



PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO AMBIENTAL RÁPIDA PARA CURSOS DE IGARAPÉS DE MANAUS/AM

¹Elaine Pires de Freitas, ²Maria do Socorro Rocha da Silva, ²Sebastião Átila Fonseca Miranda, ³Núbia Abrantes Gomes, ⁴Dominique Fernandes de Moura de Campo, ¹Tayane Bezerra

Resumo.

A grande maioria dos igarapés da área urbana de Manaus já se encontra em um avançado estado de degradação. No entanto, fora da área urbana, existem vários destes ambientes que ainda se mantêm em bom estado de preservação. Para que estes se mantenham protegidos, medidas enérgicas do poder público se fazem necessárias. Só que, para agir, o poder público precisa de ferramentas de fácil aplicação. Os protocolos são ferramentas utilizadas para caracterizar o rio qualitativamente estabelecendo pontuação para o estado em que o ambiente se encontra. Este estudo objetiva adaptar um protocolo de avaliação rápida para serem utilizados nos igarapés das microbacias de Manaus. O protocolo foi elaborado e aplicado em ambientes com características diferenciadas. Para averiguar sua praticidade, o protocolo foi aplicado nestes ambientes por 20 alunos de nível médio de escola pública, após receberem um pequeno treinamento. A adaptação do protocolo e a comparação deste com os dados de pesquisas de campo realizados pelos alunos foi bastante significativa. Podendo o protocolo ser facilmente usado para caracterizar ou identificar um curso de água, seja nascente ou trechos de igarapés impactado.

Palavras-chave: Protocolo, Adaptação, Igarapé.

ENVIRONMENTAL ASSESSMENT PROTOCOL FOR QUICK STREAMS COURSES MANAUS / AM

The vast majority of streams in urban area of Manaus is already in an advanced state of degradation. However, outside the urban area, there are several of these environments that are still left in good state of preservation. So that they remain protected, energetic measures of the government are necessary. But, to act, the government needs easy application tools. Protocols are the tools used to characterize the river establishing qualitative score for the state in which the environment is located. This study aims to adapt a rapid assessment protocol for use in streams of watersheds of Manaus. The protocol was developed and implemented in areas with different characteristics. To determine its practicality, the protocol was applied in these environments by 20 students of middle public school, after receiving a little training. The adaptation of the protocol and comparing this with the field survey data conducted by the students was significant. The protocol can be easily used to characterize or identify a body of water is rising or streams snippets impacted.

Keywords – Protocol, Adaptation, Streams.

¹Bolsista CNPq/INPA -Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia; Av. André Araújo, 2936 - Aleixo – Manaus/AM;

²Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia; Av. André Araújo, 2936 - Aleixo – Manaus/AM;

³Universidade Federal de Roraima – UFRR

⁴Centro Universitário do Norte - UNINORTE – Manaus/AM



1. INTRODUÇÃO

Manaus é uma cidade recortada por inúmeros igarapés e está situada à margem esquerda do rio Negro. Nas últimas décadas, esta cidade experimentou um grande crescimento populacional, com a ocupação do entorno destes igarapés e nascentes, com consequentes danos a estes recursos hídricos (Pinto *et al.*, 2009). Os igarapés poluídos não são apenas um problema ambiental, são fruto do descaso cultural e da desvalorização de sua história, e que somente uma relação afetiva manifestada pela comunidade é que seu resgate pode ser possível, resultando num projeto que reúna diversas obras de saneamento quanto a valorização cultural das bacias de igarapés de Manaus, de forma que a cultura e o estilo de vida da população ribeirinha sejam preservados (Santos *et al.*, 2006).

Culturalmente estes igarapés eram muito utilizados para fins de balneabilidade. À medida que iam sendo degradados, devido ao processo de urbanização não planejada, esta atividade recreativa cessava naqueles locais e novos ambientes cada vez mais distantes eram procurados. Apesar desta destruição já ocorrida, o município de Manaus é tão rico nestes ambientes, que ainda restam muitos igarapés em bom estado de preservação. Estes igarapés preservados estão normalmente situados em áreas rurais ou em áreas ainda pouco urbanizadas, no entanto, não estão livres de futuramente serem submetidos à degradação, uma vez que a tendência da cidade é crescer de forma horizontal (MIRANDA *et al.* 2003).

