

## BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO AMAZONAS: TIPOLOGIA VOLTADA PARA A GESTÃO DESTES RECURSOS

*Maria do Socorro Rocha da Silva<sup>1</sup>; Eduardo Antonio Ríos-Villamizar<sup>1</sup>; Átila Fonseca Miranda<sup>1</sup>; Nubia Abrantes Gomes<sup>2</sup>; Domitila Pascoaloto<sup>1</sup>; Sávio José Filgueira Ferreira<sup>1</sup>; Regison da Costa de Oliveira<sup>1</sup>; Genilson Pereira Santana<sup>3</sup> & Hillândia Brandão da Cunha<sup>1</sup>*

**RESUMO** – Este trabalho visa conhecer as águas do rio Amazonas e tributários e comparar aos padrões estabelecidos na Resolução CONAMA (357/2005). Foram realizadas 289 coletas, sendo 100 ao longo do rio Amazonas e 189 em seus tributários, no período de março de 2009 a agosto de 2012. Avaliados pH, cor, turbidez, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, entre outras. Os dados foram agrupados com o auxílio do programa R para avaliar os tipos de águas nos rios da Amazônia e estabelecer os limites naturais das variáveis. Foi possível classificar em três tipos os rios da Amazônia: I) Rio Amazonas e tributários da margem direita, águas turvas, ligeiramente alcalinas (pH na faixa de 6,5 a 7,6), condutividade de 40-80  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ; II) Tributários da margem esquerda do rio Amazonas, águas da cor variando de marrom a preta, são ácidas (pH de 4,6 a 6,5) com baixa condutividade  $<40,0 \mu\text{S}/\text{cm}$ ; e III) Águas mistas, aeradas, com pH de pouco ácido a neutro 6,0-7,2, com baixa carga iônica tais como os tributários da margem direita do baixo Amazonas, os quais tem suas origens no Escudo Brasileiro (rios Tapajós e Xingu), e rios que sofrem influência de outros grandes rios.

**Palavras-chave** – Bacia Amazônica, tipologia dos rios da Amazônia, gestão dos rios da Amazônia

**ABSTRACT** – The aim of this work is to know the waters of the Amazon and tributaries and compare to the standards established in the CONAMA Resolution (357/2005). A total of 289 samples were collected, being 100 along the Amazon river and 189 in its tributaries, from March 2009 to August 2012. Evaluated pH, color, turbidity, electrical conductivity, dissolved oxygen, among others. The data were grouped with the aid of R program to evaluate the waters types in the Amazon river basin and establish the natural limits of the variables. It was possible to classify the Amazonian rivers into three types: I) Amazon river and its right margin tributaries, with turbid waters, slightly alkaline (pH in the range of 6.5 to 7.6), conductivity of 40-80  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ; II) The Amazon river's left margin tributaries, with water color ranging from brown to black, acidic (pH 4.6 to 6.5) with low conductivity  $<40 \mu\text{S}/\text{cm}$ ; and III) Mixed, aerated waters, with low acid to neutral (pH 6.0-7.2), with low ionic load, such as the right bank tributaries of the lower Amazon, which have their origins in the Brazilian Shield (Tapajós and Xingu rivers), and rivers that are influenced by other great rivers.

**Palavras-chave:** Amazon basin, Amazonian rivers typology and management

1) Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (RHANIA/CPCRH - CODAM/INPA), Av. André Araújo, 2.936, Petrópolis, Caixa Postal 478, CEP: 69067-375, Manaus, Amazonas, Brasil. e-mail: eduardorios17@hotmail.com.

2) Universidade Federal de Roraima – UFRR, CBio. Campus do Paricarana. e-mail: nubiajgomes@hotmail.com.

3) Departamento de Química, Universidade Federal do Amazonas (UFAM). e-mail: gsantana2005@gmail.com.

