

# Contaminação do mercúrio em populações de garimpos de ouro em área da Amazônia legal: apurando o diagnóstico da realidade Kayapó\*

Aguinaldo Gonçalves\*\*

Iris Ferrari\*\*\*

Antônio Barbosa\*\*\*

Olympio Serra\*\*\*

Carlos Roberto Padovani\*\*\*\*

Iara Brasileiro\*\*\*

Neusa Nunes da Silva e Gonçalves\*\*\*\*\*

\* Projeto fomentado pela Fundação Mata Virgem e Fundo de Apoio ao Ensino e Pesquisa da Unicamp.

\*\* Departamento de Ciências do Esporte, Faculdade de Educação Física da Universidade Estadual de Campinas – Rua Érico Veríssimo, 701 – 13083-970 – Campinas – SP.

\*\*\* Universidade de Brasília – Campus Universitário – Asa Norte – 70910-000 – Brasília – DF.

\*\*\*\* Departamento de Estatística – Instituto de Biociências da UNESP – Campus de Botucatu – Rubião Jr., – 18618-000 – Botucatu – SP.

\*\*\*\*\* Departamento de Medicina Preventiva e Social – Faculdade de Ciências Médicas da Unicamp – Cidade Universitária Zeferino Vaz - Distrito de Barão Geraldo – 13081-000 – Campinas – SP.

GONÇALVES, Aguinaldo et al. Contaminação do mercúrio em populações de garimpos de ouro em área da Amazônia legal: apurando o diagnóstico da realidade Kayapó. *Saúdevisa*, Bauru, v. 18, n. 1, p. 37-52, 1999.

## RESUMO

*Informam-se as distribuições de frequência de contaminação pelo mercúrio em comunidades indígenas e garimpeiras adstritas a sítios de exploração às margens no Rio Fresco, no sul do Estado do Pará, em duas reservas dos Kayapó, grupo lingüístico Gê: a dos Gorotire e a dos Djudjektire. Do total de dosimetrias processadas em unidade laboratorial móvel na área, por método analítico de determinação baseado na transformação rápida por espectrofotometria de absorção atômica em cabelo, urina e sangue, mais amplamente em 625 unidades observacionais alocadas randomicamente, relatam-se os valores encontrados em 345 pessoas. Os resultados são bastante numerosos, mas, em essência, indicam, tanto no plano descritivo quanto analítico, que: a) os três grupos estudados são predominantemente jovens; b) a contaminação pelo mercúrio atinge a extensa maioria dos garimpeiros e a integralidade dos índios, com valores mais elevados, em ambas as aldeias, nos mais idosos; c) há predominio, na decomposição das dosimetrias mais elevadas de cabelo, de mercúrio orgânico entre os índios e de inorgânico entre os garimpeiros; d) nestes, as medidas de tempo de garimpo, de queima e número de malárias são elevadas e correlacionadas; e) os valores urinários elevados, contrariamente ao observado nas outras matrizes, estão mais presentes em garim-*

*peiros que nos índios; f) entre estes, os mais idosos apresentam as dosimetrias mais elevadas na urina e no sangue; g) em garimpeiros, maiores valores do metal na urina estão correlacionados a maiores valores no cabelo. Discutindo-se tais informações, busca-se dimensionar seu impacto e significado sobre as realidades estudadas.*

**Unitermos:** hidrargirismo, dosimetria, Kayapó.

## INTRODUÇÃO

Este texto trata de determinantes, resultados e análises de iniciativa decorrente de duas vertentes básicas relacionadas à saúde: de um lado, a questão da destruição ambiental; por outro, os danos genéticos a atingir agrupamentos humanos, particularmente aqueles social e economicamente situados na nosografia carencial da modernidade, com suas substâncias e agentes clastógenos e mutagênicos. A partir de nosso núcleo básico de pesquisadores então reunidos em torno dessas inquietudes na Universidade de Brasília e de orientandos e colaboradores, foi se consolidando um grupo interdisciplinar, cujas investigações exploratórias tomaram como objeto de estudo garimpos localizados em torno da cidade de Porto Nacional, Estado do Tocantins. Trataram-se de projetos subsidiados pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e pelo National Institute of Environmental Health Sciences (NIEHS, U.S.A), acompanhados por gestões do Centro de Referência da Organização Mundial de Saúde (Centro de Ciências Ambientais da Saúde da Faculdade de Medicina e Odontologia da Universidade de Rochester, Serviço do Prof. T. Clarkson), publicados na Revista Brasileira de Saúde Ocupacional (Ferrari et al., 1992a, b) e discutidos em Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (Ferrari et al., 1992c).

A seguir, veio o compromisso para trabalhar novas preocupações com as principais vítimas envolvidas, já parcialmente destruídas por muitas outras ameaças, os índios brasileiros. Foi então que, junto aos Kayapó, vivendo contraditoriamente a realidade das aldeias perquiridas, procurou-se construir uma “matriz metodológica a partir da lógica médica”. De fato, a presente comunicação relata o diagnóstico de situação dos efeitos à saúde pelo uso do mercúrio em garimpos de ouro nas terras dos Gorotire e Djudjektire.

Atualmente, começam a se acumular evidências dos danos causados à espécie humana pela referida exposição profissional e ambiental (World Health Organization, 1990). Nesse sentido, a conhecida epidemia da baía de Minamata, no Japão, legou vivo acervo de informações acerca das manifestações clínicas (Fujino, 1988) e características epidemiológicas (Fujino & Kozuma, 1988) dessa intoxicação, atuando como episódio gerador da consciência sanitária com que distintos seg-

GONÇALVES, Aginaldo et al. Contaminação do mercúrio em populações de garimpos de ouro em área da Amazônia legal: apurando o diagnóstico da realidade Kayapó. *Salusvita*, Bauru, v. 18, n. 1, p. 37-52, 1999.

mentos organizados da sociedade civil vêm manejando as situações posteriores de ocorrência do agravo em diferentes partes do mundo.

