

**BOLETIM TÉCNICO**  
**DO**  
**Instituto Agrônômico do Norte**

**N.º 17**

**Setembro de 1949**

**O RIO CUPARI**

**I**

**TOPOGRAFIA E HIDROGRAFIA**

**por**

**HARALD SIOLI**

**Belém -- Pará**  
**Brasil**

# O RIO CUPARI

## I. TOPOGRAFIA E HIDROGRAFIA

- I. Introdução e Generalidades.
- II. Viagens executadas e Técnicas das viagens
- III. Topografia, Mineralogia e Fisiografia do Rio Cupari
- IV. Hidrografia do Cupari

- A) Regime de água no Rio Cupari
- B) Técnica das determinações físicas e químicas
- C) Os corpos d'água examinados e os resultados das análises.

### D) Discussão das análises.

- 1) Temperatura
- 2) Cór e transparência
- 3) pH, gás carbônico e bicarbonatos
- 4) Oxidabilidade e ácidos húmicos
- 5) Substâncias anorgânicas.

- a) Dureza
- b) Ferro
- c) Cloretos
- d) Alumínio
- e) Sílica
- f) Manganez
- g) Amoníaco
- h) Sulfatos
- i) Nitratos
- j) Fosfatos
- k) Substâncias não analisadas.

## V. Sumário.

- ANEXOS:
- 1) Esboço geológico da Amazônia.
  - 2) Esboço de um mapa do percurso do Rio Cupari.
  - 3) Tabela dos resultados das análises das águas do sistema fluvial do Rio Cupari.
  - 4) Gráfico sobre pH e sistema de tampão das águas analisadas.
  - 5) 14 fotografias.

## I. INTRODUÇÃO E GENERALIDADES

O Rio Cupari é um afluente da margem direita do baixo Rio Tapajós, no qual desemboca entre Fordlândia e a Vila de Aveiro. E' formado pela confluência de dois rios, o Pixuna e o Tinga, no lugar de nome Repartimento, situado mais ou menos 100 Km. acima da boca do Cupari.

O Rio Cupari é famoso pela sua riqueza em borracha, existindo nas suas margens muitos seringais, e pela fertilidade das suas terras. Ambos êsses fatores atraíram, no comêço da época áurea da borracha na Amazônia, muitos seringueiros imigrantes que substituíram os antigos habitantes indígenas da tribo dos Mundurucú. Hoje, o Rio Cupari, relativamente, apresenta boa densidade de população, encontrando-se quase 50 casas habitadas ao longo dos 100 Kms. do seu curso. Grandes extensões de capoeiras, especialmente na parte média do curso, indicam que no auge da época da borracha, do comêço dêste século até a primeira guerra mundial, o número e a atividade dos moradores era maior do que nos dias atuais.

Infelizmente, a malária é muito freqüente na região do Rio Cupari e dizima a população de tal maneira que, à sua fama de fertilidade, se juntou também a de grande insalubridade.

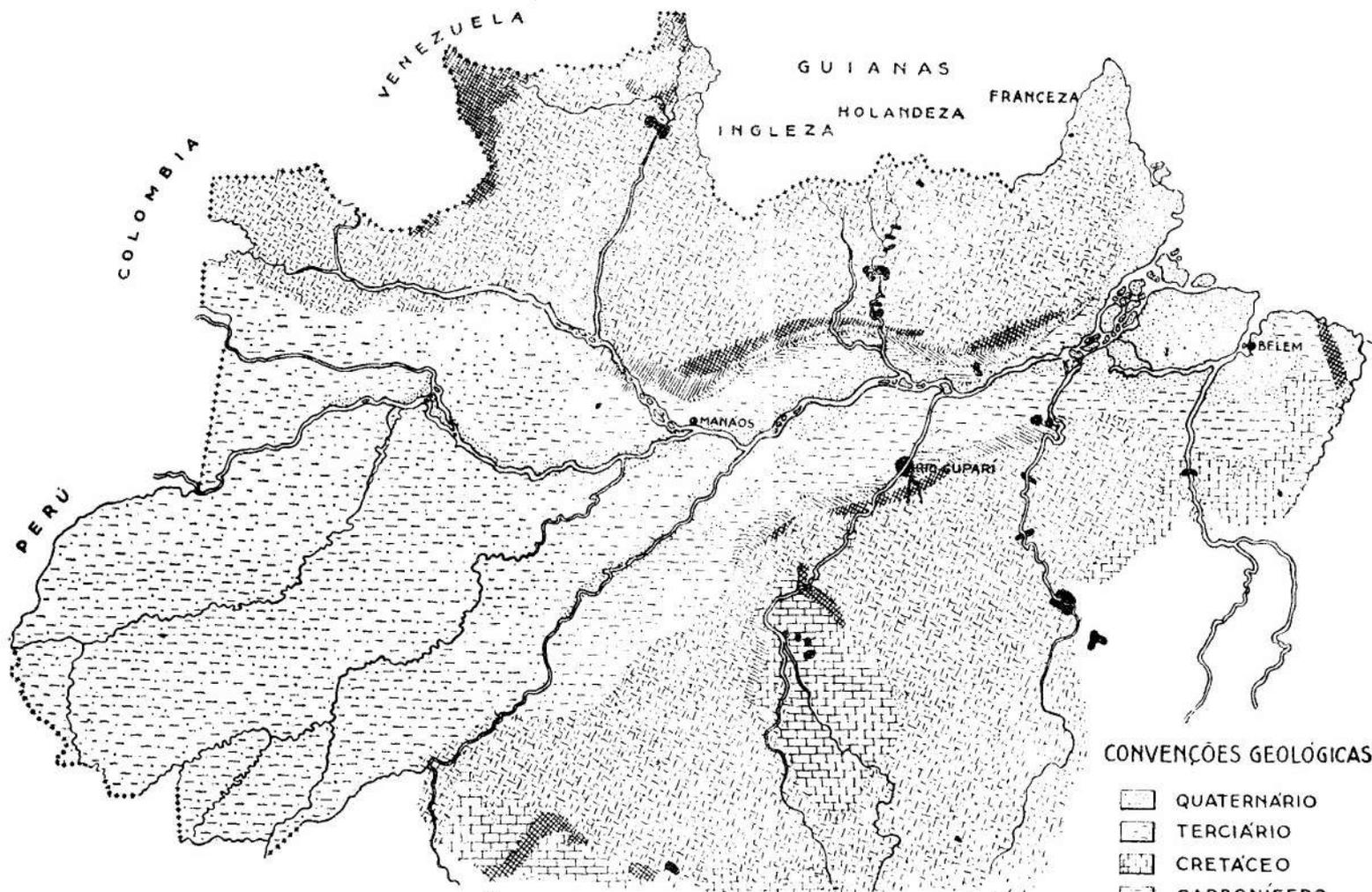
Como na maioria dos pequenos rios da Amazônia, as casas dos moradores são isoladas e distantes umas das outras, havendo somente na pequena povoação Capoeirinha, além do comércio, umas três ou quatro casas reunidas. Êste sistema de moradias afastadas impossibilita qualquer assistência médica eficaz e também a educação. Sem educação não há higiene e sem higiene e assistência médica não há saúde em regiões tropicais nas quais, com a colonização, foi destruída a cultura e a organização social dos indígenas, e, em vez de uma nova cultura, foram importados os vícios e as doenças da civilização. O estado deplorável em que se acha a maioria dos habitantes das margens do Cupari é, pois, con-

seqüência lógica do desenvolvimento histórico da própria região.

Depois de um novo estímulo durante a campanha da borracha na última guerra, a população e as atividades do Rio Cupari começam agora a declinar.

As cabeceiras dos dois rios que formam o Cupari são ainda desconhecidas, mas se encontram no maciço arqueano, principalmente de granito, que se estende em direção ao Brasil Central. Nos seus cursos, os rios Pixuna e Tinga entram na faixa do Paleozóico que limita a planície amazônica terciária naquela região, em direção OSO a ENE, cortando-a transversalmente. Não se sabe ainda se a faixa do Presiluriano, conhecida na região do Rio Tapajós acima de São Luiz mas não alcançando os tributários ocidentais do Rio Xingú, termina antes ou depois destes dois rios. Desconhece-se até o presente se os rios Pixuna e Tinga percorrem a zona do Presiluriano e recebem águas que dela procedem. O que está fora de dúvida, entretanto, é que, em seguida, êles entram na faixa do Devoniano, na qual se juntam no local denominado Repartimento. Daí para jusante, o Cupari continua no Devoniano um curto trecho e passa logo para o Carbonífero, o qual êle percorre no resto do seu curso até a boca.

Um pequeno mapa geológico do Baixo Amazonas ilustra a situação do Rio Cupari (Mapa n.º 1).



CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

- QUATERNÁRIO
- TERCIÁRIO
- CRETÁCEO
- CARBONÍFERO
- DEVONIANO
- SILURIANO
- PRE-CAMBRIANO
- ARQUEANO
- ERUPTIVAS

# ESBOÇO GEOLÓGICO DA AMAZÔNIA

Reprodução do mapa geológico organizado por

AVELINO IGNACIO DE OLIVEIRA

REPRESENTA O ESTADO DOS CONHECIMENTOS EM 1938

Reproduzido com pequena modificação mostrando a situação do Rio Cupari, de "O Solo da Amazônia", de Silvio Fróis Abreu. (IN A Amazônia Brasileira Ed. do Conselho Nacional de Geografia. Rio de Janeiro, 1944).

## II. VIAGENS EXECUTADAS E TÉCNICA DAS VIAGENS

Foram executadas duas viagens ao Rio Cupari com o fim de estudar a Limnologia da região, especialmente com relação à Geologia do meio ambiente. Havia indícios de que as águas da zona do Carbonífero diferiam em certos característicos das águas da enorme planície amazônica do Terciário.

Na primeira viagem, feita de 18 de Dezembro de 1947 a 3 de Janeiro de 1948, os excursionistas seguiram rio acima até o Repartimento, lá entrando no Rio Tinga somente poucos quilômetros e subindo o Rio Pixuna mais de 10 Km. até a Cachoeira Ipanema. Naquele ano, o "inverno" (a estação chuvosa) que geralmente começa, na região, mais ou menos no princípio do ano, chegou excepcionalmente cedo. As primeiras chuvas pesadas começaram a cair em 15 de Dezembro de 1947 e durante toda a viagem choveu quase diariamente. Estas circunstâncias influenciaram fortemente na viagem e em seus resultados. Tratava-se de um rio sujeito às condições do começo da estação chuvosa e da enchente, com as conseqüências naturais para o quimismo da água. O nível do rio atingiu 3 a 4 metros acima do nível estival, facilitando muito a passagem pelas cachoeiras e corredeiras, das quais algumas desapareceram por completo. A influência da chuva e da enchente sobre os resultados da viagem será discutida mais tarde.

Tomaram parte nesta excursão científica, os Srs. Rudolf Braun, hidrobiologista; George A. Black, botânico e o autor desta monografia. O Sr. Braun dedicou-se especialmente ao estudo da micro e macroflora aquática, e da Limnologia geral dos lagos marginais do baixo Cupari. Depois, no laboratório em Belterra, êle executou todas as análises químicas das amostras de águas trazidas da viagem. Desejo expressar-lhe, aqui, a minha sincera gratidão pelo trabalho complexo e difícil que levou a efeito, executando-o às vezes sob condições deficientes. O Sr. Black estudou e colecionou principalmente a flora marginal, terrestre e semi-terrestre, das

águas visitadas. Ao autor destas linhas coube a Limnologia geral dos rios e igarapés. Fomos acompanhados por três homens que executaram os serviços de remador, piloto, cozinheiro, servente, etc.

Empreendi a segunda viagem de 20 a 29 de Outubro de 1948, em pleno verão, quando a água desceu ao nível mínimo. Realizei-a só, acompanhado apenas de dois ajudantes para os serviços de remador, piloto, servente, etc. Cheguei a atingir o Repartimento, sendo que esta jornada foi mais trabalhosa para os homens do que a primeira, por causa do nível muito baixo do rio. Em ambas as viagens foi usada uma canoa de 4,50 m. de comprimento, com um motor de popa PENTA de 4½ cavalos adaptado na popa.

Na primeira viagem levamos em reboque uma canoa maior destinada à bagagem, necessariamente grande, de três exploradores e três ajudantes. Durante esta excursão no inverno, a água conservou-se sempre bastante funda para o motor de popa, e somente a Cachoeira do Flechal obrigou a tripulação, ainda aumentada por alguns moradores do lugar, a entrar na água e puxar as canoas com força braçal para vencer a correnteza.

Na segunda viagem, o Rio Cupari, em longos trechos, estava tão raso que a hélice do motor tocava o chão e os homens tinham que remar ou arrastar a canoa sobre o leito de areia e pedregulho. A fotografia n.º 1 mostra a pequena profundidade do Rio Cupari no “Baixo do Caxias”. Na maioria das cachoeiras a canoa teve de ser puxada pela tripulação, com a ajuda dos moradores. Na fotografia n.º 2 vê-se a passagem da Cachoeira do Flechal. Mas uma grande vantagem desta viagem consistiu no fato de que as pedras nas margens do rio estavam expostas e os igapós secos, de maneira que se conseguiu obter uma impressão nítida do fundamento mineralógico e da estrutura física da região.

