreversíveis.

A clínica de envenenamento por MeHg continua a mesma. Suas conseqüências são: retardo mental, ataxia cerebelar e reflexos primitivos. Em crianças, a exposição a MeHg na fase úterina está associada com menor desempenho em testes de linguagem, atenção, memória e / ou funções visuais espaciais e / ou motor (WHO, 1990).

Intoxicações graves por MeHg causam conseqüências drásticas ao sistema nervoso central e periférico, as quais podem ser facilmente identificadas durante um exame físico neurológico (BAKIR *et al.* 1973). A exposição crônica a metilmercúrio (exposição de longo período a baixos níveis) está associada a alterações nos reflexos miotáticos (hipo e hiperreflexia), e outras disfunções do movimento e as alterações da capacidade visual no que diz respeito à percepção de cores e contraste (LEBEL *et al.* 1998; GRANDJEAN *et al.*, 2001; CORDIER *et al.* 2002; PACHECO-FERREIRA 2001; AUGER *et al.* 2005).

Em um estudo conduzido com comunidades tradicionais expostas a Hg na Amazônia Brasileira foram usados *Santa Ana Test* (coordenação motora e destreza) e *Stanford-Binet Intelligence Test* (memória não verbal e visual-espacial,) e foi observada uma associação significativa entre exposição à MeHg e os escores nos testes (GRANDJEAN *et al.*, 1999). No entanto, vale ressaltar que estes testes não estão validados para o propósito utilizado e os aplicadores dos testes tinham problemas de comunicação com a comunidade local, visto que se tratava de tradução dos testes, com dificuldades na língua portuguesa.

Os dois principais estudos de corte longitudinal em crianças com o objetivo de estudar efeitos a baixas doses de Hg no organismo foram realizados nas Ilhas Faroé e ilhas Seicheles. No estudo das Ilhas Faroé foram observados déficits neurocomportamentais associados com a exposição a Hg na fase uterina, mesmo em crianças cujas mães apresentavam níveis de Hg em cabelo abaixo de 10 µg/g (GRANDJEAN *et al.*, 1999). Em resultados recentes do estudo das ilhas Seychelles foi observado diminuição da coordenação motora fina em crianças com elevada exposição fetal, as quais as mães foram expostas a níveis de Hg superiores a 10 µg/g. Embora, estes sejam os estudos mais completos sobre a exposição humana ao Hg, as

incertezas impedem resultados comparativos e/ou conclusivos entre os estudos, porque fatores como o tipo de exposição, uso de diferentes biomarcadores de exposição (sangue do cordão umbilical vs. cabelo materno), diferentes baterias de testes e tamanho do corte foram considerados como possíveis explicações para as diferenças nos resultados observados. Outras hipóteses, como a ingestão de nutrientes que pode modificar o metabolismo do Hg ou toxicidade, também foram levantados como hipótese, considerando os resultados de alguns estudos na Amazônia brasileira (PASSOS *et al.*, 2003).

Poucos estudos abordam os efeitos neurotóxicos da exposição a Hg em adultos. Na Amazônia, déficits neurocomportamentais e, em alguns casos, sinais clínicos tem sido relacionados à exposição mercurial em adultos e crianças em populações ribeirinhas (MERGLER, 2002; LEBEL *et al.*, 1998; PASSOS e MERGLER, 2008; YOOKO *et al.*, 2003). Há também evidências de dano citogenético, mudanças imunológicas e toxicidade cardiovascular (KLAUTAU-GUIMARÃES *et al.*, 2005; SILBERGELD *et al.*, 2004). Na Amazônia, os riscos toxicológicos da exposição a mercúrio não são monitorados pelos serviços de saúde locais, uma vez que os profissionais da saúde não estão capacitados para distinguir a toxicidade do mercúrio no contexto das doenças endêmicas da região, assim como falta infra-estrutura que permita esta vigilância ambiental de forma contínua (SANTOS, 1993; SANTOS *et al.*, 1992).

Um conjunto de provas foi desenvolvido para testar as associações entre MeHg e uma série de eventos cardiovasculares. Estas incluem a doença cardiovascular coronariana, infarto agudo do miocárdio (IAM), isquemia do coração, os efeitos da pressão arterial e hipertensão arterial e alterações de coração, como a variação da frequência cardíaca (STERN, 2005). A evidência mais forte de causalidade da exposição a Hg e doenças cardiovasculares, é o infarto agudo do miocárdio em homens adultos (VIRTANEN *et al.*, 2005). Estudos em populações ocidentais sugerem que os percentis superiores dos níveis de exposição podem resultar em um risco significativamente elevado de IAM. No entanto, não encontraram uma associação entre a exposição a Hg e doença coronária (YOHIZAWA *et al.*, 2002). A evidência para uma associação entre MeHg e outros desfechos cardiovasculares ainda é insipiente.

Outro efeito estudado, porém com poucos resultados positivos é a associação entre o aumento da pressão arterial sistólica e diastólica e níveis de Hg em cabelo e sangue.

Efeitos reprodutivos também têm sido reportados em relação aos efeitos da exposição ao MeHg. A natimortalidade, na cidade de Minamata no Japão durante as décadas de 1950 e 1960, apresentou um decréscimo no nascimento de filhos do sexo masculino, entre famílias de pescadores (ITAI *et al.*, 2004). Um aumento na proporção de fetos masculinos mortos no útero, levantou a possibilidade do aumento da susceptibilidade a exposição ao MeHg no estágio de desenvolvimento do feto do sexo masculino (MERGLER *et al.*, 2007).

Foram reportados efeitos no sistema imunológico para o MeHg e Hg inorgânico, bem como efeitos imunossupressor em estudos de laboratório em várias linhagens de camundongos geneticamente suscetíveis (HAGGQVIST *et al.*, 2005). Porém, os estudos dos efeitos imunológicos da exposição à MeHg precisam ser aprofundados.

6.9.2. Populações susceptíveis

A exposição ao MeHg deve fomentar um olhar diferenciado para as populações ribeirinhas e indígenas da Amazônia, assim como já bem discutido no presente relatório, alguns grupos nestas populações merecem atenção especial por serem classificados como grupos mais susceptíveis. Grupos mais susceptíveis, como crianças, gestantes, mulheres em idade reprodutiva exibem respostas diferentes ou mais acentuadas em relação ao MeHg. Em relação ao MeHg, ainda é preciso se avançar na pesquisa nas áreas de mecanismos imunológicos e enzimáticos, genética, efeitos sinérgicos e antagônicos, assim como na composição da dieta das populações expostas a Hg na Amazônia.

As crianças correspondem ao grupo de maior susceptibilidade aos efeitos da exposição ao mercúrio, ainda no útero ou durante seu desenvolvimento pós-natal. Os potenciais efeitos resultantes do mercúrio devem-se à exposição materna durante a gestação e lactação. Durante a gestação, as crianças (fetos) são expostas através da exposição materna (alimento de peixe) por via placentária, enquanto lactentes são expostos através do aleitamento materno.

Estudos mostram que crianças expostas durante a gestação e lactação podem desenvolver toxicidade neurológica grave mesmo quando suas mães tenham experimentado baixo consumo ou inalação de mercúrio. Isso pode ser explicado, por exemplo, porque em crianças o mercúrio consegue alcançar com maior facilidade a corrente sanguínea, o que torna os riscos neurotóxicos muito maiores.

As crianças, sobretudo aquelas recém-nascidas, quando expostas ao mercúrio possuem vários fatores que a colocam em maior risco, como a imaturidade do sistemas nervoso, gastrointestinal e mecanismos de defesa reduzidos. Ou seja, quando expostas no útero ou por aleitamento materno, as crianças ainda não têm seus sistemas (conjunto de órgãos) totalmente desenvolvidos, como a barreira hematoencefálica imatura e o sistema imunológico reduzido, o que pode aumentar os efeitos do mercúrio.

Além dos fatores fisiológicos, as crianças ficam mais expostas a ambientes contaminados quando comparadas aos adultos. Crianças podem comer mais alimento (peixe) e respiram mais por peso corporal. O comportamento das crianças e o estilo de vida também podem influenciar nesta exposição, pois crianças engatinham no chão, passam mais tempo ao ar livre e colocam coisas impróprias na boca. Além disso, as crianças não possuem o julgamento dos adultos para evitar riscos.

Outros grupos também são susceptíveis aos efeitos do mercúrio, como os idosos e indivíduos com doenças do fígado, rins, pulmões e nervos. Apesar da atuação do mercúrio nesses sistemas, sobretudo no sistema nervoso, outras exposições podem causar danos ao sistema nervoso ou potencializar os efeitos do mercúrio. Entre essas exposições, destacam-se déficit do estado nutricional (carência de ferro), história de tabagismo, alcoolismo e medicações.

Durante a gestação e lactação quando as mães não se alimentam de maneira adequada, fazem uso de medicamentos, álcool e fumo, estas substâncias também podem atravessar a placenta ou via amamentação e serem absorvidas pelos fetos ou lactentes, desencadeando alterações no desenvolvimento cognitivo e neuromotor das crianças. Isso significa que não apenas o mercúrio ingerido pelo consumo de peixes expostos causa distúrbios,

mas que outros fatores também podem atuar como agentes determinantes e condicionantes dessas alterações no sistema nervoso. Por exemplo, crianças com anemia que não possuem uma boa alimentação podem apresentar um retardo do crescimento, déficit cognitivo (dificuldades de memória e concentração) e baixa resistência a infecções.

Por isso a alimentação a base de peixe é muito importante para saúde, pois contém vitaminas, sais minerais que ajudam no funcionamento dos organismos, como uma boa pressão arterial, batimentos cardíacos normais e menor obesidade.

6.10. RESULTADOS DA AVALIAÇÃO TIROIDIANA, COGNITIVA E NEUROLOGICA NA POPULAÇÃO RIBEIRINHA DO RIO MADEIRA

Algumas evidências têm demonstrado que a exposição humana a MeHg pode causar efeitos adversos à saúde (MERGLER *et al.*, 2007; NRC, 2000, AXELRAD *et al.*, 2007) estudos de longa duração nas ilhas Seychelles (DAVIDSON *et al.*, 2008) e nas Ilhas Faroé (GRANDJEAN, 2007) demonstraram déficits cognitivos em crianças que estiveram expostas durante a vida uterina. O peso da evidência indica que a maior exposição pré-natal ao MeHg está associada com déficits neuropsicológicos em crianças (NRC, 2000; AXELRAD *et al.*, 2007). Num estudo recente, verificou-se também uma correlação estatisticamente significativa entre os níveis de concentração de mercúrio no sangue e o transtorno do déficit de atenção com hiperatividade em crianças chinesas (CHEUK e WONG, 2006).

Em um estudo conduzido em comunidades tradicionais expostas ao mercúrio na Amazônia brasileira, foi reportada uma associação significativa entre exposição ao MeHg e os escores nos testes de coordenação motora e destreza, e testes de memória não verbal e visual-espacial (GRANDJEAN *et al.*, 1999). Como já enfatizado por FREITAS (2007), populações expostas a baixas doses de MeHg podem apresentar sintomas subjetivos (desânimo, fadiga, esquecimentos, irritabilidade, visão turva, mal-estar, etc.), tornando-se

difícil a associação destes sintomas com a exposição ao Hg, considerando não haver um diagnóstico referencial para a exposição ao Hg..

Na população adulta, acredita-se que fatores de risco como, alcoolismo, fumo, diabetes, exposição a agrotóxicos na agricultura de subsistência, dentre outros, podem ser variáveis de confundimento na busca da relação de causa e efeito a Hg. A respeito de agravos à saúde como, desnutrição, anemia e parasitoses intestinais entre as populações de baixa renda, em especial, as crianças em comunidades ribeirinhas da Amazônia (grupos sabidamente expostos ao Hg), há dificuldade em afirma-se que os sinais e sintomas estão relacionados à exposição ao Hg. Também, é importante ressaltar que a alta prevalência de infecção por *Plasmodium sp*, o que acarreta uso freqüente de anti-maláricos é mais um complicador para o diagnóstico da intoxicação por Hg. Como ressalta Fonseca e colaboradores (2007), estas condições poderiam, por si só, justificar várias sintomatologias e, até mesmo, déficits neurocomportamentais.

A maioria dos estudos de exposição ao mercúrio em áreas da Amazônia brasileira foram realizados em populações ribeirinhas na Bacia do Tapajós usando uma avaliação psiquiátrica ou neurológica, mas não evidenciaram características clínicas de intoxicação por mercúrio (SANTOS *et al.*, 2000; GRANDJEAN *et al.*, 1998). Na Amazônia, os estudos têm focado na avaliação de sinais de disfunção neurológica que podem ser indicadores precoces de intoxicação por mercúrio em ribeirinhos. Recentemente, testes voltados para a avaliação cognitiva têm sido aplicados em populações ribeirinhas , mas os resultados são discordantes.

6.10.1. Avaliação tireoidiana na população ribeirinha do rio Madeira

Apesar de haver vários estudos que descrevem alterações cognitivas descritas na população local, a função tireóidea nunca foi avaliada nessa população amazônica. A possibilidade de haver distúrbios tireóideos em crianças, adolescentes e gestantes, mesmo que transitórios, deve ser avaliada, para testarmos a hipótese de que as alterações de aprendizado sejam

decorrentes da exposição a mercúrio, não de alterações hormonais. Na região, há descrições de excesso ou deficiência de selênio, outro agente que modifica a função tireóidea e não há relatos de iodúria e correlação entre função tireóidea, mercúrio, ferro e selênio nessas populações. A figura 6.55 apresenta os resultados da avaliação tireoidiana por gênero e grupo etário em relação à distribuição percentual de TSH (hormônio estimulante da tiroide, tirotrófina) subdividido em (A) Alterado abaixo (adulto: < 0,49; Crianças até um ano: < 0.4; crianças mais de um a dois anos: < 0.36; crianças 3 a 12 anos: < 0.33) e (B) Alterado acima (adulto: > 5.60; Crianças até um ano: > 8.6; crianças mais de um a dois anos: > 7.6; crianças 3 a 12 anos: > 5.71).

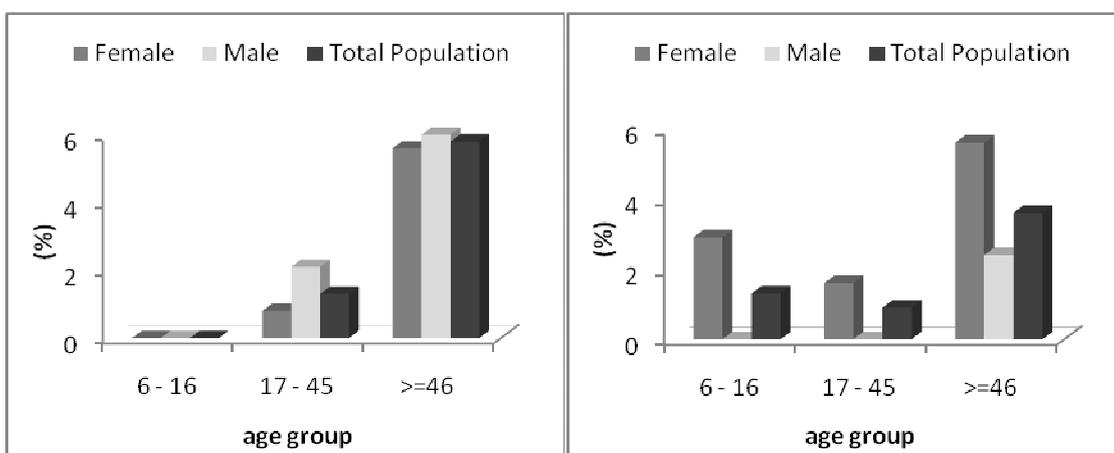


Figura 6. 55. Distribuição percentual de TSH segundo gênero e faixa etária na população ribeirinha do rio Madeira. Porto Velho, 2010

(A) Alterado abaixo (adulto: <0,49; Crianças até 1 ano: <0.4; crianças mais de 1 a 2 anos: <0.36; crianças 3 a 12 anos: <0.33) **(B) Alterado acima (adulto: >5.60; Crianças até 1 ano: >8.6; crianças mais de 1 a 2 anos: >7.6; crianças 3 a 12 anos: >5.71)**

O TSH é um hormônio que induz a maior ou menor atividade da tiroide é produzido e liberado pela adenoipófise e age nas células produtoras dos hormônios tireoidianos, tiroxina (T4) e triiodotironina (T3).

Do total da população investigada, 96.7% (n=680) apresentaram TSH considerado normal, 1.6% (n=11) alterado abaixo do normal e 1.7% (n=12) alterado acima do normal. Dentre as mulheres, 96,2% (n=329) da população apresentaram TSH considerado normal, 1.2% (n=4) alterado abaixo do normal e 2.6% (n=9) alterado acima do normal. Quanto aos homens, 97,2% (n=351) da população apresentaram TSH considerado normal, 1.9% (n=7) alterado abaixo

do normal e 0.8% (n=3) alterado acima do normal. Os valores normais para adultos e crianças são adultos: 0.49 a 5.60; Crianças até 1 ano: 0.4 a 8.6; crianças mais de 1 a 2 anos: 0.36 a 7.6; crianças 3 a 12 anos: 0.33 a 5.71.

A Tabela 6.52 apresenta os valores de TSH e T4 livre na população ribeirinha do Madeira. O teste da ANOVA mostrou que existem diferenças significativas ao nível de 5% entre as médias de TSH e T4 por faixa etária. Para TSH as diferenças estatisticamente significantes ($\alpha=5\%$) entre pares das classes de idade foram: 1) Até 5 anos e 46 anos ou mais (p-valor = 0,002); 2) 6 a 16 anos e 17 a 45 anos (p-valor = 0,003); 3) 6 a 16 anos e de 46 anos ou mais (p-valor = 0,000). Para T4 foi observada diferenças estatisticamente significantes ($\alpha=5\%$) apenas entre as classes de idade de Até 5 anos e 17 a 45 anos (p-valor = 0,042).

Tabela 6. 52. TSH e T4 livre na população ribeirinha do Rio Madeira, segundo gênero e grupo etário. Porto Velho, 2010.

	N	TSH			T4		
		Mean	SEM	Anova p-value	Mean	SEM	Anova p-value
Total Population				0.000			0.033
=< 5 years old	35	3.08	0.39		1.06	0.02	
6- 16 years old	306	2.62	0.07		1.01	0.02	
17- 45 years old	224	2.32	0.14		0.97	0.01	
>= 46 years old	138	2.22	0.13		0.99	0.02	
Total	703	2.47	0.06		1.00	0.01	
Female				0.037			0.000
=< 5 years old	19	2.71	0.37		1.09	0.04	
6- 16 years old	140	2.59	0.10		0.98	0.01	
17- 45 years old	129	2.54	0.23		0.92	0.01	
>= 46 years old	54	2.43	0.26		0.97	0.03	
Sub-total	342	2.55	0.11		0.96	0.01	
Male				0.000			0.833
=< 5 years old	16	3.53	0.74		1.02	0.03	
6- 16 years old	166	2.65	0.08		1.03	0.03	
17- 45 years old	95	2.04	0.09		1.02	0.02	
>= 46 years old	84	2.10	0.14		1.01	0.03	
Sub-total	361	2.40	0.07		1.03	0.02	

Entre as Mulheres a ANOVA mostrou que existem diferenças significativas ao nível de 5% entre as médias de TSH e T4 por faixa etária. Para TSH foi observada diferenças estatisticamente significantes ($\alpha=5\%$) apenas entre as classes de idade de 6 a 16 anos e 46 anos ou mais (p-valor = 0,026). Para T4 as diferenças estatisticamente significantes ($\alpha=5\%$) entre pares

das classes de idade foram: 1) Até 5 anos e 17 a 45 anos (p-valor = 0,000); 2) Até 5 anos e 46 anos ou mais (p-valor = 0,034); 3) 6 a 16 anos e 17 a 45 anos (p-valor = 0,017).

Entre os homens a ANOVA mostrou que existem diferenças significativas ao nível de 5% entre as médias de TSH por faixa etária. Foram observadas diferenças estatisticamente significantes ($\alpha=5\%$) entre as seguintes faixas etárias: 1) Até 5 anos e 17 a 45 anos (p-valor = 0,033); 2) Até 5 anos e 46 anos ou mais (p-valor = 0,004); 3) 6 a 16 anos e 17 a 45 anos (p-valor = 0,002); 4) 6 a 16 anos e 46 anos ou mais (p-valor = 0,000).

6.10.1.1. Conclusões

A população analisada apresenta baixa prevalência de doenças da tireóide, indicando que não há deficiência de iodo na região, ou presença de substâncias biociogênicas na água ou dieta. É recomendável estudos sobre avaliação nutricional do Se e Hg, considerando que a exposição a mercúrio pode interferir no estado nutricional em relação ao selênio e alterar a ativação do hormônio tireoidiano T3.

6.10.2. AVALIAÇÃO COGNITIVA DA POPULAÇÃO RIBEIRINHA DO RIO MADEIRA

Os efeitos do metilmercúrio mais documentados que influenciam a cognição humana caracterizam-se por ataxias (perda da coordenação dos movimentos voluntários), as disartrias (problemas na articulação das palavras), as parestesias (perda da sensibilidade nas extremidades das mãos e pés ou em toda a boca), a constrição do campo visual e a perda da audição.

A partir do estudo epidemiológico com foco na avaliação cognitiva, efetuou-se uma seleção de instrumentos para avaliação dos aspectos referentes à memória visual e auditiva, coordenação motora, percepção e capacidade de estratégias e resolução de problemas. Dois critérios foram

utilizados: instrumentos adequados para a faixa etária dos sujeitos pesquisados (6 a 16 anos) e o instrumento ter validação para aplicação na população brasileira, conforme definido para as condicionantes estabelecidas pelo IBAMA.

Para efetuar a avaliação dos aspectos cognitivos no presente estudo foram utilizados os seguintes instrumentos: testes das Figuras Complexas de Rey; teste das Matrizes Progressivas de Raven (escala geral e escala especial - matrizes coloridas); WISC Subteste Dígitos, Subteste Procurar Símbolos e Subtestes Labirinto. A Dra. Valéria Oliveira foi a responsável pela avaliação cognitiva.

6.10.2.1. Resultados dos Testes das Matrizes Progressivas de Raven

O Teste das Matrizes Progressivas de Raven (MPR) escala geral e colorida, foi realizado em 276 crianças, com idades entre 6 e 18 anos, das quais 175 (63%) tinham até 11 anos de idade e 149 (54%) eram meninos. Os pontos que cada criança obteve no seu teste foram classificados de acordo com os percentis estabelecidos segundo a normatização brasileira (ANGELINI *et al.*, 1999; FIGUEREDO, 2002). Estes resultados mostram que pouco mais de 35% das crianças foram classificadas como intelectualmente deficientes (tabela 6.53).

Tabela 6. 53. Distribuição de freqüências do teste das MPR (escala geral e colorida) (Porto Velho, 2010-2011).

Grau	Interpretação	Faixa de percentis para o grupo de idade*	n	%
I	“intelectualmente superior”	95 ou superior	1	0,4
II	“definidamente acima da média na capacidade intelectual”	75-94	23	8,3
III	“intelectualmente médio”	26-74	82	29,7
IV	“definidamente abaixo da média na capacidade mental”	6-25	72	26,1
V	“intelectualmente deficiente”	5 ou inferior	98	35,5
Total			276	100,0

* Foi utilizada para interpretação dos resultados a mesma classificação (I, II, III, IV e V) nas matrizes coloridas e escala geral. Fonte: Angelini *et al.*, 1999

A tabela 6.54 associa o resultado do teste MPR com as variáveis idade, gênero, margem do rio, ano escolar e níveis de mercúrio. Somente as variáveis

idade, ano escolar e margem do rio apresentaram associação estatística significativa ($p < 0,10$) com o teste.

Tabela 6. 54. Distribuição de freqüências do teste das MPR segundo as variáveis idade, gênero, margem do rio, ano escolar e níveis de mercúrio (Porto Velho, 2010-2011).

	Teste das Matrizes Progressivas de Raven (GRAU)										Total n
	I Superior		II Acima da Média		III Na Média		IV Abaixo da Média		V Inferior		
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	
Idade (anos)											
Até 11	1	0,6	21	12,0	64	36,6	50	28,6	39	22,3	175
12 e mais	0	0,0	2	2,0	18	17,8	22	21,8	59	58,4	101
Gênero											
Masculino	0	0,0	10	6,7	44	29,5	34	22,8	61	40,9	149
Feminino	1	0,8	13	10,2	38	29,9	38	29,9	37	29,1	127
Margem do rio											
Direita	1	0,8	6	5,0	33	27,7	28	23,5	51	42,9	119
Esquerda	0	0,0	17	11,0	49	31,8	43	27,9	45	29,2	154
Ano escolar											
1º ao 5º	1	0,6	20	11,2	63	35,2	45	25,1	50	27,9	179
6º ao 9º	0	0,0	3	3,1	19	19,8	27	28,1	47	49,0	96
Mercúrio (ppm)											
Até 6	0	0,0	13	8,2	52	32,9	41	25,9	52	32,9	158
Mais de 6 a 15	1	1,7	7	11,9	17	28,8	11	18,6	23	39,0	59
Mais de 15 a 50	0	0,0	2	5,1	9	23,1	12	30,8	16	41,0	39
Mais de 50	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	50,0	1	50,0	2

Na figura 6.56 observa-se que não há discrepâncias entre os níveis de mercúrio em cabelo e o desempenho no teste Matrizes Progressivas de Raven, tanto na escala geral quanto na escala especial (coloridas). No entanto, verifica-se que os valores atípicos (*out lies*) dos níveis de mercúrio são maiores nas categorias abaixo da média e inferior do teste.

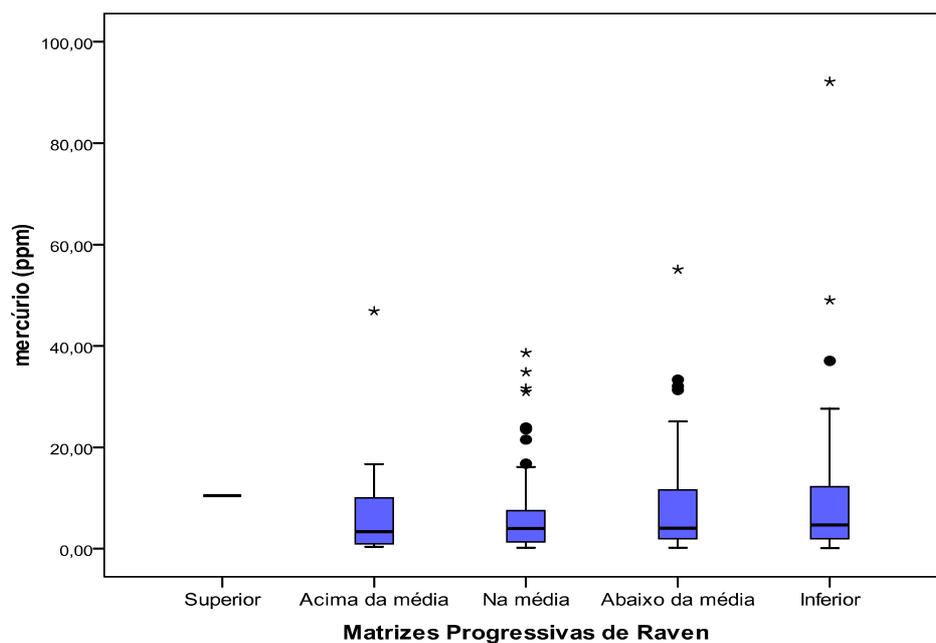


Figura 6. 56. Distribuição dos níveis de mercúrio segundo os resultados do teste das MPR. Porto Velho.

Na comparação das médias dos níveis de mercúrio entre as categorias dos resultados do teste MPR, nota-se pela figura 6.57 que não existem diferenças significativas. Porém, verifica-se que o nível de mercúrio é maior nas categorias abaixo da média e inferior.