## 1. INTRODUÇÃO

As características das águas da bacia Amazônia são diferenciadas das de outras regiões do país, uma vez que os rios desta bacia encontram-se setorizados em ambientes geologicamente diferentes, com solos e relevos diferentes, abrigando a flora e a fauna adaptadas a cada local, sob influência determinante do clima da região (Sioli, 1950, 1984; Fittkau *et al.* 1964; Gibbs, 1967 e Stallard e Edmond, 1983). Sioli (1951) classificou estas águas em três tipos, “**águas-brancas**”, águas turvas e com concentrações elevadas de eletrólitos; “**águas-claras**” e “**águas-pretas**”; Gibbs (1967) considerou a geoquímica, classificando o rio de água branca como águas sulfatadas e Stallard e Edmond (1983) estabeleceu quatro tipos de acordo com a carga total de cátions ( $TZ^+$ ): os rios com carga ( $TZ^+$  de 0 e 200  $\mu\text{eq/L}$ ), que drenam terrenos intemperizados (sedimentos Terciários); os rios com carga ( $TZ^+$  entre 200 e 450  $\mu\text{eq/L}$ ), que drenam terrenos silicosos; os rios com carga ( $TZ^+$  entre 440 e 3.000  $\mu\text{eq/L}$ ), com altas concentrações de cátions, e os rios com carga ( $TZ^+ > 3000 \mu\text{eq/L}$ ) drenam evaporitos massivos. De Paula (1990) classificou os tipos de água em: **água-brancas**, com maiores concentração de metais alcalinos e alcalinos terrosos; **água-pretas**, com alto teor de matéria orgânica e baixas concentrações de ferro e manganês, e **águas-claras**, as que apresentam baixos teores de ferro e manganês e de alcalinos.

Na verdade a complexidade destas águas dificulta a elaboração de categorias bem definidas, havendo sempre incômodas superposições entre elas. Só para exemplificar uma das dificuldades encontradas, temos rios que atravessam diferentes substratos geológicos e, à medida que atravessam de um substrato para o outro, passam a ter novas características, tanto óticas quanto hidroquímicas.

Estas tentativas vistas acima, para definir tipos diferentes de água nesta região, embora possam vir a serem úteis na construção de instrumentos de gestão, elas sempre tiveram cunho puramente científico. Trabalhos voltados para gestão, com geração de dados primários de qualidade de água, são quase que inexistentes. O ideal seria que houvesse uma ampla rede de monitoramento de qualidade de água, planejada de forma a definir quais parâmetros deveriam ser considerados e qual frequência de amostragem, a fim de se obter séries de dados que definam os padrões com a devida robustez (o problema são os custos). O que temos atualmente é o reconhecido esforço da Agência Nacional de Águas para manter uma rede de monitoramento de qualidade de água, mas que não abrange os parâmetros necessários e a frequência de coleta também está longe de ser a ideal. Enquanto esta ampla rede de monitoramento não for estabelecida, é importante que se continue a produzir trabalhos direcionados à gestão, dada a necessidade que se tem de estabelecer regras que controlem as atividades econômicas cada vez mais presentes nos rios amazônicos, visando a sustentabilidade. Neste contexto, se faz necessário caracterizar as águas dos rios quanto aos aspectos físicos e químicos, definir limites e contribuir para a elaboração de padrões regionais, que possam ser utilizados no sistema de gestão de recursos hídricos na região.



minutos, com persulfato de potássio e determinadas por espectrofotometria (Golterman, 1978; Valderrama, 1981);  $\text{NH}_4^+$  determinado por espectrofotometro com ajuda do FIA (APHA, 2005) e o  $\text{NO}_3^-$  pelo método da redução de nitrato a nitrito (Marckereth *et al.* 1978; APHA, 2005). O Ferro dissolvido e total foram determinados pelo método da fenatrolina (APHA, 2005). A sílica foi determinada por espectrofotometria (Golterman e Clymo 1971; APHA 2005). Para os íons maiores (cloreto (Cl), sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ), magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ ), sódio ( $\text{Na}^+$ ), potássio ( $\text{K}^+$ ) e fosfato ( $\text{PO}_4$ )) as amostras foram filtradas e fixadas com timol no momento da coleta e determinadas por cromatografia líquida em um equipamento da marca DIONEX modelo ICS1000. O bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ) foi determinado por titulação potenciométrica em amostras não filtradas. As técnicas de análises encontram-se descritas em APHA (1985) e Golterman e Clymo (1971).