### III. TOPOGRAFIA, MINERALOGIA E FISIOGRAFIA DO RIO CUPARI

O Rio Cupari percorre, num curso sinuoso, um terreno levemente ondulado, algumas vezes até acidentado. Esta ondulação é típica para a faixa do Carbonífero. Subindo o Rio Tapajós, o viajante enxerga, até Aveiro, as margens deste rio formadas do Terciário, com pronunciadas linhas retas horizontais: os depósitos do grande lago amazônico da época do Terciário formaram uma planície na qual a erosão cortou vales e terrenos mais baixos, mas que em grandes extensões persiste, constituindo os planaltos da terra firme do baixo Rio Tapajós. A fotografia n.º 3 mostra a formação típica das margens terciárias desse rio. De Aveiro para cima, onde se entra no Carbonífero, o aspecto da paisagem muda; não aparecem mais estas linhas horizontais dominantes, mas o terreno consiste em morros irregulares e elevações onduladas, devido, provavelmente, às irrupções de diabásio muito frequente naquela região. A fotografia n.º 4 representa a margem do Tapajós constituída de Carbonífero, em frente de Fordlândia.

O esboço de um mapa do Rio Cupari que foi levantado durante a segunda viagem, acompanha este estudo e mostra bem a sinuosidade do rio. O percurso do Cupari, entre a boca e o Repartimento, mede redondamente 100 Kms., enquanto em linha reta a distância não chega a 50 Kms., ouvindo-se perfeitamente, no Repartimento, o apito da usina de Fordlândia, quando o vento não está desfavorável.

Os trechos visitados dos Rios Tinga e Pixuna e o curso superior do Cupari correm sobre uma base de arenitos do Devoniano, que afloram em muitos lugares, e às vezes de folhelho. Mais ou menos na região de Capoeirinha, o rio entra no Carbonífero. As faixas do Carbonífero que limitam o grande vale terciário do baixo Amazonas nas margens setentrional e meridional (vide esboço de um mapa geológico do baixo Amazonas), são conhecidas pela fertilidade maior

das suas terras, em comparação com as terras de outra origem geológica, especialmente do Terciário.

Na Cachoeira da Jiboia aparece o primeiro afloramento de diabásio que, em forma de acumulações isoladas de blocos dêste mineral, se repete muitas vezes dali para baixo. A fotografia n.º 5 representa uma destas acumulações de diabásio no curso baixo do Rio Cupari. Entre a Cachoeira do Tauari e o chamado Sítio do Sr. Antônio Português ocorre o calcáreo em muitos pontos nas margens do rio, mas num nível baixo, ficando exposto sômente no verão e sendo coberto pela água na maior parte do ano. A fotografia n.º 6 mostra um afloramento de calcáreo perto de Inगतubão. Em muitos lugares aparecem também arenitos que, no Carbonífero da região, são sobrepostos ao calcáreo. A fotografia n.º 7 representa o arenito duro, em forma de um paredão liso, no lugar "Itapéua". No lugar "Pedra Branca", pouco abaixo de Curuçá, existe gipsita. Dali para baixo predominam arenitos e argilas estratificadas duras, entre as substâncias mais sólidas do terreno, além das acumulações isoladas de diabásio. O esboço do mapa indica todos os lugares de importância mineralógica.

O leito do Rio Cupari consiste em areia fina, pedregulho e seixos rolados, conforme a correnteza da água. As pedras e rochas nas cachoeiras, às vezes ponteagudas, são revestidas de uma crosta preta e, parcialmente, de vegetação aquática, típica das cachoeiras (Podostemonaceas).

As margens do Rio Cupari são geralmente formadas por barrancos íngremes de 3 a 5 ms. de altura, sôbre o nível mínimo da água no verão. Raríssimas são as pequenas praias de areia, e sômente em poucos lugares aparecem fora d'água, na época sêca, bancos de areia localizados no meio do leito do rio (Fotografia n.º 8). Esta falta geral de praias alvas que embelezam tantos outros rios amazônicos, dá ao Cupari um aspecto triste e monótono. No verão, o viajante tem a impressão de se deslocar no fundo de um canal sêco, cujas paredes nunca permitem à vista estender-se atrás delas. Na fotografia n.º 9 observa-se uma paisagem típica do curso mé-

dio do Rio Cupari. Na fotografia vê-se também como, nas curvas, muitas vezes se distingue bem a margem côncava — o lado da erosão — da margem convexa — o lado de aluvião do rio. Os barrancos comumente se elevam em ângulos entre 45° e 90°. Nos cursos superior e inferior do Cupari não existem barrancos nus; êles são cobertos pela vegetação que, mesmo no verão, chega até a superfície da água. A fotografia n.º 10 representa, como exemplo, o curso superior do Cupari, do Repartimento para baixo. Ela foi tirada durante o verão.

No período do inverno, a água da enchente cobre quase todos os barrancos, estendendo-se pelos terrenos circunvizinhos, formando igapós. (Fotografia ns. 11 e 12; igapós do curso médio do Cupari durante o verão e o inverno). Êstes igapós, que nas partes visitadas dos Rios Pixuna e Tinga e do curso superior do Cupari são menores e mais isolados, dominam a formação do terreno adjacente aos cursos médio e baixo do Cupari, mais ou menos do Sítio São Raimundo para baixo. Nesta época se avistam as margens do rio, somente nas terras firmes que aparecem como pequenas ilhas, nas quais estão construídas as casas dos moradores. No resto, o curso d'água é limitado diretamente pela floresta escura do igapó, na qual a densidade das árvores, bem como arbustos e paus caídos dificultam a entrada da canoa, embora a profundidade das águas o permita. Os cursos de pequenos igarapés, cortados no terreno e formando pequenos vales durante o verão, desaparecem na maior parte e se revelam somente por uma linha menos densa de vegetação. A água da maioria dos igarapés é completamente misturada com a água do igapó inundado, e êste fato torna, em muitos casos, impossível a comparação dêstes igarapés nas diferentes estações do ano.

Dentro dos igapós nos cursos médio e baixo do Rio Cupari, existem pequenos e grandes lagos abertos e circundados pela floresta. São de pequena profundidade e, no verão, secam parcialmente. No fundo sêco do lago crescem, então, gramíneas e outras plantas adaptadas a êste biotopo temporariamente alagado, ou êle é coberto por uma camada

de vegetação aquática flutuante e morta (*Eichhornia* sp.). A vitória régia, que durante o inverno dá um encanto especial a alguns destes lagos, desaparece durante o tempo da estiagem (Fotografias ns. 13 e 14, Lago Curuçá durante o inverno e o verão). Mais rica, porém, se torna a vida de animais maiores nos poços restantes destes lagos, aos quais se recolhem os peixes e os jacarés.

#### IV. HIDROGRAFIA DO CUPARI

##### A) REGIME DE ÁGUA NO RIO CUPARI

O regime de água no Rio Cupari obedece, em linhas gerais, à distribuição anual de verão e inverno, como na Amazônia são chamadas as estações seca e chuvosa do ano. Ha influência, porém, pelo menos nos cursos médio e baixo, do regime de águas do baixo Tapajós e, com êste, do baixo Amazonas.

As chuvas invernais começam a cair primeiramente nas regiões ao sul do Rio Amazonas, no Brasil Central. Dali o inverno progride em direção ao norte. Para dar um exemplo desta progressão das estações anuais de sul para norte, citemos os dados de três diferentes localidades da Amazônia: a Missão Franciscana no Rio Cururú, afluente do alto Rio Tapajós, com uma latitude de mais ou menos 8°S; o baixo Amazonas (Santarém), com mais ou menos 2°30'S; e Boa Vista do Rio Branco, com mais ou menos 3°N.

Na Missão Franciscana no Rio Cururú, o inverno começa em Setembro e termina entre Abril e Maio, e a enchente do Rio Cururú acompanha o mesmo ritmo anual. No baixo Amazonas, o início das chuvas se dá em fins de Dezembro até começo de Janeiro, e o fim em Julho, enquanto a água do Amazonas e, com êle, a do baixo Tapajós, somente neste mês começa a baixar. A enchente persiste aqui por um tempo mais longo do que as chuvas locais, por causa da influência dos tributários setentrionais do grande rio. Em Boa Vista do Rio Branco, os meses de princípio e fim da estação chuvosa são Abril e Agosto, respectivamente, abrangendo a enchente dêste grande afluente do sistema do Amazonas os meses de Maio até Setembro.

Considerando a distância das cabeceiras do Rio Cupari ao baixo Amazonas, em direção ao sul, explicam-se os seguintes característicos do regime d'água do Cupari:

Com o começo da estação chuvosa nas cabeceiras, de Novembro a Dezembro, o Rio Cupari enche antes do baixo

Amazonas e do baixo Tapajós, e apresenta uma forte correnteza de, em média, 1 a 2 metros por segundo. Durante a viagem, em fins de Dezembro de 1947, o nível do Rio Cupari já era de 3 a 4 metros acima do nível mínimo de verão. A diferença normal entre o limite mínimo de água no verão e o seu limite máximo no inverno é de mais ou menos 6 metros, nos cursos baixo e médio. No máximo da enchente, todas as cachoeiras do Rio Cupari ficam tão cobertas pela água, que elas desaparecem completamente e só os rebojos, provocados pelos reflexos da correnteza chocando-se nos blocos de pedra no fundo do leito, indicam ainda os seus lugares.

Mas como as chuvas nas cabeceiras do Cupari começam antes da enchente do baixo Amazonas e do baixo Tapajós, elas também terminam mais cedo. Disto resulta como consequência que, após o fim do inverno de Junho até Julho, durante o mês de Agosto a água no Cupari fica represada pela enchente ainda persistente do baixo Tapajós, e completamente estagnada, não mostrando nenhuma correnteza.

Durante o tempo da enchente máxima, lanchas a motor que calam até um metro, podem navegar livremente no Rio Cupari e Rio Pixuna até a Cachoeira Ipanema. No verão, porém, no curso médio do rio, canoas pequenas e de pouco calado devem ser arrastadas, em muitos lugares, sobre o leito arenoso e raso, terminando a navegação para quaisquer embarcações pesadas demais para transporte manual na Corredeira do Carneiro.

Pode-se dizer que, no verão, a profundidade média do Rio Cupari é de mais ou menos 1 metro. Mas além dos chamados "Baixos", lugares com uma profundidade de até menos de meio metro, existem os "Poços", lugares pequenos mas muito fundos, como buracos no leito do rio. O mais fundo deles é o Poço do Pacú abaixo de Itapéua que, segundo dizem, tem 14 braças (28 metros) de profundidade. Infelizmente não tive a oportunidade de verificar esta informação.

No inverno, naturalmente a profundidade do Cupari é aumentada pela altura da enchente que mede, normalmente, como foi dito, 6 metros.

A largura do Rio Cupari sofre somente pequenas variações com a enchente e a vazante. Já foi mencionado que não existem largas praias, temporariamente fora d'água. A inclinação do barranco marginal comum é forte demais para se notar qualquer alteração na largura do rio, com o nível d'água. E mesmo quando o barranco fica completamente submerso, a vegetação que o cobre limita perfeitamente o leito fluvial. No verão e no inverno a largura média do Rio Cupari é praticamente constante e mede de 30 a 70 metros mais ou menos, conforme o local, aumentando regularmente com a aproximação da bôca e diminuindo nos lugares de cachoeiras e corredeiras.

E' digno de mencionar ainda que o célebre naturalista inglês, Henry Walter Bates, que visitou o Rio Cupari em Agosto de 1852, observou a maré diária que, no baixo Tapajós, tem uma altura de 0,10 a 0,20 m., ainda no curso médio do Rio Cupari.

## B) TÉCNICA DAS DETERMINAÇÕES FÍSICAS E QUÍMICAS

Numa série de corpos d'água da região do Cupari foram determinadas as seguintes propriedades e substâncias: "In loco": Temperatura, Transparência, Cor, pH, Oxigênio dissolvido e Gaz carbônico livre dissolvido;

No laboratório em Belterra:  $\text{CO}_2$  - Bicarbonato, Dureza total (Cálcio + Magnésio), Ferro total, Alumínio, Manganéz, Amoníaco livre, Cloretos, Sulfatos, Fosfatos, Ácido sílico dissolvido, Ácidos húmicos, Nitratos e Oxidabilidade (Consumo de  $\text{KMnO}_4$ ).

A temperatura superficial determinou-se com um termômetro comum, retificado, mergulhando-o na água e sombreando-o. Para obter a temperatura de camadas mais profundas das águas, usou-se um coletor de água "Wasserschöpfer", do tipo segundo Ruttner, 1933, com cilindro de vidro de 1,80 litros de capacidade e provido de um termômetro interno.

A transparência foi determinada deixando-se descer na água uma placa de Secchi, improvisada com um prato bran-

co esmaltado, e observando-se a profundidade em metros na qual a placa se tornava invisível.

Para a determinação da cor, comparou-se a cor da água sobre a placa de Secchi, mergulhada até a metade da transparência, com a escala de cores segundo Forel-Ule, usada geralmente pelos limnólogos europeus. Esta escala, aliás, não deu resultados satisfatórios em muitas águas amazônicas, especialmente nas águas correntes com matéria anorgânica em suspensão. Muitas vezes não foi possível expressar a cor da água pelo número da cor na escala de Forel-Ule; tornou-se necessário descrevê-la, devendo-se aceitar a inexactidão de uma descrição feita com palavras.

