

INFLUÊNCIA ANTRÓPICA SOBRE ÁGUAS DE IGARAPÉS NA CIDADE DE MANAUS - AM

Emanuele Gurgel Freitas Melo

Engenheira Florestal - Bolsista CNPq/INPA
emanuelegurgel@hotmail.com

Maria do Socorro Rocha da Silva

Pesquisadora do Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia/INPA
ssilva@inpa.gov.br

Sebastião Átila Fonseca Miranda

Pesquisador do Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia/INPA
atila@inpa.gov.br

RESUMO

Este trabalho objetivou analisar o comportamento hidroquímico das águas de alguns igarapés de bacias hidrográficas da área urbana (São Raimundo e Educandos) e rural (Tarumã-Açu) no município de Manaus, visando estabelecer um estudo sobre as características das águas diante das crescentes modificações que as mesmas vêm sofrendo devido à influência antrópica. A coleta dos dados foi efetuada no período seco e no chuvoso e foram estudados a temperatura da água, pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , Cl^- e alcalinidade. As amostras foram analisadas no CPCR - INPA. As variáveis analisadas mostram que as águas da bacia do Tarumã-Açu e as nascentes dos igarapés do Quarenta e Mindú são ácidas, com baixa condutividade elétrica, altos teores de oxigênio dissolvido e baixas concentrações de cátion e ânions. As demais estações de coleta apresentaram aumento de pH, altas condutividades, baixos teores de oxigênio dissolvido, e altas concentrações de cátions e ânions em relação às características hidroquímicas dos igarapés naturais da região, portanto, apresentaram indícios de impactos antrópicos.

Palavras-chave: Água superficial; Amazônia; Hidroquímica; poluição.

ANTROPIC INFLUENCE ON THE WATER OF STREAMS IN THE CITY OF MANAUS - AM

ABSTRACT

The purpose of the present paper is to *analyze* the hydrochemistry behavior in the waters of the hydrographic basins of the urban (São Raimundo and Educandos) and rural (Tarumã-Açu) areas in the township of Manaus, in order to establish a study concerning the characteristics of the waters when facing the increasing modifications to which they've been subjected to due the antropic influence. Data collection was carried out in the dry and wet seasons and the water temperature, pH, electric conductivity, dissolved oxygen, Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , Cl^- and alkalinity, were studied. Samples were analyzed at the CPCR - INPA. The analyzed variables point out that the waters of the streams of the Tarumã-Açu basin and the headwaters of Quarenta e Mindú streams are acid, with low electrical conductivity, high *dissolved* oxygen contents and low cations and anions concentrations. The remaining collecting stations in Quarenta e Mindú streams presented increased pH, high conductivity, low dissolved oxygen contents, and high cations and anions concentrations relative to the region's natural stream hydrochemical characteristics, therefore they present indications of antropics impacts.

Key-words: surface water; Amazônia; Hydrochemistry; pollution.

INTRODUÇÃO

Manaus tem população de 1.403.796 hab. e encontra-se a 03°08' S e 60°00' W à altitude de 21 m acima do nível do mar à margem esquerda do rio Negro, próximo de sua confluência com o rio Solimões. Está situada sobre a Formação Alter do Chão, de idade cretácea. O holoceno está representado por depósitos aluvionares ao longo dos rios e igarapés (Silva, 1999; IBGE, 2002).

Segundo a classificação de Köppen, o clima é do tipo quente úmido. A temperatura média anual é de 25,6°C e o índice pluviométrico médio anual é de 2.300 mm. A umidade do ar é alta e os meses com maior (inverno) e menor (verão) intensidade pluviométrica são de novembro a abril e junho a outubro, respectivamente (Prance & Lovejoy, 1985).

A cidade é recortada por uma densa malha de igarapés que formam o sistema fundamental das bacias de drenagem (Figura 1). A precariedade das moradias nas margens desses igarapés, despejando parte do lixo e esgotos sanitários nessas águas, e o lançamento de despejos de origem industrial, principalmente no igarapé do Quarenta, provocam impactos ambientais, verificados através das condições físico-químicas destas águas (Silva, 1996; Elias & Silva, 2001).

Nos igarapés é verificável contaminação de origem antrópica, com baixo teor de oxigênio dissolvido e altas concentrações de ferro, manganês, zinco, cobre e nitrato, além da presença de coliformes fecais e totais acima das taxas permissíveis para recreação e consumo humano e doméstico, consequência da ocupação desordenada nas margens dos igarapés (Silva, 1996).

