HIDROQUÍMICA DA BACIA DO RIO PARAUARI - MAUÉS AÇÚ

SÉRGIO ROBERTO BULCÃO BRINGEL

Orientador: HENRIQUE BERGAMIN FILHO

**Dissertação apresentada à Escola Superior de
Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade
de São Paulo, para obtenção do título de
mestre em Energia Nuclear na Agricultura.**

**PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Agosto - 1980**

.i.

Aos meus pais, CAMILO e GEMINIANA

À minha esposa, GRAÇA

Às minhas filhas, FABÍOLA e KAMILLA

Aos meus irmãos, SEBASTIÃO, SANDRA e RAFLEM

D E D I C O

A memória de

JACIMAR FERREIRA DA COSTA

AGRADECIMENTOS

- Ao *Prof. Dr. Warwick E. Kerr*, ex-Diretor do INPA, pela oportunidade oferecida;
- Ao *Prof. Dr. Eneas Salati*, Diretor do INPA, pelas proveitosas discussões e sugestões apresentadas;
- Ao *Prof. Dr. Admar Cervellini*, Diretor do CENA, pelas condições propiciadas;
- Aos Exmos. Srs. Secretários da Educação e Cultura do Estado do Amazonas, *Profs. Mario Coelho Amorim, Emina Mustafã e Aldo Gomes da Costa*, pela oportunidade e auxílio recebido;
- A *Comissão Nacional de Energia Nuclear*, pela bolsa concedida;
- Ao *Prof. Henrique Bergamim Filho*, pela orientação;
- Ao *Dr. Nelson de Souza Rodrigues*, pelas proveitosas sugestões e pela ajuda indispensável na realização deste trabalho;
- Aos colegas, *Drs. Maria de Nazarê Goês Ribeiro, Antonio dos Santos, Umberto de Menezes Santos, Jorge B. Ribeiro, Ubirajara Böechat Lopes, Hugo de Menezes Santos e Henrique F. Carneira*, pelas valiosas sugestões apresentadas;

- Ao Prof. Søren S. Jørgensen da Royal Veterinary and Agricultural University, Dinamarca, e aos colegas, Drs. Elias Zagatto, Francisco Khug, Boaventura Reis, Fernanda Rosias, Neuza Costa Pereira, do CENA, pelo auxílio e sugestões;
- Ao Dr. Álvaro Rangel, pelos serviços de guia durante as nossas viagens como também pelas valiosas informações;
- Aos colegas, Miguel R. de Souza, Demar F. Rodrigues, Antônio A. da Silva, José F. Soares, Antônio Torquato da Silva, pelas inestimáveis ajudas nas coletas das amostras, e ao Técnico José Maria dos Santos, pelo auxílio no preparo das amostras;
- Aos Técnicos de laboratório do CENA, Iolanda Rufini, Angela Foltran e Renato Diniz, pelas valiosas contribuições na execução das análises;
- E a todos os que, direta ou indiretamente contribuíram para a realização desta pesquisa.

"Queremos frisar que esta pesquisa foi desenvolvida graças ao significativo apoio material e financeiro do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, à qual expressamos nossos maiores agradecimentos e dedicamos esta página em especial".

Í N D I C E

	<u>Página</u>
1. RESUMO	1
2. INTRODUÇÃO	2
2.1. Geografia	3
2.1.1. Relevo	6
2.1.2. Regime de água	7
2.2. Clima	9
2.3. Geologia.	12
2.3.1. Solos.	13
2.3.2. Areias	14
2.3.3. Calcários.	14
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.	17
4. MATERIAL E MÉTODO.	24
4.1. Viagens	24
4.1.2. Localização dos pontos de coletas. . .	25
4.2. Métodos	27
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
5.1. pH	29
5.2. Cálcio.	32
5.3. Magnésio.	36
5.4. Ferro	40

	<u>Página</u>
5.5. Cloreto.	45
5.6. Sódio e Potássio	50
5.7. Cobre, Zinco e Manganês	54
6. CONCLUSÕES	59
7. SUMMARY	63
8. BIBLIOGRAFIA	64

LISTA DE FIGURAS

<u>Figura</u>		<u>Página</u>
1	- Mapa da região, localizando os principais rios, bem como os pontos de coleta	4
2	- Mapa da região Amazônica, indicando os diversos climas, segundo a classificação de Köppen	10
3	- Variação dos valores de Cálcio ao longo da Bacia estudada	34
4	- Variação dos valores de Magnésio ao longo da Bacia do Parauari-Mauês Açú	38
	- Variação dos valores de Ferro nos períodos estudados da Bacia do rio Parauari-Mauês Açú	43
6	- Variação dos valores de Cloreto (Cl^-) na Bacia do Parauari-Mauês Açú, nos períodos estudados	49
7	- Variação dos valores de Sódio e Potássio, nos períodos estudados da Bacia do rio Parauari-Mauês Açú	53

LISTA DE TABELAS

<u>Tabela</u>	<u>Página</u>
1 - Dados climatológicos da cidade de Mauês-AM no ano de 1974, fornecidos pelo MA-DNPEA-Instituto de Pesquisa Agropecuário do Norte	11
2 - Valores de pH ao longo da Bacia do rio Parauari-Mauês Açú nos quatros períodos estudados	31
3 - Valores para Cálcio, calculado em $\mu\text{g.l}^{-1}$ para os períodos estudados da Bacia do rio Parauari-Mauês Açú.	33
4 - Valores para o Magnésio nos quatro períodos estudados da Bacia do rio Parauari-Mauês Açú, e calculados em $\mu\text{g.l}^{-1}$	37
5 - Valores para o Ferro nos períodos estudados da Bacia do Rio Parauari-Mauês Açú, calculados em $\mu\text{g.l}^{-1}$	42
6 - Valores para o Cloro, na forma de Cloretos (Cl^-) nos diversos períodos estudados da Bacia, e calculados em $\mu\text{g.l}^{-1}$	47
6a - Valores de Cloreto ($\mu\text{g.l}^{-1}$) em um perfil feito entre os pontos 9.11 e Foz, na amostragem realizado em 22/01 à 10/02/79	48
- Valores de Sódio, para os períodos estudados na Bacia do rio Parauari-Mauês Açú, calculados em $\mu\text{g.l}^{-1}$	51
- Valores de Potássio, nos diversos pontos da Bacia do Parauari-Mauês Açú, e calculados em $\mu\text{g.l}^{-1}$	52

TabelaPágina

9	-	Valores para o Cobre nos diversos trechos da Bacia Parauari-Mauês Açû, e calculados em $\mu\text{g.l}^{-1}$	55
10	-	Valores de Zinco, encontrado para os diversos trechos da Bacia Parauari-Mauês Açû, e calculados em $\mu\text{g.l}^{-1}$	56
11	-	Valores para o Manganês, na Bacia do Parauari-Mauês Açû, nos diversos trechos e períodos estudados, e calculados em $\mu\text{g.l}^{-1}$	57

1. RESUMO

As condições hidroquímicas da bacia do rio Parauari-Mauês Açú. são estudadas a partir das determinações de pH, cálcio, magnésio, ferro, cloreto, sódio, potássio, zinco, cobre e manganês, em diferentes épocas do ano.

Foram realizadas 4 expedições e estabelecidos 16 pontos de coletas de amostras de água em diferentes pontos ao longo do rio principal.

As análises mostram claramente flutuações sazonais no rio que constitui o eixo principal da bacia, o Parauari-Mauês Açú, e em alguns dos seus principais tributários com os Nambi, Amanã e Urupadi. Estas flutuações foram correlacionadas com os períodos cheio, seco e intermediário, mostrando a importância dessa massa de água, na movimentação de sais ao longo da bacia.

Algumas hipóteses são aventadas na tentativa de explicar algumas anomalias observadas. Sugestões para estudo futuros são apresentados.

2. INTRODUÇÃO

A bacia do rio Parauari-Maués Açú, cobre aproximadamente 25.000 km² tendo como rio principal, o Parauari com aproximadamente 450 km. Próximo ao paralelo de 3° 40' S depois da foz do rio Urupadi no local denominado Repartimento, esse rio passa a chamar-se Maués-Açú até o Paranã do Urariá, onde termina a bacia.

Recebe a bacia, contribuições de vários afluentes tais como dos rios Nambi, Amanã e Urupadi.

O rio Parauari é um rio de leito estável e de fraca erosão, devido ao fato de sua cabeceira se encontrar numa região geológica antiga (pré-cambriano), que é a parte norte do Escudo Brasileiro. Por essa mesma razão suas águas transportam pouco material em suspensão. No seu curso médio, atravessa formações geológicas do Paleozóico. Os solos dessa região de um modo geral, são do tipo latosol amarelo, apresentando um relevo plano levemente ondulado, com escarpas princi

palmente nas cabeceiras do rio.

Na região dessa bacia afloram ocasionalmente algumas rochas carbonatadas.

O calcário na região Amazônica é raro, sendo conhecidas somente algumas jazidas na zona carbonífera do Baixo Amazonas, além dessa pequena quantidade do rio Parauari. O calcário para a região Amazônica, é de importância fundamental, não só para a fabricação de cal e cimento, mas principalmente para a utilização como corretivo para os solos dessa região.

