ÍNDICE DE GEOACUMULAÇÃO DE MERCÚRIO NA BACIA DO IGARAPÉ DO EDUCANDOS (MANAUS/AMAZONAS)

L. TORREZANI¹, É. SARGENTINI JUNIOR², C. A. S. OLIVEIRA³ e G. P. SANTANA³

¹ Serviço Geológico do Brasil (CPRM), Laboratório de Análises Minerais

² Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Coordenação de Dinâmica Ambiental

³ Universidade Federal do Amazonas, Departamento de Química

E-mail: larissa.torrezani@cprm.gov.br

RESUMO: *A Amazônia é uma região conhecida mundialmente por sua biodiversidade, mas também por apresentar altos níveis de Hg em diversos compartimentos do ambiente. Neste trabalho, o Hg foi determinado em sedimento da Bacia do Educandos, uma das regiões mais habitadas de Manaus (AM), a fim de estabelecer a distribuição superficial deste contaminante nas frações grosseiras e fina. Amostras de sedimento superficial foram coletadas em nove locais da bacia; três de nascentes do igarapé principal e o restante em áreas contaminadas pela atividade antrópica. As concentrações de Hg foram determinadas em amostras brutas (fração total) e secas < 63µm (fração fina) por Direct Mercury Analyzer (DMA-80). Os resultados revelaram uma concentração de Hg nas nascentes de 0,24 mg kg⁻¹, superior aos valores de alarme das diretrizes para avaliação da qualidade de sedimentos (do inglês, sediment quality guidelines, SQGs). Os demais pontos amostrados revelaram enriquecimento de Hg, variando o índice de geoacumulação de moderado a fortemente poluído em um ponto inicial do igarapé a pouco a moderadamente poluídos nos demais pontos.*

PALAVRAS-CHAVE: Mercúrio; DMA; Índice de Geoacumulação.

1. INTRODUÇÃO

O modelo Zona Franca implantado na cidade de Manaus tem contribuído para preservar a Floresta Amazônica no Estado do Amazonas. Em 1967 foi implantado em Manaus o Polo Industrial (PIM), que é composto pelas indústrias de duas rodas, eletroeletrônicas, relojoeiras, entre outras. O PIM responde por cerca de 90% da renda do Estado do Amazonas, sendo o 5º em arrecadação do Brasil (Botelho, 2001). Em contrapartida, é o principal causador de poluição química que ocorre na Bacia do Educandos, uma das principais bacias hidrográficas de Manaus. Essa bacia possui área de 44,87 km², com uma vasta rede hidrográfica formada de vários igarapés. Destacam-se o igarapé do Quarenta, Mestre Chico, Bittencourt, Manaus e Cachoeirinha, que drenam para o rio Negro com a direção predominante N-NE. Atualmente, existem três nascentes principais que ainda preservam as condições naturais da Bacia do Educandos. Elas se localizam na Unidade de Conservação Sauim-Castanheira, no campus do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM) e na Universidade Federal do Amazonas, UFAM (Manaus, 2004). Como na área da Bacia do Educandos existem cerca de 250.000 habitantes e 400

empresas do PIM convivendo em uma região com rede de tratamento de efluentes precária, grandes quantidades de esgoto doméstico e industrial vêm sendo despejadas em praticamente toda a rede hidrográfica. O alto nível de poluição tornou a Bacia do Educandos objeto de vários estudos sobre metais pesados em diferentes compartimentos ambientais, como solo, macrófita aquática, sedimento e água (Valle, Santana e Windmöller, 2006; Ferreira et al., 2012; Souza, Santana, 2014; Pio, Souza e Santana, 2014; Santana, 2015; 2016). Como ocorre em toda a região da Amazônia, nos solos da região do Distrito Industrial de Manaus já foi detectado também alto nível de Hg (Valle et al., 2005; Valle, Santana e Windmöller, 2006).

