

## EFEITOS DA CONTRIBUIÇÃO ANTRÓPICA SOBRE AS ÁGUAS DO RIO NEGRO, NA CIDADE DE MANAUS, ESTADO DO AMAZONAS

**Antônia Gomes Neta Pinto**

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia  
[antoniap@inpa.gov.br](mailto:antoniap@inpa.gov.br)

**Maria do Socorro Rocha da Silva**

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia  
[ssilva@inpa.gov.br](mailto:ssilva@inpa.gov.br)

**Domitila Pascoaloto**

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia  
[domitila@inpa.gov.br](mailto:domitila@inpa.gov.br)

**Helder Manuel da Costa Santos**

Universidade Federal do Amazonas  
Unidade Acadêmica de Coari  
[hmc Santos@yahoo.com.br](mailto:hmc Santos@yahoo.com.br)

### RESUMO

O rio Negro, na orla de Manaus, recebe se seus tributários urbanos efluentes domésticos e industriais, que influem na qualidade da água. Com o intuito de avaliar o efeito da ação antrópica no rio Negro, foram analisadas variáveis físicas e químicas e os quantificou o teor de metais Cd, Cu, Cr, Mn, Ni, Pb e Zn. Os resultados mostraram descaracterização das condições naturais na foz dos igarapés São Raimundo (FISR) e Educandos (FIE) e a jusante destes (JIE), que são os dois maiores tributários urbanos e receptores de esgotos domésticos e efluentes industriais. Dos metais somente cobre e zinco estão abaixo do limite máximo desejável para águas destinadas ao abastecimento público, preconizado pela portaria 518 do Ministério da Saúde. No entanto, apesar da poluição dos tributários urbanos, o rio Negro, mantém, ainda, sua capacidade de diluir os poluentes, principalmente, no período de maior volume de água.

**Palavras-chave:** contribuição antrópica, esgotos domésticos, efluentes industriais, metais pesados.

## EFFECTS OF THE ANTHROPIC CONTRIBUTION ON NEGRO RIVER WATER, IN MANAUS, AMAZONAS STATE

### ABSTRACT

The Negro River, on whose bank the city of Manaus is located, receives an input of industrial and domestic wastes from its urban tributaries, which contribute its water's natural characteristics. Aiming to assess the effect of the anthropic action on the Negro River this study had value the physical and chemical variables as well as metals Cd, Cu, Cr, Mn, Ni, Pb and Zn. Findings pertaining to analysis point out the Negro River's water quality increasing worsening, at the mouths of the streams known as São Raimundo (FISR) and Educandos (FIE) and downstream from them (JIE), which are the two major urban tributaries and receptors of domestic wastes and industrial effluents. Metals, apart from copper and zinc, are mostly above the maximum desired limit allowed by the Health Ministry for human consumption. This study showed that in spite of the anthropic contribution from its urban tributaries, the Negro River, still maintains its ability for diluting pollutants, mainly during the period of its highest volume of water.

**Keywords:** anthropic contribution, domestic drains, industrial effluents, heavy metals.

## INTRODUÇÃO

A concentração de muitos elementos químicos e seus compostos que existiam na natureza em pequenas quantidades, teve aumento acentuado em vista da crescente demanda dos recursos minerais nos mais diversificados usos. Este processo teve como uma das principais conseqüências a contaminação de recursos hídricos por poluentes orgânicos e metais pesados (ARTIOLA, 1996; SALOMONS e FÖRSTNER, 1984).

O aumento da concentração dos metais no meio aquático é devido, principalmente, aos efluentes industriais que contêm grandes teores desses elementos e, depois, aos esgotos domésticos. Dentre esses metais Ni, Cu, Pb, Zn e Cd são os mais freqüentes nas águas residuais (DREVER, 1997; FÖRSTNER e WITTMAN, 1983).

Os metálicos contidos nos resíduos industriais, esgotos domésticos e lixo se tornam poluentes perigosos, pois ao contrário da maioria dos poluentes, não são eliminados do meio aquático por processos naturais (FÖRSTNER e WITTMAN, 1983).

Na região Amazônica, a contaminação dos recursos hídricos urbanos está se tornando um dos problemas mais relevantes, pois, além da poluição visual, vem crescendo em importância, a contaminação por metais tóxicos cujos tratamentos são difíceis e caros. Este tipo de efeito ocorre há mais de duas décadas nos igarapés urbanos de Manaus, capital do Amazonas, que são tributários do principal agente de drenagem da cidade, o rio Negro.