O trabalho teve como finalidade analisar os aspectos físicos, físico-químicos e químicos das águas de igarapés das bacias hidrográficas do Tarumã-Açu, Educandos e São Raimundo do município de Manaus, diante das crescentes modificações que as mesmas vêm sofrendo devido à influência do homem sobre estes ambientes.

MATERIAL E MÉTODOS

Para escolha dos pontos de amostragem de água, foram levadas em consideração a facilidade de acesso ao local e a influência antrópica. Foram definidos um total de nove estações de coleta, sendo três em cada bacia analisada. Na bacia do Tarumã-Açu, situada na área rural, foram coletadas amostras nos igarapés Barro Branco, Acará e Tarumã, na bacia do Educandos (em três estações ao longo do igarapé do Quarenta) e na bacia do São Raimundo (em três estações ao longo do igarapé do Mindú) na área urbana de Manaus (Figura 1).

Descrição da Área

As estações T1 (igarapé Barro Branco), T2 (Igarapé Acará) e T3 (Tarumã) apresentam água corrente de cor marrom escuro com leito arenoso e mata ciliar preservada.

A nascente do igarapé do Quarenta, na Reserva Sauim Castanheira (E1) apresenta água corrente de cor marrom e com mata ciliar preservada. Fora da reserva, o igarapé do Quarenta recebe carga de esgoto doméstico proveniente dos bairros adjacentes ao Distrito Industrial da SUFRAMA. A estação E2 no Distrito Industrial apresenta água corrente de cor escura com leito argilo-arenoso e mata ciliar pouco modificada, recebendo esgoto doméstico e principalmente industrial. A Estação E3 próxima a um conjunto habitacional apresenta água corrente de cor escura com elevada quantidade de sedimento de aspecto lodoso, mata ciliar totalmente modificada e acúmulo de resíduos sólidos nas margens.

A nascente do igarapé do Mindú (SR1) apresenta água corrente de cor marrom escura, leito arenoso, com bancos de liteira, raízes e troncos submersos e mata ciliar preservada. A estação SR2 no conjunto habitacional Petro, apresenta água corrente de cor barrenta, leito argilo-arenoso e mata ciliar modificada, recebendo principalmente esgoto doméstico. O trecho do igarapé do Mindú referente ao curso de água dentro do Parque do Mindú (SR3) recebe carga de esgoto doméstico dos bairros adjacentes.

Amostragem e métodos para análise hidroquímica

As coletas foram realizadas no período seco (Julho, Agosto e Outubro) e chuvoso (Fevereiro), no mesmo horário e em dias consecutivos. As águas foram amostradas com garrafa do tipo Van Dorn, acondicionadas para a determinação de oxigênio dissolvido em duplicatas em frascos tipo Winkler, devidamente fixados com sulfato manganoso e azida sódica. As demais amostras foram acondicionadas em frascos de polietileno de 1 litro.

As amostras foram analisadas no Laboratório de Química Ambiental da CPR, do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA. Os métodos utilizados para as análises estão descritos no quadro 1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de temperatura das águas variaram de 23,1 a 33,0°C. As estações da bacia do Tarumã apresentaram os menores valores enquanto que as águas das bacias do Educandos e São Raimundo apresentaram os maiores, variando de 28,0 a 33,0°C no igarapé do Quarenta (estações E2 e E3) e de 26,0 a 29,3°C no igarapé do Mindú (estação SR2 e SR3). Estes altos valores foram relacionados à falta da mata ciliar nesses igarapés, oxidação biológica da matéria orgânica e lançamento de despejos industrial e doméstico, dados semelhantes aos encontrados por Silva (1996) em igarapés urbanos de Manaus.