Apesar de ser considerado um importante compartimento ambiental no estudo de fontes potenciais de atividades antrópicas, ainda não existem estudos sobre a contaminação por mercúrio em sedimentos da região do PIM. É importante que seja considerada a distribuição do Hg em praticamente todos os compartimentos do ambiente, uma vez que este contaminante é encontrado comumente no solo, sedimento, água, peixes, dentre outros (Oliveira et al, 2007). Na Amazônia brasileira, em especial, a contaminação mercurial teve o seu início em 1985 quando o pesquisador francês Jacques Cousteau encontrou peixes contaminados no rio Madeira. A partir daí, vários trabalhos foram publicados e em sua maioria sobre a presença de mercúrio em peixes, cabelo humano, sedimentos, solos (Valle et al., 2005; Valle, Santana e Windmöller, 2006). Apesar da existência de volume relativamente grande de dados sobre o Hg na Amazônia, existem lacunas, como o sedimento, que precisam ser preenchidas.

Nesse contexto, o presente trabalho utiliza valores de concentração de mercúrio encontrados em ambientes não degradados das nascentes da Bacia do Educandos como valores naturais e, a partir desses dados, busca definir o grau de contaminação com base no índice de geoacumulação e avalia comparando com SGQs nacional e internacional.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Nove amostras de sedimento (10 cm profundidade) foram coletadas com auxílio de uma draga *Birge-Eckman* na Bacia do Educandos em fevereiro de 2016 (Figura 1). A amostra N1 é localizada no IFAM; N2 na Unidade de Conservação Sauim-Castanheira; N3 na UFAM; P1 em um conjunto de palafitas; P2 e P3 são amostras da região do PIM; P4, P5 e P6 são próximas ao Rio Negro. As amostras foram armazenadas em sacos plásticos ziplock, refrigeradas e encaminhadas para análise no Laboratório de Análises Minerais (LAMIN) da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais de Manaus. Parte da amostra bruta foi analisada granulometricamente com auxílio de um granulômetro por difração a laser Mastersizer 2000, da Malvern. Para isso, a amostra com quantidade suficiente para conferir obscuração de 10% foi homogeneizada e peneirada em malha de 1 mm, sendo dispersada com 800 mL de água e 20 mL de NaOH 0,1 mol L⁻¹ (adaptado de Sperazza et al., 2004). As condições operacionais foram: obscuração entre 5 e 20%; velocidade da bomba 2000 rpm e tempo de medição 10 segundos. Todas as análises foram feitas em triplicata. Nas amostras brutas foi determinada também a umidade do sedimento seguindo a ASTM D 2216-98 (ASTM, 2016). A determinação da porcentagem de matéria orgânica no sedimento foi realizada pelo método da perda por ignição de acordo com Heiri et al. (2001). Para a análise de mercúrio utilizou-se o *Direct Mercury Analyzer* (DMA-80), da Milestone, sendo determinadas as concentrações em amostras brutas e < 63 µm, todas em triplicata. As

condições operacionais usadas no aparelho foram: temperatura mínima inicial: 200 °C; tempo de aquecimento até 200 °C: 30 segundos; tempo de secagem: 3 minutos; tempo de aquecimento até 650 °C: 1 minuto; tempo de decomposição: 2 minutos; temperatura do amalgamador: 850°C; tempo do amalgamador: 12 segundos; tempo de purga: 60 segundos; tempo de gravação: 30 segundos. Como forma de validação dos resultados, foi analisado em triplicata o material de referência Till 4.

Figura 1 - Mapa dos pontos de coleta nas nascentes (N1, N2 e N3) e ao longo do Igarapé do Quarenta (P1, P2, P3, P4, P5 e P6).

Com as concentrações de mercúrio foi calculado o índice de geoacumulação proposto por Müller (1979):

$$I_{geo} = \log_2 \left(\frac{C_n}{1,5B_n} \right) \quad (1)$$

Sendo C_n é a concentração medida, B_n é o valor de background e 1,5 é o fator de correlação da matriz de background. Os valores obtidos foram usados para classificar o índice de geoacumulação conforme critérios apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Classificação do índice de geoacumulação (Borges, 2009).

