



## XII SIMPÓSIO DE RECURSOS HIDRÍCOS DO NORDESTE

### **Qualidade da água do rio Negro em áreas urbanas, estado do Amazonas**

*Hillândia Brandão da Cunha<sup>1</sup>; Domitila Pascoaloto<sup>2</sup>; Maria do Socorro Rocha da Silva<sup>3</sup>*

**RESUMO** – O rio Negro é um dos principais tributários do rio Amazonas e um dos rios que mais apresentam características hidroquímicas diferenciadas, devido, principalmente à tonalidade escura e acidez de suas águas. Na parte alta da bacia a água foi mais ácida e com maior valor de cor verdadeira. A redução da acidez da água em Manaus pode ser decorrente da entrada do rio Branco, próximo à divisa dos municípios de Barcelos e Novo Airão, tendo em vista que as características da margem esquerda do rio Negro foram diferentes daquelas observadas na margem direita desse rio, no município de Novo Airão, onde se encontra o arquipélago de Anavilhanas. Os teores de coliformes fecais em Manaus estiveram diretamente relacionados à ocupação do e servem como alerta aos órgãos de gestão desta cidade em relação ao seu principal local de recreação aquática.

**ABSTRACT**– The Negro River is a major tributary of the Amazon River, is the main and best example of a river of black water, which exhibit more differentiated hydrochemical characteristics mainly due to the dark color and acidity of its waters. In the upper catchment dominated more acidic water and higher values of true color. Reducing the acidity of waters in streams of Manaus can be due to the entry of the Branco River, near the border of the municipalities of Barcelos and Novo Airão, given that the characteristics of the left bank of the Negro River were different from those observed on the right bank of Negro River in the municipality of Novo Airão, where is the Anavilhanas archipelago. and serve as a warning to the management of the city in relation to its principal place of water recreation.

**Palavras-Chave** –  
Rio de água preta  
Bacia Hidrográfica  
Amazônia Central

<sup>1</sup>) Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Coordenação Dinâmica Ambiental. Av. André Araújo, 2936 - Aleixo - Manaus/AM - CEP 69087-375. Tel (92) 3643-3169, fax (92) 3643-3167, e-mail: hillandia@gmail.com.

<sup>2</sup>) Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Coordenação Biodiversidade. Av. André Araújo, 2936 – Aleixo - Manaus/AM - CEP 69087-375. Tel (92) 3643-3168, fax (92) 3643-3167, e-mail domitila.pascoaloto@gmail.com.

<sup>3</sup>) Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Coordenação Biodiversidade. Av. André Araújo, 2936 – Aleixo - Manaus/AM - CEP 69087-375. Tel (92) 3643-3168, fax (92) 3643-3167, e-mail ssilva@inpa.gov.br.



## 1 - INTRODUÇÃO

Afluente da margem esquerda do rio Amazonas, o Negro é um dos maiores rios do mundo, ocupando a quinta posição na lista daqueles com maior vazão (Meade *et al.*, 1991), cerca de 4240-64380 m<sup>3</sup>/s (Guyot *et al.*, 1994, 1996), representando até 30% do total da contribuição da Amazônia para o oceano (Mounier *et al.*, 1999). Com área de 754.925 Km<sup>2</sup>, a bacia hidrográfica do rio Negro abrange três países (Brasil, Colômbia e Venezuela). Possui cerca de 1.700 km de extensão, dos quais aproximadamente 1.200 km correm em território brasileiro; sua bacia abrange seis municípios no estado do Amazonas (São Gabriel da Cachoeira, Santa Isabel do Rio Negro, Barcelos, Novo Airão; Iranduba e Manaus); a bacia de seu principal afluente, Branco, drena o estado de Roraima.

O rio Negro entra no Brasil na comunidade Cucuí, em São Gabriel da Cachoeira, fronteira tríplice com a Colômbia e a Venezuela. É um dos municípios brasileiros com maior área territorial (109.185,00 km<sup>2</sup>) e, apesar ser aquele com maior número de etnias indígenas (23), que representam 74% da população, a densidade populacional é muito baixa (0,38 hab/km<sup>2</sup>), segundo estimativa do IBGE (Brasil, 2013). A área mais densamente povoada é a sede da cidade, na qual a principal fonte de lazer é a orla do rio Negro, a jusante de um dos igarapés mais poluídos da cidade (Pascoaloto *et al.*, 2012).