Os protocolos de avaliação rápida de rios são ferramentas utilizadas para caracterizar o rio qualitativamente, ou seja, para estabelecer uma pontuação para o estado em que o ambiente se encontra. É estabelecido, a princípio, um limite considerado normal baseado em valores obtidos de locais minimamente perturbados. Estes locais são tomados como “referência” (Plafkin *et al.*, 1989) partindo da premissa de que os cursos d’água pouco afetados pela ação humana exibem condições biológicas mais favoráveis (Minatti-Ferreira e Beaumord, 2004).

De acordo com Callisto *et al.* (2002), métodos de avaliação que englobam aspectos de integridade ambiental dos recursos hídricos e o conhecimento das variáveis físicas dos sistemas aquáticos são de grande importância para a definição das características gerais dos ecossistemas fluviais. No caso de ecossistemas de rios, não só o corpo d’água deve ser caracterizado, mas



também o ambiente adjacente ao longo de seu curso, devido principalmente à intensa interação entre os mesmos (Minatti-Ferreira e Beaumord, 2004).

Os protocolos, longe de apresentar caráter universal, estão sujeitos a complementações e adequações de acordo com as especificidades regionais e locais. Sua construção é um processo contínuo de ajustes e aprimoramentos à medida que o seu emprego visa cobrir uma gama mais diversificada de tipologias fluviais, bacias hidrográficas e correções (Ferreira, 2003).

O trabalho objetiva adaptar um protocolo de avaliação rápida para serem utilizados nos igarapés das microbacias de Manaus como uma ferramenta que pode ser usada na Educação Ambiental na formação de agentes promotores ambientais.

2. MATERIAL E MÉTODO

Na elaboração do protocolo de avaliação foi usado como base o protocolo do Callisto *et al.* (2002). No seu desenvolvimento foram realizadas em três etapas:

1º Etapa: Foram selecionados ambientes com características bem diferenciadas, levando em consideração os estudos anteriormente desenvolvidos no Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia.

Dos ambientes selecionados, foram representados por grupo:

A – Nascente preservadas e características naturais (05 pontos, **N1**-nascente do Ig. Mindu, **N2**-nascente Ig. Mindu2, **N3**-nascente Ig. Gigante - atrás CAMN, **N4**-nascente Ig. Gigante Redenção, **N5**-nascente Ig. Gigante-Aeroporto Infraero).

B - Trechos de igarapés com baixo nível de impactos (04 pontos - **M1**-Ig. Mindu1/Ponte, **M2**-Ig. Mindu2/ETE, **M3**-Encontro Ig. Mindu/ns1/ns2/ETE, **M4**-Ig. Gigante-ponte CAMN)

C - Trechos de igarapés com alto nível de contaminação (03 pontos – **I1**- Ig. Mindu/Conj. Petros, **I2**-Ig. Quarenta/ponte studio5, **I3**-Ig. Gigante/ponte redenção)

Os ambientes foram classificados: A (Figura 01), ambiente- B (Figura 02) e ambiente - C (Figura 03), sendo igarapés e nascentes dentro da área urbana da cidade de Manaus.





Figura. 01-Ambientes (A-Nascente-Ig. Mindu, B-trechos de igarapé impactado (Ig. Mindu) e C-impactado (Ig. Gigante), 2015.

Todos os pontos escolhidos foram visitados e avaliados as condições dos corpos d'água através da observação, *in situ*, das variáveis físicas, químicas e biológicas. O pH foi medido por potenciômetro (Instrutherm pH-2000); a condutividade por condutometria (Metler toledo-sevencompact) com eletrodo de platina; oxigênio dissolvido (OD) feita pelo método de Winkler modificado (Golterman e Clymo, 1971; Golterman *et al.*, 1978; APHA, 1995); a turbidez por turbidimetria e cor por espectrofotometria (APHA, 2005); a temperatura do ar e da água usando o termômetro; análises bacteriológicas de coliformes totais e fecais usando os tubos múltiplos no teste presuntivo (caldo lactosado) e confirmativo (Verde Brilhante e EC) (CONAMA, 2005).

2º Etapa: Foi a elaboração do protocolo com base no método de Callisto *et al.* (2002) mais adaptado para região levando em consideração as características físicas e físico-químicas da região.

