

AVALIAÇÃO HIDROQUÍMICA QUALITATIVA DAS AGUAS DO BAIXO RIO NEGRO

HYDROCHEMISTRY QUALITATIVE EVALUATION OF THE WATERS OF LOW RIO NEGRO

LEANDRO A. PINHEIRO

Mestrando em Geologia Ambiental. Universidade Federal da Bahia.

E-mail: leandroeamb@gmail.com

JOSE TITO BORGES

Pós-Doutorado. Eng. Químico. Fundação Centro de Análise Pesquisa e Inovação Tecnológica. Universidade Luterana do Brasil – Centro Universitário Luterano de Manaus (CEULM).

E-mail: tito@fucapi.br

Envio em: Agosto de 2013

Aceite em: Agosto de 2013

RESUMO

Este trabalho objetivou avaliar a qualidade das águas no baixo rio Negro, em pontos bem próximos à sua confluência com o rio Solimões, após a sua passagem pela cidade de Manaus. Esta cidade possui, aproximadamente, 1.700.000 habitantes, o que corresponde à principal fonte de poluição e contaminação do rio Negro por atividades domésticas e industriais. O Parque Industrial Manauara abriga cerca de 600 empresas dos ramos eletro-eletrônicos, duas rodas, químico, petroquímico e outros. As amostragens de águas do rio Negro foram realizadas em três pontos, durante os períodos de vazante e cheia, entre outubro de 2008 e novembro de 2009. As amostras foram analisadas nos laboratórios de uma empresa comercial de consultoria em análises químicas. Os parâmetros analisados correspondem aos previstos nas tabelas 14 e 15 da Resolução do CONAMA artigo 357 de 17 de Março de 2005. Os resultados apontam algumas variações entre as fases distintas do ciclo hidrológico, porém, essas variações não estão distribuídas uniformemente. Segundo a classificação do artigo 15 do CONAMA 357 de 17 de maio de 2005, o rio Negro apresenta desenquadramento para classe II, fica evidenciada a ausência de contaminantes provenientes de produção agrícola em todas as amostragens.

Palavras-Chave: Águas Superficiais. Rio Negro. Hidroquímica.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the water quality in the lower Rio Negro and at points near its confluence with the Solimões River, after passing through the city of Manaus. The city of Manaus has approximately 1.7 million inhabitants, which is the main source of pollution and contamination of the Black River for domestic and industrial activities. The Manauara Industrial Park is home to around 600 companies in the electronics areas, motorcycles, chemical, petrochemical and other. Samples of water from the Rio Negro were performed at three points during the periods of ebb and flow, between October 2008 and November 2009. The samples were analyzed in the laboratories of a commercial enterprise consulting chemical analyzes. The parameters analyzed are provided in Tables 14 and 15 of Article CONAMA Resolution 357 of March 17, 2005. The results show some variations between the different phases of the hydrological cycle, however, these variations are not evenly distributed. According to the classification of Article 15 of CONAMA 357, May 17, 2005, the Rio Negro presents noncompliance for class II, it is evident the absence of contaminants from agricultural production in all samplings.

Keywords: Surface Waters. Rio Negro. Hydrochemistry.

1 INTRODUÇÃO

O rio Negro é um grande representante do patrimônio fluvial brasileiro, considerado o mais extenso rio de água preta do mundo. Sua nascente principal situa-se na Colômbia; nessa região, surge o chamado rio Guainia e, após o seu agrupamento com o rio Branco e o rio Vaupés, incluindo, também, o rio Guaviare, ele drena a região leste dos Andes na Colômbia. O rio Negro é o principal de uma bacia, extremamente, extensa e volumosa, sendo, relativamente, canalizado com poucos meandros e baixa declividade geral, com uma área de drenagem de 650.000 km² e uma descarga média estimada em 3.000 m³/s, da sua foz até a altura da Corredeira São Gabriel, cerca de 955 km rio acima (PETROBRAS, 2003 apud FUNDESPA, 2007).

A capital Manaus encontra-se entorno de 03°08' S e 60°00' W à altitude de 21m, à margem esquerda do rio Negro; abaixo da cidade, as águas dos rios Negro e Solimões se encontram e dão origem ao rio Amazonas; essa formação corresponde à maior bacia hidrográfica do planeta. Segundo Silva (1996), a cidade está situada sobre a formação geológica de Alter do Chão, de idade cretácea. Segundo a classificação de Köppen, o clima na região 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 novembro a abril e junho a outubro, respectivamente (PRANCE; LOVEJOY, 1985).

