



## O MERCÚRIO EM PRAIAS CULTIVADAS DA BACIA DO JURUÁ NO ESTADO DO ACRE

M.L. Costa<sup>1</sup>, J.A.R. Rego<sup>1,\*</sup>, E.S. Brabo<sup>2</sup>, O.C. Santos<sup>2</sup>, I.M. Jesus<sup>2</sup>, H.D.F. Almeida<sup>1</sup>, M.M.M. Martins<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro de Geociências da Universidade Federal do Pará, Grupo de Mineralogia e Geoquímica Aplicada (GMGA), Rua Augusto Correia, nº 1; CEP 66075-110, Belém, PA.

<sup>2</sup> Instituto Evandro Chagas, Belém, PA  
email: \*jreg@ufpa.br

Recebido em dezembro de 2003; aprovado para publicação em dezembro de 2005

### ABSTRACT

The State of Acre presents two great hydrographic basins, Purus and Juruá, which form large beaches (point bars) in its margins during the dry season and low water level. These beaches are used thoroughly greatly by riverine communities and people living in small cities on the river bank for the agriculture of small cycle, as for bean (*Vigna unguiculata*) and for maize (*Zea Mays*). Since high Hg concentrations were previously known in fishes from in the region, we carried out this study to identify the Hg distribution in the food chain sediment-vegetable-human. The average Hg concentration in beach sediments reaches  $19.57 \mu\text{g.kg}^{-1}$ , in bean leaves,  $12.7 \mu\text{g.kg}^{-1}$ ; in bean seeds,  $2.83 \mu\text{g.kg}^{-1}$  and in human hair  $3.992,5 \mu\text{g.kg}^{-1}$ . These results show that Hg contents in the vegetable and sediments are similar and very low. On the other hand, Hg concentrations found in human hair from the Juruá River Basin are above the established reference by the World Health Organization (WHO) for non-impacted areas. Based on these data the bean-based alimentary diet concentrated on bean seeds can not explain the Hg contents found in human hair of the people living in the small cities on the river bank. A diet based on carnivorous fishes could explain the high Hg concentrations found.

### RESUMO

O Estado do Acre é atravessado por duas grandes bacias hidrográficas, Purus e Juruá, cujos rios formam praias (barra em pontal) em suas margens durante o período de estiagem. Estas praias são amplamente utilizadas pelos ribeirinhos e semi-urbanos para a agricultura de pequeno ciclo, como a do feijão (*Vigna unguiculata*) e milho (*Zea Mays*). Tendo em vista o conhecimento prévio de Hg em peixes do Acre desenvolveu-se estudos para identificar o Hg na cadeia sedimento-vegetal-humano. A concentração média de mercúrio encontrada nos sedimentos das praias é de  $19,57 \mu\text{g.kg}^{-1}$ , em folhas de feijão  $12,7 \mu\text{g.kg}^{-1}$ , nos grãos de feijão de  $2,83 \mu\text{g.kg}^{-1}$  e em cabelo humano de  $3.992,5 \mu\text{g.kg}^{-1}$ . Os teores de mercúrio no vegetal e nos sedimentos são, portanto baixos e menores que  $20 \mu\text{g.kg}^{-1}$ . Por sua vez as concentrações de mercúrio encontradas em cabelos de humanos na bacia do rio Juruá estão acima dos valores de referência estabelecidos pela Organização Mundial de Saúde (OMS) para áreas não impactadas, ou seja, a dieta alimentar, à base de feijão cultivado nos solos (sedimentos praianos) não explica os teores de mercúrio em valores localmente anômalos encontrados em cabelos de moradores junto aos núcleos urbanos às margens dos rios. Possivelmente esses valores possam ser explicados por uma dieta complementada com pescado carnívoro.

## INTRODUÇÃO

### *O Mercúrio Na Amazônia*

Estudos realizados sobre contaminação ambiental e de populações humanas por Hg na região Amazônica têm geralmente assumido a garimpagem como a principal fonte do contaminante, sendo as situações mais graves verificadas nos estados do Pará, Mato Grosso, Rondônia, Amapá, Roraima e Maranhão (Lacerda *et al.*, 1988; Reuter, 1994), estados com um passado recente de expressiva atividade garimpeira. Durante a década de 80, cerca de 50% do ouro produzido no Brasil eram provenientes da Bacia do Tapajós no Estado do Pará. Segundo Pfeiffer & Lacerda, (1989) para cada 1 Kg de ouro produzido 1,3 Kg de Hg eram liberados para o meio ambiente. Dessa forma estima-se que durante este período aproximadamente 4500 t de Hg foram lançadas na região amazônica.

No início da década de 90 Padberg (1990) avaliou os teores de Hg total (Hg-T) e metil-mercúrio (MeHg) num pequeno grupo de amostras de água, sedimentos e peixes no rio Tapajós; nas amostras de água os teores de Hg-T variaram entre 1,80 a 6,70 ng/L; nos sedimentos os valores de Hg-T foram da ordem de 3,12 a 93,3 ng/g (MeHg 0,06 – 1,86 ng/g). Os valores de Hg-T nos peixes carnívoros (tucunaré – *Eichla* sp. e pescada – *Plagioscion* sp.) foram de 0,733 e 0,360 µg/g e MeHg de 0,563 e 0,300 µg/g, enquanto nos peixes com hábitos alimentares detritívoros e herbívoros os valores de Hg-T variaram entre 0,041 e 0,118 µg/g. Os resultados deste estudo confirmaram a pouca utilidade das análises de Hg em água em áreas extensas como a região amazônica e atribuíram as baixas concentrações nos sedimentos a sua granulometria grosseira e o baixo teor de matéria orgânica. Neste estudo, a autora sugere que a concentração de Hg nos peixes, principalmente de hábitos carnívoros, demonstram um processo de biomagnificação (Padberg, 1990).