Na orla de Manaus, área do presente estudo, este rio recebe a contribuição dos tributários urbanos (igarapés São Raimundo e Educandos) e da bacia do igarapé Tarumã, que drena principalmente área rural.

As microbacias dos igarapés Educandos e São Raimundo drenam área densamente povoada desde suas nascentes até a foz. Transformaram-se, em vista da ocupação de suas margens e das diversas atividades em seu entorno, em receptores de grande quantidade de resíduos domésticos, efluentes industriais e lixo.

Estes impactos causaram a retirada da mata ciliar, restando apenas alguns fragmentos em áreas que abrangem órgãos estaduais e federais; assoreamento do leito e, conseqüentemente, transbordamento dos leitos quando ocorrem eventos pluviométricos de grande escala e, principalmente, descaracterização física, química e biológica de suas águas, além da contaminação por metais pesados, como comprovado em vários estudos, entre eles os de Silva (1996), Cleto Filho (1998) e Oliveira (2002).

A microbacia do Tarumã localizada na zona oeste de Manaus ainda mantém alguns aspectos naturais, inclusive áreas de vegetação nativa. Mas, atualmente, a ocupação se intensifica nesta área, inclusive com atividades de piscicultura e retirada de areia e pedras para construção civil. Alguns de seus tributários se encontram em processo de degradação devido às atividades econômicas em seu entorno.

Com o intuito de avaliar o efeito das atividades antrópicas sobre a qualidade das águas do rio Negro, este trabalho analisou as variáveis físicas e químicas (pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, os íons amônio, nitrato e nitrito) e os metais Cd, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb e Zn.

## MATERIAL E MÉTODOS

A orla de Manaus, área deste estudo, abrange um trecho do rio Negro, a partir de um ponto a montante, cerca de 200m, da foz do igarapé Tarumã Açú, com extensão em torno de 32 km até o porto do Ceasa. A área é limitada pelos paralelos 3°00' e 3°10' S e pelos meridianos 60°07' e 59°50' WG.

Foram feitas coletas de água nos meses de novembro de 2002 (nível mais baixo da água) e junho de 2003 (máximo da cheia) nos seguintes locais: a montante da foz do igarapé Tarumã (MIT), foz do igarapé Tarumã (FIT), a jusante da foz do igarapé Tarumã (JIT), foz dos igarapés São Raimundo (FISR) e Educandos (FIE), a jusante da foz do igarapé Educandos (JIE) e no porto do Ceasa (CSA), como mostra a figura 1. As amostras foram coletadas na superfície, em duplicata e armazenadas em frasco de polietileno e, parte filtrada para as análises de nitrito, íon amônio e os metais cádmio, cobre, ferro, manganês, níquel, chumbo e zinco. Na alíquota

não filtrada foram determinados pH, condutividade elétrica, alcalinidade. O oxigênio dissolvido e DBO foram coletados em frascos Winkler, próprios para este fim.

Os procedimentos analíticos foram realizados no laboratório de Química Ambiental do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) e no Laboratório de Geoquímica da Universidade do Amazonas e estão descritos descritos em APHA (1985); Golterman & Clymo (1971) e Pinto (2004).

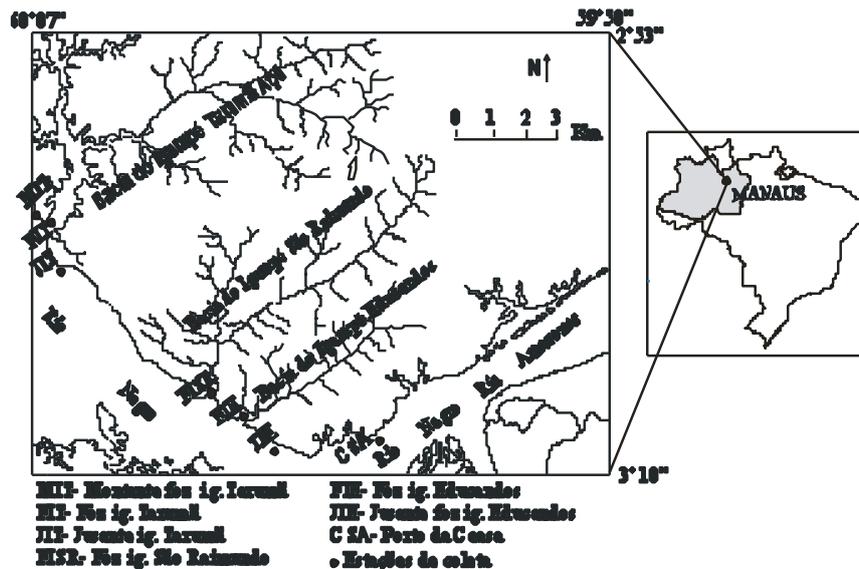


Figura 1: Localização dos pontos de coleta e principais bacias urbanas de Manaus/AM