O rio apresenta características peculiares, aspectos, como altos níveis de acidez, cor intensamente escura e baixa produtividade. Alguns dos complexos orgânicos mais importantes que caracterizam a química das águas amazônicas são os ácidos húmicos e fúlvicos que acidificam e escurecem a água. Os rios que apresentam grande concentração desses ácidos são denominados rios de água-preta e a sua origem está associada às áreas com vegetação baixa sobre solo arenoso, do tipo campina e campinarana.

As principais características das águas desse rio são o elevado grau de acidez (pH < 5,0), a baixa carga de sedimentos (argila) e a pobreza acentuada em elementos químicos (especialmente cátions), como atestam os baixos valores da condutividade elétrica (8 a 13 μ S/25cm), refletindo as condições ecológicas extremas dos ambientes terrestres dentro de sua área de captação (FITTKAU et al., 1975).

A avaliação da qualidade das águas na região do baixo rio Negro é bem representativa, porque a região estar à jusante de toda a extensão do rio. Nesse sentido, o regime de enchente e vazantes é determinante na avaliação da qualidade ambiental em períodos distintos do ano.

A cidade de Manaus é cortada por uma extensa malha de igarapés, esta compõe a principal via dos sistemas de drenagem de águas residuais e águas pluviais urbanas. O fluxo natural dessas águas é rumo ao rio Negro. São 04 as principais micro bacias urbanas de Manaus, contribuindo com suas águas para o rio Negro, sendo estas, Tarumã (1), São Raimundo (2), Educandos (3) e Puraquequara (4) apresentadas na figura 1.

Figura 1 – Município de Manaus – confluência entre rio Negro e Solimões e micro bacias urbanas.



O contexto social contribui, de forma determinante, para a má qualidade dos ecossistemas aquáticos da região; o descarte de lixo, o esgotamento sanitário sem tratamento e os despejos de indústrias contribuem para a degradação ambiental das águas dos igarapés no município (BORGES 2006).

A indústria manauara conta com o pólo de indústrias com benefícios fiscais provenientes da Superintendência da Zona Franca de Manaus, de competência política da SUFRAMA. Na microbacia hidrográfica Educandos, que inclui o igarapé do Quarenta, encontra-se o Distrito Industrial como principal exemplo da intensa atividade industrial e urbana sem uma política de gestão ambiental adequada para esses corpos hídricos. Segundo Silva (1996), Silva e Silva (2007) e Borges (2006), nos igarapés da cidade de Manaus é constatada, a partir de dezenas de trabalhos publicados, a contaminação de origem antrópica, fazendo com que as águas apresentem baixo teor de oxigênio dissolvido e altas concentrações de ferro, manganês, zinco, cobre e nitrato, além da presença de coliformes fecais, impossibilitando o seu uso para recreação e consumo doméstico, consequência da ocupação desordenada nas margens dos igarapés. Não existem, ainda, estudos suficientes de depuração do rio Negro em relação a essa poluição urbana.

Este trabalho tem como objetivo apresentar os resultados de qualidade das águas do rio Negro, através de ensaios analíticos, identificando possíveis contribuições de contaminantes e relacionar com as diversas fontes de contaminação.

OBJETIVOS

- Avaliar a presença de contaminantes indicadores da influência de atividades provenientes da agricultura.
- Avaliar a presença de contaminantes indicadores provenientes da poluição de origem urbana e Industrial.
- Avaliar, a partir dos resultados obtidos, se o corpo d'água mantém a classificação como rio de classe II, de acordo com artigo 15 da Resolução CONAMA 357 de 17 de maio de 2005.
- Avaliar a influência do regime de enchente e vazante do rio sobre parâmetros analíticos de controle.

MATERIAIS E MÉTODOS

O plano de monitoramento contemplou um amplo escopo de caracterização de parâmetros químicos. Serão discutidos os resultados encontrados em amostras de águas superficiais do rio Negro e comparados com os

valores permitidos em alguns momentos de enchente e vazante do rio.