2.1. Geografia

A área em estudo está situada entre os paralelos de $03^{\circ}00'$ e $05^{\circ}30'$ S e meridianos de $57^{\circ}00'$ a $58^{\circ}30'$ W Gr. abrangendo terras do município de Maués, Estado do Amazonas.

O município de Maués situa-se na zona fisiográfica no Médio Amazonas, com uma área de 48.127 km^2 , limitando-se com os municípios de Barreirinha, Itacoatiara, Nova Olinda do Norte, Borba, Itaituba e Juruti (Figura 1).

Os principais rios que drenam a área, são: no centro, correndo do Sul para o Norte, os rios Parauari, Nambi e Amanã. Mais a leste, também correndo do Sul ao Norte o rio Urupadi. Mais a oeste, os rios Apoquitãua, Paraconin e Aba-

Figura 1 - Mapa da Região, localizando os principais rios, bem como os pontos de coleta.

caxis. No canto Sudeste, o rio Tapajós e seus afluentes Tropas e Crepori (Figura 1).

Toda a zona situada entre a cidade de Maués e a nascente do rio Parauari, cortada por inúmeros igarapês e rios, é aqui denominada Bacia do Rio Parauari-Maués Açú. Essa região abrange amplas faixas do carbonífero e tem muita importância para o escoamento agrícola, colonização e vida social da região.

Os rios e igarapês que cortam essas terras, são levados pelo Paranã do Urariã ao Paranã do Ramos. Esses rios que vazam no sistema Parauari-Maués Açú são poucos caudalosos, formando nas embocaduras baías de alguns quilômetros de largura. Em quase toda sua extensão podem ser observados, na época da vazante, bancos de areias que dificultam a navegação.

A destruição das matas na região da bacia em estudo, ainda é incipiente não tendo consequências graves como em outras áreas da região Amazônica, onde a erosão vem destruindo o manto protetor da mata, arrastando consigo a camada de terra vegetal empobrecendo o solo.

Ao longo do rio Parauari, como na maioria dos rios da Amazônia, observam-se habitações isoladas devido às grandes distâncias. Poucas povoações existem, uma delas em Terra Preta do Calcário dedicada, como diz o nome, à explora

ção de calcário. No período da seca, esta povoação é abandonada, por falta de transporte. Outros menores, dedicam-se à cultura do guaraná.

A partir do local denominado Repartimento ($3^{\circ}40' S$ e $57^{\circ}30' W$), onde o rio Parauari recebe o Urupadi, passa a denominar-se Maués-Açú, à margem do qual, à 18 m acima do nível do mar, fica a cidade de Maués ($3^{\circ}23'32'' S$ e $57^{\circ}43'26'' W$).

2.1.1. Relevo

A região estudada é similar ao todo da região Amazônica no que diz respeito do relevo.

O relevo na região Amazônica, é caracterizada por extensa planície, que se estende pelas bordas dos planaltos, Guianense ao norte e Brasileiro ao sul. É formada de rochas sedimentares originadas no Terciário e Quaternário, de estratificação horizontal, arenosa e argilo-arenosas, constituindo o baixo platô, chamado de terra firme, e a planície de inundação (MOURA, 1951).

Os Latossolos Amarelos de textura muito pesada são encontrados em chapadas mais elevadas, nas altitudes entre 100 a 160 metros acima do nível do mar. Os Latossolos Amarelos de textura pesada são encontrados nas altitudes de 80 a

100 metros, e entre 60 a 80 metros, são encontrados os Latossolos de textura média e as Areias Quartzosas Latossólicas. Já o Podzol Hidromórfico e Regosol situa-se nas camadas de 40 a 60 metros e em torno de 40 metros, os Hidromórficos Indiscriminados (IPEAAOC, 1971).

Geralmente, os terrenos que se encontram entre 15 a 50 metros acima dos cursos dos rios, são chamados de "terra firme". São representados por chapadas entremeadas de pequenas colinas e vales estreitos. As terras que são localizadas às margens dos rios e com cerca de poucos metros acima do nível dos rios, e que periodicamente sofrem inundações, são denominadas de "várzeas", e seu relevo é plano (IPEAAOC, 1971).

De acordo com a localização, estas várzeas podem receber também o nome de "igapó", havendo controvérsia com relação a estas denominações (SIOLI, 1950; 1951b e 1956a). São terras com relevo pouco acima do nível normal dos rios, com vegetação típica, de acordo com o período e a altura da submersão, tipos de solo, e também, de acordo com o tipo de águas que as inundam. Nota-se porém uma grande diferença entre a várzea e o igapó, no que diz respeito à fertilidade.

2.1.2. Regime de água

O regime de água na bacia do rio Parauari-Maués

Açú e seus afluentes, obedece em linhas gerais, a distribuição anual de inverno e verão ou estação seca e chuvosa, conforme denominação regional.

A diferença entre o nível mínimo de água no verão e seu nível máximo no inverno, é de mais ou menos 10 metros, valor estimado por observação das marcas que as águas deixam nas árvores.

A profundidade média do rio Parauari da boca do rio Nambi até a primeira cachoeira (cachoeira do Tambor) no período seco é de aproximadamente 1 metro. Em muitos locais são encontrados "baixios" que são lugares com profundidade até menos de meio metro e também "poços", que são locais bastante fundos, verdadeiros buracos no leito do rio.

A largura do rio Parauari, sofre pequenas variações com a enchente e a vazante devido à inclinação dos barrancos marginais. São ravinas íngremes que variam entre 2 a 8 metros de altura.

Mesmo quando o barranco fica completamente submerso, a vegetação ciliar limita perfeitamente as margens do rio. Tanto no verão como no inverno a largura média do rio Parauari é quase constante e varia entre 40 e 100 metros.

O leito do rio Parauari, nos trechos onde a observação é possível, é constituído de areia fina, pedregulhos e seixos rolados, conforme a correnteza da água. As pe-

dras e rochas típicas de cachoeira são geralmente revestidas parcialmente de vegetação aquática.

As praias de areias são muito raras, e somente encontradas na época da seca.

Já no rio Maués-Açú, há grande praias que surgem principalmente no período seco do ano, dando a este rio, um aspecto alegre, embelezando a paisagem.

2.2. Clima

Como em toda a Amazônia, esta região também é quente e úmida com duas estações distintas: as chuvas que começam em dezembro e se estendem até julho, e a estação menos chuvosa que vai de agosto até novembro.

Torna-se difícil detalhar o clima dessa região, devido a falta de estações meteorológicas, pois em toda essa área, somente a cidade de Maués possui um posto de observações.

Na Tabela 1 são apresentados alguns dados meteorológicos da cidade de Maués do ano de 1971.

Na Figura 2 estão representados alguns tipos climáticos da Região Amazônica, segundo a classificação de Köppem. A área de nosso interesse está situada entre os para

Figura 2 - Mapa da Região Amazônica, indicando os diversos climas, segundo a classificação de Köppen.

Tabela 1 - Dados climatológicos da cidade de Mauês-Am no ano de 1971, fornecidos pelo MADNPEA-Inst. de Pesquisa Agropecuário do Norte.

MESES	TEMPERATURA DO AR EM °C			UMIDADE RELATIVA EM %	PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA EM MM
	MÁXIMA	MÍNIMAS	MÉDIA		
JAN	30,5	21,7	26,1	85	410
FEV	30,4	21,6	26,0	90	463
MAR	30,4	21,3	25,8	87	396
ABR	29,9	20,8	25,4	85	472
MAI	30,6	21,1	25,8	85	286
JUN	30,8	21,2	26,0	85	117
JUL	31,2	21,0	26,1	84	212
AGO	32,3	21,4	26,8	78	58
SET	32,1	20,8	26,4	75	100
OUT	33,1	21,4	27,2	80	46
NOV	33,0	21,8	27,4	80	88
DEZ	32,1	31,8	27,0	80	139
ANO	31,4	21,3	26,3	82	2.696

lelos de 3°00' a 6°00' S e meridianos de 57°00' a 59°00' W Gr.

2.3. Geologia

Segundo OLIVEIRA e LEONARDOS (1943), a principal feição das camadas terciárias na bacia do rio Maués-Açú (bem como no rio Abacaxis e outros tanto a Leste como a Oeste) é a predominância das argilas vermelho-alaranjadas, ora arenosas, ora micáceas, em bancos maciços e alguma estratificação nítida.

Essas argilas aparecem numa faixa ao norte e noutra ao sul do rio Amazonas, mais ou menos paralelas ao eixo do vale, numa extensão de várias centenas de quilômetros.

Em outros lugares, fora da bacia do rio Maués-Açú, a Série das Barreiras é constituída também por arenito de textura muito grosseira com cimento ferruginoso; argilas variegadas, muito plásticas, sem quartzo; arenitos com cimento caolínico e de textura mais ou menos grosseira e mais ou menos friáveis; e arenito de textura média, cimento caolínico ou não, geralmente manchado de vermelho e branco, consolidado pelo ferro.

A bacia do Parauari-Maués Açú, atravessa as formações do Cristalino, Devoliano, Carbonífero e Permiano, que se situam no alto Parauari, enquanto que o curso médio

atravessa as formações Terciárias, e no seu curso baixo (rio Mauês-Açú), atravessa as formações do Quartenário.