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As águas do rio Negro são de cor escura, naturalmente ácidas (pH entre 4,5 e 5,5), mas na foz dos igarapés São Raimundo (FISR) e Educandos (FIE) – locais mais influenciados pelos despejos de esgotos domésticos – o pH atingiu a faixa alcalina (maior que 7), confirmado pelos valores da alcalinidade.

Essa tendência foi observada no mês de novembro, devido ao menor volume de água. Nos locais mais afastados desses pontos o pH está na faixa considerada normal para este tipo de água da região, como foi observado em outros trabalhos nesse rio (ELIAS e SILVA, 2001; AUCOUR, 2003) e em outros ambientes de água preta como o Jutai estudado por Oliveira (2004).

A exemplo do pH e alcalinidade, a condutividade elétrica foi maior nas estações FISR e FIE, e a jusante destas (JIE) em novembro, onde chegou a 593  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (Figura 2). A condutividade elétrica, nas demais estações se assemelhou àquela normalmente encontrada em ambientes naturais de água preta (entre 8 e 15  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), como foi observado por Cunha e Pascoaloto (2006) e Sioli (1957).

O oxigênio dissolvido (OD) corrobora as informações sobre as condições da qualidade da água nesses locais pelas variáveis descritas anteriormente. Nas estações de menor influência antrópica (MIT, FIT, JIE e FIE) as águas são bem oxigenadas (teor entre 4,7 mg/L e 8,9 mg/L), mas na foz dos tributários São Raimundo (FISR) e Educandos (FIE) chega quase à anorexia, com teor máximo de 0,7 mg/L (Figura 3).

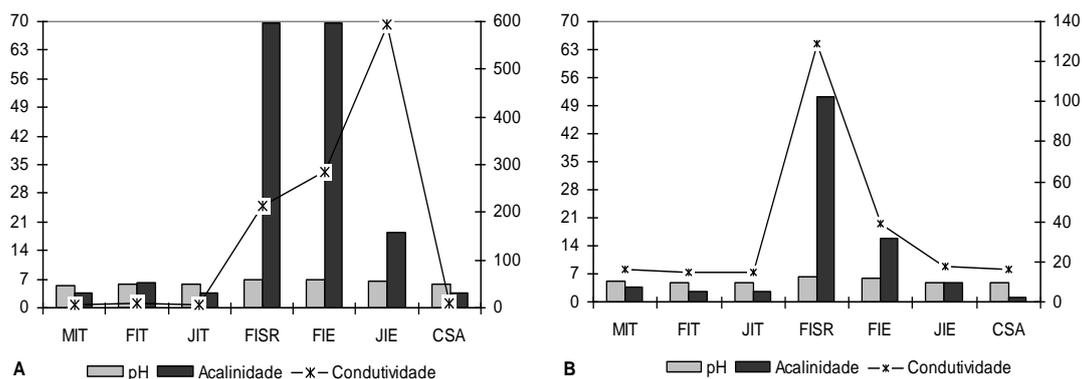


Figura 2: pH e alcalinidade (mg/L) em novembro de 2002 (A) e junho de 2003 (B).

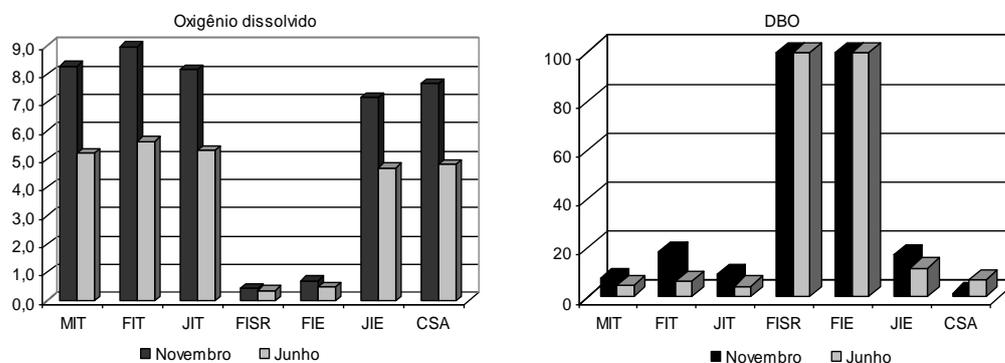


Figura 3: Relação ente o oxigênio dissolvido (mg/L) e DBO (porcentagem de OD) em novembro de 2002 (A) e junho de 2003 (B).

