

Sérgio R. B. Bringel (\*\*)

Umberto de Menezes Santos (\*\*)

Maria de Nazaré Góes Ribeiro (\*\*)

Henrique Bergamin Filho (\*\*)

## RESUMO

As condições hidroquímicas da bacia do Rio Parauari-Mauês-Açu, estão estudadas a partir das determinações do pH, cálcio, magnésio, sódio, potássio, ferro, cloretos, cobre, zinco e manganês, nas diferentes épocas do ano. Para isso, foram realizadas quatro excursões e estabelecidos onze pontos de coletas de amostras de água, ao longo do rio principal e igarapês afluentes.

As análises mostraram claramente flutuações sazonais no rio que constitui o eixo principal da bacia, o Parauari-Mauês-Açu e em alguns de seus principais tributários, como os rios Nambi, Amanã e Urupadi. Essas flutuações estão estritamente relacionadas com os períodos de cheia, seca e intermediários, mostrando a importância dessa massa de água na movimentação de sais, ao longo da bacia.

## INTRODUÇÃO

A bacia do Rio Parauari-Mauês-Açu cobre aproximadamente 25.000 Km<sup>2</sup>, e tem como principal formador o Parauari, com mais ou menos 450 km de extensão, localizado próximos ao paralelo de 3°40'S.

Após a foz do Rio Urupadi, no local denominado Repartimento, esse rio passa a chamar-se Mauês-Açu até ao Paranã do Urariã, onde finda a bacia.

A bacia recebe contribuições de vários afluentes, tais como dos rios Nambi, Amanã e Urupadi.

---

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

(\*\*) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA

O Rio Parauari, Fig.1, é um rio de leito estável e de fraca erosão com predominância de siltes, devida ao fato de sua cabeceira localizar-se em uma região geológica pré cambriana, da parte norte do Escudo Brasileiro. Atravessa formações do Paleozóico, e os solos dessa região, de modo geral, são do tipo latossol amarelo, apresentando um relevo levemente ondulado, com escarpas, principalmente na cabeceira do rio. Na região dessa bacia, afloram, ocasionalmente, algumas rochas carbonatadas.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizadas quatro expedições à bacia do Rio Parauari-Maués-Açu; a primeira, no período de 3 a 17 de fevereiro de 1976, coincidindo com o auge da enchente; a segunda, de 15 a 30 de dezembro de 1976, quando o rio estava com nível mínimo de água, a terceira, de 25 de dezembro de 1977 a 6 de janeiro de 1978, correspondendo ao início do período chuvoso e subida do nível da água do rio. A quarta, realizada no período de 22 de janeiro a 10 de fevereiro de 1979, ocasião em que o rio apresentava maior nível de água em termos comparativos com a terceira viagem.

## LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE COLETAS

Os pontos de amostragem de água ao longo da bacia do Rio Parauari-Maués-Açu estão indicados na Fig. 1.

No contexto do sistema fluvial em estudo, classificamos o Rio Parauari como o principal seguido do Maués-Açu, e como tributários, temos os rios Nambi e Amanã para o Parauari, e o Rio Urupadi para o Maués-Açu.

Seguindo o curso do sistema fluvial desde sua nascente até à foz, o primeiro ponto de coleta (1) está localizado em frente ao igarapé da Pederneira; o segundo, próximo ao igarapé da Benta Grande e a de número 2.1 está localizada a 2 km dentro do igarapé da Benta Grande.

No ponto de número 3, a amostra foi coletada na foz do Rio Nambi; o 4, próximo ao igarapé do Paracaicara; o de número 5, na foz do Rio Amanã. Neste rio, foram coletadas duas amostras, uma a 5 km de distância da foz (5.1) e a outra a 10 km (5.2).

A amostra de número 6 foi coletada no local denominado Laranjal, que dista 15 km abaixo da foz do Rio Amanã; a de número 7 foi coletada no igarapé do Cão Era, e a de número 8, na Vila Mucajá. O ponto de número 9 está localizado na confluência dos rios Parauari e Urupadi.

