

**BOLETIM TÉCNICO**  
DO  
**INSTITUTO AGRONÔMICO DO NORTE**

---

N.º 32

Janeiro de 1956

---

**O RIO ARAPIUNS**

Estudo limnológico de um corpo d'água da região do terciário,  
plioceno, série das barreiras, do Baixo Amazonas.

— — — — —  
**AS AGUAS DA**  
**REGIÃO DO ALTO RIO NEGRO**

— — — — —  
**PRIMEIRA DESCOBERTA DE**  
**UM REPRESENTANTE DE CHAROPHYTA**  
**NA REGIÃO AMAZÔNICA**

Por

Harald Sioli

BELEM — PARÁ — BRASIL

# AS ÁGUAS DA REGIÃO DO ALTO RIO NEGRO

Dr. phil. HARALD SIOLI

*(Entregue para publicação em 12 de Setembro de 1953)*

## I. Introdução.

As águas da região do alto Rio Negro são, até hoje, completamente desconhecidas sob o ponto de vista limnológico. Como únicas referências na literatura encontram-se apenas algumas anotações de KOCH-GRÜNBERG sobre a côr das mesmas.

Uma curta viagem, em setembro de 1952, àquele rincão da Amazônia brasileira me deu a oportunidade de executar as primeiras pesquisas hidroquímicas e hidrobiológicas em águas daquela região, tanto em diversos pequenos córregos como no próprio Rio Negro. As águas, então, revelaram condições tão especiais — principalmente também no tocante ao passado geológico da região, ao clima, e aos processos nos solos, ligados intimamente com os dois primeiros fatores — que a publicação dos dados elaborados e aqui referidos parece ser útil para o conhecimento das águas amazônicas, como também das condições edafológicas em regiões equatoriais úmidas.

Tive ocasião de trabalhar no Rio Negro mesmo em dois lugares e em riachos perto da foz meridional do rio Caiarí-Uaupés e em Içana, bem como defronte de Içana, do antigo São Felipe. Um pequeno esboço de mapa ilustra a situação das zonas estudadas.

## II. Geologia e Geografia.

Os mapas geológicos da Amazônia mostram que a região do alto Rio Negro pertence ao antiquíssimo escudo das Guianas, da era do arqueano. A base consiste de granitos e gnaisses do complexo fundamental guianense, e só em poucos lugares isolados este fica sobreposto por arenitos proterozóicos, os quais, porém, só possuem uma importância local.

Geograficamente, a região representa a transição do sistema potâmico do Rio Negro ao do Orenoco. Desde o tempo de ALEXANDER VON HUMBOLDT se sabe — e antes já se suspeitava — não

existir entre as duas bacias hidrográficas um divisor de águas: pelo Canal do Cassiquiare, por onde a água do Orenoco corre para o Rio Negro, os dois rios se acham em ligação constante e ininterrupta.

Tôda a região do alto Rio Negro é uma peneplanície quase ideal e de enorme extensão (Vêr foto n.º 1), cujo acabamento é interrompido, apenas, por alguns morros grandes e isolados, de diferentes altitudes. A peneplanície é completamente coberta de floresta virgem, enquanto nos morros de granito, especialmente nos declives íngremes, muitas vêzes aparece a rocha nua. Tais morros graníticos isolados são, por exemplo, a Serra Curicuriarí (com altura de  $\pm$  900 metros) ou a Serra Caabarí, muito mais baixa, representadas ambas nas fotografias n.ºs 2 e 3, vistas do Rio Negro.

Em vez de tentar uma descrição própria, será mais interessante citar PIERRE GOUROU, que sumariza, da seguinte forma, as descrições de GLYCON DE PAIVA (1929) (GOUROU 1950, pp. 386-387):

