

Umberto de Menezes Santos (\*\*)  
Sérgio Roberto Bulcão Bringel(\*\*)  
Henrique Bergamin Filho (\*\*)  
Maria de Nazaré Gões Ribeiro (\*\*)  
Márcia Bananeira (\*\*\*)

## RESUMO

Foram analisadas e comparadas neste trabalho, quanto às qualidades físico-químicas, amostras de água de 29 (vinte e nove) afluentes do rio Negro. A maioria das águas é muito pobre em sais dissolvidos, e por outro lado bastante ácida, sendo observado que as substâncias coloridas exercem influência sobre alguns parâmetros químicos isto bem demonstrado pelos resultados de coeficiente de correlação a 5%. Os rios da margem esquerda provenientes das montanhas localizadas ao norte são mais férteis em substâncias nutritivas minerais. Já os da margem direita, que em sua maioria nascem em terras alagadiças e em campinas, são considerados extremamente pobres. De um modo geral, são as condições físico-químicas e biológicas que influenciam os resultados de nitrogênio. Discute-se também a hipótese da fertilização de pequenas áreas inundáveis que atualmente estão de formando no baixo rio Negro, bem como o aparecimento de macrófitas aquáticas.

## INTRODUÇÃO

As primeiras informações geoquímicas que se conhecem sobre a bacia do rio Negro foram reportadas por Paiva (1929) a seguir Sioli (1956) estudou a geologia, a geografia e o clima, incluindo resultados analíticos do Içana e Caiani-Uaupés. Informou sobre a diferença de coloração dos igarapês do alto rio Negro, fazendo menção a respeito da extrema pobreza de toda a região do rio Negro.

Ungemach foi quem estudou durante os anos de 1966 a 1968, com detalhes, as águas do rio Negro, as oscilações dos componentes da matéria orgânica, valores da descarga

---

(\*) Trabalho inteiramente subvencionado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)

(\*\*) Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus

(\*\*\*) Instituto de Tecnologia da Amazônia - UTAM.

ga média dos nutrientes dissolvidos que saem da área de drenagem. (Anonymus 1972) .

Meade et al . (1979) estudaram a velocidade de sólidos suspensos do rio Amazonas e alguns tributários, no qual se inclui o rio Negro.

Leenheer & Santos (1980) estudaram a geoquímica da água e sedimentos dos rios Negro, Branco e Solimões. Os mesmos sugerem que sedimentos caoliníticos em suspensão do rio Branco são floculados pela água preta e ácida do rio Negro, na qual se originou o arquipélago das Anavilhanas.

Neste trabalho, são analisadas as condições físico-químicas de 29 afluentes da bacia do rio Negro, desde o rio Uaupés até ao rio Cuieiras, no baixo rio Negro, com o objetivo de identificar quais desses afluentes possuem maiores concentrações de sais minerais dissolvidos em suas águas, para melhor aprimoramento dos conceitos hidroquímicos já existentes.

Dos afluentes estudados, os que merecem maiores destaques são os rios Branco e Jauaperi; o primeiro pela sua possível formação do arquipélago das Anavilhanas, sendo que, atualmente, os dois rios estão fertilizando áreas alagáveis da margem esquerdo do rio Negro, dados os fatores erosivos, provocados pelo desmatamento intensivo que está ocorrendo em suas bacias.

## MATERIAL E MÉTODOS

Após vários anos de observações na Amazônia, achamos mais coerentes coletar as amostras de água dos rios no seu período de menor nível, para evitar influência da água do rio Negro em alguns afluentes, provenientes de furos ou canais naturais, os quais são vistos no mapa. É possível que, no período de cheia, as amostras sofram aumento de substâncias coloridas, diminuição ou aumento de sais minerais dissolvidos, provenientes dos solos e subsolos da região.

As amostras dos 29 afluentes (Fig.01) foram coletadas entre os meses de agosto a outubro dos anos de 1979/1980, e acondicionadas em garrafas de polietileno, fixadas com  $H_2SO_4$  4N (5ml para 01 litro) para análise de Amônia, e com  $CHCl_3$  (5ml para 01 litro) para determinações do pH, cloretos, sulfatos e silicatos. Para as várias outras determinações as amostras não foram fixadas.

## MÉTODOS

pH : Potenciométrico (aparelho tipo WTW pH 390, eletrodo de vidro) calibrado com soluções padrão pH 4,00 e 7,00;

Condutibilidade elétrica : Determinado com aparelho WTW LF 54 com eletrodo de Pt. Os resultados são expressos em condutibilidade específica :  $K_{20} = \mu S/cm$  e ajustados para 20°C;

Cálcio: Titrimétrico com complexon III e indicador HHSSNN;

Magnésio: Titrimétrico com complexon III e Erio Cromo Negro T como indicador, tem-se  $Ca + Mg$  : 0 cálculo de magnésio é feito por subtração dos valores do Cálcio

obtido no item 3;

