

INTERFERÊNCIA DE UM RIO DE ÁGUA DE TONALIDADE VERMELHA SOBRE A HIDROQUÍMICA DO ALTO RIO NEGRO/AM

Domitila Pascoaloto^{1} & Sérgio Roberto Bulcão Bringel³ & Maria do Socorro Rocha da Silva³*

Resumo – A qualidade da água de recursos hídricos no município de São Gabriel da Cachoeira vem sendo investigadas por pesquisadores do INPA desde 2007, foram encontrados rios e igarapés de três tonalidades: escura, avermelhada e clara, que diferem em pH, cor verdadeira e demanda química de oxigênio (DQO). Foram investigados 11 sítios amostrais entre a entrada do rio Negro no Brasil e a foz de seu último afluente no município. Todos os locais apresentaram águas ácidas e pouco mineralizadas. Houve aumento de cor e DQO e diminuição do pH após a entrada do rio Içana, de água avermelhada; mas não foram observadas alterações após a entrada do rio Cachoeirinha, que também possui trechos com água avermelhada. A diferença da coloração da água na foz desses dois rios poderia estar relacionada às suas descargas; porém na extração das substâncias húmicas de um igarapé da bacia do rio Içana o sobrenadante permaneceu colorido, o que não ocorreu com a água do igarapé da Cachoeirinha; esse resultado indica que existe alguma substância, provavelmente orgânica, que concede tonalidade vermelha à água dos igarapés e rios da bacia do Içana e sugere que esses dois rios não apresentam água de coloração avermelhada pelas mesmas razões.

Palavras-Chave – bacia do rio Negro, rio de água preta, Amazônia Central.

INTERFERENCE OF A REDISH WATER RIVER ON THE HYDROCHEMISTRY THE UPPER RIO NEGRO / AM

Abstract – The water quality of rivers and streams in the municipality of São Gabriel da Cachoeira is being investigated by researchers from INPA since 2007 and revealed the occurrence of three water shades: dark, reddish and clear, which differ in pH, true color and chemical oxygen demand (COD). We investigated 11 sampling sites between the entrance of the Rio Negro in Brazil and the mouth of its last tributary. All sites had acidic waters and few minerals. Values of color and COD and pH decreased after the entrance of Içana River, the "red water river", but no changes were observed after the entrance of Cachoeirinha River, which have also some sites with water reddish hue. The difference of the color of the water in the mouth of these two rivers could be related to flows of them, but the extraction of humic substances from a stream of the river basin Içana supernatant remained colorful, which did not occur with the water of the stream of Cachoeirinha, this result indicates that there is some substance probably organic granting reddish water of streams and rivers basin Içana and suggests that these two rivers do not have water reddish for the same reasons.

Keywords – Negro River watershed, black water river, Central Amazon.

¹ Afiliação: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-INPA. domitila@inpa.gov.br

INTRODUÇÃO

Os recursos hídricos são bens de relevante valor para a promoção do bem estar de uma sociedade (Lanna, 2002), e sempre estiveram associados às civilizações humanas. Verdadeiras guerras já foram travadas por causa de posse da água (Esteves, 1998), e desde o século passado ela é considerada o “tesouro” do novo milênio, já valendo, em alguns países, mais do que o petróleo. Nos países que sofrem, há anos (alguns, a séculos), de escassez de água, a população aprendeu a valorizar esse recurso mineral, que se tornou para eles o “bem” mais precioso, visto que é impossível ao ser humano viver sem água. Nessa premissa, é compreensível entender porque os projetos de pesquisa voltados para a melhoria da água são considerados mais importantes do que aqueles que visam conhecer a origem de características que tornam determinadas águas diferenciadas, e que despertam a curiosidade de cientistas ao “descobrir” que em pleno século XXI ainda existem coisas novas a serem investigadas.