No município de Novo Airão está localizado um dos maiores arquipélagos fluviais do mundo, Anavilhanas, onde o rio Negro atinge sua maior largura, 24 km (Cunha e Pascoaloto, 2009). Nesta região deságua o rio Branco, único tributário a apresentar águas naturais turvas e pouco ácidas. Com uma população de 16,719, a densidade populacional é baixa (0,45 hab/ km<sup>2</sup>) (Brasil, 2013)

A foz do rio Negro está localizada em frente à cidade de Manaus, a maior do norte do país, 1.982.177 hab. (Brasil, 2013). Neste município, o mais densamente povoado (173,86 hab./km<sup>2</sup>), o rio Negro recebe a contribuição de vários igarapés urbanos, contaminados com efluentes orgânicos e/ou industriais (Pinto *et al.*, 2009).

O presente trabalho compara características da água do rio Negro na sede desses três municípios.



## 2 - MATERIAL E MÉTODOS

Os dados apresentados são referentes ao período de maio/2013 a maio/2014, no qual foram visitados, no total, 11 (onze) sítios amostrais, sendo três em São Gabriel da Cachoeira (Figuras 1, 2), quatro em Novo Airão (Figura 1) e quatro em Manaus (Figuras 1, 3).

Foi realizada uma única coleta em São Gabriel da Cachoeira (outubro/2013) e em Novo Airão (dezembro/2013), período de águas baixas. Foi calculada a média das 11 coletas realizadas em Manaus.

Figura 1: Localização dos sítios amostrais e da entrada do rio Branco no rio Negro.



Figura 2: Localização e configuração dos sítios amostrais no município de São Gabriel da Cachoeira/AM.





Figura 3: Localização e configuração dos sítios amostrais no município de Manaus/AM.



Foram avaliadas as seguintes variáveis ambientais temperatura água, pH, condutividade elétrica, turbidez, cor verdadeira, concentração e saturação de oxigênio dissolvido, demanda química de oxigênio - DQO, demanda bioquímica de oxigênio – DBO, nitrogênio total, fósforo total, ferro total e os íons dissolvidos  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Si(OH)}_4$  e  $\text{Fe}^-$ . Em três expedições aos sítios amostrais de Manaus também foram incluídas, também, análises de coliformes totais e fecais. A água foi coletada com garrafa coletora tipo Van Dorn. Nas expedições em que foram incluídas análises microbiológicas (sítios amostrais de Manaus), amostras de água foram acondicionadas em frascos esterilizados, que foram transportados em caixas de isopor refrigeradas para o Laboratório de Limnologia (CDAM/INPA). Para determinação do oxigênio dissolvido e demanda bioquímica de oxigênio (DBO), amostras de água foram acondicionadas em frascos de Winckler e fixadas (com azida sódica e sulfato manganoso) ou embrulhadas em papel alumínio, respectivamente. Para a determinação das demais variáveis analisadas, amostras de água foram acondicionada em frascos de polietileno, com capacidade para 1 (um) litro, quimicamente lavados (lavagem com solução álcool-ácida e enxague com água destilada), e transportadas para o Laboratório de Química Ambiental (CDAM/INPA). As análises foram processadas seguindo as





metodologias descritas em Golterman *et al.* (1978), Valderrama (1980) e APHA *et al.* (2005). As análises de nitrogênio-total (N-total) e fósforo-total (P-total) foram realizadas segundo o método proposto por Valderrama (1980) adaptado ao sistema FIA (análise por injeção de fluxo). Os nutrientes amônio ( $\text{NH}_4$ ), nitrato ( $\text{NO}_3$ ), nitrito ( $\text{NO}_2$ ), fosfato ( $\text{PO}_4$ ), silicato [ $\text{Si}(\text{OH})_4$ ], sulfato ( $\text{SO}_4^{--}$ ) e ferro ( $\text{Fe}^{--}$  e  $\text{Fe}_{\text{total}}$ ) foram determinados por espectrofotometria, com método adaptado ao sistema FIA (análise por injeção de fluxo). A determinação dos metais sódio (Na) e potássio (K) dissolvidos na água foi feita por fotometria de chama, e as de cálcio (Ca) e magnésio (Mg), por espectrofotometria.