- Fósforo Total : Fotométrico (método modificado de Ambuchi & Schmid 1965);  
Amônia ( $\text{NH}_4^+$ ) : Determinado por destilação e nesslerização (IBP Handbook, 1971, nº8);  
Nitrogênio de Kjeldahl : Digestão sulfúrica usando-se como oxidante  $\text{H}_2\text{O}_2$  ou Se, para acelerar a digestão do material orgânico sob temperatura controlada. É determinado por destilação e nesslerização (IBP. Handbook), nº 8, 1971;  
Nitrogênio Orgânico : Calculado com as diferenças de (N-Kj) e (N-NH<sub>4</sub>).  
Cloro em forma de cloreto : Segundo método de IBP Handbook, nº 8, 1971;  
Ferro Total : Oxidação do ferro divalente para trivalente a quente com  $\text{HNO}_2$  concentrado e determinado fotometricamente com KSCN;  
Ferro Solúvel : Determinado conforme item anterior, sendo que a amostra é filtrada com filtro de 0,45 micra;  
Ferro Complexado : Diferença entre o Ferro total e Ferro solúvel;  
Material húmico : Fotométrico (segundo Santos & Santos, 1970);  
Cor : Fotométrico (Deutschen Einheitsver Fahren 1960);  
Sódio e Potássio : Determinado por Espectrometria de Emissão Atômica, utilizando-se aparelho de Perkin Elmer, modelo 306;  
Sílica como silicatos : Fotométrico (segundo método de Zimmermann, 1961);  
Alumínio total : Digestão sulfúrica usando-se como oxidante  $\text{H}_2\text{O}_2$  ou Se, para acelerar a digestão do material orgânico sob temperatura controlada, é determinado pelo método colorimétrico;  
Sulfato : Determinação volumétrica, usando o metilorange como indicador e titulado com  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  0,03 N (7,75 g/l).

## RESULTADOS

(Ver Tabela 1)

### - RELAÇÃO ENTRE A PAISAGEM E A CONCENTRAÇÃO DE SUBSTÂNCIAS COLORIDAS.

As substâncias químicas encontradas nas águas da Amazônia são provenientes das camadas superficiais do solo. As chuvas dissolvem estes compostos no solo, transportando-os em seguida para os igarapês e rios. A intensidade desse processo é mais acentuada em meses de alta precipitação, da mesma forma que a concentração de sais minerais.

A intensidade da cor está em função da nascente dos rios, quando suas águas correm em regiões alagadiças, formando charcos e predominando as palmeiras do gênero **Mauritía** (Buriti), **Oenocarpus bacaba** (P. Bacaba), **Leopoldinia piassaba** (Pi açaba) e outras. A cor da água é bastante intensa, dando-se como exemplo os rios Preto com 312 mg/Pt/l, o Curiduri com 291 mg/Pt/l, o Maipendi com 270 mg/Pt/l; se as nascentes estão localizadas em regiões da caatinga (campinas) onde os solos são paupérrimos (areia), e com uma floresta rala predominando as árvores dos gêneros **Manilkara** (Maçaranduba), **Aldina heterophylla** (Spruce) Benth. (Macucu) e arbustos e líquens, palmeiras de

**Leopoldinia pulchra** Mart. (Jarã), os valores da cor também são elevados. Citamos como exemplo os rios Curicuriari com 227 mg/Pt/l, Marié com 186 mg/Pt/l, Caurês com 168 mg/Pt/l; quando as nascentes estão localizadas nas montanhas ou próximas, as concentrações das substâncias coloridas são bem menores, e como exemplo mostramos os rios Jufari com 22 mg/Pt/l, o Branco com 28 mg/Pt/l.

Dos 29 afluentes do rio Negro estudados, o rio Branco é o que segue a classificação feita por Sioli (1965): sendo que no período de maior nível de água, o rio Branco apresenta uma coloração de cor barrenta, semelhante a do rio Solimões (Amazonas). Baixando de nível, após o período chuvoso, a cor da água se torna escura, devido, em parte, à diminuição da erosão, à velocidade da correnteza nas margens dos afluentes e rio, à precipitação do sedimento e, possivelmente, a um aumento das atividades biológicas; como menor nível de água, sua coloração fica límpida e esverdeada.

pH e  $U_{20}^{cm-1}$

Os rios que nascem nas montanhas possuem os maiores valores de pH, variando entre 6,6 no rio Branco, e 5,6 no rio Marauia. O rio Uaupés, que apesar de nascer na parte baixa dos contrafortes dos Andes, possui um pH de 4,2, considerado relativamente baixo. Os menores valores de pH foram observados nos rios Curicuriari com 4,0, Preto 4,11, Curiduri 4,0, Maipendi 3,6, Apuaú 4,1, Cuieiras 4,1 e Branquinho 4,0, indicando com isso a pobreza do solo em sais solúveis, especialmente em cálcio.

Os baixos valores para a condutibilidade elétrica nas amostras examinadas são uma conseqüência da pobreza dos rios em sais minerais dissolvidos. As maiores condutibilidades correspondem às maiores concentrações de substâncias coloridas. O rio Preto aparece com 23.10  $u_{20}$ , o rio Curiduri com 24.81  $u_{20}$ , e os menores foram encontradas nos rios Curiaú 7.84  $u_{20}$  e no Unini com 7.20  $u_{20}$ .

#### CÁLCIO E MAGNÉSIO

Estes dois importantes cátions nos afluentes da bacia do rio Negro são quase que desconhecidos em suas águas. Apenas dois rios possuem uma quantidade acentuada, o rio Branco com 0.71 mg/l e o Jauaperi com 0.89 mg/l de cálcio; outros três, o Darará, Demini e Alalaú, com 0,18 mg/l cada um, seguidos dos rios Cauaburis, Paudauri e Uarirará com 0.09 mg/l cada um, enquanto os outros 21 afluentes aparecem com valores abaixo da sensibilidade do método (< 0,02 mg/l). Quanto aos resultados de magnésio, os rios Curiduri, Branquinho e Cuieiras apareceram com valores menores que 0,02 mg/l; os outros valores oscilaram entre 0.11 mg/l no Curicuriari e 0.70 mg/l no Demini.