Para as outras determinações e análises usou-se:

pH: Potenciômetro com eléctrodos de Chinhidrona;

Oxigênio dissolvido: O método iodométrico seg. Winkler;

Gaz carbônico livre: Titulação de 100 cm<sup>3</sup> d'água, colhidos com as devidas precauções, com carbonato de sódio e com fenolftaleína como indicador;

CO<sub>2</sub>-Bicarbonatos: Titulação de 100 cm<sup>3</sup> d'água com n/10 HCl e metilorange como indicador;

Dureza total: Titulação com solução de sabão seg. Clark;

Ferro total: Oxidação de todo o ferro para Fe<sup>+++</sup> com KMnO<sub>4</sub>, e depois o método colorimétrico com KSCN;

Alumínio: Método colorimétrico com alizarina;

Manganez: Método colorimétrico, oxidando o manganez para KMnO<sub>4</sub> com persulfato de potássio;

Amoníaco livre: Método colorimétrico com o reagente de Nessler;

Cloretos: Método titrimétrico com cromato de potássio e nitrato de prata;

Sulfatos: Método iodométrico com cromato de potássio;

Fosfatos: Método colorimétrico com solução de sulfomolibdênio, modificação seg. Splittgerber;

Ácido sílico dissolvido: Método colorimétrico com molibdato de amônio;

Ácidos húmicos: Método titrimétrico, fervendo a amostra usada para determinação de CO<sub>2</sub>-bicarbonatos, afim de

expulsar o gaz carbônico dissolvido, e titulando os restantes ácidos não voláteis com n 20 NaOH e fenolftaleína como indicador;

Nitratos: Método colorimétrico com ácido difenilamin-sulfúrico, seg. Tillmans e Sutthoff;

Oxidabilidade: Método titrimétrico com  $\text{KMnO}_4$  em meio ácido.

Para as análises no laboratório foram colhidas amostras d'água de 1 litro e guardadas em garrafas parafinadas. Para as análises de nitratos e da oxidabilidade foram colhidas amostras separadas, de 250 cm<sup>3</sup> d'água e conservadas com uma pitada de sublimado, para impedir a alteração da composição química da água por processos biológicos, microbianos, que rapidamente consomem os nitratos.

Além das propriedades físicas e químicas, foi estudada a biologia das águas da região do Cupari. O material hidrobiológico colecionado, porém, está dependendo ainda de classificação por diversos especialistas. Depois da conclusão dos trabalhos destes, será relatada separadamente a hidrobiologia da região. Os estudos dos Srs. George Black e Rudolf Braun serão publicados em artigos separados.

### C) OS CORPOS D'ÁGUA EXAMINADOS E OS RESULTADOS DAS ANÁLISES

Ocupar-nos-emos, neste capítulo, dos diferentes corpos d'água examinados, com o seu meio ambiente terrestre e as circunstâncias meteorológicas no momento do exame.

#### **Rio Pixuna**

21 12 1947. Em frente do Sítio Prainha, 2 Kms. acima do Repartimento. Estação chuvosa. Nos dois dias anteriores, o Rio Pixuna, por causa de chuvas fortes, havia subido cêrca de 2 metros. Antes, decorrera um período sêco, durante duas semanas. A água estava muito turva por causa da chuva. O rio conduzia detritos vegetais (pedaços de galhos e folhas, etc.), arrastados do mato marginal pela enchente rápida. A correnteza no meio do rio era de 0,4-0,5 m/sg. O leito apre-

sentava uma profundidade média de 6 metros; a máxima encontrada num remanso perto da beira foi de 8 metros. A largura do leito media cerca de 30 a 40 metros. O fundo do rio, no meio, era constituído de areia grossa, que se tornava mais fina com a diminuição da correnteza nas proximidades das margens. No remanso de 8 metros de profundidade havia tabatinga esbranquiçada, sólida.

Resultados das análises:

Temperatura: 25.2°C na superfície, também 25.2°C em 4.50 m de profundidade

Transparência: 0.45 m

Cor: oliva-ocre

pH: 6.3

Oxigênio dissolvido: 6.93 mg/l

Gaz carbônico livre: 4.0 mg/l

CO<sub>2</sub>-Bicarbonatos: 7.35 mg/l

Oxidabilidade (consumo de KMnO<sub>4</sub>): 63.2 mg/l

Dureza total (Ca<sup>++</sup> + Mg<sup>++</sup>) em graus alemães (DHG):

Dureza total, expressa em Ca<sup>++</sup>: 3.20 mg/l

0.40 DHG

Ferro total: 0.45 mg/l

Alumínio: 0

Manganez: 0

Cloretos: Traços

Sulfatos: 0

Nitratos: 1.0 mg N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/l

Fosfatos: 0

Ácido sílico dissolvido: 8.2 mg SiO<sub>2</sub>/l

Ácidos húmicos: 0.073 mval/l

### Rio Pixuna

23/10, 1948. Poucos metros acima da boca. Estação seca, sem chuva nos últimos tempos. A correnteza era mínima, menos de 0,10 m/seg. A profundidade média atingia cerca de 3 metros.

Resultados das análises:

Temperatura: 30.4°C

Transparência: 1.10 m  
Cor: cêrca de 18 (Forel-Ule) em 0.80 m de profundidade; quanto mais raso, tanto mais verde.  
pH: 7.0  
Gaz carbônico livre: 6.2 mg/l  
CO<sub>2</sub>-Bicarbonatos: 7.61 mg/l  
Oxidabilidade (consumo de KMnO<sub>4</sub>): 24.62 mg/l  
Dureza total, em graus alemães: 0.36 DHG  
Dureza total, expressa em Ca<sup>++</sup>: 2.6 mg/l  
Ferro total: 0.40 mg/l  
Alumínio: 0  
Manganez: 0  
Cloretos: 0  
Sulfatos: 0  
Amoníaco livre: 0.08 mg NH<sub>3</sub>/l  
Nitratos: 0.03 mg N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/l  
Fosfatos: 0  
Acido sílico dissolvido: 6.3 mg SiO<sub>2</sub>/l  
Ácidos húmicos: 0

### Igarapé da Água Boa

22, 12 1947. Pequeno afluente da margem direita do Rio Pixuna, distante cêrca de 3,5 km. do Repartimento, examinado cêrca de 100 metros acima da bôca. Êste igarapé percorre terrenos de arenitos e folhelhos do Devoniano. A água, naquela época, apresentava-se turva, quase como a do Rio Pixuna. Fomos informados, porém, de que durante o verão ela se torna cristalina, circunstância da qual deriva o nome do riacho. Durante a noite anterior havia chovido continuamente e o Rio Pixuna subira quase 0,50 m. O Igarapé da Água Boa não mostrava correnteza alguma, provavelmente devido à represagem pelo Rio Pixuna e à inundação do igapó ao redor da sua foz. A enchente havia alargado de tal maneira a superfície da água, que não era possível avaliar-se a largura do igarapé na bôca. A profundidade era de 6 metros. O fundo do leito consistia em areia grossa.

Resultados das análises:

Temperatura: 23.4°C  
Transparência: 0.55 m  
Cor: oliva-ocre, avermelhado  
pH. 6.2  
Oxigênio dissolvido: 7.38 mg l  
Gaz carbônico livre: 4.0 mg l  
CO<sub>2</sub>-Bicarbonatos: 3.65 mg l  
Oxidabilidade (consumo de KMnO<sub>4</sub>): 151.36 mg l  
Dureza total, em graus alemães: 0.42 DHG  
Dureza total, expressa em CaCO<sub>3</sub>: 3.36 mg l  
Ferro total: 0.30 mg l  
Alumínio: 0  
Manganez: 0  
Cloretos: Traços  
Sulfatos: 0  
Nitratos: 1.1 mg N<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mg l  
Fosfatos: 0  
Ácido sílico dissolvido: 6.0 mg SiO<sub>2</sub> l  
Ácidos húmicos: 0.108 mval l

**Igarapé da Prainha**

24 12 1947. Subindo-se o Rio Pixuna, junto ao Sítio da Prainha, encontra-se este pequeno igarapé que vem da floresta e que desemboca naquele rio. O leito bem definido apresentava, por ocasião de nossa viagem, uma largura de 1.50-2.00 m; a profundidade era de 0,20-0,30 m; a correnteza de 0,10 m/seg. Informaram-nos que este pequeno córrego no verão nunca seca por completo. O fundo do leito consistia em grãos sólidos de terra, misturados com fino detrito vegetal; em outros lugares encontravam-se também, depositadas, folhas mortas de cores entre marron e marron-escuro. A água era cristalina, somente com uma opalescência bem fraca. Não havia chovido na noite anterior.

Resultados das análises:

Temperatura: 24.7°C

Transparência e cor: Não determináveis por causa da profundidade insuficiente

pH: 5.5

Oxigênio dissolvido: 6.40 mg/l

Gaz carbônico livre: 9.15 mg/l

CO<sub>2</sub>-Bicarbonatos: 2.11 mg/l

Oxidabilidade: (consumo de KMnO<sub>4</sub>): 20.07 mg/l

Dureza total, em graus alemães: 0.77 DHG

Dureza total, expressa em Ca<sup>++</sup>: 6.16 mg/l

Ferro total: 0.02 mg/l

Alumínio: 0

Manganez: 0

Cloretos: Traços

Sulfatos: Traços

Nitratos: 2.2 mg N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/l

Fosfatos: 0

Ácido silico dissolvido: 4.0 mg/l

Ácidos húmicos: 0.062 mval/l

### Igarapé florestal da Prainha

25.12.1947. Pouco abaixo do Sítio Prainha, desemboca no Rio Pixuna este igarapé muito pequeno, que percorre um terreno acidentado e coberto pela floresta. O igarapé nasce numa bacia de fonte medindo cerca de 1,50 m. de diâmetro e 0,30 - 0,40 m. de profundidade, junto ao pé de uma sumameira. Todo o terreno adjacente está assentado sobre arenito avermelhado. O fundo da bacia da fonte achava-se, naquela época, coberto de folhas mortas, marron-pretas, caídas do mato circunvizinho. No igarapé, cerca de 100 metros abaixo da fonte, o fundo do leito consistia em pedregulhos de arenito, ásperos e pontegudos. A correnteza era muito pequena, poucos centímetros por segundo, sendo a largura de menos de 0,50 m. até mais de 1 m., e a profundidade até 0,10 m. no máximo. A água apresentava-se ligeiramente leitosa. Recebemos informação de que, durante o verão, este igarapé seca por completo.

Resultados das análises:

Temperatura: 24.1° C

Transparência e cor: Não determináveis por causa de profundidade insuficiente; cor ligeiramente leitosa.

pH: 5.2

Oxigênio dissolvido: 3.22 mg/l

Gaz carbônico livre: 20.5 mg/l

CO<sub>2</sub>-Bicarbonatos: 1.58 mg/l

Oxidabilidade (consumo de KMnO<sub>4</sub>): 11.72 mg/l

Dureza total, em graus alemães: 0,50 DHG

Dureza total, expressa em Ca<sup>++</sup>: 3.99 mg/l

Ferro total: 0.09 mg/l

Alumínio: 0

Manganez: 0

Cloretos: Traços

Sulfatos: Traços

Nitratos: 1.8 mg N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/l

Fosfatos: 0

Ácido sílico dissolvido: 4.4 mg SiO<sub>2</sub>/l

Ácidos húmicos: 0.056 mval/l

### Rio Tinga

23.12.1947. Cêrca de 300 metros acima do Repartimento. Estação chuvosa. Na noite anterior caíra forte chuva. A correnteza do Rio Tinga era de cêrca de 1,5 m/seg., a largura do leito de cêrca de 20 m., a profundidade média de 4-5 m. e a máxima de 6,50 m. Devido à chuva, a água apresentava-se muito turva e barrenta. A correnteza forte impediu que se coletasse, com uma draga, material do fundo do leito; somente em um lugar se conseguiu retirar um pouco de pedregulho.

Resultados das análises:

Temperatura: 23.5°C

Transparência: 0,30 m

Cor: oliva-ocre

pH: 6.4

Oxigênio dissolvido: 7.60 mg/l

Gaz carbônico livre: 4.0 mg/l  
CO<sub>2</sub>-Bicarbonatos: 5.50 mg/l  
Oxidabilidade (consumo de KMnO<sub>4</sub>): 114.29 mg/l  
Dureza total, em graus alemães: 0.45 DHG  
Dureza total, expressa em Ca<sup>++</sup>: 3.59 mg/l  
Ferro total: 0.50 mg/l  
Alumínio: 0  
Manganez: 0  
Cloretos: Traços  
Sulfatos: 0  
Nitratos: 0.90 mg N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/l  
Fosfatos: 0  
Ácido sílico dissolvido: 4.6 mg SiO<sub>2</sub>/l  
Ácidos húmicos: 0.034 mval/l

### Rio Tinga

23.10/1948. Poucos metros acima da bôca. Estação seca, sem chuva nos últimos tempos. A correnteza era de até 0,60 m seg., a profundidade na bôca, onde se tinham acumulado bancos de areia submersos, de menos de 1 metro. Largura quase como no inverno.

Resultados das análises:

Temperatura: 28.7°C  
Transparência: maior de 1 m  
Cor: oliva-ocre, amarelado  
pH: 7.1  
Gaz carbônico livre: 4.6 mg/l  
CO<sub>2</sub>-Bicarbonatos: 12.68 mg/l  
Oxidabilidade (consumo de KMnO<sub>4</sub>): 17.61 mg/l  
Dureza total, em graus alemães: 0.61 DHG  
Dureza total, expressa em Ca<sup>++</sup>: 4.4 mg/l  
Ferro total: 0.40 mg/l  
Alumínio: 0  
Manganez: 0  
Amoníaco livre: 0.08 mg NH<sub>3</sub>/l  
Cloretos: 1.2 mg Cl<sup>-</sup>/l  
Sulfatos: 0

Nitratos: 0.20 mg  $N_2O_5/l$   
Fosfatos: 0  
Ácido silício dissolvido: 6.4 mg  $SiO_2/l$   
Ácidos húmicos: 0

### Igarapé da Piraíba

23, 10, 1948. Pequeno afluente da margem direita do Rio Cupari, que desemboca acima do Pedral da Piraíba. Examinado na embocadura. Estação seca, sem chuva. A largura na foz era de 2-3 m., a profundidade de cerca de 0,50 m. e a correnteza de cerca de 0,50 m/seg. O fundo do leito consistia em areia.