A redução do oxigênio dissolvido em FISR e FIE foi devido à grande concentração de bactérias oriundas dos esgotos doméstico nesses igarapés que consomem o oxigênio em processos bioquímicos avaliados pela DBO (demanda bioquímica do oxigênio), que é uma importante ferramenta para avaliar o grau de poluição de um ambiente, pois quanto maior a concentração de microorganismos, maior o consumo de oxigênio pelas bactérias aeróbias e, por isso, seus teores são maiores onde há maior carga de esgoto.

Os íons amônio e nitrito são, também, indicadores de poluição antrópica e sua distribuição espacial e temporal neste trabalho, mostrou que, nas estações MIT, FIT e CSA as contribuições das atividades antrópicas são menores. Na foz dos igarapés São Raimundo (FISR) e Educandos (FIE) e a jusante destes (JIT), no entanto, corroboram a contaminação á detectada pelas varáveis anteriores (Figura 4).

As variáveis físicas e químicas mostraram nas estações FISR e FIE, a qualidade da água do rio Negro piora, mas a partir nas estações a jusante (JIE e CSA), começa a melhorar e isso, corrobora o que foi observado por Fonseca et. al (1982), que o rio tem a capacidade do diluir poluentes, e se recuperar dos despejos que recebe.

Mas, ainda há outro problema na contaminação nesta secção do rio Negro, que se tornou uma das maiores preocupações em relação aos despejos da cidade de Manaus: os metais, uma vez que várias indústrias do Pólo Industrial ainda despejam os rejeitos de suas atividades em um dos igarapés tributários do rio Negro (SILVA, 1996; GEISSLER, 1999).

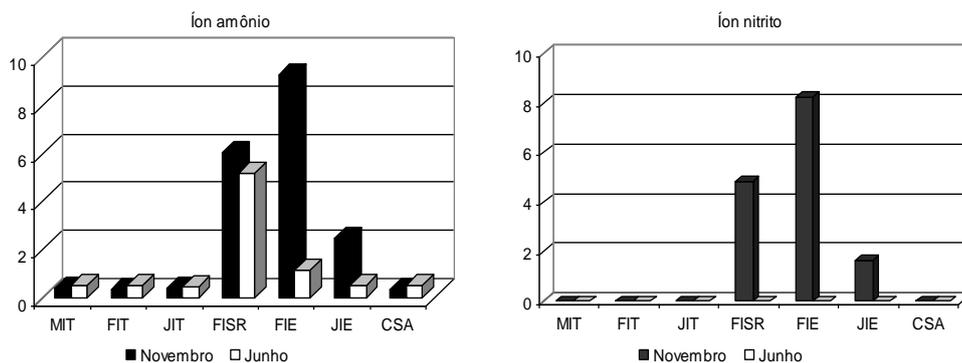


Figura 4: Comportamento dos íons amônio e nitrito em novembro de 2002 e junho de 2003.

A concentração dos metais (Cd, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb e Zn) foi maior no mês de novembro, exceto para o zinco. Isto se deve à concentração desses elementos em virtude do menor volume nível da água do rio Negro nesse mês, enquanto em junho, ocorre a diluição pelo aumento do volume da água, que no período, atingiu cota máxima (27,55m) quatro dias após a coleta.

Destacam-se as concentrações mais elevadas de cobre em todos os locais, nas duas amostragens, as de cádmio e níquel em todas as estações. As concentrações mais altas de ferro em relação aos demais metais são devidas a sua natural abundância na crosta terrestre, bem como, ao seu grande emprego na fabricação objetos metálicos que fazem parte dos resíduos sólidos (Figura 5).