Foram realizadas quatro campanhas bimestrais de amostragens, entre os meses de outubro de 2008 a abril de 2009, em 03 pontos de controle ambiental, de acordo com o plano de amostragem proposto; a localização dos pontos está determinada à montante da passagem do rio pela cidade, ao meio deste percurso e à jusante deste. Dois pontos foram considerados "controles", localizados no rio Negro e denominados pontos 01 e 02 (03°08.625'S, 060°01.510'W e 03°09.252'S, 059°57.679'W, respectivamente); o ponto 03, localizado no rio Negro, fica à montante da confluência do rio Guarita com o rio Negro, com coordenadas 03°08.571'S, 059°55.681'W, conforme figura 2. O procedimento de coleta foi baseado no Guia de Coleta e Preservação de Amostras de Água (CETESB, 1988).

Os parâmetros analisados foram todos os previstos pelos artigos 14 e 15 da resolução 357 de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. As análises foram realizadas conforme Standard Methods (APHA, 2000), em um Laboratório Comercial localizado na cidade de São Paulo.

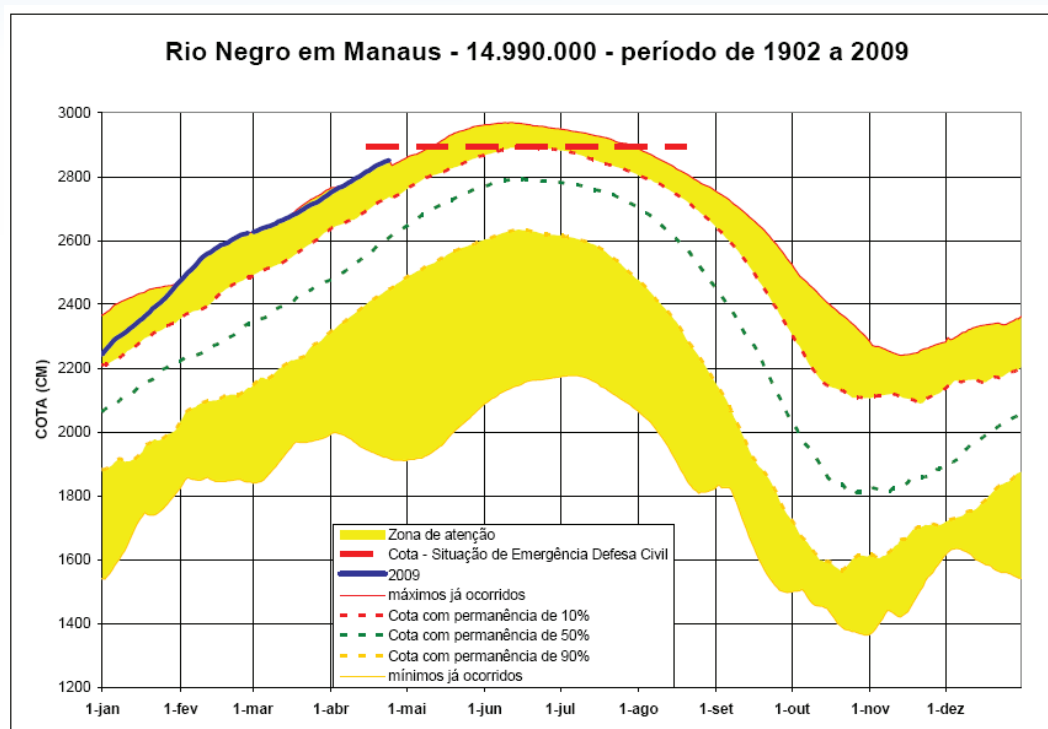
As resoluções CONAMA 357/05 (BRASIL, 2005) e 344/04 (BRASIL, 2004) visam a abranger os efluentes dos mais diversos tipos de fontes contaminadoras. Como consequência, a lista de parâmetros a serem monitorados é imensa (conforme anexo), porém, no presente trabalho, destacaram-se, apenas, os parâmetros considerados críticos ou que apresentaram traços de detecção. Nas tabelas 1, 2, 3 e 4, são apresentados os parâmetros avaliados e discutidos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos nas amostragens foram analisados e comparados com os dados de distribuição das cotas do rio, de acordo com as medições da Agência Nacional de águas – ANA. De acordo com a figura 2, podemos observar os níveis de cota entre 1902 e 2009, o gráfico é traçado de acordo com índices de permanência, de 10%, 50% e 90% dos casos.