A boca do Igarapé da Piraíba acha-se mais ou menos no limite entre as faixas do Devoniano e do Carbonífero, não estando, porém, bem determinado este limite. Não se pode afirmar se a água deste igarapé provém do Devoniano ou do Carbonífero.

Durante a enchente do inverno, todo o terreno ao redor da boca deste riacho havia sido inundado, não se podendo reconhecer ali um curso d'água.

Resultados das análises:

Temperatura: 25.5°C

Transparência: maior de 0.50 m (profundidade)

Cor: oliva-ocre, pouco leitosa

pH: 7.0

Gaz carbônico livre: 3.4 mg/l

$CO_2$ -Bicarbonatos: 24.39 mg/l

Oxidabilidade (consumo de  $KMnO_4$ ): 16.75 mg/l

Dureza total, em graus alemães: 1.07 DHG

Dureza total, expressa em  $Ca^{++}$ : 7.6 mg/l

Ferro total: 0.55 mg/l

Alumínio: 0

Manganez: 0

Amoníaco livre: 0.06 mg  $NH_3/l$

Cloretos: 1.4 mg  $Cl/l$

Sulfatos: 0

Nitratos: 0.51 mg  $N_2O_5/l$

Fosfatos: 0

Acido silico dissolvido: 3.5 mg SiO<sub>2</sub>/l

Ácidos húmicos: 0

### Igarapé da Inगतuba

28.12.1947. Pequeno afluente da margem direita do Rio Cupari, que desemboca em frente ao Sítio Inगतubinha. Examinado cêrca de 50 metros acima da bôca. Estação chuvosa: no dia anterior e durante a noite havia chovido. A largura do leito não era determinável por causa do igapó circundante, parcialmente inundado. Perto da bôca, o solo do igapó era um pouco mais alto, de maneira que se podia distinguir o curso do igarapé. A correnteza era muito pequena, mas bastante para impedir a entrada e mistura da água do Rio Cupari. A profundidade máxima no leito do riacho era de 3 m., sendo o chão constituído de areia. Na margem direita dêste igarapé estendia-se uma faixa de 0,50 m. de largura de água marron, transparente, de pH 6,5, bem distinta da água mais clara, turva e amarela, do igarapé e do Cupari. Tratava-se de água proveniente do igapó adjacente.

O Igarapé da Inगतuba já corre na faixa do Carbonífero, a qual, em muitos lugares, contém depósitos de calcáreo. Recebemos informação de que a água dêste igarapé, durante o verão, se torna "salobra".

Resultados das análises:

Temperatura: 24.2°C

Transparência: 0.65 m

Cor: 19-20 (Forel-Ule)

pH: 7.15

Oxigênio dissolvido: 6.90 mg/l

Gaz carbônico livre: 4.50 mg/l

CO<sub>2</sub>-Bicarbonatos: 4.17 mg/l

Oxidabilidade (consumo de KMnO<sub>4</sub>): 38.18 mg/l

Dureza total, em graus alemães: 1.82 DHG

Dureza total, expressa em Ca<sup>++</sup>: 14.54 mg/l

Ferro total: 0.30 mg/l

Alumínio: 0

Manganez: 0  
Cloretos: Traços  
Sulfatos: 0  
Nitratos: 0.40 mg  $N_2O_5$ /l  
Fosfatos: 0  
Ácido sílico dissolvido: 5.6 mg  $SiO_2$ /l  
Ácidos húmicos: 0.091 mval/l

### Igarapé da Ingatuba

22.10.1948. Estação seca, sem chuva. O igarapé apresentava um leito bem definido, de cerca de 2 metros de largura na boca e menos de 0,60 m. de profundidade. A correnteza era fraca, cerca de 0,10 m/seg.

Em frente da foz do Igarapé da Ingatuba, na margem esquerda do Rio Cupari, junto ao Sítio Ingatubinha, aparecia um afloramento de calcáreo de 0,40 m. de espessura, cerca de 0,50 m. acima do nível d'água do Rio Cupari. Durante o inverno e na maior parte do ano, êste calcáreo se acha coberto pela água do Cupari e fica imperceptível. Esta ocorrência de calcáreo faz supor que o Igarapé da Ingatuba nasce em terrenos calcáreos ou os percorre, pelo menos parcialmente. No meio do leito do Cupari, em frente da boca do Igarapé da Ingatuba, existe um banco de grandes seixos arredondados, duros e com fósseis de lamelibrânquios e braquiópodes. Trata-se evidentemente de núcleos silicificados de uma camada de calcáreo, inferior àquela da margem. O banco, nesse tempo, parecia justamente à tona d'água.

O gosto da água do Igarapé da Ingatuba era de fato — como fomos informados na primeira viagem durante o inverno — característico e desagradável, não nos sendo possível defini-lo bem.

Resultados das análises:

Temperatura: 25.4°C

Transparência: maior de 0.60 m (profundidade)

Cor: ocre, levemente leitosa

pH: 7.5

Oxigênio dissolvido: 3.29 mg/l

Gaz carbônico livre: 4.8 mg/l  
CO<sub>2</sub>-Bicarbonatos: 48.19 mg/l  
Oxidabilidade (consumo de KMnO<sub>4</sub>): 18.82 mg/l  
Dureza total, em graus alemães: 2.24 DHG  
Dureza total, expressa em Ca<sup>++</sup>: 16.0 mg/l  
Ferro total: 0.30 mg/l  
Alumínio: 0  
Manganez: 0  
Amoníaco livre: 0.07 mg NH<sub>3</sub>/l  
Cloretos: 1.4 mg Cl<sup>-</sup>/l  
Sulfatos: 12.96 mg SO<sub>4</sub><sup>''</sup>/l  
Nitratos: 0.37 mg N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/l  
Fosfatos: 0  
Ácido sílico dissolvido: 5.8 mg SiO<sub>2</sub>/l  
Ácidos húmicos: 0

### Igarapé dos Dois Irmãos

24 10 1948. Estação seca, sem chuva. Pequeno fio d'água na margem esquerda do Rio Cupari. A largura na bôca media sòmente cêrca de 0,60 m., com uma profundidade de 0,05-0,10 m. Devido ao declive, a água corria com forte correnteza sôbre raízes fibrosas do igapó circundante. O igarapé parecia ser muito curto. Corria sôbre o solo superficial do igapó, rico em substâncias orgânicas provenientes dos restos mortos da floresta e talvez nem tocasse o subsolo, pois o seu leito era cavado no terreno, apenas superficialmente. Durante o inverno, o igarapé não se distingue do igapó inundado. A temperatura baixa indica que a água fica escondida durante o percurso, na sombra da floresta.

Resultados das análises:

Temperatura: 24.4°C

Transparência e cor: Não determináveis por causa da profundidade insuficiente.

pH: 6.75

Gaz carbônico livre: 5.6 mg/l

CO<sub>2</sub>-Bicarbonatos: 13.85 mg/l

Oxidabilidade (consumo de KMnO<sub>4</sub>): 21.53 mg/l

Dureza total, em graus alemães: 0,64 DHG  
Dureza total, expressa em Ca<sup>++</sup>: 4.6 mg/l  
Ferro total: 0.25 mg/l  
Alumínio: 0  
Manganez: 0  
Amoníaco livre: 0.07 mg NH<sub>3</sub>/l  
Cloretos: 0.5 mg Cl<sup>-</sup>/l  
Sulfatos: 0  
Nitratos: 0.54 mg N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/l  
Fosfatos: 0  
Ácido sílico dissolvido: 3,0 mg SiO<sub>2</sub>/l  
Ácidos húmicos: 0.025 mval.

### Igarapé perto de "Carneiro"

25 10 1948. Estação seca, sem chuva. Pequeno afluente da margem direita do Rio Cupari, com a boca ao pé da corredeira do Carneiro, a mais próxima da foz do Rio Cupari. A largura do igarapé era de cerca de 1 m. e a profundidade de 0,10 m. Com uma velocidade de até 0,50 m/seg., êle corria sobre um leito de areia. Segundo informações de moradores, êste igarapé recebe no curso superior, na região dos "Centros dos seringueiros", pequenos córregos com águas "salobras", não potáveis durante o verão. O curso deste igarapé, perto da boca, desaparece durante o inverno, misturando-se ao igapó inundado.

Resultados das análises:

Temperatura: 25.3°C

Transparência e cor: Não determináveis por causa da profundidade insuficiente; água clara, limpa.

pH: 7.2

Gaz carbônico livre: 6.4

CO<sub>2</sub>-Bicarbonatos: 39.41 mg/l

Oxidabilidade (consumo de KMnO<sub>4</sub>): 10.19

Dureza total, em graus alemães: 3.46 DHG

Dureza total, expressa em Ca<sup>++</sup>: 24.7 mg/l

Ferro total: 0.40 mg/l

Alumínio: 0

Manganez: Traços

Amoníaco livre: 0.04 mg  $\text{NH}_3$ /l

Cloretos: 0.6 mg  $\text{Cl}$ /l

Sulfatos: 25.44 mg  $\text{SO}_4$ /l

Nitratos: 0.78 mg  $\text{N}_2\text{O}_5$ /l

Fosfatos: 0

Ácido silico dissolvido: 5.2 mg  $\text{SiO}_2$ /l

Ácidos húmicos: 0.025 mval.

#### Fonte no barranco perto de "Pinima"

25 10 1948. Estação sêca, sem chuva. Na margem direita do Cupari, perto do Sítio Pinima, brota esta fonte de um pequeno buraco no barranco de argila sem vegetação, numa altura de mais ou menos 1 m. sôbre o nível do rio. Durante o inverno, ela, bem como todo o barranco, ficam submersos na água da enchente. Provavelmente se trata de água filtrada pela camada superior do solo do igapó. O volume d'água desta fonte era, naquela ocasião, de menos de 1 litro por segundo.

Resultados das análises:

Temperatura: 25.9°C

Transparência e cor: Não determináveis

pH: 6.95

Gaz carbônico livre: 50.0 mg/l

$\text{CO}_2$ -Bicarbonatos: 11.90 mg/l

Oxidabilidade (consumo de  $\text{KMnO}_4$ ): 34.36 mg/l

Dureza total, em graus alemães: 0.91 DHG

Dureza total, expressa em  $\text{Ca}^{++}$ : 6.5 mg/l

Ferro total: 0.65 mg/l

Alumínio: 0

Manganez: Traços

Amoníaco livre: 0.10 mg  $\text{NH}_3$ /l

Cloretos: 0.6 mg  $\text{Cl}$ /l

Sulfatos: 0

Nitratos: 0

Fosfatos: 0.03 mg  $\text{P}_2\text{O}_5$ /l

Ácido silico dissolvido: 7.1 mg  $\text{SiO}_2$ /l

Ácidos húmicos: 0.015 mval/l

### Igarapé do Caxias.

26/10 1948. Estação seca, sem chuva. Pequeno afluente da margem direita do Rio Cupari. O leito do igarapé cavava profundamente o terreno do igapó, formando beiras inclinadas com mais ou menos 45°. No fundo deste pequeno vale, que consistia de lama preta, muito mole, corria o igarapé lentamente, numa largura de 0,50 a 1 m. e com uma profundidade de até 0,20 m. O leito apresentava-se às vezes parcialmente obstruído por galhos secos e nele se encontravam muitas folhas mortas, provenientes da floresta do igapó. A correnteza lenta não conseguia arrastar as folhas e os obstáculos. Durante o inverno, o curso deste igarapé fica parcialmente perceptível como uma faixa limpa no igapó, pela qual se pode subir em canoa até alguns lagos pequenos. Mas a água, no inverno, se mistura completamente com a água do igapó inundado.

Resultados das análises:

Temperatura: 26.2°C

Transparência e cor: Não determináveis por causa da profundidade insuficiente; água clara, limpa.

pH: 6.8

Gaz carbônico livre: 39.6 mg/l

CO<sub>2</sub>-Bicarbonatos: 64.39 mg/l

Oxidabilidade (consumo de KMnO<sub>4</sub>): 16.58 mg/l

Dureza total, em graus alemães: 6.66 DHG

Dureza total, expressa em Ca<sup>++</sup>: 47.6 mg/l

Ferro total: 0.10 mg/l

Alumínio: 0

Manganez: 0.16 mg/l

Amoníaco livre: 0

Cloretos: 0.8 mg Cl<sup>-</sup>/l

Sulfatos: 78.24 mg SO<sub>4</sub><sup>==</sup>/l

Nitratos: 1.42 mg N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/l

Fosfatos: 0.1 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/l

Ácido sílico dissolvido: 5.0 mg SiO<sub>2</sub>/l

Ácidos húmicos 0

### Fonte em "Ladeirainha"

27.10.1948. Estação sêca, sem chuva. Esta fonte é um pequeno poço artificial, do tamanho de cêrca de 0,50 x 0,50 m e com a profundidade de 0,10 m, na margem esquerda do Rio Cupari, numa altura de 2 m. sôbre o nível atual do rio. Trata-se de um horizonte de fonte, formado por arenito. O fundo do poço, cavado neste arenito em decomposição, consiste em areia muito branca, grossa. Durante o inverno, todo o horizonte de fonte fica submerso na água do Cupari.