As determinações de coliformes totais e fecais foram realizadas segundo o método dos tubos múltiplos (CETESB, 1993).

### 3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises físicas, físico-químicas e químicas da água se encontram nas figuras 4 – 9.

Figura 4: Condutividade elétrica (C.E.), pH, alcalinidade e concentração de oxigênio dissolvido nos sítios amostrais de São Gabriel da Cachoeira (SGC), Novo Airão (NA) e Manaus (M).

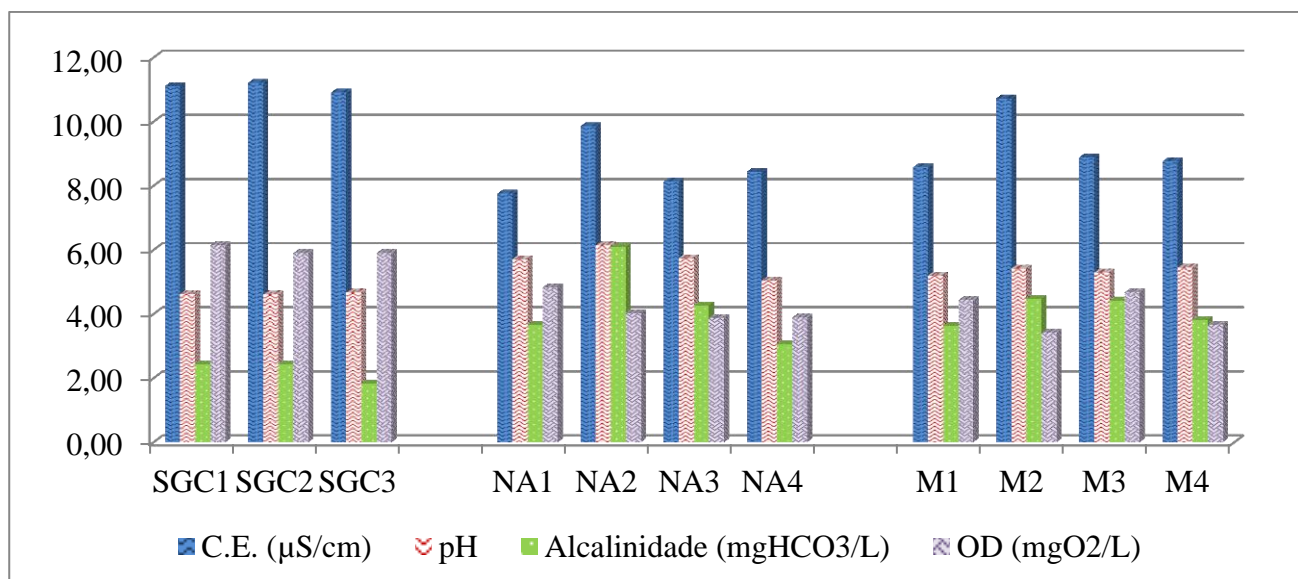




Figura 5: Turbidez, dureza e íons sódio e silicato nos sítios amostrais de São Gabriel da Cachoeira (SGC), Novo Airão (NA) e Manaus (M).