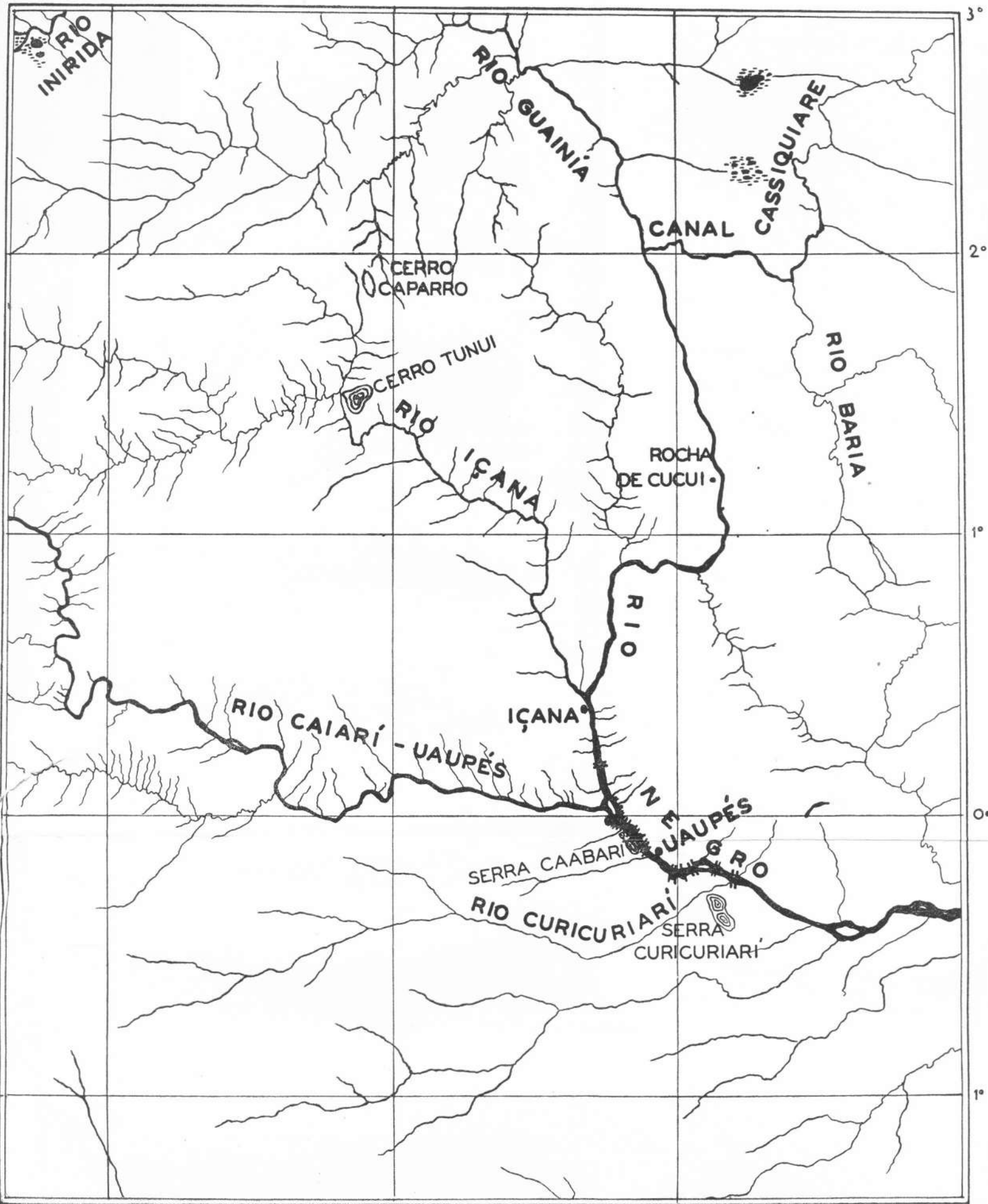
“A montante de Moura, no Rio Negro, as areias e os arenitos dão lugar ao “granito fundamental” que forma aí uma peneplanície característica, uma das mais notáveis do mundo, não sòmente pela tranqüilidade de seu relêvo mas também por sua fraca altitude. É, na realidade, uma peneplanície relacionada ao nível atual dos rios, embora seja estabelecida sòbre granitos antigos e esteja fossilizada ao sul por sedimentos do início do primário, o que confere a esta peneplanície uma idade antiga, do início do primário ou mesmo do arqueano. Sòbre o nível geral destacam-se alguns *monadnocks* testemunhos, como a famosa “Rocha do Cucuí” (300 m).

“Os desníveis suaves apresentados ainda hoje pelos rios provam estar a peneplanície em concordância com os níveis atuais dos rios. Na confluência do Cassiquiare (na Venezuela) o Rio Negro, a 1.200 quilômetros de sua foz, está apenas a 65 metros de altitude, isto é, sòmente a 40 m acima do seu nível em Manaus. 356 quilômetros adiante, o Cassiquiare, ao deixar o Orenoco, está numa altitude de 90 metros; por conseguinte, o desnível numa distância de 1.565 quilômetros não ultrapassa 65 metros, ou seja 41.7 mm. por quilômetro.

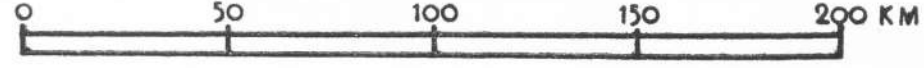
“Por outro lado, o caráter de peneplanície é confirmado pelas enormes extensões inundadas durante a cheia na região do Cassiquiare. Dezenas de milhares de quilômetros quadrados de peneplanície são recobertos pelas águas na estação das chuvas, na região do Cassiquiare e do “Desecho São Miguel”.

“O caráter de peneplanície é ainda confirmado pela complexidade da rede hidrográfica e o grande número de suas modificações, bem como a facilidade com que elas têm lugar...”

Como vemos, tôda vasta região do Rio Negro, com partes de seus afluentes Caiarí-Uaupés e Içana, até ao Orenoco, constitui enorme planície, coberta de floresta e de uma idade geológica antiquíssima, na qual as serras isoladas não possuem uma importância



MAPA DA REGIÃO DO ALTO RIO NEGRO



determinante, mesmo sendo notáveis à primeira vista pela quebra, naquele trecho, da monotonia geral que, fora delas, reina em toda parte.

Penetrando a pé pela floresta virgem da margem do alto Rio Negro, notamos, porém, que o chão não é absolutamente plano como parece, por exemplo, de bordo do avião; pois, visto de maior altura, a floresta cobre o relevo mais fino da superfície terrestre. O terreno, no entanto, é, em geral, levemente ondulado com diferenças de nível de em média, 5 a 10 metros; diferenças de mais ou menos 20 metros de altura, porém, são raras, com exceção, naturalmente das serras testemunhas. Encontramos, pois, não uma planície absoluta — como existiu na região do terciário do Baixo Amazonas, depois da secagem do lago interno de água doce, acima do chão sedimentário do mesmo, e como ela ainda hoje continua a existir em muitos trechos (p. e. Planalto de Santarém-Belterra) — mas uma peneplanície ideal (com exceção das serras testemunhas) que se formou pela planificação erosiva do relevo original no decorrer de espaços de tempo geológicos extremamente longos.

*No alto Rio Negro achamo-nos no terreno geologicamente mais antigo e mais envelhecido de toda Hiléia amazônica.*

### III. Clima.

No clima do alto Rio Negro encontra-se o que corresponde à típica floresta pluvial equatorial, representado pelo símbolo *Afi* da classificação dos tipos climáticos segundo KÖPPEN. Não é tanto a altura absoluta anual de chuva — superior à do Baixo Amazonas, mas quase igual à de Belém do Pará — que caracteriza especialmente a região, mas a distribuição bastante igual por todos os meses do ano.