2.3.1. Solos

Na região em estudo, os solos tem sua origem a partir de material de rochas sedimentares, possivelmente vindas do Terciário e Quartenário.

Os solos do Terciário são representados pela Série das Barreiras, do período Plioceno, sendo um dos mais extensos depósitos terciários do mundo, situado em terra firme (OLIVEIRA e LEONARDOS, 1943). A Série das Barreiras, é constituída de um arenito púrpura avermelhado claro, cimentado com caulinita e folhelho caulinitico e caulinita maciça mosqueada. Este arenito quando intemperizado, forma normalmente os solos argilosos, argilo-arenosos como os latossolos de classe texturais diferentes (SAKAMOTO, 1957).

Do Quartenário, podemos encontrar, o Pleistoceno e o Holoceno ou Atual. O Pleistoceno, é geralmente formado pela deposição de sedimentos constituídos de areia, argila de caulim e silte (OLIVEIRA e LEONARDOS, 1943). Estes sedimentos são encontrados também na região do Parauari que quando associados à matéria orgânica na superfície dão origem aos solos Podzol Hidromórfico e Regossol.

O Holoceno, é encontrado nas margens dos cursos de água e nas áreas que periodicamente sofrem inundações, e é constituído de sedimentos compostos de areia fina, silte e argila, de coloração escura devido a matéria orgânica dando origem aos solos Hidromórficos Indiscriminados (*OLIVEIRA e LEONARDOS, 1943*).

2.3.2. Areias

Grandes extensões ao longo do rio Parauari acham-se cobertas por depósitos de areia, que se assentam sobre as formações originais.

São dunas deslocadas para o leito do rio, havendo uma separação dos grãos de areia mais grossos dos mais finos, pela ação das águas e dos ventos.

Geralmente são areias alvas e, na superfície, há pequena mistura com matéria orgânica.

2.3.3. Calcários

As jazidas de calcário formam desde lentes de porte médio até grandes lentes, que podem ser consideradas camadas. Esses depósitos, quando são de calcário puro, com me-

nos de 2% de MgO, quase sempre são limitados por faixas mais ou menos dolomitizadas no contato com a rocha encaixante, onde surgem impurezas constituídas por silicatos de metamorfismo.

Nos gnaisses, também são encontrados lentes inteiramente formadas de calcário dolomítico, cristalino, compacto, de granulação média e fina, de cor branca ou dolomitizados duros de granulação grossa. Os primeiros contam cerca de 16 a 18% de MgO e os últimos de 19 a 21% de MgO.

Na região Amazônica, são conhecidos vários depósitos de calcário, sendo os mais importantes os da formação Itaituba, que aflora naquela localidade, à margem do rio Tapajós, no Pará, o do rio Parauari, no Estado do Amazonas, e o de Monte Alegre, à margem do rio Amazonas, no Pará (ABREU, 1973). O afloramento que ocorre no Parauari, é um calcário duro, que em parte passa à arenito calcífero, altamente fossilífero e de cor escura, composto de conchas quebradas e cimentadas, calcificadas posteriormente.

O calcário que aflora no trecho compreendido entre o igarapé da Benta Grande e o igarapé do Vintém, é um pouco mais mole e fica em parte, imerso nas águas.

Na região em estudo, já está sendo explorado o afloramento próximo à Terra Preta do Calcário, que pela literatura (ABREU, 1973) possivelmente pertença a Formação

Itaituba. Até onde foi possível observar, estende-se entre os igarapês da Pederneira e o Vintém, ocorrendo ainda pequenos afloramentos em outros trechos do rio.

Os calcários da Formação Itaituba, são de origem marinha, de cor cinza claro, lenticulares, bem endurecidos, levemente dolomitizadas, apresentando alto e variado teor fossilífero (*DAEMON e CONTREIRAS, 1971*). No Parauari, *MOURA (1932)* encontrou o diabásio, sobre o calcário.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

ALBUQUERQUE (1922) estudou a geologia e geografia dos rios: Urubú, Uatumã, Jatapú, Capú-Capú, mostrando que a formação terciária se mostra horizontal no baixo curso destes rios nas proximidades do Amazonas, apresentando-se inclinadas no alto Urubú.

Verificou também que por baixo da formação terciária são encontradas as formações do Paleozóico, pouco movimentadas, com apenas sensível inclinação, geralmente para o sul.

Na bacia do Trombetas, encontrou rochas terciárias constituindo uma capa sobre as formações paleozóicas. Essa capa, constitui geralmente as terras altas, com caracteres que se afastam do tipo comum das rochas terciárias do barranco do Amazonas.

No rio Jatapú, a pouco mais de 2 km da foz do rio Capú-Capú encontrou bancos de calcário carcomido, deixan-

do salientes e bem conservados abundantes fósseis silicificados. Junto ao calcário acha-se um folheto cinzento e manchado de preto também ricamente fossilífero, e no qual se acham intercalado os bancos de calcários.

O autor considera essa fauna igual à da Pedra de Barco (Terra Preta do Calcário) no rio Parauari, imputando a sua origem por isso, bem como à formação correspondente, ao carbonífero superior.

SIOLI (1949) dá uma visão geral da situação geográfica e das condições gerais do rio Cupari, descrevendo a topografia, geologia, principalmente do ponto de vista mineralógico.

Estudou ainda, a faixa do carbonífero do Baixo Amazonas, principalmente os afloramentos que ocorrem no Cupari. Discute ainda o pH, cálcio, magnésio, alumínio, e etc. dessa bacia, fazendo comparações com outras regiões geográficas. Prova com isso, uma relação entre a composição química das águas e a qualidade do solo das cabeceiras, condicionadas pela Geologia e Mineralogia.

SIOLI (1956a) estudou os corpos de água do rio Arapiuns típico da região do Terciário, Plioceno, Série das Barreiras, do Baixo Amazonas. Fez uma generalização histórica e geográfica, geológica, climática e do regime de água nessa região dando uma idéia nítida das condições da mesma.

O resultado desse estudo foi a comprovação de uma pobreza em sais dissolvidos e de uma acidez elevada dessas águas. Reconheceu que certos fenômenos químicos especiais são relacionados com os processos que ocorrem nos solos sob as condições dos trópicos.

SIOLI (1956 b) descreveu a geologia, geografia e o clima da região que representa a zona dos rios de "água preta". Verificou o fato de que as florestas de terra firme, não alagáveis, produzem em ambas as margens do alto rio Negro, igarapês diferentes, a curta distância um do outro: igarapês de água cristalina igarapês de "água preta" de cor marrom avermelhado.

SIOLI (1957a) estudou o pH das águas naturais de rios e igarapês da região Amazônica, notando que essas águas possuem composição e propriedades físico-químicas relacionadas, até certo grau, com a natureza geológica e a composição mineralógica do solo e do subsolo.

Observou também que muitas vezes, as propriedades físico-químicas das águas, são mais ou menos uniformes numa zona geológica inteira, o que é característica da mesma.

SIOLI (1957c) verificou que águas mais ou menos neutras ou mais ricas em cálcio aparecem além das faixas do carbonífero da baixa Amazônia, também numa parte da Zona Bragantina, ao leste de Belém (Pa.), na zona da Formação Pira

rabas, do Mioceno, que consiste de depósitos marinhos com camadas de calcário de pequena espessura. Como a extensão da Formação Pirabas era desconhecida especialmente na direção sul, Sioli tentou limitar essa região geológica por meio dos valores de pH dos igarapés.

SIOLI e KLINGE (1962) fizeram considerações sobre a química e as cargas de suspensão nos diversos tipos de água, para demonstrar a existência da relação entre as águas e os solos da Amazônia. Afirmam que os diferentes tipos de água podem ser explicadas por diferença nas condições edáficas nas respectivas regiões de cabeceiras.

ACKERMANN (1962) fez um retrospecto da fisiografia da Região Bragantina, descrevendo suas formações geográficas estudando a Formação Pirabas e relatando ainda outras ocorrências que se relacionam com essa formação. Estudou, ainda, as águas, os solos, bem como os depósitos de conchas existentes.

SIOLI (1965) discrimina os três tipos clássicos de rios (rios de "água branca", "águas claras" e "águas pretas"), descrevendo os fatores físicos-químicos das zonas de cabeceiras.

Discute os problemas que surgem quando se pretende entrar em detalhe sobre a tipologia dos rios Amazônicos. Essa tipologia baseia-se somente em fenômenos facilmente veri

ficáveis; entretanto não possui, em seu conteúdo, uma paralela explicação causal dos fatores genéticos dos aludidos tipos de rios.

Acrescenta ainda, que em certos casos pode haver mudança temporária de tipo ~~em~~ em ciclos anuais ou mesmo não periódicos, dentro de dias ou mesmo horas - de maneira que uma classificação num noutro tipo torna-se ilusória.

Alguns exemplos são citados, explicando as alterações - até mesmos as alterações extremas - por intermédio das influências do ambiente do rio, condicionado sobre tudo por fenômenos climáticos, as vezes em combinação com certas condições pedológicas.

SIOLI (1957b e 1968a) partindo da história geológica da região Amazônica descreveu o clima (temperatura, quantidade e distribuição da chuva) e os corpos de águas (tipos, morfologia e quimismo das águas correntes) da mesma.