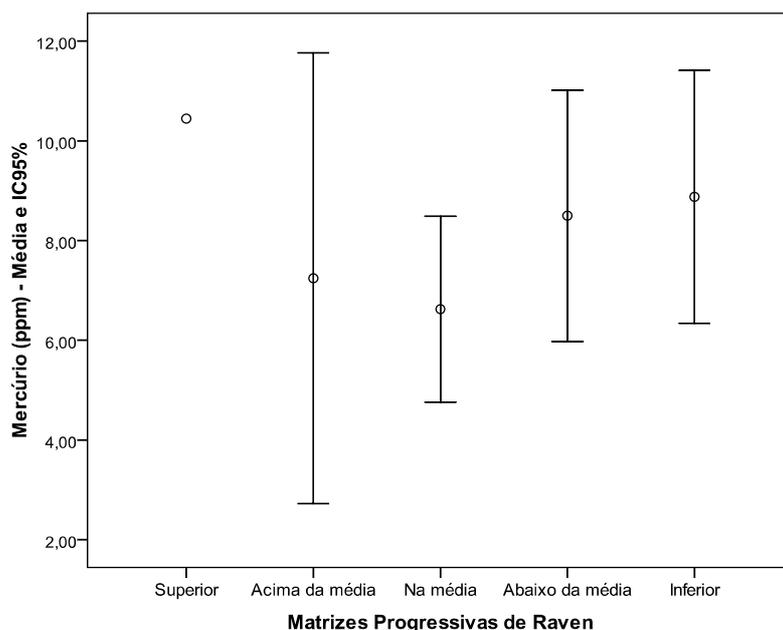


Figura 6. 57. Médias e intervalos de confiança dos níveis de mercúrio segundo os resultados do teste das MPR.

6.10.2.2. Figuras Complexas de REY

Os testes de cópias e de reprodução de memória das figuras complexas de REY foram realizados em 172 crianças. Os percentis foram agrupados em quatro categorias, a saber: (i) até 25, inferior; (ii) 26 a 50, na média; (iii) 51 a 75, acima da média; (iv) 76 a 100, superior. Os resultados apresentados na tabela 6.55 indicam que as crianças tiveram rendimentos piores no teste de cópias quando comparados com o teste de memória.

Tabela 6. 55. Distribuição de freqüências dos testes de cópias e de reprodução de memória das figuras complexas de REY (Porto Velho, 2011).

Classificação	Teste de cópias		Teste de memória	
	n	%	n	%
Inferior	172	62,5	118	42,9
Na média	44	16,0	66	24,0
Acima da média	31	11,3	51	18,5
Superior	28	10,2	40	14,5
Total	275	100,0	275	100,0

As tabelas 6.56 e 6.57 mostram os resultados dos testes de cópias e de reprodução de memória das figuras complexas de REY segundo as variáveis idade, gênero, margem do rio, ano escolar e níveis de mercúrio. Novamente, apenas as variáveis idade e ano escolar apresentaram associação estatística significativa ($p < 0,10$) com o teste de cópias. Enquanto que, no teste de reprodução de memória as variáveis idade, sexo e ano escolar apresentaram associação significativa ao nível de 10%.

Tabela 6. 56. Distribuição de freqüências do teste de cópias segundo as variáveis idade, gênero, margem do rio, ano escolar e níveis de mercúrio (Porto Velho, 2011).

Variáveis estratificadas	teste de cópia das Figuras Complexa de REY								Total	
	Inferior		Na média		Acima da média		Superior			
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Idade (em anos)										
Até 11	124	71,3	26	14,9	16	9,2	8	4,6	174	100,0
12 e mais	48	47,5	18	17,8	15	14,9	20	19,8	101	100,0
Gênero										
Masculino	87	58,8	28	18,9	15	10,1	18	12,2	148	100,0
Feminino	85	66,9	16	12,6	16	12,6	10	7,9	127	100,0
Margem do rio										
Direita	76	65,5	18	15,5	10	8,6	12	10,3	116	100,0
Esquerda	95	61,3	23	14,8	21	13,5	16	10,3	155	100,0
Ano escolar										
1º ao 5º	130	73,0	25	14,0	15	8,4	8	4,5	178	100,0
6º ao 9º	41	42,7	19	19,8	16	16,7	20	20,8	96	100,0
Mercúrio (ppm)										
Até 6	95	60,1	24	15,2	22	13,9	17	10,8	158	100,0
Mais de 6 a 15	39	69,6	7	12,5	4	7,1	6	10,7	56	100,0
Mais de 15 a 50	27	67,5	7	17,5	3	7,5	3	7,5	40	100,0
Mais de 50	0	0,0	1	50,0	1	50,0	0	0,0	2	100,0

Tabela 6. 57. Distribuição de freqüências do teste de memórias segundo as variáveis idade, gênero, margem do rio, ano escolar e níveis de mercúrio (Porto Velho, 2011).

Variáveis estratificadas	Teste de reprodução de memória das Figuras Complexa de REY								Total	
	Inferior		Na média		Acima da média		Superior			
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Idade (em anos)										
Até 11	86	49,4	42	24,1	22	12,6	24	13,8	174	100,0
12 e mais	32	31,7	24	23,8	29	28,7	16	15,8	101	100,0
Gênero										
Masculino	63	42,6	33	22,3	23	15,5	29	19,6	148	100,0
Feminino	55	43,3	33	26,0	28	22,0	11	8,7	127	100,0
Margem do rio										
Direita	45	38,8	34	29,3	23	19,8	14	12,1	116	100,0
Esquerda	72	46,5	31	20,0	26	16,8	26	16,8	155	100,0
Ano escolar										
1º ao 5º	87	48,9	42	23,6	24	13,5	25	14,0	178	100,0

6º ao 9º	30	31,3	24	25,0	27	28,1	15	15,6	96	100,0
Mercúrio (ppm)										
Até 6	59	37,3	42	26,6	30	19,0	27	17,1	158	100,0
Mais de 6 a 15	30	53,6	9	16,1	9	16,1	8	14,3	56	100,0
Mais de 15 a 50	18	45,0	10	25,0	9	22,5	3	7,5	40	100,0
Mais de 50	0	0,0	1	50,0	1	50,0	0	0,0	2	100,0

Das 130 crianças que obtiveram resultado abaixo do escore mínimo (AEM) estabelecido para padronização brasileira (OLIVEIRA, 1999) no teste de cópia das figuras complexas de Rey, 39% apresentaram níveis de mercúrio no cabelo acima de 6 ppm. Enquanto que no teste de reprodução de memória, das 75 crianças que obtiveram resultado AEM, 40% tinham níveis de mercúrio no cabelo acima de 6 ppm.

Na figura 6.58 observa-se que não há discrepâncias entre os níveis médios de mercúrio em cabelo e o desempenho no teste de cópia das Figuras Complexas de Rey. Embora os valores de mercúrio estejam acima de 6 ppm, em todas as categorias do teste de cópia, os valores se mostram maiores ainda nas categorias de desempenho médio e inferior.

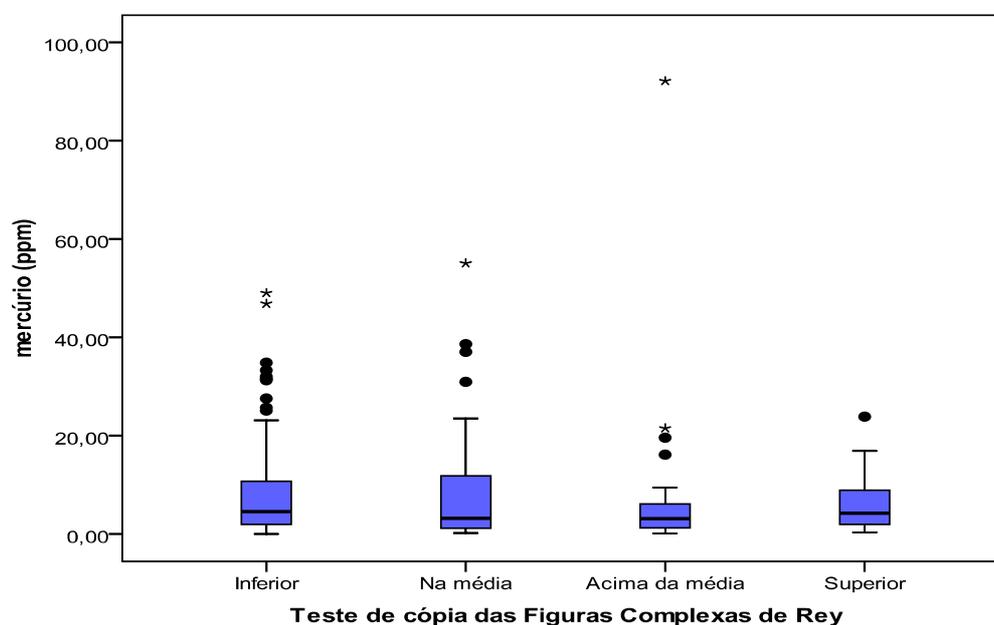


Figura 6. 58. Distribuição dos níveis de mercúrio segundo os resultados do teste de cópia (Porto Velho, 2011).

Na figura 6.59 observa-se que não existem diferenças significativas entre as médias dos níveis de mercúrio entre as categorias dos resultados do teste de cópia das Figuras Complexas de Rey.

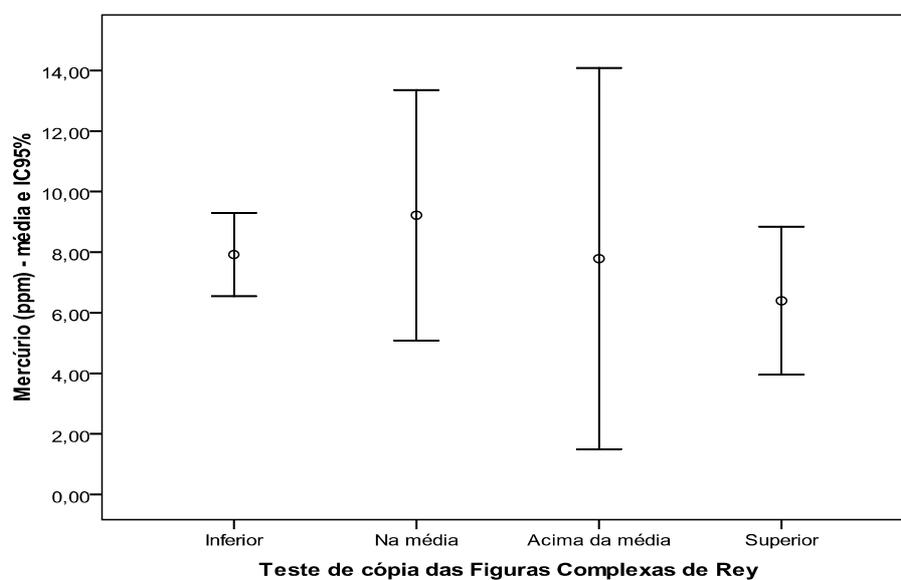


Figura 6. 59. Médias e intervalos de confiança dos níveis de mercúrio segundo os resultados do teste de cópia das FC Rey (Porto Velho, 2011).

Na figura 6.60 observa-se que não há discrepâncias entre os níveis de mercúrio em cabelo e o desempenho no teste de reprodução de memória das Figuras Complexas de Rey, com a presença de valores atípicos de mercúrio em todas as categorias do desempenho no teste.

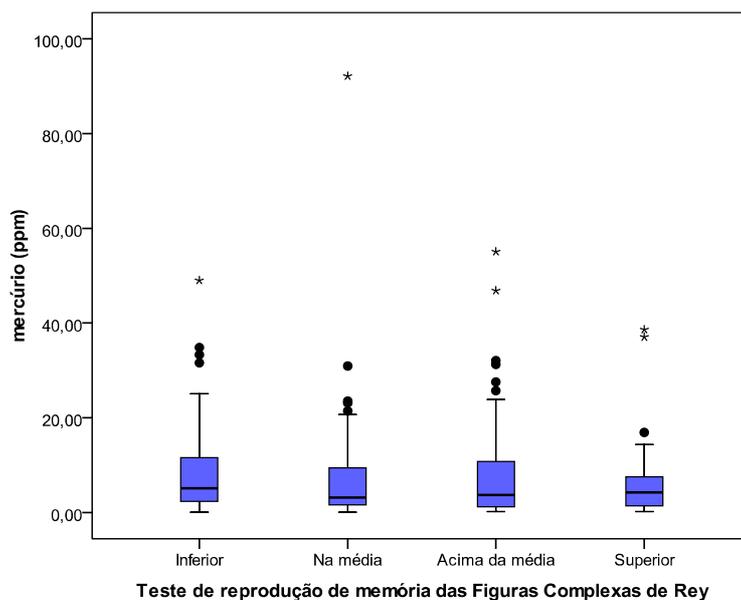


Figura 6. 60. Distribuição dos níveis de mercúrio segundo os resultados do teste de reprodução de memória (Porto Velho, 2011).

A figura 6.61 confirma que não existem diferenças significativas entre as médias dos níveis de mercúrio entre as categorias dos resultados do teste de reprodução de memória das Figuras Complexas de Rey. Mas, a categoria Superior tem a menor média do nível de mercúrio.

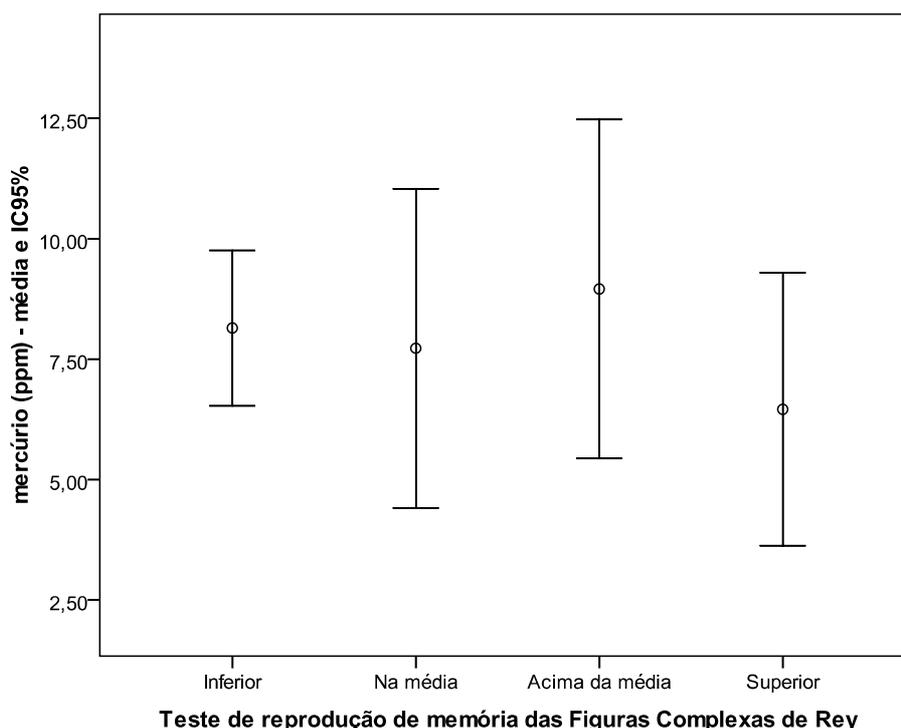


Figura 6. 61. Médias e intervalos de confiança dos níveis de mercúrio segundo os resultados do teste de reprodução de memória das FC de Rey (Porto Velho, 2011).

6.10.2.3. WISC (subtestes dígitos, procura de símbolos e labirinto)

A padronização proposta pelo manual do WISC apresenta os resultados em pontos ponderados. Para melhor entendimento dos resultados, os pontos ponderados foram agrupados em quatro categorias: (i) 1 a 5, inferior; (ii) 6 a 9, na média; (iii) 10 a 15, acima da média; (iv) 16 a 19, superior (tabela 6.58). As crianças obtiveram resultados melhores no teste de procura de símbolos.

Tabela 6. 58. Distribuição de freqüências dos subtestes dígitos e procura símbolos (Porto Velho, 2011).

Classificação	Dígitos		Procurar Símbolos	
	n	%	n	%
Inferior	37	12,4	17	5,9
Na média	156	52,2	38	13,2
Acima da média	99	33,1	76	26,4
Superior	7	2,3	157	54,5
Total	299	100,0	288	100,0

Os resultados da tabela 6.59 mostram associação significativa de 10% entre o desempenho no WISC subtteste Dígitos e nas variáveis “ano escolar” e “idade”. Para o desempenho no WISC subtteste Procura de Símbolos, a associação foi significativa ($p < 0,10$) com as variáveis “ano escolar, margem do rio de residência, idade e nível de mercúrio” (tabela 6.60).

Tabela 6. 59. Distribuição de freqüências do teste de dígitos segundo as variáveis idade, gênero, margem do rio, ano escolar e níveis de mercúrio. Porto Velho, 2011.

Variáveis estratificadas	teste de Dígitos								Total	
	Inferior		Na média		Acima da média		Superior			
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Idade (em anos)										
Até 11	29	15,7	110	59,5	45	24,3	1	0,5	185	100,0
12 e mais	8	7,0	46	40,4	54	47,4	6	5,3	114	100,0
Gênero										
Masculino	21	13,3	78	49,4	56	35,4	3	1,9	158	100,0
Feminino	16	11,3	78	55,3	43	30,5	4	2,8	141	100,0
Margem do rio										
Direita	16	12,2	61	46,6	50	38,2	4	3,1	131	100,0
Esquerda	20	12,2	94	57,3	47	28,7	3	1,8	164	100,0
Ano escolar										
1º ao 5º	31	16,2	121	63,4	38	19,9	1	0,5	191	100,0
6º ao 9º	6	5,6	34	31,8	61	57,0	6	5,6	107	100,0
Mercúrio (ppm)										
Até 6	15	9,1	84	50,9	61	37,0	5	3,0	165	100,0
Mais de 6 a 15	8	12,7	37	58,7	17	27,0	1	1,6	63	100,0
Mais de 15 a 50	11	22,4	24	49,0	13	26,5	1	2,0	49	100,0
Mais de 50	0	0,0	1	50,0	1	50,0	0	0,0	2	100,0

Tabela 6. 60. Distribuição de freqüências do teste de procurar símbolos segundo as variáveis idade, gênero, margem do rio, ano escolar e níveis de mercúrio, Porto Velho, 2011.

Variáveis estratificadas	Teste de procurar símbolos								Total	
	Inferior		Na média		Acima da média		Superior			
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Idade (em anos)										
Até 11	15	8,5	35	19,8	65	36,7	62	35,0	177	100,0
12 e mais	2	1,8	3	2,7	11	9,9	95	85,6	111	100,0
Gênero										
Masculino	10	6,5	24	15,7	38	24,8	81	52,9	153	100,0
Feminino	7	5,2	14	10,4	38	28,1	76	56,3	135	100,0
Margem do rio										
Direita	8	6,3	16	12,7	20	15,9	82	65,1	126	100,0
Esquerda	9	5,7	22	13,8	55	34,6	73	45,9	159	100,0
Ano escolar										
1º ao 5º	17	9,3	37	20,3	65	35,7	63	34,6	182	100,0
6º ao 9º	0	0,0	1	1,0	10	9,5	94	89,5	105	100,0
Mercúrio (ppm)										

Até 6	9	5,6	16	9,9	41	25,5	95	59,0	161	100,0
Mais de 6 a 15	4	6,6	6	9,8	23	37,7	28	45,9	61	100,0
Mais de 15 a 50	2	4,4	13	28,9	8	17,8	22	48,9	45	100,0
Mais de 50	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	100	2	100,0

Na figura 6.62, ao contrário dos outros testes, observa-se uma variação nos níveis de mercúrio maior na categoria superior de desempenho no WISC subtteste Procura Símbolos, assim como o número de valores atípicos é maior nas categorias acima da média e superior.

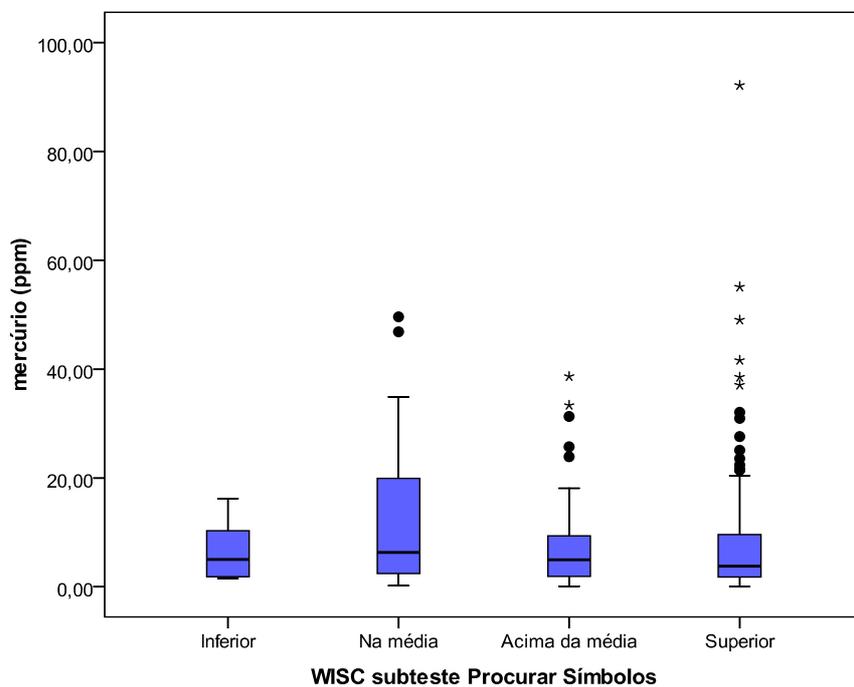


Figura 6. 62. Distribuição dos níveis de mercúrio segundo os resultados do WISC subtteste Porto Velho, 2011.

A figura 6.63 confirma que não existem diferenças significativas entre as médias dos níveis de mercúrio entre as categorias dos resultados do WISC subtteste

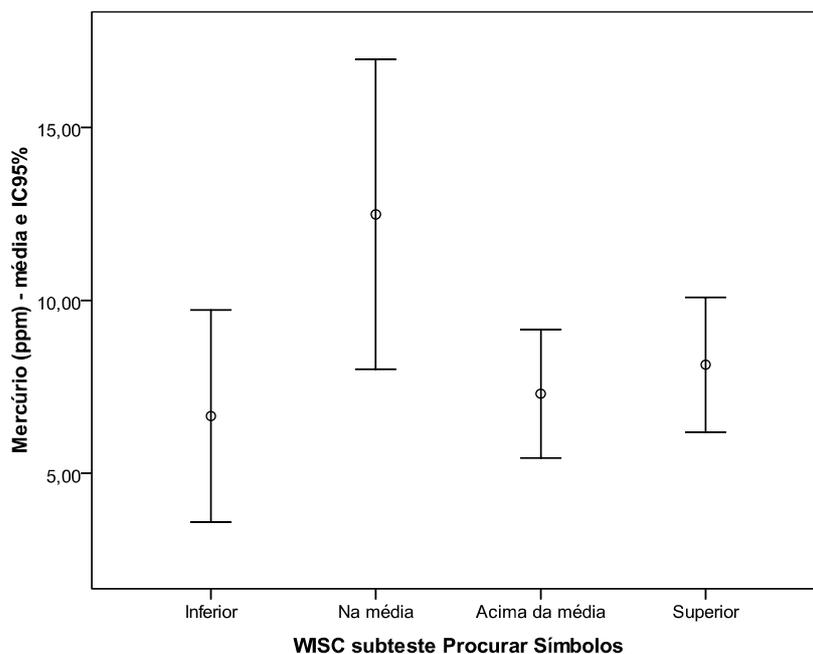


Figura 6. 63. Médias e intervalos de confiança dos níveis de mercúrio segundo os resultados do WISC subteste procura de símbolos, Porto Velho, 2011.

Na figura 6.64 observa-se uma tendência de queda nas medianas dos níveis de mercúrio à medida que o desempenho no WISC subteste dígito melhora.

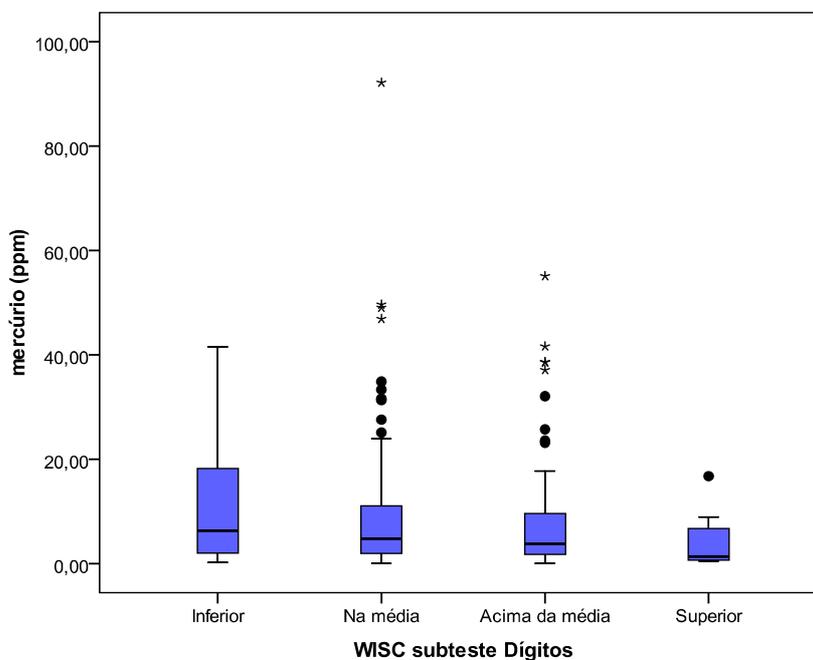


Figura 6. 64. Distribuição dos níveis de mercúrio segundo os resultados do WISC subteste dígitos, Porto Velho, 2011.

A figura 6.65 confirma que não existem diferenças significativas entre as médias dos níveis de mercúrio entre as categorias dos resultados do WISC subtteste dígitos. Porém, verifica-se um decréscimo nas médias dos níveis de mercúrio à medida que o desempenho no subtteste procurar símbolos.

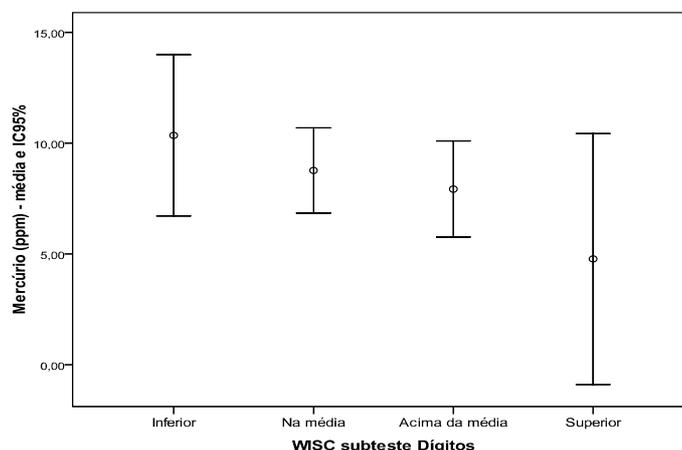


Figura 6. 65. Médias e intervalos de confiança dos níveis de mercúrio segundo os resultados do WISC subtteste dígitos-Porto Velho, 2011.

6.10.2.4. Resultados dos Modelos de Regressão Logística para a Avaliação Cognitiva

Foram ajustados modelos de regressão logística simples e múltiplos para avaliar a relação entre variáveis sócio-demográficas, de saúde, de educação e de exposição com os resultados de cada teste da avaliação cognitiva. Os resultados dos testes foram agrupados em duas categorias: 1 – resultado Inferior; 0 – outras categorias. Os modelos logísticos múltiplos foram estimados utilizando um procedimento iterativo de inclusão de variáveis, o método *stepwise backward*. A inclusão de cada variável do modelo foi testada utilizando a estatística I ($I = -2$ “log *likelihood ratio*”) e pelo critério de *Akaike*. Foram apresentadas as razões de chance (OR) e os respectivos níveis descritivos (p-valor).

Para a avaliação da relação entre os níveis de mercúrio no cabelo e os resultados de cada teste da avaliação cognitiva, foram ajustados modelos de regressão logística, onde a variável resposta foi a avaliação cognitiva (categorizada em resultado inferior e outros resultados). O modelo múltiplo considerou sempre duas variáveis explicativas, ou seja, o nível de mercúrio (categorizada em até 6 ppm e em mais de 6 ppm) ajustado por outra variável (sócio-demográficas, de saúde ou de educação). Na análise dos dados foi usado o programa R versão 2.12.

6.10.2.5. Teste das Figuras Complexas de REY: Reprodução de Memória

Os Modelos de regressão logística simples mostraram que as variáveis que apresentaram associação significativa 20% com o resultado inferior do teste de reprodução de memória foram: faixa etária; ano escolar; reprovação na escola; tempo de moradia na comunidade (tempo de exposição); pais com algum grau de parentesco; malária alguma vez na vida; a mãe teve malária na gravidez da criança; a mãe fumou na gravidez da criança; a criança usa óculos; presença de anemia (segundo exame de sangue); nível de mercúrio no cabelo.