Os procedimentos estatísticos e o processamento dos dados foram implementados usando o programa R (R Development Core Team, 2011). Os limites naturais de cada variável analisada, foram feitos com ajuda da estatística descritiva segundo Gotelli e Ellison (2011), utilizando a mediana e os quartis (decil), onde escrevem melhor a posição e dispersão, quando os dados apresentam uma distribuição indefinida, isto é, quando existem valores discrepantes. Foi utilizada a estatística descritiva do programa Statistica 6.1, para verificar a relação entre locais de coletas e análises (física e química), com ajuda da análise de Agrupamento (AHC).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas águas dos rios da bacia hidrográfica Amazonica tem características bem diferenciadas com variações bem significativas. A Tabela 1 mostra o pH, condutividade elétrica, cor, turbidez, OD, íon amônio e ferro dissolvido do rio Amazonas e tributários da margem direita e esquerda. Foram submetidos ao tratamento com ajuda da mediana e os quartis (percentil, quartil e decil) e com auxílio do programa R foram determinados os limites naturais.

Tabela 1 – Estatística descritiva para as variáveis físicas e químicas do rio Amazonas e tributários (2009 a 2012)

Variável	Mínimo	Máximo	Média	10 <sup>o</sup> %Decil inferior	25 <sup>o</sup> %Quartil inferior	50 <sup>o</sup> % Mediana	75 <sup>o</sup> % Quartil superior	90 <sup>o</sup> % Decil superior
pH	3.60	7.56	6.36	4.83	5.90	6.43	6.90	7.22
C.E( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	4.39	206.00	47.88	9.47	14.62	31.93	71.85	102.45
Cor (mg/Pt/L)	0.00	475.70	68.09	18.18	39.27	63.20	85.27	120.06
OD (mg/L)	0.16	10,45	5.33	2.17	3.34	5.46	6.57	7.57
Turbidez (NTU)	0.00	326.80	37.26	1.82	4.68	17.29	44.13	100.72
Fe-diss (mg/L)	0.00	1.10	0.24	0.00	0.10	0.14	0.40	0.62
Fe-Total (mg/L)	0.00	10.47	1.45	0.31	0.65	1.01	1.78	3.18
P-Total	0.00	0.37	0.07	0.02	0.03	0.05	0.09	0.13

(mg/L)								
NO <sub>3</sub> (mg/L)	0.00	0.74	0.11	0.00	0.01	0.06	0.14	0.28
N-Total (mg/L)	0.03	1,22	0.73	0.25	0.34	0.42	0.53	0.70
DBO <sub>5,20</sub> (mg/L)	0.00	6.75	1.14	0.16	0.38	0.80	1.39	2.58
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/L)	0.00	0.88	0.18	0.01	0.10	0.17	0.23	0.30

Os tributários da margem esquerda do Amazonas, localizados no baixo Amazonas que tem suas origens no Planalto Brasileiro, classificada por Sioli (1950) como rios de águas mistas (Xingu e Tapajós) são bastante aerados e facilmente se enquadram na legislação. Os rios de águas turvas e de águas pretas apresentam um número elevado de locais com baixa concentração de OD, abaixo de 5,0 mg/L, divergindo da legislação, sendo concentrações tão baixas que em outros ambientes indicariam forte grau de poluição pelo lançamento de matéria orgânica biodegradável.

A Resolução CONAMA nº 357/2005 estabelece valores de OD, e na classe 2 não deve ser inferior a 5,0 mg/L. No rio Amazonas em alguns trechos o oxigênio mostrou valor abaixo de 5 mg/L (Figura 2). Os baixos valores observados são considerados naturais e os organismos deste ambiente, conseguem superar esta condição (Hibam, 2005). A condutividade elétrica é uma variável importante na região, às águas no rio Amazonas e tributários vão de pouco mineralizadas a mais enriquecidas em eletrólitos (de 4,39 a 206 µS/cm) com pH de ácido (3,60) a alcalino (7,56) e nos rios da margem esquerda variou de 4,39 a 104,70 µS/cm, e o pH entre 3,96 a 7,20. Concentrações foram também observados por Santos *et al.* (1985), Lopes (1992) e Mera (2011).