Intensidade de poluição	Acumulação no sedimento	Classes
Muito fortemente poluído	> 5	6
Forte a muito fortemente poluído	> 4 – 5	5
Fortemente poluído	> 3 – 4	4
Moderado a fortemente poluído	> 2 – 3	3
Moderadamente poluído	> 1 – 2	2
Pouco a moderadamente poluído	> 0 – 1	1
Não poluído	< 0	0

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises granulométricas mostram a influência da atividade antrópica sobre as frações areia e silte (Figura 2). É possível notar que nas nascentes as quantidades de silte e areia permaneceram em valores 51,00-67,57% para fração areia e 29,73-44,81% para a fração silte. Já na região do PIM, a atividade industrial e o processo de ocupação humana fizeram com que ocorresse um desbalanceamento da razão silte (2,70-6,10%) e areia (93,16-97,30%). Essa variação demonstra o resultado da alta lixiviação do sedimento que causou o aumento da deposição da fração mais grossa no leito do igarapé. Como existe o efeito da barreira hidráulica causada pelo ciclo das águas na bacia do rio Amazonas, o processo de lixiviação observado na região do PIM é reduzido nas proximidades da desembocadura do rio Negro. Os valores das frações silte (27,03-43,52%) e areia (42,10-67,46%) estão próximos daqueles encontrados para as nascentes.

Figura 2 – Variação das frações silte e areia de amostras de sedimento superficial da Bacia dos Educandos.

Ao comparar a fração fina com o teor de matéria orgânica presente nos sedimentos, nota-se que existe uma correlação linear (Figura 3). Todavia, a linearidade foi obtida com a retirada do ponto N1, considerado neste trabalho um resultado anômalo. O valor de correlação de R^2 igual a 0,94 indica que a matéria orgânica se encontra basicamente na fração argila. É interessante afirmar que nas frações mais fina de solos e sedimentos da região PIM somente foi relatada a presença de caulinita como responsável pelo processo de adsorção de cátion. Para Souza e Santana (2014) a caulinita da região do PIM é um argilomineral com baixa capacidade de adsorção de cátions. Dessa forma, a presença de matéria orgânica na fração argila sugere que a mobilidade do Hg está diretamente relacionada às substâncias como ácidos húmicos e fúlvicos.

Figura 3 - Correlação entre teor de matéria orgânica e a fração argila.

De fato, os resultados das concentrações de Hg encontradas nos sedimentos são caracterizados por apresentar as maiores concentrações nas frações finas do sedimento (Tabela 2). Os resultados mostram diferentes valores de acordo com o local amostrado e fração granulométrica. Esses resultados foram utilizados para verificar se existia alguma correlação entre concentração de Hg e a fração mais fina ou a matéria orgânica, conforme demonstrado por Mendelez-Perez e Fostier (2013), sendo encontrada uma correlação baixa de R^2 igual a 0,0384 com fração fina e com matéria orgânica igual a 0,0442.

Tabela 2 - Concentrações de mercúrio em amostras de sedimento seco encontrados na amostra bruta e na fração < 63 μm .

Local coleta	Fração bruta (mg kg^{-1})	Fração <63 μm (mg kg^{-1})	Enriquecimento (%)
N1	0,057 $\pm$ 0,006	0,195 $\pm$ 0,002	70,77
N2	0,189 $\pm$ 0,049	3,370 $\pm$ 1,150	99,99
N3	0,046 $\pm$ 0,002	0,24 $\pm$ 0,00	80,83
P1	0,251 $\pm$ 0,033	1,543 $\pm$ 0,05	99,98
P2	0,021 $\pm$ 0,006	0,604 $\pm$ 0,060	96,52
P3	0,02 $\pm$ 0,005	0,526 $\pm$ 0,060	96,20
P4	0,054 $\pm$ 0,008	0,414 $\pm$ 0,020	86,96
P5	0,045 $\pm$ 0,024	0,382 $\pm$ 0,020	88,22
P6	0,073 $\pm$ 0,024	0,421 $\pm$ 0,030	82,66
Média			89,13 $\pm$ 9,96
CV			11,18