Desde o século passado a ONU vem alertando para o fato que quase 30 países já enfrentam escassez crônica de água e que, segundo a previsão de especialistas, antes de 2030 o problema atingirá mais de 50 países e a quantidade de água disponível por pessoa em países do Oriente Médio e do norte da África estará reduzida em 80 por cento. Muitos países não apresentam escassez de água geologicamente falando, mas a qualidade da água disponível é inapropriada para uso e, em geral, essas nações não possuem condições financeiras para tratar essas águas, o que resulta no aumento de pessoas doentes devido à falta de saneamento básico e abundância de águas contaminadas. A questão da água vem adquirindo cada vez mais espaço no globo, tanto na mídia quanto nas políticas de estado. A ONU estabeleceu 2003 o “ano internacional da água doce” e decretou que “a água deverá ser tratada como um bem social e cultural, e não como uma mercadoria”; a partir de então a água potável foi declarada pelo Comitê das Nações Unidas para os Direitos Econômicos, Culturais e Sociais como um direito humano (Unesco, 2013) e o período de 2005- 2015 foi decretado a Década Internacional de Ação, “Água para a Vida”. No Brasil o tema água foi eleito pelo CNBB (Conselho Nacional de Bispos do Brasil) para a campanha da fraternidade, “Água Fonte de Vida” e o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) aprovou a moção, transformada em Decreto Presidencial, para que o período de 2005 – 2015 fosse decretado a Década Brasileira da Água (MMA, 2006). O ano corrente, 2013, foi denominado, pela ONU, o “ano internacional de cooperação pela água”, sob a responsabilidade da UNESCO. A escolha desse tema concede ao Brasil uma grande responsabilidade, visto que no país se encontra a maior proporção (64,88%) da maior bacia hidrográfica do mundo - a amazônica, essa, porém, é também a menos conhecida; talvez por conter milhares de rios de grande, médio ou pequeno porte, além de centenas de lagos, mas certamente também devido à falta de interesse de seus governantes (visto que essa é a região menos habitada do país) e da população em geral, pois mesmo os amazônidas, salvo raras exceções, conhecem muito pouco os recursos hídricos da região.

O rio Amazonas, no Brasil, recebe essa denominação após a confluência dos rios Solimões e Negro, em frente à cidade de Manaus (alguns outros países também se referem ao rio Solimões com Amazonas). O Amazonas é o rio com a maior vazão do mundo, além de atualmente ser reconhecido como o mais longo, sendo responsável por cerca de 20% da água de superfície que entra no oceano Atlântico (Cunha & Pascoaloto, 2006); os dois principais tributários do rio Solimões/Amazonas são os rios Madeira e Negro, afluentes das margens direita e esquerda, respectivamente.

O Negro é um dos maiores rios do mundo, drena uma área de aproximadamente 700.000 km² e apresenta 4240-64380 m³/s descarga (Guyot et al., 1994, 1996). Ele nasce na Colômbia, sob a denominação de Guainia, na serra do Junai. A extensão total de seu curso é de cerca de 1.700 Km, dos quais 1.200 Km, aproximadamente, correm em território brasileiro. Por todo seu curso drena

áreas de baixo relevo e terrenos consolidados, o que reflete na sua velocidade e erosão (Sioli, 1968; Cunha & Pascoaloto, 2006). Sua cor escura é, em parte, devido à drenagem dos solos ricos em solutos húmicos, provenientes da matéria orgânica em decomposição da floresta (Leenheer, 1980). O rio Negro é a principal fonte de aporte das substâncias húmicas que entram no oceano Atlântico (através do rio Amazonas). A natureza geológica da área de drenagem conferiu a essas águas, além da cor, características físicas e químicas peculiares, entre elas, baixa condutividade (entre 6 e 12 $\mu\text{S}/\text{cm}$), pH ácido (entre 4,0 e 5,5), baixo teor de sais minerais, entre eles potássio, sódio, cálcio e magnésio (Leenheer & Santos, 1980).

Vários estudos têm sido realizados para avaliar a qualidade da água no rio Negro, principalmente no município de Manaus, como Leenheer (1980), Fonseca et al. (1982), Melo et al. (2006); Pereira et al. (2006); Arcos et al. (2009); Pinto et al. (2009). Entretanto ainda pouco se conhece sobre a qualidade da água desse rio nas partes superior e média da bacia. Destaque-se que a maioria dos municípios drenados pelo rio Negro no estado do Amazonas tem esse rio como a principal fonte de captação de água.