Na Amazônia a turbidez é uma variável característica de rios de águas turvas, nos rios que tem sua origem Andina e pré-Andina, os valores médios de turbidez variaram de 10,27 a 177,06 NTU, nos tributários da margem esquerda, de águas pretas, a turbidez variou de 0,78 a 37,7 NTU e a faixa limite nos rios 1,82 (10%) a 100,72 (90%) (Tabela 1). A turbidez na distribuição das médias por locais demonstrou que esta variável em sua maioria encontra-se dentro do estabelecido pela legislação. A Figura 2 mostra o dendrograma (AHC) e os agrupamentos associados às variáveis C.E, pH, Fe-T, Fe-dissolvido, turbidez, OD, Si(OH)<sub>4</sub> e material em suspensão nos tributários da margem direita (A) e esquerda do rio Amazonas (B). Verifica-se em ambos a formação de vários grupos e uma heterogeneidade entre as variáveis relacionadas na região. O grupo formado pelas variáveis OD, Fe-T, Si(OH)<sub>4</sub> e pH apresentaram menor distância euclidiana, mostrando similaridade, tanto nos rios da margem direita (A) quanto nos da margem esquerda (B) do Amazonas. O primeiro grupo da condutividade elétrica mostrou uma maior distância euclidiana do grupo formado pela turbidez e cor. Os rios da margem direita diferenciam-se pela turbidez seguida da cor (A), e nos rios da margem esquerda a variável que se destaca é a cor (Silva, 2013).



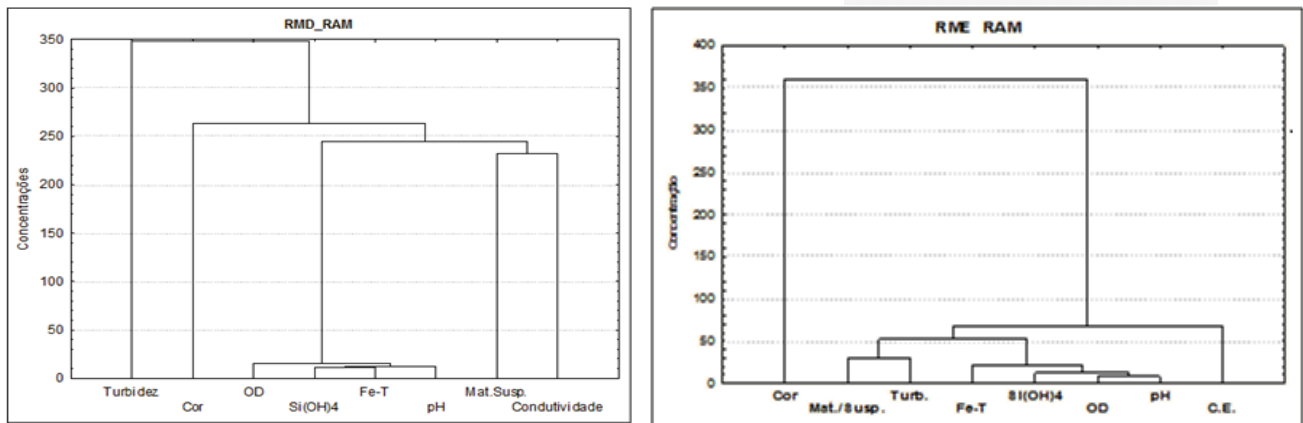


Figura 2 – Representação do agrupamento (AHC) das variáveis físicas e químicas nos tributários da margem direita (RMD-RAM) e da margem esquerda (RME-RAM) do rio Amazonas, durante o período de 2009 a 2011

São poucas as situações nas quais a distribuição dos rios não reflete a distribuição geográfica. De certa forma, este comportamento não descarta a importância das águas serem diferenciadas pela acidez, já que refletem a formação e o caminho por onde percorrem.

Foi observada uma forte relação das águas turvas dos locais na calha ao longo do rio Amazonas e tributários da margem direita e também mais nos outros extremos, e situações intermediárias nas quais se podem observar locais na calha principal do rio Amazonas sofrendo influência dos grandes rios que nascem nos escudos Brasileiro e das Guianas (Silva 2013).