No rio Urupadi, foram efetuadas duas coletas, a de número (9.1) em frente ao igarapé Traíra e a de número (9.2) em frente ao igarapé da Pedreira.

Já no Rio Maués-Açu está o ponto de número 10, localizado próximo ao igarapé do Camarão e a de número 11, em frente à cidade de Maués.

## MÉTODOS

As amostras de água foram coletadas na superfície e acondicionadas em frascos de polietileno, fixadas com  $\text{CHCl}_3$  (2,5 ml para 500 ml) para determinações do pH e cloro. Para as várias outras determinações (500 ml de amostra) as mesmas não foram fixadas.

O pH foi determinado potenciométricamente utilizando-se aparelho WTW, modelo pH 390.

Os teores de cálcio, magnésio, ferro, zinco, manganês e cobre foram determinados por espectrometria de absorção atômica, com aparelho Perkin Elmer, modelo 306 equipado com um registrador da Radiometer Copenhagen REC 61 Servograph.

Os teores de sódio e potássio foram determinados em espectrometria de emissão, utilizando-se aparelho Perkin Elmer, modelo 306, equipado com um registrador da Radiometer Copenhagen REC 61 Servograph.

Finalmente, o teor de cloro como cloreto, foi determinado por volumetria, segundo o método IBP Hand book n° 8, 1971.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do pH mostram uma relação entre precipitação e volume de água. Os rios e igarapês com menores níveis de água, maiores são os valores de pH, e para maiores níveis de água, menores são os valores do pH.

Os valores médios do pH para as quatro excursões, oscilaram entre 4,8 para o ponto de coleta de número 2.1 a 5,9 no ponto de número 6. É de esperar-se que a região onde afloram rochas carboníferas, as águas possuam maiores concentrações de substâncias tampão, havendo, portanto, maior pH.

### CÁLCIO E MAGNÉSIO

Sioli (1956a; 1956b; 1957) encontrou valores muito baixos desses íons nas várias regiões por ele estudadas.

Sioli (1956b), Brinkmann & Santos (1973) afirmam que os conteúdos de cálcio e magnésio, nas regiões terciárias da Amazônia Central, são relativamente baixos. Esses íons geralmente seriam provenientes da lavagem das folhas, caule e tronco, pelas águas da chuva.

Santos et al. (1978) e Schmidt (1972), trabalhando na região de terra firme da Amazônia Central, também encontraram valores muito baixos para esses íons.

No entanto, a região em estudo situada em Zona Carbonífera apresentou teores mais elevados, fato este também observado por Sioli (1949) para a região do Rio Cupari.

Estes teores mais elevados de cálcio e magnésio podem ser explicados pela presença de calcário que aflora em vários pontos do Rio Parauari, fazendo com que ocorra uma variação destes íons, nos diversos pontos estudados da bacia.

Podemos observar na Tab. n° 1, as variações dos teores de cálcio, nos períodos estudados no auge da enchente que corresponde à excursão de 3 a 17 de fevereiro de 1976,

quando foi observado um teor de 0.18mg/l de cálcio em frente ao igarapé da Pederneira (1), até ao local denominado Laranjal. Deste ponto até à Vila Mucajá (8), estes valores aumentaram para 0.27mg/l e alcançaram 0.36mg/l em frente à cidade de Mauês (11). Possivelmente, estas oscilações devem ser atribuídas à dissolução do  $\text{CaCO}_3$  sedimentado no leito da bacia, que é arrastada pela correnteza.

Com a bacia no seu mais baixo nível, na excursão de 15 a 30 de dezembro de 1976 vindo a corresponder ao início do período chuvoso, verifica-se uma variação do cálcio entre 0.23mg/l na Vila Mucajá (8) a 0.62mg/l em frente ao igarapé Trafra (9.1).