Em nosso meio, a situação é, sobretudo, grave pelo fato de tal elemento químico ser amplamente utilizado em garimpos de ouro, extremamente numerosos de modo geral no país e em específico na Amazônia Legal (Fernandes & Portela, 1991). Acentua ainda mais o problema o fato de ser empregado em processo produtivo bastante primitivo, no qual é utilizado em dois momentos distintos. No dizer de Martinelli et al. (1988): “na primeira fase, sedimentos são aspirados do rio e passam sobre um série de tapetes, dos quais o mercúrio inevitavelmente escapa para o rio; na segunda, o ouro é purificado pelo aquecimento do amálgama e evaporação do mercúrio”. Na realidade, muitas são as ameaças provocadas pelas condições com que atualmente se dá tal extrativismo econômico, como assoreamento dos rios e más condições de trabalho (Veiga & Fernandes, 1991).

As informações disponíveis são realmente preocupantes. Referindo-se à situação de já uma década atrás (1989), Ferreira (1991) destaca em relação a fontes e usos legais do mercúrio no Brasil, entre outros aspectos, que: i) registrou-se crescimento contínuo e expressivo de importação do metal a partir de 1984, atingindo, à época, a cifra de 337 toneladas, sem se computarem os lotes que não chegaram ao destino final; ii) o grande usuário da forma metálica continua a ser o garimpo de ouro, com consumo anual da ordem de 168 toneladas; iii) foram perdidos e não recuperados 62%, correspondentes a aproximadamente 210 toneladas; (iv) concentrando-se 80% das perdas na atividade garimpeira, i.e., 168 toneladas.

Mas, potencialmente, a situação não se circunscreve apenas ao âmbito local, embora seja ele o primeiro anteparo do risco. Além dos aspectos da dispersão do ciclo bio-geo-químico do mercúrio que o fazem atingir ubiquamente o planeta (Galvão & Corey, 1987), a contaminação na Amazônia em decorrência do garimpo encerra algumas peculiaridades inexistentes nas outras situações análogas, em nível mundial, sendo de se destacar: i) a multiplicidade de fontes (estimadamente, em termos oficiais, mais de 180 pontos na hiléia brasileira); ii) a extensão territorial envolvida: neste sentido, “no Pará, existem cinco principais regiões garimpeiras; só Tapajós dispõe de área real da ordem de 600 mil km<sup>2</sup>, uma vez e meia a área da Suíça, sendo a maior província garimpeira do mundo” (Silva, 1990); e iii) o transporte de peixes aí contaminados para abastecimento dos grandes centros.

A tendência geral de riscos apontada pelo conjunto de fatos acima mencionados compatibiliza-se com as alterações detectadas em habitantes da Região em investigações de campo conduzidas anteriormente em outros projetos de nosso grupo (QUADRO 1). Contrariamente, parece opor-se ao revelado pelo cotejo com relatos de outros pesquisadores atuantes na área em nosso meio (QUADRO 2), pois estes expressam, destacadamente, que a maioria das pesquisas do metal em

cabelo realizadas anteriormente na Amazônia indicou valores inferiores aos observados em pessoas afetadas em período pré-clínico ou com distúrbios psicomotores.

QUADRO 1. Informações mais relevantes acerca da exposição ocupacional e ambiental do mercúrio obtidas nas investigações anteriores do grupo

Investigação anterior	Informações mais relevantes
Ferrari et al., 1992	Não só garimpeiros, mas também seus familiares, apresentam taxas de valores urinários de dosimetria de mercúrio estatisticamente distintas das observadas em controles normais.
Ferrari et al., 1992 b	Correlação (negativa) significativa entre valores de mercúrio no cabelo e frequência percentual de quebras cromatídicas ( $r_s = -0,393$ ; $t = 2,341$ e $p < 0,05$ ).
Ferrari et al., 1993	Entre índios contaminados com valores elevados no cabelo, 75% das unidades observacionais correspondem a gestantes.

QUADRO 2. Valores dosimétricos de mercúrio em diferentes situações estudadas

Situações estudadas	Valores dosimétricos (matriz biológica*)
1) Residentes no garimpo do Cuiu-Cuiu (PA)	Acima de 6 ppm - 17 das 46 pessoas estudadas (c)
2) Garimpeiros da Amazônia (52 pessoas em quatro estudos diferentes) **	0,04 a 68,98 ppm (c)
3) Ribeirinhos da Amazônia (86 pessoas em sete estudos diferentes)	0,25 a 31,8 ppm (c)
4) 8 índios Kayapó-Goritire***	3,10 a 6,34 ppm (c)
5) Garimpeiros e habitantes do ecossistema do Rio Madeira ****	1,00 a 26,7 ppm (c)
6) Afetados pelo Síndrome de Minamata em período pré-clínico	50 a 300 ppm (c)
7) Indivíduos com distúrbios psicomotores e tremores	Acima de 300 (u) e 200 ppb (s) e entre 50 (c)
8) Populações consumindo níveis moderados ou discretos de peixe contaminado	Abaixo de 30 ppb (s)
9) 35 habitantes de região do garimpo (Itaituba-PA)	Acima de 200 ppb - 74% da amostra (s)
10) 19 trabalhadores de região do Tapajós	4 a 64 ppb, com média de 33 ppb (s)

\* c... Cabelo; s... Sangue; u... Urina

\*\* Inclui estudo com 11 índios venezuelanos

Fonte:\*\*\* Couto et al., 1988, \*\*\*\* Pfeifer et al., 1991 e Hacon, 1990.