Resultados das análises:

Temperatura: 25.8°C

Transparência e cor: Não determináveis por causa da profundidade insuficiente; água cristalina.

pH: 6.05

Gaz carbônico livre: 55.5 mg/l

CO<sub>2</sub>-Bicarbonatos: 9.17 mg/l

Oxidabilidade (consumo de KMnO<sub>4</sub>): 9.43 mg/l

Dureza total, em graus alemães: 0,44 DHG

Dureza total, expressa em Ca<sup>++</sup>: 3.1 mg/l

Ferro total: 0

Alumínio: 0

Manganez: 0

Amoníaco livre: 0.05 mg NH<sub>3</sub>/l

Cloretos: 0.4 mg Cl<sup>-</sup>/l

Sulfatos: 0

Nitratos: 0.06 mg N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/l

Fosfatos: 0

Ácido sílico dissolvido: 4.1 mg SiO<sub>2</sub>/l

Ácidos húmicos: 0

### Rio Cupari em Flechal

21.10.1948. Estação sêca, sem chuva. A água do Rio Cupari foi examinada acima da Cachoeira do Flechal, que consiste em blocos de diabásio. Tratando-se de um rio cuja água é formada da mistura dos rios Pixuna e Tinga, levemente modificada pelas águas dos outros afluentes, aliás in-

significantes pela quantidade de água com que contribuem, as análises do Cupari são de pouco interesse para estudos sobre relações da química de corpos d'água com a qualidade do solo e subsolo da região.

Resultados das análises:

Temperatura: 30.7°C

Transparência: 1.35 m

Cor: oliva-ocre

pH: 7.1

Gaz carbônico livre: 6.0 mg/l

CO<sub>2</sub>-Bicarbonatos: 13.63 mg/l

Oxidabilidade (consumo de KMnO<sub>4</sub>): 34.54 mg l

Dureza total, em graus alemães: 0.77 DHG

Dureza total, expressa em Ca<sup>++</sup>: 5.5 mg l

Ferro total: 0.35 mg l

Alumínio: 0

Manganez: 0

Amoníaco livre: 0.08 mg NH<sub>3</sub> l

Cloretos: 0.2 mg Cl' l

Sulfatos: 0

Nitratos: 0.10 mg N<sub>2</sub>O<sub>3</sub> l

Fosfatos: 0

Ácido sílico dissolvido: 6.3 mg SiO<sub>2</sub> l

Ácidos húmicos: 0

Com o inverno, a transparência diminui consideravelmente. Em 30/12/1947, perto do lugar "Guanazal", ela era de somente 0.35 m.

#### D) DISCUSSÃO DAS ANÁLISES

Para facilitar a comparação da composição das diversas águas, os resultados das análises são em seguida repetidos e reunidos numa tabela, aumentada pela relação

CO<sub>2</sub>-bicarbonatos

CO<sub>2</sub> — Livre.

TABELA DOS RESULTADOS DAS ANÁLISES DAS ÁGUAS DO SISTEMA FI

CORPO D'ÁGUA	Rio Pixuna	Rio Pixuna	Ig. da Água Boa	Ig. da Prainha	Ig. flor. da Prainha	Rio Tinga	Rio Tinga	Ig. da Piraiíba	Ig. de Ingatuba	Ig. de Ingatuba
Data .....	21-12-47	23-10-48	22-12-47	24-12-47	25-12-47	23-12-47	23-10-48	23-10-48	28-12-47	22-10-48
	inverno	verão				inverno	verão		inverno	verão
Largura em m .....	30-40	30-40	—	1.50-2.00	0.50-1.00	± 20	± 20	2-3	—	± 2
Profundidade em m .....	6-8	± 3	6	0.20-0.30	0.10	4-6.50	1	0.50	3	0.60
Correnteza em m/seg. ....	0.40-0.50	< 0.10	0	< 0.10	< 0.10	± 1.50	± 0.60	± 0.50	mínima	± 0.10
Volume d'água em l/seg. ....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Temperatura em °C .....	25.2	30.4	23.4	24.7	24.1	23.5	28.7	25.5	24.2	25.4
Transparência em m .....	0.45	1.10	0.55	água cristalina com opalescência	não determinável	0.30	> 1	> 0.50	0.65	> 0.60
Côr (Forel-Ule) .....	olive-ocre	± 18 em 0.80 m. quando mais raso, mais verde	olive-ocre avermelhado	muito fraca	ligeiramente leitosa	olive-ocre	olive-ocre amarelado	olive-ocre pouco leitosa	19-20	ocre levemente leitosa
pH .....	6.3	7.0	6.2	5.5	5.2	6.4	7.1	7.0	7.15	7.5
Oxigênio dissolvido em mg O <sub>2</sub> /L .....	6.93	—	7.38	6.40	3.22	7.60	—	—	6.90	3.29
Gaz carbônico livre em mg CO <sub>2</sub> /L .....	4.0	6.2	4.0	9.15	20.5	1.0	1.6	3.4	4.5	4.8
Bicarbonatos em mg CO <sub>3</sub> /L .....	7.35	7.61	3.65	2.11	1.58	5.50	12.68	24.39	4.17	48.19
Oxidabilidade em consumo em mg KMnO <sub>4</sub> /L .....	63.20	24.62	151.36	20.07	11.72	114.29	17.61	16.75	38.18	18.82
Dureza total (Ca <sup>++</sup> + Mg <sup>++</sup> ) em graus alemães DHG ..	0.40	0.36	0.42	0.77	0.50	0.45	0.61	1.07	1.82	2.24
Dureza total expressa em mg Ca <sup>++</sup> /L .....	2.9	2.6	3.36	6.16	3.99	3.2	4.4	7.6	13.0	16.0
Ferro total em mg Fe <sup>+++</sup> /L .....	0.45	0.40	0.30	0.02	0.09	0.50	0.40	0.55	0.30	0.30
Alumínio em mg/L .....	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Manganez em mg/L .....	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Amoníaco livre em mg NH <sub>3</sub> /L .....	—	0.08	—	—	—	—	0.08	0.06	—	0.07
Cloretos em mg Cl/L .....	Traços	0	Traços	Traços	Traços	Traços	1.2	1.4	Traços	1.4
Sulfatos em mg SO <sub>4</sub> "/L .....	0	0	0	Traços	Traços	0	0	0	0	12.96
Nitratos em mg N <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /L .....	1.0	0.03	1.1	2.2	1.8	0.90	0.20	0.51	0.40	0.37
Fosfatos em mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /L .....	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ácido sílico dissolvido em mg SiO <sub>2</sub> /L .....	8.2	6.3	6.0	4.0	4.4	4.6	6.4	3.5	5.6	5.8
Ácidos húmicos em mval/L .....	0.073	0	0.108	0.062	0.056	0.034	0	0	0.091	0
CO <sub>2</sub> -Bicarbonatos/CO <sub>2</sub> - livre .....	1.84	1.23	0.92	0.23	0.08	1.38	2.76	7.17	0.93	10.04

OS DAS ANÁLISES DAS ÁGUAS DO SISTEMA FLUVIAL DO RIO CUPARI.

Ig. da Prainha	Ig. flor. da Prainha	Rio Tinga	Rio Tinga	Ig. da Piraíba	Ig. de Ingatuba	Ig. de Ingatuba	Ig. dos Dois Irmãos	Ig. perto "Carneiro"	Fonte no barranco perto "Pinima"	Ig. do Caxias	Fonte em Ladeirinha	Rio Cupari em Flechal	Rio Cupari em Guaranazal
24-12-47	25-12-47	23-12-47	23-10-48	23-10-48	28-12-47	22-10-48	21-10-48	25-10-48	25-10-48	26-10-48	27-10-48	21-10-48	30-12-47
1.50-2.00	0.50-1.00	± 20	± 20	2-3	---	± 2	± 0.60	± 1	---	0.50-1	---	---	---
0.20-0.30	0.10	4-6.50	1	0.50	3	0.60	0.05-0.10	0.10	---	≤ 0.20	---	---	---
0.10	< 0.10	± 1.50	± 0.60	± 0.50	mínima	± 0.10	forte	± 0.50	---	fraca	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---	---	---	< 1	---	< 1	---	---
24.7	24.1	23.5	28.7	25.5	24.2	25.4	24.4	25.3	25.9	26.2	25.8	30.7	---
água cristalina com opalescência muito fraca	não determinável	0.30	> 1	> 0.50	0.65	> 0.60	não determinável	não determinável. água clara.	não determinável	não determinável. água clara.	não determinável. água cristalina.	1.35	0.35
ligeiramente leitosa	olive-ocre	olive-ocre amarelado	olive-ocre pouco leitosa	19-20	levemente leitosa	não determinável	não determinável	não determinável	não determinável	não determinável	não determinável	olive-ocre	---
5.5	5.2	6.4	7.1	7.0	7.15	7.5	6.75	7.2	6.95	6.8	6.05	7.1	---
6.40	3.22	7.60	---	---	6.90	3.29	---	---	---	---	---	---	---
9.15	20.5	4.0	1.6	3.4	4.5	4.8	5.6	6.4	50.0	39.6	55.5	6.0	---
2.11	1.58	5.50	12.68	24.39	4.17	48.19	13.85	39.41	11.90	64.39	9.17	13.63	---
20.07	11.72	114.29	17.61	16.75	38.18	18.82	21.53	10.19	34.36	16.58	9.43	31.54	---
0.77	0.50	0.15	0.61	1.07	1.82	2.24	0.64	3.46	0.91	6.66	0.44	0.77	---
6.16	3.99	3.2	4.4	7.6	13.0	16.0	4.6	24.7	6.5	47.6	3.1	5.5	---
0.02	0.09	0.50	0.40	0.55	0.30	0.30	0.25	0.40	0.65	0.10	0	0.35	---
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	---
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	---
---	---	---	0.08	0.06	---	0.07	0.07	0.04	0.10	0	0.05	0.08	---
Traços	Traços	Traços	1.2	1.4	Traços	1.4	0.5	0.6	0.6	0.8	0.4	0.2	---
Traços	Traços	0	0	0	0	12.96	0	25.44	0	78.24	0	0	---
2.2	1.8	0.90	0.20	0.51	0.40	0.37	0.54	0.78	0	1.42	0.06	0.10	---
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03	0.1	0	0	---
4.0	1.4	1.6	6.4	3.5	5.6	5.8	3.0	5.2	7.1	5.0	4.1	6.3	---
0.062	0.056	0.034	0	0	0.091	0	0.025	0.025	0.015	0	0	0	---
0.23	0.08	1.38	2.76	7.17	0.93	10.04	2.47	6.16	0.24	1.63	0.17	2.27	---

## 1) Temperatura

A temperatura dos pequenos igarapés do sistema do Rio Cupari, todos correndo quase sempre à sombra da floresta, é relativamente baixa para uma região equatorial. A mesma coisa, porém, acontece em relação às outras águas deste tipo, em toda a Amazônia. A temperatura corresponde mais ou menos à temperatura média da estação do ano no meio ambiente. A variação entre o verão e o inverno é pequena e fica entre cerca de 2°C.

A temperatura dos grandes rios amazônicos — não incluídos neste trabalho mas que mencionamos para uma comparação — também é muito estável (entre mais ou menos 28 a 30° C), por causa do enorme volume d'água desses rios. É sempre mais alta do que a dos pequenos cursos d'água total ou parcialmente sombreados pela floresta, devido à exposição livre da superfície desses rios à insolação, e à capacidade da água de reter o calor recebido, por muito mais tempo do que o solo.

Os rios Pixuna e Tinga, porém, mostram uma variação de temperatura, com a estação do ano, muito grande para os rios tropicais. Este fato provém do pequeno curso destes rios com menor volume d'água, da correnteza diferente no verão e no inverno, e da circunstância de que somente uma faixa estreita marginal da superfície fica protegida contra a insolação, pela sombra da floresta. Durante o inverno, praticamente não há insolação; com as chuvas fortes e relativamente frias e o aumento da correnteza, a água aquecida do verão é rapidamente substituída. No verão, ao contrário, a correnteza lenta, especialmente do Rio Pixuna, permite à água uma exposição muito mais prolongada aos raios solares. A temperatura absoluta, sempre menor no Rio Tinga do que no Rio Pixuna se explica, pois que aquêle é mais estreito, por isso mais sombreado, e de correnteza quase sempre maior do que o Pixuna.

A diferença entre os comprimentos dos cursos dos pequenos igarapés e o ensombramento explica, também, as pe-

quenas diferenças de temperatura dêstes riachos na mesma estação do ano.

## 2) Côr e Transparência

Os nomes dos dois formadores do Rio Cupari, Rio Pixuna e Rio Tinga, provenientes da Língua Geral, significam “rio preto” e “rio branco”. Por êstes nomes podia-se supor que as suas águas são diferentes como, por exemplo, as do Rio Negro e do Amazonas sendo a primeira escura, transparente, côr de café, e a segunda barrenta e muito turva. Êstes tipos, de águas são geralmente chamados pelos habitantes da Amazônia “água preta” e “água branca”. Mas os rios Pixuna e Tinga não mostram tão grande diferença. Com a enchente que arrasta aos rios muito material das terras adjacentes, ficando em suspensão na água, as côres dos dois rios são absolutamente iguais; sòmente quanto à transparência há uma pequena variação com a quantidade das chuvas que caem temporariamente, com diferentes intensidades, na região banhada por um e outro rio e que influenciam sôbre a força da correnteza e a quantidade do material suspenso.