Na excursão de 26-12/77 a 6-10/78, que também corresponde ao início do período chuvoso, aparecem oscilações de cálcio entre 0.27 mg/l no ponto de coleta de números 1 e 3, a 0.60mg/l no ponto de número 9.2.

Já na amostragem de 22/1 a 10/2/79, as oscilações crescem sensivelmente ficando entre 0.18 mg/l no ponto de número 2.1. a 0.71 mg/l nos pontos de números 9.2 e 11.

Dos rios que contribuíram para uma maior concentração de cálcio para o sistema Parauari-Mauês-Açu, estão os rios Amanã e Urupadi bem como a amostragem em frente ao igarapé Cão Era.

Os resultados das análises de magnésio estudados, também mostram variações ao longo de sua bacia. Observou-se no período de cheia (3 a 17/12/76), que um maior teor de magnésio encontrado foi na foz do Rio Amanã (5), com um valor de 0.97 mg/l, enquanto que a amostragem do ponto 11, em frente à cidade de Mauês, apresentou a menor concentração de  $\text{Mg}$ , 0.43 mg/l, indicando uma tendência de concentração à medida que se aproxima da foz.

Para o período de seca, a concentração de magnésio não sofre variação acentuada, observando-se a mesma tendência de diminuir a concentração à medida que se aproxima da foz. As maiores concentrações foram observadas em frente ao igarapé da Pederneira e em frente à Vila Mucajá com 0.34 mg/l cada.

Semelhantes aos resultados do período de seca, os resultados ocorridos no início do período chuvoso variam muito pouco para todo o sistema Parauari-Mauês-Açu. Estes valores oscilam entre 0.26 mg/l a 0.16 mg/l.

Com a continuação da subida d'água, a bacia do rio Parauari-Mauês-Açu aumenta seu teor de magnésio e a maior concentração observadas nessa época (22/1 a 10/2/79), foi em frente ao igarapé da Pederneira com 0.65 mg/l. Daí em diante, a bacia passa a apresentar flutuações em consequência das águas que o rio recebe de seus tributários, ocasionando um aumento ou diminuição de magnésio, dependendo, contudo do teor de magnésio com que esses afluentes contribuem.

## SÓDIO E POTÁSSIO

Podemos observar na Tab. 1 que os teores de sódio são superiores aos de potássio, e estes nos deram uma média de 0.66 mg/l para potássio. É bem possível que esses sais minerais sejam provenientes da decomposição de rochas silicatadas e de material vegetal.

As maiores concentrações de sódio para o sistema Parauari-Mauês-Açu, em média, foram observadas em frente ao Igarapé de Pederneira com 0.80mg/l, e no Rio Amanã com

0.80 mg/l, e no Rio Amanã com 1.13 mg/l. Para os teores de potássio foram o Rio Nambi com 1.05 mg/l e Rio Amanã com 0.80 mg/l.

### CLORETOS

O cloro em forma de cloretos é introduzido nos sistemas de drenagem pelas águas, pela remineralização das substâncias das florestas, e ainda pela possível ocorrência de depósitos de salgema na região.

Em análise feita nas águas de chuva, no período da excursão de 15 a 30/12/76 foi constatada uma concentração de 0.74 mg/l. Sabe-se porém, que essa concentração é muito variável, não só de época, como também entre chuvas consecutivas, tornando-se difícil uma conclusão sobre a verdadeira influência deste ânion nessa região.

Anon (1972) observou uma nítida diferença nas concentrações de cloretos entre as estações seca e chuvosa, sendo que no período de seca as concentrações são mais elevadas, porém como a continuidade das precipitações são mais elevadas, o cloreto tende a diminuir de concentração nas águas da chuva.

Considerando a amostragem de 15 a 30 de 12/76 com o rio apresentando menor nível de água, a mesma nos deu uma média de cloretos para todo o sistema de 1.33 mg/l de cloro, e na amostragem de 3 a 17/12/76 com o auge da enchente, a média foi de 0.65mg/l de cloro. Isto nos mostra muito bem que a bacia do Parauari-Mauês-Açu sofre uma diluição de 50% nos teores de cloro, provocada pelas precipitações.