Face exatamente a tal contraponto, expressaram-se os objetivos específicos do presente projeto, a partir da decisão prévia de levá-lo a cabo no interior e proximidades das terras dos índios Kayapó, no sul do Pará, à beira do rio Fresco. Pretendeu-se, portanto:

GONÇALVES,  
Aguinaldo et al.  
Contaminação do  
mercúrio em popu-  
lações de garimpos  
de ouro em área da  
Amazônia legal:  
apurando o diagnós-  
tico da realidade  
Kayapó. *Salusvita*,  
Bauru, v. 18, n. 1,  
p. 37-52, 1999.

1. Caracterizar a abrangência da contaminação humana do mercúrio em quatro grupos populacionais básicos: i) Kayapó Grotire; ii) Kayapó Djudjektire; iii) ribeirinhos; e iv) garimpeiros.
2. Conhecer os valores das dosimetrias de mercúrio em tais grupos, i) estratificadamente em faixa etária e sexo, para os três primeiros casos; ii) nas três matrizes biológicas pertinentes - cabelo, sangue e urina-; iii) nas duas formas químicas básicas do elemento-orgânica e inorgânica-; iv) buscando relacionar tanto essas variáveis entre si; v) quanto com outros fatos de interesse, como, v.g., número progresso de malárias sofridas e tempo de exposição.
3. Descrever e comparar as frequências de aberrações cromossômicas nos grupos considerados.
4. Desenvolver seguimento descritivo-analítico dos indicadores de contaminação em gestantes, puérperas e neo-natos.

Com exceção do relativo a ribeirinhos, ao específico do seguimento materno-infantil e das aberrações cromossômicas, cujas análises de resultados ainda estão em curso com vistas a compor textos posteriores, descrevem-se, a seguir, os procedimentos adotados, bem como apresentam-se e discutem-se os dados mais gerais já disponíveis.

Já dizia Chang (1979): “em virtude de seus efeitos citopáticos específicos e dinâmicos tanto em adultos, fetos e estruturas hereditárias, sua simplicidade de metabolismo, sua longa meia-vida em células e tecidos e sua habilidade de avaliação por numerosos métodos, o mercúrio pode ser considerado como modelo ideal de composto para investigação de lesão celular, morte celular, teratologia, citogenética, mutagênese e toxicologia comportamental”. No caso brasileiro, a questão, como se depreende, e os resultados a serem apresentados reforçam realisticamente esta percepção, não se trata apenas de sedução pelo interesse acadêmico.

## MATERIAL E MÉTODOS

O projeto global efetivou-se em três expedições básicas, nas quais a alocação das unidades observacionais se distribuiu conforme expresso na TABELA 1, perfazendo total de 625 pessoas. Procedimentos exploratórios gerais foram empreendidos na primeira e médicos específicos na segunda, de sorte que, acompanhados de descrição sucinta das populações de origem (características geográficas, étnicas, sócio-econômicas e culturais), configuraram objeto de comunicações anteriores (respectivamente Ferrari et al., 1992 c e Spindel et al., 1992). O presente relato, portanto, refere-se aos dados obtidos de 345 pessoas, alocadas randomicamente e cuja composição se expressa nas TABELAS 1 e 2.

TABELA 1 - Estratificação das unidades observacionais segundo grupo populacional e expedição.

Grupo Populacional	Expedição			Total
	1ª	2ª (%)	3ª	
Índios	24	215 (62,32)	178	417
Gorotire	13	165(47,83)	135	313
Djudjektire	11	50 (14,49)	43	104
Garimpeiros	12	130 (37,68)	—	142
Ribeirinhos	—	—	66	66
Total	36	345 (100,00)	244	625

TABELA 2 - Distribuição de freqüência das unidades observacionais das aldeias indígenas, segundo critério de alocação.

Critérios de Alocação	Gorotire		Djudjektire	
	F. absoluta	F. relativa (%)	F. absoluta	F. relativa (%)
Faixa etária	141	85,45	43	86,00
05 a 14 anos	30	18,17	10	20,00
15 a 24 anos	31	18,79	10	20,00
25 a 34 anos	25	15,15	5	10,00
35 a 44 anos	24	14,55	6	12,00
Maiores de 45 anos	31	18,79	12	24,00
Fator de risco	24	14,45	7	14,00
Grávidas	12	7,27	2	4,00
Puérperas	5	3,03	3	6,00
Indicação Clínica	7	4,25	2	4,00
Total	165	100	50	100,00

Deslocada unidade laboratorial móvel para a área, as dosimetrias foram processadas pelo método analítico de determinação baseado na transformação rápida de compostos por espectrofotometria de absorção atômica. Especificações detalhadas a respeito foram apresentadas em Ferrari et al. (1993).

O QUADRO 3, visando a contribuir para o entendimento dos valores apresentados a seguir, revê respectivos significados de contaminação, unidades e valores (elevados e críticos) segundo matriz biológica estudada.

Os procedimentos estatísticos adotados consistiram, no plano descritivo, da identificação de medidas de tendência central, posição e dispersão das distribuições de cada uma das variáveis consideradas (Bussab & Moretin, 1986), e, no plano analítico, de comparações pelo teste não paramétrico de Mann-Whitney e de medidas de correlações pelo coeficiente de Spearman (Padovani, 1991), a níveis correntes de significância (Gonçalves, 1982).