- Crianças com 12 anos ou mais têm menos chance de apresentar resultado inferior no teste de reprodução de memória do que as crianças mais novas.
- Crianças no sexto ano escolar ou mais adiantadas na escola têm menos chance de apresentar resultado inferior no teste de reprodução de memória do que as crianças que estão abaixo do sexto ano.
- Crianças que já foram reprovadas na escola têm 40% mais chance de apresentar resultado inferior no teste de reprodução de memória do que as crianças que nunca foram reprovadas (p-valor = 0,177). Essa chance aumenta para 59% quando o modelo é ajustado por ano escolar e faixa etária (p-valor = 0,078).
- Crianças que moram até 5 anos na comunidade têm menos chance de apresentar resultado inferior no teste de reprodução de memória do que as

crianças que moram a mais de 5 anos. A chance se mantém semelhante quando o modelo é ajustado por ano escolar e faixa etária.

- Crianças que têm pais com algum grau de parentesco têm 2,5 vezes mais chance de apresentar resultado inferior no teste de reprodução de memória do que as crianças que não tem pais com grau de parentesco (p-valor = 0,101). Essa chance aumenta para 3 vezes quando o modelo é ajustado por ano escolar e faixa etária (p-valor = 0,067).
- Crianças que já tiveram malária alguma vez na vida têm 2 vezes mais chance de apresentar resultado inferior no teste de reprodução de memória do que as crianças que nunca tiveram malária (p-valor = 0,022). Essa chance cai para 1,96 vezes quando o modelo é ajustado por ano escolar e faixa etária (p-valor = 0,035).
- Crianças cujas mães tiveram malária durante a gravidez têm 1,93 vezes mais chance de apresentar resultado inferior no teste de reprodução de memória do que aquelas que as mães não tiveram malária (p-valor = 0,111). Essa chance cai para 1,89 vezes quando o modelo é ajustado por ano escolar e faixa etária (p-valor = 0,129).
- Crianças cujas mães fumaram durante a gravidez têm 1,60 vezes mais chance de apresentar resultado inferior no teste de reprodução de memória do que aquelas que as mães não fumaram (p-valor = 0,158). Essa chance cai para 1,49 vezes quando o modelo é ajustado por ano escolar e faixa etária (p-valor = 0,254).
- Crianças que usam óculos têm menos chance de apresentar resultado inferior no teste de reprodução de memória do que as crianças que não usam. A chance se mantém semelhante quando o modelo é ajustado por ano escolar e faixa etária.
- Crianças que apresentaram anemia no exame de sangue têm 2,5 vezes mais chance de apresentar resultado inferior no teste de reprodução de memória do que as crianças saudáveis (p-valor = 0,017). Essa chance cai para 1,8 vezes quando o modelo é ajustado por ano escolar e faixa etária (p-valor = 0,132).

- Crianças que apresentaram níveis de mercúrio no cabelo acima de 6 ppm têm 63% mais chance de apresentar resultado inferior no teste de reprodução de memória do que as crianças que apresentaram nível de mercúrio até 6 ppm (p-valor = 0,062). A chance se mantém semelhante quando o modelo é ajustado por ano escolar e faixa etária (OR = 1,60; p-valor = 0,083).

Um modelo de regressão logística múltiplo foi ajustado para o teste de reprodução de memória. As variáveis significativas para o modelo foram: faixa etária; reprovação na escola; anemia; fumo na gravidez; e nível de mercúrio no cabelo. Crianças com nível de mercúrio no cabelo acima de 6 ppm têm 3,5 vezes mais chance de apresentar resultado inferior no teste de reprodução de memória do que as crianças que apresentaram nível de mercúrio até 6 ppm, considerando as outras variáveis no modelo. Assim como crianças anêmicas têm 2,5 vezes mais chance de ter resultado inferior no teste do que aquelas saudáveis; o fumo na gravidez aumenta a chance de ter resultado inferior no teste em 5 vezes; reprovação na escola aumenta a chance de ter resultado inferior no teste em 2,2 vezes; e crianças com menos de 12 anos diminuem a chance de ter resultado inferior.

6.10.2.6. Teste das Figuras Complexas de REY: Cópias

Os Modelos de regressão logística simples mostraram que as variáveis que apresentaram associação significativa a 20% com o resultado inferior do teste de cópias foram: gênero; faixa etária; ano escolar; tempo de moradia na comunidade; malária alguma vez na vida; dificuldades para reflexos; dificuldades para se concentrar, dificuldade para diferenciar cores, dificuldades de memorização; consumo de peixe; consumo de leite; e índice de massa corporal (IMC).

- As meninas têm 42% mais chance de apresentar resultado inferior no teste de cópias do que os meninos. Essa chance aumenta para 72% quando o modelo é ajustado por ano escolar e idade.

- Crianças com 12 anos ou mais têm menos chance de apresentar resultado inferior no teste de cópias do que as crianças mais novas.
- Crianças no sexto ano escolar ou mais adiantadas na escola têm menos chance de apresentar resultado inferior no teste de cópias do que as crianças que estão abaixo do sexto ano.
- Crianças que moram até 5 anos na comunidade têm menos chance de apresentar resultado inferior no teste de cópias do que as crianças que moram a mais de 5 anos. A chance se mantém semelhante quando o modelo é ajustado por ano escolar, faixa etária e sexo.
- Crianças que já tiveram malária alguma vez na vida têm duas vezes mais chance de apresentar resultado inferior no teste de cópias do que as crianças que nunca tiveram malária (p-valor = 0,020). Essa chance cai para 1,9 vezes quando o modelo é ajustado por ano escolar, faixa etária e sexo (p-valor = 0,039).
- Crianças que apresentam dificuldades para reflexos têm 2,4 vezes mais chance de apresentar resultado inferior no teste de cópias do que as crianças que não tem esta dificuldade (p-valor = 0,133). A chance perde a significância estatística a 20% quando o modelo é ajustado por ano escolar, faixa etária e sexo (p-valor = 0,383).
- Crianças que apresentam dificuldades para se concentrar têm 1,6 vezes mais chance de apresentar resultado inferior no teste de cópias do que as crianças que não tem esta dificuldade (p-valor = 0,132). A chance perde a significância estatística a 20% quando o modelo é ajustado por ano escolar, faixa etária e sexo (p-valor = 0,280).
- Crianças que apresentam dificuldades para diferenciar cores têm 2,9 vezes mais chance de apresentar resultado inferior no teste de cópias do que as crianças que não tem esta dificuldade (p-valor = 0,063). Essa chance aumenta para 3,10 vezes quando o modelo é ajustado por ano escolar, faixa etária e sexo (p-valor = 0,059).
- Crianças que apresentam dificuldades de memorização têm 2,3 vezes mais chance de apresentar resultado inferior no teste de cópias do que as crianças que não têm esta dificuldade (p-valor = 0,031). Essa chance cai

para 2,1 vezes quando o modelo é ajustado por ano escolar, faixa etária e sexo (p-valor = 0,053).

- Crianças que consomem peixe mais de três vezes por semana têm 1,5 vezes mais chance de apresentar resultado inferior no teste de cópias do que as crianças que nunca comem peixe ou comem em menos de três vezes por semana (p-valor = 0,040). Essa chance não se altera quando o modelo é ajustado por ano escolar, faixa etária e sexo (p-valor = 0,132).
- Crianças que costumam consumir leite pelo menos uma vez por semana têm 2,5 vezes mais chance de apresentar resultado inferior no teste de cópias do que as crianças que tomam leite em menos de uma vez por semana ou nunca (p-valor = 0,062). Essa chance aumenta para 2,6 vezes quando o modelo é ajustado por ano escolar, faixa etária e sexo (p-valor = 0,062).
- O IMC é fator de proteção para o resultado inferior no teste de cópias.

Um modelo de regressão logística múltiplo foi ajustado para o teste de cópias. As variáveis significativas para o modelo foram: ano escolar; gênero; malária alguma vez na vida; dificuldade de memorização; e IMC. Crianças com dificuldades de memorização têm 2,8 vezes mais chance de apresentar resultado inferior no teste de cópias do que crianças que não tem dificuldade, considerando as outras variáveis no modelo. Assim como crianças que já tiveram malária têm 1,92 vezes mais chance de ter resultado inferior no teste do que aquelas que nunca tiveram; as meninas têm 2,3 vezes mais a chance de ter resultado inferior no teste; e crianças no sexto ano ou mais têm menos chance de ter resultado inferior no teste. O IMC foi importante para o modelo, mas a razão de chances não foi significativa.

O nível de mercúrio no cabelo não foi importante para explicar o resultado inferior do teste de cópias, mesmo quando o modelo foi ajustado por outras variáveis.

6.10.2.7. Teste das Matrizes Progressivas de Raven (MPR)

Os Modelos de regressão logística simples mostraram que as variáveis que apresentaram associação significativa a 20% com o resultado inferior do teste das MPR foram: gênero; faixa etária; ano escolar; reprovação na escola; margem do rio que mora; localização da comunidade; dificuldades para remar; demorou para falar; presença de anemia (segundo exame de sangue).

- As meninas têm menos chances de apresentar resultado inferior no teste das MPR do que os meninos.
- Crianças com 12 anos ou mais têm cinco vezes mais chance de apresentar resultado inferior no teste das MPR do que as crianças mais novas (p-valor = 0,000). Essa chance aumenta para 6,17 vezes quando o modelo é ajustado por ano escolar, sexo, localização da comunidade e margem do rio (p-valor = 0,000)
- Crianças no sexto ano escolar ou mais adiantadas na escola têm 2,5 vezes mais chance de apresentar resultado inferior no teste das MPR do que as crianças que estão abaixo do sexto ano. (p-valor = 0,001). Essa chance diminui quando o modelo é ajustado por idade, sexo, localização da comunidade e margem do rio (p-valor = 0,039)
- Crianças que já foram reprovadas na escola têm 2,5 vezes mais chance de apresentar resultado inferior no teste das MPR do que as crianças que nunca foram reprovadas (p-valor = 0,001). Essa chance diminui para 1,8 vezes quando o modelo é ajustado por ano escolar, idade, sexo, localização da comunidade e margem do rio (p-valor = 0,059).
- Crianças que moram na margem esquerda do rio têm menos chance de apresentar resultado inferior no teste das MPR do que as crianças que moram na margem direita do rio. Essa chance perde a significância estatística a 20% quando o modelo é ajustado por ano escolar, idade, sexo e localização da comunidade (p-valor = 0,564).
- Crianças que moram a montante têm 1,8 vezes mais chance de apresentar resultado inferior no teste das MPR do que as crianças que moram a jusante. Essa chance perde a significância estatística a 20% quando o modelo é ajustado por ano escolar, idade, sexo e margem do rio (p-valor = 0,773).

- Crianças que apresentam dificuldades para remar têm 3,3 vezes mais chance de apresentar resultado inferior no teste das MPR do que as crianças que não têm esta dificuldade (p-valor = 0,108). Essa chance perde a significância estatística a 20% quando o modelo é ajustado por ano escolar, idade, sexo, localização da comunidade e margem do rio (p-valor = 0,367).
- Crianças que demoraram a começar a falar têm 6,6 vezes mais chance de apresentar resultado inferior no teste das MPR do que as crianças que não demoraram (p-valor = 0,108). Essa chance perde a significância estatística a 20% quando o modelo é ajustado por ano escolar, idade, sexo, localização da comunidade e margem do rio (p-valor = 0,209).
- Crianças que apresentaram anemia no exame de sangue têm 1,9 vezes mais chance de apresentar resultado inferior no teste das MPR do que as crianças saudáveis (p-valor = 0,083). Essa chance aumenta para 3,3 vezes quando o modelo é ajustado por ano escolar, idade, sexo, localização da comunidade e margem do rio (p-valor = 0,012).

Um modelo de regressão logística múltiplo foi ajustado para o teste das MPR. As variáveis significativas para o modelo foram: faixa etária; reprovação na escola; e presença de anemia. Crianças que apresentaram anemia no exame de sangue têm três vezes mais chance de apresentar resultado inferior no teste das MPR do que as crianças que não apresentaram anemia, considerando as outras variáveis no modelo. Assim como crianças que já foram reprovadas na escola têm 2,4 vezes mais chance de ter resultado inferior no teste do que aquelas que nunca foram reprovadas; e os adolescentes têm três vezes mais a chance de ter resultado inferior no teste.

O nível de mercúrio no cabelo não foi importante para explicar o resultado inferior do teste de cópias, porém, quando o modelo foi ajustado por ano escolar a variável passou a ser significativa a 10%. Ou seja, crianças do sexto ano ou mais têm 66% mais chance de ter resultado inferior no teste das MPR do que as crianças do primeiro ao quinto ano.

6.10.2.8. Teste WISC sub-teste Dígitos

Os Modelos de regressão logística simples mostraram que as variáveis que apresentaram associação significativa a 20% com o resultado Inferior do subteste Dígitos foram: faixa etária; ano escolar; localização da comunidade; desenvolvimento mental anormal; criança mais agitada do que o normal; falta de equilíbrio; irritação; dificuldades para diferenciar cores; consumo de peixe; presença de anemia (segundo exame de sangue); nível de mercúrio; peso baixo ao nascer; tempo de moradia.

- Crianças com 12 anos ou mais têm menos chance de apresentar resultado inferior no sub-teste Dígitos do que as crianças mais novas (p-valor = 0,033).
- Crianças no sexto ano escolar ou mais adiantadas na escola têm menos chance de apresentar resultado inferior no sub-teste Dígitos do que as crianças que estão abaixo do sexto ano. (p-valor = 0,011).
- Crianças que moram a montante têm duas vezes mais chance de apresentar resultado inferior no subteste Dígitos do que as crianças que moram a jusante (p-valor = 0,087). Essa chance aumenta para 2,5 vezes quando o modelo é ajustado por ano escolar (p-valor = 0,773). Isto pode estar associado ao isolamento geográfico dos residentes na área a montante da Usina.
- Crianças que têm o desenvolvimento mental anormal têm 5,5 vezes mais chance de apresentar resultado inferior no subteste Dígitos do que as crianças que têm o desenvolvimento normal (p-valor = 0,082). Essa chance diminui para 4,3 vezes quando o modelo é ajustado por ano escolar e localização da comunidade (p-valor = 0,140).
- Crianças mais agitadas do que o normal têm 3,3 vezes mais chance de apresentar resultado inferior no subteste Dígitos do que as crianças que mais calmas (p-valor = 0,003). Essa chance diminui para 2,5 vezes quando o modelo é ajustado por ano escolar e localização da comunidade (p-valor = 0,029).
- Crianças que têm falta de equilíbrio têm 3,4 vezes mais chance de apresentar resultado inferior no subteste Dígitos do que as crianças que não tem (p-valor = 0,091). Essa chance diminui para três vezes quando o

modelo é ajustado por ano escolar e localização da comunidade (p-valor = 0,138).

- Crianças irritadas têm duas vezes mais chance de apresentar resultado inferior no subteste Dígitos do que as crianças que não são irritadas (p-valor = 0,084). Essa chance diminui para 1,7 vezes quando o modelo é ajustado por ano escolar e localização da comunidade (p-valor = 0,203).
- Crianças que apresentam dificuldades para diferenciar cores têm duas vezes mais chance de apresentar resultado inferior no subteste Dígitos do que as crianças que não têm esta dificuldade (p-valor = 0,150). Essa chance perde a significância estatística a 20% quando o modelo é ajustado por ano escolar e localização da comunidade (p-valor = 0,476).
- Crianças irritadas têm duas vezes mais chance de apresentar resultado inferior no subteste Dígitos do que as crianças que não são irritadas (p-valor = 0,084). Essa chance diminui para 1,7 vezes quando o modelo é ajustado por ano escolar e localização da comunidade (p-valor = 0,203).
- Crianças que consomem peixe mais de três vezes por semana têm 44% vezes menos chance de apresentar resultado inferior no subteste Dígitos do que as crianças que nunca comem peixe ou comem em menos de três vezes por semana (p-valor = 0,160). Essa chance aumenta para 53% quando o modelo é ajustado por ano escolar e localização da comunidade (p-valor = 0,075).
- Crianças que apresentaram anemia no exame de sangue têm 3,2 vezes mais chance de apresentar resultado inferior no subteste Dígitos do que as crianças saudáveis (p-valor = 0,043). Essa chance diminui para 2,7 vezes quando o modelo é ajustado por ano escolar e localização da comunidade (p-valor = 0,094).
- Crianças que apresentaram níveis de mercúrio no cabelo acima de 6 ppm têm duas vezes mais chance de apresentar resultado inferior no subteste Dígitos do que as crianças que apresentaram nível de mercúrio até 6 ppm (p-valor = 0,061). A chance perde a significância estatística a 20% quando o modelo é ajustado por ano escolar e localização da comunidade (p-valor = 0,293).

- Crianças que nasceram com menos de 2500 gramas têm duas vezes mais chance de apresentar resultado inferior no sub-teste Dígitos do que as crianças que nasceram com acima deste peso (p-valor = 0,156). A chance perde a significância estatística a 20% quando o modelo é ajustado por ano escolar e localização da comunidade (p-valor = 0,291).

Um modelo de regressão logística múltiplo foi ajustado para o subteste Dígitos. As variáveis significativas para o modelo foram: presença de anemia; tempo de moradia; e criança mais agitada do que o normal. Crianças que apresentaram anemia no exame de sangue têm 4,3 vezes mais chance de apresentar resultado inferior no subteste Dígitos do que as crianças que não apresentaram anemia, considerando as outras variáveis no modelo. Assim como crianças mais agitadas do que o normal têm 3,5 vezes mais chance de ter resultado inferior no teste do que aquelas mais calmas. O tempo de moradia foi importante para o modelo mais a razão de chances não foi significativa.

O nível de mercúrio no cabelo foi importante para explicar o resultado inferior do subteste Dígitos. Crianças com nível de mercúrio no cabelo acima de 6ppm têm 2 vezes mais chance de ter resultado inferior no teste do que crianças com níveis de mercúrio mais baixo. Quando o modelo foi ajustado por outras variáveis, as chances variaram de duas a 2,5 vezes, a saber: ajustado por faixa etária, OR = 2,04; ajustado por consumo de peixe, OR = 2,09; ajustado por presença de anemia, OR = 2,5 ajustado por baixo peso, OR = 2,0; ajustado por dificuldade para diferenciar cores, OR = 1,92; ajustado por desenvolvimento mental anormal, OR = 2,07; ajustado por faixa etária, OR = 2,04; ajustado por falta de equilíbrio, OR = 2,01; ajustado por irritação, OR = 2,10;

6.10.2.9. Teste WISC sub-teste Símbolos

Os Modelos de regressão logística simples mostraram que as variáveis que apresentaram associação significativa a 20% com o resultado inferior do subteste Dígitos Símbolos foram: faixa etária; reprovação na escola; localização da comunidade; tempo de moradia; tempo de amamentação;

dificuldades para reflexos; dificuldades para se concentrar; dificuldades para diferenciar cores; IMC.

- Crianças com 12 anos ou mais têm menos chance de apresentar resultado inferior no sub-teste Símbolos do que as crianças mais novas.
- Crianças que já foram reprovadas na escola têm menos chance de apresentar resultado inferior no subteste Símbolos do que as crianças que nunca foram reprovadas. Essa chance perde a significância estatística a 20% quando o modelo é ajustado por idade e localização da comunidade (p-valor = 0,464)
- Crianças que moram a montante têm 73% menos chance de apresentar resultado inferior no subteste Símbolos do que as crianças que moram a jusante (p-valor = 0,017). Essa chance diminui para 66% quando o modelo é ajustado por idade (p-valor = 0,050)
- Crianças que moram até cinco anos na comunidade têm 70% menos chance de apresentar resultado inferior no subteste Símbolos do que as crianças que moram a mais de 5 anos (p-valor = 0,115). Essa chance aumenta para 74% quando o modelo é ajustado por idade e localização da comunidade (p-valor = 0,088)
- Crianças que foram amamentadas até um ano de idade têm 2 vezes mais chance de apresentar resultado inferior no subteste Símbolos do que as crianças que foram amamentadas por mais de um ano de vida (p-valor = 0,200). Essa chance perde a significância estatística a 20% quando o modelo é ajustado por idade e localização da comunidade (p-valor = 0,309)
- Crianças que apresentam dificuldades para reflexos têm 2,9 vezes mais chance de apresentar resultado inferior no subteste Símbolos do que as crianças que não tem esta dificuldade (p-valor = 0,119). Essa chance aumenta para 4,8 vezes quando o modelo é ajustado por idade e localização da comunidade (p-valor = 0,040).
- Crianças que apresentam dificuldades para se concentrar têm 4,8 vezes mais chance de apresentar resultado inferior no subteste Símbolos do que as crianças que não têm esta dificuldade (p-valor = 0,002). Essa chance

aumenta para 5,0 vezes quando o modelo é ajustado por idade e localização da comunidade (p-valor = 0,002).

- Crianças que apresentam dificuldades para diferenciar cores têm 2,6 vezes mais chance de apresentar resultado inferior no subteste Símbolos do que as crianças que não têm esta dificuldade (p-valor = 0,167). Essa chance aumenta para cinco vezes quando o modelo é ajustado por idade e localização da comunidade (p-valor = 0,045).
- O IMC é fator de proteção para o resultado inferior no subteste Símbolos.

Um modelo de regressão logística múltiplo foi ajustado para o subteste Símbolos. As variáveis significativas para o modelo foram: tempo de amamentação; tempo de moradia; dificuldades para diferenciar cores; dificuldades para se concentrar; localização da comunidade; e IMC. Crianças que moram a montante têm menos chance de apresentar resultado inferior no subteste Símbolos do que as crianças que moram a jusante, considerando as outras variáveis no modelo. Assim como crianças com dificuldades de diferenciar cores têm 9,4 vezes mais chance de ter resultado inferior no teste do que aquelas mais calmas; crianças com dificuldade de se concentrar têm mais chance de ter resultado inferior no teste; o IMC foi um fator de proteção para o resultado inferior no teste. O tempo de moradia e tempo de amamentação foram importantes para o modelo mais as razões de chances não foram significativas.

O nível de mercúrio no cabelo não foi importante para explicar o resultado inferior do subteste Símbolos, mesmo quando o modelo foi ajustado por outras variáveis.

6.10.2.10. Conclusões

A avaliação cognitiva indicou associação entre a exposição a mercúrio e as respostas dos testes cognitivos, exceto para o teste de copia ECF e teste WISC –Símbolos.

Além dos testes realizados para a avaliação cognitiva, as entrevistas realizadas com os pais e/ou responsáveis sobre a saúde de seus filhos, utilizando-se questionários verificamos que crianças e adolescentes apontam questões de agravos à saúde em relação a problema de visão, importantes para o desempenho escolar. Os pais e/ou responsáveis reportaram que 20% das crianças e adolescentes têm dificuldades para enxergar, destes somente 8% usam óculos, 71% não usam óculos e têm dificuldade para enxergar. O resultado das entrevistas sobre a saúde da criança e do adolescente juntamente com a avaliação cognitiva mostraram que os escolares que apresentam alguma deficiência visual não apresentaram bom desempenho nos testes realizados. Vale ressaltar que a criança ou adolescente com alguma deficiência visual pode apresentar uma redução na sua capacidade de aprendizado que interfira ou limite seu desempenho escolar. Ambos os problemas interferem na avaliação da exposição a Hg, porque a exposição também pode estar relacionada à deficiência no campo visual, alterações ou atrasos no desenvolvimento e comprometimento da coordenação motora fina.

Considerando estes resultados nos escolares ribeirinhos recomenda-se que a secretaria de educação do município em parceria com a Secretaria de Saúde, intensifique o monitoramento de crianças e adolescentes com problemas de alguma deficiência visual. A realização de campanhas é importante nas escolas acompanhadas de assistência médica e, exames, conseqüentemente obtenção de recursos óticos (por exemplo, óculos) , quando necessário para os escolares.

Alguns professores das escolas trabalhadas informaram que o município oferece serviço oftalmológico e óculos aos escolares. No entanto, há pouca demanda. Por outro lado, os pais ou responsáveis pelas crianças e adolescentes informaram durante as entrevistas desconhecerem este serviço nas escolas.

Esta avaliação é importante, para o estudante se integrar as atividades escolares, assim como, para uma melhor caracterização dos potenciais problemas da exposição a Hg em escolares ribeirinhos.

Outra recomendação que poderá ser implementada nas escolas é a adoção de avaliações cognitivas, utilizando testes que possam avaliar a exposição a Hg. A Psicóloga Valeria Oliveira responsável pela aplicação de teste, no presente estudo poderá capacitar os psicólogos das escolas para efetuarem esta atividade anualmente.

6.10.3. Resultados dos exames físico-neurológico em escolares do rio Madeira.

O médico responsável pelos exames físico neurológico foi o Dr. Márlon Fonseca - IFF/FIOCRUZ (CRM 5265626-7 RJ). O foco principal deste estudo foi avaliar as funções motoras cerebelares (alterações de coordenação e equilíbrio) e pesquisar déficits sensitivos periféricos com potencial repercussão sobre a habilidade manual em escolares na faixa etária de 6 a 16 anos. Os indivíduos nos quais foram identificadas alterações em quaisquer destas avaliações, foram submetidos a um exame físico neurológico mais detalhado em busca de achados mais específicos. Desta forma, visou-se à obtenção de hipóteses diagnósticas diferenciais e não somente a identificação de alterações isoladas.

Os exames neurológicos foram realizados em uma subpopulação de 472 crianças e adolescentes, escolares das margens do rio Madeira, sendo 48% do sexo feminino e 52 % do sexo masculino. A idade média foi de 12 anos. Na área de referência, 65 escolares da Resex do Cuniã participaram do estudo.

A tabela 6.61 apresenta um resumo descritivo das variáveis sexo e idade, em relação às margens direita (mais facilmente acessível por terra) e esquerda (onde parece ocorrer um relativo isolamento das famílias) e aos escolares de Resex do Cuniã.

Tabela 6. 61. Distribuição percentual da variável sexo segundo a faixa etária e margem do rio dos indivíduos das crianças e adolescentes que fizeram os exames neurológicos.

Margem	Idade	Sexo				Total	
		Feminino		Masculino		n	%
		n	%	n	%		
Direita	Até 15 anos	106		99		205	87,1

	16 anos ou mais	10		18		28	12,9
	Sub-Total	116	100,0	117	100,0	233	100,0
Esquerda	Até 15 anos	103		117		220	88,8
	16 anos ou mais	6		13		19	11,2
	Sub-Total	109	100,0	130	161	239	100,0
Área de Referência	Até 15 anos	65	100,0	45	100,0	110	100,0
	16 anos ou mais	-	-	-	-	-	-
	Sub-Total	65	100,0	45	100,0	110	100,0

Os testes realizados seguiram os protocolos rotineiros de uma avaliação neurológica, independente do foco ser a questão da exposição ao mercúrio. O teste de coordenação motora com movimentos alternados rápidos: teste 1 (mão na coxa ipsilateral) e teste 2 (polegar no indicador; ambos em posição sentada) foram realizados em 93% dos escolares. Na margem direita, 12,5% dos escolares apresentaram algum déficit no teste 1 e 1,7% no teste 2. Na margem esquerda, 9,3 e 3,8%, respectivamente (ambos com frequência maior no sexo masculino). Na área de referência, algum déficit foi verificado em 16% no teste 1 e 1,4% no teste 2 (tabela 6.62).

Tabela 6. 62. Distribuição percentual de cada teste com movimentos rápidos alternados segundo sexo, faixa etária e margem do rio.