KOCH-GRÜNBERG, a melhor fonte de informações de toda a sorte sobre a região aqui tratada, escreveu sobre o clima (KOCH-GRÜNBERG, 1909 e 1910, vol. 2, pág. 325):

“As regiões do alto Rio Negro, com os seus afluentes Içana e Caiari-Uaupés, e do Yapurá, pertencem às zonas com chuva em todos os meses. Eles não possuem uma estação seca tropical, regular, mas, através do ano inteiro, uma alternância constante de chuva e sol.

“Conforme as informações de Don Germano, que fala com 30 anos de experiência, e segundo as minhas próprias observações, as estações anuais no alto Rio Negro decorrem do seguinte modo:

“Em meados de junho, as precipitações regulares e demoradas se tornam mais raras, o rio começa a vasar, mas muitas vezes cresce outra vez por curto tempo, até que, de meados de julho ou princípio de agosto em diante, ele vasa uniformemente e sem interrupção. Em meados de junho é o tempo da “arú” (friagem), de ventos frios

meridionais com chuva densa e fina, o qual demora em geral 4 e às vezes 8 dias, não tendo porém influência nenhuma sobre o nível do rio. Os meses de julho, agosto, setembro se distinguem por chuvas curtas, com trovoadas que se precipitam localmente e ficam sempre mais raras. As chuvas contínuas e os dias escuros de chuva terminaram. Nos meses de julho/agosto e janeiro/fevereiro ocorrem isolados temporais com trovoadas e chuvas curtas, mas torrenciais, provocando, porém, no máximo, um crescimento rápido e ligeiro do rio que depois vaza de novo com a mesma rapidez. Este crescimento repentino e passageiro da água é chamado, pelos brasileiros, "repiquete". Em outubro, novembro e dezembro, o "verão" possui durante semanas dias com sol sem precipitações. Em dezembro-janeiro o rio alcança o seu nível mais baixo; por isso, neste tempo, se efetuam os trabalhos nos seringais. Também os meses de fevereiro e março até princípios de abril, têm, muitas vezes, uma série de dias com sol e sem chuva, mas também já chuvas fortes de maior duração. O rio começa a crescer. Abril e maio até julho são meses chuvosos com precipitações quase diárias que ocorrem na maioria das vezes com lua minguante, à noite e de manhã, e às vezes continuam até ao meio dia. Na segunda metade de junho o rio alcança comumente o seu nível mais alto.

"Estas estações são naturalmente sujeitas às vezes a alterações e a pequenos deslocamentos, mas, na média ocorrem com grande regularidade". (Trad. do autor).

O gráfico seguinte, das quantidades de chuvas em Uaupés (no antigo São Gabriel), situado pouco abaixo da desembocadura do rio

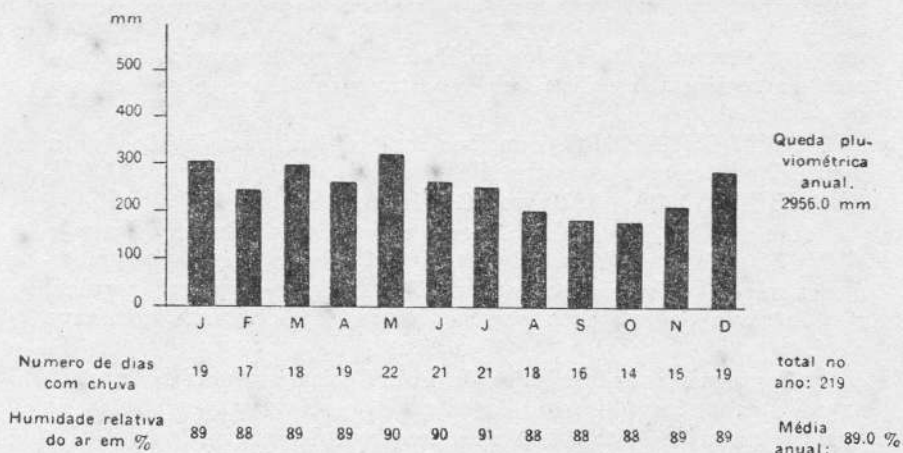


FIGURA 1:

QUANTIDADE DE CHUVA E HUMIDADE RELATIVA DO AR EM UAUPÉS (S. GABRIEL DO RIO NEGRO).

Seg. as normas meteorológicas, publicadas no Anuário do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística de 1938, citado de J. C. JUNQUEIRA SCHMIDT, O clima da Amazônia, Rev. Bras. de Geogr., ano 4, 3, 1942.

Caiarí-Uaupés para o Rio Negro, demonstra muito elucidativamente a distribuição bem uniforme da chuva por todos os meses do ano. No mês de menor quantidade de chuva (outubro) ela é ainda de, aproximadamente, 170 mm; não se pode falar, pois, de uma verdadeira estação seca.

Semelhantemente uniforme, tal como a distribuição da chuva, é também o curso da temperatura pelo ano inteiro, como demonstram as seguintes curvas (pág. 122). A forte descida do mínimo absoluto em julho é devido à friagem.

É, pois, de notar que no alto Rio Negro trata-se do clima da florestal pluvial tropical, de umidade constante, isto é, de clima diferente do Baixo Amazonas (ao qual cabe a denominação *Ami* de KÖPPEN).

A umidade constante da região do alto Rio Negro é de importância especial para os processos de formação dos solos e para a persistência da cobertura florestal. Deve-se mencionar já aqui que os solos do alto Rio Negro são paupérrimos, lavadíssimos, não suportando em certos lugares a floresta alta e frondosa que é comum também em outros solos pobres da Amazônia, mas somente uma floresta rala, depauperada. Deve-se exclusivamente à alta quantidade de chuva em todos os meses do ano, e por conseguinte à ausência de uma nítida estação seca o fato de ainda existir aqui uma espécie de floresta que não cedeu lugar ao "campo", à estepe arenosa, arbórea ou até de capins. Nestas condições climáticas, é de ver, naturalmente, que uma cobertura florestal, com sua grande capacidade de retenção de água, favorece a umidade constante, enquanto o campo, uma vez formado, intensifica a estação seca anual.