GONÇALVES, Aginaldo et al. Contaminação do mercúrio em populações de garimpos de ouro em área da Amazônia legal: apurando o diagnóstico da realidade Kayapó. *Salusvita*, Bauru, v. 18, n. 1, p. 37-52, 1999.

QUADRO 3 - Coordenadas básicas para dosimetria de mercúrio, segundo matriz biológica estudada.

Matriz Biológica	Significado de contaminação	Unidade	Valores	
			Elevados	Críticos
Cabelo	Melhor indicador de metilação	ppm	≥25	≥10
Sangue	Indicador de contaminação aguda (por Hg orgânico e/ou inorgânico)	ppb	≥10	-
Urina	Indicador de contaminação aguda e/ou crônica (por Hg orgânico e/ou inorgânico)	ppb	≥50	≥20

Finalmente, o número de pessoas atingidas nos grupos populacionais, segundo cada variável, é informado na TABELA 3.

TABELA 3 - Número de pessoas nos grupos populacionais considerados segundo variável estudada.

Variável estudada	Grupos considerados				Total
	Garimpeiros	Índios			
		Gorotire	Djudjektire	Ambos	
Idade	130	151	14	165	295
Tempo de garimpo, de queima e nº de malárias	130	—	—	—	130
Dosimetria em sangue (em ppb)	130	97	33	130	260
Dosimetria em urina (em ppb)	110	152	43	195	305
Dosimetria em cabelo (em ppm)	130	164	47	211	341

GONÇALVES, Aguinaldo et al. Contaminação do mercúrio em populações de garimpos de ouro em área da Amazônia legal: apurando o diagnóstico da realidade Kayapó. *Salusvita*, Bauru, v. 18, n. 1, p. 37-52, 1999.

## RESULTADOS

Os resultados disponíveis agrupam-se em dois conjuntos maiores de informações. As TABELAS 4, 5, 6 e 7 apresentam medidas descritivas (posição e variabilidade). Nesse sentido, as listagens 1 e 2 indicam para maior detalhamento. As conclusões dos estudos quantitativos analíticos são expressados na TABELA 8.

De fato, a TABELA 4, ao apresentar as medidas descritivas da idade dos grupos populacionais estudados, evidencia respectivos padrões entre Gorotire e garimpeiros como pessoas predominantemente jovens, contrariamente aos Djudjektire, conforme se constata pela inspeção de indicadores como as medidas de tendência central.

Quanto ao comportamento entre garimpeiros de aspectos que possam ser caracterizados como de risco (TABELA 5), registra-se compatibilidade ao verificarem-se, cotejadamente, os informes referentes a tempo de garimpo, tempo de queima e número de malárias. Embora

essas questões sejam retomadas com maior vigor, no plano analítico posteriormente; a esta altura, importa registrar a pouca dispersão dos dados, particularmente em relação à primeira de tais variáveis, ao se observarem os valores baixos do desvio padrão e do coeficiente de variação.

TABELA 4 - Medidas descritivas da idade (em anos) dos grupos populacionais estudados

Medidas descritivas	Grupos estudados		
	Gorotire	Djudjektire	Garimpeiros
Valor mínimo	0,00	10,00	16,00
Valor máximo	82,00	85,00	60,00
Quartil 25%	17,00	20,00	26,00
Mediana	26,00	57,50	31,00
Quartil 75%	41,00	67,00	40,00
Média	30,30	50,43	33,02
Desvio padrão	17,53	23,72	9,80
Tamanho amostral	151	14	130

TABELA 5 - Medidas descritivas das variáveis de risco no grupo de garimpeiros.

Medidas descritivas	Variáveis de risco		
	Tempo de Garimpo (em anos)	Tempo de queima (em anos)	Número de malárias
Valor mínimo	1,00	0,00	0,00
Valor máximo	21,00	13,00	60,00
Quartil 25%	5,00	1,00	2,00
Mediana	8,00	3,00	6,50
Quartil 75%	10,00	5,00	12,00
Média	7,92	3,33	10,57
Desvio padrão	3,55	3,03	12,48
Tamanho amostral	130	130	130

A apreciação conjunta dos três grupos populacionais e das três matrizes (TABELA 6) revela que: i) os valores urinários são mais elevados nos garimpeiros que nos índios, contrariamente ao observado em sangue e cabelo; ii) nesta matriz, chamam a atenção, particularmente, os valores do coeficiente de variabilidade, os mais baixos, comparativamente, nos três grupos considerados, em relação aos das distribuições registradas nas outras duas.

Mais especificamente, a TABELA 7 cumpre dupla finalidade, ao revelar as taxas de contaminação do mercúrio em índios e garimpeiros nos três meios biológicos: de pronto, revela que os percentuais verificados em sangue e urina são sensivelmente inferiores àqueles obtidos quando tais matrizes são interpretadas conjuntamente, situação em que se aproximam e quase se superpõem aos desvelados em cabelos.

GONÇALVES, Aguinaldo et al. Contaminação do mercúrio em populações de garimpos de ouro em área da Amazônia legal: apurando o diagnóstico da realidade Kayapó. *Salusvita*, Bauru, v. 18, n. 1, p. 37-52, 1999.



TABELA 6 - Medidas descritivas das dosimetrias no sangue, urina e cabelo dos grupos populacionais estudados e resultado do teste estatístico da comparação das concentrações de mercúrio.