Em cada um destes setores, além do tipo predominante de águas, existem outros tipos, que observando individualmente cada um deles através da Análise de Agrupamento (Figura 2), ocorrem separações, embora possam ser notadas algumas anomalias como, por exemplo, o rio Arapiuns que tem coloração preta, pH de 5,05 e condutividade elétrica de 10,32  $\mu\text{S}/\text{cm}$  próximo às cabeceiras, no entanto quando se aproxima da foz no rio Tapajós, as águas modificam as características químicas, diminuindo a acidez (pH 6,79) e condutividade elétrica de 8,90  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , e o mesmo acontece com o rio Jutaí, tributário da margem direita do rio Amazonas, o qual mostra características de rios de águas pretas (pH 5,84) e baixa condutividade elétrica (11,70  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) e ao longo do caminho recebe contribuição que altera as características físicas e químicas quando se aproxima da foz (Silva 2013). Com esta diferenciação, fica evidenciada, embora de forma não muito nítida, a existência de três setores na bacia:

1. Setor a oeste, influenciado por rios de origem andina ou pré-andina, em geral com águas turvas, representado pelos rios de água pouco alcalina a alcalina;
2. Setor na margem esquerda, influenciado por rios que nascem no escudo cristalino das Guianas, com predominância de águas pretas, representado pelas águas ácidas;
3. Setor intermediário que sofre influência de rios que nascem no escudo brasileiro, predominado por águas mistas, além das diferenciações que ocorrem na própria calha principal pela influência destes rios, conforme já foi mencionado.

No setor intermediário fazem parte o rio Içá que se encontra na região Periférica Oeste (Andes e Várzeas Holocênicas) e os rios Trombetas e Tapajós que originam-se nas regiões Periféricas Norte e Sul (escudos cristalinos). Ainda fazem parte deste grupo os rios Jutaí, Tefé e Coari, considerados rios de águas-pretas, e pertencentes à região Amazônica Central, segundo a classificação de Fittkau (1964). Nos rios Japurá e Iça, o pH das águas também mostrou variação da cabeceira a foz, sendo mais ácida nas cabeceiras sem influência do Solimões. O mesmo ocorre com o Jutaí, um rio que nasce no Brasil e que ao aproximar-se da foz no Solimões, diminui a acidez.

O Uatumã é um rio que mostra alteração na sua composição química, passando de águas ácidas a ligeiramente alcalinas (pH 6,31), o que se deve ao barramento do rio para implantação da Hidroelétrica de Balbina, pelo qual o pH passou de águas ácidas a levemente alcalinas (Mera, 1995). Os dados médios do rio Amazonas e tributários, para pH mostraram semelhança entre os rios de origem Andina ou pré-Andina (em geral com águas turvas), nos rios tributários da margem esquerda do rio Amazonas, com origem nas Guianas (com predominância de águas pretas), destacaram-se pela sua acidez (pH menor que 6) e cor de origem vegetal, com valor acima de 75 mgPt/L, a turbidez não mostrou semelhança na distribuição, mas verificou-se que em alguns locais ocorreram valores acima do permitido pela Resolução (Figura 3).

São baixas as concentrações dos nutrientes nas águas dos rios da Amazônia (N-T, NH<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub> e P-T), todos dentro dos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA nº: 357/2005 para classe 2. As concentrações do íon amônio não ultrapassam a 0,8 mg/L (Silva 2013). O pH nas águas do rio Amazonas e nos rios da margem direita, encontram-se dentro dos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005, classe 2, o que não ocorre quando comparados aos rios de águas pretas da margem esquerda do rio Amazonas, pois as águas são mais ácidas (pH < 6,0). No gráfico da somatória dos cátions (Ca<sup>++</sup>+Mg<sup>++</sup>+K<sup>+</sup>+Na<sup>+</sup>), em meq/L, o rio Amazonas (R\_AMAZONAS), tributários do alto e médio Amazonas (TRIB\_MD), tributários da margem direita do baixo Amazonas (TRIB\_MD\_BAIXO\_AM), rios da bacia do rio Branco, da margem esquerda do rio Amazonas e os tributário Jutaí, Iça, da margem direita do rio Amazonas (MISTA) e tributários da margem esquerda (rio Negro e tributários) para visualizar os diferentes grupos (3) (Figuras 2, 3 e 4).