No verão, aliás, se nota uma pequena diferença entre os dois rios, parecendo de fato o Rio Pixuna mais escuro do que o Rio Tinga. Êste fenômeno se explica facilmente pela diferença das profundidades. Através da água rasa do Rio Tinga aparece a areia clara do leito, enquanto o Rio Pixuna é fundo demais para a luz do dia poder ser refletida pelo solo. Talvez ainda a diferença da correnteza contribua um pouco para esta variação de côr. A correnteza muito lenta do Rio Pixuna permite ao material suspenso, aliás em pequena quantidade em ambos os rios durante o verão, assentar-se mais na água calma dêste rio do que no Rio Tinga, com uma correnteza maior. Infelizmente, pela pequena profundidade do Rio Tinga, não foi possível comparar a transparência das águas durante o verão.

O problema da formação da “água preta” da Amazônia tem sido muito discutido, e os nomes dos rios Pixuna e Tinga deram-nos a esperança de poder solucioná-lo. Como foi ex-

plicado, porém, os nomes enganaram; o Rio Pixuna não é do tipo verdadeiro dos rios de “água preta”.

O Rio Cupari mostra também uma grande oscilação na transparência com as estações do ano, como era de se esperar.

As côres de águas naturais dependem da quantidade e qualidade da matéria anorgânica em suspensão, das substâncias orgânicas (produtos da decomposição da matéria vegetal morta) dissolvidas ou em estado coloidal, e do desenvolvimento de organismos do plâncton. Em rios relativamente curtos e de correnteza mais ou menos intensa, como nos rios em questão neste estudo, há somente um desenvolvimento muito pequeno de plâncton, ou nenhum. Neste caso, as côres são determinadas pela matéria anorgânica em suspensão e pelas substâncias orgânicas dissolvidas ou coloidais. Existem indícios de que há correlação entre a acidez da água, de um lado, e o estado de suspensão das partículas finas anorgânicas e a direção dos processos da decomposição das substâncias orgânicas, de outro lado. Por enquanto, porém, faltam dados exatos sobre este assunto; somente pesquisas futuras poderão conduzir a conclusões gerais.

As côres e a transparência dos pequenos igarapés da região do Cupari, apenas parcialmente determináveis, não revelaram relações importantes com a química das águas ou do solo.

### 3) pH. Gaz carbônico livre e Bicarbonatos

A água da maioria dos corpos d'água na região do Rio Cupari é ligeiramente ácida chegando a ser levemente alcalina, um fato muito interessante que fica em contraste com os igarapés acidíssimos (pH até 4,5) da planície terciária do vale amazônico, o que fica mencionado apenas de passagem. Encontra-se no pH uma relação evidente com o terreno do meio ambiente. Os igarapés pequenos do terreno de arenitos do Devoniano (Igarapé da Prainha, Igarapé florestal da Prainha) são os mais ácidos, devido à pobreza do solo em sais solúveis. As terras do Carbonífero geralmente fornecem

às suas águas maior quantidade de substâncias tampão. As águas praticamente neutras do Carbonífero constituem fenômeno típico para esta zona. O sistema de tampão mais importante parece ser o dos bicarbonatos gaz carbônico. O gráfico na página seguinte indica um ligeiro paralelismo entre o pH e este sistema; mas ele mostra também exceções, de maneira que devem interferir aqui outros sistemas de tampão, ainda não esclarecidos.

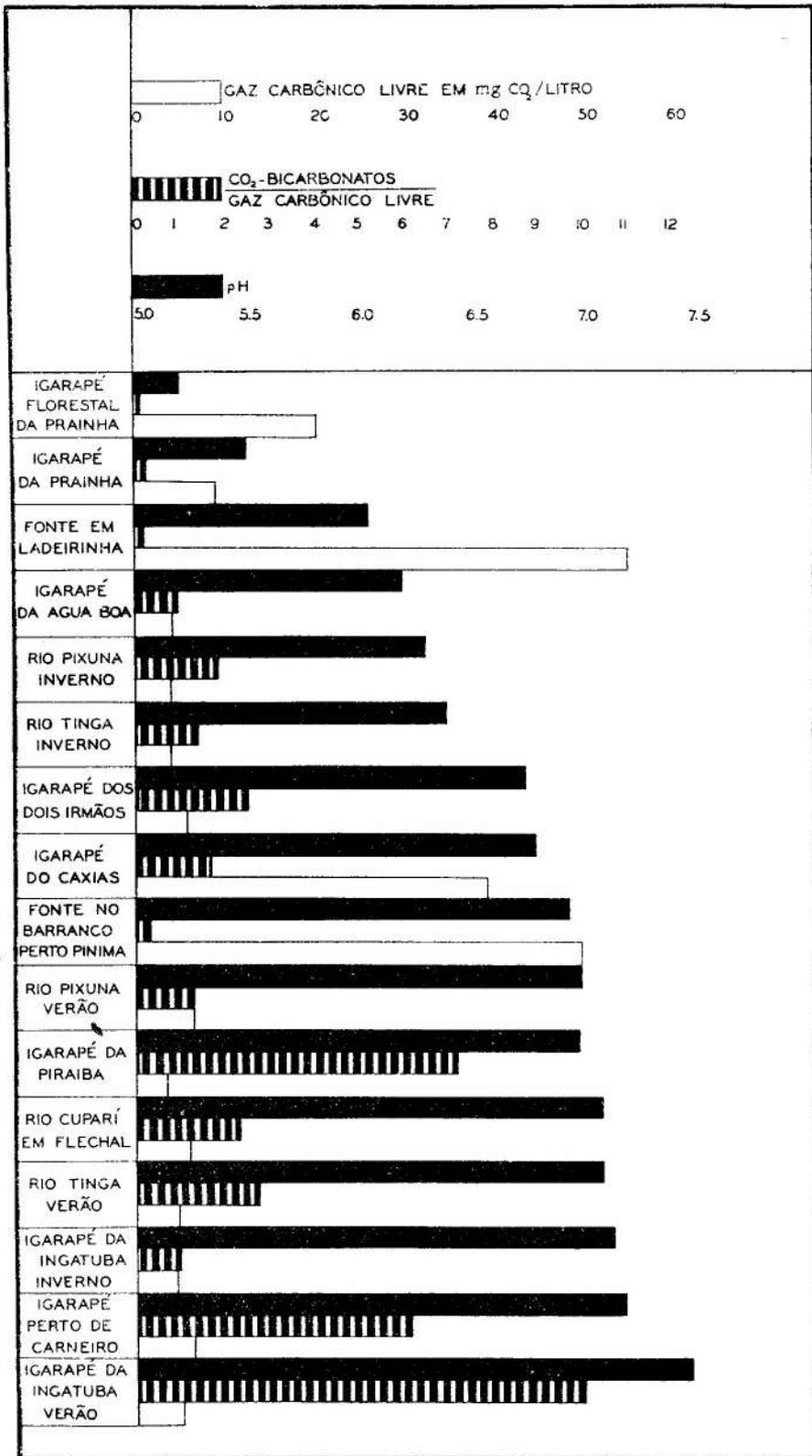
Com as estações do ano, o pH dos mesmos corpos d'água sofre modificações, sendo ele mais baixo durante a época chuvosa do que na seca. A grande massa da água de chuva dilui as águas terrestres e diminui a quantidade das substâncias tampão provenientes do solo e subsolo. Em consequência, o efeito acidificante do gaz carbônico livre e dissolvido torna-se mais acentuado, enquanto os bicarbonatos ficam mais escassos.

Não tem significação para o pH que a quantidade absoluta de gaz carbônico livre dissolvido diminua também com as chuvas e a aeração da água delas decorrente. Como mostra o gráfico, somente a quantidade absoluta de gaz carbônico livre, deixando-se de tomar em consideração a quantidade de bicarbonatos, não determina o pH.

As águas terrestres, de pequenos igarapés e fontes, às vezes contêm enormes quantidades de gaz carbônico livre, proveniente de atividades microbianas no solo, geralmente muito intensivas no clima quente tropical.

O gaz carbônico livre das águas é de importância técnica para serviços de encanação, caldeiras, etc. Em proporções bem definidas, o gaz carbônico livre estabelece um equilíbrio com os bicarbonatos, como mostra a seguinte tabela segundo Tillmans (citada seg. Kleerekoper): (pág. 38).

**GRÁFICO SOBRE pH E SISTEMA DE TAMPAO DAS ÁGUAS ANALIZADAS**



### SISTEMA DE EQUILÍBRIO ENTRE GAZ CARBÔNICO LIVRE E TEOR EM BICARBONATOS NA ÁGUA

Bicarbonatos em mg/l	Gaz carbônico livre em mg/l
10 .....	0
50 .....	0.75
100 .....	3.06
150 .....	9.25
200 .....	25.00

O excesso de gaz carbônico livre sobre este equilíbrio se torna “agressivo” e desenvolve um papel importante nos processos de decomposição do solo e subsolo, e em construções hidrotécnicas. As análises demonstram este excesso existente nas águas analisadas, mesmo nas águas da zona do Carbonífero, relativamente ricas em bicarbonatos em comparação com as águas do Devoniano (Igarapé da Água Boa, Igarapé da Prainha, Igarapé florestal da Prainha) e do Terciário da Amazônia (dados ainda não publicados).

#### 4) Oxidabilidade e Ácidos Húmicos

A oxidabilidade indica a quantidade de substâncias oxidáveis pelo permanganato de potássio. Tratando-se na maior parte de substâncias orgânicas, quimicamente não definidas, a quantidade destas substâncias somente pode ser indicada pela quantidade de  $\text{KMnO}_4$ , em mg. por litro, consumida para a oxidação das mesmas. Um consumo de  $\text{KMnO}_4$  aproximadamente de 20 mg por litro é normal para a maioria das águas naturais. Águas de fontes, saindo de camadas mais profundas do solo, abaixo da camada de humus, geralmente têm uma oxidabilidade menor, como se vê, por exemplo, na fonte em Ladeirinha e no Igarapé florestal da Prainha. Nas típicas “águas pretas” a oxidabilidade sobe consideravelmente, mas na região do Cupari não foram encontradas tais águas.

Muito interessante, porém, é a influência do inverno sobre a oxidabilidade. Durante o verão, com a falta de chuva,

acumulam-se e entram em decomposição, nos terrenos adjacentes aos rios e igarapés, os restos mortos da vegetação, especialmente em regiões cobertas de florestas ou de igapó. Com as fortes chuvas de inverno e a enchente, esta matéria vegetal em decomposição é arrastada aos cursos d'água ou entra em contacto com êles pelas inundações do igapó, e fica dissolvida em parte, provavelmente em estado coloidal, ou suspensa. Desta maneira, a oxidabilidade eleva-se até valores extremos, como no Igarapé da Água Boa ou no Rio Tinga. O aumento da oxidabilidade dá uma idéia da enorme quantidade da matéria orgânica no "metabolismo" das florestas amazônicas e da intensidade dêste processo.

Os ácidos húmicos se acham às vezes entre estas substâncias orgânicas sujeitas à oxidabilidade, como mostra o aumento dêles durante o inverno, por exemplo, no Rio Pixuna, Rio Tinga e Igarapé da Ingatuba. A quantidade absoluta de tais ácidos deve depender tanto de propriedades específicas do solo e da vegetação, como do teor em cálcio da água.

##### 5) **Substâncias anorgânicas**

As substâncias contidas nas águas provêm de camadas superficiais do solo ou de camadas mais profundas do subsolo, ou de ambas as partes. A comparação dos teores de verão e inverno permite conclusões sôbre o lugar de origem destas substâncias, porque as águas subterrâneas, cuja percentagem predomina durante o verão, são diluídas no inverno pela água da chuva que fica parcialmente em contacto com as camadas superficiais da terra. Desta maneira devemos esperar uma diminuição, durante o inverno, nos teores em substâncias oriundas do subsolo, e, ocasionalmente, um aumento nos produtos da superfície. De fato, porém, muitas vezes não achamos relações tão nítidas como as exigidas pela teoria simplificada. Pois as mesmas substâncias podem derivar-se, simultâneamente e em diversas proporções, das camadas superficiais como das mais profundas da terra. E, com o progresso da estação chuvosa, a água pluvial que en-

tra nos cursos d'água e que estava em contacto com as camadas superficiais da terra, se torna mais pobre em tais substâncias dissolvidas, porque elas, formadas pelo processo de decomposição do solo e dos restos mortos da vegetação e acumuladas durante o período sêco, são dissolvidas e levadas pelas primeiras grandes chuvas. Neste caso, sômente exames minuciosos dos resultados das análises e uma série de observações feitas durante um período mais prolongado e em intervalos pequenos, poderão levar a conclusões exatas e seguras. Para o nosso fim, de apresentar uma observação geral sôbre a região do Cupari, aliás, os resultados obtidos já são suficientes.

#### a) **Dureza**

A dureza compreende a soma de cálcio e magnésio, dissolvidos na água. Não me tendo sido possível fazer a separação dêstes dois ions por falta de aparelhamento, dei, nas tabelas, o valor da dureza em graus alemães (DHG, 1 DHG corresponde a 10 mg CaO / litro) e o valor calculado para Ca<sup>++</sup> como se não houvesse Mg<sup>++</sup>.

O cálcio, geralmente, é uma substância bastante escassa nas águas amazônicas, movendo-se os valores entre mais ou menos 1 e 4 mg Ca<sup>++</sup> / litro (dados ainda não publicados). Valores tão baixos sômente raríssimas vezes são encontrados em outras regiões do mundo. Já Friedrich Katzer, que fez as primeiras análises de águas na Amazônia, admirou-se da pobreza geral em sais destas águas, chegando à conclusão de que "no ponto de vista químico as águas do gigantesco rio são de uma pureza extraordinária. O mesmo se aplica, parcialmente ainda, à maior extensão dos seus afluentes pelo que se pode julgar do exame neste sentido, de modo que os cursos d'água e os rios da região do Baixo Amazonas apresentam as águas mais puras do mundo..." (Tradução do original para o português por Hugo Mense O.F.M., Bol. Mus. Par. E. Goeldi, Vol. IX, 1933, pág. 47).