Também na década de 90, estudos realizados na área de influência do Projeto Carajás (Fernandes *et al.*, 1990) avaliaram a extensão da contaminação por Hg decorrente

de garimpos em atividade e desativados, através da análise de água, sedimentos, peixe e cabelo humano de indivíduos residentes nesta área. As campanhas de campo consideraram a sazonalidade e a intensidade da atividade garimpeira. Cerca de 67% das amostras de água analisadas apresentaram teores acima de 0,2 µg/L (limite estabelecido pela Resolução do CONAMA/86), enquanto 15% das amostras de sedimentos de fundo situaram-se na faixa entre 0,2 e 20 µg/g. Somente nas espécies carnívoras os valores de Hg ultrapassaram em até 4 vezes o limite de 0,5 µg/g estabelecido pelo Ministério da Saúde. Em outro estudo, Lechler *et al.* (2000) avaliaram os impactos regionais do Hg sobre o ambiente aquático através da análise de Hg em solo, água, sedimentos e peixes, numa extensão de 900 Km ao longo do rio Madeira entre Porto Velho e a confluência com o rio Amazonas. Os teores elevados de Hg, acima das médias globais, nos diferentes materiais analisados, são atribuídos a fontes e processos biogeoquímicos naturais, sendo os impactos do Hg gerados por fontes antropogênicas relativamente localizados. Estas afirmações são sustentadas pelos resultados de Hg encontrados nas exposições de latossolos que ocorrem ao longo do rio Madeira (0,232 a 0,406 µg/g) e nos solos que ocorrem nas partes mais elevadas próxima à cidade de Porto Velho (0,245 a 0,439 µg/g).

A avaliação da exposição humana aos compostos de Hg, através da via alimentar ou por inalação, tem sido objeto de vários estudos realizados na região amazônica (Santos *et al.*, 2000). Os primeiros relatos de sinais e sintomas relacionados à possível exposição ao Hg de indivíduos (entre garimpeiros, trabalhadores das lojas de compra e venda de ouro e ribeirinhos) na região do Tapajós foram feitos por Branches *et al.* (1993) quando descreveram uma série de casos (n=55) durante o período de 1986-1991. Este estudo constatou concentrações médias de Hg de 3,05 µg/L no sangue e 32,7 µg/L na urina.

Para avaliar a exposição de populações ribeirinhas ao metil-mercúrio, amostras de peixes foram coletadas na Bacia do Rio Tapajós e de cabelo humano de moradores desta bacia (Malm

*et al.*, 1995). Os teores mais elevados foram observados nas espécies de peixes carnívoros com valor médio de 0,69 µg/g. Nas amostras de cabelo o valor mais elevado foi de 151 g/g, com média de 25 µg/g. Este estudo identificou as áreas e as espécies de peixes carnívoros como o tucunaré (*Eichla* sp.) como críticas para consumo humano.

Akagi (1998) avaliou os teores de Hg Total e metil-mercúrio em amostras de sangue, cabelo humano e peixes em grupos populacionais de áreas de garimpo e comunidades ribeirinhas da região do rio Tapajós. Os resultados das análises mostraram que os habitantes das comunidades mais próximas destas áreas estão mais expostos ao metil-mercúrio do que aquelas mais afastadas. Cerca de 3% das amostras de cabelo humano (n=559) apresentaram teores maiores que 50 µg/g de metil-mercúrio, valor estabelecido como limite para intoxicação mercurial. Entretanto, nos estudos de Akagi não foi observada a sintomatologia em ribeirinhos do Rio Tapajós que pudesse estar associada à “Doença de Minamata”.

Estudos realizados por Lebel *et al.* (1997) na comunidade de Brasília Legal (Bacia do Rio Tapajós, Itaituba) avaliaram os níveis de Hg em amostras de peixes (n=181) de 40 espécies diferentes e cabelo de 96 indivíduos. Os resultados demonstraram que cerca de 26 % do total das amostras analisadas apresentaram valores superiores a 0,5 µg/g (valor máximo de Hg em peixes recomendado para consumo), sendo a totalidade das espécies piscívoras e onívoras. Os 96 indivíduos foram divididos em três grupos, de acordo com o consumo de peixes. Os teores médios de Hg no cabelo no grupo com alto consumo de pescado foi de 16,1 µg/g, no grupo de dieta mista 14,8 µg/g e no grupo com baixo consumo de peixe 7,8 µg/g. Os hábitos alimentares da comunidade, com relação às espécies de peixes, variam sazonalmente, prevalecendo as piscívoras e onívoras no período de chuvas e herbívoras no período de seca.

Apesar do grande número de estudos envolvendo o consumo de pescado

contaminado, pouco se conhece sobre a possibilidade de exposição humana através de produtos da agricultura.

Este trabalho propõe estudar as concentrações de Hg em sedimentos (substrato de cultivo), cultivares (feijão - *Vigna unguiculata*) e cabelos de humanos, no entorno da bacia do rio Juruá na região ocidental do Estado do Acre. Levando-se em consideração os relatos da presença de Hg ao longo da região Amazônica, em seus diversos compartimentos: água, sedimentos peixes e também no seu morador, seja em áreas impactadas por garimpagem de ouro ou não, como é o caso do Estado do Acre.