Os dados utilizados para elaboração deste boletim foram obtidos através do Sistema de Informações Hidrológicas – HidroWeb, disponível no site da ANA. A cota de alerta de cheia é a Cota de Situação de Emergência definida pelo órgão de Defesa Civil local, resultando igual a 1.150 cm em São Gabriel da Cachoeira. As cotas indicadas no gráfico são valores associados a uma referência de nível local e arbitrária, válida para a régua linimétrica da estação.

Figura 2: Distribuição de cotas do Rio Negro (mês x cota)



Fonte: Agência Nacional de Águas.

Como as campanhas de amostragem foram realizadas em regime bimestral, sendo uma (01) amostra para cada bimestre, serão avaliadas, também, as curvas envoltórias que representam os valores máximos, mínimos, e de 10% e 90% de permanência para os valores de cotas já ocorridos em cada dia do ano. Os valores associados à permanência de 10% ou 90% são os valores acima dos quais as cotas observadas estiveram em 10% ou 90% do tempo do histórico de dados. A zona de atenção para o período de cheia corresponde à faixa entre 10% de permanência e o valor máximo já ocorrido. Para o

período de vazante, a zona de atenção corresponde à faixa entre 90% de permanência no histórico e o valor mínimo já ocorrido.

Na figura 2, são apresentados os 107 anos de observação das cotas em Manaus, em 80 vezes o valor máximo anual no mês de junho, 20 vezes em julho e seis em maio. Quanto aos valores mínimos anuais, 46 ocorreram em outubro, 37 em novembro, 10 nos meses de janeiro e dezembro e uma nos meses de fevereiro e setembro.

Na sequência, serão apresentados os resultados obtidos nas campanhas de amostragem, conforme tabelas 1 a 4.

TABELA 1: Primeira amostragem (29.10.2009)

PARÂMETROS	UNIDADES	L.M(1)	L.M (2)	L.D	I	II	III
Alumínio Solúvel	mg Al/L	0,1	0,1	0,01	0,09	0,083	0,07
Cloro Residual Total	%Cl	0,01	0,01	0,01	n.d	0,02	n.d
Cloretos	mg Cl/L	250	250	0,03	0,51	0,13	0,48
Clorofila -a	µg/L	10	30	0,53	n.d	3,21	0,53
Cobre Solúvel	mg Cu/L	0,009	0,009	0,001	0,0007	0,0008	0,002
Col. Termotolerantes	NMP/100 mL	200	1000	1,8	180	3300	780
Cor verdadeira	uH	natural	75	1	109	109	108
DBO 5 dias a 20C	mg O2/L	3	5	1	8	5	5
Fósforo total	mg P/L	i	ii	0,09	0,035	0,025	n.d
Fenóis totais	mg C6H5OH/L	0,003	0,003	0,001	n.d	N.D	0,003
Ferro Solúvel	mg Fe/L	0,3	0,3	0,006	0,233	0,229	0,248
Nitrogênio amoniacal	mg N/L	(III)	(III)	0,03	0,49	0,36	0,29
Nitratos	mg N/L	10	10	0,003	0,058	0,017	0,07
Nitritos	mg N/L	1	1	0,002	0,017	n.d	<0,002
Oxigênio Dissolvido	mg/L	□□□	□□□	0,1	5,4	4,1	4,8
pH - água	--	6,0 a 9,1	6,0 a 9,1	--	5,89	6,2	5,83
Sulfatos	mg SO4/L	250	250	0,009	0,761	0,187	0,891
Sólidos diss totais	mg/l	500	500	1	41	47	
Turbidez	UT	40	100	0,19	8,78	12,3	87

Em que:

1. L.M. (1) - Limites máximos permitidos, segundo Resolução CONAMA 357, Artigo 14, para águas doces de Classe 1, de 17/03/05.

2. L.M. (2) - Limites máximos permitidos, segundo Resolução CONAMA 357, Artigo 15, para águas doces de Classe 2, de 17/03/05

3. L.D. - Limite de detecção do método.

4. n.d. - não detectado.