### FERRO

Sioli (1949) observou que a quantidade de ferro na água depende do terreno e do meio ambiente. Parece ser proveniente do subsolo e das camadas superiores, mostrando somente variações insignificantes e não determinadas, em correlação com as estações do ano.

Segundo Anon (1972), as águas de precipitações fornecem ao sistema (Rio Negro) 2 kg de ferro ha. ano<sup>-1</sup>.

O ferro encontrado nas águas da bacia do Parauari-Mauês-Açu, é, provavelmente, in troduzido no meio ambiente pelas lavagens que sofre o solo, lavagens devidas à alta pluviosidade na região (2787mm<sup>-1</sup>).

Dos pontos de coleta, os rios que contribuíram com as maiores concentrações de ferro para o sistema foram: em frente ao Igarapé da Benta Grande com 0.57 mg/l e o Rio Amanã com 0.28 mg/l.

Comparando os resultados de ferro com os encontrados por outros autores que traba lharam na Região Amazônica, os mesmos são considerados elevados.

### ZINCO E COBRE

Semelhante ao ferro, estes aparecem no período seco (15 a 30/12/76) com valores elevados, merecendo um maior número de amostragem nesse período, principalmente no Rio Amanã e no Igarapé do Cão Era. Para elucidarem-se estas altas concentrações é melhor intensificar a pesquisa.

Para o cobre, os resultados também mostram altas concentrações, no período seco, e o igarapé do Cão Era é o que aparece com maior valor.

### **MANGANÊS**

Semelhantes ao ferro, estão os resultados de manganês, quando as maiores concentrações aparecem no Rio Amanã, e são consideradas normais para a Região Amazônica.

### **CONCLUSÕES**

Os resultados obtidos na bacia do Rio Parauari-Mauês-Açu, levam-nos às seguintes conclusões: a composição química das águas da bacia do Rio Parauari-Mauês-Açu é nitidamente influenciada pelas estações do ano, com variações sazonais, de acordo com as alterações do nível das águas e ocorrências climáticas.

Os maiores valores de pH ocorrem quando os rios e igarapés estão com menores níveis de água.

No inverno, os teores de cálcio são estáveis, sofrendo variações entre a Vila Macujã e a cidade de Mauês, já próximo à foz.

No período de seca e intermediário, ocorre um aumento na concentração desse elemento.

As maiores concentrações de magnésio ocorre quando o rio está com maior nível de águas. É bem possível que a lixiviação nas rochas carbonatadas carregue primeiramente o magnésio, cujas concentrações médias nos mostram, Na 0.66 mg/l, K 0.62 mg/l, Ca 0.37 mg/l e Mg 0.32 mg/l.

Os teores de ferro são considerados normais para águas da Amazônia em uma média de 0,29 mg/l para a bacia estudada.

As concentrações de cloro em forma de cloreto são maiores no período de menor nível de água.