## ÁREA DE ESTUDO

O estado do Acre situa-se no extremo sudoeste da Amazônia brasileira, entre as latitudes de 07°07'S e 11°08'S, e as longitudes de 66°30' a 74° WGr. Sua superfície territorial é de 153.149,9 km<sup>2</sup>, correspondente a 3,9% da área amazônica brasileira e a 1,8% do território nacional. Em 2000 sua população foi estimada em 557.526 habitantes, com densidade populacional de 3,64 hab/km<sup>2</sup> (IBGE, 2000).

Grande parte do território acreano é ocupado por florestas tropicais abertas, e atravessadas por duas grandes redes de drenagens: rios Purus e Juruá. Ambas têm suas nascentes junto aos contrafortes andinos (Arco Fitzcarrald) e são importantes formadores da bacia do rio Solimões-Amazonas. Embora nascendo na mesma região andina-peruana, os eixos principais destes dois grandes rios são paralelos entre si tanto no Acre como no estado do Amazonas. Caracterizam-se por serem fortemente meandantes, com inúmeros lagos tipo sacado (em ferradura) ao longo de sua bacia, pelas águas muito barrentas ditas águas brancas, com grande desnível da água entre o período de estiagem e chuvoso.

No período de estiagem desenvolvem-se inúmeras praias, outra forte característica, que despontam na concavidade de seus meandros e mesmo nos seus estirões. Nesta época se destacam grandes barrancos, também característicos, que podem ser parcial a

totalmente submersos durante o período chuvoso, quando das enchentes. As praias (barra em pontal) mudam por completo o panorama e a forma de vida dos ribeirinhos (caboclos e índios) do Acre, já que as mesmas passam a representar um microambiente onde se desenvolve uma parte da vida vegetal e animal, que é fonte de alimento. Também se torna parte do cotidiano destas populações: o porto, o banheiro, o campo de futebol, a praia do cultivo e do lazer. A utilização destas praias para atividades agrícolas temporárias (cultivos de curta duração como feijão, milho, mandioca, melancia) (Figura 1) é uma das aplicações que mais se destaca (Costa *et al.*, 2003).

Seus sedimentos se apresentam como verdadeiros solos com elevada fertilidade, como demonstrado por Almeida *et al.* (2003), em função da granulometria silte e sua composição química e mineralógica, com presença de argilas 2:1, feldspatos e teores expressivos de K, Mg e Ca.

A preocupação com a concentração de Hg em cabelo humano e peixes no Acre começou ainda em 1998 com trabalhos de Silva *et al.* (1999). Análises de amostras de sedimentos de praia de alguns rios do Estado do Acre (Acre e Purus) assinalam teores baixos de Hg, em média  $27\mu\text{gHg.Kg}^{-1}$ , da mesma forma que no material particulado em suspensão destas drenagens com média de  $26\mu\text{gHg.Kg}^{-1}$  (Santos *et al.*, 2000).

Os teores de Hg em peixes dos Rios Acre e Purus (bacia do Purus) estão bem acima de  $500\mu\text{gHg.kg}^{-1}$  (Santos *et al.*, 2002) valor máximo recomendado pela OMS (Organização Mundial de Saúde) para consumo humano (WHO, 1990). Interessante observar que nos fragmentos de ossos de fósseis encontrados nos sedimentos miocênicos e pleistocênicos que são redistribuídos nos terraços holocênicos, e estes por sua vez servem de fonte para as praias atuais. Os teores de Hg variam de  $0,81\mu\text{gHg.kg}^{-1}$  a  $1.178\mu\text{gHg.kg}^{-1}$  (Brabo *et al.*, 2003).



**Figura 1:** Aos fundos observa-se praia (barra em pontal) desenvolvida ao longo do rio Juruá e cultivada com feijão (à esquerda) e milho (no centro), no verão de 2002.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Amostras de sedimentos e vegetais foram coletadas às margens dos rios Envira, Tarauacá, Muru e Moa, afluentes do rio Juruá, e no próprio rio Juruá dentro do estado do Acre (figura 2), segundo o método empregado pela EMBRAPA (1999). Amostras de cabelos humanos foram coletadas nas cidades ribeirinhas de Feijó, Tarauacá, Cruzeiro do Sul e Rodrigues Alves por técnicos do Instituto Evandro Chagas de Belém do Pará, todas elas situadas às margens dos rios acima citados.

A parte experimental foi realizada nos laboratórios de Meio Ambiente do Instituto Evandro Chagas (IEC). As amostras de sedimentos foram secas à temperatura ambiente e pulverizadas em graal de ágata a granulometria  $\leq 200$  mesh. As amostras de vegetais (*Vigna unguiculata* (L) Walp.) foram desagregadas em sala limpa e pulverizadas em graal de ágata. As amostras de cabelo foram submetidas à lavagem para remoção de poeira e gordura. O método de lavagem é o utilizado pela maioria dos

laboratórios, o qual foi desenvolvido por IAEA (International Atomic Energy Agency), que consiste na lavagem sucessiva de 0,5g de cabelo com acetona (reagente supra puro) e água bidestilada (Fortes, 1999). Todos os frascos para acondicionamento das amostras e as vidrarias foram colocados em banho com detergente neutro (extran 20%) por um dia. Em seguida lavados com água corrente e destilada, depois foram imersos em uma solução de  $\text{HNO}_3$  10% por 24h, lavados novamente com água corrente e destilada e descontaminados com uma solução de  $\text{KMnO}_4$  0,5% em  $\text{H}_2\text{SO}_4$  1N e cloreto de hidroxilamina ( $\text{NH}_2\text{OH.HCl}$ ) 10% e por último lavados em água corrente e água MillQ Plus. Este procedimento foi realizado no Laboratório de toxicologia do Instituto Evandro Chagas.