5. (I) Fósforo total:

- Em ambiente lêntico: até 0,20 mg P/L;

- Em ambientes intermediários, com tempo de residência entre dois e quarenta dias, e tributário direto de

ambiente lêntico: até 0,025 mg P/L;

- Em ambiente lótico e tributários de ambientes intermediários: até 0,1 mg P/L

6. (II) Fósforo total:

- até 0,030 mg/L, em ambientes lênticos;

- até 0,050 mg/L, em ambientes intermediários, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico.

7. (III) N Amoniacal:

- Para pH < 7,5 : 3,7 mg N/L

- Para 7,5 < pH < 8,0 : 2,0 mg N/L

- Para 8,0 < pH < 8,5 : 1,0 mg N/L

- Para pH > 8,5 : 0,5 mg N/L

TABELA 2: Segunda amostragem (16.12.2009)

PARÂMETROS	UNIDADES	L.M(1)	L.M (2)	L.D	I	II	III
Alumínio Solúvel	mg Al/L	0,1	0,1	0,01	n.d	n.d	0,09
Cloro Total	%Cl	0,01	0,01	0,01	n.d	n.d	0,04
Cloretos	mg Cl/L	250	250	0,03	n.d	n.d	n.d
clorofila -a	µg/L	10	30	0,53	n.d	n.d	n.d
Col. Term.	NMP/100 mL	200	1000	1,8	>16000	>16000	>16000
Cor verdadeira	uH	natural	75	1	145	152	167
DBO 5 20C	mg O2/L	3	5	1	3	21(1 e2)	3
Fósforo total	mg P/L	i	ii	0,09	0,016	0,022	0,019
Fenóis totais	mgC6H5OH/L	0,003	0,003	0,001	n.d	n.d	n.d
Ferro Solúvel	mg Fe/L	0,3	0,3	0,006	0,12	n.d	0,295
N Amoniacal	mg N/L	(III)	(III)	0,03	0,033	n.d	0,03
Nitratos	mg N/L	10	10	0,003	n.d	n.d	n.d
Nitritos	mg N/L	1	1	0,002	n.d	0,005	n.d
Oxigênio Dissolvido	mg/L	□□□	□□□	0,1	4,1	3,94	3,88
pH - água	--	6,0 / 9,1	6,0 / 9,1	--	3,89	n.d	5,6
Sulfatos	mg SO4/L	250	250	0,009	n.d	n.d	n.d
H2S	mg/L	0,002	0,002	0,002	0,011	n.d	0,014
Sol. dissolvidos tot.	mg/l	500	500	1	n.d	15	27
Turbidez	UT	40	100	0,19	n.d	7,41	9,23

TABELA 3: Terceira amostragem (10.02.2009)

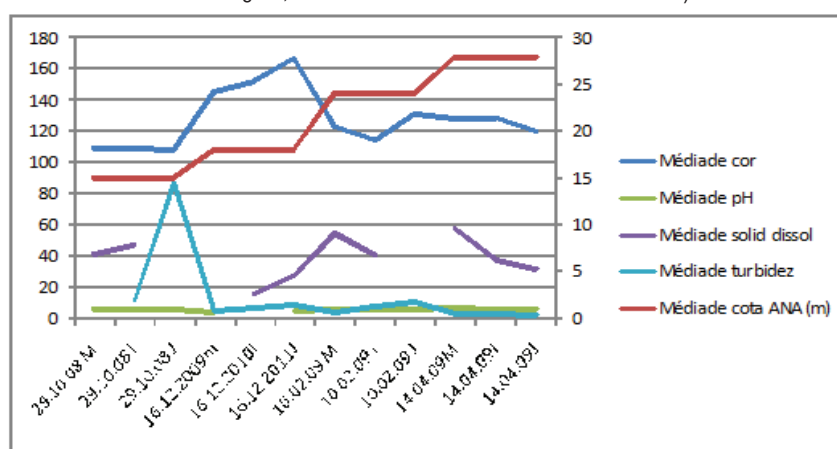
PARÂMETROS	UNIDADES	L.M(1)	L.M (2)	L.D	I	II	III
Alumínio Solúvel	mg Al/L	0,1	0,1	0,01	0,15	0,121	0,12
Cloro Residual Total	%Cl	0,01	0,01	0,01	n.d	n.d	n.d
Cloretos	mg Cl/L	250	250	0,03	n.d	n.d	n.d
clorofila -a	µg/L	10	30	0,53	n.d	n.d	1,07
Cobre Solúvel	mg Cu/L	0,009	0,009	0,001	n.d	n.d	0,002
Col. Termotolerantes	NMP/100 mL	200	1000	1,8	n.d	68	40
Cor verdadeira	uH	natural	75	1	123	114	132
DBO 5 dias a 20C	mg O2/L	3	5	1	n.d	2	2
Fósforo total	mg P/L	i	ii	0,09	n.d	0,016	0,039
Fenóis totais	mg /L	0,003	0,003	0,001	n.d	n.d	n.d
Ferro Solúvel	mg Fe/L	0,3	0,3	0,006	0,355	0,303	0,316
Nitrogênio amoniacal	mg N/L	(III)	(III)	0,03			
Nitratos	mg N/L	10	10	0,003	n.d	n.d	n.d
Nitritos	mg N/L	1	1	0,002	n.d	0,011	n.d
Oxigênio Dissolvido	mg/L	□□□	□□□	0,1	3,9	3,9	3,7
pH - água	--	6,0 / 9,1	6,0 / 9,1	--	6,02	6	5,64
Sulfatos	mg SO4/L	250	250	0,009	n.d	n.d	n.d
sólidos diss totais	mg/l	500	500	1	54	40	n.d
Turbidez	UT	40	100	0,19	4,75	8,17	11,5