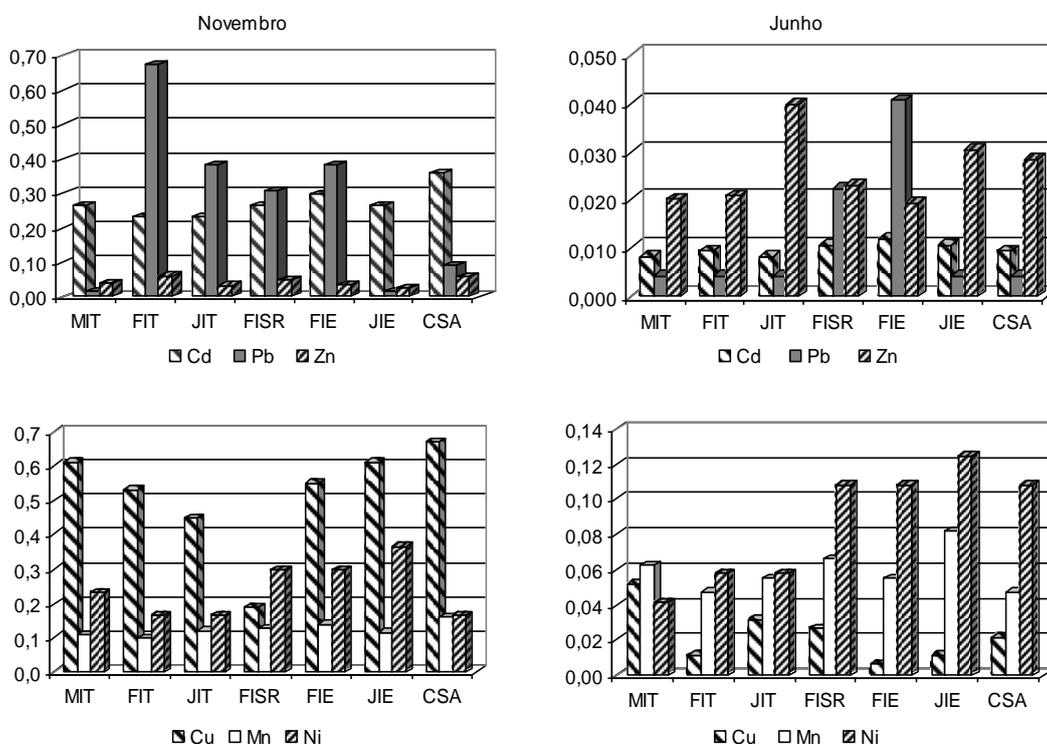


Figura 5: Distribuição dos metais Cd, Cu, Pb, Mn, Ni e Zn (mg/L) nas águas do rio Negro, em novembro/02 e junho/03.

Embora o volume de água possa diluir a concentração dos metais, todos, com exceção do zinco e cobre, ficaram acima do máximo permitido pela Portaria 518 do ministério da Saúde, para águas destinadas ao consumo humano.

A descaracterização das variáveis ambientais na foz dos igarapés São Raimundo (FISR) e Educandos (FIE) e a jusante destes (JIE), bem como as altas concentrações dos metais, é causada pelos despejos de esgotos domésticos, efluentes industriais e lixo, que possuem composição variada. Os teores mais elevados no mês de novembro mostram a relação entre o comportamento dos poluentes e o nível mais baixo da água, neste período.

## CONCLUSÕES

Os efeitos dos efluentes trazidos pelos igarapés São Raimundo (FISR) e Educandos (FIE) no rio Negro estão refletidos, principalmente nos valores de pH, condutividade, OD e íon amônio, maiores indicadoras de poluição.

As concentrações dos metais dissolvidos superiores às máximas toleráveis pela OMS para águas destinadas ao abastecimento público é preocupante, uma vez que o tratamento convencional não elimina metais da água e podem ser incorporados pela biota.

A influência dos igarapés contaminados (São Raimundo e Educandos) diminui a qualidade da água do rio Negro, não obstante, devido ao seu grande volume, este rio ainda mantém seu poder recuperação, o que é notado ao se comparar as concentrações das variáveis ambientais e dos metais nas estações a montante desses igarapés (MIT, FIT e JIT) com as das estações a jusante (JIT e CSA), onde se percebe rápida redução à medida que se afasta da foz (FISR e FIE) desses tributários impactados.