Medidas descritivas	Sangue (ppb)			Urina (ppb)			Cabelo (ppb)		
	Go.	Dju.	Gar.	Go.	Dju.	Gar.	Go.	Dju.	Gar.
Tamanho amostral	97	33	130	97	33	110	164	47	130
Valor mínimo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40	3,00	0,00
Valor máximo	97,60	183,70	291,50	58,40	47,30	247,00	20,70	37,40	18,80
Quartil 25%	0,00	41,30	0,00	0,00	0,00	5,40	6,50	7,90	1,10
Mediana	12,70	63,25	0,00	6,25	6,10	16,10	8,45	10,90	1,80
Quartil 75%	32,90	94,90	20,60	28,00	26,50	36,70	8,40	14,10	2,70
Média	19,24	66,40	18,94	17,01	8,47	26,66	8,74	11,36	2,38
Desvio padrão	23,22	43,73	44,07	27,57	10,86	35,87	3,85	5,66	2,37
Índio x Gar.	4,06 (P < 0,01) [ I > G ]			3,97 (P < 0,01) [ I < G ]			13,83 (P < 0,01) [ I > G ]		

Go. ...Gortire; Dju...Djudjutire; Gar. ...garimpeiro; I. ...Índio.

TABELA 7 - Taxas percentuais da contaminação por mercúrio e número total de indivíduos (entre parênteses) segundo grupo estudado e matriz biológica.

Grupo	Matriz biológica			
	Sangue	Urina	Sangue e Urina	Cabelo
Gorotire	52,58 (97)	53,69 (152)	100,00 (77)	100,00 (164)
Djedjektire	87,88 (33)	58,14 (43)	100,00 (30)	100,00 (45)
Garimpeiro	57,69 (130)	80,00 (110)	90,00 (110)	83,10 (130)

TABELA 8 - Correlações de Spearman significativas entre as variáveis nas populações estudadas.

Variáveis / Populações	Valor do teste e de p
<b>Índios:</b>	
Dosimetria na urina e idade	0,54 (p < 0,01)
Dosimetria na urina e no sangue	0,42 (p < 0,05)
Dosimetria no sangue e idade	0,66 (p < 0,01)
<b>Garimpeiros:</b>	
Idade e tempo de garimpo	0,52 (p < 0,05)
Idade e tempo de queimador	0,23 (p < 0,05)
Idade e dosimetria na urina	- 0,32 (P < 0,05)
Tempo de garimpeiro e tempo de queimador	0,39 (p < 0,01)
Tempo de garimpeiro e número de malárias	0,36 (p < 0,05)
Tempo de queimador e número de malárias	0,33 (p < 0,05)
Número de malárias e dosimetria na urina	0,23 (p < 0,05)
Dosimetria na urina e no cabelo	0,31 (p < 0,01)
Dosimetria no sangue e no cabelo	0,23 (p < 0,05)

Assumindo contaminação como presença interpretada detectável do metal na matriz analisada, tais dados apontam para a magnitude dessa condição, a atingir a integralidade dos índios amostrados, de ambas as aldeias, e a extensa maioria dos garimpeiros.

Trata-se, a seguir, de se construir entendimento acerca dos valores mais elevados. Nesse sentido, a TABELA 10 aponta, segundo categoria amostral, que eles se concentram, tanto em Gorotire quanto sobretudo em Djudgetire, em pessoas com idades superiores a 45 anos, nas três amostras apreciadas; ademais, embora as situações mais altas em sangue e urina estejam entre os garimpeiros, o mesmo não se dá em cabelo. Decompondo-se estes valores em seus componentes orgânico e inorgânico (TABELA 11) constata-se, de fato, que o primeiro predomina entre os índios.

As correlações que se mostraram estatisticamente significantes (TABELA 8) indicam que, em índios, os mais idosos apresentam as maiores elevações no sangue e na urina, estando as distribuições destas matrizes correlacionadas positivamente; em garimpeiros, observou-se que: a) trabalhadores mais velhos têm mais tempo de profissão e de queima, este fato caracterizando-se por maior frequência de episódios de malárias; b) estes também têm menores valores do mercúrio na urina; c) maiores valores do metal na urina estão correlacionados a maiores valores no cabelo.

Em síntese, a tabela 9 fornece visão globalizadora dos perfis diferenciais das variáveis estudadas segundo cada um dos grupos.

TABELA 9 - Principais características observadas nos grupos considerados.

Características	Garimpeiros	Índios
Idade (anos)	Jovens (x = 30,30; Me= 26,00; Mo= 25,00)	Gorotire: Jovens (X =33,02; Me=31,00 e Mo=26,00)  Djudgetire: meia idade $\bar{X}$ =50,43; Me=57,50 e Mo=56,00)
Abrangência da Contaminação	90,00% em sangue e urina (n=110) e 83,10% em cabelo (n=130)	100,00% em sangue e urina (n=107) e em cabelo (n=211)
Predomínio de espécie e matriz	Hg inorgânico; urina	Hg orgânico; cabelo

GONÇALVES, Aguinaldo et al. Contaminação do mercúrio em populações de garimpos de ouro em área da Amazônia legal: apurando o diagnóstico da realidade Kayapó. *Salusvita*, Bauru, v. 18, n. 1, p. 37-52, 1999.

TABELA 10 - Valores dosimétricos mais elevados registrados nos diferentes grupos de alocação em sangue, urina e cabelo.