#### SÓDIO E POTÁSSIO

Os afluentes provenientes da margem esquerda, que ocorrem no Território de Roraima, aparecem com as maiores concentrações de metais alcalinos; o maior valor encontra-

do foi no rio Jauaperi com 1.50 mg/l de sódio de 1.00 mg/l de potássio. Dos rios que correm em terrenos baixos e alagadiços em suas cabeceiras, o rio Urubaxi aparece com 2.92 mg/l de sódio e 0.76 mg/l de potássio, seguido do rio Curiaú com 0,74mg/l de sódio e 0.86 mg/l de potássio.

#### FÓSFORO TOTAL

Dos elementos analisados e de importância para a agricultura, o fósforo é o elemento mais deficitário, sendo detectado em apenas 09 afluentes, com uma média de 29 ug/l desses valores, o maior encontra-se no rio Jauaperi com 70 ug/l e os menores nos rios Uaupês, Darará, Urirará, Ererê e Demini com 20 ug/l respectivamente.

#### FERRO TOTAL, COMPLEXADO, SOLÚVEL E MANGANÊS

Os resultados para o ferro, de um modo geral, não são elevados nos afluentes da bacia do rio Negro; apenas três afluentes merecem destaques quanto aos resultados de ferro total. O Branco com 1.40 mg/l, o Jauaperi, e o Uaupês com 1.00 mg/l cada. O maior valor de ferro solúvel foi encontrado no rio Preto com 0.66 mg/l seguido do rio Curiduri com 0.57 mg/l, enquanto o maior valor de ferro complexado, aparece no rio Branco com 1.14 mg/l seguido do rio Uaupês com 0.91 mg/l.

A despeito de o manganês sempre vir acompanhado do ferro, o mesmo só foi detectado nos rios Jauaperi com 72 ug/l. Paduari com 53 ug/l e Demini com 20 ug/l.

#### NITROGÊNIO

A maior concentração de amônia foi observada no rio Preto com 0.24 mg/l seguido do rio Cuiuni com 0.20 mg/l.

As menores foram encontradas nos rios Branco com 0.03 mg/l e Jufari com 0.05 mg/l. Os maiores valores de nitrogênio orgânico foram encontrados nos rios Paduari com 2.02 mg/l e Maipendí com 1.81 mg/l. Os maiores valores de nitrogênio total foram observados nos rios Paduari com 2.21 mg/l e Maipendí com 1.98 mg/l. Os menores, nos rios Unini 0.21 mg/l e Jufari com 0.55 mg/l. Nitrito e nitrato não foram determinados.

#### SO<sub>4</sub>, CL, SiO<sub>2</sub>, Al total

Os resultados de sulfato estão relacionados às condições ambientais dos percursos dos rios. O maior valor encontrado foi no rio Preto, afluente do rio Demini, com 5.80 mg/l; o menor foi observado no rio Jafari com 2.85 mg/l.

Quanto ao cloro em forma de cloretos, o maior valor apareceu no rio Urubaxi, com 2.84 mg/l e o menor, no rio Branquinho, afluente do rio Cuieiras com 0.60 mg/l.

As maiores concentrações de sílica foram encontrados nos rios Paduari com 4.84 mg/l, Urubaxi com 4.59 mg/l e no Urirará com 4.54 mg/l, e as menores nos rios Ererê

com 1.18 mg/l, Curiduri com 1.06 mg/l e Acará com 1.14 mg/l.

As maiores concentrações de alumínio total foram observadas nos rios Curicuriari com 9.84 mg/l, Cauaburis com 3.62 mg/l e Ererê com 4.82 mg/l, e as menores nos rios Paduari com 0.16 mg/l, Cuiuni com 0.18 mg/l e Apuaú com 0.09 mg/l.

## DISCUSSÃO

Os rios da margem esquerda, Cauaburis, Marauã, Daraã, Preto, Paduari, Ererê, Curiduri, Demini, Jufari, Branco, Jauaperi e Alalaú, possuem condições hidrológicas influenciadas pelo clima do Território de Roraima; os rios Uaupés, Curicuriari, Marié, Urubaxi, Uarirará, Cuiuni, Caurés, são dependentes das condições climáticas do alto rio Negro; os rios Unini, Jaú, Carabinani, Camanaú, Maipendi, Apuaú Branquinho e Cuieiras são influenciados pelo regime das chuvas da Amazônia Central e pelo represamento do rio Solimões (Amazonas).

É provável que haja nesses rios, no início do período chuvoso, um aumento da intensidade de substâncias coloridas e sais minerais e uma diminuição quando eles estão com seus maiores níveis de água.

As concentrações de substâncias coloridas influenciam os resultados do pH, condutibilidade elétrica, cálcio, magnésio, sulfato e principalmente os resultados de amônio como se pode observar na Tabela 02 para os resultados de coeficiente de correlação a 5%.

Os resultados do pH nos afluentes estudados, mostram uma correlação positiva para as pequenas concentrações de sais minerais encontrados, e uma correlação negativa para os resultados de cor e material húmico. Isto mostra que, quando um afluente possui na água sais minerais, o pH cresce e a cor e material húmico decrescem, ou quando os resultados de cor e material húmico são elevados, o pH decresce. Para o maior valor do pH 6.6 do rio Branco, encontramos 28 mg/Pt/l de cor de 10,00 mg/l de material húmico. O menor valor do pH 3.6 observado no rio Maipendi, encontramos 270 mg/Pt/l de cor de 43.00 mg/l de material húmico. Sioli (1956) faz menção a respeito dessa relação.