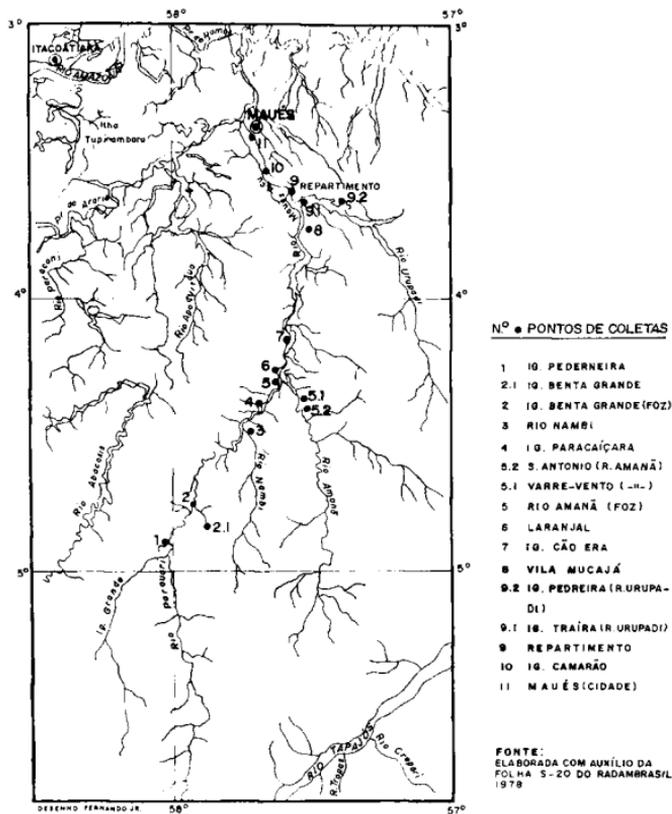
Os resultados de manganês são considerados normais para as águas amazônicas. Os resultados de cobre e zinco merecem melhores observações principalmente no igarapé Cão Era.

### **SUMMARY**

*The chemical characteristics of the Parauari-Mauês-Açu River Basin were examined. Water samples were collected during four different excursions at eleven points along the mainstream and tributaries. Samples were analysed for pH, calcium, magnesium, sodium, potassium, iron, chloride, copper, zinc, and manganese.*

*The results demonstrate a clear seasonal fluctuation in the Parauari-Mauês-Açu and some of its principal tributaries. These fluctuations are directly related to variations in the river hydrograph showing the importance of this water mass in the movement of solutes along the basin.*

FIG. 1. Mapa da Bacia do Rio Parauari-Maués-Açu, Município de Maués, mostrando os pontos de coleta das amostras.



ESCALA 1:250 000



DETERMINAÇÕES		03 a 17 / 02 / 76										15 a 30 / 12 / 76										26 / 12 / 77 a 08 / 01 / 78										22 / 01 a 10 / 02 / 78											
Nº de PONTOS DE COLEITAS	JL e PI	a										b										c										d											
		pH	Ca	Mg	Na	K	Fe	Cl	Cu	Zn	Mn	pH	Ca	Mg	Na	K	Fe	Cl	Cu	Zn	Mn	pH	Ca	Mg	Na	K	Fe	Cl	Cu	Zn	Mn	pH	Ca	Mg	Na	K	Fe	Cl	Cu	Zn	Mn		
1	Ig. Pedreira	5,9	180	810	--	--	380	640	--	--	--	61	280	340	870	930	320	840	30	40	40	--	5,3	360	210	230	330	150	640	20	30	10	10	4,3	180	220	720	750	330	1420	10	10	10
2	Ig. Santa Grande	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
2	Ig. Santa Grande (Foz)	6,0	180	650	--	--	860	640	--	--	--	5,6	310	250	270	90	530	1430	30	70	30	6,3	350	240	430	550	120	540	10	40	10	5,0	270	430	910	860	570	710	10	10	10	10	
3	R. Nambi	5,8	180	860	--	--	390	640	--	--	--	5,9	290	270	680	670	190	1630	40	20	20	6,3	270	200	480	550	200	540	20	10	10	4,7	530	140	920	840	260	710	10	10	10	10	
4	Ig. Paracolora	5,7	180	860	--	--	420	640	--	--	--	6,0	250	330	480	600	380	2070	50	70	40	6,0	360	200	460	550	200	540	10	30	20	4,7	270	270	480	750	260	1050	10	10	10	10	
5	S. Antonio (R. Apodá)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	6,3	470	250	890	780	330	1430	30	90	70	6,1	520	260	710	860	280	640	10	30	30	5,0	450	380	2160	1080	400	1420	10	10	10	10	
5	Varra-Vento (R. Amadô)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	6,1	520	260	730	860	280	640	20	20	20	4,9	620	270	2070	750	360	1060	10	10	10	10	
5	R. Amadô (Foz)	5,7	180	970	--	--	450	640	--	--	--	6,2	470	330	820	740	330	1920	40	30	30	6,2	400	200	480	550	320	540	20	20	20	4,7	270	320	910	750	100	1060	10	10	10	10	
6	Lerrenal	5,7	180	700	--	--	420	640	--	--	--	5,9	390	310	660	640	280	1480	80	80	30	6,1	380	210	500	610	110	540	20	10	10	5,9	270	380	1540	1080	220	710	10	10	10	10	
7	Ig. Cás Ere	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	5,8	290	310	610	710	320	1430	80	120	40	6,2	600	200	550	610	110	540	20	10	10	4,9	450	270	480	750	300	1060	10	10	10	10	
8	Vila Masajó	5,8	270	430	--	--	350	640	--	--	--	5,8	230	340	610	670	340	1030	80	70	40	6,1	310	180	300	610	110	540	20	10	10	5,1	270	270	820	750	100	1060	10	10	10	10	
9	Ig. Pedreira (R. Urupion)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	5,5	360	260	290	270	310	940	30	40	30	6,0	600	170	230	240	100	740	20	10	10	1,5	710	160	480	100	100	1060	10	10	10	10	
9	Ig. Três (R. Urupion)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	5,3	670	280	290	340	160	1230	30	10	40	5,0	440	170	140	240	100	540	10	10	10	5,0	530	320	100	100	1060	10	10	10	10		
9	Repartimento	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	5,9	340	250	640	710	360	1030	30	50	40	6,2	380	170	230	370	100	540	30	10	10	5,2	180	380	430	750	300	740	10	10	10	10	
10	Ig. Camorão	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	3,7	310	300	530	600	370	1030	80	60	40	6,3	360	180	440	480	100	540	40	30	20	4,4	360	220	1300	100	100	710	10	10	10	10	
11	Movés (Cidade)	6,0	360	430	--	--	270	700	--	--	--	5,7	260	270	480	560	310	1130	50	60	30	6,2	360	160	410	480	100	540	30	10	4,4	710	110	340	750	100	1420	10	10	10	10		