A faixa do Carbonífero, porém, forma uma excepção a esta constatação para o cálcio. O calcáreo que aflora em

vários lugares, enriquece as águas com cálcio. Comparando, por exemplo, os rios Tinga e Pixuna, que vêm do Arqueano e percorrem os arenitos e folhelhos do Presiluriano e Devoniano, com os pequenos afluentes do Cupari no Carbonífero, verificamos imediatamente a grande diferença. O Carbonífero da região do Cupari, aliás, não consiste exclusivamente de calcáreo; por isso encontramos também nas águas desta região grandes variações no teor em cálcio. Sendo o calcáreo uma parte do subsolo que somente em pequenas áreas chega à flor da terra, o teor das águas em cálcio diminui com as chuvas de inverno.

#### b) Ferro

A quantidade de ferro na água depende do terreno 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.

#### c) Cloretos

O mesmo vale para os cloretos, existentes somente em quantidades mínimas e até nulas.

#### d) Alumínio

O alumínio não foi encontrado em nenhuma das águas examinadas da região do Rio Cupari, bem como em outras partes estudadas da Amazônia (dados ainda não publicados). Deve ser de interesse estudar o problema a fim de se verificar se a falta de alumínio nas águas desta região tropical tem relação com os processos de decomposição do solo, diferentes no clima tropical e nos climas temperados e frios. Nos trópicos observa-se no solo uma maior migração de sílica do que no clima temperado, e o resultado final da decomposição é o alumínio-hidrargilito. Este fato mostra que, aqui, o alumínio permanece no solo; êle explica talvez a completa falta de alumínio nas águas examinadas na Amazônia.

e) **Sílica**

Tomando em consideração o ponto de vista tratado no item anterior, a sílica talvez possa ser considerada como antagonista do alumínio. Geralmente, nas águas tropicais o teor em  $\text{SiO}_2$  é maior do que nas águas de climas mais frios. Nas análises apresentadas, porém, não aparece este fenômeno. Infelizmente, somente foi possível, por razões técnicas, a determinação quantitativa do ácido sílico dissolvido e não da sílica em estado coloidal. Seria necessária a determinação desta para se poder tirar conclusões certas.

f) **Manganez**

Entre todas as águas examinadas encontrei manganez somente no Igarapé perto de "Carneiro" e na Fonte localizada no barranco próximo de "Pinima", em quantidades mínimas, e no Igarapé do Caxias em quantidade apreciável. Em todas as outras águas constatou-se ausência. Torna-se provável, desta maneira, que nas regiões de onde vêm as águas citadas como contendo manganez, este minério deve existir na terra. De fato conhece-se manganez em pequena quantidade no Carbonífero do baixo Rio Tapajós, em Miri-tuba, em frente de Itaituba (Paul Le Cointe).

g) **Amoníaco**

Análises de amoníaco não puderam ser feitas nas amostras colhidas na primeira viagem ao Cupari, no inverno. As poucas análises feitas na segunda viagem indicam teores normais para águas correntes. Somente em águas estagnadas, em lagos, o amoníaco exerce papel mais importante com relação à ecologia das mesmas.

h) **Sulfatos**

Os sulfatos, geralmente muito raros nas águas amazônicas, dependem fortemente do subsolo, como o cálcio. No Carbonífero do Rio Cupari conhece-se um afloramento de gipsita, no lugar de nome "Pedra Branca", dado por causa

da aparência branca, de alabastro, dêste minério. Explica-se a ocorrência esporádica de sulfatos nas águas analisadas, pela distribuição desigual de minerais de sulfatos no solo. O Igarapé da Ingatuba mostra como os sulfatos na água diminuem com o inverno. O método de análise usado, aliás, não é muito sensível, de maneira que os valores 0 (zero) nas tabelas não devem ser entendidos como um zero absoluto, mas somente como valores abaixo da sensibilidade do método.

#### i) Nitratos

Os nitratos provêm especialmente da decomposição da matéria orgânica, e da chuva. Processos biológicos nas águas rapidamente consomem os nitratos nelas dissolvidos. Os dados na tabela mostram o aumento dos nitratos com o inverno. Eles podem chegar a valores muito altos, como por exemplo no Igarapé da Prainha. Nos solos em geral pobres da terra firme amazônica, os nitratos provavelmente são as únicas substâncias existentes em quantidades apreciáveis para um aproveitamento da terra pela agricultura.

#### j) Fosfatos

Dá-se o contrário com os fosfatos. Geralmente ausentes, eles aparecem somente em casos raros e, mesmo assim, em quantidades mínimas, mostrando desta forma a escassez desta substância nas terras firmes amazônicas. O valor de 0,1 mg  $P_2O_5$ / litro no Igarapé do Caxias é uma exceção singular e prova, juntamente com os teores em outras substâncias anorgânicas, o contacto da água dêste igarapé com camadas ou minerais mais ricos nestas matérias.

k). Infelizmente ainda não nos foi possível fazer análises de sódio e potássio. O último teria uma grande importância como indicador das qualidades dos solos nas regiões das nascentes das águas.

### V. SUMÁRIO

No presente trabalho é apresentada, inicialmente, uma visão geral da situação geográfica e das condições gerais do Rio Cupari, afluente da margem direita do baixo Tapajós.

Juntamente com a descrição da topografia da região e do curso dêste rio, é explicada a sua Geologia, especialmente sob o ponto de vista mineralógico. São aqui comunicadas análises das águas dos rios e igarapés do sistema fluvial do Cupari e dos resultados relacionados com a qualidade do fundamento terrestre das cabeceiras e das zonas percorridas. Também são discutidas as alterações na composição química de alguns corpos d'água com as estações anuais.

Os dois rios formadores do Cupari, Rio Tinga e Rio Pixuna, vêm de regiões ainda desconhecidas do complexo arqueano central-brasileiro e entram, depois, em zonas do Paleozóico, que limitam, em forma de faixas, o grande vale do baixo Amazonas nos lados norte e sul. Os dois rios unem-se no Devoniano, formando o Rio Cupari, que logo entra na zona do Carbonífero na qual continua até desembocar no Tapajós.

A base da região do Devoniano consiste principalmente em arenitos e folhelhos. Os igarapés que nascem nessa zona mostram um pH baixo e uma grande pobreza em bicarbonatos como em sais dissolvidos em geral, um fenômeno típico para todas as águas provenientes de regiões de arenitos.

A faixa do Carbonífero do baixo Amazonas, porém, é caracterizada por frequentes afloramentos de camadas de calcáreo. Os solos desta zonas têm a fama de maior fertilidade do que os solos evidentemente pobres, de um modo especial da terra firme do Terciário. Quando a base de suas cabeceiras é mais rica em calcáreo, os igarapés da zona do Carbonífero mostram um pH mais alto, ao redor do ponto neutro, e, em geral, um teor mais elevado em sais dissolvidos, principalmente cálcio + magnésio (Dureza) e bicarbonatos. Também sulfatos se encontram em algumas destas águas, às vezes até em quantidades apreciáveis. Vem a propósito lembrar o fato de se conhecer, no Carbonífero do Cupari, sulfato em forma de uma afloramento de gipsita. O pH das águas é em parte determinado pelo sistema de tampão gaz carbônico bicarbonatos. Existem, aliás, desvios desta regra, ainda não esclarecidos, mas que devem ser provocados por influências de outros sistemas de tampão.

Em todas as águas examinadas existe um excesso de gaz carbônico livre sôbre o equilíbrio entre êste e os bicarbonatos, o qual, sendo ácido carbônico agressivo, é de importância para os processos de decomposição das rochas — com êles para a formação do solo — e para certos fins técnicos (encanações de água, etc.). Especialmente nas águas pobres em bicarbonatos, o excesso de gaz carbônico livre pode atingir valores muito altos. Em geral, as fontes e os menores cursos d'água contêm quantidades grandes de gaz carbônico livre, produzida pela alta intensidade, no clima tropical, dos processos microbiológicos da decomposição da matéria orgânica no solo.

E' notável a ausência de alumínio em todas as águas amazônicas até agora estudadas. Parece possível que êste fato esteja ligado à direção dos processos de decomposição nos solos de climas tropicais, direção que conduz a uma migração do ácido sílico e ao alumínio-hidragilita como produto final restante no solo.

Os fosfatos ocorreram nas águas analizadas sômente em dois casos e em quantidades muito reduzidas. Êste resultado é o reflexo da extrema pobreza dos solos amazônicos da terra firme, mesmo na parte mais rica do Carbonífero.

Os nitratos, ao contrário, existem em quantidades relativamente grandes. Êles provêm principalmente das camadas superficiais do solo, onde são produzidos pela decomposição da matéria orgânica, e diretamente da chuva. Em consequência das fortes chuvas do "inverno", denominação dada na Amazônia à estação chuvosa do ano, dilui-se a água terrestre, oriunda do solo e do subsolo. Desta maneira diminui, nos cursos d'água, o teor nas substâncias procedentes de camadas mais profundas do solo e subsolo, como cálcio, bicarbonatos e sulfatos. Mas como a maior parte da água pluvial, antes da sua entrada nos cursos dos rios, entra em contacto com as camadas superiores da terra, ela leva aos igarapés e rios as substâncias contidas nestas camadas, as quais se formaram e acumularam durante a estação sêca e são extraídas pelas águas das chuvas. Trata-se especialmente de ni-

tratos e, mais ainda, de matérias orgânicas dissolvidas, coloidais ou em suspensão, entre elas pequena quantidade de ácidos húmicos. A quantidade enorme de substâncias orgânicas oxidáveis que, com o tempo chuvoso, entra nas águas, permite imaginar a produção impressionante de matéria vegetal, acumulada na superfície da terra durante o período seco, e a intensidade do metabolismo na floresta amazônica.

O problema da formação da conhecida “água preta” da Amazônia, a influência, por exemplo, da acidez do solo e da água sobre a direção dos processos de decomposição das substâncias orgânicas, formando produtos diferentes, não pôde ser estudado no sistema fluvial do Rio Cupari, pois os nomes dos rios formadores “Tinga” e “Pixuna” (branco e preto) não corresponderam às esperanças neles depositadas.

Em resumo, pode-se dizer que a maioria dos pequenos corpos d’água examinados na região do Carbonífero do Rio Cupari, difere dos de outras regiões geológicas da Amazônia pelo pH mais alto e por teores maiores em, especialmente, cálcio, bicarbonatos e sulfatos, aparecendo êstes últimos limitados a determinados lugares. As comparações com outras regiões geológicas se baseiam parcialmente em dados ainda não publicados. Provou-se, com isso, uma relação entre a composição química das águas e a qualidade do solo das cabeceiras, condicionada pela Geologia e Mineralogia.

#### V-a) ZUSAMMENFASSUNG

In vorliegender Arbeit wird zunächst ein Überblick gegeben über die geographische Lage und allgemeinen Verhältnisse des Rio Cupari, eines rechten Nebenflusses des unteren Rio Tapajós. Zugleich mit der Beschreibung der Topographie des Flussgebietes und Flusslaufes wird auf die Geologie der vom Rio Cupari durchflossenen Region eingegangen, besonders in mineralogischer Hinsicht. Ausgeführte Wasseranalysen der Flüsse und Bäche des Cupari-Flussystems werden mitgeteilt und mit der Beschaffenheit des Untergrundes der jeweiligen Quellgebiete bzw. durchflossenen Gelände in Verbindung gebracht. Ebenso werden die jahreszeitlichen Verän-

derungen in der chemischen Zusammensetzung einiger Gewässer besprochen.

Die beiden Quellflüsse des Rio Cupari, die Flüsse Tinga und Pixuna, kommen aus noch unbekanntem Gegenden des archaischen Komplexes Zentralbrasiliens und treten dann in Zonen des Paläozoikums ein, die das grosse Tal des unteren Amazonasgebietes im Norden wie im Süden streifenartig begrenzen. Im Devon vereinigen sich die beiden genannten Quellflüsse zum Rio Cupari, welcher dann bald darauf in die Karbonformation eintritt, in der er bis zu seiner Mündung in den Rio Tapajós verbleibt.

Der Untergrund des Devongebietes besteht in der Hauptsache aus Sandsteinen und geschiefertem Gestein. Die dort entspringenden Bäche zeigen ein niedriges pH und grosse Armut an Bikarbonaten sowie allgemein an gelösten Salzen, wie es für alle Gewässer Amazoniens, die aus Sandsteingebieten kommen, typisch ist.

Der Karbonstreifen des unteren Amazoniens ist hingegen vor allem durch häufiges Vorkommen anstehender Kalksteinschichten gekennzeichnet. Auch haben die Böden dieser Gegenden den Ruf grösserer Fruchtbarkeit, als die ausgesprochen armen Böden besonders der tertiären "Terra firme" d.h. des höhergelegenen, nicht vom Hochwasser der Flüsse während der Regenzeit überschwemmbareren Geländes Amazoniens. Entsprechend dem Untergrunde ihrer Herkunftsgebiete zeigen die Bäche der Karbonregion ein höheres pH, das etwa um den Neutralpunkt herum liegt, sowie allgemein einen höheren Gehalt an gelösten Salzen, vor allem Kalzium + Magnesium (Härtegrad) und Bikarbonaten. Auch Sulfate sind in einigen dieser Gewässer, z.T. sogar in erheblichen Mengen, vorhanden, was verständlich wird, wenn man bedenkt, dass im Karbon des Cupari-Gebietes Sulfat z.B. in Form eines Gips-Lagers bekannt ist. Das pH der Gewässer wird z.T. durch das Kohlensäure Bikarbonat-Puffersystem bestimmt. Doch bestehen noch nicht aufgeklärte Abweichungen von dieser Regel, die durch das Einwirken anderer Puffersysteme bedingt sein müssen.