Grupos de alocação		Matrizes biológicas		
		Sangue (ppb)	Urina (ppb)	Cabelo (ppm)
Gorotire	5 a 14 anos	NC	52,0	15,1
	15 a 24 anos	97,6	110,5	13,8
	25 a 34 anos	62,1	54,8	20,7
	35 a 44 anos	45,5	58,4	17,6
	Maiores de 45 anos	74,0	56,4	18,9
	Grávidas	53,3	66,7	13,1
	Puérperas	51,8	24,9	13,5
	Indicação clínica	40,2	44,7	14,7
Djudjektire	5 a 14 anos	NC	14,4	17,9
	15 a 24 anos	77,3	19,0	18,6
	25 a 34 anos	131,3	20,4	19,7
	35 a 44 anos	119,0	41,1	15,1
	Maiores de 45 anos	183,3	47,3	37,4
	Grávidas	NC	16,8	NC
	Puérperas	67,2	14,7	9,1
	Indicação clínica	79,9	NC	12,7
Garimpeiros		291,5	247,1	18,8

N.C... não coletado

GONÇALVES,  
Aguinaldo et al.  
Contaminação do  
mercúrio em popu-  
lações de garimpos  
de ouro em área da  
Amazônia legal:  
apurando o diagnós-  
tico da realidade  
Kayapó. *Salusvita*,  
Bauru, v. 18, n. 1,  
p. 37-52, 1999.

TABELA 11 - Decomposição dos valores mais altos de Hg(\*) encontrados em cabelo, em inorgânico e percentual de orgânico e correspondentes dosimetrias em sangue e urina.

Nº (de ordem e arquivo)	Matriz biológica		Decomposição do cabelo		
	Sangue (ppb)	Urina (ppb)	Cabelo (ppm)	Inorgânico	% Orgânico
1 , 36,	NC	52,0	15,1	2,0	86,8
2 , 89,	0	0	16,6	2,3	86,1
3 , 100,	NC	0	20,7	2,4	88,4
4 , 102,	NC	6,1	14,5	1,4	90,3
5 , 105,	NC	0	15,0	2,1	86,0
6 , 107,	NC	0	17,1	1,8	89,5
7 , 109,	NC	0	14,7	1,6	89,1
8 , 113,	28,6	43,2	15,0	2,0	86,7
9 , 120,	NC	16,1	16,6	1,2	92,8
10 , 129,	NC	NC	17,6	6,3	64,2
11 , 144,	70,7	2,1	18,9	1,6	91,5
12 , 151,	39,8	40,8	16,7	1,9	88,6
13 , 152,	37,2	0	16,7	1,1	93,4
14 , 175,	NC	0	14,4	2,5	82,6
15 , 176,	NC	0	17,9	3,2	82,1
16 , 185,	70,2	12,0	14,3	1,6	88,8
17 , 190,	77,3	14,2	18,6	2,4	87,1
18 , 194,	131,3	20,4	14,1	1,5	89,4
19 , 195,	94,9	15,9	19,7	2,1	89,3
20 , 197,	61,2	0	17,7	3,7	79,1
21 , 213,	121,2	0	18,0	4,6	74,4
22 , 214,	183,7	26,5	37,4	4,9	86,9
23 , 299,	90,8	NC	12,5	9,7	22,4
24 , 335,	34,2	41,8	18,8	13,9	26,1

(\*) A partir dos 76 valores de Hg superiores a 10 ppm.

## DISCUSSÃO

Questões que, anteriormente vinham sendo postas de forma atomizada ou circunscrita, agora, com os resultados apresentados, são retomadas de modo mais vigoroso, face à robustez (conferida pela massa de unidades observacionais) e à precisão (decorrente da análise inferencial), com que se expressam. Nesse sentido, a primeira questão que se põe é a da magnitude da contaminação em nosso meio, dadas as características particularmente favoráveis propiciadas pelo garimpo brasileiro na Amazônia, já mencionadas na introdução. De fato, a abrangência em 100% dos índios estudados noticiada por Ferrari et al. (1992c), nas três matrizes empregadas, se consolida com a informação de 260 amostras em sangue, 305 em urina e 341 de cabelo; comprova-se, assim, que a presença do mercúrio se revela perversamente mais ubíqua para os índios,

GONÇALVES, Aginaldo et al. Contaminação do mercúrio em populações de garimpos de ouro em área da Amazônia legal: apurando o diagnóstico da realidade Kayapó. *Salusvita*, Bauru, v. 18, n. 1, p. 37-52, 1999.

GONÇALVES,  
Aguinaldo et al.  
Contaminação do  
mercúrio em popu-  
lações de garimpos  
de ouro em área da  
Amazônia legal:  
apurando o diagnós-  
tico da realidade  
Kayapó. *Salusvita*,  
Bauru, v. 18, n. 1,  
p. 37-52, 1999.

os quais, mesmo não se expondo diretamente ao seu vapor, no garimpo, têm o peixe atingido como a base de sua dieta. (E quanto mais o fazem à medida que envelhecem, mais elevados os valores que apresentam!).

De certo modo, este aspecto específico referente ao maior risco, no garimpo amazônico, de desenvolvimento da Doença de Minamata do que do hidrargirismo, havia sido avançado por Thornton et al. (1992), que, no entanto, lidavam, metodologicamente, com três limitações, superadas no presente estudo: i) trabalharam apenas com dosimetria de sangue e urina; ii) dispuseram de somente 108 pessoas, alocadas ao estudo de forma não randomizada; iii) contaram com informação pontual decorrente de estudo transversal, enquanto que aqui se trata, no referente, sobretudo, às gestantes, de dados seqüências de três seguimentos, intervalados anualmente.