Segundo Pascoaloto et al. (2010) e Bringel & Pascoaloto (2012) existem recursos hídricos em São Gabriel da Cachoeira (AM), bacia do alto rio Negro, que apresentam coloração de água diferente daquela observada no rio Negro (tonalidade avermelhada ou clara, com diferenças em relação, principalmente, ao pH, cor verdadeira e demanda química de oxigênio). O presente trabalho apresenta resultados sobre físico-química do rio Negro e visa verificar se ocorre alteração na qualidade da água do rio após a entrada de rios ou igarapés com águas de tonalidade avermelhada.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo incluiu resultados obtidos em 13 sítios amostrais no alto rio Negro (Figura 1), entre março/2007 e maio/2012. As amostras de água foram coletadas no município de São Gabriel da Cachoeira, entre a entrada do rio Negro em território brasileiro, na Comunidade Cucuí, e o rio Marié, último afluente no município, próximo ao limite com o município Santa Isabel do Rio Negro. Também foram realizadas coletas de água próximo à fronteira tríplice, na Colômbia (margem direita do rio Negro) e na Venezuela (margem esquerda do rio Negro).

Foram investigadas, em campo, as variáveis ambientais pH e condutividade elétrica, utilizando-se pH-metro e condutivímetro de campo. A água para as demais variáveis foi coletada em garrafa coletora tipo Van Dorn e acondicionada em frascos de polietileno (1000 ml), que foram transportados para o Laboratório de Química Ambiental do INPA para realização das demais variáveis, conforme Tabela 1. As determinações foram feitas segundo APHA et al. (2005).

Tabela 1 – Variáveis ambientais e método utilizado.

Variável	unidade	Método
turbidez	NTU	Turbidimetria
cor verdadeira	mgPt.l^{-1}	Espectrofotometria
demanda química de oxigênio (DQO)	$\text{mgO}_2.\text{l}^{-1}$	Titulometria
ferro total	mg.l^{-1}	Espectrofotometria
ferro dissolvido	mg.l^{-1}	Espectrofotometria
silicato	mg.l^{-1}	Espectrofotometria