Uma influência dos íons de hidrogênio motivada pelas concentrações da cor, causa um aumento na condutibilidade. Mostramos como exemplo a média dos rios Preto, Curiduri e Maipendi que nos deram resultados de 291 mg/Pt/l de cor e uma condutibilidade elétrica de 23.19  $\mu S_{20}$ ; o inverso acontece com rios que possuem menores concentrações de substâncias coloridas. A média dos rios Jufari, Jaú e Carabinani que aparecem com 39 mg/Pt/l de cor e uma condutibilidade elétrica de 9.64  $\mu S_{20}$ , servem como amostragem. Esta influência é muito bem demonstrada na Tabela 02 para o coeficiente de correlação a 5%.

Com respeito a cálcio e magnésio, os resultados mostram uma pobreza em minerais solúveis que podem ser explicados em parte, pela geologia da região e pela deficiência a em cálcio que influencia profundamente a mineralização das substâncias orgânicas e em consequência o quimismo do solo e das águas. Somente poucos afluentes e num total de oito (8) possuem pequenas concentrações de cálcio, e essas nos deram uma média de

de 0.30 mg/l.

A média dos 26 afluentes onde foi encontrado magnésio, são da ordem de 0.37 mg/l. Possivelmente, estas pequenas concentrações encontradas em quase todos os rios, são conseqüências da acidez da água, que libera a clorofila existente na parte morta das folhas, em estágio de decomposição (Santos et al., 1981) como também é possível, que estas concentrações sejam provenientes de alteração de rochas contendo silicatos de magnésio, isto bem demonstrado pelos resultados de coeficiente de correlação a 5%.

A média dos valores de sódio estão na ordem de 0.63 mg/l, e para o potássio de 0,45 mg/l. Esses resultados também mostram uma pobreza dos rios em metais alcalinos. Semelhantes resultados foram encontrados por Junk & Furch (1980).

O rio Urubaxi merece destaque pelos valores encontrados de sódio com 2.92mg/l, e para cloreto com 2.84 mg/l. É comum encontrarem-se na floresta amazônica pequenos afloramentos de salgema, aos quais os caboclos da região dão o nome de Barreiro (local onde os animais silvestres vêm comer barro "sal").

Possivelmente no rio Urubaxi, ocorrem esses afloramentos. Este rio requer um maior número de amostragem no período de menor nível de água, para esclarecer este fenômeno.

O fósforo total pode ser considerado como um elemento raro nos afluentes da bacia do rio Negro. Vinte (20) afluentes com resultados menores 0.02 mg/l e os nove restantes com uma média de 29 ug/l. Resultados semelhantes foram observados por Schmidt (1972) que também mostram uma pobreza de solo e água para a bacia.

Quanto aos resultados de ferro solúvel e complexado, o solúvel é o que aparece com maiores concentrações, com uma média de 0.30 mg/l contra 0.22 mg/l para o ferro complexado. Schimidt (1972) menciona muito bem a existência de ferro solúvel na maioria dos Igarapês e rios da rodovia Manaus-Caracará BR-174.

Os resultados de ferro total não mostram capacidade das substâncias húmicas em formar complexos, como observou Junk & Furch, 1980, isto é bem demonstrado na Tabela 3, na qual exemplificamos com três rios com altos teores de intensidade de cor e material húmico para menores concentrações de ferro total, e três rios com menores concentrações de cor e material húmico para maiores concentrações de ferro total.

É bem possível que o comportamento químico de substâncias metal-orgânicas na formação de complexos, somente ocorra em água com pH neutro e com maiores concentrações de sais minerais dissolvidos ou complexados, e não para essas águas da bacia do rio Negro, que em sua maioria são bastante pobres em nutrientes minerais.

A distribuição de manganês detectável em poucos afluentes mostra mais uma vez a pobreza dessas águas em eletrólitos.

A amônia é dependente exclusivamente de decomposição de substâncias orgânicas existentes nos rios referenciados no capítulo seguinte, conforme pode ser observado na Tabela 2.

Os resultados dos compostos de nitrogênio na maioria dos afluentes estudados são considerados normais, em relação aos trabalhos de Schmidt (1972), Ribeiro et al. 1978. Mas, os rios Maipendí, Cuiuíni e Padauari merecem destaque face aos elevados teores

le nitrogênio em suas águas. Possivelmente, esses altos teores estejam vinculados às diversas condições de ordem físico-química e biológica, os quais a seguir:

- Rio Maipendi: é um rio de pequeno curso, nasce em regiões de charcos alagadiços, possui afluentes de igarapés provenientes de campinas, com elevados teores de substâncias coloridas.
- Rio Cuiuni: rio de grande curso, nasce em regiões de campina, recebe poucos afluentes de igarapés provenientes de charcos alagadiços mas possui extensos igarapés em sua bacia, que contribui para uma estagnação de suas águas marginais e conseqüentemente elevados teores de nitrogênio.
- Rio Padauri: provém das montanhas, é um rio de grande curso, recebe contribuição de afluentes de igarapés provenientes de grandes áreas inundáveis com abundância de palmeiras com nome vulgar, Piaçava e Jarã, e sua localização talvez contribua como causa de altos teores de nitrogênio.