Margem	Variável	Teste 1				Teste 2					
		N Total	Normal		Déficit		N Total	Normal		Déficit	
			n	%	n	%		n	%	n	%
Direita	Sexo										
	Feminino	114	103	90,4	11	9,6	114	112	98,2	2	1,8
	Masculino	116	98	84,5	18	15,5	117	115	98,3	2	1,7
	Subtotal	230	201	87,4	29	12,6	231	227	98,3	4	1,7
Esquerda	Feminino	108	101	93,5	7	6,5	108	104	96,3	4	3,7
	Masculino	129	114	88,4	15	11,6	129	124	96,1	5	3,9
	Subtotal	237	215	90,7	22	9,3	237	228	96,2	9	3,8
Área de Referência	Feminino	39	35	89,7	4	10,3	39	38	97,4	1	2,6
	Masculino	30	23	76,7	7	23,3	30	30	100	0	-
	Subtotal	69	58	84,1	11	15,9	69	68	98,6	1	1,4
Direita	Faixa etária										
	Até 10 anos	81	72	88,9	9	11,1	81	78	96,3	3	3,7
	11 a 15 anos	123	104	84,6	19	15,4	123	122	99,2	1	0,8
	16 anos ou mais	26	25	96,2	1	3,8	27	27	100	0	-
	Subtotal	230	201	87,4	29	12,6	231	227	98,3	4	1,7

Esquerda	Até 10 anos	129	116	89,9	13	10,1	129	124	96,1	5	3,9
	11 a 15 anos	91	83	91,2	8	8,8	91	88	96,7	3	3,3
	16 anos ou mais	17	16	94,1	1	5,9	17	16	94,1	1	5,9
	Subtotal	237	215	90,7	22	9,3	237	228	96,2	9	3,8
Área de Referência	Até 10 anos	1	1	100	0	-	1	1	100	0	-
	11 a 15 anos	68	57	83,8	11	16,2	1,5	67	98,5		1
	16 anos ou mais		-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Subtotal	69	58	84,1	11	15,9	69	68	98,6	1	1,4

O teste Ponto-a-Ponto foi realizado com os membros superiores através de dois movimentos. O primeiro movimento era, sentado, tocar o dedo do examinador e, depois, seu próprio nariz de forma alternada. Esta avaliação apontou apenas uma pessoa com déficit tanto no braço esquerdo quanto no direito. Em seguida, o indivíduo de braços abertos era solicitado a, alternadamente, tocar os indicadores no nariz e, depois, a unir um indicador ao outro, abrindo e fechando os braços (olhos abertos e fechados, em posição sentada). Apenas três pessoas não foram consideradas normais, sendo que uma não conseguiu realizar o movimento de olhos fechados (condição relativamente sem importância neste contexto, ou seja, em uma prospecção populacional). A tabela 6.63 apresenta os resultados do teste ponto a ponto em escolares na área do rio Madeira e na área de referência.

Tabela 6. 63. Distribuição percentual do teste Ponto-a-Ponto segundo sexo, faixa etária e margem do rio e na área de referência – Resex do Cuniã.

Margem	Variável	Teste A				Teste B					
		N Total	Normal		Déficit		N Total	Normal		Déficit	
			n	%	n	%		n	%	n	%
Direita	Sexo										
	Feminino	114	114	100	0	-	114	114	100	0	-
	Masculino	117	117	100	0	-	117	117	100	0	-
	Subtotal	231	231	100	0	-	231	231	100	0	-
Esquerda	Feminino	108	108	100	0	-	108	108	100	0	-
	Masculino	130	129	99,2	1	0,8	129	126	97,7	3	2,3
	Subtotal	238	237	99,6	1	0,4	237	234	98,7	3	1,3
Área de Referência	Feminino	39	38	97,4	1	2,6	39	38	97,4	1	2,6
	Masculino	30	30	100	0	-	30	30	100	0	-

	Subtotal	69	68	98,6	1	1,4	69	68	98,6	1	1,4
	Faixa etária										
Direita	Até 10 anos	81	81	100	0	-	81	81	100	0	-
	11 a 15 anos	123	123	100	0	-	123	123	100	0	-
	16 anos ou mais	27	27	100	0	-	27	27	100	0	-
	Subtotal	231	231	100	0	-	231	215	100	0	-
Esquerda	Até 10 anos	130	130	100	0	-	129	129	100	0	-
	11 a 15 anos	91	90	98,9	1	1,1	91	88	96,7	3	3,3
	16 anos ou mais	17	17	100	0	-	17	17	100	0	-
	Subtotal	238	237	99,6	1	0,4	237	234	98,7	3	1,7
Área de Referência	Até 10 anos	1	1	100	0	-	1	1	100	0	-
	11 a 15 anos	68	67	98,5	1	1,5	68	67	98,5	1	1,5
	16 anos ou mais	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Subtotal	69	68	98,6	1	1,4	69	68	98,6	1	1,4

Estes resultados (perceptíveis ao exame clínico através da observação do ritmo, da suavidade e da precisão dos movimentos de ambos os lados) não sugerem alterações grosseiras na coordenação motora.

A mão dominante, em geral, tem melhor desempenho. Nos problemas cerebelares graves (característicos da intoxicação por metilmercúrio), um movimento não pode ser seguido rapidamente pelo seu oposto; estes são lentos, irregulares e desajeitados. Esta anormalidade é denominada *disdiadococinesia*. A parestesia do neurônio motor superior e patologias extrapiramidais também comprometem os movimentos alternados rápidos, mas não da mesma maneira.

Ainda com os membros superiores, foram realizados dois testes de coordenação motora com movimentos alternados rápidos: teste 1 (mão na coxa ipsilateral) e teste 2 (polegar no indicador), ambos em posição sentada. Do total de pacientes, 11% foram considerados com algum déficit no teste 1 e 3% no teste 2.

Nas patologias cerebelares, os movimentos, ao invés de precisos, são desajeitados, irregulares e de velocidade, força e direção variáveis. O dedo pode, a princípio, ultrapassar sua marca, mas acaba atingindo-a razoavelmente bem. Estes movimentos são conhecidos como *dismetria*. Um tremor intencional

pode surgir no final do movimento. Na verdade, estas caracterizariam condições mais graves de déficit na coordenação motora, historicamente não identificadas em estudos anteriores realizados em populações semelhantes.

Em indivíduos que se apresentavam com caminhar ou movimentos corporais mais lentos (seja por desmotivação, timidez ou incapacidade), os testes de coordenação foram realizados também com os membros inferiores. No teste Ponto-a-Ponto, o movimento era colocar o calcanhar no joelho e deslizá-lo pela tíbia até o hálux, com olhos abertos e fechados (decúbito dorsal). Não foram observadas alterações nesta tarefa.

Nas doenças cerebelares, o calcanhar pode ultrapassar o joelho e depois oscilar de um lado para o outro abaixo da tíbia. Quando o sentido de posição é perdido, o calcanhar é levantado demais e o indivíduo tenta olhar na tentativa de realizar o movimento. Nestes casos, com os olhos fechados, o desempenho é insatisfatório.

Com os membros inferiores foi realizado também um teste com movimentos alternados e rápidos, onde os pacientes (em decúbito dorsal) deveriam tocar na mão do examinador, o mais rapidamente possível, com o dorso de cada pé, de modo alternado. Os resultados revelaram que apenas um menino de nove anos de idade apresentou algum déficit, realizando os movimentos de forma lenta.

A tabela 6.64 apresenta os resultados dos testes (1) de movimentos alternados rápidos (membros superiores), teste (2) Ponto-a-Ponto (membros superiores), teste (3) movimentos alternados rápidos (membros inferiores), teste (4) Ponto-a-Ponto (membros inferiores) e dos valores da concentração de Hg-total em cabelo, segundo os resultados dos testes.

Para o teste 1a, 11% dos indivíduos apresentaram algum déficit, com média de Hg de 5,7 µg/g (0,06 a 37,06 µg/g). Para os escolares que tiveram resultados normais, os níveis de Hg variaram de 0,02 a 92,13 µg/g, com média 8,2 µg/g. Para o teste 1b, 2% apresentaram algum déficit, com os níveis de Hg variando de 0,9 a 20,7 µg/g (média 10,4 µg/g).

Para o teste 2a, somente um escolar apresentou déficit (Hg no cabelo 92,1 µg/g). Para o teste 2b, a concentração média foi de 39,5 µg/g (3 indivíduos

apresentando algum déficit); valores de Hg variando de 9,5 a 92,13 µg/g; sendo que o indivíduo com Hg 92,1 µg/g foi o maior responsável pela média ser alta.

O teste 3a apresentou somente um indivíduo com algum déficit com níveis de Hg no cabelo 18 µg/g.

O teste 4 não apresentou nenhum escolar com déficit.

Tabela 6. 64. Resultados dos testes (1) de movimentos alternados rápidos (membros superiores) e teste (2) ponto a ponto (membros superiores), teste (3) movimentos alternados rápidos (membros inferiores) e teste (4) ponto a ponto (membros inferiores) e os valores de Hg em cabelos, segundo os resultados dos testes.

Teste 1 - Movimentos alternados rápidos (membros superiores)

a. Bater com a mão na coxa ipsilateral o mais rapidamente possível (sentado).

*Esquerda	Média	N	Desvio Padrão	Mediana	Mínimo	Máximo
Normal	8,15	393	11,0	4,0	0,02	92,13
Déficit	5,68	46	6,9	2,9	0,06	37,06
Total	7,88	439	10,6	3,9	0,02	92,13
*Direita	Média	N	Desvio Padrão	Mediana	Mínimo	Máximo
Normal	8,15	393	11,0	4,0	0,02	92,13
Déficit	5,68	46	6,9	2,9	0,06	37,06
Total	7,88	439	10,6	3,9	0,02	92,13

Teste de comparação de médias: *p-valor = 0,092

b. Bater com a mão na coxa ipsilateral o mais rapidamente possível (sentado).

*Esquerda	Média	N	Desvio Padrão	Mediana	Mínimo	Máximo
Normal	7,82	430	10,7	3,9	0,02	92,13
Déficit	10,40	10	7,3	11,7	0,90	20,69
Total	7,87	440	10,6	3,9	0,02	92,13
**Direita	Média	N	Desvio Padrão	Mediana	Mínimo	Máximo
Normal	7,82	430	10,7	3,9	0,02	92,13
Déficit	9,26	9	6,7	9,4	0,90	17,78
Total	7,84	439	10,6	3,9	0,02	92,13

Teste de comparação de médias: *p-valor = 0,494; **p-valor = 0,744

Teste 2 – Teste ponto-a-ponto (membros superiores)

a. Tocar o dedo do examinador e, depois, seu próprio nariz de forma alternada (sentado).

Esquerda	Média	N	Desvio Padrão	Mediana	Mínimo	Máximo
Normal	7,66	440	9,84	3,9	0,02	55,09
Déficit	92,13	1	92,13	92,13	92,13	92,13

Esquerda	Média	N	Desvio Padrão	Mediana	Mínimo	Máximo
Normal	7,66	440	9,84	3,9	0,02	55,09
Déficit	92,13	1	92,13	92,13	92,13	92,13
Total	7,86	441	10,6	3,9	0,02	92,13
Direita	Média	N	Desvio Padrão	Mediana	Mínimo	Máximo
Normal	7,66	440	9,84	3,9	0,02	55,09
Déficit	92,13	1	92,13	92,13	92,13	92,13
Total	7,86	441	10,6	3,9	0,02	92,13

b. Levantar o braço e tocar o dedo do examinador repetidamente; olhos abertos e fechados (sentado).

Esquerda	Média	N	Desvio Padrão	Mediana	Mínimo	Máximo
Normal	7,63	437	9,86	3,9	0,02	55,09
Déficit	39,52	3	45,7	17,0	9,44	92,13
Total	7,85	440	10,6	3,9	0,02	92,13
Direita	Média	N	Desvio Padrão	Mediana	Mínimo	Máximo
Normal	7,63	437	9,86	3,9	0,02	55,09
Déficit	39,52	3	45,7	17,0	9,44	92,13
Total	7,85	440	10,6	3,9	0,02	92,13

Teste 3 - Movimentos alternados rápidos (membros inferiores)

a. Tocar na mão do examinador o mais rapidamente possível com o dorso de cada pé, de modo alternado (decúbito dorsal)

*Esquerda	Média	N	Desvio Padrão	Mediana	Mínimo	Máximo
Normal	7,84	440	10,6	3,9	0,02	92,13
Déficit	17,78	1	17,8	12,8	17,78	17,78
Total	7,86	441	10,6	3,9	0,02	92,13
*Direita	Média	N	Desvio Padrão	Mediana	Mínimo	Máximo
Normal	7,84	440	10,6	3,9	0,02	92,13
Déficit	17,78	1	17,8	12,8	17,78	17,78
Total	7,86	441	10,6	3,9	0,02	92,13

Teste 4 – Teste Ponto-a-Ponto (membros inferiores)

a. Calcanhar no joelho e deslizá-lo pela tíbia até o hálux; olhos abertos e fechados (decúbito dorsal)

Esquerda	Média	N	Desvio Padrão	Mediana	Mínimo	Máximo
Normal	7,86	441	10,6	3,9	0,02	92,13
Déficit	-	-	-	-	-	-
Total	7,86	441	10,6	3,9	0,02	92,13
Direita	Média	N	Desvio Padrão	Mediana	Mínimo	Máximo
Normal	7,86	441	10,6	3,9	0,02	92,13

Esquerda	Média	N	Desvio Padrão	Mediana	Mínimo	Máximo
Normal	7,86	441	10,6	3,9	0,02	92,13
Déficit	-	-	-	-	-	-
Déficit	-	-	-	-	-	-
Total	7,86	441	10,6	3,9	0,02	92,13

O sistema sensitivo foi avaliado clinicamente através da percepção da audição e da visão durante o exame, bem como da pesquisa direta da percepção vibratória, realizada com diapasão de 128 Hz sobre articulação interfalangeana de um dedo da mão e, depois, do hálux.

A sensibilidade vibratória costuma ser a primeira a ser perdida numa neuropatia periférica. As causas comuns incluem diabetes e alcoolismo. A sensibilidade vibratória também é perdida nas doenças das colunas posteriores da medula espinhal. Quando se verifica perda nesta sensibilidade, a realização da pesquisa também no tronco é útil na determinação do nível medular da lesão. É preciso lembrar que o envelhecimento também pode se acompanhar de diminuição desta capacidade.

No teste de posição, o hálux do paciente é segurado pelos lados com os dedos polegar e indicador afastando-o dos outros pododáctilos para evitar fricção. Em seguida, mostra-se ao paciente o significado das posições "para cima" e "para baixo" e, com o paciente de olhos fechados, pede-se para que ele diga quando o dedo é movido nestas direções, repetidamente.

Para avaliação da estereognosia, coloca-se na mão do paciente um objeto familiar (a ele) para que seja identificado de olhos fechados; não foi verificado nenhum indivíduo com déficit. Na audição todos os escolares foram considerados normais, ou seja, sem déficit perceptível.

Todos realizaram normalmente os testes de vibração, posição e estereognosia.

Tabela 6. 65. Apresenta os resultados dos testes 5 (a, b, c, d, e) e as concentrações de Hg-total em cabelos, incluindo a área de referência de Cuniã.

- a. Vibração. Diapasão de 128 Hz sobre articulação interfalangeana de um dedo da mão e, depois, do hálux. Diferenciar a sensação de vibração da sensação de pressão; dizer quando a vibração parar.

Esquerda	Média	N	Desvio Padrão	Mediana	Mínimo	Máximo
Normal	7,86	441	10,6	3,9	0,02	92,13
Déficit	-	-	-	-	-	-
Total	7,86	441	10,6	3,9	0,02	92,13
Direita	Média	N	Desvio Padrão	Mediana	Mínimo	Máximo
Normal	7,86	441	10,6	3,9	0,02	92,13
Déficit	-	-	-	-	-	-
Total	7,86	441	10,6	3,9	0,02	92,13
Área de Referência	Média	N	Desvio Padrão	Mediana	Mínimo	Máximo
Normal	4,94	58	3,06	4,05	0,71	16,33
Déficit	-	-	-	-	-	-
Total	4,94	58	3,06	4,05	0,71	16,33

- b. Posição. Segurar o hálux nas posições "para cima" e "para baixo" de olhos fechados.

Esquerda	Média	N	Desvio Padrão	Mediana	Mínimo	Máximo
Normal	7,86	441	10,6	3,9	0,02	92,13
Déficit	-	-	-	-	-	-
Total	7,86	441	10,6	3,9	0,02	92,13
Direita	Média	N	Desvio Padrão	Mediana	Mínimo	Máximo
Normal	7,86	441	10,6	3,9	0,02	92,13
Déficit	-	-	-	-	-	-
Total	7,86	441	10,6	3,9	0,02	92,13
Área de Referência	Média	N	Desvio Padrão	Mediana	Mínimo	Máximo
Normal	4,94	58	3,06	4,05	0,71	16,33
Déficit	-	-	-	-	-	-
Total	4,94	58	3,06	4,05	0,71	16,33

- c. Estereognosia. Colocar na mão do paciente um objeto familiar (a ele).

Esquerda	Média	N	Desvio Padrão	Mediana	Mínimo	Máximo
Normal	7,87	440	10,6	3,9	0,02	92,13
Déficit	-	-	-	-	-	-
Total	7,87	440	10,6	3,9	0,02	92,13
Direita	Média	N	Desvio Padrão	Mediana	Mínimo	Máximo
Normal	7,87	440	10,6	3,9	0,02	92,13
Déficit	-	-	-	-	-	-
Total	7,87	440	10,6	3,9	0,02	92,13

Esquerda	Média	N	Desvio Padrão	Mediana	Mínimo	Máximo
Normal	7,87	440	10,6	3,9	0,02	92,13
Déficit	-	-	-	-	-	-
Área de Referência	Média	N	Desvio Padrão	Mediana	Mínimo	Máximo
Normal	4,94	58	3,06	4,05	0,71	16,33
Déficit	-	-	-	-	-	-
Total	4,94	58	3,06	4,05	0,71	16,33

d. Discriminação tátil de dois pontos. Este teste não deve ser doloroso!

Esquerda	Média	N	Desvio Padrão	Mediana	Mínimo	Máximo
Normal	7,87	439	10,6	3,9	0,02	92,13
Déficit	-	-	-	-	-	-
Total	7,87	439	10,6	3,9	0,02	92,13
Direita	Média	N	Desvio Padrão	Mediana	Mínimo	Máximo
Normal	7,87	439	10,6	3,9	0,02	92,13
Déficit	-	-	-	-	-	-
Total	7,87	439	10,6	3,9	0,02	92,13
Área de Referência	Média	N	Desvio Padrão	Mediana	Mínimo	Máximo
Normal	4,94	58	3,06	4,05	0,71	16,33
Déficit	-	-	-	-	-	-
Total	4,94	58	3,06	4,05	0,71	16,33

Teste 5 – Sistema Sensitivo

e. Funções fundamentais avaliadas durante o exame clínico

Audição	Média	N	Desvio Padrão	Mediana	Mínimo	Máximo
Normal	7,86	441	10,6	3,9	0,02	92,13
Déficit	-	-	-	-	-	-
Total	7,86	441	10,6	3,9	0,02	92,13
Visão	Média	N	Desvio Padrão	Mediana	Mínimo	Máximo
Normal	7,86	441	10,6	3,9	0,02	92,13
Déficit	-	-	-	-	-	-
Total	7,86	441	10,6	3,9	0,02	92,13

No teste de discriminação tátil de dois pontos, usaram-se os dois lados pontiagudos de um paquímetro semi-aberto para tocar um dedo da mão em dois pontos simultaneamente (este teste não deve ser doloroso). A distância mínima na qual o paciente consegue discriminar dois pontos normalmente é menor que 5 mm nas pontas dos dedos. As lesões no córtex sensitivo

aumentam a distância entre dois pontos reconhecíveis. Não foi verificado nenhum indivíduo com déficit.

Na avaliação da marcha espontânea, só um adolescente (masculino; 17 anos de idade) apresentou relativo déficit no teste. No teste de equilíbrio estático, todos os indivíduos foram considerados normais.

Na pesquisa de tremores de extremidade (repouso ou intenção), somente um menino de 10 anos mostrou alguma alteração (em repouso); este apresentou nível de Hg de 2,14 µg/g.

Na pesquisa de movimentos oculares anormais, foram pesquisadas assimetrias, nistagmo, anisocoria e fotorreagência pupilar à luz. Nistagmo foi um achado inespecífico identificado em três pessoas (duas na margem direita e uma na margem esquerda), sem quaisquer outras alterações neurológicas importantes associadas. Os raros casos de estrabismo não foram considerados.

Para a apreciação dos arcorreflexos profundos (miotáticos) em diferentes níveis medulares, foram verificados os reflexos aquileu (S1-S2), patelar (L2-L4), flexor dos dedos e biceptal (C6-T1). Resumidamente, os resultados revelaram que 272 pessoas apresentaram reflexos normais nos três exames, 20 apresentaram hiporreflexia e uma hiperreflexia. A tabela 6.64 mostra os resultados segundo sexo, faixa etária e margem do rio. A tabela 6.65 mostra os resultados percentualmente.

Para a apreciação dos arcorreflexos profundos (miotáticos) em diferentes níveis medulares, foram verificados os reflexos aquileu (S1-S2), patelar (L2-L4), flexor dos dedos e biceptal (C6-T1). Considerou-se hiporreflexia quando os movimentos tendiam a arreflexia e hiperreflexia quando os movimentos exacerbados eram absolutamente evidentes; os movimentos relativamente normais foram considerados normais. Os resultados revelaram que 420 pessoas apresentaram reflexos normais no exame aquileu, 46 apresentaram hiporreflexia (tendendo a arreflexia) e 3 hiperreflexia evidente. No exame Patelar, 390 pessoas apresentaram reflexos normais, 63 apresentaram hiporreflexia e 15 hiperreflexia. No exame Flexor dos dedos e biceptal, 419

peças apresentaram reflexos normais, 48 apresentaram hiporreflexia e 2 hiperreflexia.

Preliminarmente, parece haver uma maior prevalência de hiporreflexia nos indivíduos residentes na margem esquerda. Isto, de certa forma, segue em conformidade com os resultados de um estudo anterior no Lago do Puruzinho (Humaitá, AM), o qual levantou a hipótese de uma maior ocorrência de hiporreflexia miotática em grupos mais isolados geograficamente (FONSECA, 2007). Estes grupos mais isolados, possivelmente são mais expostos a metilmercúrio (MONRROY *et al.*, 2008), bem como a outros agravos inerentes ao isolamento. Esta questão poderá ser abordada posteriormente, no contexto de outras variáveis.

A tabela teste 6.66 apresenta os resultados de Hg, segundo os testes realizados no rio Madeira e na área de referência.

Tabela 6. 66. Resultados dos testes de reflexos profundos, marcha espontânea, equilíbrio estático, tremores de extremidades, movimentos oculares anormais e os níveis de Hg no cabelo segundo o resultado de normalidade ou déficit.

Teste 6 – Reflexos Profundos

Rio Madeira	Aquileu*	Média	N	Desvio Padrão	Mediana	Mínimo	Máximo
	Normal+Hiper	7,82	396	10,2	3,9	0,02	55,09
Hipo	7,88	45	14,0	4,0	0,13	92,13	
Total	7,82	441	10,6	3,9	0,02	92,13	
	Patelar**	Média	N	Desvio Padrão	Mediana	Mínimo	Máximo
Normal+Hiper	7,74	382	9,9	3,9	0,02	55,09	
Hipo	8,54	60	14,2	4,0	0,06	92,13	
Total	7,85	442	10,6	3,9	0,02	92,13	
	Flexor dedos***	Média	N	Desvio Padrão	Mediana	Mínimo	Máximo
Normal+Hiper	7,63	395	9,9	3,8	0,02	51,98	
Hipo	9,49	46	15,7	5,2	0,06	92,13	
Total	7,82	441	10,6	3,9	0,02	92,13	
Área de referência	Aquileu*	Média	N	Desvio Padrão	Mediana	Mínimo	Máximo
	Normal+Hiper	4,94	56	3,1	4,05	0,71	16,33
	Hipo	4,90	2	2,0	4,90	3,50	6,30
	Total	4,94	58	3,06	4,05	0,71	16,3
	Patelar**	Média	N	Desvio Padrão	Mediana	Mínimo	Máximo

Rio Madeira	Aquileu*	Média	N	Desvio Padrão	Mediana	Mínimo	Máximo
	Normal+Hiper	7,82	396	10,2	3,9	0,02	55,09
Hipo	7,88	45	14,0	4,0	0,13	92,13	
Normal+Hiper	4,92	54	3,14	3,96	0,71	16,33	
Hipo	5,16	4	1,80	5,21	3,19	7,04	
Total	4,94	58	3,06	4,05	0,71	16,33	
Flexor dedos***	Média	N	Desvio Padrão	Mediana	Mínimo	Máximo	
	Normal+Hiper	4,89	56	3,10	3,97	0,71	16,33
Hipo	6,4	2	0,15	6,40	6,30	6,51	
Total	4,94	58	3,06	4,05	0,71	16,33	

Teste 7 – Marcha Espontânea

Rio Madeira	Marcha	Média	N	Desvio Padrão	Mediana	Mínimo	Máximo
	Normal	7,87	440	10,6	3,9	0,02	92,13
Déficit	2,14	1	2,14	2,14	2,14	2,14	
Total	7,86	441	10,6	3,9	0,02	92,13	
Área de referência	Marcha	Média	N	Desvio Padrão	Mediana	Mínimo	Máximo
	Normal	4,94	58	3,06	4,05	0,71	16,33
Déficit	-	-	-	-	-	-	
Total	4,94	58	3,06	4,05	0,71	16,33	

Teste 8 – Equilíbrio Estático

Rio Madeira	Romberg	Média	N	Desvio Padrão	Mediana	Mínimo	Máximo
	Normal	7,86	441	10,6	3,9	0,02	92,13
Déficit	-	-	-	-	-	-	
Total	7,86	441	10,6	3,9	0,02	92,13	
Sensibilizado	Média	N	Desvio Padrão	Mediana	Mínimo	Máximo	
	Normal	7,86	441	10,6	3,9	0,02	92,13
Déficit	-	-	-	-	-	-	
Total	7,86	441	10,6	3,9	0,02	92,13	
Área de referência	Romberg	Média	N	Desvio Padrão	Mediana	Mínimo	Máximo
	Normal	4,94	58	3,06	4,05	0,71	16,33
Déficit	-	-	-	-	-	-	
Total	4,94	58	3,06	4,05	0,71	16,33	
Sensibilizado	Média	N	Desvio Padrão	Mediana	Mínimo	Máximo	
	Normal	4,94	58	3,06	4,05	0,71	16,33
Déficit	-	-	-	-	-	-	
Total	4,94	58	3,06	4,05	0,71	16,33	

Teste 9 – Tremores de Extremidade

Rio Madeira	Repouso	Média	N	Desvio Padrão	Mediana	Mínimo	Máximo
	Ausente	7,88	438	10,6	3,9	0,02	92,13
	Visível	5,31	1	5,31	5,31	5,31	5,31
	Total	7,88	439	10,6	3,9	0,02	92,13
Intenção	Média	N	Desvio Padrão	Mediana	Mínimo	Máximo	
	Ausente	7,88	438	10,6	3,9	0,02	92,13
	Visível	5,31	1	5,31	5,31	5,31	5,31
	Total	7,88	439	10,6	3,9	0,02	92,13
Área de referência	Repouso	Média	N	Desvio Padrão	Mediana	Mínimo	Máximo
	Ausente	4,94	58	3,06	4,05	0,71	16,33
	Visível	-	-	-	-	-	-
	Total	4,94	58	3,06	4,05	0,71	16,33
Intenção	Média	N	Desvio Padrão	Mediana	Mínimo	Máximo	
	Ausente	4,94	58	3,06	4,05	0,71	16,33
	Visível	-	-	-	-	-	-
	Total	4,94	58	3,06	4,05	0,71	16,33

Teste 10 – Movimentos Oculares Anormais

Rio Madeira	Assimetrias	Média	N	Desvio Padrão	Mediana	Mínimo	Máximo
	Ausente	7,85	439	10,6	3,9	0,02	92,13
	Visível	-	-	-	-	-	-
	Total	7,85	439	10,6	3,9	0,02	92,13
Nistagmo	Média	N	Desvio Padrão	Mediana	Mínimo	Máximo	
	Ausente	7,87	437	10,6	3,9	0,02	92,13
	Visível	11,2	3	6,5	10,8	4,98	17,87
	Total	7,87	440	10,6	3,9	0,02	92,13
Anisocoria	Média	N	Desvio Padrão	Mediana	Mínimo	Máximo	
	Ausente	7,86	438	10,6	3,9	0,02	92,13
	Visível	-	-	-	-	-	-
	Total	7,86	438	10,6	3,9	0,02	92,13
Área de referência	Assimetrias	Média	N	Desvio Padrão	Mediana	Mínimo	Máximo
	Ausente	4,94	58	3,06	4,05	0,71	16,33
	Visível	-	-	-	-	-	-
	Total	4,94	58	3,06	4,05	0,71	16,33
Nistagmo	Média	N	Desvio Padrão	Mediana	Mínimo	Máximo	
	Ausente	4,94	58	3,06	4,05	0,71	16,33
	Visível	-	-	-	-	-	-
	Total	4,94	58	3,06	4,05	0,71	16,33

Rio Madeira	Assimetrias	Média	N	Desvio Padrão	Mediana	Mínimo	Máximo
	Ausente	7,85	439	10,6	3,9	0,02	92,13
Visível	-	-	-	-	-	-	
	Anisocoria	Média	N	Desvio Padrão	Mediana	Mínimo	Máximo
	Ausente	4,94	58	3,06	4,05	0,71	16,33
Visível	-	-	-	-	-	-	
Total	4,94	58	3,06	4,05	0,71	16,33	

Tabela 6. 67. Distribuição percentual do teste para avaliar reflexos profundos segundo sexo, faixa etária e margem do rio.