As determinações de Hg total foram feitas seguindo procedimentos analíticos do método proposto por Akagi *et al.* (1996) e descrito resumidamente a seguir: uma massa de 250 mg foi pesada e acondicionada em frascos de digestão de aproximadamente 50 mL. Em

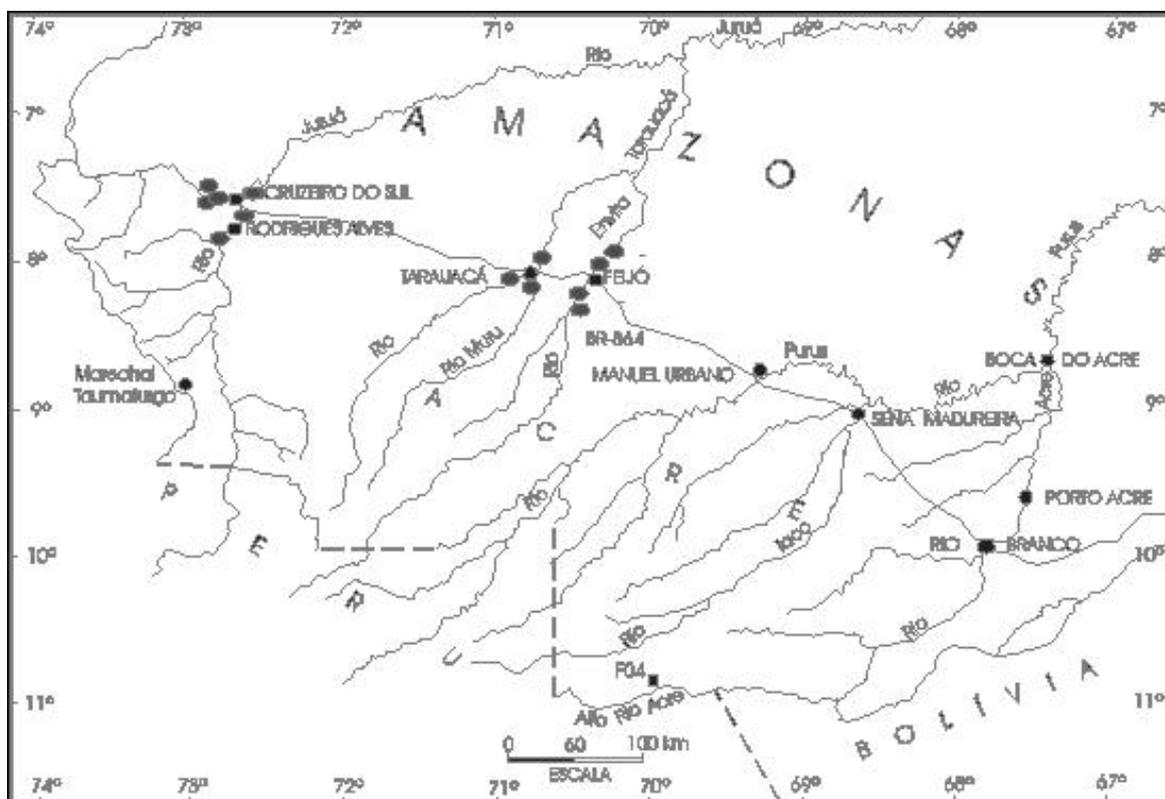


Figura 2: Mapa de localização e amostragem

seguida, 2 mL de  $\text{HNO}_3 + \text{HClO}_4$  (1:1), 5 mL de  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 1 mL de  $\text{H}_2\text{O}$  deionizada, foram adicionados. Após agitação, os frascos de digestão foram levados à chapa aquecedora à temperatura de  $220^\circ\text{C}$  durante 20 minutos. Em seguida, as soluções foram resfriadas à temperatura ambiente, transferidas para balão volumétrico de 50 mL, aferidas e homogeneizadas com água. Na realização das análises foram utilizados reagentes da marca Merck, suprapuro.