#### IV. A água do Rio Negro.

A água transparente mas de cor marrom escura, do Rio Negro, foi examinada em dois lugares:

- 1.) Na margem da Vila de Içana (antigamente denominada S. Felipe);
- 2.) Na desembocadura inferior, meridional, das duas bôças do Rio Caiarí-Uaupés para o Rio Negro, na margem do sítio Tatú.

Na amostra de Içana se fez sentir, provavelmente, muita influência da água do Rio Içana que aflue ao Rio Negro poucos quilômetros acima daquela Vila, procedente da mesma margem. Na desembocadura inferior do Rio Caiarí-Uaupés, porém, a água do Rio Negro já se encontra misturada com a do Rio Caiarí-Uaupés,

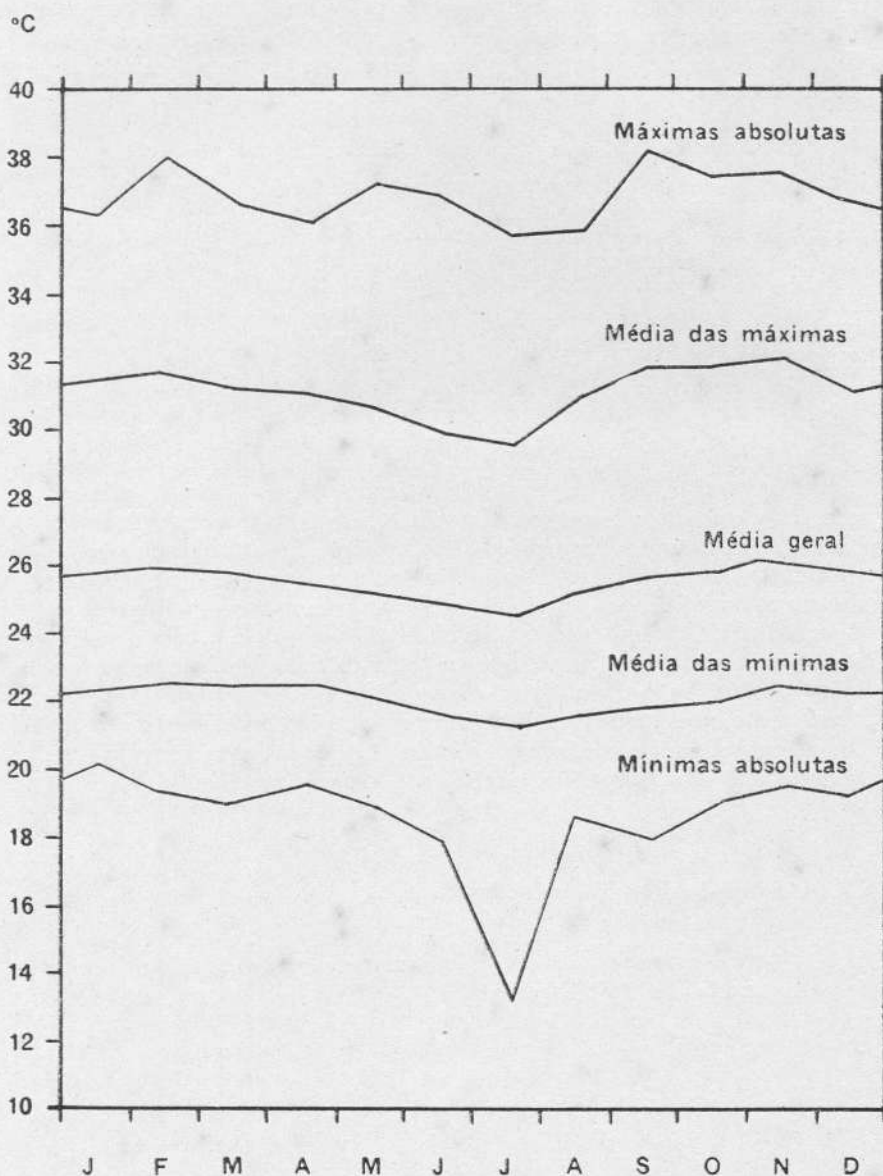


FIGURA 2:

TEMPERATURA DO AR EM UAUPÉS (SÃO GABRIEL DO RIO NEGRO).

Seg. as normas meteorológicas, publicadas no Anuário do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística de 1938, citado de J. C. JUNQUEIRA SCHMIDT, O clima da Amazônia, Rev. Bras. de Geogr., ano 4, 3, 1942.



Para estudar a influência que exercem aqueles tributários do Rio Negro, necessário se torna considerar primeiramente a fisiografia das cabeceiras dos mesmos, como também do Rio Negro.

O Rio Negro nasce em território colombiano, onde tem o nome de Rio Guainia até a foz do Cassiquiare. "Suas nascentes — escreveu GLYCON DE PAIVA (l. c. pág. 7) — em território colombiano, são conhecidas de balateiros e seringueiros (app. 70° W. G. e 2° L. N.) Não se trata, dizem êles, de um ponto definido e sim de um miritisal alagado, donde as águas fluem, lentamente, para o Rio Amazonas e para o Orenoco por intermédio do Papunáua, afluente do Inirida. O Içana, um dos tributários do Rio Negro, nasce igualmente neste lugar".