Já num primeiro plano, destacadamente, tais informações são preocupantes, pois é sabida a hipótese de que os índios teriam rins “superficientes” responsáveis pela depuração das concentrações sangüíneas elevadas, conforme postularam Hecker et al. (1974), ao interpretarem os resultados encontrados entre os Yanomami. A consequência desta constatação é que as dosimetrias encontradas nas diferentes matrizes encerrariam notável substimativa, pois os valores observados corresponderiam a exposições que, em outras populações, levariam a cifras muito mais elevadas.

Ademais, há a projetar a evolução desta situação. Não se trata de restringir-se a exercício de futurologia mas sim de analogia, porque infelizmente também neste aspecto há precedentes: duas reservas indígenas próximas à pequena cidade de Kenora, Ontário, Canadá, em que várias pessoas desenvolveram a doença de Minamata, também pela ingestão de peixe contaminado de origem industrial. O sociólogo do grupo de pesquisa de Kumamoto que estudou o episódio de Minamata visitou-as (Iijima, 1976) e seu relato é tão dramaticamente brasileiro! Tomando-se apenas parte do depoimento, refere ele que, durante visita de uma semana, observou “não só más condições de vida, mas também, a desolação material e moral das vidas das pessoas”. Além da ação direta sobre a saúde, encontrou dois efeitos sociais principais da intoxicação: o desemprego e a fome. O primeiro refere-se ao fato de que, antes os benefícios previdenciários para a população local oscilavam em torno de quinhentos dólares; à época, em redor de cem mil! Apresentam outra importante influência sobre a comunidade local: trata-se da fraqueza, frustração e abuso de bebidas alcoólicas. Por seu lado, a fome decorre da impossibilidade de usarem o peixe, base de sua dieta habitual; outros alimentos teriam que ser comprados, a preços muito elevados na própria reserva, ou nas cidades circunvizinhas, cujo deslocamento também é caro.

Ora, sobre o caso brasileiro, nos lembra Petrere Jr (1990) que o dinheiro do garimpo entre os Gorotire vem “mudando hábitos alimentares e criando novas necessidades, como, por exemplo, o aumentado consumo de sal de cozinha. Os confortos da vida “civilizada”, agora cada vez mais próxima, exercem fascínio irresistível aos Kayapó mais jovens,

que começam a ir trabalhar no garimpo, com os resultados culturais previsíveis: não mais esperam as colméias se tornarem maiores para retirar o mel, pois vão vender ou trocar no garimpo por fumo, tênis, caramelos, bolachas, sabonetes etc”.

O segundo grupamento humano na questão constitui-se das pessoas expostas profissionalmente, os garimpeiros. De fato, a TABELA 4 indica tratar-se de população bastante jovem, com idade média de 33,02 anos; a TABELA 5, no entanto, indica que a metade deles já teve mais de seis episódios de malárias. Tais valores revelam-se muito compatíveis com os obtidos com garimpeiros de Cumaru, pela Secretaria de Saúde do Pará, em novembro de 1987 (Friaes, 19..): 62,00% desses trabalhadores apresentavam de quinze a trinta e cinco anos; 50% estavam no garimpo de três a cinco anos. As dosimetrias conhecidas de elementos pertencentes a tal categoria profissional também se compatibilizam com os aqui observados: procedendo a diagnóstico preliminar dos impactos gerados por garimpos de ouro em Alta Floresta, MT, Farid et al. (1992) re-ferem, na urina, 76,5% dos profissionais amostrados com índices superiores a 20 ppb; em nosso estudo, TABELA 6, 25% dos casos eram superiores a 36,70.

GONÇALVES, Aguinaldo, et al. Mercury contamination in populations in the Amazon's gold fields: verifying the diagnosis of Kayapó's reality. *Salusvita*, Bauru, v. 18, n. 1, p. 37-52, 1999.

## ABSTRACT

*This study presents the frequency distribution of mercury contamination in native communities and gold fields located at the margin of Rio Fresco, in the south of Pará state, in two Kayapó reservations of Gê linguistic group: Gorotire and Djudjektire. From the total number of dosimetries processed in a mobile laboratory unit, using the analytical method of determination based on fast transformation by spectrophotometry of atomic absorption in hair, urine and blood of 625 observational units randomly placed, the values found in 345 individuals are reported. Even though results present high numbers, in essence, they indicate that both in descriptive and analytical terms: a) the three groups under study are predominantly young; b) mercury contamination affects the majority of gold miners and the totality of natives, with both native communities showing higher values regarding older people; c) as regards the decomposition of higher hair dosimetries, there is the predominance of organic mercury among natives and inorganic among gold miners; d) as regards gold-miners, measurements of gold fielding and "queima" time, and number of malaria are found to be high and correlated; e) high urine values, as opposed to what was observed in the other matrices, are more prevalent among gold-miners than among natives; f) among natives, older people present high dosimetries in urine and blood; g) among gold-miners, urine's higher metal values are correlated to hair's*

GONÇALVES, Aguinaldo et al. Contaminação do mercúrio em populações de garimpos de ouro em área da Amazônia legal: apurando o diagnóstico da realidade Kayapó. *Salusvita*, Bauru, v. 18; n. 1, p. 37-52, 1999.

GONÇALVES, Aguinaldo et al. Contaminação do mercúrio em populações de garimpos de ouro em área da Amazônia legal: apurando o diagnóstico da realidade Kayapó. *Salusvita*, Bauru, v. 18, n. 1, p. 37-52, 1999.