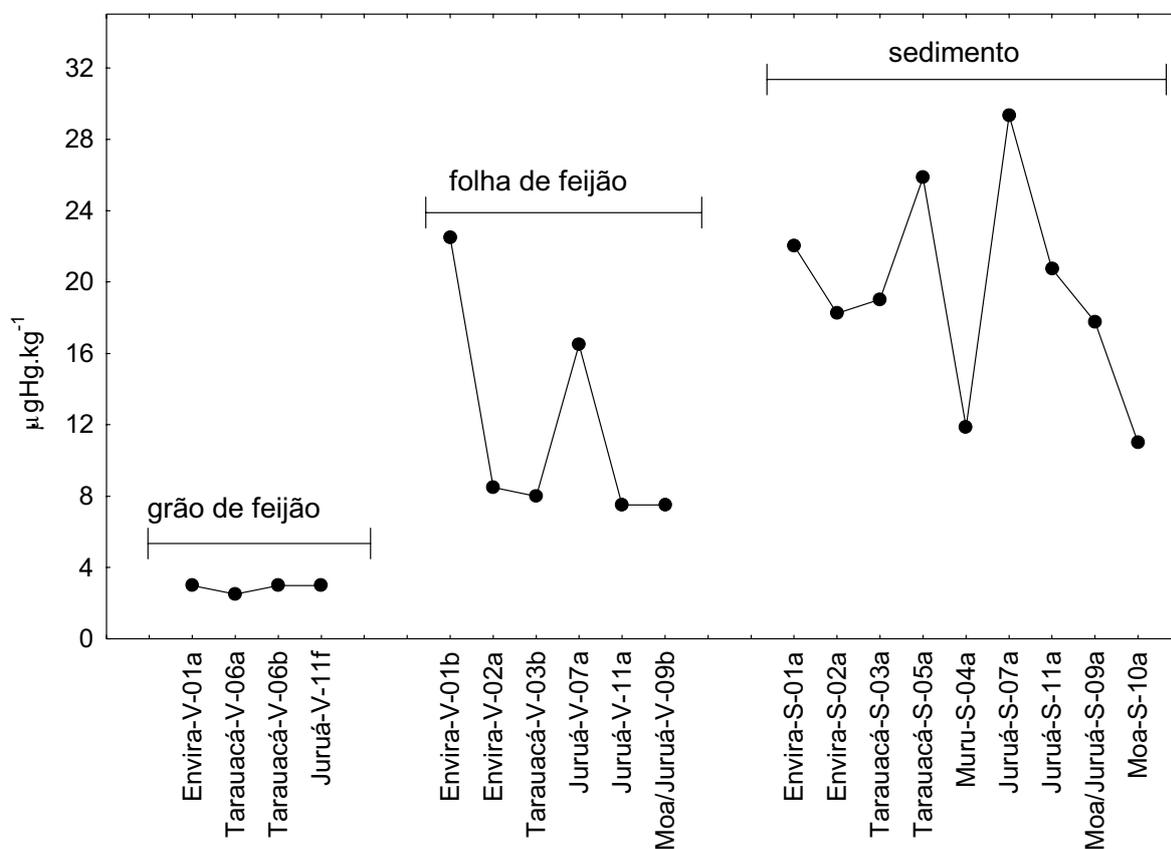
As medidas foram feitas através de espectrofotômetro de absorção atômica com sistema de geração de vapor a frio, utilizando-se o modelo Automatic Mercury Analyzer HG-3500 do fabricante K.K Sanso S.S. Para controle das análises empregou-se amostra certificada IAEA-SL1 2710 ( $32 \pm 5 \mu\text{g g}^{-1}$ ), com recuperação de 95,0 a 98,5 %, para sedimentos, e GBW ( $0,2 \pm 0,04$ ), para vegetais. As leituras foram realizadas em duplicatas com um desvio padrão médio de  $\pm 0,005$  entre as réplicas. O

limite de detecção do método é de 1 ng de Hg absoluto.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### *Hg em sedimentos e vegetais*

A concentração média de Hg encontrada nos sedimentos de praia é baixa,  $19,57 \mu\text{g.kg}^{-1}$ , com variação de  $11,01 \mu\text{g.kg}^{-1}$  a  $29,56 \mu\text{g.kg}^{-1}$ . As maiores concentrações foram encontradas nos sedimentos imediatamente a jusante das cidades de Tarauacá e Cruzeiro do Sul, enquanto que as menores estão nas estações dos rios Muru e Moa (figura 3). Comparando-se os valores encontrados na bacia do Juruá com os encontrados por Padberg (1990), em sedimentos do rio Tapajós, que estão na ordem de  $3,12 \mu\text{g.kg}^{-1}$  a  $93,3 \mu\text{g.kg}^{-1}$ , verifica-se que os valores do Juruá estão situados no limite inferior do Tapajós, e também no limite inferior de solos de áreas não contaminadas na América do Norte e Escandinávia, cujos valores médios variam de  $20 \mu\text{g.kg}^{-1}$  a  $150 \mu\text{g.kg}^{-1}$  (Steines,



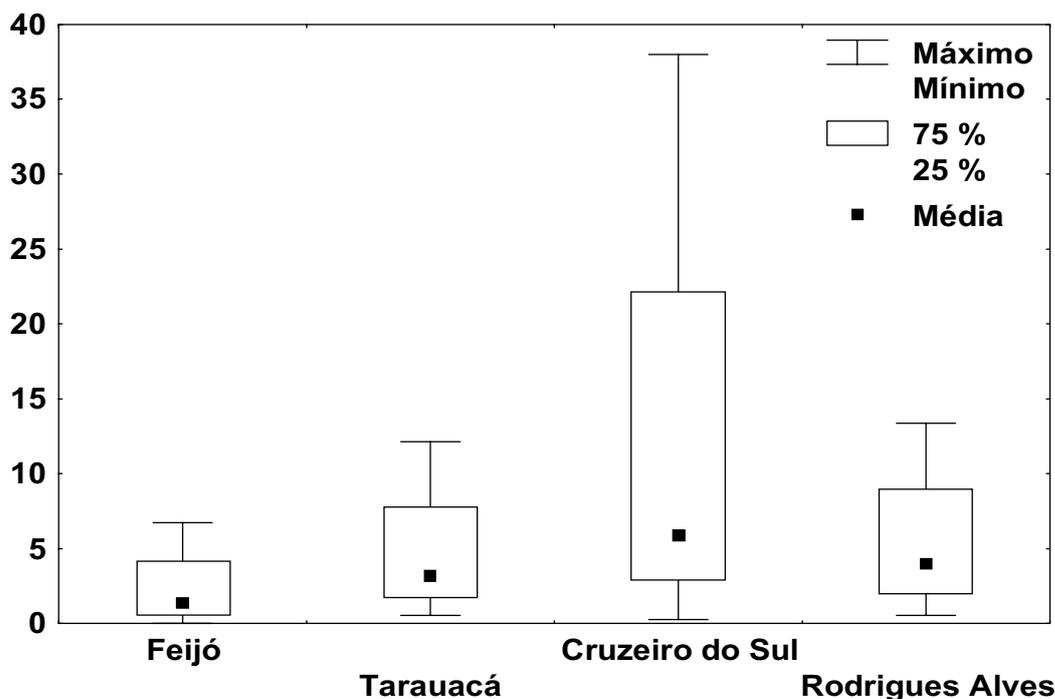
**Figura 3:** Variação da concentração de Hg em sedimentos e vegetal (folhas e grãos de feijão).