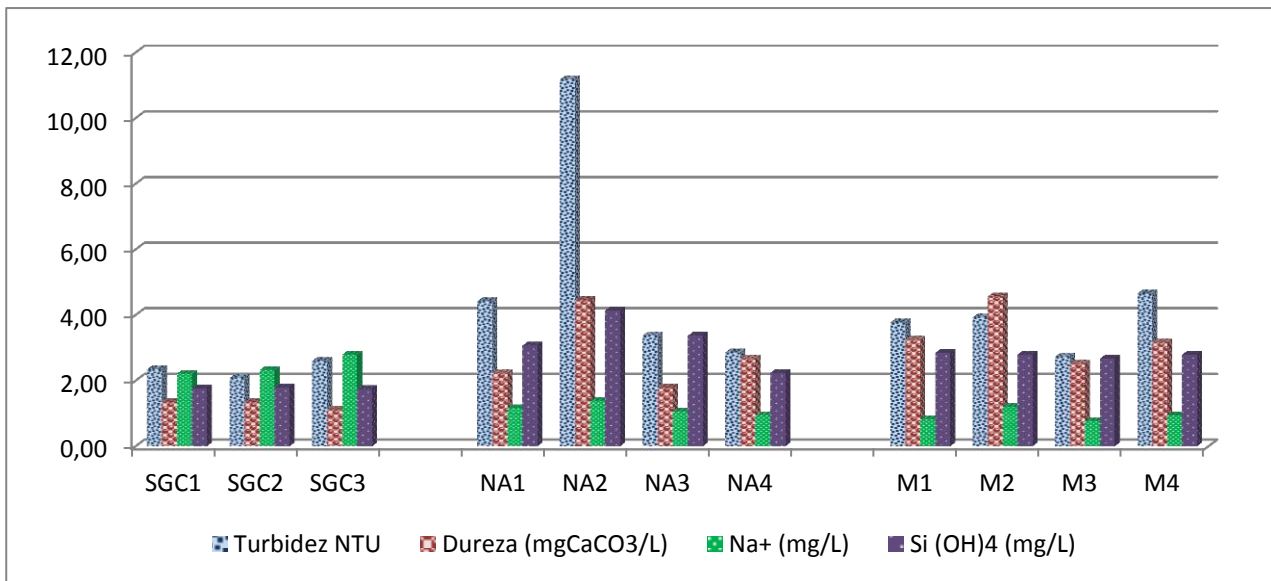


Figura 6: Saturação de oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio [DBO(5)], demanda química de oxigênio (DQO) e cor verdadeira (cor) nos sítios amostrais de São Gabriel da Cachoeira (SGC), Novo Airão (NA) e Manaus (M).

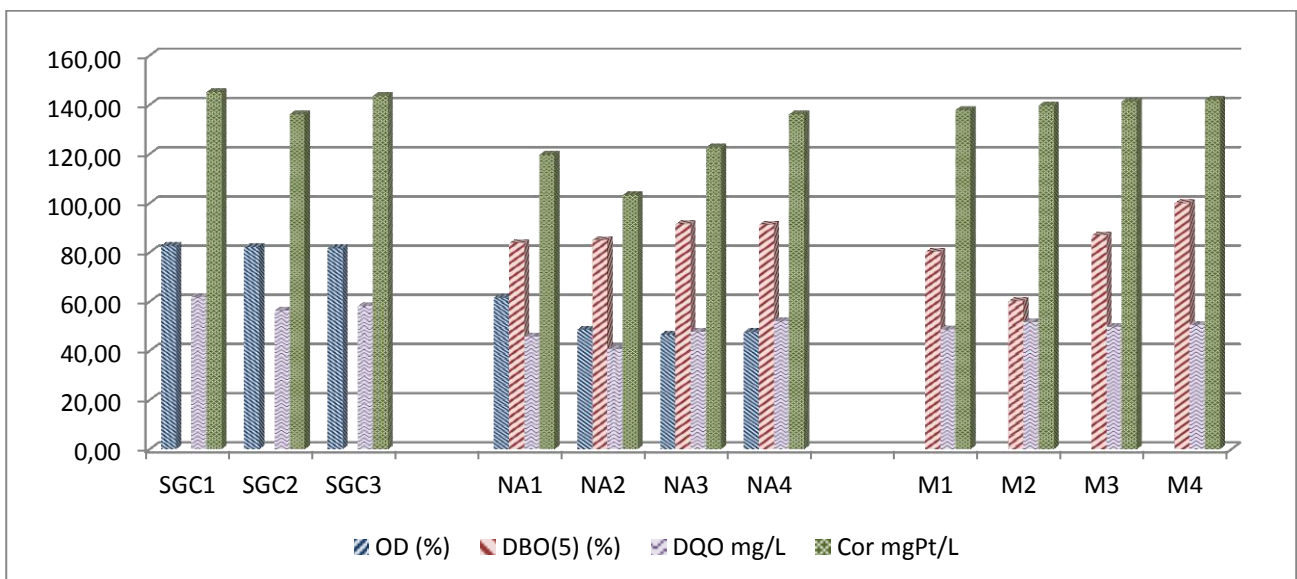




Figura 7: Íons cálcio, magnésio, sódio e potássio nos sítios amostrais de São Gabriel da Cachoeira (SGC), Novo Airão (NA) e Manaus (M).