Margem	Variável	Aquileu (segmento sacral)							
		Normal		Hiporreflexia		Hiperreflexia		Total	
		n	%	n	%	n	%	n	%
Direita	Sexo								
	Feminino	90	86,5	14	13,5	-	-	104	100,0
	Masculino	101	91,8	8	7,3	1	0,9	110	100,0
	Subtotal	191	89,3	22	10,3	1	0,5	214	100,0
Esquerda	Feminino	63	87,5	8	11,1	1	1,4	72	100,0
	Masculino	74	83,1	15	16,9	-	-	89	100,0
	Subtotal	137	85,1	23	14,3	1	0,6	161	100,0
Direita	Faixa etária								
	Até 10 anos	68	93,2	5	6,8	-	-	73	100,0
	11 a 15 anos	96	85,0	16	14,2	1	0,9	113	100,0
	16 anos ou mais	27	96,4	1	3,6	-	-	28	100,0
Esquerda	Subtotal	191	89,3	22	10,3	1	0,5	214	100,0
	Até 10 anos	65	80,2	15	18,5	1	1,2	81	100,0
	11 a 15 anos	58	93,5	4	6,5	-	-	62	100,0
	16 anos ou mais	14	77,8	4	22,2	-	-	18	100,0
	Subtotal	137	85,1	23	14,3	1	0,6	161	100,0
Margem	Variável	Patelar (segmento lombar)							
		Normal		Hiporreflexia		Hiperreflexia		Total	
		n	%	n	%	n	%	n	%
Direita	Sexo								
	Feminino	79	75,2	20	19,0	6	5,7	105	100,0
	Masculino	96	87,3	8	7,3	6	5,5	110	100,0
	Subtotal	175	81,4	28	13,0	12	5,6	215	100,0
Esquerda	Feminino	58	80,6	12	16,7	2	2,8	72	100,0
	Masculino	67	75,3	22	24,7	-	-	89	100,0
	Subtotal	125	77,6	34	21,1	2	1,2	161	100,0
Direita	Faixa etária								
	Até 10 anos	60	81,1	10	13,5	4	5,4	74	100,0
	11 a 15 anos	88	77,9	17	15,0	8	7,1	113	100,0
	16 anos ou mais	27	96,4	1	3,6	-	-	28	100,0
Esquerda	Subtotal	175	81,4	28	13,0	12	5,6	215	100,0
	Até 10 anos	61	75,3	19	23,5	1	1,2	81	100,0
	11 a 15 anos	54	87,1	7	11,3	1	1,6	62	100,0
	16 anos ou mais	10	55,6	8	44,4	-	-	18	100,0
	Subtotal	125	77,6	34	21,1	2	1,2	161	100,0
Margem	Variável	Flexor dos dedos e biceptal (segmento cervico-torácico)							
		Normal		Hiporreflexia		Hiperreflexia		Total	
		n	%	n	%	n	%	n	%
	Sexo								

Direita	Feminino	89	85,6	15	14,4	-	-	104	100,0
	Masculino	99	90,0	11	10,0	-	-	110	100,0
	Subtotal	188	87,9	26	12,1	-	-	214	100,0
Esquerda	Feminino	62	86,1	9	12,5	1	1,4	72	100,0
	Masculino	77	86,5	12	13,5	-	-	89	100,0
	Subtotal	139	86,3	21	13,0	1	0,6	161	100,0
Faixa etária									
Direita	Até 10 anos	68	93,2	5	6,8	-	-	73	100,0
	11 a 15 anos	96	85,0	17	15,0	-	-	113	100,0
	16 anos ou mais	24	85,7	4	14,3	-	-	28	100,0
	Subtotal	188	87,9	26	12,1	-	-	214	100,0
Esquerda	Até 10 anos	71	87,7	9	11,1	1	1,2	81	100,0
	11 a 15 anos	56	90,3	6	9,7	-	-	62	100,0
	16 anos ou mais	12	66,7	6	33,3	-	-	18	100,0
	Subtotal	139	86,3	21	13,0	1	0,6	161	100,0

Na avaliação neurológica referida, foi questionado se nos 12 meses anteriores à entrevista, a criança teve algum “problema nervoso”. Nesta ocasião, a definição apresentada na entrevista para problema nervoso foi: “em geral, a criança tem um problema nervoso quando tem crises de choro, não sente vontade de fazer nada (depressão), fica muito tempo parada”.

Segundo os responsáveis, 7,2% das crianças tiveram este problema (margem direita 8,8%; margem esquerda 5,8%). O uso de óculos foi referido por 7,7% da amostra (margem direita 9,2%; margem esquerda 6,3%).

Foram realizadas perguntas sobre agitação, irritação e reflexos rápidos. Quanto à agitação, 22% dos responsáveis falaram que as crianças são mais agitadas do que o normal (margem direita 26,5%; margem esquerda 18%).

Quando questionadas sobre os reflexos rápidos, 7% dos responsáveis consideram que a criança tem dificuldades, por exemplo, para tirar a mão rapidamente quando encosta em algo muito quente (margem direita 9,5%; margem esquerda 4,5%). No que se refere à irritação, 24% dos responsáveis consideram as crianças irritadas (margem direita 28,5%; margem esquerda 20,5%) (Tabela 6.68).

Tabela 6. 68. Avaliação neurológica referida pelos pais e/ou responsáveis, segundo gênero e margem do rio Madeira.

Margem	Variáveis	Gênero				Total	
		Feminino		Masculino		n	%
		n	%	n	%		
Direita	Mais agitada que o						

	normal						
	Sim	35	23,6	38	29,5	73	26,4
	Não	113	76,4	91	70,5	204	73,6
	Subtotal	148	100,0	129	100,0	277	100,0
Esquerda	Mais agitada que o normal						
	Sim	31	19,3	28	16,8	59	18,0
	Não	130	80,7	139	83,2	269	82,0
	Subtotal	161	100,0	167	100,0	328	100,0
Direita	Irritada						
	Sim	39	25,3	44	32,8	83	28,6
	Não	117	75,0	90	67,2	207	71,4
	Subtotal	156	100,0	134	100,0	290	100,0
Esquerda	Irritada						
	Sim	34	20,9	33	19,9	67	20,4
	Não	129	79,1	133	80,1	262	79,6
	Subtotal	163	100,0	166	100,0	329	100,0
Direita	Dificuldade para reflexos rápidos						
	Sim	15	9,7	13	9,6	28	9,6
	Não	140	90,3	123	90,4	263	90,4
	Subtotal	155	100,0	136	100,0	291	100,0
Esquerda	Dificuldade para reflexos rápidos						
	Sim	10	6,1	5	3,0	15	4,5
	Não	153	93,9	163	97,0	316	95,5
	Subtotal	163	100,0	168	100,0	331	100,0

Dentre as outras dificuldades questionadas aos responsáveis, 22% referiram que a criança apresentava dificuldades em se concentrar, 20,2% em enxergar, 16,5% de memória, 10,5% de diferenciar as cores, 2,5% caminhar, 2,5% remar, 3% pescar. As dificuldades segundo a margem do rio Madeira são apresentadas na tabela 6.68.

A tabela 6.69 apresenta uma síntese de alguns artigos sobre a exposição ao MeHg e busca uma relação causal com alterações neurológicas. Esta síntese não constitui uma revisão sistemática, mas sim, uma relação de publicações relativamente recentes sobre o tema. Neste contexto, enumeramos especificamente importantes trabalhos mundiais voltados, de alguma forma, à busca de um nexo causal entre exposição ao metilmercúrio e alterações neurológicas. Todos consideram os efeitos degenerativos do metilmercúrio oriundo do consumo de peixe com elevados níveis de Hg sobre a capacidade motora, cognitiva e inteligência humanas. Ao longo desta revisão, buscamos considerar algumas variáveis ambientais sabidamente associadas a déficits cognitivos, tais como anemia, parasitose, isolamento geográfico, desnutrição e

deficiências, exposições concomitantes, muitas vezes despercebidas, etc. (FONSECA *et al.*, 2007).

Em resumo, além das contradições, verificamos que não existe sequer tendência a uma uniformidade no que diz respeito à metodologia de pesquisa utilizada pelos principais pesquisadores do tema ao nível internacional, a exemplo dos critérios de escolha dos principais testes psicométricos utilizados em estudos desta natureza (WISC-III, Desenho da Figura Humana, Boston Naming Test, etc.).

Espera-se, com esta discussão, sugerir aos pesquisadores na área de neurotoxicologia a valorização de outros parâmetros ecológicos quando avaliarem efeitos de substâncias químicas presentes no ambiente, em especial, quando focarem populações não-urbanas, de baixo nível sócio-econômico como aquelas mais isoladas geograficamente na bacia Amazônica.

Tabela 6. 69. Síntese de alguns artigos sobre a exposição ao MeHg e a busca de uma relação causal.

Ano	Grupo (pesquisadores)	Região (geografia)	População (características)	Matriz (tecido)	N	Finalidade (foco)	Conclusões	Comentários
2003.	Silbergeld (EUA). Env Health.	Mato-Grosso, Brasil.	Adultos ribeirinhos do rio Cuiabá.	Cabelo. Média 4,2ppm Mediana 3,7ppm	129	Motor sensível, memória verbal.	Associações com motor sensível e destreza, e concentração.	Testes em português. Diferentes grupos (vilas).
2005.	Armstrong, Kofman, Anger (Canadá). Neurotox.	Quebec. Canada.	Aborígenes Cree. Adultos.	Cabelo.	306	Tremor e exame clínico.	Efeitos do MeHg dependents da dose podem ocorrer abaixo de 50 ppm em adultos.	Talvez, uso de álcool não foi reportado.
2005.	Tavares, Camara, Malm, Santos (Brasil). CSPública.	Amazônia.	Ribeirinhos. 3-74anos.	Cabelo. Média 5,4ppm	109	Teste de desenvolvimento neurológico.	Desempenho não normal em ambos os grupos. Sem associação com Hg.	Os testes são bons para ribeirinhos amazônicos?
2007.	Lisowska Miszczyki (Polônia). Environ Int.	Polônia.	Crianças: 12 – 36 meses	Cordão umbilical.	374	Cognitivo e desenvolvimento psicomotor.	Inconclusivo.	Cordão umbilical foi associado aos efeitos. Outras variáveis (Fe, iodo, PUFA, isolamento)?
2008.	Lopez, Benefice (República das Pessoas Democráticas do Laos). J Environ Health.	Rio Beni, Amazônia, Bolívia.	Mulheres. Ameríndios.	Cabelo. Mediana 4ppm.	556	Estilo de vida: acessibilidade da comunidade, atividade de subsistência, consumo de peixes e etnicidade.	Os grupos mais afetados foram aqueles que preservam a vida tradicional e pobreza.	Efeito do isolamento: comunidades com canoas têm Hg maior do que comunidades com estradas.
2008.	Manzo, Castoldi, Johansson (Itália). Regul Toxicol Pharmacol.	Revisão.					A dose limite para efeitos tóxicos do MeHg não é clara, em particular aos efeitos sutis e neurocomportamento.	Dieta, nutrição, gênero, forma de exposição e exposição indireta a outros poluentes foi incluída.
2008.	Dorea (Brasil). Sci Total Environ.	Revisão.					Déficits em escores de testes de neurocomportamento em crianças em algumas populações consumidoras de peixe. (sem sintomas de doenças neurológicas).	Ênfase: Hg nos tecidos não é um marcador ou efeito (exceto cérebro). Revisão não restrita ao Hg.

2008.	Myers, Clarkson (EUA). Neurotoxicol.	Seychelles.	Crianças. 5, 9, 25, 30 meses. Ribeirinhos.	Cabelo materno. Média 5,9ppm.	229	Testes de desenvolvimento tests; cognição e memória.	Associação de MeHg; não em todas idades.	Os aspectos nutritivos do iodo são enfatizados.
2008.	Mergler, Passos (Canadá, Brasil). CSPública.	Amazônia. Revisão.	Ribeirinhos.			Dose.	Entrada estimada de Hg 1-2mcg/kg/dia (USEPA 0,1; WHO 0,232mcg/kg/dia).	
2008.	Grandjean, Weihe (Dinamarca). Crit Rev Toxicol.	Faroe.					Confusão negativa: Hg x peixe.	Sugestão: aumentar peixes sem MeHg.
2008.	Fonseca, Dorea, Malm (Brasil).	Brasil.	Ribeirinhos amazônicos e crianças rurais não expostas.	Cabelo Média 14 e 0,2ppm, respectivamente. Exposição pré-natal. Produtos químicos, nutrientes e ambiente social.	70	Desempenho neurocognitivo.	Contagens psicométricas baixas em ambos os grupos. Os testes usuais não são bons para as crianças rurais brasileiras que vivem na isolamento relativa.	Há determinantes mais fortes do desempenho neurocognitivo pobre.
2008.	Rice (EUA).	Revisão.				Modificadores da neurotoxicidade do metilmercúrio Resultados neuropsicológicos.	Fatores múltiplos que determinam o resultado final comportamental da exposição ao metilmercúrio.	O estudo das ilhas Seychelles explorou o potencial para que o ambiente social modifique os efeitos de desenvolver exposição ao metilmercúrio.
2009.	Koren, Nash, Hill, Schoeman (Canadá). Ther Drug Monit.	Revisão sistemática.	Crianças.			Risco neurodesenvolvimental do MeHg em crianças recém nascidas por consumo de peixe materno.	Efeito adverso observável mais baixo associado à concentração de cabelo materno 0,3 – 0,1mcg/g.	30 estudos longitudinais e 18 cruzamentos setoriais. A variação no projeto do estudo impossibilitou a meta-análise formal.
2009.	Bellinger, Barregard (EUA). Env Res.	EUA.	Crianças.	Cabelo.	355	Testes neuropsicológicos.	Sem associação.	
2010.	Lopez, Benefice (Lao Democratic People's Republic). Int J Hyg Environ Health.	Rio Beni, Amazônia, Bolívia.	Mulheres. Ameríndios.	Cabelo.	170	Abnormalidades neurológicas.	Parestesia, desequilíbrio estático e dinâmico, coordenação motora ruim se cabelo-Hg>5ppm. As mulheres contaminadas tenderam a ser então mais frágeis que outras; mais mortes infantis e mais abnormalidades neurológicas.	Traços socioculturais incluídos na análise Multivariada. A pressão sanguínea elevada não teve associação com Hg.

2010.	Fernandez, Freire, Lopez (Granada, Espanha). Env Res	Granada, Spain. Área Mediterrânea	Pré escolares.	Cabelo infantil. Média 1ppm.	72	Cognição: geral, memória, verbal.	Atraso no desenvolvimento cognitivo associado com Hg.	Análise multivariada. Isolamento, Fe, Iodo, Zn, PUFA?
2010.	Cao, Chen, Caldwell, Rogan (EUA). Neurotox.	EUA.	Crianças também expostas ao Pb. 2, 5 e 7anos.	Sangue. Média 0,5mcg/L	780	Escores de testes comportamentais e cognitivos.	Os efeitos adversos no IQ não foram detectáveis.	Análise multivariada. Concomitante Pb. Isolamento, Fe, Iodo, Zn, PUFA?
2010.	Myers (EUA). Neurotox.	Seychelles.	9 e 17anos.	Cabelo (média). Pré-natal 6,8ppm. 9anos 6ppm. 17anos 8ppm.	215	Rendimento escolar.	Associação de exposição pós-natal somente no gênero masculino (pré-natal não).	Homens tiveram >Hg. A associação foi considerada "intrigante". Outras variáveis (Fe, Iodo, PUFA, isolamento)?
2010.	Dorea (Brasil). Int J Environ Res Public Health.	Brasil. Revisão.	Ribeirinhos amazônicos.				Vacinas e dieta podem ter sido interrompidas	
2011.	Myers, Clarkson (EUA). Env Res.	Seychelles.	Crianças: 9 e 30 meses	Cabelo materno.		Cognição	As associações foram sutis e em ambos os sentidos adversos e benéficos Iodo, Fe, choline, PUFA tiveram pequena modulação na exposição ao MeHg.	Adultos e jovens? Visão holística dos riscos e dos benefícios dos peixes
2011.	Myers, Davidson (EUA). Neurotoxicol Teratol.	Seychelles.	Crianças: 9 e 30 meses	Cabelo materno Hg. Cadeia longa do sangue PUFA.		Pré-natal MeHg e exposição a LCPUFA durante o desenvolvimento infantil. Desenvolvimento psicomotor.	MeHg em cabelo materno teve efeito negativo em BSID PDI, enquanto materno n-3 LCPUFA teve efeito positivo. Estes efeitos não mudaram significativamente de 9 a 30 meses nesta análise. Associações significativas destas exposições em sentidos opostos.	Ênfase na importância de LCPUFA no desenvolvimento e a necessidade considerar a nutrição materna ao estudar exposição pré-natal ao MeHg.

6.10.3.1. Conclusão

Com as ferramentas utilizadas neste estudo, não foram evidenciadas alterações neurológicas associadas à exposição a mercúrio via consumo de peixe.

6.11. DISTRIBUIÇÃO DO PERCENTUAL DE DIABÉTICOS E ANEMIA FERROPRIVA

A diabetes, sobretudo a diabetes mellitus, é freqüente na população adulta e está associada a complicações cardiovasculares futuras. O diagnóstico deve ser feito precocemente através de métodos sensíveis e específicos. Quando o teste oral de tolerância a glicose não pode ser realizado, utiliza-se a medida da glicose plasmática em jejum, considerando alterações glicêmicas correspondem aos níveis entre 100 a 126 mg/dl e diabetes quando os valores forem maiores ou iguais a 126 mg/dl. Em regiões ribeirinhas de Porto Velho, aproximadamente 80% dos indivíduos apresentaram glicemia dentro dos valores de 77 e 99 mg/dl que corresponde ao parâmetro de referência (tabela 6.70). Em crianças e adolescentes, 11% apresentaram alterações glicêmicas (hiperglicemia) e nenhuma criança portadora de diabetes. Enquanto em adultos, 19% e 3% apresentaram alterações glicêmicas (hiperglicemia) e diabetes mellitus, respectivamente. Observam-se ainda diferenças percentuais entre os grupos etários, tanto para margem direita (p-valor = 0,57) quanto para margem esquerda (p-valor=0,001). Recomenda-se que adultos com valores acima de 99 mg/dl repitam ao exame para confirmação do diagnóstico de diabetes mellitus.

Tabela 6. 70 Resultado de exames de glicose segundo grupo etário e margem do rio Madeira. Porto Velho, Rondônia, 2011.

Crianças e adolescentes		Adultos		Total	
N	%	N	%	N	%

Direita	Normal	158	88,8	143	82,2	301	85,5
	Alterado	20	11,2	27	15,5	47	13,4
	Diabético	-	-	04	2,3	04	1,1
	Total	178	100,0	174	100,0	352	100,0
Esquerda	Normal	129	90,2	155	74,5	284	80,9
	Alterado	14	9,8	46	22,1	60	17,1
	Diabético	-	-	07	3,4	07	2,0
	Total	143	100,0	208	100,0	351	100,0
Total	Normal	287	89,4	298	78,0	585	83,2
	Alterado	34	10,6	73	19,1	107	15,2
	Diabético	-	-	11	2,9	11	1,6
	Total	321	100,0	382	100,0	703	100,0

Teste Chi-square: margem direita p-valor = 0,057; margem esquerda p-valor=0,001

Em relação à anemia ferropriva, aproximadamente 30% da população ribeirinha apresentaram deficiência de ferro. Na margem direita e esquerda, 32% e 21% da população mostraram estar com valores de ferro sérico abaixo do recomendável (tabela 6.71 e tabela 6.72). Quando avaliadas as distribuições percentuais de anemia ferropriva entre gênero, observa-se que os homens foram mais acometidos quando comparados as mulheres. As proporções de mulheres com deficiência de ferro foram, respectivamente, 25% na população total, 31% na margem direita e 18% na margem esquerda (tabela 6.69).

Tabela 6. 71. Resultado de exames sobre anemia ferropriva (deficiência de ferro), segundo sexo e margem. Porto Velho, Rondônia, 2011.

		Masculino		Feminino		Total	
		N	%	N	%	N	%
Direita	Não	116	67,1	124	69,3	240	68,2
	Sim	57	32,9	55	30,7	112	31,8
	Total	173	100,0	179	100,0	352	100,0
Esquerda	Não	142	75,5	134	82,2	276	78,6
	Sim	46	24,5	29	17,8	75	21,4
	Total	188	100,0	163	100,0	351	100,0
Total	Não	258	71,5	258	75,4	516	73,4
	Sim	103	28,5	84	24,6	187	26,6
	Total	361	100,0	342	100,0	703	100,0

Teste Chi-square: margem direita p-valor = 0,655; margem esquerda p-valor=0,128

Tabela 6. 72. Resultado de exames de anemia ferropriva (deficiência de ferro), segundo grupo etário e margem. Porto Velho, Rondônia, 2011.

		Crianças e adolescentes		Adultos		Total	
		N	%	N	%	N	%
Direita	Não	112	62,9	128	73,6	240	68,2
	Sim	66	37,1	46	26,4	112	31,8
	Total	178	100,0	174	100,0	352	100,0
Esquerda	Não	99	69,2	177	85,1	276	78,6
	Sim	44	30,8	31	14,9	75	21,4
	Total	143	100,0	208	100,0	351	100,0
Total	Não	211	65,7	305	79,8	516	73,4
	Sim	110	34,3	77	20,2	187	26,6
	Total	321	100,0	382	100,0	703	100,0

Teste Chi-square: margem direita p-valor = 0,032; margem esquerda p-valor=0,000

A anemia ferropriva foi avaliada ainda entre os grupos etários (tabela 6.72). As crianças e os adolescentes compreenderam o grupo etário com maior percentual de anemia ferropriva, com 34%. A distribuição percentual de crianças e adolescentes com deficiência de ferro foi de 37% na margem direita e 31% na margem esquerda. As diferenças percentuais entre os grupos etários e margem foram estatisticamente significantes (p -valor < 0,05). Apesar de ferro ser um elemento natural encontrado nos solos da Amazônia, muitas mulheres ribeirinhas apresentou déficit de ferro em idade reprodutiva. A deficiência de ferro durante a gestação pode acarretar comprometimento cognitivo. Esta deficiência nutricional presente nos ribeirinhos é um fator de confundimento para a avaliação da exposição ao mercúrio, uma vez que a gestante exposta a MeHg durante a gravidez, dependendo dos níveis de exposição, pode levar ao comprometimento do desenvolvimento do feto com conseqüências futuras para a cognição.

6.12. RESPOSTAS ÀS PREOCUPAÇÕES DA COMUNIDADE COM A SAÚDE

Construções de grandes empreendimentos atraem populações rurais e urbanas, normalmente pobres, desempregadas e excluídas do processo de desenvolvimento em busca de uma vida melhor com esperança em novas possibilidades de trabalho. Para o comércio, empresários, consultores, profissionais liberais de um modo geral, os grandes projetos significam tempos de prosperidade e novos negócios. Para a população ribeirinha do rio Madeira esta expectativa também é verdadeira. A população, o governo, os empreendedores, esperam que a Capital do Estado de Rondônia alcance seu máximo crescimento demográfico, social e econômico com o aparecimento de novos pólos industriais e aumento da qualidade de vida com a consolidação do ciclo econômico energético. Porto Velho já está vivenciando transformações no seu perfil social, econômico, ambiental, assim como o perfil de morbimortalidade já começa apresentar alterações, refletindo os impactos socioambientais da fase de construção das hidroelétricas nas área de saúde, educação, moradia, saneamento. As modificações decorrentes desse processo já são consideradas o nascimento de um novo ciclo econômico na região (GUTIERRES e MARQUES, 2010).

O impacto à saúde decorrente dos processos produtivos ainda não é uma preocupação da população brasileira, muito menos da população ribeirinha. O acesso precário aos serviços de saúde e, para muitas comunidades inexistentes, a falta de saneamento básico, a falta da casa própria, alimentação, escolas de qualidade, são alguns dos principais problemas, tradicionalmente, apontados como preocupações das comunidades ribeirinhas. Em Porto Velho, durante a realização do presente estudo, a principal preocupação do ribeirinho era saber para onde as comunidades seriam assentadas para que as obras da construção da Usina hidroelétrica de Santo Antonio tivessem seu percurso de continuidade.

Outra preocupação que perdura é se a quantidade de peixes irá reduzir a pesca. Sabemos que as comunidades ribeirinhas dependem da pesca

artesanal para sua sobrevivência e, era esperado que esta questão fosse uma prioridade.

Ao longo do presente estudo varias reuniões foram realizadas com as comunidades para que fosse estabelecida uma relação de credibilidade para a realização do trabalho. Porém, nem em todas as comunidades foi possível o cumprimento desta etapa, porque algumas foram reassentadas durante o estudo.

O questionário adulto apresentou um módulo sobre as preocupações das comunidades com cerca de 25 questões. Várias foram às tentativas de direcionar as discussões para área da saúde, mas, os participantes queriam discutir os aspectos positivos e negativos relacionados UHE SA. Do total de entrevistas realizadas nas 16 comunidades participantes do estudo no rio Madeira (1514 entrevistas), 57,5% consideram positiva a construção da UHE SA, o restante discordava que a construção da barragem pudesse melhorar a qualidade de vida dos ribeirinhos. Para os ribeirinhos, qualidade de vida está diretamente relacionado à oferta e geração de emprego com treinamento e/ou capacitação, aumento e melhoria da qualidade das escolas, acesso a serviços de saúde de qualidade, bem estar, e condições econômicas para a compra da casa própria com área para plantação. Poucos ressaltaram as questões vinculadas a saneamento básico. Para aqueles que moravam em sítios, a maior preocupação era a perda da terra com frutas, criação de animais, e o trabalho na lavoura. Muitos referiram estar em quadro depressivo, porque não sabiam o que aconteceria com a terra. Hoje a situação é diferente porque já estão em seus novos locais de moradia.

Outro ponto importante foi a importância psicossocial de morar próximo ao rio Madeira. Para os ribeirinhos, isto tem uma grande relevância na qualidade de vida destas comunidades. Mais de 90% dos participantes referiram que sempre foram saudáveis e felizes vivendo à beira do rio, independentemente da margem na qual vivem. Em relação a enfermidades como o câncer, menos de 1,3% proporcionalmente ao total de entrevistados, relataram ter ou terem tido algum tipo de câncer. Em relação à saúde da

mulher, outro módulo integrante do questionário foi a questão do aborto. Do total de mulheres entrevistadas, 38% responderam que já tiveram algum aborto. Dentre essas mulheres, 67% abortaram somente uma vez, 24% abortaram duas vezes e 9% abortaram três vezes ou mais. Em relação ao tipo de aborto, 16 mulheres tiveram aborto induzido. Durante as entrevistas, percebemos que esta questão não era bem aceita pelas mulheres, o que possivelmente significa que estes números podem ser maiores. A malária, durante a gravidez e o uso de medicamentos sem acompanhamento de profissionais de saúde pode ser o principal indutor destes abortos, somado à carência de acesso a serviços de saúde, principalmente na margem esquerda do rio Madeira e a montante da UHE SA. Durante os questionamentos das principais preocupações com a saúde, observamos que nem o aborto espontâneo nem o induzido, pareceram preocupações para as mulheres ribeirinhas.

A malária continua sendo uma preocupação, mas não foi mencionada como um problema de saúde que impede alguma atividade do dia a dia. Dos entrevistados, 88,5% já tiveram malária alguma vez, 38% das mulheres tiveram malária durante a gravidez. Em relação à auto-avaliação da saúde, 83% dos entrevistados avaliam sua saúde como excelente, apesar da elevada prevalência da malária. O mesmo observou-se em relação à saúde dos filhos. Há uma percepção predominantemente positiva em relação ao estado de saúde da população adulta e das crianças, por parte dos entrevistados

A hipertensão também foi citada como uma preocupação para homens e mulheres. Os homens são mais positivos em relação às questões de saúde, afirmando que nunca ficam doentes e que já estão acostumados com a malária.