Na elaboração e na adequação do protocolo, foram selecionadas 15 variáveis e para cada uma foi criada categorias com faixa limites: NATURAL (categoria I-100% e II-70%), MODERADO (categoria I-60% e II-45%) e IMPACTADO (categoria I-40% e II-10%), correspondente à condição ambiental e foram atribuídos os valores distribuídos de acordo com o gradiente de estresse ambiental verificado no local da avaliação, podendo variar desde uma condição considerada “natural”, até uma condição “impactado”, passando por situação intermediária “moderado”.

3º Etapa: Aplicação do protocolo com 20 alunos de nível médio de escola pública, antes estes alunos receberam uma palestra sobre Bacia hidrográfica, água, a importância da preservação dos igarapés e das nascentes. Cada aluno preencheu o protocolo observando os resultados obtidos “*in locu*” por equipamentos portáteis de oxímetro (YSI-55Dissolved Oxygen), pH-metro (Thermo Orion modelo 290 A⁺) e condutímetro (Digimed DM-3P) para medição das variáveis.

Na aplicação do protocolo foram escolhidos três trechos, sendo que estes trechos foram selecionados dos ambientes **A** (N3- Nasc. Ig. Gigante-atrás A.M.N), **B** (M4 Ig. Gigante-Ponte - A.M.N) e **C** (I3 Ig. Gigante-Ponte-Redenção). A escolha do trecho obedeceu aos critérios utilizados na seleção dos ambientes A, B e C e baseou-se na acessibilidade da equipe de avaliadores. Com relação ao tempo gasto pelos voluntários na aplicação do protocolo nos trecho, variou de 20 e 40 minutos, demonstrando a praticidade e a rapidez da aplicação do protocolo como instrumento de avaliação ambiental.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características dos igarapés de Manaus são similares das águas ácidas, pH abaixo de 5,5, baixas condutividade elétrica menos de 20 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e são aeradas com oxigênio acima de 5,00 mg/L (Pinto *et al.*, 2009).

Os valores observados para o grupo A nascentes são compatíveis com a literatura (Tabela 01). O baixo teor de oxigênio no grupo B e elevação do pH no B e C e o aumento significativo no grupo C identifica o local como impactado (Tabela 01). Os coliformes totais e fecais mostraram que no grupo A, níveis abaixo dos limites em alguns pontos, mas no grupo B e C os limites variaram acima do permitido pela resolução CONAMA nº. 357/2005.

Tabela 01- Variáveis analisadas em campo.

		pH	Cond. ($\mu\text{S}/\text{cm}^1$)	Cor	Turbidez NTU	OD mg/L	Bacteriológico CT / CF	
A	Média	5,39	10,76	23,53	2,65	5,41	33720	6279
	Mini	4,94	4,20	4,25	0,0	3,51	1500	30
	Máx.	6,13	20,20	51,91	7,28	8,43	150000	28000
B	Média	6,06	58,29	145,62	47,65	5,328	664375	384023
	Mini	5,10	13,35	115,17	1,82	3,86	7500	91
	Máx.	6,85	123,2	176,45	105,04	5,88	1400000	1400000
C	Média	6,80	206,1	115,13	60,06	0,4	1400000	1400000
	Mini	6,63	166,5	43,69	4,94	0,0	1400000	1400000
	Máx.	7,06	271	187,31	150,54	1,20	1400000	1400000

De acordo com as figuras 04, nota-se que a variação de pH, condutividade, cor, turbidez e OD nos ambientes A, B e C analisadas em laboratório sofreram poucas variações comparando com a variável analisada do trecho aplicado de pH e oxigênio. O protocolo apresentou dados positivos assim confirmando a sua aplicabilidade.