Afirmou ainda, que em conjunto com esses fatores, o relevo, e a cobertura vegetal determinam o caráter dessa unidade de paisagem. E, concluiu pela pobreza dos solos através da pureza das águas. Afirmou que a selva amazônica vive mais "em cima" do solo do que "do solo".

Discutiu ainda, os diferentes tipos de vegetação como sendo ligados a diferentes tipos de solos, inclusive

a economia d'água dos mesmos (floresta alta e campo - latosolos - águas claras; caatinga e campina - podsolos - águas pretas).

Ainda *SIOLI (1968b)* afirmou que na Amazônia Brasileira, as relações entre a química das águas naturais (águas freáticas e águas correntes) e a geologia das áreas de influência sobre as mesmas são notavelmente nítidas.

Verificou que os maciços do arqueano ao Norte e ao Sul do Amazonas, produzem águas que são quimicamente bastante pobres e que possuem valores de pH bem baixos. Disse ainda que mais pobre e mais ácidas são as águas nas zonas da Sé-rie das Barreiras e da Formação Pará, ambas de origem do Plio.

ceno - Pleistoceno, enquanto que no Oeste da Amazônia, na zona da Formação Pebas, ocorre águas mais ricas e menos ácidas. Constatou que as águas dessa área geológica são bem diferentes daquelas das faixas do carbonífero nas quais se encontram depósitos de calcário e de gipsita e ocorrências de diabase. Tais águas são geralmente mais ricas em íons inorgânicos e possuem valores de pH mais alto.

ALMEIDA e SOUZA (1972) estudaram uma área restrita do município de Maués, mais precisamente a área da Campanha Antártica Paulista, a fim de conhecerem dados pedológicos e de fertilidade desse solos.

Os autores afirmam que os solos dessa área pos

suem uma fertilidade muito baixa, e teor elevado de alumínio, chegando, mesmo, à atoxidez.

BRINKMANN e SANTOS (1973) trabalhando em região terciária da Amazônia, próximo a Manaus, afirmam que a principal fonte de cálcio encontrada nessa região, deve ser proveniente da lavagem da copa, das folhas e do caule, pela chuva, e até um certo ponto, pela dissolução de produtos metabólicos de macro e micro organismos.

Encontraram traços de cálcio de chuvas, igarapes e rios. Afirmam que o cálcio pode ser encontrado como elemento circulante num ambiente fechado. E que é um modo geral, os teores de cálcio nas águas naturais da região Terciária Amazônica são extremamente baixos.

4. MATERIAL E MÉTODO

4.1. Viagens

Foram realizadas quatro viagens à bacia do rio Parauari-Mauês Açú. A primeira, foi entre os dias 3 a 17 de fevereiro de 1976 coincidindo com o auge da enchente do rio, estando já o "inverno" bastante intenso com chuvas frequentes.

A segunda foi realizada no mês de dezembro de 1976, entre os dias 15 a 30, quando o sistema Parauari-Mauês Açú estava com o nível mínimo de água, no verão, com chuvas esparsas e de pouca duração.

A terceira, entre os dias 26 de dezembro de 1977 a 6 de janeiro de 1978, quando as águas da bacia já tinham começado a subir, aproximadamente no meio da enchente, e as chuvas do inverno já eram notadas.

A quarta, efetuou-se no período de 22 de janeiro a 10 de fevereiro de 1979. Nesta viagem as águas da

bacia, tinham um comportamento quase idêntico ao que foi observado durante a terceira viagem, porém, com um nível maior de águas e chuvas bastante frequentes.

Devido a falta de recursos, não foi possível um maior número de viagens. Seria de toda conveniência, a realização de um estudo mais completo, em continuação desse trabalho.

4.1.2. Localização dos pontos de coletas

O ponto de coleta de amostras de água ao longo da bacia do rio Parauari-Maués Açú, estão indicados na Figura 1.

Dentro o sistema fluvial em estudo, consideramos o rio Parauari, como principal, seguido do Maués-Açú. Como tributários, os rios Nambi e Amanã para o Parauari e o Uru-padi para o Maués-Açú.

Seguindo o curso do sistema fluvial desde sua nascente até a foz, o primeiro ponto de coleta (1) está localizado em frente ao igarapé da Pederneira (próximo a Terra Preta do Calcário); 20 km abaixo, ou seja, próximo ao igarapé da Benta Grande, foi coletada a amostra de número 2. Devido dificuldades de acesso a este igarapé, só foi possível a

coleta de uma amostra, tomada 2 km acima da embocadura, que é o ponto (2.1).

O ponto de número 3, está localizado a 100 km do igarapé da Benta Grande, ou seja, na foz do rio Nambi. E 15 km abaixo, perto do igarapé do Paracaiçara, foi coletada a amostra de número 4. O ponto 5, foi localizada na foz do rio Amanã, distante 30 km daquele igarapé.

No rio Amanã, foram coletadas duas amostras, sendo uma a 10 km do ponto 5, próximo ao local denominado Santo Antonio, (amostra de número 5.2) e a outra, no Varre Vento à 5 km da foz do mesmo rio, (ponto de número 5.1).

A amostra de número 6, foi feita no Laranjal, que dista 15 km da foz do rio Amanã. No igarapé do Cão Era, à 20 km do Laranjal está localizado o ponto 7., e a 80 km, deste local, ou mais precisamente na Vila Mucajá, foi estabelecido o ponto 8. O ponto de número 9, fica no Repartimento, ou seja, na confluência do rio Parauari com o Urupadi, distante 10 km da Vila Mucajá.

No rio Urupadi, foram efetuadas duas coletas, sendo que a amostra 9.2, foi coletada em frente ao igarapé da Pedreira, à 10 km do Repartimento e a de número 9.1, de frente ao igarapé do Traira, a 5 km do igarapé da Pedreira.

Já no rio Mauês-Açú, foram coletadas amostras

próximo ao igarapé do Camarão, (ponto 10), e finalmente, na cidade de Maués, no ponto 11, que dista 20 km do igarapé do Camarão.

4.2. Métodos

As amostras de água, foram tomadas na superfície, e acondicionadas em frasco de polietileno.

As determinações foram realizadas pelos seguintes métodos e aparelhagens:

1. pH determinação potenciométrica utilizando-se aparelho tipo WTW pH 390, com eletrodo de vidro e calibrado com soluções padrões de pH 4.00 e 6.90.
2. Cálcio, Magnésio, Ferro, Manganês, Zinco e Cobre foram determinados por Espectrometria de Absorção Atômica, utilizando-se o aparelho da Perkin Elmer, modelo 306, equipado com um registrador da Radiometer Copenhagen REC 61 Servograph.
3. Sódio e Potássio foram determinados em Espectrometria de Emissão, utilizando-se o aparelho da Perkin Elmer modelo 306, equipada

do com um registrador da Radiometer
Copenhagen REC 61 Servograph.

4. Cloro como Cloreto (Cl^-) foi determinado por
volumetria, segundo método do IBP HANDBOOK,
1971, nº 8.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. pH

O pH das águas da região é de origem natural, proveniente de ácido carbônico dissolvido, seja da atmosfera, ou mais provavelmente do que se encontra na zona da infiltração do solo produzido pela respiração dos organismos vivos.

Neste caso, o pH da água depende do conteúdo de ácido carbônico e da quantidade de outros minerais dissolvidos.

Entre os constituintes básicos, encontra-se o carbonato de cálcio, que condiciona o pH, pois ao reagir com o CO_2 dissolvido forma o bicarbonato de cálcio solúvel, produzindo um sistema tampão.

Os valores de pH, mostram uma relação evidente, entre o terreno e o meio ambiente. É de se esperar, que a zona carbonífera forneça às águas uma maior quantidade de subs-

tâncias tampão. Como podemos observar na Tabela 2, que apresenta os valores de pH, medidos nas diferentes localidades da bacia Parauari-Mauês Açú, nos períodos estudados, as águas dessa região são menos ácidas, que as estudadas por *SIOLI (1956a, 1956b e 1957a)*.

Podemos verificar, que a região em estudo, devido a existência de calcário, produz águas quase neutras, enquanto que as outras da Amazônia Central, dão origem a águas ácidas. Isto pode ser atribuído ao sistema tampão (bicarbonato/gás carbônico) que contudo não impede que o pH sofra algumas variações sazonais.

Estas variações, são devidas ao aumento ou diminuição do volume de água dos rios. As águas de precipitação com um total de $2.696 \text{ mm ano}^{-1}$, ao diluírem as substâncias tampão provenientes do solo e subsolo da região, afetam o equilíbrio do efeito, tampão. Os fatores que podem ainda provocar essas mudanças de pH são de um lado, maior dissolução de bases do substrato e do outro, uma maior quantidade de CO_2 dissolvido, trazida pela chuva. Além disso, deve ser considerada a atividade biológica do sistema.

Tabela 2 - Valores de pH ao longo da Bacia do Rio Parauari-Mauês Açú nos quatro pontos estudados.