Como se observa na Tabela 02, existe uma boa relação entre as concentrações de substâncias coloridas e teores de sulfato, e isto bem demonstra que estes resultados dependem, em parte, da vegetação nativa em estágio de decomposição.

Os resultados de cloro em forma de cloretos são semelhantes aos encontrados por Anonymus (1972), Schmidt (1972) e Bringel (1980). Porém, os pequenos afloramentos de salgema contribuem para uma elevação dos teores de cloro como ocorre no rio Urubaxi. De acordo com nossas observações, é a água da chuva, que constitui um dos principais contribuintes para a elevação dos teores de cloro na Região Amazônica.

Dadas as intensas precipitações, que caem sobre a bacia desses rios, há temperaturas que chegam até 32,00°C, fazendo com que a sílica se torne mais solúvel nas águas que drenam dos solos. O alto teor de sílica encontrado no rio Padauari, deve-se em parte, à grande quantidade de argila que é carregada por suas águas, as quais deixam nas matas dos igarapés e margem desse rio uma marca de cor esbranquiçada ao baixar o nível de suas águas, o que vem demonstrar o alto teor de sílica (4,84 mg/l).

Os menores valores de sílica foram encontrados nos rios de pequena extensão, como é o caso do Ererê, Curiduri e Aracá, que são considerados pequenos em relação aos demais rios da bacia do rio Negro.

Semelhante ao ferro, os resultados de alumínio total também independem das concentrações de substâncias coloridas como demonstramos na Tabela 04. Estes, possivelmente, estão em função das nascentes dos rios, material em suspensão e pH. Estas determinações merecem melhores esclarecimentos. Primeiro, porque Sioli (1956), em suas observações sobre a região do alto rio Negro, não detectou qualquer valor apreciável de alumínio. Segundo, é a aparição de altas concentrações de alumínio relacionados às pequenas concentrações de sílica. É bem possível que, na Região Amazônica Central, o alumínio não exerça papel de relevância para os vegetais nativos (Junk & Furch, 1980).



## HIPÓTESE DA FERTILIZAÇÃO DAS ÁREAS INUNDÁVEIS (VÁRZEA) - BAIXO RIO NEGRO

Nos anos de 1974/1975, os autores realizaram excursões trimestrais aos rios Branco e Jauaperi com o objetivo de conhecerem a composição físico-química de duas águas.

Em 1978, realizou-se outra excursão com a finalidade de estudar mais atentamente a flocculação de sedimentos finos provenientes do rio Branco (Leenheer & Santos, 1980). Esses sedimentos que flocculavam foram observados a uma distância de 100 Km da foz e nessa época não existia nas áreas inundáveis (várzeas) e lagos do baixo rio Negro, quaisquer indícios de formação de macrófitas aquáticas, fato destacado também por Junk (1970).

Nos anos de 1979/1980, no período em que o rio subia de nível, foram detectadas pequenas formações de macrófitas em um canal que dá acesso do paranã da Floresta ao rio Jauaperi, como também em um local denominado Tauatu, já pertencente ao arquipélago das Anavilhanas.

No mês de março de 1981, em lugares onde não existem corredeiras e nos lagos das ilhas, partindo do paranã da Floresta até próximo ao Estreito (Baía de Buiúçu), foram observados extensos tapetes flutuantes de capim-arroz (*Oryza perennis*), e, em menores quantidades, a canarana (*Echinochloa polystachya*) e salvinia (*Salvinia auriculata*). Nas pequenas áreas inundáveis existentes nesse trecho, constatou-se a existência de exuberantes plantações de milho, arroz, mandioca, macacheira, mamão, etc.

Partindo dos resultados físico-químicos estudados desde o ano de 1974 (Tabela 05), e observações realizadas "in loco", constatou-se um aumento, até certo ponto, considerável do substancial de sais minerais nessas águas; estes resultados sugerem que a fertilização dessas áreas inundáveis, juntamente com o aparecimento de macrófitas aquáticas devem-se em parte, ao desmatamento indiscriminado, seguido das queimadas em escala crescente, na região dessas duas bacias.

## CONCLUSÃO

- Nas nascentes e regiões de drenagem de alguns afluentes da bacia do rio Negro apresentados neste trabalho, estão as causas dos altos teores de substâncias coloridas.
- Existe uma relação (coeficiente de correlação a 5%) entre as substâncias coloridas, condutibilidade elétrica, teores de cálcio, magnésio, sulfatos e principalmente amônia.
- Os elevados teores de nitrogênio observados nos rios Maipendi, Cuiuni e Pedauri devem-se em parte à região de nascente, grandes áreas inundáveis com estagnação de água, extensos igapós e abundância de palmeiras.
- Os afluentes das margens direita e esquerda, que geralmente nascem em charcos alagadiços e campinas, são bastante pobres em nutrientes minerais.
- Os afluentes da margem esquerda, que provêm do Norte e das Montanhas do Território de Roraima, possuem maiores concentrações de sais dissolvidos, com pequenas áreas

- inundáveis (várzeas), agricultáveis no menor nível de água. Os principais cátions colocados em ordem decrescente são: sódio, potássio, magnésio e cálcio, cujas concentrações médias nos mostram Na 0,63 mg/l, K 0,45 mg/l, Mg 0,37 mg/l, Ca 0,30 mg/l.
- Os resultados de ferro e alumínio total nos afluentes do rio Negro, independentemente, em parte das concentrações das substâncias coloridas. É possível que o comportamento químico de substâncias metal orgânicas para formação do complexo somente ocorra em água com pH mais elevado.
  - Existem indícios de que o material carregado proveniente do desmatamento das bacias dos rio Branco e Jauaperi estejam fertilizando a água e áreas inundáveis (várzeas), causando o aparecimento de macrófitas aquáticas na região do baixo rio Negro (foz do Jauaperi até o local denominado Estreito).