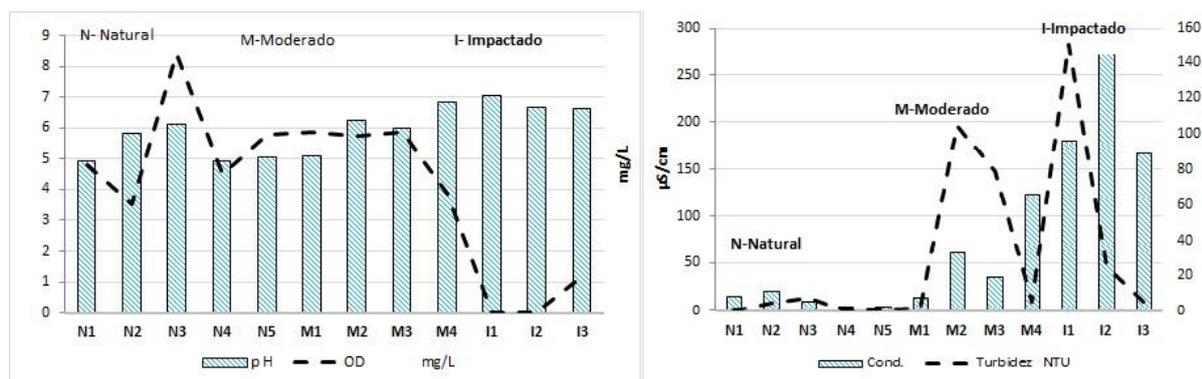


Figura 04. Comportamento da condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$), turbidez (NTU), pH e OD (mg/L) em ambientes naturais (A), levemente impactados (B) e impactados (C).

As variáveis bacteriológicas analisadas nos ambientes A, B e C estão com presença de coliformes fecais assim indicando que o local tem com despejos de esgotos. Na classificação do ambiente A (N1, N2, N3, N4 e N5) mostrou-se que os níveis estavam abaixo, assim confirma-se



XXI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

Segurança Hídrica e Desenvolvimento Sustentável:
desafios do conhecimento e da gestão

De 22 a 27 de novembro de 2015, Brasília - DF

que este local teria características de ambiente normal e os ambientes **B** (M1, M2 e M3) levemente impactados e **C** (M4, I1, I2 e I3) altamente impactados (Figura 05).

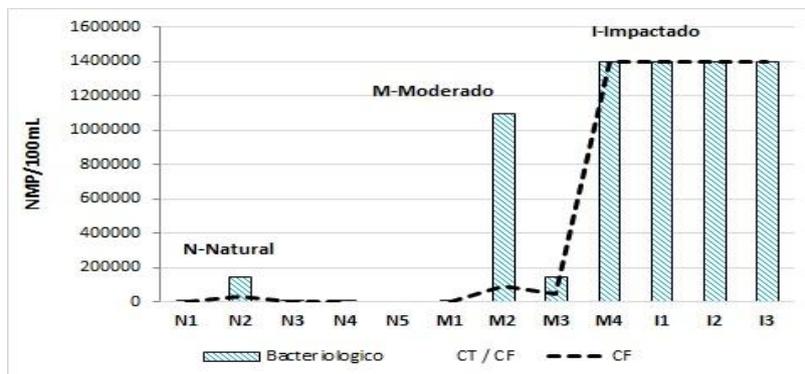


Figura 05 - Gráfico com as variáveis Bacteriológicas (CT e CF) dos ambientes A, B e C.

Protocolo de Avaliação Ambiental de Igarapés de Manaus/AM.