DATA DA COLETA Nº e Local	03 a 17/02/76	15 a 30/12/76	26/12/77 a 06/02/78	22/01 a 10/02/79
1. Ig. Pederneira	5,9	6,2	5,6	5,0
2.1. Ig. Benta Grande	-	-	5,3	4,3
2. Ig. Benta Grande (boca)	6,0	5,6	6,3	5,0
3. Rio Nambi	5,8	5,9	6,3	4,7
4. Ig. Paracaíçara	5,7	6,0	6,0	4,7
5.2. S. Antonio (R. Amanã)	-	6,3	6,1	5,0
5.1. Vare-Vento (R. Amanã)	-	-	6,1	4,9
5. Rio Amanã (boca)	5,7	6,2	6,2	4,7
6. Laranjal	5,7	5,9	6,1	5,9
7. Ig. Cão Era	-	5,8	6,2	4,9
8. Vila Macujã	5,8	5,8	6,1	5,1
9.2. Ig. Pedreira (R. Urupadi)	-	5,5	6,0	4,5
9.1. Ig. Traira (R. Urupadi)	-	5,3	6,0	5,0
9. Repartimento	-	5,9	6,2	5,2
10. Ig. Camarão	-	5,7	6,3	4,6
11. Mauês (cidade)	6,0	5,7	6,2	4,4

5.2. Cálcio

SIOLI em 1956b e *BRINKMANN* e *SANTOS* em 1972 afirmam que o conteúdo de cálcio e magnésio nas regiões Terciárias da Amazônia Central, são relativamente baixos; estes íons geralmente seriam provenientes da lavagem das folhas, caule e tronco pelas águas de chuva.

Ainda *SIOLI* (1956a; 1956b; 1957a e 1968b), encontrou valores muito baixos desses íons nas várias regiões por ele estudadas. *SANTOS et alii* (1978), trabalhando em região de terra firme da Amazônia Central, também encontraram valores muito baixos para esses íons.

A região em estudo situada em Zona Carbonífera, pode ser considerada uma exceção como também foi observado por *SIOLI* (1949) para a região do rio Cupari.

O calcário que aflora em vários pontos do rio Parauari, enriquece essas águas com sais de cálcio, fazendo com que ocorra uma variação deste íon nos diversos pontos estudados da bacia.

Podemos observar na Tabela 3 e Figura 3, a variação dos teores de cálcio, nos períodos estudados. No período cheio, foi observado um teor de $180 \mu\text{g. l}^{-1}$ entre o igarapé da Pederneira e o Laranjal; sofrendo um acréscimo da concentração para $270 \mu\text{g. l}^{-1}$ na Vila Mucajá e alcançando $360 \mu\text{g. l}^{-1}$

Tabela 3 - Valores para o Cálculo, calculado em $\mu\text{g.l}^{-1}$ para os períodos estudados da
Bacia do Rio Parauari-Maués Açú.

DATA DA COLETA Nº e Local		03 a 17/02/76	15 a 30/12/76	26/12/77 a 06/01/78	22/01 a 10/02/79
1.	Ig. Pederneira	180	280	270	360
2.1.	Ig. Benta Grande	-	-	360	180
2.	Ig. Benta Grande (boca)	180	310	350	270
3.	Rio Nambi	180	290	270	530
4.	Ig. Paracaigara	180	250	360	270
5.2.	S. Antonio (R. Amanã)	-	470	520	450
5.1.	Vare-Vento (R. Amanã)	-	-	520	620
5.	Rio Amanã (boca)	180	470	400	270
6.	Laranjal	180	350	360	270
7.	Ig. Cão Era	-	280	600	450
8.	Vila Mucajá	270	230	360	270
9.2.	Ig. Pedreira (R. Urupadi)	-	360	600	710
9.1.	Ig. Traira (R. Urupadi)	-	620	440	530
9.	Repartimento	-	340	360	180
10.	Ig. Camarão	-	310	360	360
11.	Maués (cidade)	360	260	360	710

Figura 3 - Variação dos valores de Cálcio ao longo da Bacia estudada.

na cidade de Mauês próximo da fôz provavelmente, isto pode ser atribuído, a uma maior dissolução das partículas de CaCO_3 sedimentadas no leito da bacia, favorecida ainda pelo volume de água e pela própria correnteza. Outra hipótese, não confirmada, seria a ocorrência de calcário no leito, nessa região.

Com a bacia no seu mais baixo nível, verifica-se uma variação desse elemento no Sistema Parauari-Mauês Açú. Isso deve-se provavelmente, às chuvas que caem na região, e que trazem parte das partículas do calcário que é explorado na área. Apesar de ocorrer uma diluição ao longo da bacia da ordem de $20 \mu\text{g. l}^{-1}$, observam-se sensíveis oscilações no teor de cálcio.

O rio Amanã (ponto 5.2) com alto teor desse íon faz com que a concentração no rio principal, o Parauari, seja aumentada, como observa-se no ponto 5. No rio Urupadi (pontos 9.2 e 9.1) a alta concentração, contribui novamente para a elevação do teor de cálcio, decaindo pouco a pouco como observado nos pontos 10 e 11, ou seja, no igarapé do Camarão e na cidade de Mauês.

Quando os rios da bacia, começam a aumentar de volume, as águas das fortes chuvas que caem na região, ainda encontramos calcário disponível, como mostra a Tabela e Figura 3. Entretanto, observa-se que o rio Amanã (pontos 5.2 e 5.1), apresenta concentrações elevadas, contribuindo para que

o rio principal acuse uma elevação na sua concentração, como mostra o ponto 5 da bacia.

O rio Urupadi (pontos 9.2 e 9.1), apresentando uma concentração bastante elevada de cálcio, não influencia o rio principal, isto provavelmente porque a bacia, a partir deste trecho, é aumentada em largura como em volume de água, tendendo à uma estabilização dos teores de cálcio.

5.3. Magnésio

Na Tabela e Figura 4, encontramos os valores de magnésio para os períodos estudados, mostrando também suas variações ao longo da bacia. Observa-se, no período cheio, que o maior teor encontrado, foi na boca do rio Amanã (ponto 5), com um valor de $970 \mu\text{g. l}^{-1}$, enquanto que a amostra do ponto 11 na cidade de Maués, apresentou a menor concentração desse íon, ($430 \mu\text{g. l}^{-1}$), mostrando uma tendência a diminuir a concentração à medida que se aproxima da foz.

Para o período seco, a concentração de magnésio não sofre variações acentuadas, observando-se a mesma tendência de diminuir a concentração com a proximidade da foz. Os maiores valores encontrados neste período foram no igarapé da Pederneira e na Vila Mucajá ($340 \mu\text{g. l}^{-1}$).

Tabela 4 - Valores para o Magnésio nos quatro períodos estudados da Bacia do Rio Parauari-Mauês Açû, e calculados em $\mu\text{g.l}^{-1}$.

DATA DA COLETA Nº e Local		03 a 17/02/76	15 a 30/12/76	26/12/77 a 06/01/78	22/01 a 10/02/79
1.	Ig. Pederneira	810	340	240	650
2.1.	Ig. Benta Grande	-	-	210	220
2.	Ig. Benta Grande (boca)	650	250	240	430
3.	Rio Nambi	860	270	200	160
4.	Ig. Paracaigara	860	330	200	270
5.2.	S. Antonio (R. Amanã)	-	250	260	380
5.1.	Vare-Vento (R. Amanã)	-	-	260	270
5.	Rio Amanã (boca)	970	330	200	320
6.	Laranjal	700	310	210	380
7.	Ig. Cão Era	-	310	200	270
8.	Vila Mucajã	490	340	180	270
9.2.	Ig. Pedreira (R. Urupadi)	-	260	170	160
9.1.	Ig. Traira (R. Urupadi)	-	220	170	320
9.	Repartimento	-	250	170	380
10.	Ig. Camarão	-	300	180	220
11.	Mauês (cidade)	430	270	160	110

Figura 4 - Variação dos valores de Magnésio ao longo da Bacia do Parauari-Maués-Açu.

No rio Amanã (ponto 5.2 da Tabela 4 e Figura 4), com $250 \mu\text{g. l}^{-1}$ de magnésio, notamos que o rio principal não sofre modificações na sua concentração, ($330 \mu\text{g. l}^{-1}$) encontrado tanto no igarapé do Paracaiçara (ponto 4), como na boca do rio Amanã (ponto 5). Porém, sua concentração é aumentada logo em seguida, na Vila Mucajá ($340 \mu\text{g. l}^{-1}$).

No rio Urupadi (pontos 9.2 e 9.1) os valores encontrados, são de $260 \mu\text{g. l}^{-1}$ e $220 \mu\text{g. l}^{-1}$, respectivamente, concorrendo para o teor de magnésio no rio principal seja diminuído, pois sua concentração cai no ponto 9, ($250 \mu\text{g. l}^{-1}$).

Há um pequeno aumento na concentração do rio principal quando este recebe o igarapé Camarão ($300 \mu\text{g. l}^{-1}$), voltando a partir desse ponto a mesma tendência anterior.

Quando as águas da bacia começam a aumentar de volume, as concentrações sofrem menores variações notando-se entretanto, a mesma tendência de a concentração diminuir com a aproximação da foz.

Com a continuação da subida d'água, a bacia do rio Paruari-Mauês Açú, tende a aumentar seu teor de magnésio (Tabela e Figura 4). A maior concentração verificada nessa época (22/01 a 10/02/79), foi no igarapé da Pederneira ($650 \mu\text{g. l}^{-1}$). Daí em diante, a bacia passa a apresentar certas flutuações, em consequência das águas que o rio principal recebe de seus tributários, ocasionando um aumento ou dimi-

nuição na concentração de magnésio, dependendo do teor com que esses afluentes contribuem.