#### SUMMARY

*In this paper, water samples from 29 (twenty nine) tributaries of the Rio Negro were analysed and compared according to their physico-chemical qualities. The majority of the tributaries were very poor in dissolved minerals and highly acidic. Significant relationships were found between the level of colored organic substances and several chemical parameters. The left bank afluentes, originating from the mountains in the North, had higher nutrient levels. While the right bank afluentes which, in their majority, originate in the "terras alagadiças" (swampy lands) and in "campinas" (podzol soils), were considered extremely poor. In general, physical, chemical, and biological conditions affect the nitrogen values. The recent fertilization of flooded areas and the appearance of aquatic macrophytes in the Lower Negro are discussed.*

Tab. 01 - Análise Físico-Químicas dos 29 afluentes do Rio Negro

R I O S	pH	uS <sub>20</sub>	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Fe Sol. mg/l	Fe Comp. mg/l	Fe Total mg/l	Mn mg/l	P Total mg/l	N Kjeld mg/l	NH <sub>4</sub> mg/l	N Org. mg/l	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> mg/l	CO <sub>3</sub> mg/PP/l	M.Húmico mg/l	CJ mg/l	Sl mg/l	Ai Total mg/l
01. Waipós	4.1	10.40	0.00	0.54	0.25	0.27	0.09	0.91	1.00	0.00	0.02	0.86	0.07	0.79	4.30	98	13.16	0.71	2.68	1.54
02. Curicuará	4.0	22.22	0.00	0.11	0.18	0.11	0.46	0.07	0.55	0.00	0.00	0.87	0.16	0.71	4.30	227	53.00	1.41	1.13	9.84
03. Marifé	4.2	22.41	0.00	0.27	0.21	0.11	0.30	0.10	0.49	0.04	0.00	0.71	0.14	0.57	4.30	186	45.00	1.06	1.38	1.20
04. Casaburix	4.8	13.33	0.09	0.32	0.64	0.43	0.42	0.13	0.55	0.00	0.09	1.00	0.08	0.92	4.50	130	36.00	0.77	1.77	3.62
05. Naranfa	5.6	9.48	0.00	0.45	0.11	0.01	0.21	0.33	0.54	0.00	0.09	0.82	0.06	0.76	3.15	46	18.00	0.71	2.10	2.37
06. Urubaxi	5.5	16.54	0.00	0.36	2.92	0.76	0.50	0.04	0.54	0.00	0.00	1.46	0.17	1.29	4.00	114	28.00	2.84	4.59	0.34
07. Dorará	5.0	8.47	0.18	0.22	0.86	0.67	0.00	0.27	0.27	0.00	0.02	0.98	0.11	0.87	4.30	149	34.00	0.71	2.59	2.67
08. Preto	4.1	23.10	0.00	0.22	0.69	0.41	0.06	0.07	0.73	0.90	0.03	1.32	0.24	1.08	5.89	312	65.00	1.14	2.13	0.74
09. Paduaari	5.5	9.09	0.09	0.49	1.00	0.79	0.48	0.13	0.51	0.05	0.00	0.21	0.19	2.02	4.05	104	22.00	0.78	4.84	0.16
10. Erere	4.2	11.71	0.00	0.34	0.14	0.38	0.24	0.13	0.37	0.00	0.02	1.57	0.12	1.45	4.10	74	15.00	0.71	1.18	4.82
11. Ururaraá	4.5	9.92	0.09	0.59	0.50	0.36	0.00	0.22	0.22	0.00	0.02	1.18	0.18	1.00	3.10	146	13.00	0.79	4.34	0.76
12. Culuint	4.5	10.40	0.00	0.22	0.81	0.72	0.35	0.09	0.44	0.00	0.03	1.87	0.20	1.67	4.50	84	17.00	1.42	2.90	0.18
13. Curiduri	4.0	24.81	0.00	0.00	1.25	0.11	0.57	0.93	0.60	0.00	0.00	1.02	0.16	0.86	4.80	291	71.00	1.41	1.66	1.35
14. Aracá	4.3	15.03	0.00	0.16	0.57	0.36	0.41	0.03	0.44	0.00	0.00	1.14	0.19	0.95	3.10	170	42.00	1.41	1.14	1.12
15. Demini	6.0	32.03	0.18	0.70	1.29	1.00	0.49	0.27	0.76	0.02	0.02	1.91	0.13	0.78	3.15	82	23.00	0.71	1.90	2.38
16. Caurós	4.6	12.27	0.00	0.32	0.36	0.29	0.34	0.09	0.43	0.00	0.00	1.15	0.16	0.99	4.65	108	26.00	1.63	1.71	1.08
17. Jufari	4.5	8.27	0.00	0.43	0.10	0.32	0.23	0.36	0.41	0.00	0.00	0.55	0.05	0.50	2.85	21	9.00	0.85	1.46	1.08
18. Branco	6.6	15.62	0.71	0.43	1.00	0.81	0.26	1.14	1.49	0.00	0.00	0.83	0.61	0.63	4.80	28	10.00	0.99	3.97	2.81
19. Jauperi	5.9	12.86	0.89	0.45	1.50	0.80	0.40	0.60	1.00	0.07	0.07	0.89	0.06	0.83	3.10	52	13.00	0.99	4.01	0.32
20. Alilau	5.7	10.11	0.18	0.43	0.15	0.27	0.12	0.43	0.33	0.07	0.00	0.46	0.06	0.40	4.95	33	10.05	0.85	2.42	-
21. Uinini	4.4	7.20	0.00	0.38	0.79	0.43	0.16	0.10	0.26	0.00	0.00	0.21	0.09	0.12	3.15	69	14.00	0.90	1.90	0.92
22. Jãú	5.3	10.84	0.00	0.54	0.77	0.58	0.48	0.12	0.60	0.00	0.00	0.59	0.06	0.53	3.75	32	19.00	1.10	4.19	0.74
23. Carabinani	4.4	9.83	0.00	0.32	0.24	0.32	0.12	0.46	0.58	0.00	0.00	0.75	0.08	0.67	5.05	62	25.00	1.13	3.18	1.27
24. Camonã	4.3	13.00	0.00	0.43	0.10	0.68	0.27	0.05	0.32	0.00	0.00	0.82	0.10	0.72	2.95	65	21.00	0.99	2.24	1.09
25. Curiaú	5.1	7.84	0.00	0.54	0.74	0.68	0.14	0.29	0.45	0.00	0.00	0.99	0.07	0.92	5.17	40	23.00	0.99	3.83	1.92
26. Maipendi	3.6	21.78	0.00	0.22	0.19	0.16	0.39	0.08	0.47	0.00	0.00	1.98	0.17	1.81	5.05	170	43.00	0.85	1.62	0.90
27. Apuaú	4.1	12.41	0.00	0.22	0.10	0.16	0.11	0.67	0.18	0.00	0.00	0.80	0.08	0.72	3.75	57	26.00	0.85	1.44	0.99
28. Queiras	4.1	12.00	0.00	0.00	0.29	0.17	0.16	0.07	0.23	0.00	0.00	0.65	0.09	0.56	3.95	79	22.00	0.75	1.85	0.95
29. Branquinho	4.0	13.42	0.00	0.09	0.49	0.22	0.26	0.66	0.22	0.00	0.00	0.60	0.06	0.54	3.00	54	21.00	0.60	1.71	0.60