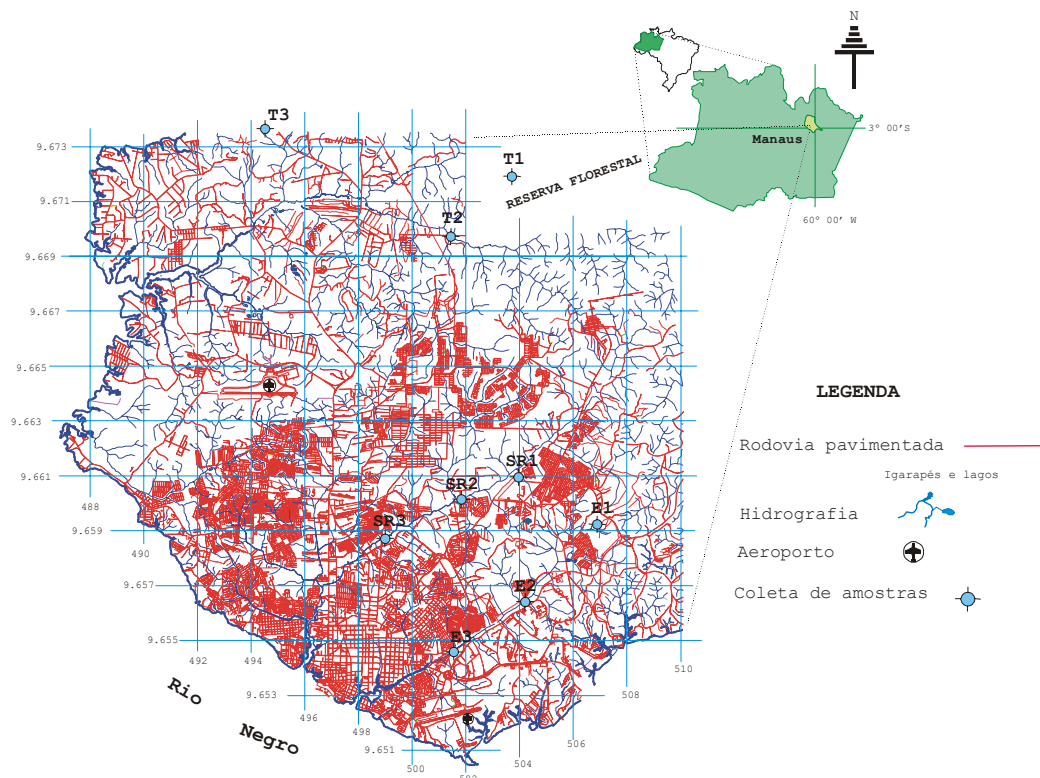


Figura 1 - Mapa de localização das bacias do Tarumã – Açú (T1, T2 e T3), Educandos (E1, E2 e E3) e São Raimundo (SR1, SR2 e SR3) em UTM e pontos de coleta no município de Manaus – AM.

Quadro 1

Métodos utilizados para análises hidroquímica das águas amostradas em igarapés de Manaus - AM

Variável	Métodos	Observações	Unidade
Temperatura	Termômetro	<i>In locu</i>	°C
Potencial Hidrogeniônico	Potenciometria	APHA, 1985	-
Condutividade Elétrica	Condutimetria	APHA, 1985	$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$
Alcalinidade	Titulação Potenciométrica	APHA, 1985	$\text{mg HCO}_3^-\cdot\text{L}^{-1}$
Oxigênio Dissolvido	Titulometria de oxiredução	Golterman & Clymo 1971; Golterman et al., 1978; APHA, 1985	$\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$
Cl^-	Titulometria	Golterman et al., 1978	$\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$
Ca^{2+} e Mg^{2+}	Complexiometria do EDTA	Golterman et al., 1978	$\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$
Na^+ e K^+	Fotometria de chama	Golterman et al., 1978	$\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$

OS valores de pH das águas oscilaram de 3,2 a 7,2 (Figura 2). Os igarapés da bacia do Tatumã e as nascentes dos igarapés do Quarenta e Mindú apresentaram valores que variam de 3,2 a 5,6, constatando que esses ambientes apresentam águas ácidas, os demais pontos de coleta dos igarapés do Quarenta e Mindú apresentaram valores de 5,8 a 7,2 constatando a diminuição da acidez das águas. Provavelmente a mudança de pH está relacionada a alterações provocadas por substâncias provenientes de despejos industrial e doméstico na área de coleta, o que corrobora com Silva (1999) quando afirma que aumento de pH na região em estudo pode estar relacionado às interferências humanas.

A condutividade elétrica oscilou de 6,5 a 267,0 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (Figura 03). Nas estações da bacia do Tatumã e nascentes, foram observados baixos valores (menores que 33,4 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$). Nos demais pontos de coleta, variaram de 134,8 a 267,0 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, sendo indicativo de influência antrópica. O mesmo confirmado por Elias & Silva (2001) ao encontrarem valores em torno de 215 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ em água de igarapés da cidade de Manaus.