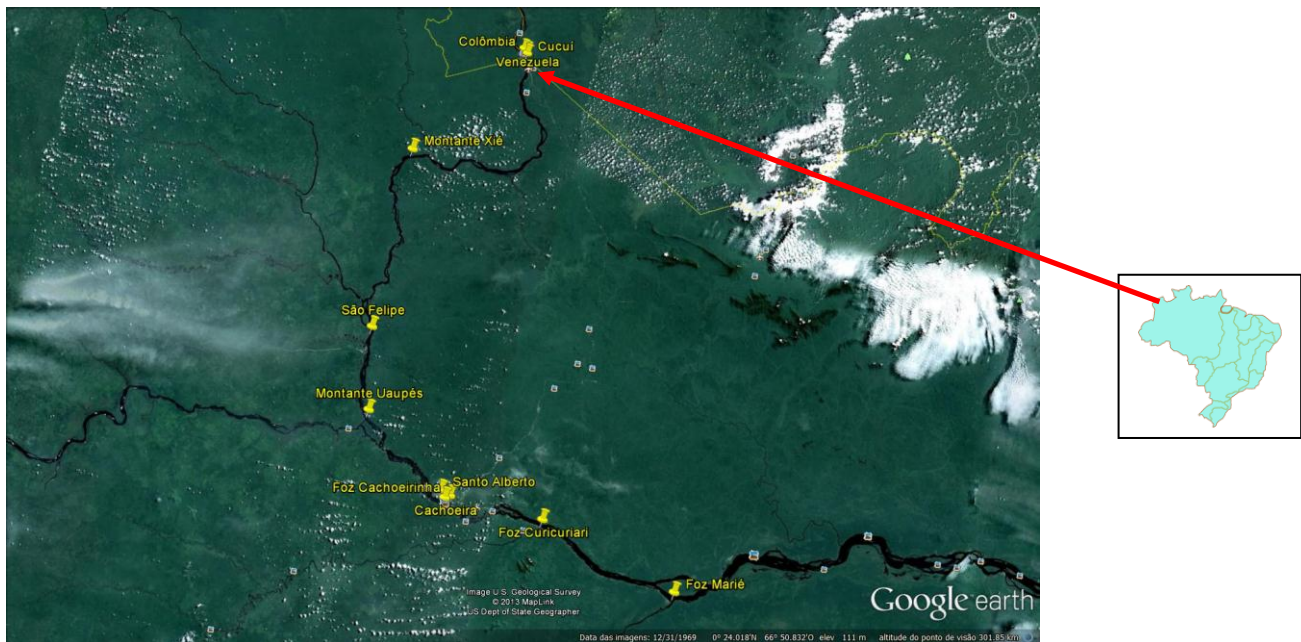


Figura 1 – Localização dos sítios amostrais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em geral as águas dos locais foram ácidas (valores médios 4,0 a 4,6), transparentes (turbidez 1,30 – 4,03 NTU), pouco mineralizadas (condutividade elétrica média 11,31 a 18,36 $\mu\text{S}/\text{cm}$), com baixo valor de alcalinidade (0,00 – 3,05 $\text{mgHCO}_3\cdot\text{l}^{-1}$) e bem oxigenadas (saturação de oxigênio >48%). Características semelhantes àsquelas registradas para o rio Negro em geral (Sioli, 1950, 1984; Santos et al., 1984; Cunha & Pascoaloto, 2006; Pinto et al., 2009; Bringel & Pascoaloto, 2012).

O rio Negro é divulgado como um rio de tonalidade escura, cor de “refrigerante de cola” ou de café (Cunha & Pascoaloto, 2006), como a que foi observada em sua entrada no Brasil, na comunidade Cucuí (Figura 2A), No entanto foi possível observar que a água no rio Negro, no local onde se encontra a régua para controle do nível da água pela CPRM/ANA (Comunidade São Felipe), a jusante da foz do rio Içana, que a tonalidade da água é avermelhada (Figura 2B), enquanto na foz do rio Cachoeirinha a água é escura (Figura 2C). Além da coloração e da cor verdadeira da água do rio Negro terem sofrido alteração após a entrada do rio Içana, também puderam ser observados aumento do valor da DQO e diminuição dos valores de pH e do íon silicato no rio Negro nesse sítio amostral (Figura 3), entretanto essas mesmas variáveis não a apresentaram alteração após a entrada das águas do rio Cachoeirinha, em cuja bacia também são observados igarapés com água de tonalidade vermelha (Bringel & Pascoaloto, 2012). Como o rio Cachoeirinha apresenta vazão bem menor do que a do rio Içana, é possível que suas águas sejam “diluídas” pelas do rio Negro, além do que, na visita feita ao local em maio/2012, foi possível observar que o igarapé de água avermelhada se une a outro de água escura há cerca de 50 metros antes da foz.



Figura 2 – Aparência da água no local e valor de cor verdadeira (cor) da água do rio Negro nos sítios amostrais Comunidade Cucuí (A), Comunidade São Felipe (B) e foz do rio Cachoeirinha (C) em maio/2012.

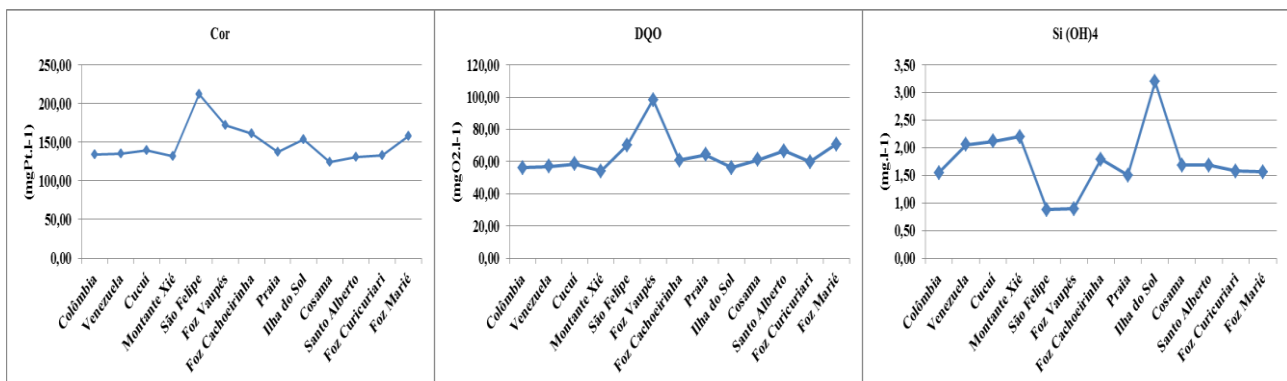


Figura 3 – Cor verdadeira (Cor), Demanda Química (DQO) e Silicato [Si(OH)₄] nos sítios amostrais.