Tab. 02 - Coeficiente de correlação (29 observações para cada amostra)

	pH	uS <sub>20</sub>	Ca	Mg	Na	K	Fe Sol.	Fe Comp.	Fe(T)	Mn	P (T)	N Kjehl	NH <sub>4</sub>	N Org.	SO <sub>4</sub>	COR	M Hum	Cl	Si	Al (T)
pH	-	-.352	-.669	.629	.490	.788	.040	.537	.562	.444	.363	-.111	-.355	-.076	-.090	-.511	-.472	.042	.607	-.107
uS <sub>20</sub>		-	-.038	.493	.103	-.384	.654	-.220	.210	-.037	-.022	.195	.481	.149	.386	.796	.827	.357	.349	.248
Ca			-	.247	.329	.508	.014	.659	.663	.512	.773	-.136	.338	-.103	-.061	-.258	-.297	-.111	.393	-.037
Mg				-	.164	.598	-.113	.432	.355	.255	.177	-.076	-.244	-.051	-.198	-.444	-.552	-.137	.583	-.176
Na					-	.583	.412	.036	.306	.123	.302	.217	.215	.208	-.012	.038	.064	.626	.537	-.181
K						-	.153	.306	.404	.213	.480	.192	-.074	.219	-.183	.411	-.397	.086	.625	-.130
Fe Sol.							-	-.319	.339	.112	.072	.373	.520	.338	.182	.526	.586	-.462	-.062	.101
Fe Comp.								-	.783	.197	.481	-.260	-.521	-.214	.162	-.379	-.445	-.232	.384	.019
Fe (T)									-	.269	.525	-.013	-.176	.009	.281	-.032	-.057	.072	.340	.085
Mn										-	.360	.007	-.088	.019	-.019	-.168	-.196	-.132	.248	-.299
P (T)											-	.113	-.007	.124	-.025	-.066	-.197	-.095	.320	-.051
N Kjehl												-	.708	.996	.280	.408	.231	.243	.216	-.028
NH <sub>4</sub>													-	.639	.233	.751	.586	.428	-.052	.082
N Org.														-	.275	.345	.175	.208	.242	-.032
SO <sub>4</sub>															-	.242	.444	.152	.059	-.082
COR																-	.895	.263	-.350	.215
M Hum																	-	.302	-.419	.277
Cl																		-	.198	-.017
Si																			-	-.315
Al (T)																				

Tab. 03 - Os teores de Ferro total e concentração de substâncias coloridas.

RIOS	DATA	COR mg Pt/l	MAT. HÚMICO mg/l	Fe TOTAL mg/l
UAUPÉS	08/79	98	13,00	1,00
	08/80			
CURICURIARI	08/79	227	53,00	0,53
	08/80			
PRETO	09/79	312	63,00	0,73
	10/80			
CURIDURI	09/79	291	71,00	0,60
	10/80			
BRANCO	08/79	28	10,00	1,40
	10/80			
JAUAPERI	09/79	52	13,00	1,00

Tab. 04 - Concentração de Alumínio e de substâncias coloridas.