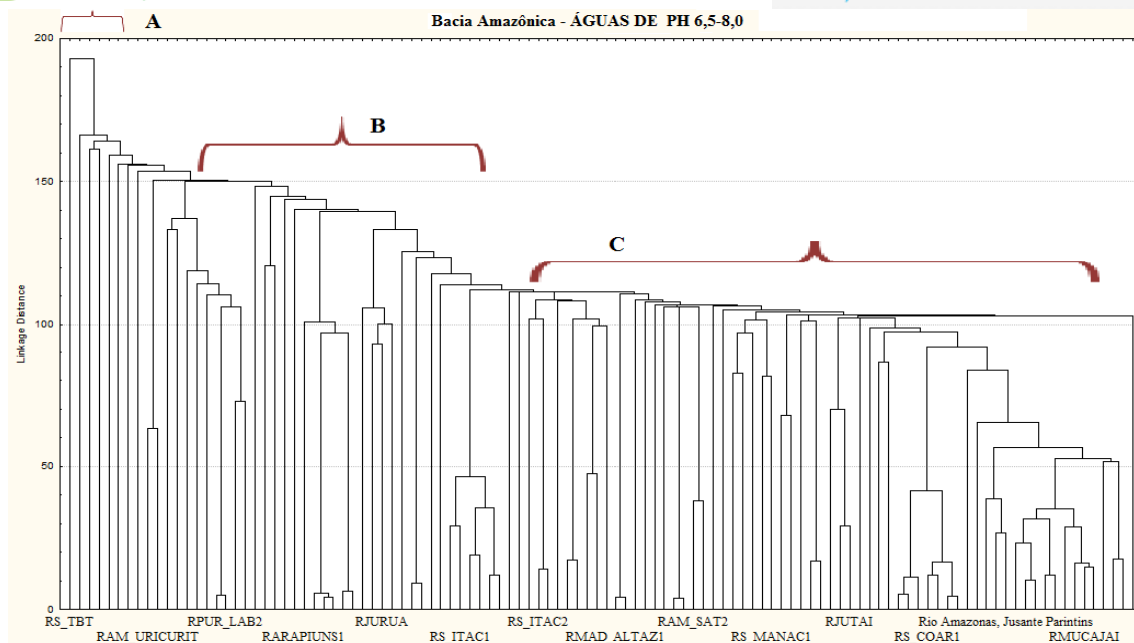


Figura 3 – Representação da classificação dos locais de coletas pelas análises de agrupamento no rio Amazonas e tributários, durante o período de 2009 a 2011

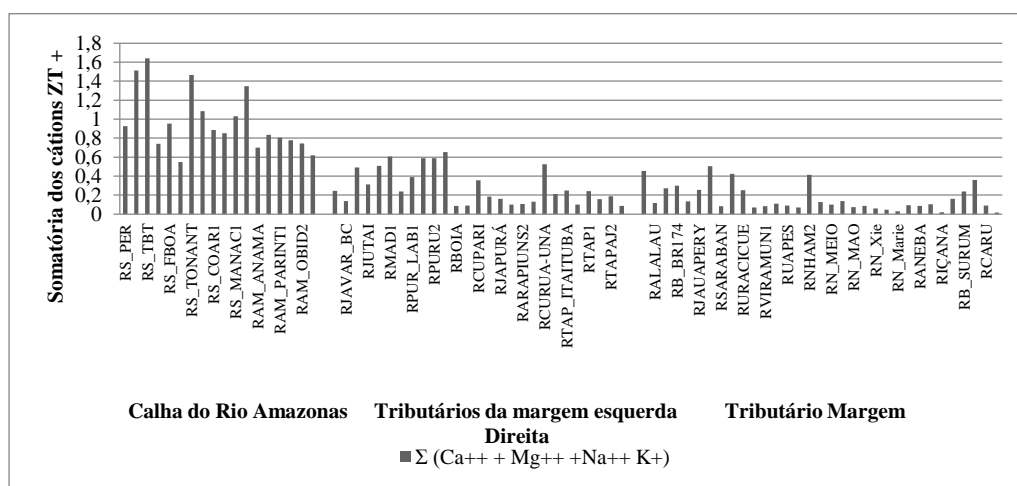


Figura 4 – Somatória dos cátions ( $Ca^{++}+Mg^{++}+Na^{+}+K^{+}$ ) no rio Amazonas e tributários (2009 a 2012)