Observamos, que nessa amostragem (22/01 a 10/02/79), o ponto de coleta que está situado em frente a cidade de Maués, o de número 11, foi encontrada uma concentração excepcionalmente baixa ($110 \mu\text{g. l}^{-1}$), valor esse, possivelmente ocasionada por uma forte chuva durante a coleta, provocando uma diluição na superfície do rio.

5.4. Ferro

SIOLI (1949), para a região do rio Cupari, observa 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 (1972b)*, as águas de precipitação fornecem ao sistema (rio Negro) $2 \text{ kg de Fe ha. ano}^{-1}$.

O ferro encontrado nas águas da bacia do Parauari-Maués Açú, é também, provavelmente, introduzido no meio ambiente pelas lavagens que sofrem o solo devido a alta pluviosidade da região ($2.696 \text{ mm. ano}^{-1}$).

Os valores de ferro na área em estudo (Tabela

e Figura 5), mostram que no período cheio, os teores de ferro sofrem modificações, provavelmente devido as alterações (oxi-redução) causadas no meio ambiente de drenagem. Essas variações estão relacionadas com as precipitações pluviométricas, que contribuem para a elevação do volume d'água, provocando ainda uma dissolução das partículas lixiviadas. As alterações observadas ao longo da bacia, possivelmente, podem ainda ser atribuídas as contribuições dos afluentes. Isso é demonstrado pela alta concentração verificada no igarapé da Benta Grande ($860 \mu\text{g. l}^{-1}$).

No período seco, as variações no teor de ferro não são acentuadas, e, outra vez, é na foz do igarapé da Benta Grande (ponto 2) que se apresenta a maior concentração ($530 \mu\text{g. l}^{-1}$). No rio Urupadi (pontos 9.2 e 9.1 da Tabela e Figura 5), com $310 \mu\text{g. l}^{-1}$ e $160 \mu\text{g. l}^{-1}$, respectivamente, também ocorre um pequeno aumento da concentração.

Para o período intermediário, a bacia apresenta teores mais baixos, com ligeiras alterações no rio Nambi e no igarapé do Paracaiçara ($200 \mu\text{g/l}$).

As condições climáticas do ano 1975/76, que determinaram o início do ciclo da cheia de 1976, foram bastantes anormais, em relação aos anos anteriores e consequentes. Em 1976 tivemos a ocorrência da 2.^a maior enchente do século, (29,61 m acima do nível do mar), 8 cm mais baixa que a ocorrida em 1953.

Tabela 5 - Valores para o Ferro nos períodos estudados da Bacia do Rio Parauari-Mauês
 Açú, calculados em $\mu\text{g.l}^{-1}$.

DATA DA COLETA Nº e Local		03 a 17/02/76	15 a 30/12/76	26/12/77 a 06/01/78	22/01 a 10/02/79
1.	Ig. da Pederneira	380	320	110	650
2.1.	Ig. da Benta Grande	-	-	150	350
2.	Ig. da Benta Grande (boca)	860	530	120	570
3.	Rio Nambi	390	190	200	260
4.	Ig. do Paracaiçara	420	380	200	260
5.2.	S. Antonio (R. Amanã)	-	310	280	300
5.1.	Vare-Vento (R. Amanã)	-	-	280	300
5.	Rio Amanã (boca)	490	330	200	100
6.	Laranjal	420	280	180	220
7.	Ig. do Cão Era	-	320	180	300
8.	Vila Mucajá	350	340	120	100
9.2.	Ig. Pedreira (R. Urupadi)	-	310	100	100
9.1.	Ig. Traira (R. Urupadi)	-	160	100	100
9.	Repartimento	-	360	100	300
10.	Ig. Camarão	-	370	100	100
11.	Mauês (cidade)	270	310	100	100

Figura 5 - Variação dos valores de Ferro nos períodos estudados da Bacia do rio Parauari-Mauês-Açú.

A apreciação devida deste fenômeno é de fundamental importância para a interpretação de dados hidroquímicos.

Com a anormalidade climática de 1975/76, praticamente não houve um período de estiagem definido, tendo o início das chuvas ocorrido mais cedo, que o normal (dezembro/janeiro) não permitindo uma vazante completa, como também, não se definindo o período de menor lixiviação correspondente à estiagem. Assim quando foi feita a primeira amostragem (fevereiro/76) já havia ocorrido a resposta das lixiviações provocadas pelas chuvas. Segundo *LEVISON (1974)*, as respostas ocorrem aproximadamente dois meses após o início da estação.

O fenômeno parece muito evidente pois os valores para o ferro em 1976, foram de $860 \mu\text{g. l}^{-1}$ no igarapé da Benta Grande (rio Parauari) e de $570 \mu\text{g. l}^{-1}$ em 1979, praticamente no mesmo mês. Isto mostra que em 1976 já tínhamos uma resposta enquanto que em 1979, provavelmente, o fenômeno ainda não havia ocorrido.

Algumas anomalias merecem citação: a que foi observada no igarapé da Benta Grande (ponto 2), nos períodos de 13 a 17/2 e de 15 a 30/12 em 1976, e a observada em 22/1 a 10/2 de 1979 no ponto 9, Repartimento.

Verificou-se também o já observado por *ANON (1972a)* que a concentração dos componentes dissolvidos nas

águas fluviais diferem notavelmente em períodos comparáveis de diferentes anos.

5.5. Cloreto

O cloreto é introduzido no sistema de drenagem, pelas águas das chuvas pela remineralização das substâncias das florestas, e ainda à possível ocorrência de depósitos de salgema na região.

Em análise feita nas águas de chuva, no período (15 a 30/12/76), foi constatado uma concentração de $740 \mu\text{g. l}^{-1}$. Sabe-se porém, que esta concentração é muito variável não só de época para época, como mesmo entre chuvas consecutivas, tornando-se difícil uma conclusão sobre a verdadeira influência destas águas.

Seria mesmo, de toda a conveniência, que estudos posteriores detalhassem estas variações nas diferentes épocas do ano para se chegar a uma definitiva conclusão sobre sua influência nas águas da região, uma vez que *ANON (1972b)* observa uma nítida diferença nas concentrações dos elementos na estação seca para a chuvosa, sendo que no período seco, as concentrações são mais elevadas, porém com a continuidade das precipitações, os íons tendem a diminuir sua concentração nas águas de chuva.

Na Tabela e Figura 6, observamos as variações de Cl^- , nos períodos e trechos da bacia estudado. Nelas nota mos que na época seca, a bacia Parauari-Maués Açú, sofre sensíveis modificações na sua concentração. A estação seca e quente, e de esparsas chuvas, contribue de modo geral, para uma maior concentração salina.

No período cheio, a concentração de Cl^- varia de $640 \mu\text{g. l}^{-1}$ do igarapé da Pederneira, para $700 \mu\text{g. l}^{-1}$ na cidade de Maués, dando uma elevação de $60 \mu\text{g. l}^{-1}$. Esta alte ração, pode ser atribuída principalmente ao arrastamento de sais de cloro, devido a remineralização de restos vegetais pe las águas de chuva.

No período intermediário, também observamos al gumas alterações provavelmente devidas a uma lavagem mais com pleta das superfícies ciliares com restos vegetais.

Estas alterações são mais acentuadas, com a continuidade das chuvas, como mostram os valores encontrados no período (22/01 a 10/02/79).

A fim de verificar a existência de variações verticais, foi feito um perfil entre o Repartimento e a cidade de Maués (pontos 9 e 11) e um outro na foz da bacia.

Os resultados são apresentados na Tabela 6a. Esses dados levam a crer que existe uma corrente diferencial

Tabela 6 - Valores para o Cloro, na forma de cloreto (Cl^-) nos diversos períodos estudados da Bacia, e calculados em $\mu\text{g.l}^{-1}$.

DATA DA COLETA Nº e Local		03 a 17/02/76	15 a 30/12/76	26/12/77 a 06/01/78	22/01 a 10/02/79
1.	Ig. Pederneira	640	840	390	1.420
2.1.	Ig. Benta Grande (boca)	-	-	640	1.420
2.	Ig. Benta Grande	640	1.430	540	710
3.	Rio Nambi	640	1.630	540	710
4.	Ig. Paracaiçara	640	2.070	540	1.060
5.2.	S. Antonio (R. Amanã)	-	1.430	640	1.420
5.1.	Vare-Vento (R. Amanã)	-	-	640	1.060
5.	Rio Amanã (boca)	640	1.920	540	1.060
6.	Laranjal	640	1.480	640	710
7.	Ig. Cão Era	-	1.430	540	1.060
8.	Vila Mucajã	640	1.030	540	1.060
9.2.	Ig. Pedreira (R. Urupadi)	-	940	740	1.060
9.1.	Ig. Traira (R. Urupadi)	-	1.230	540	1.060
9.	Repartimento	-	1.030	540	710
10.	Ig. Camarão	-	1.030	540	710
11.	Maués (cidade)	700	1.130	540	1.420

Tabela 6a - Valores de Cloretos ($\mu\text{g.l}^{-1}$) em um perfil, feito entre os pontos 9, 11 e Foz, na amostragem realizada em 22/01 à 10/02/79.