A recuperação obtida do material de referência Till 4 de 39 ppb de Hg foi 104,6 $\pm$ 2,6%, validando os resultados encontrados neste trabalho. As concentrações de Hg nos pontos amostrados estão de acordo com Medeiros et al. (2014), que encontrou concentrações de mercúrio na orla do Rio Negro entre 0,05 e 0,5 mg kg^{-1} de Hg total. Porém, a concentração encontrada em N2 e P1 extrapola os valores encontrados por Medeiros et al. (2014),

corroborando a hipótese de contaminação pontual nesses locais. Quando se verifica o fator de enriquecimento da fração bruta para a fração $< 63 \mu\text{m}$, percebe-se pouca variação entre os dados, de 70,77 a 96,20%. Essa afirmação é comprovada pelo valor de coeficiente de variação de 11,18%. Todavia, os valores de enriquecimento encontrados para N2, P1, P2 e P3 sugerem que nesses locais de coleta a fração mais fina tenha uma quantidade relativa maior. Como P2 e P3 estão localizados na região do PIM, esses resultados condizem com aqueles apresentados na literatura para sedimento e solo. A literatura é enfática em afirmar que o PIM tem uma participação efetiva no aumento da concentração de Hg no ambiente da Bacia do Educandos. Por outro lado, o enriquecimento alto em N2 e P1 pode ser atribuído a outros fatores, com uma coleta pontual de sedimento rico em Hg.

Fez-se o teste-t para amostras independentes entre as nascentes com 95% de confiança. Assim, para análise do índice de geoacumulação, as nascentes foram consideradas como uma amostra única de background. Da mesma forma, as amostras P4, P5 e P6 foram agrupadas e consideradas como sendo uma única amostra de nome RN. Em virtude do pequeno tamanho amostral e das oscilações entre os valores obtidos na amostragem, utilizou-se a mediana como medida descritiva do conjunto de dados das nascentes e RN (Benchimol, 2011; Borges et al., 2007; Pompêo, et al., 2013).

A Figura 4 mostra que apenas P1 tem índice de geoacumulação característico de contaminação, ou seja, esse local possui caráter de moderado a fortemente poluído. Os demais são caracterizados como pouco a moderadamente poluídos. Isso indica que a contaminação de Hg no igarapé pode ser majoritariamente por aportes domésticos, já que na região do polo industrial (amostras P2 e P3) o Igeo é de classe 1 de contaminação.

Figura 4 - Índice de geoacumulação de Hg fração $< 63 \mu\text{m}$ em amostras de sedimento no Igarapé do Educandos, Manaus, Amazonas.

Tradicionalmente, a contaminação nos sedimentos foi determinada pela avaliação das concentrações de compostos químicos individuais e comparando com o valor de background ou valor de referência (Burton, 2002). Essa abordagem deu origem à primeira versão das diretrizes para avaliação da qualidade de sedimentos (SQGs), e proporcionou pouco

esclarecimento em relação ao impacto ecológico potencial dos contaminantes no sedimento, entretanto, eles fornecem uma base a partir da qual avaliar os SQGs. Isso é particularmente importante com metais, que ocorrem naturalmente em altas concentrações em algumas áreas do mundo. Nesse contexto, verificamos as discrepâncias entre valores utilizados em nível global de background (Tabela 3) e SQGs (Tabela 4) comparados com os valores derivados no presente trabalho.

Tabela 3 - Valores de background em mg kg^{-1} em base seca.

	Nascentes do Igarapé do Educandos	Concentração no folhelho médio ¹	Concentração na crosta continental ²	Concentração de background nacional da Holanda ³	NOAA ⁴
Hg	0,24	0,4	0,08	0,3	4-51

NOAA, *National Oceanic and Atmospheric Administration*.; ¹TUREKIAN e WEDEPOHL, 1961; ²TAYLOR, 1964; ³VROM, 2000; ⁴BUCHMAN, 2008.