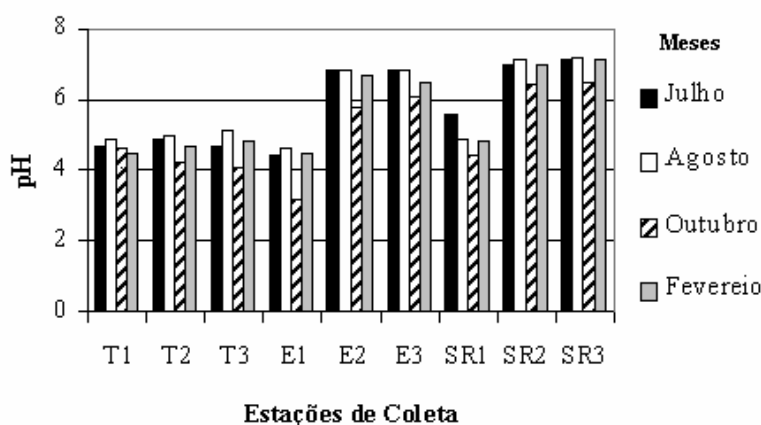


Figura 2 - Comportamento do pH nas bacias do Tatumã (T1, T2 e T3), Educandos (E1, E2 e E3) e São Raimundo (SR1, SR2 e SR3) em Manaus - AM.

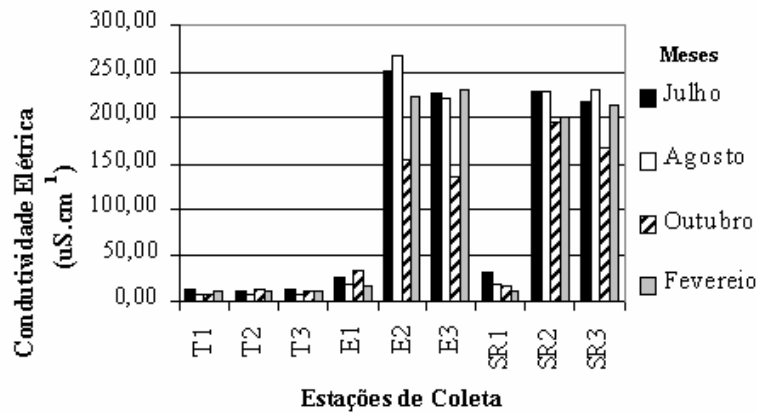


Figura 3 - Comportamento da condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) nas bacias do Tarumã (T1, T2 e T3), Educandos (E1, E2 e E3) e São Raimundo (SR1, SR2 e SR3) em Manaus - AM.

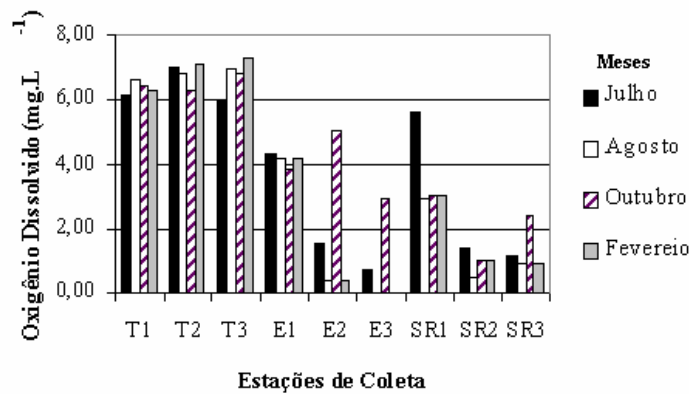


Figura 4 - Comportamento do oxigênio dissolvido ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) nas bacias do Tarumã (T1, T2 e T3), Educandos (E1, E2 e E3) e São Raimundo (SR1, SR2 e SR3) em Manaus - AM.

O oxigênio dissolvido das águas variou de 0,0 a $7,28 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ com os igarapés da bacia do Tarumã e nascentes do Quarenta e Mindú apresentando os maiores valores. As demais estações de coleta apresentaram teores menores que $2,38 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$. Os menores valores do oxigênio dissolvido na área de estudo estão relacionadas à decomposição da matéria orgânica proveniente de despejo industrial e esgotos domésticos (Figura 04). Portanto, um sistema aquático que recebe esgotos in natura sofre alterações ecológicas decorrentes, na maioria das vezes, da eutrofização, diminuindo drasticamente a qualidade das águas, levando principalmente à acentuada redução do oxigênio dissolvido.