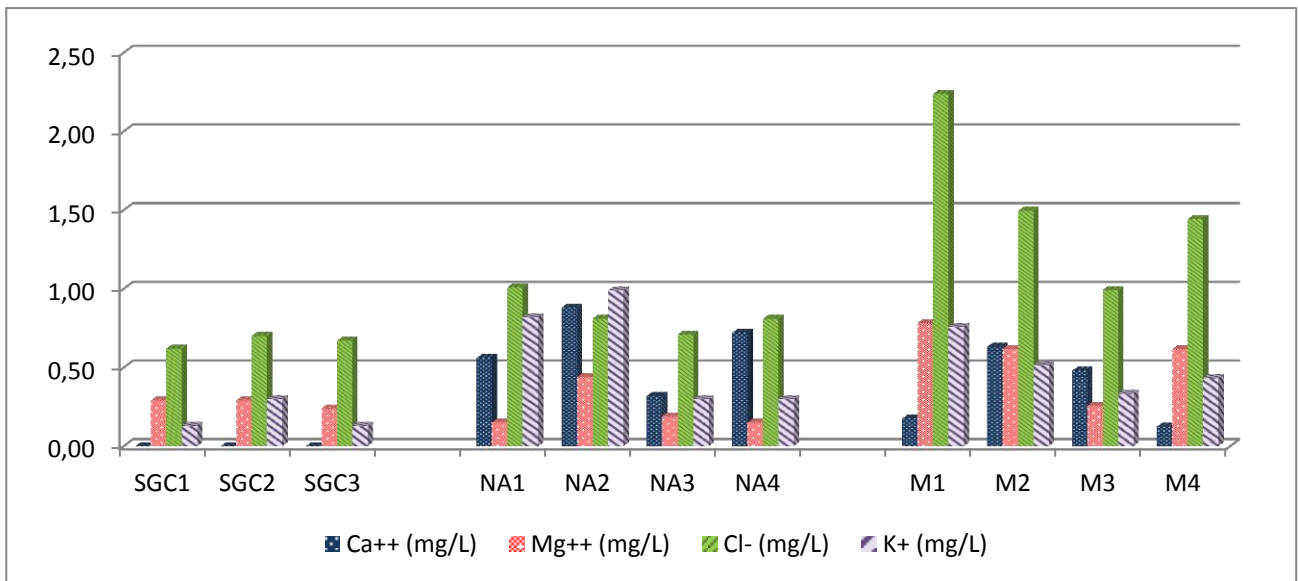


Figura 8: Íons nitrato, nitrito e fosfato e fósforo total nos sítios amostrais de São Gabriel da Cachoeira (SGC), Novo Airão (NA) e Manaus (M).