*higher values. The discussion about such information aims at assessing its impact and meaning over the realities focused by this study.*

**Key Words:** hydrargyrisim, dosimetry, Kaiapó.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BUSSAB, W. O., MORETTIN, P. A. *Estatística básica*. São Paulo: Atual, 1986.
- CHANG, L. W. Pathological effects of mercury poisoning. In: NRIAGU, E. *The biogeochemistry of mercury in the environment*. North - Holland: Elsevier, 1979.
- COUTO, R. C. S., CÂMARA, V. M., SABROZA, P. C. Intoxicação mercurial: resultados preliminares em duas áreas garimpeiras. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 4, n. 3, p. 301 - 315, 1988.
- FARID, L. H. et al. *Diagnóstico preliminar dos impactos ambientais gerados por garimpos de ouro em Alta Floresta/M.T.* Rio de Janeiro: Cetem/CNPq, 1992.
- FERNANDES, F. R. C., PORTELA, I. C. M. H. M. *Recursos minerais da Amazônia: alguns dados sobre situação e perspectivas*. Rio de Janeiro: CETEM / CNPq, 1991.
- FERRARI, I., et al. Investigação de genotoxicidade em pessoas profissionalmente expostas ao mercúrio em garimpos da Amazônia Legal. I - Resultados clínicos e dosimétricos. *Rev. bras. Saúde Ocup.*, v. 75, n. 20, p. 54 - 60, 1992a.
- FERRARI, I. et al. Investigação de genotoxicidade em pessoas profissionalmente expostas ao mercúrio em garimpos da Amazônia Legal. II - Resultados dosimétricos e genotóxicos. *Rev. bras. Saúde Ocup.*, v. 76, n. 20, p. 10 - 14, 1992b.
- FERRARI, I. et al. Saúde, garimpo e mercúrio entre os Kayapó gorotire e djudjektire: Resultados de estudo exploratório. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 44., 1992, São Paulo. *Anais ...* São Paulo: [s. n.], 1992c.
- FERRARI, I. et al. Saúde, garimpo e mercúrio entre os Kayapó: estudo exploratório. *Salusvita*, v. 12, n. 1, p. 113 - 116, 1993.
- FERREIRA, R. C. H. *Fontes e usos do mercúrio no Brasil*. CNPq/CETEM: Rio de Janeiro, 1991.
- FRIAES, P. *Kararaô: extermínios na Amazônia*. Belém: Belgráfica, [19..].
- FUJINO, T. Clinical and epidemiological studies on chronic Minamata Disease: study on Katsurajima Island. *Int. Forum Minamata Disease*, Kumamoto, 1988.

- FUJINO, T., KOZUMA, S. Clinical and epidemiological studies on chronic Minamata Disease. *Int. Forum Minamata Disease*, Kumamoto, 1988.
- GALVÃO, L.A.C., COREY, G. *Mercúrio*. México: Organización Panamericana de la Salud, 1987.
- GONÇALVES, A. Os testes hipóteses como instrumental de validação da interpretação (Estatística Inferencial). In: MARCONDES, M.A., LAKATOS, E.M. *Técnicas de pesquisas*. São Paulo: Atlas, 1982.
- HACON, S. *Contaminação por mercúrio na Amazônia - Relatório preparado por solicitação da Organização Mundial de Saúde*. Brasília: [s. n.], 1990.
- HECKER, L. H. et al. Heavy metal levels in acculturated and unacculturated populations. *Arch Environ. Health*, n. 29, p. 181 - 185, 1974.
- ILJIMA, N. Life of Canadian Indians and the influence of mercury poisoning on it. *KOGAI - Newsletter from polluted Japan*, n. 4, p. 33 - 42, 1976. Special Issue.
- MARTINELLI, L. A. et al. Mercury contamination in the Amazon: a goldrush consequence. *Ambio*, v. 17, n. 4, p. 252 - 254, 1988.
- PADOVANI, C. R. *Estatística na metodologia da investigação científica*. Bauru: USC, 1991. (Boletim Cultural, 9).
- PETREIRE JR., M. Notas sobre a pesca dos índios kayapó da aldeia de Goritire, Rio Fresco. *Pará. Bol. Mus. Pará. Emílio Goeldi, sér. Antropol.* v. 6, n. 1, p. 5 - 17, 1990.
- PFEIFER, W. C. et al. Mercury in the Madeira River exosystem, Rondonia, Brazil. *Forest Ecol. Management*, n. 38, p. 239 - 245, 1991.
- SILVA, A. R. B. A legislação mineral sob a ótica do produtor. In: BARRETO, M.L., ALBUQUERQUE, G.S. *Legislação mineral em debate*. Rio de Janeiro: CETEM/CNPq, 1990.
- SPINDEL, R. et al. Saúde, garimpo e mercúrio entre os Kayapó gorotire e djudjektire: procedimentos amostrais e resultados clínicos. REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 44., 1992, São Paulo. *Anais...* São Paulo: [ s. n. ], 1992.
- THORNTON, I. et al. *Mercury contamination in the Brazilian Amazon: a report for the Commission of the European Communities*. Belém: Grupo de Estudos e Defesa dos Ecossistemas do Baixo e Médio Amazonas, 1992.
- VEIGA, M. M., FERNANDES, F. R. C. *Poconé: um campo de estudos do impacto ambiental do garimpo*. Rio de Janeiro: CETEM/CNPq, 1991.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Environmental Health Criteria 101 - Methylmercury*. Geneva: [s. n.], 1990.
- GONÇALVES, Aguinaldo et al. Contaminação do mercúrio em populações de garimpos de ouro em área da Amazônia legal: apurando o diagnóstico da realidade Kayapó. *Salusvita*, Bauru, v. 18, n. 1, p. 37-52, 1999.