Nas águas estudadas, os maiores teores de cálcio variaram de $23,00 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ no período seco a $329,45 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ no chuvoso, com os menores valores nos igarapés da bacia do Tarumã e nascentes. Quanto ao magnésio dissolvido, o maior valor foi de $9,19 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ no período seco e $124,70 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ no chuvoso. Os igarapés da bacia do Tarumã e nascentes dos igarapés do

Quarenta e Mindú apresentaram baixas concentrações (Figura 05). De acordo com Sioli (1985) estes teores mais elevados de cálcio e magnésio são considerados altos para a região em estudo. Deste modo, é evidente a influência antrópica nessa área em questão.

A concentração do sódio dissolvido oscilou de 0,3 a 28,29 mg.L⁻¹, do potássio foram menores que 8,4 mg.L⁻¹ (Figura 05) e do cloreto de 0,85 a 22,29 mg.L⁻¹(Figura 06). A diminuição do sódio, no período chuvoso, é devido à diluição desse elemento pelas águas pluviais, quanto à diminuição do potássio, ainda não são bem conhecidos os mecanismos que controlam seu comportamento, segundo Silva (1999).

A alcalinidade das águas amostradas variou de 0,00 a 89,67 mg.L⁻¹. Nos igarapés da bacia do Tarumã e nas nascentes do igarapé do Quarenta e Mindú, foram menores que 3,05 mg.L⁻¹. Baixos valores de alcalinidade estão relacionados a baixos valores de pH encontrados nas águas naturais de igarapés da região em estudo (Sioli, 1985). Em estudos realizados em bacias da zona rural de Manaus, Campos (1994) e Melo (2002) também observaram valores relativamente baixos de alcalinidade. Nas demais estações de coleta, apresentaram valores variando de 32,33 a 89,67 mg.L⁻¹, relacionados à eutrofização do meio hídrico(Figura 6).

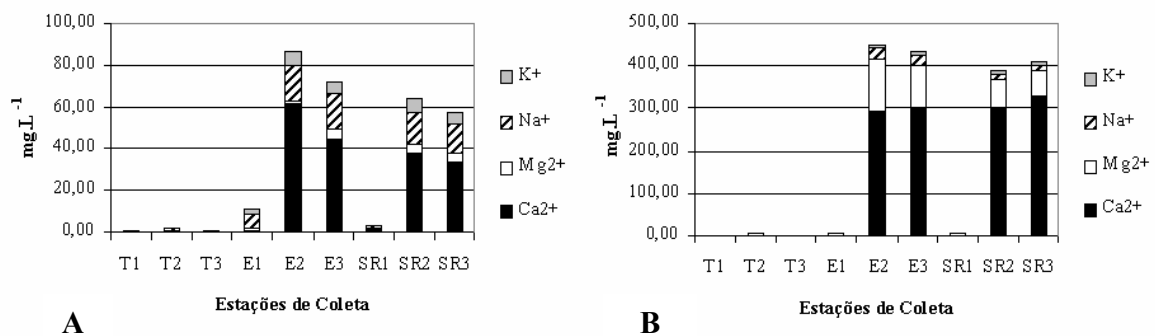


Figura 5 - Comportamento dos íons Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺ e K⁺ (mg.L⁻¹) nas bacias do Tarumã, Educandos e São Raimundo, no período seco (A) e chuvoso (B) em Manaus - AM.

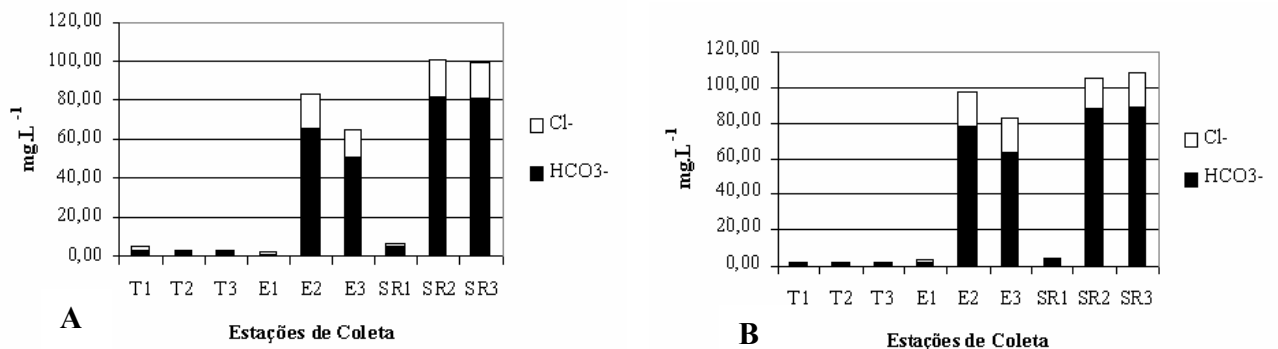


Figura 6 - Comportamento da alcalinidade e do íon Cl⁻ (mg.L⁻¹) nas bacias do Tarumã, Educandos e São Raimundo, no período seco (A) e período chuvoso (B) em Manaus - AM.