Houve aumento dos teores de ferro total e dissolvido (Tabela 3) após a entrada dos rios Içana e Cachoeirinha. Uma das hipóteses levantadas para a coloração avermelhada dos recursos hídricos da bacia do rio Içana e do rio Cachoeirinha seria a presença de ferro. Os valores mais elevados dessas duas variáveis foram observados na Colômbia, onde o rio tem coloração escura, de forma que o aumento de seus teores após a entrada desses dois tributários deve ser mais bem investigado.

Após a extração das substâncias húmicas de um igarapé da bacia do rio Içana (igarapé da trilha do pelotão especial de fronteira em Tunuí), o sobrenadante permaneceu colorido (Pascoaloto, 2012); segundo o Dr. Ézio Sargentini, pesquisador do INPA, em vinte anos que estuda as substâncias húmicas aquáticas (SHA) do rio Negro, esta foi a primeira vez que a extração não retirou toda a cor da água, o que indica que existe alguma substância, provavelmente orgânica, que concede a tonalidade avermelhada à água dos igarapés e rios dessa bacia. Uma vez que a extração das substâncias húmicas do igarapé da Cachoeirinha (afluente do rio Cachoeirinha) não apresentou essa “anomalia”, é provável que as águas desses dois rios (Içana e Cachoeirinha) não apresentem coloração avermelhada pelas mesmas razões, hipótese reforçada pelo fato deles não pertencerem à mesma formação geológica e de ambos terem possivelmente elevado a concentração de ferro total e ferro dissolvido nas águas do rio Negro.

Tabela 3: Valores médios de pH, condutividade elétrica, alcalinidade, turbidez, ferro total e ferro dissolvido.

	pH	Condutividade elétrica μS/cm	Alcalinidade mg HCO ₃ /L	Turbidez FTU	Ferro Total mg/L	Ferro Dissolvido. mg/L
Colômbia	4,5	11,31	2,44	2,86	0,98	0,93
Venezuela	4,6	11,31	3,36	1,95	0,90	0,85
Cucuí	4,5	11,34	2,44	2,34	0,94	0,89
Montante Xié	4,5	12,40	3,05	3,71	0,55	0,25
São Felipe	4,4	14,85	3,05	2,34	0,96	0,86
Foz Vaupés	4,0	18,53	0,00	2,34	0,38	0,19
Foz Cachoeirinha	4,4	12,90	2,44	1,30	0,95	0,89
Cachoeira	4,6	12,85	1,22	2,86	0,37	0,23
Santo Alberto	4,4	14,13	1,98	2,45	0,45	0,27
Foz Curicuriari	4,3	12,80	2,44	4,03	0,36	0,22
Foz Marié	4,2	15,57	2,44	3,77	0,38	0,22

CONCLUSÃO

De forma geral as águas nos sítios amostrais foram semelhantes às registradas para o rio Negro desde a década de 1950 (quentes, ácidas e pouco mineralizadas). No entanto houve aumento dos valores das variáveis cor verdadeira e demanda química de oxigênio, e diminuição do valor do pH e silicato após a entrada do rio Içana, o “rio de água vermelha”, um dos principais tributários do rio Negro. Essas alterações não foram observadas após a entrada do rio Cachoeirinha, em cuja bacia também são observados igarapés com água de tonalidade vermelha, provavelmente devido à menor vazão. A permanência de cor apenas no sobrenadante da amostra de um igarapé da bacia do rio Içana (igarapé esse que apresentou a água mais vermelha desde que iniciaram os estudos na bacia do alto rio Negro), sugere a presença de alguma substância orgânica relacionada com a cor da água nessa bacia e indica que os dois rios, Içana e Cachoeirinha, não apresentam coloração avermelhada pelas mesmas razões. Deverão ser realizadas análises das substâncias húmicas nos sítios amostrais Cucuí, São Felipe e Cachoeirinha para comparação com os resultados registrados para Manaus, onde a água apresenta coloração escura, a fim de verificar se existe diferença nas características estruturais das substâncias húmicas e inferir sobre sua influência na tonalidade avermelhada observada em alguns locais.