Embora, tivéssemos comentado algumas vezes os objetivos do estudo, e nossas preocupações em relação à contaminação histórica por Hg no rio Madeira, as respostas foram unânimes em citar que nas décadas de 80 e 90 a quantidade de balsas e dragas era grande e eles, os ribeirinhos, não gostariam de passar por aquele período novamente. Citaram que a prostituição e o dinheiro fácil, intrinsecamente ligados, deixou muita gente doente e causou destruição de muitas famílias. Hoje muitos dos ex-garimpeiros vivem

perambulando pelas ruas. Citaram também que alguns poucos ficaram ricos. Todos mencionam que o rio Madeira ficou poluído por mercúrio.

Durante todo o estudo ficou evidente que o mercúrio não é uma preocupação para as comunidades ribeirinhas e sim, a possibilidade da redução da pesca artesanal, assim como o alimento do dia-a-dia. Nas escolas do município foi surpreendente o conhecimento que diretores e professores apresentaram em relação a toxicologia do Hg. Sempre havia um familiar que já havia trabalhado no garimpo e sofreu as conseqüências desta atividade, como a intoxicação por vapor de Hg, o alcoolismo, abuso do uso de drogas, doenças sexualmente transmissíveis, terminando na miséria. As questões de saúde relacionadas à exposição ao mercúrio mostraram-se menos importantes para os entrevistados do que as questões acima levantadas. Os entrevistados alertaram para as atividades crescentes de garimpo, com balsas e dragas garimpando atualmente no rio Madeira. As reuniões com as comunidades terão continuidade a partir do dia 16 de junho de 2001. Quando será iniciada a entrega dos resultados de Hg no cabelo da população ribeirinha.

Outro problema de saúde que foi identificado durante o estudo foi a anemia. A maioria das crianças participantes do estudo, nunca havia feito um exame de sangue. As crianças e os adolescentes integraram o grupo etário com maior percentual de anemia ferropriva, com 34%. A distribuição percentual de crianças e adolescentes com deficiência de ferro foi de 37% na margem direita e 31% na margem esquerda. Este é um problema de saúde que deve ser aprofundado pelos profissionais de saúde com possível suplemento de ferro para aqueles que apresentaram deficiência do elemento. A merenda escolar também pode ser enriquecida com alimentos ricos em ferro.

As parasitoses também estão presentes em quase todas as crianças e adolescentes nas escolas. Na maioria das escolas, não havia filtro de água e os estudantes bebiam água diretamente da torneira. Observamos também a questão da falta de higiene nas escolas. Muitas não tinham torneiras para a lavagem das mãos antes do recreio e os banheiros não apresentavam condições de uso. Todas estas condições de higiene corroboram diretamente para as parasitoses e outros agravos á saúde, incluindo as doenças infecto-contagiosas.

7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A última etapa de uma avaliação de risco à saúde é a caracterização do risco com as conclusões do estudo, apresentando a classificação, as implicações para a saúde e recomendações de curto e médio prazos, discutindo estas recomendações com as secretarias do município e estado, de modo que, as responsabilidades possam ser compartilhadas e implementadas visando a uma abordagem realista que reduza o risco de efeitos adversos à saúde da população ribeirinha do rio Madeira.

7.1. CARACTERIZAÇÃO DO RISCO

No Brasil, os poucos estudos de Avaliação de Risco Ambiental (ARA) foram realizados a partir de exigências de agências ambientais nacionais, a maioria usando como instrumento jurídico o Termo de Ajuste de Conduta (TAC), geralmente por intermédio do Ministério Público. A CETESB foi a primeira agência ambiental a solicitar a Avaliação de Risco Ambiental para projetos de remediação de contaminação do solo e a definir valores de referência (<http://www.cetesb.sp.gov.br>). No Brasil, a inserção da saúde na ARA é recente e não é obrigatória. Um dos casos mais antigo e polêmico é o da Cidade dos Meninos, no Rio de Janeiro, que tem uma especificidade que o diferencia de outros casos: enquanto a maioria dos exemplos se refere a empresas privadas poluidoras, muitas das quais transnacionais, no caso da Cidade dos Meninos, a instituição responsável foi um órgão federal ao qual competia a saúde e a educação dos brasileiros: o então Ministério da Educação e Saúde, ou seja, o agente responsável pela contaminação química foi o próprio Estado. Esse processo se alonga há 50 anos, com diferentes atores sociais interagindo em um cenário de contaminação ambiental crônica, causado pelo chamado “pó-de-broca” ou HCH (hexaclorociclohexano) (HERCULANO, 2002).

O setor saúde vem sendo demandado para integrar os estudos de avaliação de risco à saúde humana, como no exemplo da Shell do Brasil, responsável pela contaminação ambiental do solo e da água subterrânea numa área localizada na Vila Carioca. Esta demanda chamou atenção do setor saúde na direção da modernização de suas práticas e estruturas diante das urgências colocadas pela existência de áreas contaminadas. Essa modernização inclui aspectos ligados à infra-estrutura (laboratórios e equipamentos de monitoramento), mas, fundamentalmente, metodologias de Avaliação de Riscos à Saúde, para a facilitação e construção de comunicação de riscos (QUITÉRIO e VALENTIM, 2003).

O Ministério da Saúde, por meio da Vigilância em Saúde de Populações Expostas a Solo Contaminado - VIGISOLO, desde 2004, desenvolve estratégias de atuação em áreas com populações expostas a substâncias químicas utilizando como ferramenta de análise a metodologia de avaliação de risco da ATSDR. Ou seja, em áreas de passivos ambientais. Porém, estudos similares ao desenvolvido pela empresa Santo Antonio Energia ainda não se encontram disponíveis no país.

A exigência do IBAMA em incluir em suas condicionantes o estudo dos impactos ambientais prévios a etapa de operação da UHE SA, com destaque para a exposição humana ao mercúrio, representa um avanço no processo de licenciamento ambiental. Trata-se do primeiro estudo de saúde ambiental, com foco na contaminação humana por mercúrio, que antecede a construção de uma usina hidroelétrica no Brasil.

A etapa de caracterização do risco no presente estudo apresenta de forma sintética os seus principais resultados, com a classificação do risco e as ações que devem ser implementadas e priorizadas para o seu gerenciamento. Vale ressaltar que não se trata de uma área geográfica desconhecida em termos de contaminação por Hg. Desde meados da década de 80, os órgãos públicos, uma parte da população brasileira e instituições internacionais têm conhecimento de que a ingestão de elevadas quantidades de peixes carnívoros representam risco de efeitos adversos para a saúde das populações ribeiras da bacia amazônica. Mais de trezentos artigos, além de dissertações, teses

relatórios de pesquisa, dentre outros, foram publicados em todo o mundo apresentando resultados que corroboram com esta afirmativa.

O estudo de avaliação de risco da população ribeirinha do rio Madeira corrobora com as investigações realizadas na bacia amazônica, que confirma como principal via de exposição ao mercúrio, a ingestão do peixe, principalmente os carnívoros, incorporados ao organismo humano. Os receptores são principalmente as comunidades ribeirinhas em diferentes grupos etários, tendo como grupos mais suscetíveis as gestantes, recém-nascidos e crianças na primeira infância. A população tem baixa escolaridade, baixa renda média de um salário mínimo por família, por vezes complementada por programas sociais, condições de subemprego, falta de saneamento, moradias irregulares em termos de legalização e área geográfica, limitado acesso a serviços de saúde, com algumas doenças infecciosas, destacando-se a malária, doenças crônicas, dentre outras características. Muitas destas pessoas convivem com a vulnerabilidade biológica e ambiental, agravando em alguns casos a situação de morbidade e conseqüentemente mortalidade da população. A vulnerabilidade biológica e ambiental se configura um fator de risco adicional para a exposição ao mercúrio. Porém, apesar de tudo isto, a população tem uma percepção predominantemente positiva em relação ao seu estado de saúde. Consideram-se pessoas felizes, vivendo em harmonia com seu lugar de moradia, onde fazem do rio uma extensão deste lugar.

As estimativas de risco para a população ribeirinha do Madeira podem parecer extremamente conservadoras, porém, deve-se considerar que essas populações estão expostas durante anos e, que embora se tenha constatado uma redução atual de cerca de 50% nos níveis de Hg no organismo humano, comparando os níveis de Hg no cabelo no período de 1990 a 2004 com os resultados deste estudo, 40% da população ribeirinha continua apresentando níveis de Hg no organismo acima de 6 µg/g, ainda que nenhum adulto ou criança tenha apresentado indícios de intoxicação por MeHg.

7.2. DEFINIÇÃO DE CATEGORIAS DE PERIGO PARA A SAÚDE PÚBLICA

Como categoria de perigo para a saúde pública, considerando que faz cerca de 25 anos que é sabido e constatada a contaminação por Hg na cadeia trófica, com destaque para os peixes carnívoros, assim como elevados níveis de Hg no organismo humano. Até 2004, os estudos confirmavam que a média de Hg na população ribeirinha era aproximadamente de 15 µg/g. Desde o início de 2010 com o desenvolvimento do presente estudo temos constatado redução de Hg no organismo dos ribeirinhos, tendo como indicador o Hg em cabelo, uma média geral de 7,5 µg/g, ou seja valor médio resultado de 16 comunidades estudadas (1500 indivíduos) na área de influencia direta da UHE SA. Na área de influência indireta, Resex do Cuniã, a média foi de 5,2 µg/g. Em ambas as áreas observamos que há diferença de gênero, o homem consome maior quantidade de peixe e apresenta maior nível de Hg no cabelo do que as mulheres. Apesar da redução atual do nível de Hg no organismo da população ribeirinha, 1% da população apresentou Hg em cabelo acima de 50 µg/g.

Segundo, gênero e grupo etário, para as comunidades do rio Madeira, a média para menores de 16 anos do sexo feminino foi de 6,5µg/g (IC95%: 5,5 – 7,6) e para o sexo masculino foi de 8,6 µg/g (IC95%: 7,2 – 9,9). Para maiores de 16 anos do sexo feminino, a média de Hg foi 6,8µg/ (IC95%: 5,6 – 7,9) e para o grupo masculino de 10,6µg/g (IC95%: 9,6 – 11,7). Quanto à área de referência para menores de 16 anos do grupo feminino foi de 4,1µg/g (IC95%: 3,6 – 4,6) e para o masculino foi de 5,4µg/g (IC95%: 4,0 – 6,7). Para os maiores de 16 anos, os valores foram de 6,0µg/g (IC95%: 5,1 – 6,9) e 8,1µg/g (IC95%: 6,8 – 9,4) para o grupo feminino e masculino, respectivamente.

Os resultados apontam que 63,5% dos indivíduos do sexo feminino e 56,5 % do grupo masculino na margem direita, e 72% do sexo feminino e 49% do masculino na margem esquerda apresentaram níveis de Hg no cabelo de até 6 µg/g. Comparando estes resultados com a área de referência observamos que na Resex do Cuniã, 72% do grupo feminino e 40% do masculino também atendem a este valor de referencia. Este nível de Hg no organismo humano (6 µg/g no cabelo) é esperado e aceito dentro da normalidade considerando o elevado consumo de peixe das comunidades ribeirinhas do rio Madeira.

O estudo evidenciou também níveis de exposição acima de 20 µg/g em uma parcela da população analisada. Um total de 10% dos indivíduos da

margem direita e esquerda apresentou níveis de Hg no cabelo acima de 20 µg/g. Não há diferença estatística significativa (p-valor > 0,05) nos níveis de Hg dos grupos consumidores de peixes das margens direita e esquerda do rio Madeira.

Em relação à área de referência Resex do o Cuniã, este percentual de indivíduos com níveis de Hg no cabelo acima de 20 µg/g é reduzido para 0,5%, sendo estatisticamente significativo (p-valor= 0,0001) quando comparado com os níveis de Hg nas comunidades ribeirinhas do rio Madeira.

Ao compararmos o quociente de risco com as concentrações de Hg em cabelo temos uma estimativa da representatividade no universo analisado. Neste estudo comparamos o quociente de risco das áreas a montante, a jusante e da área de referência considerando gênero, porque o grupo masculino evidenciou maiores concentrações de Hg em cabelo do que o feminino em todas as áreas. Os resultados comparativos para o grupo feminino incluiu um grupo específico de gestantes. Os resultados do quociente de risco referem-se ao cenário atual, considerando um cenário de tendência central, com exceção do grupo de gestantes que consideramos um cenário conservador, tendo como referência o Princípio da Precaução. O risco de efeitos adversos à saúde humana para o grupo feminino, a montante, mostrou similaridade de resultados de risco e níveis de Hg no cabelo (risco 7,5), assim como para a área de referência (risco 6,2). Para a jusante, a concentração de Hg no cabelo foi menor do que o risco simulado (risco 4,4) com pouca variação. Para um cenário conservador, a maior preocupação esta no grupo de gestantes considerando que o consumo de peixe com elevadas concentrações de Hg é a principal fonte de exposição do feto ao metilmercúrio.

A primeira conclusão que a avaliação de risco à saúde identifica é o nível de perigo que representa um local. Este nível de perigo é classificado em cinco categorias (ATSDR, 1992): **A.** Perigo Urgente para a Saúde Pública; **B.** Perigo para a Saúde Pública; **C.** Perigo Indeterminado para a Saúde Pública; **D.** Perigo Não Aparente para a Saúde Pública; **E.** Não Há Perigo para a Saúde Pública

Considerando os resultados históricos e atuais dos níveis de Hg no organismo dos ribeirinhos, as estimativas numéricas do quociente de risco, o elevado consumo de peixes, as avaliações cognitiva, neurológica, tiroidiana, pressão arterial, os fatores de risco analisados, e o perfil bioquímico da população ribeirinha do rio Madeira de saúde, o rio Madeira foi caracterizado na categoria B, no trecho de Morrinhos ate São Carlos. Esta categoria é utilizada para os locais/áreas que apresentam um perigo de saúde pública como resultado de exposições a longo prazo a substâncias perigosas.

Os critérios que orientam esta classificação são:

Existe evidência de que tenham ocorrido, estão ocorrendo ou é provável que ocorram exposições no futuro (SIM); e as exposições estimadas a uma substância ou substâncias são em concentrações tais no meio ambiente que em exposições a longo prazo (maiores de um ano), podem causar efeitos adversos à saúde em qualquer segmento da população receptora (SIM). O efeito adverso à saúde pode ser resultado de uma exposição química, seja por toxicidade carcinogênica ou não carcinogênica (SIM). Para um efeito tóxico não carcinogênico, a exposição necessita exceder um MRL crônico estabelecido pela ATSDR ou outros valores de comparação; e/ou os dados de efeitos à saúde da comunidade específica indicam que o local teve um impacto adverso na saúde humana que requer intervenção (SIM).

A figura 7.1 apresenta uma classificação do risco por comunidade, ou seja risco local por intervalo de concentração de Hg no organismo humano, usando como indicador de exposição o valor médio de Hg no cabelo, estratificado por grupo etário, menor de 16 anos e maior de 16 anos. A classificação do risco local é até 6 µg/g de Hg, risco aceitável, de 6,1 a 10 µg/g, risco moderado e 10,1 – 20, risco de atenção. Observa-se que as comunidades das Vilas Porto Seguro, Amazonas, Teotônio, Maria Auxiliadora, Vila Princesa, Jatuarana, Cachoeira do Macacos e São Domingos são as comunidades de maior prioridade na implementação de ações, as comunidades de Morrinhos e aquelas a jusante podem ser classificadas em risco moderado.

Das 16 comunidades estudadas, a metade esta na categoria de atenção, necessitando de ações de curto e médio prazo. Apesar da situação de risco,

nenhum indivíduo apresentou um quadro de intoxicação por MeHg que permitisse aos profissionais de saúde levantar a suspeita da doença de Minamata.

Vale ressaltar que a incerteza é inerente ao risco, o que é apontado por todos os estudos internacionais e, conflitante com a percepção das comunidades ribeirinhas que até recentemente não se preocupavam com a questão do Hg no rio Madeira. A pergunta que a comunidade está fazendo é: Por que somente agora este estudo está sendo realizado? Será que ficaremos doentes?

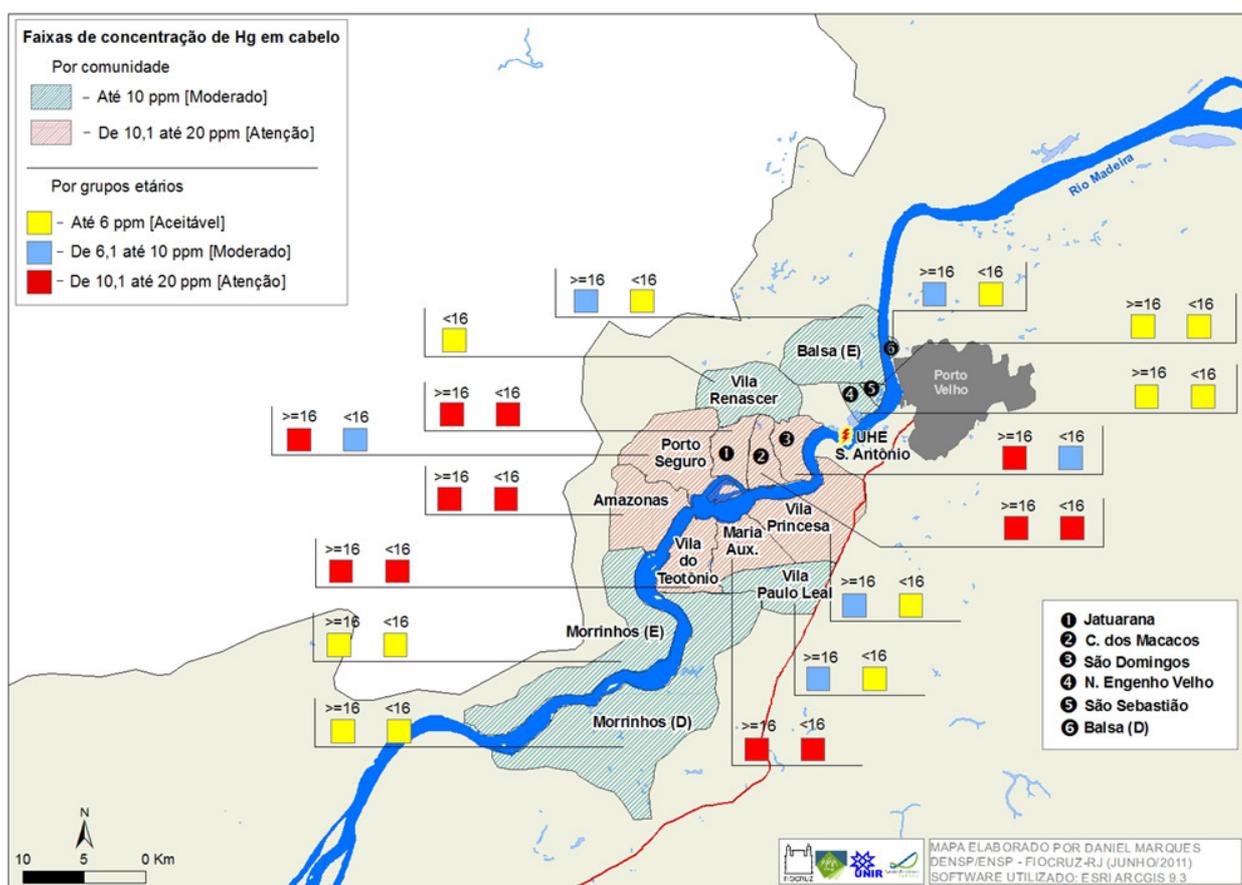


Figura 7. 1. Classificação do risco a saúde humana por comunidade no rio Madeira.

O processo de adoecimento é multicausal, além de ser influenciado fortemente pela vulnerabilidade biológica, social e ambiental. Ainda que não seja possível quantificar ou precisar o peso destes fatores, é importante considerá-los, ainda que de forma qualitativa no processo de avaliação de

saúde de comunidades expostas a riscos (USEPA, 2000). Com base nos resultados do estudo epidemiológico, chamou atenção um conjunto de alterações bioquímicas, assim como a morbidade referida, principalmente em crianças e adolescentes em idade escolar.

Este grupo etário apresentou o maior percentual de anemia (34%), com evidências bioquímicas, chegando a 37% nos escolares residentes na margem esquerda do rio Madeira, sendo importante a investigação de seus principais determinantes, buscando-se identificar indicadores para definição de ações estratégicas de políticas públicas para a promoção da saúde em escolares. A anemia pode ser um fator de confundimento para a caracterização de potenciais efeitos adversos a exposição ao Hg. A deficiência de ferro é apontada como o principal determinante, na maioria dos casos de anemia. Dentre os grupos etários em risco para a anemia, as crianças em idade pré-escolar constituem grupo vulnerável, suscitando preocupação pelos prejuízos que acarreta no comprometimento do desenvolvimento mental, retardo de crescimento e desenvolvimento físico, aumento na frequência de morbidades, dentre outros (WHO, 2001).

Neste mesmo grupo escolar a deficiência visual inespecífica foi uma queixa ressaltada por pais e/ou responsáveis e pelos escolares em todas as faixas etárias. Como já mencionado neste relatório é recomendado à implementação de ações de saúde nas escolas com avaliações periódicas dos escolares, principalmente em relação às deficiências visuais. A exposição a elevadas doses de MeHg via consumo de peixe, também, pode apresentar como efeito à saúde a constrição do campo visual (visão tunelar). Estes efeitos exigem exames e conhecimentos específicos da área médica em relação a toxicologia do mercúrio.

O aprimoramento do diagnóstico da intoxicação ao MeHg tem levado pesquisadores a utilizarem baterias de testes neurocomportamentais, que incluem testes psicomotores, de função cognitiva, memória e escalas de humor, dentre outros, e utilização de métodos chamados neurofisiológicos para quantificar as alterações observadas (COSTA *et al.*, 2008) e correlacioná-las com os indicadores de exposição, como o Hg no cabelo. Vale ressaltar que a utilização de testes sensíveis e inespecíficos, como algumas baterias de testes

neurocomportamentais, pode apresentar o que denominamos de “ falsos positivos”.

Na Amazônia, os riscos toxicológicos da exposição a mercúrio não são monitorados pelos serviços de saúde locais, uma vez que os profissionais da saúde não estão capacitados para distinguir a toxicidade do mercúrio no contexto das doenças endêmicas da região, assim como falta infra-estrutura que permita esta vigilância ambiental sistemática (SANTOS, 1993; SANTOS *et al.*, 1992, Hacon *et al* 2008)).

Mesmo no século XXI, o diagnóstico de intoxicação crônica pelo Hg na região amazônica fica prejudicado pelos concomitantes agravos á saúde, somados a endemia de malária, além de outras enfermidades atreladas ao subdesenvolvimento. (FONSECA *et al* , 2007).

Mas, acreditamos que alguns passos já foram iniciados com o desenvolvimento deste estudo, e que projetos de desenvolvimento, desde que respeitada a cultura local, as características da população, reduzidos e/ou eliminados seus impactos socioambientais a patamares aceitáveis, e a ética preservada, possam ser implementados de maneira a assegurar a sobrevivência digna das populações. Estas populações dependem integralmente dos recursos naturais, sobretudo as ribeirinhas, sem que necessariamente para tanto tenha que ocorrer a destruição do rio, sua fauna e flora, aumentar os riscos inerentes de viver em áreas endêmicas, e que as populações possam preservar seus hábitos, costumes, principalmente em relação a alimentação, tendo o peixe como principal fonte de proteína. Suas crenças e sonhos também precisam ser preservados. Uma marcante posição das comunidades ribeirinhas observada durante o estudo foi o predomínio positivismo sobre o estado de saúde e o futuro das mesmas.

O processo de prevenção da exposição a mercúrio e da promoção da saúde da população ribeirinha deve ser construindo passo a passo, considerando que os agravos à saúde da toxicologia do Hg não são dominados no país pelos profissionais de saúde nem há infra-estrutura para um atendimento destas comunidades em massa em Porto Velho.

Com base nas características das comunidades estudadas, no estudo da toxicologia do mercúrio realizado, na categoria de perigo da área do rio Madeira, no risco local para as comunidades do rio Madeira atuais e futuras, assim como é importante destacar que, a exposição de populações ribeirinhas amazônicas ao mercúrio não é restrita à bacia do rio Madeira, nem derivada da implantação de empreendimentos hidrelétricos, recomendamos as seguintes ações governamentais:

8. RECOMENDAÇÕES

Sabendo-se que a exposição das populações ribeirinhas da Região Amazônica é histórica, identificada na década de 80, e que pouco ou nada avançou em termos de tecnologias e metodologias de monitoramento dos efeitos adversos desta exposição à saúde, vigilância ambiental e epidemiológica, infra-estrutura para cumprimento da vigilância, programas de educação preventiva e de promoção da saúde para a população ribeirinha da bacia do rio Madeira, dentre outras questões: Recomendamos que sob a coordenação da Secretaria de Saúde do Município sejam realizados o/a:

- Desenvolvimento e implementação de um programa de Atenção Integral em Saúde das Populações Expostas a Mercúrio, considerando que a exposição não é o único agravo a saúde destas comunidades e que alguns outros sinais e sintomas, podem gerar confusão no diagnóstico em relação aos efeitos adversos do mercúrio à saúde humana,
- Fortalecimento da atenção básica, com ênfase na estratégia da Saúde da Família e Programa de Agentes Comunitários de Saúde (PACS), para o acompanhamento e monitoramento da população exposta a mercúrio; de modo a contribuir para o serviço de informação do DATASUS;
- Fortalecimento da participação social nas discussões e definições de estratégias e ações de curto e médio prazo no controle da exposição ao Hg;
- Definição de mecanismos de integração e interação institucionais (saúde, educação e meio ambiente) para o gerenciamento contínuo da

contaminação por mercúrio na Bacia do Madeira na área de influencia direta e indireta da UHE SA;

- Desenvolvimento e implementação em parceria com as secretarias de educação, saúde e meio ambiente de um programa de comunicação de risco contínuo e eficaz, eficiente e efetivo coordenado pela interação das secretarias da Saúde, Educação e Meio Ambiente, com base nos dados reais gerados pelo presente estudo;

- Realização de acolhimento e procedimentos de diagnóstico clínico neurológico nos casos de indícios de intoxicação por mercúrio da população ribeirinha; suprindo a assistência laboratorial no cumprimento do monitoramento de Hg no organismo humano e da segurança alimentar no consumo de peixes, principalmente os carnívoros, de modo a dar cumprimento ao programa de vigilância em saúde ambiental;

- Capacitação e qualificação de serviços sentinela, preferencialmente em comunidades classificadas como “atenção” na rede de serviços de forma a aprofundar o conhecimento das populações expostas com maiores níveis de Hg no organismo, dando prioridade as gestantes, incluindo alguns exames mais específicos, como a dosagem de Hg no cabelo, como um indicador de exposição integrada no tempo;

- Estruturação de uma ação transversal na área de educação com a promoção da inserção da toxicologia do mercúrio e outros agentes tóxicos no Programa de saúde nas escolas;

- Estruturação, teste e implementação de um programa de Toxicologia de substâncias tóxicas nas escolas do município de Porto Velho, com prioridade para o mercúrio, de modo que o material gerado pelo programa de Hidrobiogeoquímica do Hg da Santo Antônio energia, possa ser trabalhado nas escolas com os professores, diretores, alunos e pais, e/ou responsáveis, tendo como produto uma maior sensibilização para a importância do tema ;

- Controle e redução da exposição humana ao mercúrio na área de influência direta dos empreendimentos hidroelétricos com prioridade para o monitoramento dos grupos mais vulneráveis, considerando a possibilidade de incremento da carga de mercúrio na bacia do Madeira; visto que reservatórios/

represas, apresentam condições ambientais favoráveis a metilação do mercúrio e tendem a contribuir para aumento da concentração de metilmercúrio em peixes no reservatório e a jusante;

Diante deste conjunto de necessidades é urgente a proposição, aprovação e adoção de um plano com programas específicos, de forma a conferir operacionalidade às ações, levando-se em conta a realidade técnica, científica, de infra-estrutura, recursos humanos, a extensão da contaminação, a disponibilidade política e as limitações institucionais dada pela própria cultura e organização das praticas de saúde em desenvolver ações que deveriam ter sido implementadas cerca de 25 anos atrás.