Tabela 4 - Valores de SQG em mg kg^{-1} em base seca.

Tabela 1. Valores de ISQG em mg/kg em caso de...								
Brasil ¹			Canadá ²		Holanda ³		Austrália ⁴	
	Nível 1	Nível 2	ISQG	PEL	Valor alvo	Valor de intervenção	ISQG	ISQG
Hg	0,17	0,486	0,17	0,486	0,3	10	0,15	1

ISQG, *Interim Sediment Quality Guidelines*; PEL, *probable effects level*.

¹BRASIL, 2004 – CONAMA 344/04; ²CCME, 1999; ³VROM, 2000; ⁴DEC, 2010.

A concentração de mercúrio encontrada nas nascentes revela que o background local definido nesse trabalho está próximo de Turekian e Wedepohl (1961) e VROM (2000). Entretanto, de acordo com os valores orientadores da Tabela 4, todos os pontos amostrados, inclusive as nascentes, revelam concentrações acima do estabelecido como alarmantes, ficando abaixo somente para os dados da Holanda.

4. CONCLUSÃO

O presente trabalho revelou que a poluição por Hg pode ser considerada moderadamente forte em P1 e nos demais locais como pouco a moderadamente poluídos. Os resultados sugerem que a contaminação de Hg não é de origem industrial. Em comparação com os valores orientadores de qualidade de sedimento internacionais e do Brasil, todos os pontos amostrados, inclusive as nascentes, revelam concentrações acima do estabelecido como alarmantes, ficando abaixo somente para os dados preconizados pela norma da Holanda.

5. AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais e ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia pelo apoio imprescindível neste trabalho. Agradecemos também ao LAMIN/Manaus e ao colega Bruno Del Rio que contribuíram imensamente para a realização desse estudo.

6. REFERÊNCIAS

- ASTM INTERNATIONAL, D 2216-98 – Standard Test Method for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass, 2016.
- BENCHIMOL, Mariana Bernardes Borges. **Determinação de metais poluentes em diferentes níveis tróficos de peixes coletados nas bacias dos rios Araguaia e Tocantins no estado de Goiás**. 2011. 82 f. Dissertação (Mestrado) – Mestrado em Ecologia e Produção Sustentável, Potifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2011.
- BORGES, A. C., et al. Distribuição especial de ferro, cobre e chumbo em sedimentos de manguezal em um gradiente de degradação na Baía de Guanabara (Estado do Rio de Janeiro). **Quim. Nova**, Vol. 30, N. 1, 66-69, 2007.
- BORGES, Leonardo Odair Santos. **Qualidade da água e sedimento na bacia do Piancó em Anápolis, Goiás**. 2009. 65 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2009.
- BOTELHO, A.J. **Projeto ZFM: vetor de interiorização ampliado**. Manaus: s. ed., 2001.
- BRASIL, Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 344**, de 25 de março de 2004. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 7 mai. 2004, n. 87, Seção 1, p. 56-57.
- BUCHMAN, M. F. NOAA Screening Quick Reference Tables, **NOAA OR&R Report 08-1**, Seattle WA, Office of Response and Restoration Division, National Oceanic and Atmospheric Division, 34 p., 2008.
- BURTON, G. A. Sediment quality criteria in use around the world. **Limnology**, 3:65-75, 2002.
- CCME, 1999. **Canadian environmental quality guidelines**. Disponível em: <http://www.ccme.ca/publications/can_guidelines.html>. Acessado em 11 de maio de 2016.
- CHAPMAN, P. M. e ANDERSON J. **A decision-making framework for sediment contamination**. Integrated Environmental Assessment and Management – Volume 1, Number 3, p. 163-173, SETAC, Canada, 2005.
- CHRISTOPHORIDIS, C.; DEDEPSIDIS, D.; FYTIANOS, K.. Occurrence and distribution of selected heavy metals in the surface sediments of Thermaikos Gulf, N. Greece. Assessment using pollution indicators. **Journal of Hazardous Materials**, [s.l.], v. 168, n. 2-3, p.1082-1091, set. 2009. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2009.02.154.
- DEC – Department of Environment and Conservation. **Assessment levels for Soil, Sediment and Water**. 53 p. 2010.
- DO VALLE, C. M.; SANTANA, G. P.; WINDMILLER, C. C. Mercury conversion processes in Amazon soils evaluated by thermodesorption analysis. **Chemosphere**, v. 65, n. 11, p. 1966–1975, 2006.
- ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência, 1998. 601p.
- FERREIRA, Paulo Renan Gomes. 2012. 63 f. **Avaliação ambiental de sedimentos de fundo da sub-bacia do Igarapé Educandos (Manaus – AM) usando uma técnica de extração sequencial**. Dissertação (Mestrado) - Mestrado em Química Analítica, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2012.