CONCLUSÃO

As variáveis analisadas mostram que as águas dos igarapés Barro Branco, Ácara e Tarumã e as nascentes do igarapé do Quarenta e Mindú são ácidas, com baixa condutividade elétrica, altos teores de oxigênio dissolvido e baixas concentrações de cátion e ânions com ligeira diminuição do sódio e potássio dissolvido no período chuvoso. As demais estações dos igarapés do Quarenta e Mindú apresentaram aumento de pH, altas condutividades, baixos teores de oxigênio dissolvido, e altas concentrações de cátions e ânions.

Não foi observado variação significativa entre estações seca e chuvosa nos igarapés da bacia do Tarumã e nas nascentes do Quarenta e Mindú para as variáveis analisadas, o que é indicativo de ambiente natural da região, com exceção dos íons cálcio e magnésio que no período chuvoso apresentaram valores altos nas estações de coleta E2, E3, SR2 e SR3, o que sugere que esses elementos estão sendo introduzidos ao meio hídrico por águas pluviais que escoam com despejos doméstico e industrial.

REFERÊNCIAS

APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION; AMERICAN WATER WORK ASSOCIATION - AWWA; WATER POLLUTION CONTROL FEDERATION - WPCF. 1985. **Standard Methods of the experimentation of Water and Wasterwater**. 14 ed. New York, 1268p.

CAMPOS, Z.E.S. **Parâmetros físico-químicos em igarapés de água clara e preta ao longo da Rodovia Br-174 entre Manaus e Presidente Figueiredo-Am**. Manaus, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/ Fundação Universidade do Amazonas. 90p. Tese (Mestrado em Ciências Biológicas) – INPA/FUA, 1994.

ELIAS, A.S.S.; SILVA, M.S.R. Hidroquímica das águas e quantificação de metais pesados nos sedimentos das bacias hidrográficas de área urbana de Manaus, que deságuam no rio Negro. In: X Jornada de Iniciação Científica do PIBIC/INPA, 2001, Manaus. **Anais**. Manaus: INPA, 2001. p. 402-05.

GOLTERMAN, H.L. & CLYMO, R.S. **Methods for Chemical – Analysis of Fresh Water**. Oxford, Blackwell Scientific Publication. 1971. 160p. (IBP Handbook, 8).

GOLTERMAN, H.L.; CLYMO, R.S.; OHNSTAD, M.A.M. **Methods for physical and chemical analysis of Fresh Water**. Blackwell Scientific Publications. 1978. 213p. (IBP Handbook, 8).

IBGE. **Cidades**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/cidadesat/ufs/am.html>> acesso em: 16, mai. 2002.

MELO, E.G.F. **Estudo Físico-Químico nas Águas da Bacia do Rio Tarumã-Açu**. Anais da X Jornada de Iniciação Científica do INPA-CNPq de 03 a 05 de Julho de 2002. Manaus/AM, 2002.

PRANCE, G. T.; LOVEJOY, T. E. **Amazônia: Key enviroments**. Oxford: Pergamon Press, 1985. p. 4

SILVA, M.S.R. **Metais pesados em sedimentos de fundo de igarapés (Manaus-Am)**. Belém, Universidade Federal do Pará. 120p. Dissertação (Mestrado Geoquímica Ambiental) – Universidade Federal do Pará, 1996.

SILVA, M. L. **Hidroquímica elementar e dos isótopos de urânio no aquífero de Manaus – Am**. Rio Claro, Universidade Estadual Paulista. 82 p. Dissertação (Mestrado em Conservação e Manejo de Recursos) - Centro de Estudos Ambientais/ Universidade Estadual Paulista. 1999.

SIOLI, H. **Amazônia**: Fundamentos da ecologia da maior região de florestas tropicais. Rio de Janeiro: Vozes, 1985. 72p.