Ações em desenvolvimento pela Santo Antonio Energia em parceria com as secretarias de saúde e educação do município de Porto Velho

- SAE realizou o Primeiro Seminário sobre Mercúrio nas Populações Ribeirinhas da Amazônia com a participação de pesquisadores e especialistas em Toxicologia do Mercurio, além de técnicos do IBAMA, e Secretarias Municipais e Estaduais da Saúde e da Educação. O seminário contou com o apoio técnico do MS e teve mais de 50 participantes, ocorreu entre os 16 e 19 de maio de 2011, em Porto Velho, Rondônia, e
- SAE realizou reunião com o Secretário de Saúde do município em 20/05/2011, e com representantes das Secretarias de Saúde do Estado e Educação do município, Ministerio da Saúde e FIOCRUZ/ RJ com o objetivo de levar ao conhecimento do Secretario de Saúde uma síntese dos resultados do estudo sobre Mercurio e a saúde dos ribeirinhos e apresentar algumas das ações identificadas como de curto e curtíssimo prazo, assim como definir a criação do GT a ser coordenado pela secretaria de saúde do municipio;
- A SAE já foi iniciou a entrega dos resultados de mercúrio no cabelo das comunidades ribeirinhas estudadas em conjunto com a atenção básica de saúde (SEMUSA) e a FIOCRUZ/RJ.
- A SEMUSA já iniciou a notificação dos individuos que apresentaram concentrações de Hg no cabelo acima de 6 ppm;

- Estruturou material didático, como: apostilas/cartilhas, folheto explicativo sobre o estudo realizado e a toxicologia do Hg, para que as comunidades tenham acesso a informação e aos esclarecimentos sobre o significado da exposição ao mercúrio, via contaminação, e principais efeitos adversos á saúde humana. Também estruturou material para os agentes de saúde, profissionais de saúde e profissionais da educação;
- Esta apoiando às secretarias de saúde e educação no desenvolvimento de programas de capacitação dos profissionais destas secretarias para atenderem e participarem da devolutiva dos laudos de Hg no cabelo junto as comunidades, sem que esta atividade se torne uma experiência de insegurança e transtorno para os atores sociais envolvidos;
- Esta apoiando à secretaria de saúde e educação no desenvolvimento programas de médio prazo de capacitação dos profissionais, incluindo a atenção básica, para lidar com o velho tema, mercúrio e contaminação de peixes, e o novo desafio de acompanhar e esclarecer hábitos mais saudáveis da dieta de pescado;
- Esta apoiando a capacitação contínua dos profissionais de atenção básica, vigilância em saúde e educação, principalmente de professores e diretores de zonas rural e urbana, nutricionistas e os profissionais da divisão de saúde escolar;
- Já esta em discussão a estruturação de um programa de monitoramento de médio e longo prazo para comunidades ribeirinhas a montante e a jusante da UEH SA, e na área de referencia da Resex de Cunia, com ênfase naquelas comunidades que apresentaram maior risco de exposição a Hg, considerando que o tempo médio para o ambiente refletir as alterações ambientais com aumento das concentrações de Hg em peixes e de aproximadamente 4 anos.
- Esta apoiando a formação do Grupo de Trabalho para implantação das Diretrizes de Gestão e Organização dos Serviços para Vigilância e Atenção das Populações Expostas a Contaminantes Químicos;
- Articulação com SEMED (Secretaria Municipal de Educação) e SEDUC (Secretaria Estadual de Educação), SESAU e SEMUSA para inserir o

tema “exposição por contaminantes, especialmente mercúrio” nos currículos escolares;

- Discutir com os gestores locais de saúde e educação a inserção do tema no Projeto político pedagógico (PPP) do município;

9. AGRADECIMENTO

A equipe de pesquisadores agradece a toda as comunidades que cederam seu tempo para participar deste estudo e aos diretores, professores e funcionários das escolas que os apoiaram e receberam todo o grupo do projeto de forma carinhosa.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKAGI, H et al. **Human exposure to mercury and the accumulation of methylmercury that is associated with gold mining in the Amazon basin, Brazil.** J Health Sci 46, 2000. pp.323–328.
- AKAGI, H.; MALM, O.; KINJO, Y.; HARADA, M.; BRANCHES, F. J. P.; PFEIFFER, W. C; KATO, H. **Methylmercury pollution in the Amazon, Brazil.** Science of the Total Environment 175, 1995. pp.85-95.
- AKAGI, H.; NAGANUMA, A. **Human exposure to mercury and the accumulation of methylmercury that is associated with gold mining in the Amazon basin, Brazil.** J Health Sci 46, 2000. pp.323–328.
- AMORIM I. M. *et al.* **Cytogenetic damage related to low levels of methyl mercury contamination in the Brazilian Amazon.** An. Acad. Bras. Ciênc. 72(4), 2000. pp. 497-507. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-37652000000400004&lng=en. Acesso em 30/06/2010
- ANGELINI A. L., ALVES, I. C. B., CUSTÓDIO, E. M., DUARTE, W. F., DUARTE, J. L. M. **Matrizes progressivas coloridas de Raven**, Manual. São Paulo: Centro Editor de Testes e Pesquisas em Psicologia, 1999
- ANVISA, AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA, **Portaria n º 685**, de 27 de agosto de 1998. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/685_98.htm. Acesso em: 27/02/2006.

- ATSDR, AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY. **Public Health Assessment Guidance Manual**. Lewis Publishers. Boca Raton – Ann Arbor – London – Tokyo: 2001.
- ATSDR, AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY. **Toxicological Profile for Mercury** (Updaté). U.S. Department of Health & Human Services. Atlanta: U.S. Public Health Service, 1999.
- AUGER, N.; KOFMAN, O.; KOSATSKY, T.; ARMSTRONG, B. **Low-level methylmercury exposure as a risk factor for neurologic abnormalities in adults**. *Neurotoxicology*. 26(2), 2005. pp. 149-57.
- AULA, I.; *et al.* Levels of mercury in the Tucuruí Reservoir and its surrounding area in Pará, Brazil. In: WATRAS, C. J.; HUCKABEE, W. J. (eds.). **Mercury Pollution: Integration and Synthesis**. Lewis Publishers, 1994. pp. 21-40.
- AXELRAD, D. A.; BELLINGER, D. C.; RYAN, L. M.; WOODRUFF, T. J. **Dose-response relationship of prenatal mercury exposure and IQ: an integrative analysis of epidemiologic data**. *Environ Health Perspect* 115, 2007. pp. 609–15.
- BAKIR, F.; DAMLUJI, S. F.; AMIN-ZAKI, L. 1973. **Methylmercury poisoning in Iraq**. *Science*. 181, 1973. pp.230-241.
- BARBOSA A.C., DOREA, J.G., **Indices of mercury contamination during breast feeding in the Amazon basin**. *Toxicol Pharmacol*, 6, 1998. pp.71-79
- BARBOSA, A. C.; BOISCHIO, A. A.; EAST, G. A.; FERRARI, I.; GONÇALVES, A.; SILVA, P. R. M.; CRUZ, T. M. E. **Mercury contamination in the Brazilian Amazon**. Environmental and occupational aspects. *Water Air Soil Poll* 80, 1995. pp.109–121.
- BARBOSA, A. C.; *et al.* **Mercury biomagnification in a tropical black water, Rio Negro, Brazil**. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, v.45, n.2, p.235-46, 2003.
- BARBOSA, A. C.; GARCIA, A. M.; SOUZA Jr. **Mercury contamination in hair of riverine populations of Apiacás reserve in the Brazilian Amazon**. *Water Air Soil Pollut* 97, 1997. pp.1-8.
- BARBOSA, A. C.; JARDIM, W.; DÓREA, J. G.; FORSBERG, B.; SOUZA, J. **Hair mercury speciation as a function of gender, age, and body mass index in inhabitants of the Negro River basin, Amazon, Brazil**. *Arch Environ Contam Toxicol*, 40, 2001. pp. 439-44.

- BARBOSA, A. C.; SILVA, S. R.; DÓREA, J. G. **Concentration of mercury in hair of indigenous mothers and infants from the Amazon basin.** Arch Environ Contam Toxicol 34, 1998. pp. 100–5.
- BARBOSA, E. M. **Avaliação de Impacto à Saúde como Instrumento para o Licenciamento Ambiental na Indústria de Petróleo.** Tese de Doutorado. Escola Nacional de Saúde Pública Samuel Pessoa, Fundação Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro, 2010.
- BARBOSA, E. M.; BARATA, M. M. L.; HACON, S. **A saúde no licenciamento ambiental: uma proposta metodológica para a avaliação dos impactos da indústria de petróleo e gás.** Rev. Ciência e Saúde Coletiva 0153, 2010.
- BASTOS, W. R., **Trânsito Ambiental do Mercúrio e sua Presença em Populações Ribeirinhas do Baixo Rio Madeira.** Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2004.
- BASTOS, W. R.; GOMES, J. P. O.; OLIVEIRA, R. C.; ALMEIDA, R.; NASCIMENTO, E. L.; LACERDA, L. D.; SILVEIRA, E. G.; PFEIFFER, W. C.. **Mercury in the environment and riverside population in the Madeira River Basin, Amazon, Brazil.** The Science of the Total Environment, 368, 2006. pp.344-351.
- BASTOS, W. R.; LACERDA, L. D. **A contaminação por Mercúrio na Bacia do Rio Madeira: uma breve revisão.** Geochimica Brasiliensis, 18, 2004. pp. 99-114.
- BASTOS, W. R.; LACERDA, L. D. **Mercúrio na Bacia de Drenagem do Rio Madeira, Rondônia.** *Geochimica Brasiliensis*, v.18, 2004. pp.99-114.
- BATISTA, V. S.; INHAMUNS, A. J.; FREITAS, C. E. C.; FREIRE-BRASIL, D. **Characterization of the fishery in river communities in the Low-Solimões/high-Amazon region.** Fisheries Management and Ecology, 5, 1998. pp. 419-435.
- BENEFICE, E.; LUNA-MONRROY, S.; LOPEZ-RODRIGUEZ, R. **Fishing activity, health characteristics and mercury exposure of Amerindian women living alongside the Beni River (Amazonian Bolivia).** Int J Hyg Environ Health. 213(6), 2010. pp. 458-64.
- BERGLUND, M. *et al.* **Inter-individual variations of human mercury exposure biomarkers: a cross-sectional assessment.** Environ Health 4, 2005.

- BOISCHIO, A. A. P.; BARBOSA A. **Exposição ao mercúrio orgânico em populações ribeirinhas do Alto Madeira, Rondônia, 1991.** Resultados preliminares. *Cad Saúde Pública* 9, 1993. pp. 155-60.
- BOISCHIO, A. A. P.; CERNICHIARI, E. **Longitudinal hair mercury concentrations in riverside mothers along the upper Madeira River (Brazil).** *Environ Res* 77, 1998. pp.79-83.
- BOISCHIO, A. A. P.; HENSHEL, D. **Linear regression models of methyl mercury exposure during prenatal and early postnatal life among riverside people along the upper Madeira river, Amazon.** *Environ. Res.* 83, 2000. pp. 150–161.
- BOISCHIO, A. A. P.; HENSHEL, D.; BARBOSA, A. C. **Mercury exposure through fish consumption by the Upper Madeira River population, Brazil-1991.** *Ecosystem Health* 1, 1995. pp. 177–192.
- BOISCHIO, A. A. P.; MERGLER, D.; PASSOS, C. J.; GASPAR, E.; MORAIS. **Segmental hair mercury evaluation among mothers, their babies and breast milk along the Tapajós River, Amazon, Brazil.** *Environ Sci* 10, 2003. pp.107-20.
- BOISCHIO, A. P.; HENSHEL, D. **Fish Consumption, Fish Lore, and Mercury Pollution Risk Communication for the Madeira River People.** *Environmental Research Section A* 84, 2000. pp. 108-126.
- BOURGOIN, L.; QUIROGA, I.; CHINCHEROS, J.; COURAU, P. **Mercury distribution in waters and fishes of the upper Madeira River and mercury exposure in riparian Amazonian populations.** *Sci Total Environ*, 260, 2000. pp. 73– 86.
- BRANDAO, A. A.; POZZAN, R.; FREITAS, E. V.; POZZAN, R.; MAGALHAES, M. E. C.; BRANDAO, A. P. **Blood pressure and overweight in adolescence and their association with insulin resistance and metabolic syndrome.** *J Hypertens.* 22(Suppl 1), 2004. pp.111S.
- BRASIL, **Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981.** Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. *Diário Oficial da União* 1981; 02 de setembro.
- BUSSER, J.; SCHULTZ , J. **Drugs in breast milk.** *Frontiers in fetal health*, 3(1), 2001. pp. 11-22.

- CANO, S.E. **Toxicología del mercurio.** Actuaciones preventivas en sanidad laboral y ambiental. Jornada Internacional sobre el impacto ambiental del mercurio utilizado por la minería aurífera artesanal en Iberoamérica. Lima, Peru, 2001.
- CANUEL, R.; DE GROSBOIS, S. B.; ATIKESSE, L.; LUCOTTE, M.; ARP, P.; RITCHIE, C.; MERGLER, D.; CHAN, H. M. et al. **New evidence on variations of human body burden of methylmercury from fish consumption.** Environ. Health Perspect. 114, 2006. pp. 302–306.
- CAO, Y.; CHEN, A.; JONES, R. L.; RADCLIFFE, J.; CALDWELL, K. L.; DIETRICH, K. N.; ROGAN, W. J. **Does background postnatal methyl mercury exposure in toddlers affect cognition and behavior?** Neurotoxicology, 31(1), 2010. pp.1-9.
- CARVALHO, N. D. **Extração de Casseterita e Ouro em Rondônia.** Relatório técnico para o Departamento Nacional de Pesquisas Minerais (DNPM-RO). 1998.
- CASTOLDI, A. F.; JOHANSSON, C.; ONISHCHENKO, N.; COCCINI, T.; RODA, E.; VAHTER, M.; CECCATELLI, S.; MANZO, L. **Human developmental neurotoxicity of methylmercury:** impact of variables and risk modifiers. Regul Toxicol Pharmacol. 51(2), 2008. pp. 201-14.
- CERDEIRA, R., RUFFINO, M.; ISAAC, V. J. **Consumo de pescado e outros alimentos pela população ribeirinha do Lago Grande de Monte Alegre, PA-Brasil.** Acta Amazônica. Manaus, 27 (3), 1997. pp. 213-217.
- CESARINO, C. B.; CIPULLO, J. P.; MARTIN, J. F. V.; CIORLIA, L. A.; GODOY, M. R. P.; CORDEIRO, J. A.; et al. **Prevalência e fatores sociodemográficos em hipertensos de São Jose do Rio Preto.** Arq Bras Card. 91(1), 2008. pp. 31-5.
- CHAPMAN, L.; CHAN, H. M. **The influence of nutrition on methyl mercury intoxication.** Environ. Health Perspect. 108 (Suppl 1), 2000. pp.29–56.
- CHEVRIER, C.; SULLIVAN, K.; WHITE, R. F.; COMTOIS, C.; CORDIER, S.; GRANDJEAN, P. **Qualitative assessment of visuospatial errors in mercury-exposed Amazonian children.** NeuroToxicology 30, 2009. pp. 37–46.

- CHARLEBOIS, 1978 - CHARLEBOIS, C. T. **High mercury levels in indians and in vitis (eskimos) in Canada.** *Ambio.*, v. 7, n. 5-6, p. 204-210, 1978.
- CHOI, A. L.; CORDIER, S.; WEIHE, P.; GRANDJEAN, P. **Negative Confounding in the Evaluation of Toxicity: The Case of Methylmercury in Fish and Seafood** *Crit Rev Toxicol* 38(10), 2008. pp. 877–893.
- CHOI, B. H. **Effects of methylmercury on the developing brain.** In: SUZUKI, T.; Imura, N.; CLARCKSON, T. W. (Eds). *Advances in Mercury toxicology*, 1991.
- CHOI, B. H. **The effects of methylmercury on the developing brain.** *Prog Neurobiology.* v. 32, 1989. pp. 447-470.
- CLARKSON, T. W. **Mercury:** major issues in environmental health. *Environ Health Perspect* 100, 1992. pp. 31-8.
- COHEN, J. T.; BELLINGER, D. C.; SHAYWITZ, B. A. **A quantitative analysis of prenatal methyl mercury exposure and cognitive development.** *Am J Prev Med* 29, 2005. pp. 353–65.
- CORDIER, S.; GAREL, M.; MANDEREAU, L.; MORCEL, H.; DOINEAU, P.; GOSME-SEGURET, S.; *et al.* **Neurodevelopmental investigations among MeHg-exposed children in French Guiana.** *Environ Res* 89, 2002. pp. 1–11.
- COSTA, G. M.; DOS ANJOS, L. M.; SOUZA, G. S.; GOMES, B. D.; SAITO, C. A.; PINHEIRO, M. C. N.; VENTURA, D. F.; SILVA FILHO, M.; SILVEIRA, L. C. L. **Mercury toxicity in Amazon gold miners: Visual dysfunction assessed by retinal and cortical electrophysiology.** *Environmental Research, Pará*, 24, 2007. pp.98-107
- COSTA, C.R.; OLIVI, P.; BOTTA, C.M.R.; ESPINDOLA, E.L.G. A toxicidade em ambientes aquáticos: discussão e métodos de avaliação. *Química Nova*, v.31, n.7, 2008. pp.1820-1830
- CROMPTON, P.; VENTURA, A. M.; SOUZA, J. M.; SANTOS, E.; STRICKLAND, G. T.; SILBERGELD, E. **Assessment of mercury exposure and malaria in a Brazilian Amazon riverine community.** *Environmental Research* 90, 2002. pp. 69-75.
- DAVIDSON, P. W.; LESTE, A.; BENSTRONG, E.; BURNS, C. M.; VALENTIN, J.; SLOANE-REEVES, J.; HUANG, L. S.; MILLER, W. A.; GUNZLER, D.; VAN WIJNGAARDEN, E.; WATSON, G. E.; ZAREBA, G.; SHAMLAYE, C. F.; MYERS, G. J. **Fish consumption, mercury exposure, and their**

- associations with scholastic achievement in the Seychelles Child Development Study.** *Neurotoxicology* 31(5), 2010. pp. 439-47.
- DAVIDSON, P. W.; STRAIN, J. J.; MYERS, G. J.; THURSTON, S. W.; BONHAM, M. P.; SHAMLAYE, C. F.; STOKES-RINER, A.; WALLACE, J. M.; ROBSON, P. J.; DUFFY, E. M.; GEORGER, L. A.; SLOANE-REEVES, J.; CERNICHIARI, E.; CANFIELD, R. L.; COX, C.; HUANG, L. S.; JANCIURAS, J.; CLARKSON, T. W. **Neurodevelopmental effects of maternal nutritional status and exposure to methylmercury from eating fish during pregnancy.** *Neurotoxicology*. 29(5), 2008. pp. 767-75.
- DOI, R. **Individual difference of methylmercury metabolism in animals and its significance in methylmercury toxicity.** Plenum Press, Nova York, 1991. pp.145-94.
- DOLBEC, J.; MERGLER, D.; LARRIBE, F.; ROULET, M.; LEBEL, J.; LUCOTTE, M. **Sequential analysis of hair mercury levels in relation to fish diet of an Amazonian population, Brazil.** *Sci Total Environ* 271, 2001. pp. 87-97.
- DOLBEC, J.; MERGLER, D.; SOUSA PASSOS, C. J.; SOUSA DE MORAIS, S.; LEBEL, J. **Methylmercury exposure affects motor performance of a riverine population of the Tapajos river, Brazilian Amazon.** *Int. Arch. Occup. Environ. Health*. 73, 2000. pp.195–203.
- DÓREA, J. G. **Fish are central in the diet of Amazonian riparians: should we worry about their mercury concentrations?** *Environ Res* 2003;92pp. 232–44.
- DÓREA, J. G. **Persistent, bioaccumulative and toxic substances in fishpp. human health considerations.** *Sci Total Environ*. 400(1-3), 2008. pp. 93-114.
- DÓREA, J. G. **Research into Mercury Exposure and Health Education in Subsistence Fish-Eating Communities of the Amazon Basin: Potential Effects on Public Health Policy.** *Int. J. Environ. Res. Public Health* 7, 2010. pp. 3467-3477;
- DÓREA, J. G.; BARBOSA, A. C.; FERRARI, I.; SOUZA, J. R. **Fish consumption (hair mercury) and nutritional status of Amazonian Amerindian children.** *Am J Hum Biol* 17, 2005. pp. 507-14.

- DÓREA, J. G.; BARBOSA, A. C.; FERRARI, I.; SOUZA, J. R. **Mercury in hair and in fish consumed by Riparian women of the Rio Negro, Amazon, Brazil.** *Int J Environ Health Res* 13, 2003. pp. 239–48.
- EVE, E.; OLIVEIRA, E. F.; EVE, C. **The mercury problem and diets in the Brazilian Amazon: planning a solution.** *Environ Conserv* 23, 1996. pp. 133-9.
- FABRÉ, N. N.; GONZALES, J. C. A. **Recursos íctios no Alto Amazonas e sua importância para as populações ribeirinhas.** *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*. Belém. V.14, n.1, 1998. pp.19 – 55.
- FIGUEIREDO, V. L. M. WISC-III. In: CUNHA, J. A. (editor). **Psicodiagnóstico-** v.5 Edição Revisada Ampliada. 3 Reimpressao. Artmed; 2002
- FILLION, M.; MERGLER, D.; PASSOS, C. J. S.; LARRIBE, F.; LEMIRE, M.; GUIMARÃES, J. R. D. **A preliminary study of mercury exposure and blood pressure in the Brazilian Amazon.** *Environmental Health: A Global Access Science Source* 2006. pp.5:29
- FILLION, M.; PASSOS, C. J. S.; LEMIRE, M.; FOURNIER, B.; MERTENS, F.; MALM, O. **Sequential hair mercury in mothers and children from a traditional riverine population of the Rio Tapajó s, Amazonia: Seasonal changes.** *Environmental Research* 110, 2010. pp.705–709.
- FONSECA, M. D. F.; DÓREA, J. G.; BASTOS, W. R.; et al. **Poor psychometric scores of children living in isolated riverine and agrarian communities and fish–methylmercury exposure.** *NeuroToxicology* 29, 2008. pp. 1008–1015.
- FONSECA, M. F. F. **O isolamento geográfico como interferente em avaliações neurológicas de possíveis efeitos tóxicos do metilmercúrio.** Tese de doutorado. Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho. Rio de Janeiro: 2007.
- FONSECA, M. F. **O isolamento geográfico como interferente em avaliações neurológicas de possíveis tóxicos do metilmercúrio.** Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Instituto de Biofísica. Carlos Chagas Filho. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2007.
- FONSECA, M. F.; TORRES, J. P. M.; MALM, O. **Interferentes ecológicos na avaliação cognitiva de crianças ribeirinhas expostas a metilmercúrio: o peso do subdesenvolvimento.** *Oecol. Bras.* 11 (2), 2007. pp. 277-296.

- FORSBERG, B. R.; FORSBERG, M. C. S.; PADOVANI, C. R.; SARGENTINI E.; MALM, O.; KATOP, P. **High levels of mercury in fish and human hair from the Rio Negro basin (Brazilian Amazon):** Natural background or anthropogenic contamination? In: Proceedings of the International Workshop on Environmental Mercury Pollution and its Health Effects in the Amazon River Basin; National Institute for Minamata Disease/UFRJ Kato HaWCP, 1995. pp. 33-40.
- FREIRE, C.; RAMOS, R.; LOPEZ-ESPINOSA, M. J.; DÍEZ, S.; VIOQUE, J.; BALLESTER, F.; FERNÁNDEZ, M. F. **Hair mercury levels, fish consumption, and cognitive development in preschool children from Granada, Spain .** Environ Res. 110(1), 2010. pp. 96-104.
- GALEAZZI, M. A. M.; BONVINO, H.; LOURENÇO, F.; VIANNA, R. P. T. **Inquérito de Consumo Familiar de Alimentos - Metodologia para Identificação de Famílias de Risco** 82 Alimentar. Revista Cadernos de Debate, Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação da UNICAMP. Vol. IV, 1996. pp. 32-46.
- GARCIA, M. F. **Grandes Projetos Hidrelétricos e Desenvolvimento Regional.** *Algumas considerações sobre o Projeto do Complexo Hidrelétrico do Rio Madeira.* In: Encontro Nacional da Anppas. IV, 2008, Brasília - DF – Brasil: ANPPAS. 2008. Disponível em: <http://www.anppas.org.br/encontro4/cd/ARQUIVOS/GT4-887-626-0080518205856.pdf>
- GARCIA, W. D. R. **Representação sobre o consumo alimentar e suas implicações em inquéritos alimentares:** estudo qualitativo em sujeitos submetidos à prescrição dietética. Revista de Nutrição, V. 17 (1), 2004. pp.15-28.
- GIUGLIANO, R.; SHRIMPTON, R.; ARKCOLL, D. B.; GIUGLIANO, L. G.; PETRERE M. **Diagnóstico da realidade alimentar e nutricional do Estado do Amazonas.** Acta Amazônica, 2 (2)1978.
- GOULDING, M. **Ecologia da pesca do rio Madeira.** CNPq-INPA, Manaus, 1979.
- GOULDING, M. **The fish and the forest.** Explorations in Amazonian natural history. University of California Press, Berkeley, Los Angeles. 1980.

- GOULDING, M.; BARTHEM, R.; FERREIRA, E. **The Smithsonian Atlas of the Amazon**. Smithsonian Institution. Princeton Editorial Associates. Hong Kong, 2003.
- GRANDJEAN, P. **Application of neurobehavioral methods in environmental and occupational health** - Symposium Synthesis. Environmental Research. 60, 1993. pp. 57-61.
- GRANDJEAN, P.; WEIHE, P.; WHITE, R. F.; DEBES, F.; ARAKI, S.; YOKOYAMA, R.; *et al.* **Cognitive deficits in 7-year-old children with prenatal exposure to methylmercury**. Neurotoxicol Teratol 19, 1997. pp. 417-28.
- GRANDJEAN, P.; WHITE, R. F.; NIELSEN, A.; CLEARLY, D.; OLIVEIRA, SANTOS, E. C. **Methylmercury neurotoxicity in Amazonian children downstream from gold mining**. Environ Health Perspect 107, 1999. pp. 587-591.
- GRANDJEAN, P.; WHITE, R.; SULLIVAN, K.; DEBES, F.; MURATA, K.; OTTO, D.A.; WEIHE, P. **Impact of contrast sensitivity performance on visually presented neurobehavioral tests in mercury-exposed children**. *Neurotoxicology and Teratology*, 23, 2001. pp. 141-146.
- GUIMARÃES, J. R. D.; FOSTIER, A. H.; FORTI, M. C.; MELFI, J. A.; KEHRIG, H.; MAURO, J. B. N.; *et al.* **Mercury in human and environmental samples from two lakes in Amapá, Brazilian Amazon**. Ambio 28, 1999. pp. 296-301.
- GURGEL, A. M.; MEDEIROS, A. C. L. V.; ALVES, P. C.; SILVA, J. M.; GURGEL, I. G. D.; AUGUSTO, L. G. S. **Framework dos cenários de risco no complexo da implantação de uma refinaria de petróleo em Pernambuco**. Cien Saude Colet 14(6), 2009. pp. 2027-2038.
- HACON, S. S. **An overview of mercury contamination research in the Amazon basin with an emphasis on Brazil**. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 24(7), 2008. pp.1479-1492.
- HACON, S. S.; FARIAS, R. A.; CAMPOS, R. C.; ARGENTO, R. R.; ROSSI, A. P.; CAIRES, S. M.; *et al.* **Current scenarios of human exposure to mercury in the northern region of Mato Grosso, Amazon Basin**. Environ. Sci. 10 (2), 2003. pp. 121-34.
- HACON, S.; ARTAXO, P.; GERAB, F.; YAMASOE, M. A.; CAMPOS, R. C.;

- CONTI, L. F.; *et al.* **Atmospheric mercury and trace elements in the region of Alta Floresta in the Amazon basin.** *Water, air soil pollut* 80 (1-4), 1995. pp. 273-283;
- HACON, S.; ROCHEDO, E. R.; CAMPOS, R.; ROSALES, G.; LACERDA, L. D. **Risk assessment of mercury in Alta Floresta.** Amazon Basin – Brazil. *Water Air Soil Pollut* 97, 1997. pp. 91-105.
- HACON, S.; YOKOO, E.; VALENTE, J.; CAMPOS, R. C.; SILVA, V. A.; MENEZES, A. C. C.; *et al.* **Exposure to mercury in pregnant women from Alta Floresta** – Amazon Basin, Brazil. *Environ Res* 84, 2000. pp. 204-10.
- HAGGQVIST, B.; HAVARINASAB, S.; BJORN, E.; HULTMAN, P. **The immunosuppressive effect of methylmercury does not preclude development of autoimmunity in genetically susceptible mice.** *Toxicology* 208, 2005. pp. 149–164.
- HARADA, M. **Congenital Minamata disease:** intrauterine methylmercury poisoning. *Teratology* 18, 1978. pp. 285–288.
- HARADA, M. **Minamata disease:** methylmercury poisoning in Japan caused by environmental pollution. *Crit. Rev. Toxicol.* 25, 1995. pp. 1–24.
- HARADA, M.; NAKANISHI, J.; YASODA, E.; PINHEIRO, M. C.; OIKAWA, T.; GUIMARAES, G. A.; CARDOSO B. S.; KIZAKI, T.; OHNO, H. **Mercury pollution in the Tapajos River basin, Amazon:** mercury level of head hair and health effects. *Environ Int* 27, 2001. pp. 285-290.
- HERCULANO, 2002 - HERCULANO S. **Exposição a riscos químicos e desigualdade social: o caso do HCH (hexaclorociclohexano) na Cidade dos Meninos, RJ.** *Desenvolvimento e Meio Ambiente: riscos coletivos – ambiente e saúde, Curitiba (PR) no. 5: 61 - 71; 2002.*
- HORVAT, M.; NOLDE, N.; FAJON, V.; JEREB, V.; LOGAR, M.; LOJEN, S.; JACIMOVIC, R.; FALNOGA, I. *et al.* **Total mercury methylmercury and selenium in mercury polluted areas in the province Guizhou, China.** *Sci. Total Environ.* 304, 2003. pp. 231–256.
- HUANG, L. S.; MYERS, G. J.; DAVIDSON, P. W.; COX, C.; XIAO, F.; THURSTON, S. W.; *et al.* **Is susceptibility to prenatal methylmercury exposure from fish consumption non-homogeneous?** Tree-structured analysis for the Seychelles child development study *Neurotoxicology* 28, 2007. pp. 1237–44.