Nº DO PONTO DE COLETA	PROF. (m)				
	0	5	7	10	22
9	710	-	1.770	-	-
11	1.420	1.060	-	1.770	2.130
Foz	1.770	-	-	1.770	-

Figura 6 - Variação dos valores de Cloreto (Cl^-) na Bacia do Parauari-Mauês-Açú, nos períodos estudados.

nas diferentes profundidades no ponto 11, onde o rio forma uma baía com comportamento semelhante a "lago de rio".

Para uma explicação melhor do fenômeno observado, haveria necessidade de maior número de amostras em diferentes profundidades, bem como um estudo mais detalhado das correntes.

5.6. Sódio e Potássio

Nas Tabelas 7 e 8 e Figura 7, encontramos os teores de sódio e potássio, para os períodos estudados. Podemos observar, que os teores de potássio nas águas da bacia Paruari-Mauês Açú, são geralmente mais elevados que os de sódio. São em alguns pontos desta bacia, verifica-se a predominância do sódio sobre o potássio. Porém, os dois elementos estão nitidamente relacionados. O valor da relação sódio/potássio é provavelmente devido às queimadas que ocorrem na região, bem como à decomposição natural da matéria vegetal.

BOYER (1971), para os solos de florestas em Yangabi, no Congo Kinshasa, diz "a destruição e incineração das florestas equatorial forneceram ao solo 118 a 130 kg/ha de K trocável, mais uma quantidade de pelo menos igual em K não trocável (vegetais não queimados ou insuficiente queimados), ou seja, um total de pelo menos 260 kg/ha de K (metal) ou 310 kg/ha

Tabela 7 - Valores de Sódio para os períodos estudados na Bacia do Rio Parauari-Mauês
Açu, calculados em $\mu\text{g.l}^{-1}$.

	DATA DA COLETA			DATA DA COLETA				
	Nº	Local		Nº	Local			
1. Ig. Pederneira	-	-	870	100	1.440			
2.1. Ig. Benta Grande	-	-	-	230	720			
2. Ig. Benta Grande (boca)	-	-	270	430	910			
3. Rio Nambi	-	-	680	480	720			
4. Ig. Paracaíçara	-	-	480	460	480			
5.2. S. Antonio (R. Amanã)	-	-	890	710	2.160			
5.1. Vare-Vento (R. Amanã)	-	-	-	730	2.070			
5. Rio Amanã (fóz)	-	-	820	480	910			
6. Laranjal	-	-	660	500	1.540			
7. Ig. Cão Era	-	-	610	550	480			
8. Vila Mucajã	-	-	610	500	820			
9.2. Ig. Pedreira (R. Urupadi)	-	-	290	230	480			
9.1. Ig. Traira (R. Urupadi)	-	-	290	140	100			
9. Repartimento	-	-	640	230	430			
10. Ig. Camarão	-	-	530	460	1.300			
11. Mauês (cidade)	-	-	480	410	340			

Tabela 8 - Valores de Potássio, nos diversos pontos da Bacia do Parauari-Maués Açú, e calculados em $\mu\text{g.l}^{-1}$.

DATA DA COLETA Nº e Local		03 a 17/02/76	15 a 30/12/76	26/12/77 a 06/01/78	22/01 a 10/02/79
1.	Ig. Pederneira	-	930	180	860
2.1.	Ig. Benta Grande	-	-	330	750
2.	Ig. Benta Grande (fz)	-	990	550	860
3.	Rio Nambi	-	670	550	1.940
4.	Ig. Paracaçara	-	600	550	750
5.2.	S. Antonio (R. Amanã)	-	780	860	1.080
5.1.	Vare-Vento (R. Amanã)	-	-	860	750
5.	Rio Amanã (fz)	-	740	550	750
6.	Laranja1	-	640	610	1.080
7.	Ig. Cão Era	-	710	640	750
8.	Vila Mucajã	-	670	610	750
9.2.	Ig. Pedreira (R. Urupadi)	-	270	240	100
9.1.	Ig. Traira (R. Urupadi)	-	340	240	100
9.	Repartimento	-	710	370	750
10.	Ig. Camarão	-	600	490	100
11.	Maués (cidade)	-	560	490	750

Figura 7 - Variação dos valores de Sódio e Potássio, nos períodos estudados da Bacia do rio Parauari-Mauês-Açu.

de K_2O ". Na região em estudo, não nos foi possível a obtenção de dados relativos às queimadas, para uma afirmativa mais segura, mas é possível, que tais queimadas influenciem o meio ambiente em questão.

Os altos teores de sódio no rio Amanã (pontos 5.2 e 5.1 em 22/01 a 10/02/79), são de difícil explicação, desde que os teores de cloreto nos mesmos locais e na mesma época não justificam a hipótese de ocorrência de salgema no curso do rio, única explicação plausível para essa anomalia.

Com a continuidade das chuvas as concentrações de sódio e potássio, tendem a aumentar nas águas da bacia, provavelmente devido ao arraste de substâncias, vindas das florestas, principalmente o potássio, que é liberado durante as queimadas que ocorrem na época de menor pluviosidade e que são retidos no solo e lixiviados durante o início da estação chuvosa.

5.7. Cobre, Zinco e Manganês

Nas Tabelas 9, 10 e 11, são apresentados os teores de cobre, zinco e manganês, para os períodos estudados na bacia, do rio Parauari-Maués Açú, notando-se uma ligeira diferença entre os períodos de menor e maior volume d'água.

Tabela 9 - Valores para o Cobre nos diversos trechos da Bacia Parauari-Maués Açu, e calculados em $\mu\text{g.l}^{-1}$.

DATA DA COLETA Nº e Local		03 a 17/02/76	15 a 30/12/76	26/12/77 a 06/01/78	22/01 a 10/02/79
1.	Ig. Pederneira	-	50	30	10
2.1.	Ig. Benta Grande	-	-	20	10
2.	Ig. Benta Grande (fóz)	-	30	10	10
3.	Rio Nambi	-	40	20	10
4.	Ig. Paracaiçara	-	50	10	10
5.2.	S. Antonio (R. Amanã)	-	30	10	10
5.1.	Vare-Vento (R. Amanã)	-	-	20	10
5.	Rio Amanã (fóz)	-	40	20	10
6.	Laranjal	-	80	30	10
7.	Ig. Cão Era	-	60	30	10
8.	Vila Mucajã	-	60	30	10
9.2.	Ig. Pedreira (R. Urupadi)	-	50	20	10
9.1.	Ig. Traira (R. Urupadi)	-	30	10	10
9.	Repartimento	-	50	30	10
10.	Ig. Camarão	-	90	40	10
11.	Maués (cidade)	-	50	30	10

Tabela 10 - Valores de Zinco, para os diversos trechos da Bacia Parauari-Mauês Açú, e calculados em $\mu\text{g.l}^{-1}$.

DATA DA COLETA		03 a 17/02/76		15 a 30/12/76		26/12/77 a 06/01/78		22/01 a 10/02/79	
Nº e Local									
1.	Ig. Pederneira	-		40		10		10	
2.1.	Ig. Benta Grande	-		-		30		10	
2.	Benta Grande (foz)	-		70		40		10	
3.	Rio Nambi	-		20		10		10	
4.	Ig. Paracaicara	-		70		30		10	
5.2.	S. Antonio (R. Amanã)	-		90		30		10	
5.1.	Vare-Vento (R. Amanã)	-		-		20		10	
5.	Rio Amanã (foz)	-		30		10		10	
6.	Laranjaí	-		80		40		10	
7.	Ig. Cão Era	-		120		80		10	
8.	Vila Mucajã	-		70		50		10	
9.2.	Ig. Pedreira (R. Urupadi)	-		40		10		10	
9.1.	Traira (R. Urupadi)	-		10		10		10	
9.	Repartimento	-		50		30		10	
10.	Ig. Camarão	-		60		30		10	
11.	Mauês (cidade)	-		60		30		10	

Tabela 11 - Valores para o Manganês, para os diversos trechos da Bacia Parauari-Mauês
 Açú, e calculados em $\mu\text{g.l}^{-1}$.

DATA DA COLETA Nº e Local		03 a 17/02/76	15 a 30/12/76	26/12/77 a 06/01/78	22/01 a 10/02/79
1.	Ig. Pederneira	-	40	10	10
2.1.	Ig. Benta Grande	-	-	10	10
2.	Ig. Benta Grande (foz)	-	30	10	10
3.	Rio Nambi	-	20	10	10
4.	Ig. Paracaíçara	-	40	20	10
5.2.	S. Antonio (R. Amanã)	-	70	30	10
5.1.	Vare-Vento (R. Amanã)	-	-	20	10
5.	Rio Amanã (foz)	-	30	20	10
6.	Laranja	-	30	10	10
7.	Ig. Cão Era	-	40	20	10
8.	Vila Mucajã	-	40	20	10
9.2.	Ig. Pedreira (R. Urupadi)	-	30	10	10
9.1.	Ig. Traíra (R. Urupadi)	-	40	10	10
9.	Repartimento	-	40	10	10
10.	Ig. Camarão	-	40	20	10
11.	Mauês (cidade)	-	30	10	10

O igarapé do Cão Era (ponto 7) apresenta uma elevada concentração de zinco na época em que a bacia encontra-se com seu nível de água ($120 \mu\text{g. l}^{-1}$). Estudos posteriores, poderão elucidar qual a possível origem desse elemento, nesse trecho. Para os demais elementos e trechos estudados, não foram observados quaisquer anomalias estando esse íon dentro do estabelecido para as águas naturais.

6. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos na bacia do rio Parauari-Mauês Açú, constantes nas Figuras e Tabelas, com também observações "in loco", levam às seguintes conclusões:

1. A composição química das águas da bacia do rio Parauari-Mauês Açú, é nitidamente influenciada pelas estações do ano, com variações sazonais, de acordo com as alterações do nível das águas e ocorrências climáticas;
2. As alterações no processo hidroquímico, são resultantes dos fenômenos acima referidos, como também, da localização do ponto de coleta e de outros fenômenos de natureza física, química e biológica;
3. Com relação à concentração dos diversos elementos, foram possíveis as seguintes conclusões:

3.1. pH

3.1.1. as águas de precipitação afetam o pH dos rios ao diluïrem as substâncias provenientes do solo e subsolo da região;

3.1.2. os valores de pH sofrem modificações em função dos períodos de enchentes e vazante.

3.2. Cálcio

3.2.1. no inverno, os teores de cálcio são estáveis sofrendo variações entre a Vila Mucajã e a cidade de Mauês próximo da foz;

3.2.2. no período seco, ocorre um aumento na concentração desse elemento.

3.2.3. no período intermediário, ocorre uma elevação do teor de cálcio.

3.2.4. o teor de cálcio é praticamente constante em toda a bacia, com exceção de alguns pontos.

3.3. Magnésio

3.3.1. nos períodos estudados, nota-se

que a concentração de magnésio, tende a uma ligeira diminuição à medida que se aproxima da foz;

3.3.2. as maiores concentrações ocorrem no período da cheia.

3.4. Ferro

3.4.1. de um modo geral, os teores de ferro encontrados na bacia, estão dentro da faixa normal encontrada em outras regiões da Amazônia.

3.4.2. pequena variação sazonais ocorrem para teores desse elemento.

3.5. Cloreto

3.5.1. a concentração de cloreto nos períodos cheio e intermediário, são nitidamente constantes em toda a bacia.

3.5.2. no período seco, nota-se uma concentração mais elevada deste íon;

3.6. Sódio e Potássio

3.6.1. o potássio aparece em geral em

concentrações maiores que o só-
dio;

3.6.2. com exceção de uma época de amos
tragem, houve uma nítida rela-
ção entre os teores de sódio e
potássio;

3.7. os elementos cobre, manganês e zinco
são encontrados em concentrações mui-
to baixas e constantes ao longo da ba-

cia, não sofrendo variações sensíveis
aos diversos períodos estudados.

3.8. durante o período seco, as concentra-
ções dos diversos elementos tendem a
aumentar enquanto, que com o início da
cheia tendem a diminuir.

3.9. com a continuidade das chuvas no pe-
ríodo intermediário, as concentrações
dos elementos, tendem a aumentar.

7. SUMMARY

The chemical composition of the Parauari-Mauês Açu basin are studied through the determination of pH, calcium, magnesium, iron, chloride, sodium, potassium, zinc, copper and manganese.

Four expeditions were made and samples were collected in 16 different points of the main course.

Chemical analysis of the river's waters shows seasonal fluctuations of the concentrations of the elements in the main river as well as in the main afluentes like Nambi river, Amanã river and Urupadi river.

8. BIBLIOGRAFIA

ABREU, S.F. 1973. Recursos minerais do Brasil, Vol. I e II.
Ed. Edgard Blucher - EUSP - SP.

ACKERMANN, F.L. 1962. Geologia e fisiografia da região Bragantina (Pará) INPA - *Cadernos da Amazonia* nº 2.

ALBUQUERQUE, O.R. 1922. Reconhecimentos geológicos no vale do Amazonas. *Bol. do M.A./Serv. Geol. e Mineralógico* nº 3. 84p.

ALMEIDA, L.C. e A.F. SOUZA. 1972. Prospeção de solos no município de Maués-Açú. *Informativo*. IPA00c., 21p.

ANON. 1972a. Die ionenfracht des Rio Negro, Staat Amazonas, Brasilien, Nach untersuchung von Dr. Herald Ungemach. *Amazoniana*, Kiel, 3(2):175-185.

ANON. 1972b. Regenwasseranalysen aus Zentralamazonien, ausgeführt in Manaus, Amazonas, Brasilian, von Dr. Herald Ungemach. *Amazoniana*, Kiel, 3(2):186-198.

- BOYER, J. 1971. Propriedades dos solos e fertilidade. *Programa de Textos Didáticos XL*. Universidade Federal da Bahia. 196p.
- BRINKMANN, W.L.F. e A. dos SANTOS. 1973. Natural waters in Amazonia VI. Soluble calcium properties. *Acta Amazônia*, 3(2):33-40.
- DAEMON, R.F. e C.J.A. CONTREIROS. 1971. Zoneamento palinológico da Bacia do Amazonas, Belém, Petrobrás-RENOR (Relatório Técnico Interno, 635-A) IN. DNPM-Projeto Radam-Folha SB-21. Tapajós: Levantamento de Recursos Naturais, Rio de Janeiro, 1975. V.7.
- GESSNER, F. 1959. Hidrobotanik II. Berlim, Deutscher Verlag der Wissenschaftler.
- IPEAAOC. 1971. Solos do Distrito Agropecuário da Suframa. *Série Solos*. Manaus, 1(1):13-99.
- LEVISON, A.A. 1974. Introduction to exploration Geochemistry-Department of Geology University of Calgary, Alberta, Canada, *Applied Publishing Ltda*. 614p.
- MOURA, P. 1932. Reconhecimentos geológicos do Vale do Tapajós. *M.A. Serv. Geol. e Mineralógico*. Bol. nº 67. 53p.
- MOURA, P. 1951. Geografia do Baixo Amazonas. Bol. nº 91. *Serv. Geográfico e Mineralógico do M.A.*
- OLIVEIRA, A.I. e O.H. LEONARDOS. 1943. Geologia do Brasil. Rio de Janeiro, M.A.

- SAKAMOTO, T. 1957. Trabalhos sedimentalógicos geomorfológicos e pedogenéticos referentes à Amazônia. Belém, Missão FAO/UNESCO na Amazônia - SPVEA. 120p.
- SANTOS, A. dos; S.R.B. BRINGEL, J.S.B. RIBEIRO. 1978. Hidroquímica da Amazônia Central I. Perdas de elementos nutritivos no ecossistema Campina Amazônica. *Anais do 1º Simpósio Nacional de Ecologia - 26 a 29 de setembro de 1978*. Curitiba-Pr.
- SIOLI, H. 1949. O Rio Cupari. Topografia e Hidrografia. *Bol. Tec. Inst. Agron. do Norte (Belém)* nº 17. 54p.
- SIOLI, H. 1950. Das Wasser in Amazonasgebiet. *Fortschr.*, 26:274-280.
- SIOLI, H. 1951a. Alguns resultados e problemas da limnologia Amazônica. *Bol. Tec. Inst. Agron. do Norte (Belém)*, 24:2-44.
- SIOLI, H. 1951b. Estudo preliminar das relações entre a geologia e a limnologia da zona Bragantina. *Bol. Tec. Inst. Agron. do Norte (Belém)*, 24:67-76.
- SIOLI, H. 1956a. O Rio Arapiuns - Estudo limnológico de um corpo d'água do terciário, plioceno das barreiras do Baixo Amazonas. *Bol. Tec. Inst. Agron. do Norte (Belém)*, 32:1-116.
- SIOLI, H. 1956b. As águas do alto Rio Negro. *Bol. Tec. Inst. Agron. do Norte (Belém)*, 32:117-155.
- SIOLI, H. 1957a. Valores de pH de águas Amazônicas. *Bol. do Museu Paraense Emilio Goeldi; Geologia*, 1:1-37.

SIOLI, H. 1957b. Die "Fruchtbarkeit" der Urwaldböden des brasilianischen Amazonasgebietes und ihre Bedeutung für eine zukünftige Nutzung - *Staden - Jahrbuch*, 5:23-36.

SIOLI, H. 1957c. Beiträge zur regionalen Limnologia des Amazonasgebietes. IV. Limnologische Untersuchungen in der Region der Eisenbahnlinie Belém-Bragança (Zona Bragantina) im Staate Pará, Brasilien - *Arch. f. Hydrobiol.*, 53:161-222.

SIOLI, H. 1965. Bemerkung zur Typologie amazonischer Flüsse. *Amazoniana*, 1(1):74-83.

SIOLI, H. e H. KLINGE. 1962. Solos, tipos de vegetação e água na Amazônia. *Bol. do Museu Paraense Emílio Goeldi*, 1:27-41.

SIOLI, H. 1968a. Zur Ökologie des Amazonas-Gebietes, p.137-170. In: *Biogeography and Ecology in South America*, Vol. 1.

SIOLI, H. 1968b. Hydrochemistry and Geology in the Brazilian Amazon region. *Amazoniana*, 1(3):267-277.