In allen untersuchten Gewässern ist ein Überschuss an freier Kohlensäure enthalten, gegenüber dem Gleichgewicht zwischen dieser und den gelösten Bikarbonaten, der als aggressive Kohlensäure für die Zersetzungsprozesse der Gesteine, damit für die Bodenbildung, und für gewisse technische Zwecke (Wasserleitungen etc.) von Bedeutung ist. Besonders in den an Bikarbonaten armen Gewässern kann der Kohlensäureüberschuss sehr grosse Werte annehmen. Allgemein enthalten Quellen und kleinste Wasserläufe sehr grosse Mengen an freier Kohlensäure, die durch die, durch das warme Tropenklima bedingte grosse Intensität der mikrobiologischen Zersetzungsprozesse von organischer Substanz im Boden erzeugt werden.

Das Fehlen von Aluminium in allen bisher untersuchten amazonischen Gewässern ist auffallend. Es scheint möglich, dass dieser Zustand mit den Verwitterungsprozessen in Böden tropischer Klimate zusammenhängt, die, im Gegensatz zu kälteren Klimaten, zu einer Wanderung der Kieselsäure in Boden und zum Aluminium-Hydrargillit als Endprodukt führen.

Phosphorsäure ist in den untersuchten Gewässern nur in zwei Fällen vorhanden, auch hier nur in äusserst geringer Menge. In diesem Befund spiegelt sich die extreme Armut der amazonischen Böden der Terra firme an diesem für eine landwirtschaftliche Nutzung so wichtigen Stoffe wieder.

Im Gegensatz hierzu sind Nitrate in verhältnismässig reichlicher Menge vorhanden. Sie entstammen vor allem den oberflächlicheren Bodenschichten, wo sie durch die Zersetzung organischen Materials erzeugt werden, und direkt dem Regen. Durch die gewaltigen Regenmengen des "Winters", wie in Amazonien die Regenzeit genannt wird, wird das aus dem Boden kommende Quellwasser verdünnt. Damit vermindert sich der Gehalt an den aus tieferen Bodenschichten stammenden Stoffen wie: Kalzium, Bikarbonate, Sulfate. Da jedoch der grösste Teil des Regenwassers vor seinem Eintritt in die Flussläufe mit den oberen Erdschichten in Berührung tritt, schwemmt dieses in die Gewässer eben die

in diesen oberen Schichten enthaltenen Stoffe ein, die sich dort während der Trockenzeit gebildet und angehäuft haben und nunmehr ausgewaschen werden. Es handelt sich dabei besonders um Nitrate und, in weit grösserer Menge, um gelöste, kolloidal gelöste oder suspendierte organische Substanzen, unter diesen geringe Quantitäten von Humussäuren. Die ungeheuren Mengen oxydabler organischer Substanz, die mit der Regenzeit in die Gewässer gelangen, lassen auf die gewaltige Produktion vegetabilischer Stoffe, die sich während der Trockenzeit auf der Erdoberfläche ansammeln, und die Intensität der Stoffwechselprozesse in amazonischen Wäldern schliessen.

Das Problem der Bildung des in Amazonien bekannten "Schwarzwassers", wie hierbei z.B. die Azidität des Bodens und Gewässers richtunggebend auf die Zersetzungsprozesse der organischen Substanzen und damit auf die Bildung verschiedenartiger Endprodukte einwirkt, konnte am Flusssystem des Rio Cupari nicht untersucht werden, da die Namen der Quellflüsse Tinga und Pixuna, "weisser" und "schwarzer" Fluss, nicht den an sie geknüpften Erwartungen entsprachen.

Abschliessend kann gesagt werden, dass die meisten untersuchten kleinen Gewässer der Karbonregion des Cupari sich von denen anderer geologischer Gebiete Amazoniens sehr stark unterscheiden durch höheres pH und grösseren Gehalt an vor allem Kalzium, Bikarbonaten und Sulfaten, wenn diese letzten auch nur in lokaler Begrenzung auftreten. Die Vergleiche beruhen z.T. auf noch unveröffentlichten Daten. Es ist damit ein Zusammenhang zwischen der chemischen Beschaffenheit der Gewässer und der durch Geologie und Mineralogie bedingten Bodenbeschaffenheit der Quellgebiete nachgewiesen worden.

## VI) LITERATURA

- BATES, Henry Walter: The Naturalist in the River Amazon.
- BERL-LUNCE: Chemisch-technische Untersuchungsmethoden, 8. Aufl.
- CARVALHO, Paulino F. de: Reconhecimentos geológicos e sondagens na bacia do Amazonas. Bol. 15, S.G.M.B., Rio de Janeiro, 1926.
- KATZER, Friedrich: Grundzüge der Geologie des unteren Amazonas-Gebietes. Leipzig, 1903. Tradução para o português por Frei Hugo Mense O.F.M., no Bol. Mus. Par. E. Goeldi, vol. IX, 1933. Série didática n.º 4, Serv. Inf. Agr., Rio de Janeiro, 1944.
- LE COINTE, Paul: O Estado do Pará. São Paulo, 1945.
- MOURA, Pedro de: Reconhecimentos geológicos no Vale do Tapajós. Bol. 67, S.G.M., Rio de Janeiro, 1932.
- MOURA, Pedro de: Geologia do Baixo Amazonas. Bol. 91, S.G.M.B., Rio de Janeiro, 1938.
- OHLMÜLLER-SPITTA: Untersuchung des Trink- und Gebrauchswassers. Berlin.

RIO TAPAJÓS

# ESBÔÇO DO CURSO DO RIO CUPARÍ

CONFORME ANOTAÇÕES FEITAS DURANTE  
A VIAGEM DE 20 A 29 DE OUTUBRO  
DE 1948 POR HARALD SIOLI.

COMPRIMENTO DO CURSO DO RIO  
CUPARÍ DO REPARTIMENTO ATÉ  
A BÔCA: ± 100 QUILOMETROS.

TIMBOZAL

REMANSO



PEDREIRA

PEDRA  
BRANCA

FONTE EM  
LADEIRINHA

ANTONIO  
PORTUGUÊS

CASTANHO

POÇO DO  
CAXIAL

PINIMA

CAPINZAL

AGI

CAPINZAL

BAIXO

BAIXO

LAGOS

GURUÇÁ

POÇO DO CURUÇÁ

IGARAPÉ DE SANTA CRUZ

AGI

## AFLOREAMENTOS DE:

A - ARENITO

AGI - ARGILA ESTRATIFICADA  
SÓLIDA

C - CALCÁREO

D - DIABÁSIO

F - FOLHELHO

G - GIPSITA

MARGEM DE TERRA  
NÃO ALAGÁVEL

IGARAPÉ DO OURO

GOIABAL F<sup>2</sup>

C

F<sup>2</sup>

C

BAIXO DO CAXIAS

A

IG DO CAXIAS

LAGO SÃO JOÃO

IGARAPÉ

FONTE NO BARRANCO PERTO

BAIXO DE

SÃO JOÃO

PINIMA

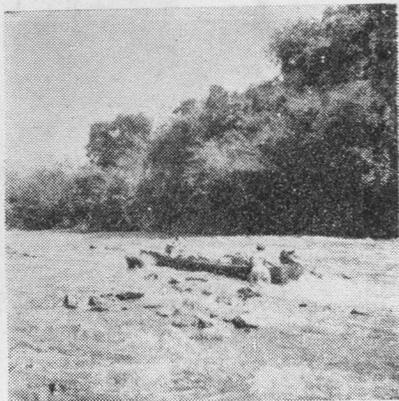
NÃO ALAGÁVEL





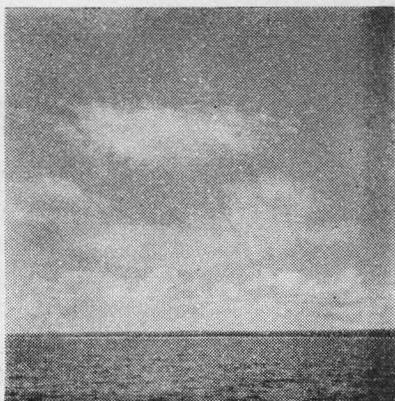
Fotografia n.º 1

Água rasa do Rio Cupari durante o verão. "Baixo" do Caxias.



Fotografia n.º 2

Passagem pela Cachoeira do Flechal.



Fotografia n.º 3

Baixo Rio Tapajós. Formação típica das margens na planície do Terciário.



Fotografia n.º 4

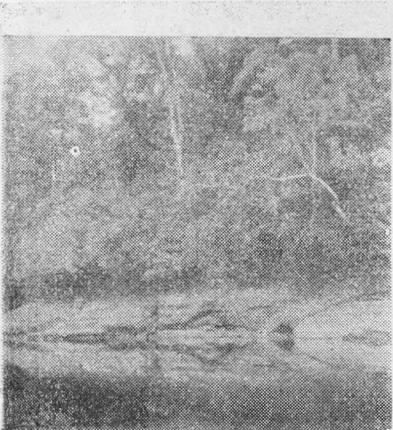
Margem do Rio Tapajós em frente de Fordlandia. Terreno ondulado do Carbonífero.



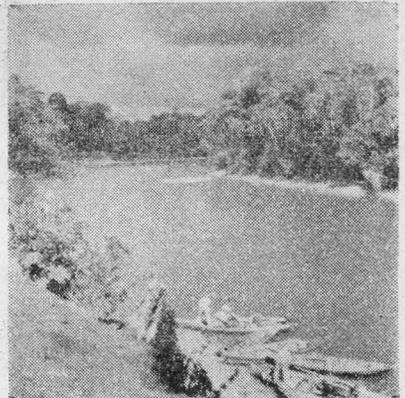
Fotografia n.º 5  
Acumulação de diabásio em "Pedreira",  
na margem do curso baixo do Rio Cupari.



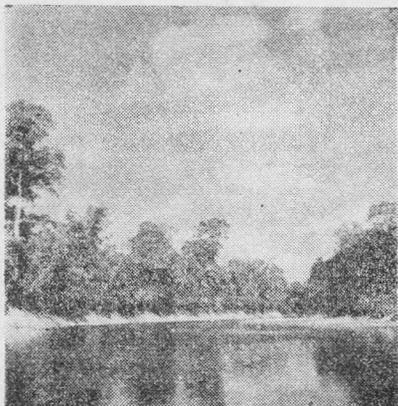
Fotografia n.º 6  
Afloramento de calcáreo na margem do  
Rio Cupari, perto de "Ingatubão".



Fotografia n.º 7  
Rio Cupari. Afloramento de arenito no  
paredão de "Itapéua".



Fotografia n.º 8  
Rio Cupari. Banco de areia no leito do  
rio em "Curuçá".



Fotografia n.º 9

Paisagem típica do curso médio do Rio Cupari.



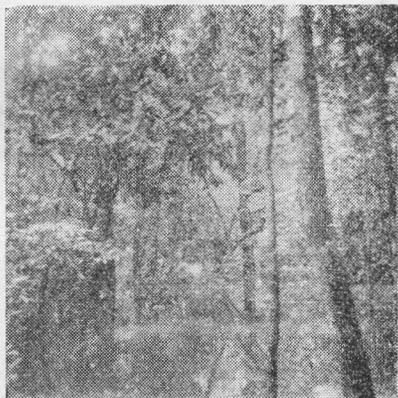
Fotografia n.º 10

Rio Cupari, curso superior, do Repartimento para baixo



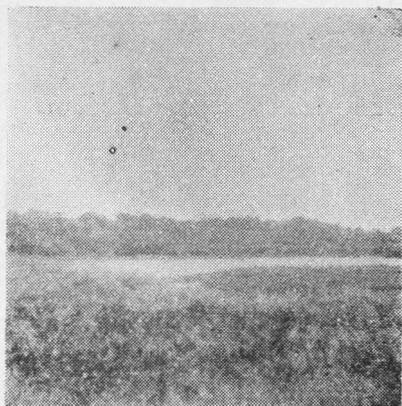
Fotografia n.º 11

Igapó na margem do curso médio do Rio Cupari, em "Curuçá". São durante o verão. (28-10-1948).



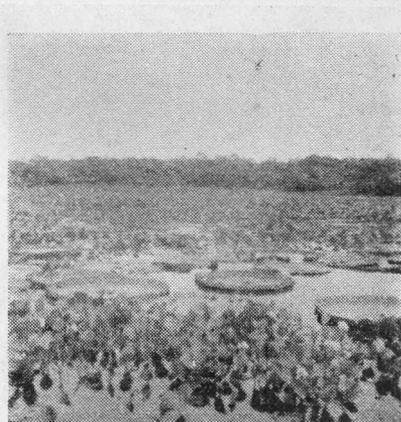
Fotografia n.º 12

Igapó na margem do curso médio do Rio Cupari, perto de "Guaranazal". Inundado durante o inverno. (30-12-1947).



Fotografia n.º 13

**Lago Curuçá na margem do médio Rio  
Cuparí, durante o verão (28-10-1948).**



Fotografia n.º 14

**Lago Curuçá na margem do médio Rio  
Cuparí, durante o inverno (3-1-1948).**