Como cabeceira do Rio Negro e do Rio Içana temos, pois, terras planas alagadas, isto é, um tipo de terreno do qual procedem, nos trópicos úmidos, águas pobres em sedimentos, transparentes, claras ou mais geralmente marrons ("águas pretas").

Na água do Rio Negro, mas não no do Rio Içana, devemos contar com uma certa alteração da sua qualidade original por causa da afluência do Cassiquiare, pelo qual se introduz, no Rio Negro, uma certa quantidade da água do Orenoco, originariamente amarela, barrenta. Esta quantidade de água do Orenoco, porém, pode ser apenas diminuta. Pois a água do Cassiquiare em Junction, (sua foz no Rio Negro) consiste, segundo GLYCON DE PAIVA (l. c. pág. 29), de apenas 10 a 20% de água do Orenoco, tendo ela também perdido por completo durante a passagem pelo Cassiquiare, a sua cor original, barrento-amarela. Apesar disso, entretanto, foi, talvez, devido à influência do Cassiquiare sobre o Rio Negro que KOCH GRÜNBERG (l. c. vol. 1, pág. 38) observou que o Rio Içana "possui água ainda mais escura do que o Rio Negro"; da mesma forma, aliás, é possível que esta observação fôsse causada somente pela estação do ano.

No caso do Rio Caiari-Uaupés, suas nascentes estão situadas, segundo GLYCON DE PAIVA (l. c. pág. 53), nos contrafortes dos Andes; suas águas são "claras" (G. DE PAIVA, l. c. pág. 55) sendo êste rio, desta maneira, uma exceção à regra geral (G. DE PAIVA, l. c. pág. 10), de que os tributários esquerdos conduzem ao Rio Negro água "branca" (Rio Caabory, Aracá, Rio Branco), os afluentes direitos, porém, água "preta" (Rio Marié, Jurubaxy, Uenuixy etc.).

Os resultados das análises químicas das duas amostras de água do Rio Negro se encontram na seguinte tabela n.º 1.

O pequeno lapso de tempo (de uma semana) decorrido entre a coleta de uma e de outra amostra, sob condições meteorológicas uniformes e com uma variação insignificante do nível do rio, não deve ter maior importância, tendo em vista uma eventual alteração

Tabela n.º 1: Composição química da água do Rio Negro.

	Rio Negro em Içana	Rio Negro na foz meridional do Rio Caiari—Uaupés, na margem do sítio Tatú
Data	22-9-1952	15-9-1952
Hora	13 <sup>h</sup>	15 <sup>h</sup> 50 <sup>min</sup>
Côr d'água acima da Placa de Secchi	marron	marron-avermelhado
Côr d'água no frasco	amarelado	ligeiramente amarelado
Transparência	1.30 m	± 1 m
Temperatura	26.4°C	27.3°C
pH	4.2 - 4.3	4.5
O <sub>2</sub> dissolvido	5.15 mg/l	6.46 mg/l
CO <sub>2</sub> livre	11.2 mg/l	7.0 mg/l
CO <sub>2</sub> -Bicarbonato	0	0
Consumo de KMnO <sub>4</sub>	71.26 mg/l	41.82 mg/l
Ácidos húmicos	0.075 mval/l	0.075 mval/l
Dureza em °DGH = gráus alemães de dureza total	0.14	0.25
Dureza calculada como Ca <sup>++</sup>	1.0 mg/l	1.8 mg/l
Ferro total (Fe <sup>++</sup> + Fe <sup>+++</sup> )	0.19 mg/l	0.22 mg/l
Al <sup>+++</sup>	Traços	Traços
Mn <sup>++</sup>	0	0
NH <sub>3</sub> qualitativ.	+	+
N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0	0
SiO <sub>2</sub> dissolvido	2.5 mg/l	2.5 mg/l
Cl <sup>'</sup>	Traços, < 0.5 mg/l	Traços, < 0.5 mg/l
SO <sub>4</sub> <sup>''</sup> (*)	0	0
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0	0

(\*): Limite inferior da sensibilidade do método = 2 mg SO<sub>4</sub><sup>''</sup>/litro.

na composição química da água do Rio Negro; as pequenas diferenças constatadas entre as duas amostras devem ser provenientes das influências das águas do Içana e do Caiari-Uaupés, respectivamente.

Daí resulta, pois, que à influência do Rio Içana é que a água do Rio Negro deve, na altura da Vila de Içana, o seu pH mais baixo, o seu teor mais alto em  $\text{CO}_2$  livre e, especialmente, o consumo mais elevado de  $\text{KMnO}_4$  e a coloração mais intensiva no frasco. Descendo mais o rio, em Mercês, ao pé da serra Curicuriari, a água do Rio Negro possuía também um pH de 4.5 no dia 14-9-1952.

A água do Rio Caiari-Uaupés, por outro lado, “dilue” o teor em substâncias orgânicas e em  $\text{CO}_2$  livre, e causa uma dureza pouco maior e um pH um tanto mais elevado, como também um teor maior em partículas suspensas (expresso pela transparência menor).

## V. Tipos de florestas, solos e pequenos riachos da região do alto Rio Negro.

Muito mais interessantes e esclarecedoras que a água do Rio Negro mesmo são as condições químicas predominantes nos numerosos riachos pequenos da região. É interessante observar que, numa caminhada pela floresta, encontram-se freqüentemente córregos bem vizinhos apresentando colorações muito diferentes de suas águas. KOCH-GRÜNBERG, que na descrição de suas viagens pela região do alto Rio Negro, sempre assinala também a cor da água dos rios e igarapés que encontrou, escreve sobre este fenômeno o seguinte (KOCH-GRÜNBERG, l. c., vol. 1, pág. 217): “Atravessámos duas vezes o Tuisica-Igarapé (perto da serra Curicuriari, an. do trad.) e diversos pequenos córregos que ao mesmo conduziam águas em parte pretas e em parte brancas. A que causa deve ser atribuída a cor marron da água? Algumas pessoas supõem que a água se tingia quando corre por cima de raízes de salsaparrilha; encontrei, porém, muitas vezes durante minhas viagens, veios d’água que corriam bem junto pela mesma floresta, por sobre o mesmo solo, um com água preta e outro com água branca”.