A diluição dos contaminantes é, também, comprovada, pela diminuição das concentrações quando o rio atinge seu volume máximo, no período cheio, que normalmente ocorre em junho, renovando, assim, a importância da flutuação do nível das águas na Amazônia, e do regime de chuvas, uma vez que esta flutuação depende, predominantemente, da pluviosidade.

## BIBLIOGRAFIA CITADA

American Public Health Association – APHA; American Water Work Association – AWWA; Water Pollution Control Federation – WPCF (eds). **Standard Methods of the Experimentation of Water and Wasterwater**. 14a. ed., New York, 1985. 1268p.

ARTIOLA, J.F. Industrial Sources of Pollution. In: Pepper, I.L.; Gerba, C.P. e Brusseau, M.L. (Eds). **Pollution Science**. California: Academic Press, 1996. 354-378p.

AUCOUR, A.M.; TAO, F.X.; MOREIRA-TUREQ, P.; SEYLER, P.; SHEPARD, S.; BENEDETTI, MF. The Amazon River: Behavior of Metals (Fe, Al, Mn) and Dissolved Organic Matter in the Initial Mixing at the Rio Negro/Solimões Confluence. **Chemical Geology**, 2003. 19 (7):271-285.

CLETO FILHO, S.E.N. **Efeitos da ocupação urbana sobre a macrofauna de invertebrados aquáticos de um igarapé (Mindu) da cidade de Manaus/AM – Amazônia Central**. 1998. 74p. Dissertação (Mestrado). Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade Federal do Amazonas, Manaus/AM.

CUNHA. H.B.; PASCOALOTO, D. **Hidroquímica dos rios da Amazônia**. 2006. Manaus: Governo do Estado do Amazonas. Cadernos do CCPA – Centro Cultural dos Povos da Amazônia. Série Pesquisas. Manaus/AM.

DREVER, J.I. **The Geochemistry of Natural Waters Surface and Groudwater Environments**. Prentice Hall: 3a. Ed. New York, 1997. 436p.

ELIAS, A.S.S; SILVA, M.S.R. Hidroquímica das Águas e Quantificação de Metais nos Sedimentos de Fundo das Bacias Hidrográficas de Área Urbana de Manaus que Deságuam no Rio Negro. In: Jornada de Iniciação Científica do INPA, 10. 2001. **Anais**. CNPq/INPA. p 402-405.

GEISSLER, R.M.O. **Geoquímica Ambiental Aplicada à Bacia do Igarapé do Quarenta, Município de Manaus-AM**. Dissertação (Mestrado). 127pp. 1999. Universidade Federal do Amazonas, Manaus/AM.

- GOLTERMAN, H.L.; CLYMO, R.S. **Methods for Chemical Analysis of Fresh Water**. Blackwell Scientific Publications: Oxford. 1971.160p.
- FONSECA, O.P.M.; SALEM, J.L.; GUARIM, V.L. Poluição e Autopurificação do rio Negro nas Cercanias de Manaus. **Acta Amazônica**, 12(2): 271-278. 1982.
- FORSTNER, U.; WITTMANN, G.T.W. **Metal Pollution in the Aquatic Environment**. Springer-Verlag: Berlim. 1983. 486 pp.
- MELO, E.G.F.; SILVA, M.S.R.; MIRANDA, S.A.F. 2005. Influência Antrópica sobre Águas de Igarapés de Manaus-Amazonas. *Caminhos de Geografia* 5(16):40-47.
- OLIVEIRA, L.G.S. **Hidrogeoquímica das Bacias do Uatumã, Urubu e Rios Menores/Amazonas**. 2004. 46p. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Geociências. Universidade Federal do Amazonas, Manaus/AM.
- OLIVEIRA, T.C.S. **Distribuição de Metais Pesados em Sedimentos na Região do Distrito Industrial de Manaus – Amazonas**. 2002. 92p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Amazonas.
- PINTO, A.G.N. **Geoquímica dos Sedimentos do Rio Negro na Orla de Manaus/AM**. 2004. 100p. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Geociências. Universidade Federal do Amazonas, Manaus/AM.
- SALOMONS, W.; FÖRSTNER, U. 1984. **Metals in the Hhydricicle**. Springer-Verlag, New York, 349p.
- SILVA, M.S.R. **Metais Pesados em Sedimentos de Fundo de Igarapés (Manaus - AM)**.1996. 110p. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Geociências. Universidade Federal do Pará, Belém/PA.
- SIOLI, H. 1957. Valores de pH de águas da Amazônia. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, Belém/PA, p. 1:1-18.