1990). Portanto, os sedimentos-solos das praias da bacia do Juruá não apresentam valores que indiquem contaminação por Hg.

Os resultados de Hg obtidos no vegetal cultivado nestas praias, o feijão (*Vigna unguiculata*) mostram que teores são mais elevados nas folhas, média de 12,7  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  (8 – 22,5  $\mu\text{g.kg}^{-1}$ ), do que nas sementes (grãos), média de 2,83  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  (2,5 – 3  $\mu\text{g.kg}^{-1}$ ). Ou seja, as folhas são concentradores de Hg, mas não são empregadas na alimentação humana. A amostra V1, do rio Envira, a jusante da cidade de Feijó, apresentou a maior concentração do elemento em folhas do vegetal estudado (figura 3), não correspondida pelos sedimentos. Pelo exposto os grãos de feijão apresentam os mais baixos teores de Hg dentre os materiais estudados, mas mesmo assim estão próximas aos níveis considerados tóxicos para cereais, como o arroz, que são de 3,1  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  (Srikumar, 1993). As sementes mereceram destaque neste estudo por estarem na base da dieta alimentar do ribeirinho da região.

#### Hg em cabelos de humanos

Foram também analisadas 324 amostras de cabelo de habitantes das cidades ribeirinhas, sendo 63 na cidade de Feijó, 52 em Tarauacá, 159 em Cruzeiro do Sul e 50 em Rodrigues Alves. A concentração média geral de Hg em cabelos de ribeirinhos que vivem nas cidades investigadas da bacia do rio Juruá, é de 3.993  $\mu\text{gHg.kg}^{-1}$ . Dentre as cidades avaliadas, a que apresentou menor concentração média de Hg foi Feijó 1.680  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  (20 – 6.720  $\mu\text{g.kg}^{-1}$ ) e a que apresentou maior concentração média foi Cruzeiro do Sul, com 6.240  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  (29 – 38.000  $\mu\text{gHg.kg}^{-1}$ ) (figura 4). Os valores médios da bacia do rio Juruá encontram-se, no entanto abaixo da média encontrada na cidade de Manoel Urbano, na bacia do rio Purus, que é de 14.000  $\mu\text{g.kg}^{-1}$ , com significância estatística <0,001 (Jesus *et al.*, 2003). Levando-se em consideração que a OMS sugere como indicador de exposição para áreas não impactadas valores médios de 2.000  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  e para populações expostas de 6.000  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  (WHO, 1990), os valores médios encontrados na Bacia do rio Juruá podem ser considerados



**Figura 4:** Distribuição dos teores de Hg e suas variações em cabelo humano nas principais cidades ribeirinhas da bacia do Juruá, no estado do Acre.

elevados, já que a região não apresenta qualquer indício de impacto antrópico. Os moradores de Cruzeiro do Sul apresentaram os valores mais elevados (média: 6.240  $\mu\text{g.kg}^{-1}$ ) e os moradores de Feijó os menos elevados (média: 1.680  $\mu\text{g.kg}^{-1}$ ) e abaixo da linha de referência para áreas não impactadas.

#### Ciclo de Hg na cadeia sedimento-cultivar-humano

A análise de mercúrio na cadeia sedimento-cultivar-humano (figura 5) revela que o mercúrio se encontra em concentrações baixas nos sedimentos e cultivares (folha e grão de feijão). Por outro lado os valores médios de Hg em cabelo humano revelaram-se elevados quando comparados com dados da OMS (WHO, 1990), que seriam indicadores de exposição de área impactada. Não há indícios de impacto antrópico e os sedimentos analisados, bem como o cultivar (feijão) plantado sobre estes sedimentos não indica anomalias naturais de Hg. Portanto na dieta a base de feijão ou outro cultivar de praia, como milho, pobres em Hg, não respondem pelos valores elevados encontrados no cabelo.