E.M: () 1º () 2º () 3º Sexo: () F () M IDADE: () 13 a 15 anos () 16 a 18 anos () 18 a 21 anos			
LOCAL:.....		COORDENADAS: Características do local:	
VARIÁVEIS	Faixa NATURAL de (I- 100%, II-70% natural)	MODERADO de (I-60% e II- 50% e III-40%),	IMPACTADO de (I – 35% e II – 25% e III - 10%)
1.Densidade populacional	() I- Ausência de moradia () II - Moradia anterior, vegetação secundária	() I – Ausência de moradia () II – Moradia escassas () III- Comunidade	() I – Moradias () II – Média densidade populacional, local urbanizado com avenidas () III – Densa população , bem urbanizado, área de Comercio e indústrias
2.Vegetação:	I- Mata ciliar é coberta por vegetação nativa/ primária () II – Secundária/ densa	() I – Campo aberto mantendo a mata ciliar, sítios () II – Margem está coberta por vegetação e evidente a descontinuidade da vegetação do entorno /secundária () III- Campo descampado	() I – Vegetação entorno nas margens/urbanizado () II – Ausência de vegetação () III - Ausência de vegetação cimentado-
3.Erosão	() I - Margens estáveis, mínima evidência de erosão ou falhas nas () II - Pouco potencial para problemas	() I – Margens moderadamente instáveis. As margens apresentam-se erodidas () II – Potencial à erosão é alto durante a cheia () III - Início de erosão	() I – Margens instáveis e muitas áreas erodidas () II – A erosão é frequente ao longo da seção reta e nas curvas () III – Totalmente comprometida com erosão/canalizado
4.Tipo de leito	() I - Arenoso, Pedras, cascalhos () II – Matéria Orgânica /galhos/folhas	() I- Barrento () II - Escuro () III - Escuro com lama	() I - Sem visualização, ambiente turvo () II - Sem visualização, cimentado, canalizado
5.Presença de animais silvestre	() I – Presença animais silvestre () II – Presença escassa de animais silvestre	() I – Presença escassa de animais silvestre () – II – Ausência de animais silvestre	() I – Ausência de animais silvestre
6.Vida aquática	() I- Presença de diversas espécies aquática () II - Diversas espécies–	() I - Poucas espécies () II - Escassez de espécies aquática– () III - Espécies aquática	() I - Comunidade/escassez de vida aquática () II - Área urbana/sem presença vida aquática () III - Ausência total
7.Piscicultura, avicultura, Pecuária, suinocultura.	() I – Ausência de piscicultura, Suinocultura e avicultura	() I- Presença de piscicultura a avicultura () II- Presença de Pecuária	() I- Presença de suinocultura
8.Resíduos sólidos	() I- Ausência de lixo–	() I- Floresta/pouco lixo () II - Campo/com lixo () III - Urbanizado/com lixo	() I- Urbanizado/com moderado lixo () II - Urbanizado/ muito lixo () III - Urbanizado/ muito lixo
9.Esgoto	() I - Sem esgoto	() I - Sítio/sem esgoto () II - Moradia/pouco esgoto () III - Moradia/com esgoto	() I - Comunidade/com esgoto () II - Urbanizado/ varias entradas de esgoto () III - Comercio/moradia/indústria/várias entradas de esgoto
10.Odor da água	() I – Sem odor () II - Odor da vegetação –	() I – Fraco odor/sem lixo () II – Fraco odor / com lixo. () III- Fraco odor/muito lixo	() I – Forte odor/ sem lixo () II- Odor de ovo podre/ com lixo () III- Forte odor/ esgoto.



XXI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

Segurança Hídrica e Desenvolvimento Sustentável:
desafios do conhecimento e da gestão

De 22 a 27 de novembro de 2015, Brasília – DF

11.Oxigênio-O₂ (mg/L)	() I - Aerada () II - Muito oxigênio –	() I - Pouco aerada/leve () II - Pouco aerada/moderada () III - Pouco aerada/bastante	() I- Baixo oxigênio () II - Próximo de zero () III - Anóxia/sem nenhum oxigênio
12.Condutividade elétrica (µS/cm ³)	() I- Menor que 15 () II - 15 a 20	() I- 20 a 40 () II - 40 a 60 () III - 60 a 80	() I- 80 a 100 () II - 100 – 150 () III - acima de 150
13.Turbidez	() I - Transparente /clara () II - clara	() I - Turva/ clara () II - Turva () III - Turva/cinza	() I - Turva sem visualização () II - Turva preta
14.Cor da água	() I- Transparente/sem cor () II – Transparente/ com cor	() I- Transparente/Turva () II- Com cor/Turva () III – Turva/sem visualização	() I – Turva/ cinza escuro () II - Cinza escuro/sem visualização
15.pH	() I - 4,0 - 5,5 leve ácida ácida, característica da região-natural	() I - 5,5 a 6,5 alterada devido ambiente () II - 6,5 a 7,0 ambiente modificado () III - 7,0 a 7,5 contaminada	() I - 7,5 a 8,0 leve contaminada () II - 8,5 a 9,0 moderada contaminada () III - Acima de 9,0 altamente contaminada

A somatória das notas foi atribuída à porcentagem de acordo com as categorias I, II e III do ambiente Natural 100% a 70%, moderado 60% a 45% e 40% a 10% para ambiente Impactado e se confirmou que os trechos foram classificados como N3 igarapé natural, M4 igarapé leve impacto e I3- igarapé impactado (Figura 06) para cada parâmetro fornece a pontuação final do protocolo para todos os habitat, confirmando com as análises físico-químicas e bacteriológicas realizadas no laboratório conforme a prévia do estudo feito do trecho, aplicabilidade do protocolo é viável como ferramenta de monitoramento ambiental dos igarapés (Tabela 02).