Em outro lugar, KOCH-GRÜNBERG formula uma pergunta que ilustra o problema da coloração da água sob outro ponto de vista (l. c., v. 1, pág. 220-221): “A água do Tuisica-Igarapé não é “branca”, como a do Rio Branco e do Padauri, ou como a água amarela e suja do Solimões e de outros rios, mas sim cristalina, verdadeira água de montanhas. Na sua origem (Serra de Curicuriari) ela é pura água celeste. As nuvens, as neblinas, precipitam-se nos declives íngremes. Em toda a nossa caminhada subindo ao longo do paredão rochoso, a umidade se precipitava sobre nós como chuva

forte... Porque razão, porém, a água do Tuisica-Igarapé se mantém sempre “branca”, isto é, clara, em todo o seu longo curso. e por que razão êste igarapé recebe da mesma floresta que percorre, veios de água preta, como a possuem o Cariua-Igarapé e o próprio Curicuriarí?” (Tradução do autor).

Estas observações e perguntas, formuladas pelo grande viajante e observador KOCH-GRÜNBERG, abrangem todo o problema da formação das águas pretas, típicas para os trópicos úmidos.

A região do alto Rio Negro possui assim águas pretas em número extraordinário e em fase extrema de evolução. Devem pois reinar aqui, pelo menos em caráter local (havendo também, como já constatou KOCH-GRÜNBERG, muitas águas claras) as condições mais favoráveis para a sua formação. Desta forma, a região do alto Rio Negro é um terreno ideal para a investigação do problema aqui focalizado. Como se demonstrou no decorrer das pesquisas, o alto Rio Negro parece possuir uma espécie de “posição chave” geral para solução de diversos problemas amazônicos.

Para se compreender a existência simultânea e vizinha de igarapés de água preta e de água clara, devemos investigar primeiramente o terreno do qual procedem, observando-se, especialmente, também o tipo de vegetação florestal que o cobre, e o solo.

Como já se disse, tôda a região do alto Rio Negro é, em geral, coberta exclusivamente de floresta.

“Campos”, como no alto Rio Branco, aqui não existem; êles ocorrem somente longe, a NNE, no alto Orenoco e a WNW nas cabeceiras do Rio Guaviare e de alguns formadores do Caiarí-Uaupés. Alguns pequenos campos arenosos no Rio Içana e seu afluente Aiarí devem ser mencionados como exceções localmente restritas; são, todavia, sem importância para nossas observações e reflexões.

Os indígenas porém, distinguem na floresta três tipos bem diversos: o *igapó*, a *mata da terra firme*, e a *caatinga*.

Igapó, como em tôda a Amazônia, é no Rio Negro também o nome dado às zonas alagáveis, cobertas de floresta, que durante a enchente dos rios ficam inundadas por um tempo curto ou, em geral, mais longo, e cuja floresta apresenta uma composição florística especial que se distingue, de um lado, dos diversos tipos de floresta da terra não alagável (terra firme) (no alto Rio Negro: mata da terra firme e caatinga) e de outro, da vegetação da faixa inundável dos rios de água branca, ali geralmente chamada várzea.

A propósito de “várzea” e “igapó” já falei em publicações anteriores (SIOLI 1950, 1951a, 1951b). No alto Rio Negro trata-se, em parte, de típico igapó de água preta, de enormes extensões às vezes, e no qual o nível do terreno foi abaixado, pela erosão vertical, até ficar inferior ao nível das águas durante as enchentes.

Mostrou-se porém, em parte, que os “igapós” locais podem-se formar também por sedimentação ou, respectivamente, que também

nos "igapós" pode ocorrer uma sedimentação. Demonstrou-se que a água do Rio Negro não é tão pobre em partículas suspensas sedimentáveis, como se presumia através de observações anteriores de outros rios de água preta (rio Cururú, rio Arapiuns); no Rio Negro, em setembro de 1952, isto é, durante a estação anual relativamente seca e com o rio vasando, a uma altura mais ou menos média da água, a transparência era de, apenas, 1.30 — 1.00m.

Tais "igapós", formados em terrenos recentemente sedimentados pelas águas que invadem os "igapós", deveriam ser chamados "várzeas", segundo definições que formulei anteriormente e como de fato são. Todavia, as mesmas razões que me levaram, num estudo sobre o rio Arapiuns (publicado neste mesmo boletim) onde ocorre um fenômeno semelhante, a traçar a distinções entre *várzeas* férteis dos rios de água branca e *várzeas* pobres dos rios de água preta, induziram-me a denominar estes últimos tipos de terrenos alagáveis também de "igapós" (entre aspas) porque se assemelham floristicamente e na pobreza do solo mais aos verdadeiros *igapós* do que às várzeas dos rios de água branca.

Desta maneira, a denominação indígena de *igapó* abrange, no Rio Negro, o verdadeiro *igapó*, e esse outro tipo de "igapó", como se ambos fossem um só tipo de terreno.

Como conseqüência da sedimentação das partículas suspensas na água, encontram-se — não muito comumente no alto Rio Negro, na zona encachoeirada, mas de modo característico no Baixo Rio Negro — ilhas, cobertas de "igapó" e de formação recente, cujo solo é constituído de argila finíssima, cor de cinza claro.

Sobre as ilhas do Rio Negro, GLYGON DE PAIVA (l. c. pág. 9) escreve o seguinte:

"O número de ilhas é enorme, todas elas dispostas como guaiacorrentes, dividindo o rio em três ou quatro canais diversos. No baixo Rio Negro, a disposição das ilhas é labiríntica e casos de embarcações desorientadas dias inteiros são comuns.