TAB. 1. Determinações físico-químicas da Baía do Rio Parauari-Maués-Açu.

### Referências bibliográficas

- Anon. - 1972. Regenwasseranalysen aus Zentrallamazonien, ausgeföhre in Manaus, Amazonas, Brailien, von Dr. Herald Ungemach. **Amazoniana**, Kiel, 3(2):186-198.
- Brinkmann, W.L.F. & Santos, A. dos - 1973. Natural waters in Amazonia VI. Solube Calcium Properties. **Acta Amazonica**, 3(3):33-40.
- Santos, A. dos; Bringel, S.R.B.; Ribeiro, J.S.B. - 1978. Hidroquímica da Amazônia Central I. Perdas de elementos nutritivos no ecossistema Campina Amazônica. In: 1., **Simpósio Nacional de Ecologia**, Curitiba, 1978.
- Schmidt, H. - 1972. Chemical properties of same waters in the tropical rain-forest region of Central Amazonia along the new road Manaus-Caracarai. **Amazoniana**, Kiel, 3(2):199-207.
- Sioli, H. - 1949. O Rio Cupari. Topografia e Hidrografia. **Bol. Técn. Inst. Agron. do Norte**, Belém, (17):1-54.
- - 1956a. O rio Arapiuns - Estudo limnológico de um corpo d'água do Terciário plioceno das barreiras do Baixo Amazonas. **Bol. Técn. Inst. Agron. do Norte**, Belém, (32):1-116.
- - 1956b. As águas do Alto Rio Negro. **Bol. Técn. Inst. Agron. do Norte**, Belém, (32):117-155.
- - 1957. Valores do pH de águas amazônicas. **Bol. do Museu Paraense Emílio Goeldi n.s. Geologia**, (1):1-37.

(Aceito para publicação em 14/9/84)