- FERREIRA, P. R. G. et al. Análises Multivariadas, Análises Geoestatísticas, Pólo Industrial de Manaus. **Scientia Amazonia**, v. 1, n. 1, p. 17–20, 2012.
- HEIRI, O.; LOTTER, A. F.; LEMCKE, G. Loss on ignition as a method for estimating organic and carbonate content in sediments: reproducibility and comparability of results. **Journal of Paleolimnology**, 25, p. 101–110, 2001.
- KLAMER, J. C.; HEGEMAN, W. J. M.; SMEDES, F. Comparison of grain size correction procedures for organic micropollutants and heavy metals in marine sediments. **Hydrobiologia** 208. p. 213 - 220, 1990.
- LEENHEER, J.A., SANTOS, U.M. Considerações sobre os processos de sedimentação na água preta ácida do rio Negro (Amazônia Central). **Acta Amazonica**, v.10, n.2, p.345-355, 1980.
- MANAUS. Governo do Estado do Amazonas. **Relatório de Impacto Ambiental - RIMA: Programa Social e Ambiental dos Igarapés de Manaus - PROSAMIM**. Manaus, 2004. 140 p.
- MEDEIROS, A. D. Geoestatística do mercúrio presente em sedimentos de fundo da orla do Rio Negro (Manaus - AM). **Scientia Amazonia**, v. 3, n.2, 100-110, 2014.
- MELENDEZ-PEREZ, J. J.; FOSTIER, A. H. Assessment of Direct Mercury Analyzer® to quantify mercury in soils and leaf samples. **J. Braz. Chem. Soc.**, Vol. 24, No. 11, 1880-1886, 2013.
- MÜLLER, G. Index of geoaccumulation in the sediments of the Rhine River. **Geojournal**, 2, 108–118, 1969.
- MUNIZ P. et al. Spatial distribution of chromium and lead in the benthic environment of coastal areas of the Río de la Plata estuary (Montevideo, Uruguai). **Braz. J. Biol.**, 64: 103-116, 2004.
- OLIVEIRA, L. C. de et al. Distribuição de mercúrio em diferentes solos da bacia do médio rio Negro (AM): Influência da matéria orgânica no ciclo biogeoquímico do mercúrio. **Química Nova**, v. 30, n. 2, p. 274–280, 2007.
- OLIVEIRA, Tereza Cristina Souza de. 2002. 100 f. **Distribuição de metais pesados em sedimento do Distrito Industrial de Manaus – Amazonas**. Dissertação (Mestrado) – Mestrado em Química Ambiental, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2002.
- PIO, M. C. S.; SOUZA, K. S.; SANTANA, G. P. Capacidade da Lemna aequinoctialis para acumular metais pesados de água contaminada. **Acta Amazonica**, v. 43, n. 2, p. 203–210, 2014.
- POMPÊO, M. et al. Biodisponibilidade de metais no sedimento de um reservatório tropical urbano (reservatório Guarapiranga – São Paulo (SP), Brasil): há toxicidade potencial e heterogeneidade espacial? **Geochimica Brasiliensis**, v. 27, n. 2, p. 104-119, 2013.
- SAMPAIO, A.Q. 2000. **Caracterização física e química dos sedimentos do Distrito Industrial de Manaus-AM**. Dissertação (Mestrado em Química de Produtos Naturais), Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal do Amazonas, 2000.
- SANTANA, G. P. Sediment-distributed metal from the Manaus Industrial District (MID) Region (AM - Brazil). **Journal of Chemical Engineering and Chemistry**, v. 1, n. 2, p. 55–64, 2015.
- SANTANA, G. P. Heavy metal distribution in the sediment and Hoplosternum littorale from Manaus Industrial district. **Journal of chemical Eng.**, v. 02, n. 2, p. 70–81, 2016.
- SILVA, C.P.D., 1992. **Influência das modificações ambientais sobre as comunidades de peixes de igarapés da cidade de Manaus (Amazonas)**. Dissertação (Mestrado em