"A desproporção entre o comprimento e a largura das ilhas é chocante. Restingas com 100 a 200 metros de largura acompanham a corrente ao longo de quilômetros e quilômetros. Isto faz imaginar, quando outras verificações não fossem feitas, que sua origem se prende a um trabalho da corrente. São praias localizadas e evoluídas, das quais a vegetação toma conta, mantendo-se e fixando-as.

"As enchentes sucessivas se encarregam anualmente de inundar a mata insular, levando-lhe sua contribuição periódica de vasa a qual, consolidada, aflora durante as secas em todo o contorno da restinga insular como um barranco de argila cinza ou variegada. Este fenômeno é absolutamente geral na região arqueana. Na faixa terciária poderíamos citar algumas ilhas firmes, mas, via de regra, verifica-se a alagação periódica".

Vimos que na região do alto Rio Negro, há dois tipos de igapó: os verdadeiros *igapós*, resultantes de adiantada peneplanização de (muitas vezes) enormes extensões, nas cabeceiras do Rio Negro (Rio Guainia) e do Rio Tiquié e em outras partes na vizinhança destes cursos fluviais; e os “igapós” insulares, sedimentados (também ocorrendo, em alguns trechos marginais, uma igual sedimentação e subsequente formação de “igapós”) das outras partes do curso do Rio Negro.

É, todavia, o primeiro tipo de igapó que determina o caráter de todo o Rio Negro. A peneplanície adiantada, com ausência de montanhas, é responsável pela relativa pobreza dos rios dessa região em partículas suspensas. O clima (as grandes quantidades de chuva) faz com que os solos antiquíssimos fiquem lavados no decorrer dos tempos, de tal modo que apenas traços mínimos de sais se liberem e entrem, em estado dissolvido nas águas dos rios. As extensas florestas de *igapó* da peneplanície produzem, porém, grandes quantidades de substâncias vegetais orgânicas, com as quais a água, na enchente, fica em contacto durante um tempo prolongado; ocorrem, então, processos de desdobramento químico destas substâncias orgânicas, dos quais resultam, na simultânea pobreza extrema das águas em iônios de álcalis terrosos, substâncias húmicas solúveis (enquanto em águas ricas de Ca<sup>++</sup>, as substâncias húmicas formadas vão ser precipitadas imediatamente como humatos de cálcio, insolúveis) e as águas se enriquecem fortemente com estas substâncias marrons, tornando os rios “rios de água preta”.

Desta forma, pode-se dizer que os enormes *igapós*, — produtos da máxima idade do terreno, da peneplanície adiantada, em conjunto com o clima úmido tropical — causam, na região do alto Rio Negro, o caráter predominante de água preta dos rios. Pois, naquelas partes da região, nas quais os rios não são de “água preta”, eles também não provêm da peneplanície cheia de *igapós*: os afluentes esquerdos do alto Rio Negro que conduzem, na maioria, água branca, barrenta, descem das montanhas, parcialmente ainda desconhecidas, do sistema Parima, e o Rio Caiarí-Uaupés procede dos contrafortes dos Andes.

Esse estudo geral da significação dos *igapós*, porém, não fornece detalhes mais exatos sobre a formação da água preta. Para obtê-los, agora, tornam-se precisas as investigações de riachos pequenos e de sua distribuição nos tipos de floresta da terra não alagada.

Como já se mencionou, os indígenas da região distinguem as “matas da terra firme” e as “caatingas”.

A “mata da terra firme” é floresta virgem, alta, frondosa e densa, com o mesmo aspecto geral que se encontra em quase toda parte da Amazônia, na terra firme.

As "caatingas", porém são áreas de uma floresta mais clara, mais raquítica e aberta. A significação do nome indígena é precisamente esta: "caa" = planta ou mata em geral, e "tinga" = branco, claro. A tradução seria, pois, "mata clara", na qual diferentemente do que acontece na floresta densa da "mata da terra firme", os raios solares penetram, iluminando-a; ou também simplesmente "mata rala". A fotografia n.º 4 representa uma vista através da "caatinga", perto da foz meridional do Rio Caiari-Uaupés.

Deve-se assinalar aqui que as caatingas do alto Rio Negro não devem ser confundidas com a catinga do Nordeste brasileiro; ambas as formas de vegetação nada têm em comum salvo o nome indígena e a dispersão "rala" das árvores, embora por motivos completamente diferentes.

O clima do alto Rio Negro é, como já foi esclarecido, extremamente úmido. Nas "caatingas", porém, a umidade parece concentrar-se muito especialmente. Durante o tempo de minha estada nessa região, em setembro de 1952, isto é, já na estação relativamente seca, as caatingas porejavam umidade. As árvores estavam quase tôdas cobertas de musgos até uma altura de  $\pm 2m$  e o solo tão molhado quanto era possível estar.

"Mata da terra firme" e "caatinga" não se distinguem apenas pelo aspecto geral da vegetação ou pela composição florística diferente da floresta (diferença que um botânico é capaz de imediatamente perceber); mas a primeira impressão já é de que os solos são completamente diferentes: o solo da "mata da terra firme" é mais barroso-argiloso, enquanto o solo da "caatinga" é mais arenoso, composto, em muitos casos, até de areia pura.

O solo da "mata da terra firme" é, sem dúvida, relativamente mais fértil que o da "caatinga". Não somente a altura, a frondosidade e a densidade desta "mata da terra firme" levam a esta conclusão, como também ela é conhecida dos próprios habitantes da região. A prova disso é que eles costumam fazer suas plantações primitivas (que consistem geralmente de mandioca) exclusivamente em roçados novos na "mata da terra firme", onde uma plantação dessa cultura produz bem durante 1 a 2 anos; nunca plantam, porém, na "caatinga", porque aí não daria nenhum resultado nem no primeiro ano.