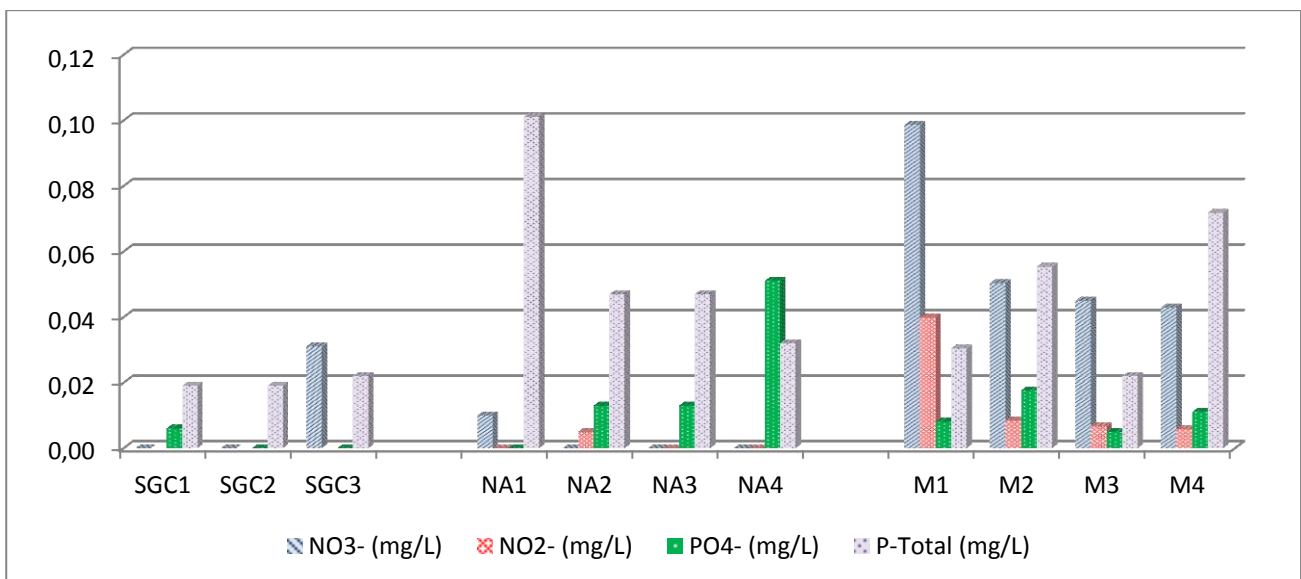
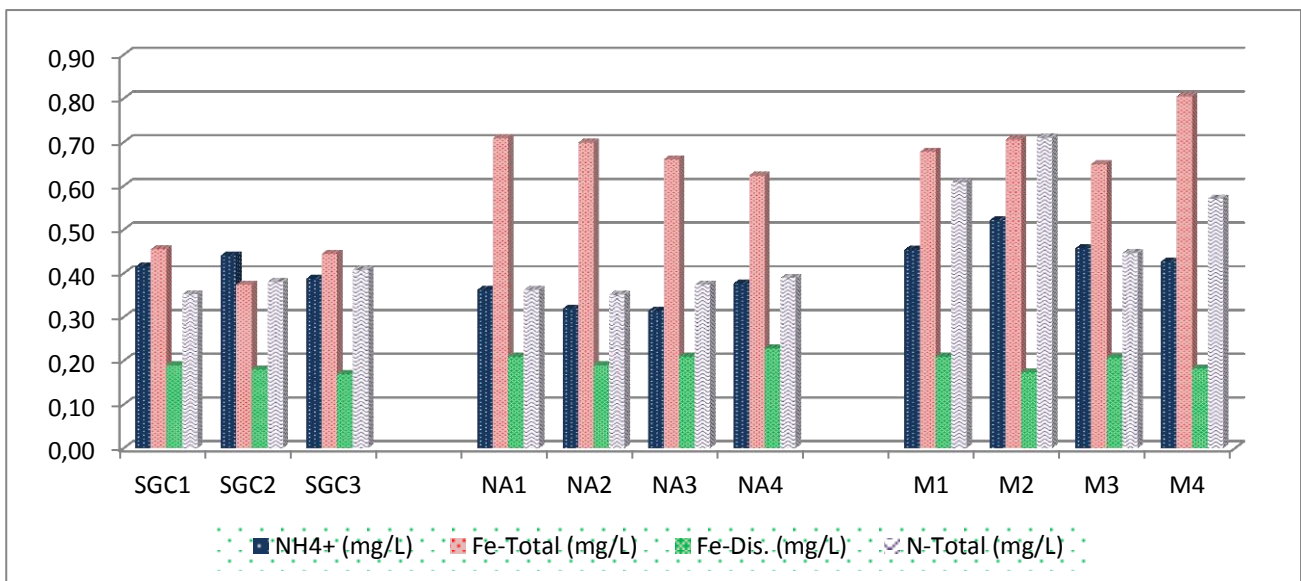




Figura 9: Íon amônio, ferro total, ferro dissolvido e nitrogênio total nos sítios amostrais de São Gabriel da Cachoeira (SGC), Novo Airão (NA) e Manaus (M).