- Ciências Biológicas), Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, Universidade Federal do Amazonas, 1992.
- SILVA, M.S.R. 1996. 109 f. **Metais pesados em sedimentos de fundo de igarapés (Manaus-AM)**. Dissertação de Mestrado em Geologia e Geoquímica. Belém, Universidade Federal do Pará, 1996.
- SPERAZZA, et al. High- Resolution Particle Size Analysis of Naturally Occuring Very Fine-Grained Sediment Through Laser Diffraction. **Journal of Sedimentary Research**, v. 74, n°. 5, p. 736- 743, 2004.
- SOUZA, W. B. DE; SANTANA, G. P. Mineralogy , zinc kinetic adsorption and sequential extraction of contaminated soil in Manaus , Amazon. **Ciencia Rural**, v. 44, n. 5, p. 788–793, 2014.
- TAYLOR, S. R. The abundance of chemical elements in the continental crust – A new table. **Geochimica Cosmochimica Acta**, 28, 1273–1285, 1964.
- TUREKIAN, K. K., WEDEPOHL, D. H. Distribution of the elements in some major units of the earth's crust. **Bulletin Geological Society of America**, 72, 175–192, 1961.
- UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US EPA). **Method 7473, Mercury in Solids and Solutions by Thermal Decomposition, Amalgamation, and Atomic Absorption Spectrophotometry**; February, 2007.
- VALLE, C. M. do. 1998. **Impacto Ambiental Urbano: Avaliação física e química dos solos da bacia do Igarapé do Quarenta (Manaus-AM)**. Dissertação (Mestrado em Química de Produtos Naturais), Manaus, Universidade Federal do Amazonas, 1998.
- VALLE, C. M. et al. Speciation and quantification of mercury in Oxisol , Ultisol , and Spodosol from Amazon (Manaus , Brazil). **Chemosphere**, v. 58, p. 779–792, 2005.
- VROM Ministerial Circular on Target and Intervention Values for Soil Remediation. Reference DBO/1999226863. Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment, Bilthoven, The Netherlands, 2000.

GEOACCUMULATION INDEX OF MERCURY ON IGARAPÉ OF EDUCANDOS BASIN (MANAUS/AMAZONAS)

ABSTRACT: The Amazon is a region known worldwide for its biodiversity, but also has high mercury levels in various compartments of the environment. In this work, Hg was determined in sediment of Educandos Basin, one of the most populated regions of Manaus (AM), in order to establish the surface distribution of the contaminant in coarse and fine fractions. Surface sediment samples were collected in nine locations in the basin; three sources of the main stream and the rest in areas contaminated by human activity. Mercury concentrations were determined in raw samples (total fraction) and dried <63µm (fine fraction) by Direct Mercury Analyzer (DMA-80). The results revealed a concentration of Hg in the springs of 0.24 mg kg⁻¹, higher than the alarm values of guidelines for assessing the quality of sediments (SGQ). The other sampled points revealed enrichment Hg, varying the geoaccumulation index of moderate to heavily polluted at an early point of the stream the low to moderately polluted in other points.

KEYWORDS: Mercury; DMA; Geoaccumulation Index.