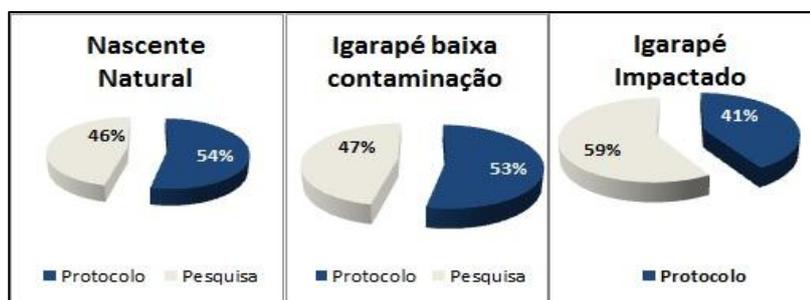


Tabela 02-Comparação protocolo X pesquisa.

	Protocolo %	Pesquisa de campo%
A	80	69,44
B	60	52,31
C	20	28,27

Figura 06 – Gráfico dos resultados da aplicação do protocolo avaliação rápido.

4. CONCLUSÃO

A adaptação do protocolo e a comparação deste com os dados de pesquisas de campo realizados pelos alunos foi bastante significativa. Podendo o protocolo ser facilmente usado para caracterizar ou identificar um curso de água seja nascente ou trechos de igarapés impactado.

A fim de proteger estes ambientes, ainda em bom estado de preservação, o poder público podendo utilizar essa ferramenta para avaliar ou controlar entradas antrópicas no sistema aquático.

O protocolo pode ser usado também como uma ferramenta no controle de poluição ser usada em atividades voltadas para conscientização ambiental nas escolas ou mesmo formação de agentes ambientalista.



5. REFERÊNCIAS

APHA, 1995. – American Public Health Association; AWWA – American Water Work Association; WPCF – Water Pollution Control Federation. (Eds). *Standard Methods of the Experimentation of Water and Wastewater*. New York, APHA, AWWA, WPCF. 1268pp.

ALPHA-AWWA and WEF (2005). Standard methods for the examination of water and wastewater. 21st ed, American Public Health Association, Washington, D.C.

CONAMA. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Ministério do Meio Ambiente. Brasília, DF. Resolução 357 de março de 2005.

CALLISTO, M.; FERREIRA, W.R.; MORENO, P.; GOULART, M.; PETRUCIO, M. 2002. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). *Acta Limnológica Brasileira*, 34: 91-97.

FERREIRA, H. L. M, 2003. Relação entre fatores sedimentológicos e geomorfológicos e as diferenciações estruturais das comunidades de invertebrados de trechos do alto da bacia dos rio das Velha. Departamento Geologia, Programa de Pós-graduação em Evolução dos Crustal e Recursos Naturais. Universidade Federal de Ouro Preto. Dissertação de Mestrado.

GOLTERMAN, H.L.; CLYMO, R.S. 1978. *Methods for Chemical Analysis of Fresh Water*. Oxford, Blackwell Scientific Publications. London. 160pp.

GOLTERMAN, H.L. e Clymo, R.S. (Ed.). 1971. *Methods for Chemical Analysis of Fresh Waters*. IBP. Handbook No. 8

MINATTI-FERREIRA D. D.; BEAUMORD A. C. 2004. Avaliação rápida de integridade ambiental das sub-bacias do rio Itajaí-Mirim no Município de Brusque. SC. *Health and Environmental Journal*, 4:21-27.

MIRANDA, S. A. et al. 2003. Diagnóstico da situação dos recursos hídricos de superfície, da área urbana do município de Manas, sob o ponto de vista hidroquímico. CD ROM. Anais do I Simpósio de Recursos Hídricos da Amazônia. Manaus AM.

SANTOS, I.N.; HORBE, A.M.C.; SILVA, M.S.R.; MIRANDA, S.A. F. 2006. Influência de um aterro sanitário e de efluentes domésticos nas águas superficiais do rio Tarumã e afluentes-AM. *Acta Amazonica*, 36(2): 229-236.

PINTO, A. G.N; HORB, A.M.C; SILVA, M.S.R; MIRANDA, A.F; PASCOALOTO, D; SANTOS, H. M.C. 2009. Efeitos da ação antrópica sobre a hidrogeoquímica do rio Negro na orla de Manaus/AM. *Acta Amazonica*, vol. 39(3) 627–638.

PLAFKIN J.L.; BARBOUR M. T.; PORTER K. D.; GROSS S. K.; HUGHES R. M. 1989. Rapid bioassessment protocols for use in streams and rivers: Benthic macroinvertebrates and fish. Washington, EPA 440-4-89-001.