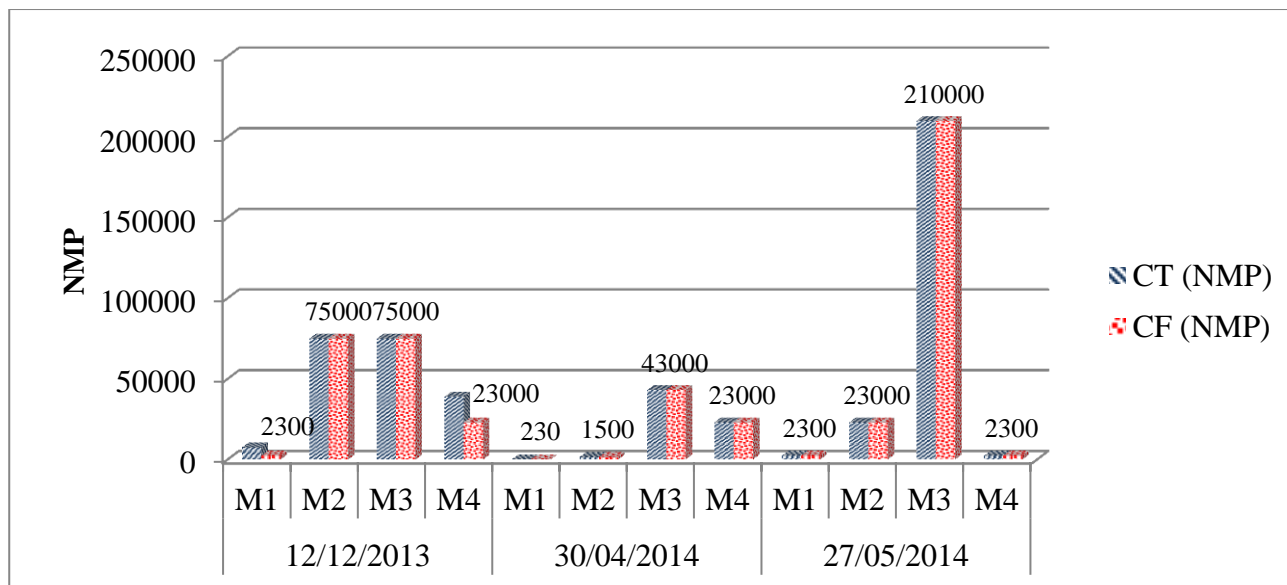
Os sítios amostrais da parte alta da bacia, município de São Gabriel da Cachoeira, apresentaram águas mais ácidas, oxigenadas, transparentes e com valores mais elevados de demanda química de oxigênio. No município de Novo Airão foram observadas, em média, águas menos ácidas, mais turvas, os menores valores de cor verdadeira e maior concentração dos íons silicato e cálcio. Nos sítios amostrais de Manaus foram observados os valores mais elevados de dureza e, dos íons magnésio e cloreto, dos compostos nitrogenados e de nitrogênio total.

Os resultados obtidos foram semelhantes aos observados em locais situados a montante dos nossos sítios amostrais em outros estudos desenvolvidos nos municípios de São Gabriel da Cachoeira (Bringel & Pascoaloto, 2012), Novo Airão (Silva, 2011) e Manaus (Pinto *et al.*, 2009). Tendo em vista a entrada de igarapés com alta taxa de contaminantes à montante dos sítios amostrais de São Gabriel da Cachoeira e de Manaus, os resultados confirmam resultados anteriores (Pinto *et al.*, 2009) sobre a capacidade de diluição das águas do rio Negro. Este fato, no entanto, deve ser analisado com cuidado pelos órgãos gestores, pois a quantidade de coliformes fecais nos sítios amostrais de Manaus (Figura 10) sugere que essas águas são impróprias para balneabilidade, fato preocupante, tendo em vista que a jusante do sítio amostral M1 encontra-se uma área (um dos cartões postais da cidade) disponibilizada pelo governo municipal para essa atividade.





Figura 10: Número mais provável de coliformes totais e fecais nos sítios amostrais de Manaus.



#### 4 – CONCLUSÃO

As águas do rio Negro na parte inferior da bacia foram menos ácidas do que as observadas na parte superior da mesma. É possível que entrada do rio Branco seja um dos fatores responsáveis pelo aumento do pH na parte inferior da bacia hidrográfica do rio Negro, de forma que a interferência antrópica sobre a qualidade da água na região de Manaus foi mais claramente observada no que se referiu à quantidade de coliformes totais e, principalmente, fecais, cuja intensidade esteve relacionada à ocupação do solo no local.