RIOS	DATA	pH	COR mg Pt/l	Al TOTAL mg/l
CURICURIARI	08/79	4,0	227	9,84
	08/80			
CAUBURI	08/79	4,8	150	3,62
	08/80			
DARARÁ	08/79	5,0	147	2,67
	08/80			
ERERE	09/79	4,2	74	4,82
	10/80			
DEMINI	09/79	6,0	82	2,18
	10/80			
BRANCO	09/79	6,6	28	2,81
	10/80			
CURIAO	09/79	5,1	40	1,92
	10/80			

Tab. 05 - Valores médios de sais minerais, rio com menor nível de água, 1974 e 1975 em mg/l

RIOS	pH	uS <sub>20</sub>	Ca	Mg	Na	K	Fe TOTAL	P. TOTAL	Mn	Cl	Si	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	N.Org.	K.Kjel
BRANCO	5.8	18.66	1.468	0.648	1.040	0.540	0.388	0.007	0.007	1.075	3.612	0.047	0.127	0.180
JAUAPERI	4.5	8.58	0.155	0.459	1.024	0.419	0.397	0.003	0.002	0.967	2.209	0.087	0.110	0.194

Valores médios de sais minerais, rio com menor nível de água, 1979 e 1981 em mg/l.

RIOS	pH	uS <sub>20</sub>	Ca	Mg	Na	K	Fe TOTAL	P. TOTAL	Mn	Cl	Si	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	N.Org.	K.Kjel
BRANCO	6.6	15.62	1.640	0.710	1.470	0.990	1.400	0.030	0	1.380	3.970	0.028	0.580	0.610
JAUAPERI	5.9	12.86	0.890	0.430	1.500	0.890	1.000	0.072	0.072	0.990	4.010	0.065	0.825	0.890



## Referências bibliográficas

- Ambuehl & Schmidt. - 1965. Apud Schmidt, Gottfried W. - 1972. Fósforo: fotométrico modificado para o método azul de mobilênio. *Amazoniana*, 3(29):210.
- Anonymous. - 1972. Die Ionenfracht des Rio Negro, Staat Amazonas, Brasilien, nach Untersuchungen vom Dr. H. Ungemach. *Amazoniana*, Kiel, 3(2):175-185.
- Bringel, S.R.B. - 1980. **Hidroquímica da bacia do Rio Parauari - Mauésaçu**. Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da universidade de São Paulo, para o Grau M.Sc. 67p.
- Deutschen Einheitsverfahren. - 1960. Apud Schmidt, Gottfried A. - 1972. Color: as mg Pt. *Amazoniana*, 3 (2):210.
- Junk, W.J. - 1970. Investigation on the ecology and production biology of the "floating meadows" (Paspalo - Eichinochloetum) on the Midle Amazon. I. The floating vegetation and its ecology, *Amazoniana*, Kiel, 2(4):449-495.
- Junk, W.J. & Furch, K. - 1980. Química da água macrófitas aquáticas de rios e igarapés na Bacia Amazônica e nas áreas adjacentes. *Acta Amazonica*, 10(2):611-635.
- Leenheer, J.A. & Santos, R. de M. - 1980. Considerações sobre os processos de sedimentação na água preta ácida do Rio Negro (Amazônia Central). *Acta Amazonica*, 10(2):343-355.
- Yead, R.H.; Nordin Jr., C.F.; Curtis, W.F.; Mahoney, H.A.; Detaney, B.M. - 1979. Suspended-sediment and velocity data, Amazon river and its tributaries, June 1976 and May-June 1977. *U.S. Geological Survey Open-File Report*, 79-515, 42p.
- Faiva, G. de - 1929. Vale do Rio Negro (Physiographia e Geologia). *Serv. Geol. Min. Bras. Bol.* (40).
- Ribeiro, J.S.B.; Bringel, S.R.B.; Santos, A. dos. - 1978. Hidroquímica da Amazônia Central II. Flutuações no fluxo de saída de Nitrogênio e Fósforo em dois ecossistemas na Amazônia. *Acta Amazonica*, 8(3):409-416.
- Santos, A dos.; Ribeiro, M.N.G.; Ribeiro, J.S.B.; Bringel, S.R.B. - 1981. Hidroquímica da Amazônia Central III. Química da água de lavagem da floresta no ecossistema Campina Amazônica (Stemflow). *Acta Amazonica*, 11(2):335-346.
- Santos, R.de M. & Santos, A. dos. - 1970. Método para investigações comparativas sobre materiais húmicos nas águas naturais da Região Amazônica. *Boletim do INPA. Pesquisas Florestais*, (7):1-4.
- Schmidt, G.W. - 1972. Chemical properties of some waters in the tropical rain-forest region on Central-Amaozonia along the new road Manaus/Caracaraí. *Amazoniana*, Keil 3(2):199-207.
- Sioli, H. - 1956. As águas da Região do Alto Rio Negro. *Bol. Téc. do Ins. Agron. do Norte*, (32):117-155.
- - 1965. Bremerkung zur Typologie amazonischer Fluss. *Amazoniana*, Kiel, 1(1):74-83.
- Zimmermann, M. - 1961. Apud Schmidt, Gottfried W. - 1972. Sílica; as soluble SiO<sub>2</sub> Photometrically. *Amazoniana*, 3(2):210.

(Aceito para publicação em 14/11/84).