- HUTZ, C. S.; BANDEIRA, D. R. **Desenho da Figura Humana**. Cap 33. In: Cunha JA, editor. *Psicodiagnóstico- v. 5 Edição Revisada e Ampliada*. Artmed, 2003.
- IAEA-International Atomic Energy Agency. **Evaluation the reliability of predictions made using environmental transfer models**. IAEA Safety Series 100 Vienna, 1989.
- IGATA, A. **Epidemiological and clinical features of Minamata disease**. *Environ Res* 63, 1992. pp. 157-69. CLARKSON, T. W. **Mercury: major issues in environmental health**. *Environ Health Perspect* 100, 1992. pp. 31-8.
- IPCS - International Programme on Chemical Safety. **Methylmercury**. *Environmental Health Criteria – 101*. Geneva: World Health Organization, 1990.
- ITAI, Y.; FUJINO, T.; UENO, K.; MOTOMATSU, Y. **An epidemiological study of the incidence of abnormal pregnancy in areas heavily contaminated with methylmercury**. *Environ. Sci.* 11, 2004. pp. 83–97.
- JEDRYCHOWSKI, W.; PERERA, F.; JANKOWSKI, J.; RAUH, V.; FLAK, E.; CALDWELL, K. L.; JONES, R. L.; PAC, A.; LISOWSKA-MISZCZYK, I. **Fish consumption in pregnancy, cord blood mercury level and cognitive and psychomotor development of infants followed over the first three years of life: Krakow epidemiologic study**. *Environ Int.* 33(8), 2007. pp. 1057-62.
- JOHNSTON, J. N.; SAVAGE, G. P. **Mercury consumption and toxicity with reference to fish and fish meal**. *Nutrition Abstracts and Reviews (Series A)*. v. 61, n. 2, 1991. pp. 73-116.
- KEHRIG, H. A.; MALM, O.; AKAGI, H. **Methyl mercury in hair samples from different riverine groups, Amazon, Brazil**. *Water Air Soil Pollut* 97, 1997. pp. 17-29.
- KEHRIG, H. A.; MALM, O.; AKAGI, H.; GUIMARAES, J. R.; TORRES J. P. **Methylmercury in fish and hair samples from the Balbina Reservoir, Brazilian Amazon**. *Environ Res* 77, 1998. pp. 84-90.
- KJELLSTROM, T.; KENNEDY, P.; WALLIS, S.; MANTELL, C. **Physical and mental development of children with prenatal exposure to mercury from fish, stage I: preliminary tests at age 4**. Solna: National Swedish Environmental Protection Board; 1986. (Report, 3080).

- KJELLSTROM, T.; KENNEDY, P.; WALLIS, S.; STEWART, A.; FRIBERG, L.; LIND, B. et al. **Physical and mental development of children with prenatal exposure to mercury from fish, stage II: interview and psychological tests at age 6.** Solna: National Swedish Environmental Protection Board; 1989. (Report, 3642).
- KLAUTAU-GUIMARÃES *et al.*, **Analysis of genetic susceptibility to mercury contamination evaluated through molecular biomarkers in at-risk Amazon Amerindian populations.** *Genetics and Molecular Biology*, 28, 4, 2005. pp.827-832.
- KLEIN, R. E.; KAGAN, J.; FREEMAN, H. E.; YARBROUGH, C.; HABICHT, J. P. **Is big smart?** The relation of growth to cognition *J Health Soc Behav* 13, 1972. pp. 219–25. 169–83.
- KNOBELOCH, L.; STEENPORT, D.; SCHRANK, C.; ANDERSON, H. **Methylmercury exposure in Wisconsin: a case study series.** *Environ. Res.* 101, 2006. pp.113–122.
- KOSATSKY, T.; FORAN, P. **Do historic studies of fish consumers support the widely accepted LOEL for methylmercury in adults?** *Neurotoxicology*. 17, 1996. pp. 177–186.
- LACERDA, L. D.; MALM, O. Contaminação por mercúrio em ecossistemas aquáticos: uma análise das áreas críticas. *Estud. av.* [online]. vol.22, n.63, 2008. pp. 173-190. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142008000200011&lng=en&nrm=iso Acesso em 30/06/2010.
- LACERDA, L. D.; PFEIFFER, W. C.; OTT, A. T.; SILVEIRA, E. G. **Mercury contamination in the Madeira River, Amazon** - Hg inputs to the environment. *Biotropica*, 21, 1988. pp. 91-93.
- LACERDA, L. D.; PFEIFFER, W. C.; SILVEIRA, E. G.; BASTOS, W. R.; SOUZA, C. M. M. **Contaminação por mercúrio na Amazônia: análise preliminar do rio Madeira, RO.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOQUÍMICA, 1, PORTO ALEGRE, 1987. *Anais. Rio de Janeiro, SBGq.* v. 2, 1987. pp. 295-299.
- LACERDA, L.D. Updating global Hg emissions from small-scale gold mining and assessing its environmental impacts. *Environmental Geology*, v.43, 2003. pp.308-314.

- LEBEL, J.; MERGLER, D.; BRANCHES, F.; LUCOTTE, M.; AMORIM, M.; LARRIBE, F.; DOLBEC, J. **Neurotoxic effects of low-level methylmercury contamination in the Amazonian Basin.** *Environ Res* 79, 1998. pp. 20-32.
- LEBEL, J.; ROULET, M.; MERGLER, D.; LUCOTTE, M.; LARRIBE, F. **Fish diet and mercury exposure in a riparian Amazonian population.** *Water Air Soil Pollut* 97, 1997. pp. 31-44.
- LEINO, T.; LODENIUS, M. **Human hair mercury levels in Tucuruí area, state of Pará, Brazil.** *Sci. Total Environ.* 175, 1995. pp. 119–125.
- LESSA, I. **Epidemiologia da hipertensão arterial sistêmica e insuficiência cardíaca no Brasil.** *Rev Bras Hipertens.* 8, 2001. pp. 383-92.
- LINDBERG, A.; BJORNBERG, K. A.; VAHTER, M.; BERGLUND, M. **Exposure to methylmercury in non-fish-eating people in Sweden.** *Environ. Res.* 96, 2004. pp. 28–33
- LYNCH, M. L.; HUANG, L. S.; COX, C.; STRAIN, J. J.; MYERS, G. J.; BONHAM, M. P.; SHAMLAYE, C. F.; STOKES-RINER, A.; WALLACE, J. M.; DUFFY, E. M.; CLARKSON, T. W.; DAVIDSON, P. W. **Varying coefficient function models to explore interactions between maternal nutritional status and prenatal methylmercury toxicity in the Seychelles Child Development Nutrition Study.** *Environ Res.* 111(1), 2011. pp. 75-80.
- MAHAFFEY, K. R. **Fish and shellfish as dietary sources of methylmercury and the omega-3 fatty acids, eicosahexaenoic acid and docosahexaenoic acid: risks and benefits.** *Environ. Res.* 95, 2004. pp. 414–428.
- MALM, O.; AKAGI, H.; GUIMARAES, J. R. D.; BASTOS, W. R.; KERING, H. A.; COSTA, L. S.; TORRES, J. P. M.; KASHIMA, Y.; HACHIYA, N. **Data on mercury and methyl-mercury in environmental and human samples from new study areas in Brazil.** In: International workshop on the fate of mercury in gold mining and measures to control the environmental pollution in various countries. Indonesia, 1996
- MALM, O.; BRANCHES, F. J. P.; AKAGI, H.; CASTRO, M. B.; PFEIFFER, W. C.; HARADA, M.; et al. **Mercury and methyl mercury in fish and human hair from the Tapajós river basin, Brazil.** *Sci Total Environ* 17, 1995. pp. 141-50.

- MALM, O.; CASTRO, M. B.; BASTOS, W. R.; BRANCHES, F. J. P.; GUIMARÃES, J. R. D.; ZUFFO, C. E.; PFEIFFER, W. C. **An assessment of Hg pollution in different goldmining areas, Amazon Brazil.** *The Science of the Total Environment.* 175, 1995. pp. 127-140.
- MALM, O.; PFEIFFER, W. C.; SOUZA, C. M. M.; REUTHER, R. **Mercury pollution due to gold mining in the Madeira river basin, Brasil.** *Ambio* 19, 1990. pp. 11-15.
- MARQUES, R. C.; DÓREA, J. G.; BASTOS, W. R. et al. **Maternal mercury exposure and neuro-motor development in breastfed infants from Porto Velho (Amazon), Brazil.** *Int. J. Hyg. Environ.-Health* 210, 2007. pp. 51-60.
- MARTINELLI, L. A.; FERREIRA, J. R.; FORSBERG, B. R.; VICTORIA, R. L. **Mercury contamination in the Amazon – a gold rush consequence.** *Ambio* 17 (4), 1988. pp. 252-254.
- MARTINEZ, M. C.; LATORRE, M. R. D. O. **Fatores de risco para hipertensão arterial e diabete melito em trabalhadores de empresa metalúrgica e siderúrgica.** *Arq Bras Cardiol.* 87, 2006. pp. 471-479.
- MATOS, M. F. D.; SILVA, N. A. S.; PIMENTA, A. J. M.; CUNHA, A. J. L. A. **Prevalência dos fatores de risco para doença cardiovascular em funcionários do centro de pesquisas da Petrobrás.** *Arq Bras Cardiol* 82, 2004. pp. 1-4.
- MCALPINE, D.; ARAKI, S. Minamata disease. **An unusual neurological disorder caused by contaminated fish.** *Lancet* 2, 1958. pp. 629–631.
- MCKEOWN-EYSSSEN, G. E.; RUEDY, J.; NEIMS, A. **Methyl mercury exposure in northern Quebec.II. Neurologic findings in children.** *Am J Epidemiol* 118, 1983. pp. 470–9.
- MERGLER, D. **Review of neurobehavioral deficits and river fish consumption from the Tapajós (Brazil) and St. Lawrence (Canada).** *Environ Toxicol Pharmacol* 12, 2002. pp. 93-6.
- MERGLER, D.; ANDERSON, H. A.; CHAN, L. H.; MAHAFFEY, K. R.; MURRAY, M.; SAKAMOTO, M.; STERN, A. H. **The Panel on Health Risks and Toxicological Effects of Methylmercury exposure and health effects in humans: a worldwide concern** *Ambio* 36(1), 2007. pp. 3-11.
- METCALFE, O.; HIGGINS, C. **Healthy public policy - is health impact assessment the cornerstone?** *Public Health*, 123 (4), 2009. pp. 453-462

- MONRROY, S. X.; LOPEZ, R. W.; ROULET, M.; BENEFICE, E. **Lifestyle and mercury contamination of Amerindian populations along the Beni river (lowland Bolivia)**. J Environ Health. 71(4), 2008. pp. 44-50.
- NASCIMENTO, E. S.; CHASIN, A. A. M. **Ecotoxicologia do mercúrio e seus compostos**. Série cadernos de referência ambiental v1. CRA, 2001.
- NETTO, G. F.; CARNEIRO, F. F.; ARAGÃO, L. G. T. Saúde e Ambiente: reflexões para um novo ciclo do SUS. In: CASTRO, A.; MALO, M. **SUS - Ressignificando a Promoção da Saúde**. São Paulo: HUCITEC/OPAS, 2006, pp. 152-157.
- NRC, National Research Council. **Toxicological effects of methylmercury**. Washington DC: National Academies Press, 2000.
- OLIVEIRA, R. C. **Caracterização do consumo de peixe como via de exposição ao mercúrio na população do lago Puruzinho-Amazônia**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Rondônia – UNIR. Núcleo de Ciência e Tecnologia. Porto Velho, 2006.
- OLIVEIRA, R.; DÓREA, J.; BERNARDI, J. V.; BASTOS, W.; ALMEIDA, R.; MANZATTO, A. **Fish Consumption, Seasonal Variations, and Impact on Hair-Mercury of Subsistence Riverside Dwellers of the Rio Madeira (Amazon)**. Epidemiology, 20 (6), 2009. p S16.
- OMS, Organização Mundial da Saúde. **Obesidade: prevenindo e controlando a epidemia global**. São Paulo: Roca; 2004.
- PACHECO-FERREIRA H. **Mercúrio na Amazônia: efeitos sobre a saúde das populações ribeirinhas**. Tese de doutorado. Belém: Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, Universidade Federal do Pará; 2001.
- PALHETA, D.; TAYLOR, A. **Mercury in environmental and biological samples from a gold mining area in the Amazon region of Brazil**. Sci Total Environ 168, 1995. pp. 63-9.
- PASSOS, C. J. S.; MERGLER, D. **Human mercury exposure and adverse health effects in the Amazon: a review**. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 24 Sup 4, 2008. pp. S503-S520.
- PASSOS, C. J. S.; MERGLER, D.; LEMIRE, M.; FILLION, M.; GUIMARÃES, J. R. D. **Fish consumption and bioindicators of inorganic mercury exposure**. Sci Total Environ 373, 2007. pp. 68-76.

- PASSOS, C. J.; LUCOTTE, M.; QUEIROZ, A.; MERGLER, D.; PELEJA, R.; GOCH, Y.; et al. **Condições sócio-econômicas e exposição ao mercúrio (Hg) através do consumo de peixe:** um estudo de caso em Santarém, Pará, Brasil. *Revista Saúde Ambiente* 6, 2003. pp. 3-11.
- PASSOS, C. J.; MERGLER, D.; FILLION, M.; LEMIRE, M.; MERTENS, F.; GUIMARÃES, J. R.; et al. **Epidemiologic confirmation that fruit consumption influences mercury exposure in riparian communities in the Brazilian Amazon.** *Environ Res* 105, 2001. pp. 183–93.
- PFEIFFER, W. C.; LACERDA, L. D.; MALM, O.; SOUZA, C. M. M.; SILVEIRA, E. G.; BASTOS, W. R. **Mercury concentrations in inland waters of goldmining áreas in Rondônia, Brasil.** *The Science of the Total Environment*. 88, 1989. pp. 233-240.
- PINHEIRO, M. C. N.; CRESPO-LÓPEZ, M. E.; VIEIRA, J. L. F.; OIKAWA, T.; GUIMARÃES, G. A.; ARAÚJO, C. C.; et al. **Mercury pollution and childhood in Amazon riverside villages.** *Environ Int*, 33, 2007. pp. 56-61.
- PINHEIRO, M. C. N.; et al. **Avaliação da contaminação mercurial mediante análise do teor de Hg total em amostras de cabelo em comunidades ribeirinhas do Tapajós, Pará, Brasil.** *Rev. Soc. Bras. Med. Trop.*, Uberaba 33, n. 2., 2000.
- PINHEIRO, M. C. N.; OIKAWA, T.; VIEIRA, J. L. F.; GOMES, M. S. V.; GUIMARÃES, G. A.; CRESPO-LÓPEZ, M. E.; et al. **Comparative study of human exposure to mercury in riverside communities in the Amazon region.** *Braz J Med Biol Res* 39, 2006. pp. 411-4.
- PINHEIRO, M. C.; MULLER, R. C.; SARKIS, J. E.; VIEIRA, J. L.; OIKAWA, T.; GOMES, M. S.; GUIMARAES, G. A.; NASCIMENTO, J. L.; SILVEIRA, L. C. **Mercury and selenium concentrations in hair samples of women in fertile age from Amazon riverside communities.** *Sci Total Environ* 349, 2005. pp. 284-288.
- PIRRONE, N.; MAHAFFEY, K. R. (eds) **Dynamics of Mercury Pollution on Regional and Global Scales:** Atmospheric Processes and Human Exposures Around the World. Springer-Verlag, New York, 2005.
- QUITÉRIO, L.A.D. e VALENTIM, L.S.O. Utilizando o “**Termo de Ajustamento de Conduta**” para abordar aspectos de saúde num caso de

- contaminação ambiental.** In: ANAIS DO VII CONGRESSO BRASILEIRO DE SAÚDE COLETIVA. Brasília: Associação Brasileira de Saúde Coletiva, 29/07 a 02/08/2003.
- RICE D. C. **Overview of modifiers of methylmercury neurotoxicity:** chemicals, nutrients, and the social environment. *Neurotoxicology* 29(5), 2008. pp. 761-6.
- RIGOTTO, R. M. **The inclusion of health in environmental impact studies:** case report of a coal-fired power plant in Ceará State/ Inserção da saúde nos estudos de impacto ambiental: o caso de uma termelétrica a carvão mineral no Ceará. *Revista Ciência & Saúde Coletiva*, 14 (6), 2009. pp. 2049-2059.
- ROULET, M.; LUCOTTE, M.; FARELLA, N.; SERIQUE, G.; COELHO, H.; PASSOS, S. C. J.; SILVA.; E DE JESUS DA SILVA., P.; SCAVONE DE ANDRADE.; MERGLER, D., GUIMARÃES, J. R. D.; AMORIM, M. **Effects of Recent Human Colonization on the Presence of Mercury in Amazonian Ecosystems.** *Water, Air and Soil Pollution*. 00, 1998. pp. 1-17.
- SAKAMOTO, M. *et al.* **Changes in mercury concentrations of segmental maternal hair during gestation and their correlations with other biomarkers of fetal exposure to methylmercury in the Japanese population.** *Environ Res* 106, 2008. pp. 270–276.
- SAKAMOTO, M. *et al.* **Maternal and fetal mercury and n-3 polyunsaturated fatty acids as a risk and benefit of fish consumption to fetus.** *Environ Sci Technol* 38, 2004. pp. 3860–3863.
- SAKAMOTO, M. *et al.* **Mercury and heavy metal profiles of maternal and umbilical cord RBCs in Japanese population.** *Ecotox. Environ. Safety* 73, 2010. pp. 1-6.
- SANTOS, E. C. O.; JESUS, I. M.; BRABO, E. S.; CÂMARA, V. M.; FAYAL, K. F.; LIMA M.. **Exposição ao mercúrio e ao arsênio em estados da Amazônia.** síntese dos estudos do Instituto Evandro Chagas/FUNASA. *Revista Brasileira de Epidemiologia* 6(2), 2003. pp. 171–185.
- SANTOS, E. C. O.; JESUS, I. M.; BRABO, E. S.; CÂMARA, V. M.; LIMA M. O.; *et al.* **Mercúrio no Rio Negro, Amazonas, Brasil – estudo preliminar de indicadores de exposição no pescado e em populações humanas.** *Cad Saúde Colet (Rio J)* 13, 2005. pp. 225-36.

- SANTOS, E. C. O.; JESUS, I. M.; BRABO, E. S.; CÂMARA, V. M.; LOUREIRO, E. C. B.; MACARENHAS, A. F.; et al. **Exposure to mercury in the urban population of Rio Branco City, State of Acre, Brazil.** Bull Environ Contam Toxicol 69, 2002. pp. 314-9.
- SANTOS, E. C. O.; JESUS, I. M.; BRABO, E. S.; et al. **Mercury exposures in riverside Amazon communities in Pará, Brazil.** Environ Res 84, 2000. pp. 100-
- SANTOS, E. O. Garimpagem e saúde. In: MATHIS, A.; REHAAG, R. (org.) **Conseqüências da garimpagem no âmbito social e ambiental da Amazônia.** Belém: Editora Cepuj; 1993. pp. 36-72.
- SARTORELLI, D. S.; FRANCO, L. J. **Tendências do diabetes mellitus no Brasil: o papel da transição nutricional.** Cad Saúde Pública 19 Suppl 1, 2003. pp. S29-36.
- SCHOEMAN, K.; BEND, J. R.; HILL, J.; NASH, K.; KOREN, G. **Defining a lowest observable adverse effect hair concentrations of mercury for neurodevelopmental effects of prenatal methylmercury exposure through maternal fish consumption: a systematic review.** Ther Drug Monit. 31(6), 2009. pp. 670-82.
- SCHULZ, A. R. **Variações inter-individuais em biomarcadores de exposição ao mercúrio em uma população ribeirinha do rio Tapajós, Pará.** Tese de doutorado. Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto (FCFRP), 2009.
- SILBERGELD, E. NYLAND, J. **Mercury exposures and autoimmune disease.** Toxicol Appl Pharmacol 197, 2004.
- SILVA, A. R. B. Tapajós gold garimpos. In: VILLAS-BÔAS, R. C.; BEINHOFF, C.; SILVA, A. R. (eds.). **Mercury in the Tapajós Basin.** Rio de Janeiro: Centro de Tecnologia Mineral/Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico/ Subprograma de Tecnología Mineral, Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo/Interagency Modeling and Atmospheric Assessment Center; 2001. pp. 31-50.
- SILVA, I. A.; NYLAND, J. F.; GORMAN, A.; PERISSE, A.; VENTURA, A. M.; SANTOS, E. C.; SOUZA, J. M.; BUREK, C. L.; ROSE, N. R.; SILBERGELD, E. K. **Mercury exposure, malaria, and serum antinuclear/antinucleolar**

- antibodies in Amazon populations in Brazil:** a cross-sectional study. *Environ Health* 3, 2004 pp. 11.
- SLATER, B.; MARCHIONI, D. L.; FISBERG, R. M. **Estimando a prevalência da ingestão inadequada de nutrientes.** *Rev Saúde Pública.* 38(4), 2004. pp. 599-605.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA. **V Diretrizes Brasileiras de Hipertensão.** *Arq Bras Cardiol.*, 2006. pp. 1-48.
- STERN. A. H. **A review of the studies of the cardiovascular health effects of methylmercury with consideration of their suitability for risk assessment.** *Environ. Res.* 98, 2005. pp. 133–142.
- STOKES-RINER A, THURSTON SW, J MYERS G, DUFFY EM, WALLACE J, BONHAM M, ROBSON P, SHAMLAYE CF, STRAIN JJ, WATSON G, DAVIDSON PW. A longitudinal analysis of prenatal exposure to methylmercury and fatty acids in the Seychelles. *Neurotoxicol Teratol.* 2011 Mar-Apr;33(2):325-8.
- SURKAN, P. J.; WYPIJ, D.; TRACHTENBERG, F.; DANIEL, D. B.; BARREGARD, L.; MCKINLAY, S.; BELLINGER, D. C. **Neuropsychological function in school-age children with low mercury exposures** *Environ Res.* 109(6), 2009. pp. 728–733.
- TAVARES, L. M. T.; CÂMARA, V. M.; MALM, O.; SANTOS, E. C. O. **Performance on neurological development tests by riverine children with moderate mercury exposure in Amazonia, Brazil.** *Cad. Saúde Pública,* Rio de Janeiro, 21(4), 2005. pp.1160-1167.
- UNEP, UNITED NATIONS ENVIRONMENTAL PROGRAM. **Global mercury assessment.** Chemicals. Geneva: United Nations Environmental Program; 2002.
- USEPA, UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Mercury Study Report to Congress.** USEPA: 1997.
- USEPA, UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Proposed National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants; and, in the Alternative, Proposed Standards of Performance for New and Existing Stationary Sources: Electric Utility Steam Generating Units.** USEPA: 2004.

- USEPA, UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Supplementary Guidance for Conducting Health Risk Assessment of Chemical Mixtures**. Washington, DC, 2000.
- VAHTER M. *et al.* **Longitudinal study of methylmercury and inorganic mercury in blood and urine of pregnant and lactating women, as well as in umbilical cord blood**. *Environ Res.* Oct 84(2), 2000. pp. 186–194.
- VAN WIJNGAARDEN, E.; BECK, C.; SHAMLAYE, C. F.; CERNICHIARI, E.; DAVIDSON, P. W.; MYERS, G. J.; CLARKSON, T. W. **Benchmark concentrations for methyl mercury obtained from the 9-year follow-up of the Seychelles child development study**. *Neurotoxicology* 27, 2006. pp. 702–709
- VASCONCELOS, M. B. A.; BODE, P.; PALETTI, G.; CATHARINO, M. G. M.; AMMERLAAN, K.; SAIKI, M.; *et al.* **Determination of mercury and selenium in hair samples of Brazilian Indian populations living in the Amazonic region by NAA**. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* 244, 2000. pp. 81-5.
- VASCONCELOS, M. B. A.; SAIKI, M.; PALETTI, G.; PINHEIRO, R. M. M.; BARUZZI, R. G.; SPINDEL, R. **Determination of mercury in head hair of Brazilian population groups by neutron activation analysis**. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* 179, 1994. pp. 369-76.
- VEIGA, M. M.; MEECH, J. A.; ONATÉ, N. **Mercury pollution from deforestation**. *Nature* 368 (6474), 1994. pp. 816-817
- VIRTANEN, J. K.; VOUTILAINEN, S.; RISSANEN, T. H.; MURSU, J.; TUOMAINEN, T. P.; KORHONEN, M. J.; VALKONEN, V. P.; SEPPANEN, K. *et al.* **Mercury fish oils, and risk of acute coronary events and cardiovascular disease, coronary heart disease, and all-cause mortality in men in eastern Finland**. *Arterioscler. Thromb. Vasc. Biol.* 25, 2005. pp. 228–233.
- WASSERMAN, J. C.; HACON, S.; WASSERMAN, M. A. **Biogeochemistry of mercury in the Amazonian environment**. *Ambio* 2003; 32 (5) pp. 336-342.
- WHO, WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Guidance for Identifying Populations at Risk from Mercury Exposure**. Geneva, Suíça: 2008.
- WHO, WORLD HEALTH ORGANIZATION. **International Program in Chemical Safety (IPCS)**. Environmental health criteria 101 methyl mercury.

- Geneva: World Health Organization, 1990
- WHO/NUT/NCD WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Obesity: preventing and managing the global epidemic.** 98.1. Geneva, 1997.
- WICKRE, J. B.; FOLT, C. L.; STURUP, S.; KARAGAS, M. R. **Environmental exposure and fingernail analysis of arsenic and mercury in children and adults in a Nicaraguan gold mining community.** Arch. Environ. Health 59, 2004. pp. 400–409.
- YASUTAKE, A.; MATSUMOTO, M.; YAMAGUCHI, M. HACHIYA; N. **Current hair mercury levels in Japanese for estimation of methylmercury exposure** J. Health Sci. 50, 2004. pp. 120–125.
- YOKOO, E. M.; VALENTE, J. G.; GRATTAN, L.; SCHMIDT. S. L.; PLATT, I; SILBERGELD, E. K. **Low level methylmercury exposure affects neuropsychological function in adults.** Environmental Health: A Global Access Science Source 2003, 2.
- YOSHIZAWA, K.; RIMM, E. B.; MORRIS, J. S.; SPATE, V. L.; HSIEH, C. C.; SPIEGELMAN, D.; STAMPFER, M. J.; WILLETT, W. C. **Mercury and the risk of coronary heart disease in men.** N. Engl. J. Med. 347, 2002. pp. 1755–1760.
- YSART, G.; MILLER, P.; CROASDALE, M.; CREWS, H.; ROBB, P.; BAXTER, M.; DE L'ARGY, C.; HARRISON, N. **1997 UK Total Diet Study** — dietary exposures to aluminium, arsenic, cadmium, chromium, copper, lead, mercury, nickel, selenium, tin, and zinc. Food Addit. Contam. 17, 2000. pp. 775–786.