#### 5 - BIBLIOGRAFIA

BRASIL. MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2013). *Estimativas da população residente nos municípios brasileiros com data de referência em 1º de julho de 2013*. Disponível em [ftp://ftp.ibge.gov.br/Estimativas\\_de\\_Populacao/Estimativas\\_2013/estimativa\\_2013\\_dou.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2013/estimativa_2013_dou.pdf). Acesso em: 28 Jun 2014.



- COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB (1993). *Norma L5.262. Coliformes totais e fecais: determinação pela técnica dos tubos múltiplos*. Governo do Estado de São Paulo - Secretaria do Meio Ambiente São Paulo-SP, 39 p.
- CUNHA, H. B.; PASCOALOTO, D. (2009). *Hidroquímica dos rios da Amazônia*. Governo do Estado do Amazonas - **Secretaria de Estado da Cultura Manaus-AM**, 160 p.
- GOLTERMAN, H.L., CLYMO, R.S., OHSNTAD, M.A.M. (1978). *Methods for chemical analysis of fresh waters*. 2a ed. Blackwell Boston, 213 p.
- GUYOT, J.L., FILIZOLA N., GUIMARÃES, V.S. (1996). *Quinta campanha de medições de vazão e amostragem de água e sedimentos na bacia do rio Negro e no rio Amazonas*. HiBAm Brasília-DF, 59p.
- GUYOT, J.L.; GUIMARÃES, V.S.; SANTOS, J.B.R.; LONGUINHOS, R.S.; CONCEIÇÃO, S.. (1994). *Primeira campanha de medições de vazão com ADCP (correntômetro com efeito Doppler) no Rio Amazonas*. HiBAm Brasília, 29p.
- MOUNIER, S.; BRAUCHER, M, R.; BENAÏM, J. Y. (1999). *Differentiation do organic matter's properties of the rio Negro basin by cross-flow ultra-filtration and UV-spectrofluorescence*. *Wat. Res.* 33 (10): 2363-2373,
- PASCOALOTO, D. (2012). *Nova Tonalidade para Rios de Água Preta e Capacidade de Assimilação de Minerais por Macroalgas na Bacia do Alto Rio Negro, Município de São Gabriel da Cachoeira*. (Relatório de Pesquisa). CNPq/INPA, Manaus-AM, 113p.
- PASCOALOTO, D.; SOARES, C.C.; SILVA, M. S. R. ; GOMES, N. A. (2013). “*Hidroquímica e fitoplâncton em igarapés da BR-307, São Gabriel da Cachoeira/AM*” in CD-rom dos Anais do XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, São Bento, Nov. 2013, doc. 441, pp. 1-9.
- PINTO, A. G. N.; HOBRE, A. M. C.; SILVA, M. S. R.; MIRANDA, S. A. F.; PASCOALOTO, D.; SANTOS, H. M. C. (2009). *Efeito da ação antrópica sobre a hidrogeoquímica do rio Negro na orla de Manaus/AM*. *Acta Amazônica* 39 (3): 627-638.
- SANTOS, U.; RIBEIRO, M.N.G. (1988). “*A hidroquímica do rio Solimões – Amazonas*”. *Acta Amazônica* 18 (3-4), pp. 145-172.
- SILVA, M.L. (2011). *Qualidade das águas de subsuperfície utilizadas para consumo humano em cidades na calha do rio Negro – Amazonas*. Relatório Final de Projeto. FAPEAM/INPA Manaus-AM, 500p.
- SILVA, M. S. R. ; SILVA, M. S. R. ; CUNHA, H.B.; MIRANDA, S. A. F. ; SANTANA, G.P. ; PASCOALOTO, D. (2011). “*Química das Águas de Superfícies dos Rios da Bacia Amazônica: Uma Contribuição para Classificação de Acordo com seus Usos Preponderantes*” in CDrom do XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Maceió, Nov. 2011.
- VALDERRAMA, J.C. (1980). *The simultaneous analysis of total nitrogen and total phosphorus in natural waters*. *Mar. Chem.* 10: 109-122.

## AGRADECIMENTOS

À FAPEAM e aos técnicos dos Laboratórios de Química Ambiental e de Limnologia/CDAM/INPA.