TABELA 4: Quarta amostragem (14.04.2009)

PARÂMETROS	UNIDADES	L.M(1)	L.M (2)	L.D	I	II	III
Alumínio Solúvel	mg Al/L	0,1	0,1	0,01	0,114	0,108	0,112
Cloro Residual Total	%Cl	0,01	0,01	0,01	n.d	n.d	n.d
Cloretos	mg Cl/L	250	250	0,03	n.d	n.d	n.d
clorofila -a	µg/L	10	30	0,53	n.d	n.d	n.d
Cobre Soluvel	mg Cu/L	0,009	0,009	0,001	n.d	n.d	n.d
Col. Termotolerantes	NMP/100 mL	200	1000	1,8	330	790	17
Cor verdadeira	uH	natural	75	1	129	129	120
DBO 5 dias a 20C	mg O2/L	3	5	1	3	3	4
Fósforo total	mg P/L	i	ii	0,09	n.d	n.d	n.d
Fenóis totais (baixa conc)	mg C6H5OH/L	0,003	0,003	0,001	0,003	n.d	0,002
Ferro Soluvel	mg Fe/L	0,3	0,3	0,006	0,31	0,309	0,317
N Amoniacal	mg N/L	(III)	(III)	0,03	0,122	0,07	0,135
Nitratos	mg N/L	10	10	0,003	n.d	0,003	n.d
Nitritos	mg N/L	1	1	0,002	0,051	n.d	0,009
Oxigênio Dissolvido	mg/L	□□□	□□□	0,1	4,5	4,7	6,5
pH - água	--	6,0 a 9,1	6,0 a 9,1	--	7,3	6,62	6,38
sulfatos	mg SO4/L	250	250	0,009	n.d	n.d	n.d
sólidos diss. totais	mg/l	500	500	1	57	37	32
Turbidez	UNT	40	100	0,19	3,44	3,39	2,77

Na figura 3, são representados os parâmetros físicos das águas analisadas no rio Negro durante as campanhas. Em eixo secundário, encontram-se os níveis médios de cotas do rio nesses meses.

Figura 3: Parâmetros físicos (unidades de acordo com tabela de amostragem, eixo secundário referente ao nível de cota).



Conforme constado em análises e a representação gráfica dos resultados em relação às cotas aumentando de outubro a abril (Fig. 3), observa-se pouca variação de pH e cor, variação pequena da turbidez, sendo que, apenas, o ponto III, na primeira amostragem, apresenta uma variação expressiva. Em relação aos sólidos, também não há uma variação significativa, o que indica que os parâmetros físicos das águas do rio são pouco alterados pela contribuição do município. Os parâmetros físicos influenciam, diretamente, no desenvolvimento desses microorga-

nismos; a refração da luz, a acidez do ambiente, os sólidos em suspensão podem estar, diretamente, relacionadas ao equilíbrio ecológico nesse nível trófico. Os parâmetros físicos não apresentam tendências influenciadas pelo regime hidrológico anual, o que pode sugerir que a variação desses parâmetros não esteja ligada a um fator de diluição.