Três grupos foram selecionados pela carga iônica (Figura 4):

1. Carga iônica ( $TZ^{+}$ ) variando de 0,550 a 1,640 meq/L, representado pelo rio Amazonas e tributários da margem direita (alto e médio Amazonas);
2. Carga iônica ( $TZ^{+}$ ) variando de 0,087 a 0,650 meq/L, são os tributários da margem direita (Jutaí) e do baixo Amazonas (Tapajós e Xingu) e margem esquerda (rio Branco, Jauapery, Mucajaí, Uraricoera, Iça);
3. Carga iônica ( $TZ^{+}$ ) variando de 0,0156 a 0,504 meq/L, são os tributários da margem esquerda (Branco, Jauapery, Mucajaí, Uraricoera, Iça) que formam um grupo intermediário com águas mistas.



#### 4. CONCLUSÕES

Na Amazônia cada região apresenta suas peculiaridades que juntamente com a complexidade de suas águas constitui-se em um grande desafio para a implementação da gestão destes recursos. Considerando a grande extensão da bacia Amazônica e o grande número de tributários, os estudos realizados nas águas de sub-superfície de uma sub-bacia não podem ser extrapolados para toda a bacia. Nesta pesquisa ficou evidenciada a existência de três setores diferentes na bacia: Um primeiro, a oeste, influenciado por rios de origem andina ou pré-andina, representado pelos rios de água de levemente ácida a alcalina; Um segundo, na margem esquerda, influenciado por rios que nascem no escudo cristalino das Guianas, com predominância de águas pretas, com águas ácidas a ligeiramente ácidas (pH variando de 4,66 a 6,4); e um terceiro setor, intermediário que sofre influência de rios que nascem no escudo brasileiro (predominado por águas claras), além das diferenciações que ocorrem na própria calha principal pela influência destes rios, fazem parte deste grupo o rio Içá que se encontra na região Periférica Oeste (Andes e Várzeas Holocênicas), além dos rios Trombetas e Tapajós que originam-se nas regiões Periférica Norte e Sul (escudos cristalinos), e os rios Jutai, Tefé e Coari pertencentes à região Amazônica Central.

A condutividade elétrica é uma variável importante para a região, as águas mostraram uma variação com baixa carga iônica, variando de 4,59 a 180  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , esta variável permite avaliar e acompanhar as alterações na composição física e química das águas dos rios. As águas de alguns rios são bastante oxigenadas (Madeira, Tapajós) e outros com pouco oxigênio disponível (Amazonas e Negro), com valores abaixo do estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 na classe 2 (5 mg/L). As variáveis físicas e químicas dos rios da Amazônia tem demonstrado bom estado de conservação, apesar dos baixos valores de OD, observados com mais frequência no período de alta precipitação. Apesar de a classe 2 ter sido tomada como parâmetro de comparação no presente trabalho, não implica que seja ela a classe apropriada para os rios não enquadrados nesta região.

#### AGRADECIMENTOS

Agradecemos as agências financiadoras dos Projetos financiados pelo MCT/CNPq/CT-AM nº 055/2008; INCT-ADAPTA/INPA; FRONTEIRA/CNPq/INPA, UNIVERSAL, EDITAL N. 021/2011; FAPEAM /INPA EDITAL N. 021/2011 – 2013; MCT/FINEP/CT-HÍDRO - REDE DE HIDROLOGIA AMAZÔNICA – RHIA e UNIVERSAL/INPA, processo # 473161/2011-7.

#### 5. REFERÊNCIAS

APHA-AWWA and WEF (2005). *Standart methods for the examination of water and wastewater*. 21 st ed, Amerian Public Health Association, Washington, D.C.