Tendo em vista os valores elevados de Hg encontrados em peixes carnívoros do leste do Acre (Brabo *et al.*, 2003) a princípio uma dieta baseada em peixes carnívoros poderia explicar, pelo menos em parte, as concentrações elevadas

de Hg encontradas nos cabelos humanos no vale do Juruá. Provavelmente os peixes carnívoros são verdadeiros bioacumuladores de Hg a partir de *habitats* com teores naturais desse elemento, sugerindo que os cultivares via sedimento-solo de praia, com teores muito baixos, parecem não fazer parte da cadeia mercurial de bioacumulação humana. Surpreende o fato de que haja grande variação do conteúdo de Hg na mesma bacia hidrográfica, que drena uma mesma unidade geológica, a Formação Solimões, constituída basicamente de sedimentos siltoargilosos. Possivelmente elementos culturais como uma dieta mais carnívora em Cruzeiro do Sul, explique os valores anormais de Hg dessa parte da bacia. Os habitantes desse município também têm dieta alimentar complementada ou centrada em carne de caça e suína, ao contrário de Feijó e Tarauacá.

### CONCLUSÕES

Os sedimentos de praia da bacia do rio Juruá, dentro do Estado do Acre, junto às suas cidades ribeirinhas, são pobres em Hg, da mesma forma como os cultivares, como feijão, cultivados sobre os mesmos. Portanto uma possível ocorrência natural de anomalia mercurial nestes sedimentos-solos, como era de se esperar, em decorrência dos altos valores de Hg encontrados em peixes carnívoros na bacia do Purus, no mesmo Estado, bem como em cabelo

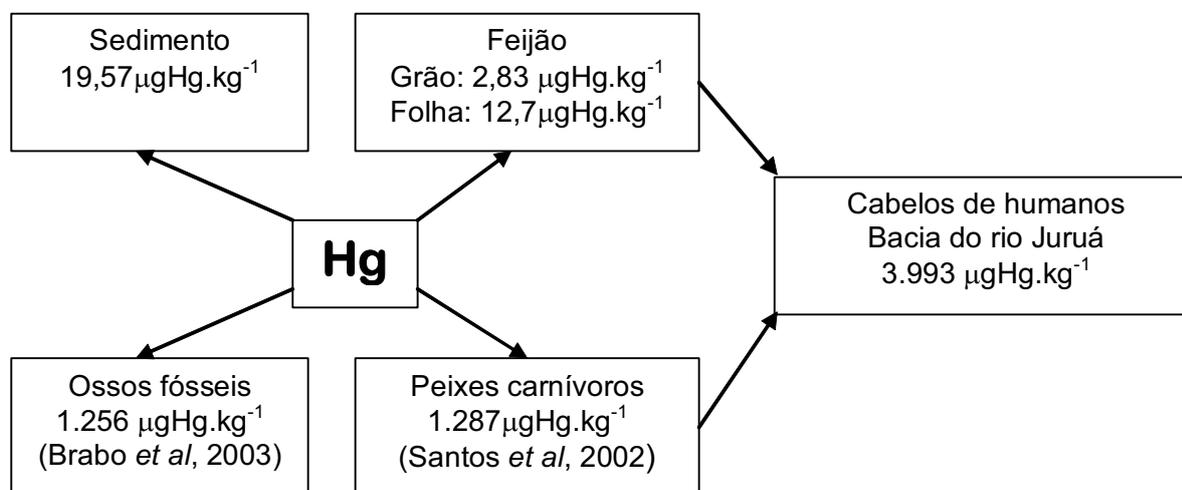


Figura 5: Distribuição do Hg em diversas matrizes no Estado do Acre.

humano de ribeirinhos dessa bacia está descartada. Na bacia do Juruá, também os valores de Hg em cabelo humano são elevados, porém inferiores ao Purus, mesmo assim seus valores indicariam impacto antrópico. Esse impacto não foi detectado, pois além de ser uma região de baixa densidade populacional, é desprovida de atividades industriais simples quicã de indústrias químicas pesadas. Além disso, não há indícios de mineralizações portadoras de Hg. Dessa forma os valores anormais em cabelo humano, encontrados principalmente em Cruzeiro do Sul, poderiam ser explicados através de uma dieta concentrada em peixes carnívoros, possíveis bioacumuladores de Hg, como foi descrito por Santos *et al.* (2002) no vale do rio Purus. Além disso os habitantes de Cruzeiro do

Sul têm o hábito de complementar a sua dieta com carne de caça e muita carne suína. Essas matrizes ainda não foram objetos de análises de Hg e fica aqui como sugestão para novas investigações. Os dados aqui apresentados, como aqueles de Santos *et al.* (2002), mostram que não há indícios de impacto ambiental de Hg no Acre, tanto de origem geológica como antrópica. Os valores elevados de Hg em cabelo humano podem estar relacionados ao consumo de peixes carnívoros, expressivos bioacumuladores de Hg a partir de valores de background, e mesmo de carne silvestre (e.g. tatu – *Tolypentis tricinctus*) e suína.

#### AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo apoio financeiro através do projeto SELENMERAS (proc. 476874/01) e ao apoio de campo da FUNTAC (Rio Branco-AC) e ao Instituto Evandro Chagas.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKAGI, H. 1998. Studies on mercury pollution in the Amazon, Brazil. *Global Environmental Research*, 2(2):193-202.
- AKAGI, H.; MALM, O.; BRANCHES, F.J.P. 1996. Human Exposure to Mercury Due to Mining in the Amazon, Brazil - A Review. *Environmental Sciences*, 4(3):199-211.
- ALMEIDA, H.D.F; COSTA, M.L; REGO, J.A.R; COSTA, A.M; MARTINS, M.M.M; OLIVEIRA, M.S; ANGELICA, R.S.(2003) Contribuição mineralógica e química à fertilidade dos sedimentos praianos no estado do acre In: IX Congr. Bras. Geoq., IX, Belém, SBGq., Anais. 1: 109-101
- BRABO, E.S., ANGÉLICA, R.S., SILVA, A.P., FAIAL, K.R.F., MASCARENHAS, A.F.S., SANTOS, E.C.O., JESUS, I.M., LOUREIRO, E.C.B. 2003. Assessment of mercury levels in soils, watwers, bottom sediments and fishes of Acre State in Brazilian Amazon. *Water, Air, and Soil Pollution* 147: 61-77.
- BRANCHES, F. R. Y., ERICKSON, T. B., AKS, S. E., HRYHORCZUK, D. O., 1993 He prime of Void: mercury exposure in the Amazonian Rain forest. *Journal of Toxicology* 32: 295-306.
- COSTA M. L., ALMEIDA H. F. D., REGO J. A. R., MARTINS M. M. M., 2003. Sobre a fertilidade das praias dos rios que drenam o Estado do Acre. *Rem: Rev. Esc. Minas*, Apr./June 2003, vol.56, no.2, p.145-146.
- EMBRAPA. 1999. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. EMBRAPA Solos, EMBRAPA Informática Agropecuária. Brasília: EMBRAPA Comunicação para Transferência de Tecnologias, 370p.
- FERNANDES, R. S.; GUIMARÃES, A. F.; BIDONE, E. D.; LACERDA, L. D.; PFEIFFER, W. C., 1990. Monitoramento do mercúrio na área do projeto Carajás. In: Seminário Nacional

- Riscos e Conseqüências do Uso do Mercúrio (S. Hacon; L. D. Lacerda; W. C. Pfeiffer & D. Carvalho, eds.), pp. 211-228, Rio de Janeiro: Finep/UFRJ.
- FORTES, L.M.C. , 1999. Tese de Doutorado, PUC-Rio, Rio de Janeiro, RJ
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2000. N. 3, Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/ibge/estatistica/populcao/censo2000/default.shtm>. Acesso 20 abr. 2001.
- JESUS, I.M., SILVA, P.A., SANTOS, O.E., BRABO, E.S., CÂMARA, V.M., MASCARENHAS, A.F.S., FAIAL, K.F., LOUREIRO, E.C.B., 2003. Mercúrio em populações de áreas sem impacto ambiental de garimpagem de ouro na Amazônia brasileira, Estado do Acre, Brasil. In: IX Congr. Bras. Geoq., IX, Belém, SBGq., Anais. 1: 109-111.
- LACERDA, L. D.; PFEIFFER, W. C.; OTT, A. T.; SILVEIRA, E. G., 1988. Mercury contamination in the Madeira river, Amazon – Hg inputs to environmental. *Biotropica*, 21: 91-93.
- LEBEL, J.; ROULET, M.; MERGLER, D.; LUCOTTE, M.; LARRIBE, F. 1997. Fish diet and exposure in a riparian Amazon population. *Water, Air and Soil Pollution*, 97: 31-44.
- LECHER P. J., MILLER J. R., LACERDA L. D., VINSON D., BOZONGO J. C., LYONS W. B., WARWICK J. J., 2000. elevated mercury concentrations in soils, sediments, water, and fish of the Madeira River basin, Brazilian Amazon: a function of natural enrichments? *The Science of the Total Environment* 260: 87-86.
- MALM O., CASTRO M. B., BASTOS W. R., BRANCHES F. J. P., ZUFFO C. E., PFEIFFER W. C., 1995. An assessment of mercury pollution in different gold-mining areas, Amazon Brazil: *The Science of the Total Environment* 175: 127-140.
- PADBERG S., 1990. Mercury determination in samples from Tapajós river (Itaituba), Institut for Angewandte Physikalische Chemie ICH-4, Forschungszeutren Jullich Jullich D-5170, 13p
- PFEIFFER, W. C. & LACERDA, L. D., 1988. Mercury inputs into the Amazon Region, Brazil. *Environmental Technology Letters*. 9: 325-30.
- REUTHER, R., 1994. Mercury accumulation in sediment and fish from rivers affected by alluvial gold mining in the Brazilian Madeira Basin, Amazon. *Environmental Monitoring and Assessment* 32: 239-258.
- SANTOS, E. C. O.; JESUS, I. M.; BRABO, E. S.; CÂMARA, V. M.; LOUREIRO, E. C. B.; MASCARENHAS, A. F. S.; FAIAL, K. F. F.; SILVA, A. P.; SILVA, R. U.; LUIZ, R. R.; HIGUCHI, H., 2000. Exposure to mercury in the urban population of Rio Branco City, State of Acre, Brazil. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 69(3): 314-319.
- SILVA, P.A., SANTOS, O.E., BRABO, E.S., CÂMARA, V.M., MASCARENHAS, A.F.S., JESUS, I.M., FAIAL, K.F., LOUREIRO, E.C.B., 1999. Contribuição ao estudo da poluição por mercúrio no Estado do Acre, Brasil. *Revista Saúde e Ambiente*, 3 (1/2): 34-24.
- SRIKUMAR, T.S., 1993. The mineral and element composition of vegetables, pulses ended cereals os southern India. *Foods Chemistry* 46: 163-167.
- STEINES, E., 1990. Mercury. In: Alloway, B.J. (Ed.), *Heavy Metals in Soils*. Blackie and Son, Glasgow. p. 222-236
- WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1990. *Environmental Health Criteria*, p.86-115.

(Footnotes)

To whom the correspondence should be sent: [jrego@ufpa.br](mailto:jrego@ufpa.br)