Na figura 4, são representados os parâmetros relacionados à contaminação de origem fecal e orgânica; e, no eixo secundario, encontram-se os níveis médios de cotas do rio nesses meses.

última cheia de 2009, é possível afirmar que a interferência seja de origem natural.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os valores apresentados para a qualidade de água não mostraram um padrão definido de contaminação.

As contaminações não foram constantes ao longo do espaço temporal ou geográfico, não ficando evidenciada uma diminuição na qualidade da água, em relação ao regime hidrológico de enchente e vazante.

Os resultados apontam uma influência na qualidade ambiental do corpo d'água, principalmente nos períodos de seca; isso fica evidenciado por indicadores, como N. Amoniacal e Cloretos, contudo, os níveis não são muito significativos e, ainda assim, encontram-se muito abaixo do estabelecido pelo artigo 15 da resolução 357 do CONAMA de 17 de março de 2005. Ao contrário dos níveis de coliformes fecais, que se apresentaram muito além do estabelecido pela mesma resolução. Os demais parâmetros analisados não evidenciam valores significativos, que indiquem a contaminação por fontes industriais no rio Negro.

A resolução 357 do Conama estabelece o monitoramento de uma série de compostos químicos utilizados como defensivos agrícolas, estes foram analisados e nenhum dos resultados indica a presença de algum tipo desses contaminantes; os parâmetros avaliados estão dispostos no anexo 1.

Pode-se sugerir que não há influência desse tipo de atividade no rio Negro, visto que essa atividade não é representativa na bacia.

De acordo com a classificação II, estabelecida pelo artigo 15 da resolução 357 do CONAMA, o rio Negro apresenta desenquadramento em vários pontos geográficos e temporais, contudo, em alguns casos, este é uma condição natural característica do próprio rio, como é caracterizado pelos níveis de pH, alguns metais, cor etc. De acordo com o estabelecido pela resolução, o rio não apresenta todas as condições necessárias para ser classificado como classe II.

Avaliar a qualidade de um rio com as dimensões do rio Negro é uma tarefa bastante complexa. Para um estudo conclusivo, é necessário avaliar o perfil do rio, realizar amostragens em vários pontos no sentido diagonal, vertical e longitudinal no rio, nas épocas de vazante e cheia.

REFERÊNCIAS

APHA. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 20Th Ed.. 2000.

BORGES, J. T. Saneamento e suas interfaces com igarapés de Manaus. **Tevista T&C Amazônia**, Manaus, 2006.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA N.º 375 de 29 de agosto de 2006**. Brasília, 2006.

_____. **Resolução CONAMA N.º 357 de 17 de março de 2005**. Brasília, 2005.

_____. **Resolução CONAMA N.º 274 de 29 de novembro 2000**. Brasília, 2000.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA EDE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB) - ITCOL002; ITCOL008. **Guia de coleta e preservação de amostras de água**. 1 Ed. 1988.

FITTKAU, E.J; IRMLER, U; JUNK, W.J; REIS, SCHMIDT, F. Productivity, biomass and populations dynamics in Amazonian Water Bodies. In: GOLLEY, F.B; MEDINA, E, eds. **Tropical Ecological Systems trends in terrestrial and aquatic research**. Berlin, Springer-Verlar. 289-312p, 1975.

FUNDAÇÃO DE ESTUDOS E PESQUISAS AQUÁTICAS (FUNDESPA). **Estudo de definição de capacidade de suporte dos corpos receptores das unidades de negócio do abastecimento. Relatório Final – etapa 01, bloco 5 – REMAN**, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Disponível em: <WWW.ibge.gov.br> Acessado em: 12 jan. 2009.

MELO, E.G.F. Estudo Físico-Químico nas Águas da Bacia do Rio Tarumã-Açu. Jornada de Iniciação Científica do INPA-CNPq, 10, **Anais...** Manaus/AM, 03 a 05 de Julho de 2002.

PRANCE, G. T. in **Amazonia (eds Prance, G. T. & Lovejoy, T. E.) 146–165 (Pergamon, Oxford, 1985)**.

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

SILVA M.L; SILVA M.S.R, Perfil da qualidade das águas subterrâneas de Manaus. **Holos enviroment**, v.7, n.1, 2007.