BRASIL. *Resolução CONAMA nº 357/2005*. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 18 de março de 2005.

- DEPAULA, F.C.F. (1990). *Geoquímica de Sedimentos do Rio Madeira (RO) e de alguns afluentes da margens direita*. Niterói, Universidade Federal Fluminense. Instituto de Química. 76p. Tese (Mestrado em Geoquímica). Curso de Pós-Graduação em Geoquímica, Instituto de Química, UFF.
- FILIZOLA, N.; GUYOT, J.L. (2011). *Fluxo de sedimentos em Suspensão nos rios da Amazônia*. Revista de Geociências 41(4), pp. 566-576.
- FITTKAU, E.J. (1964). *Remarks on limnology of Central-Amazon rain-forest streams*. Verh.Internat.Verein.Limnol 15, pp. 1092-1096.
- GAILLARDET, J. et al. (1997). *Chemical and physical denudation in the Amazon River Basin*. Chemical Geology 142, pp. 141-173.
- GIBBS, R. J. (1967). *The geochemistry of the Amazon River System: 2 PART. I. The Factors that Control the Salinity and the Composition and Concentration of the Suspended Solids*. Geol. Soc. Of America, Bul. 78, pp. 1202-1232.
- GOLTERMAN, H.L.; CLYMO, R.S. (1971). *Methods for Chemical Analysis of Fresh Water*. Oxford, Blackwell Scientific Publications, 160p (IBP Handbook, 8).
- GOLTERMAN, H.L.; CLYMO, R.S.; e OHNSTAD, M.A.M. (1978). *Methods for Physical Andchemical Analysis of Fresh Water*. Blackwell Scientific Publication, 213p (IBP Handbook, 8).
- GOTELLI, N. J.; ELLISON, A. M. (2011). *Princípios de Estatística em Ecologia*. Porto Alegre: Art. med. p. 527.
- LOPES, U.B. (1992). *Aspectos físicos, químicos e ecológicos das misturas naturais de águas físico-quimicamente diferentes na amazônia*. Tese, INPA/UFAM.
- MACKERETH, F.J.H.; HERON, J.; TALLING, J.F. (1978). *Water Analysis: Some revised methods for Limnologists*. Cumbria: Freshwater Biological Association, Freshwater Biological Association Scientific Publication, v. 36.
- MERA, P.A.S. (1995). *Características Ecológicas Da Desmidioflórula De Uma Região Hidrográfica Do Sistema Trombetas, Estado Do Pará, Brasil*. Tese. INPA. 238 p.
- SANTOS, M., et al. (1985). *Rios Da Bacia Amazônica II. Os Afluentes do Rio Branco*. Acta Amazônica 15(1-2), pp. 147-156.
- SILVA, M.S.R. (2013). *Bacia Hidrográfica do Rio Amazonas: contribuição para o enquadramento e preservação destes recursos*. Tese de Doutorado em Química, Universidade Federal do Amazonas. 199 p.
- SIOLI, H. (1984). *Introduction: history of discovery of the Amazon and the research of Amazonian waters and landscapes*. Org. por Sioli, H. Dr. W. Junk, ed., The Hague, pp. 1-13.
- \_\_\_\_\_.& KLINGE, H. (1962). *Solos, tipos de Vegetação e Águas na Amazônia*. Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi 1, pp. 27-41.
- \_\_\_\_\_. (1951). *Alguns resultados e problemas da limnologia amazônica*. Boletim Técnico do Instituto Agrônomo do Norte 24, pp. 3-44.
- \_\_\_\_\_. (1950). *Das Wasser in Amazonasgebiet*. Fosch. Fortschr. 26(21/22), pp. 274-280.
- STALLARD, R. F.; EDMOND, J.M. (1983). *Geochemistry of the Amazon basin: 2. The influence of the geology and weathering environment on the dissolved load*. J. Geophys. Res. 88, pp. 9671–9688.
- VALDERRAMA, J.G. (1981). *The simularions analysis of total nitrogen and total phosphorus in natural waters*. Mar. Chem. 10, pp. 109-122.