REFERÊNCIAS

- American Public Health Association – APHA; American Water Work Association – AWWA; Water Pollution Control Federation - WPCF. (2005). *Standard methods for the examination of water and wastewater*. American Public Health Association, Washington, 21a edição. CD-Rom.
- ARCOS, A.; CUNHA, H.B.; BRINGEL, S.R.B. (2009). Condições da balneabilidade e avaliação do índice da qualidade de água de três praias do rio Negro, Manaus – AM. In: *Anais da XVIII Jornada de Iniciação Científica do PIBIC CNPq/FAPEAM/INPA*, Manaus, Jul, 2009, 1, pp. 558-562. .
- BRINGEL, S. R. B. ; PASCOALOTO, D. (2012). As águas transfronteiriças do rio Negro. In: *Desvendando as fronteiras do conhecimento na região amazônica do alto rio Negro*. Org. por Souza, L.A.G. e Castellón, E.G., editora do INPA, Manaus-AM, 1, pp. 7-22.
- CUNHA, H. B. ; PASCOALOTO, D. (2006). *Hidroquímica dos rios da Amazônia*. Governo do Estado do Amazonas; Secretaria de Estado da Cultura, Manaus-AM, 127 p.
- ESTEVES F.A. (1998). *Fundamentos da Limnologia*. 2. ed. Interciência, Rio de Janeiro-RJ, 602p
- FONSECA, O.P.M.; SALEM, J.L. e GUARIM, V.L.. (1982). Poluição e autopurificação do rio Negro nas cercanias de Manaus. *Acta Amazônica* 12(2), pp. 271-278.
- 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*. Publ. HiBAm, Brasília-DF, 29p.
- 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*. Publ. HiBAm, Brasília-DF, 59p.
- LANNA, A.E. (2002). Gestão dos recursos hídricos. In *Hidrologia: ciência e aplicação*. 3ª ed. Org. por TUCCI, C.E.M., ABRH, ed. UFRGS, Porto Alegre - RS, pp. 727-767. (Coleção ABRH de Recursos Hídricos; v. 4).
- LEENHER, J. A. (1980). Origin and nature of humic substances in the waters of the Amazon river basin. *Acta Amazônica* 10(3), pp. 513-526.
- MELO, E.G.F.; SILVA, M.S.R.; MIRANDA, S.A.F. (2006). Influência antrópica sobre águas de igarapés na cidade de Manaus – Amazonas. *Caminhos de Geografia* 5(16), pp. 40-47.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE-MMA(2006). Plano Nacional de Recursos Hídricos. Panorama e estado dos recursos hídricos do Brasil: Volume 1. Ministério do Meio Ambiente/Secretaria de Recursos Hídricos, Brasília – DF, 383 p.
- PASCOALOTO, D. ; SOARES, C.C.; BRINGEL, S.R.B. (2010). Recursos Hídricos da bacia do alto rio Negro (AM): comunidades de algas e características hidroquímicas em igarapés de água clara, uma nova tonalidade para a região. In: *CD-rom (trabalho completo) e Livro de Resumos do X Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste*, Fortaleza, Nov. 2010. p. 111.
- 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.
- PEREIRA, I.R.C.; BRINGEL, S.R.B.; SILVA, M.S.R. (2006). Efeito das drenagens urbanas no rio Rio Negro, orla de Manaus (AM). In *Livro de resumos expandidos da XV Jornada de Iniciação Científica do PIBIC/CNPq/FAPEAM/INPA*, Manaus, Jul. 2006, pp. 397-398.

PINTO, AGN.; HORBE, A.M.C.; SILVA, M.S.R.; MIRANDA, S.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 Amazônica* 39 (3), pp. 627 – 638.

SANTOS, U.M.; BRINGEL, S.R.B.; BERGAMIN FILHO, H.; RIBEIRO, N. M. G.; BANANEIRA, M. (1984). Rios da Bacia Amazônica I. Afluentes do rio Negro. *Acta Amazonica* 141(2), pp. 222-237.

SIOLI, H. (1950). Das Wasser in Amazonasgebiet. *Fosch. Fortschr.* 26(21/22), pp. 274-280.

SIOLI, H. (1968). Hydrochemistry and Geology in the Brazilian Amazon Region. *Amazoniana* 3, pp. 267-277.

SIOLI, H. (1984). Introduction: history of discovery of the Amazon and the research of Amazonian waters and landscapes. In: *Amazon: limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and and its basin*. Org. por : SIOLI, H., The Hague, Dr. W. Junk, California, pp. 1-13.

UNESCO (2013). Year water cooperation. Disponível em <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Brasilia/pdf/brz_sc_year_water_cooperation_presskit_pt_2013-2.pdf>, acesso em 02 maio 2013.