As minhas observações sobre o solo da "mata da terra firme", levaram-se à conclusão de que se trata de um produto de decomposição relativamente recente, do granito da região, enquanto o solo da "caatinga" representa o estágio final dessa decomposição, que corresponde a uma areia lavadíssima, da qual, há muito tempo, foram eliminados e extraídos, pelo excesso de umidade, tôdas as partículas mais finas e todos os sais. Segundo informações do Sr. Ricardo de Lemos Froes, botânico explorador do Instituto Agronômico do Norte, e hoje certamente o melhor conhecedor da região do alto Rio Negro, já por ele atravessada em tôdas as direções, as "matas da terra

firme” encontram-se sempre ao pé das serras e dos morros de granito, como também nos lugares mais baixos da “terra firme” (naturalmente não dos igapós), da peneplanície. As “caatingas”, porém, ocupam os lugares mais altos do terreno peneplanizado. Também parece, segundo FROES, que os solos da “mata da terra firme” possuem uma espessura maior que os das “caatingas”, os quais assentam em granito, em camadas finas.

Seria, pois, interessante fazer excavações para exame do perfil do solo e, muito especialmente, da espessura das camadas do solo na “mata da terra firme” e na “caatinga”, alcançando até a base granítica.

Como é óbvio, as partículas mais finas, provenientes da decomposição do granito, são transportadas pela chuva etc., dos declives das montanhas para baixo, onde se acumulam ao pé das mesmas. Da mesma forma, são as partículas lavadas dos lugares mais altos no terreno peneplanizado para os mais baixos, ficando em cima apenas o granito nu, como sucede nas serras íngremes, ou, tão somente, as partículas mais grossas, isto é, a areia que então forma os solos das “caatingas”.

Menos compreensível, porém, é o fato, observado nos riachos da “mata da terra firme” e da “caatinga”, de consistirem quase que exclusivamente de areia fina os leitos dos igarapés na “caatinga”, enquanto nos leitos dos igarapés da “mata da terra firme” encontram-se areia grossa e pedaços maiores e menores de granito em decomposição. Esta observação poderia talvez fazer supor a existência de menor distância do granito em decomposição da superfície terrestre nas “matas da terra firme”, enquanto a enorme umidade do solo arenoso das “caatingas”, junto com a expansão superficial das raízes das árvores das “caatingas”, parece indicar que nelas deve-se encontrar logo abaixo da superfície, uma camada impermeável ou seja o granito crescido. Para este problema as excavações acima sugeridas talvez pudessem oferecer uma solução.

Demonstrou-se, assim, que “mata da terra firme” e “caatingas” são expressões florísticas de solos diferentes.

A êstes solos diferentes correspondem, também, águas diferentes.

Constituiu também surpresa para o autor dêste trabalho, encontrar, nas suas primeiras caminhadas pela floresta, pequenos córregos à curta distância um do outro, conduzindo uns água cristalina, e outros água marron escura até marron avermelhada. Observações minuciosas revelaram, em todos os casos, que as nascentes dos igarapés de água cristalina se achavam situadas na “mata da terra firme”, mas as dos igarapés marrons (de água preta) nas “caatingas”.

A tabela seguinte apresenta o resultado das análises químicas de tais igarapés, mostrando diferenças notáveis, características e esclarecedoras.



	Jararaca-Igarapé, córrego de água cristalina, ± 1 km abaixo da fonte	Jararaca-Igarapé, córrego de água preta	Jandiá-Igarapé, córrego de água cristalina	Jandiá-Igarapé, córrego de água preta	Caburís-Igarapé, de água cristalina, defronte de Içana	Iaitiúva-Igarapé, de água preta, perto da fonte, defronte de Içana
Data	16-9-1952	16-9-1952	19-9-1952	19-9-1952	24-9-1952	24-9-1952
Hora	8 <sup>h</sup> 30 <sup>min</sup>	15 <sup>h</sup>	8 <sup>h</sup> 30 <sup>min</sup>	10 <sup>h</sup>	10 <sup>h</sup> 30 <sup>min</sup>	9 <sup>h</sup>
Ambiente	vem de "mata da terra firme"	vem de "caatinga"	vem de "mata da terra firme"	vem de "caatinga"	corre em "mata da terra firme"	corre em "caatinga"
Largura	1—2 m	1—2 m	1—4 m	2—3 m	± 2 m	1—3 m
Profundidade	≤ 0.10 m	0.05—0.50 m	≤ 0.40—0.50 m	0.10—0.40 m	0.10—0.15 m	≤ 0.30 m
Correnteza	± 0,20 m/seg.	≤ 0.20 m/seg.	≤ 0.50 m/seg.	≤ 0,10—0.20 m/seg.	≤ 0.10 m/seg.	≤ 0.05 m/seg.
Chão do leito	areia grossa de quartzo	areia fina de quartzo, em trechos calmos camadas de folhas mortas, marrons	areia grossa e pedaços peq. de granito. Plantas aquáticas	areia fina, muito pouco pedregulho. Folhas mort. marr., plant. aq. ausentes	areia e poucos ped. de granito em decomposição. Paus e folh. mortos, marrons	areia fina de quartzo, muitos paus e folhas mortas, marrons
Côr d'água acima da Placa de Secchi	água incolor, cristalina	marron-avermelhado, escuro	água incolor, cristalina	marron	água incolor, cristalina	marron
Côr d'água no frasco	água incolor, cristalina	água fortemente amarelada como chá fraco	água incolor, cristalina	água amarelada	água incolor, cristalina	água amarelada
Transparência	>profundidade	>profundidade	>profundidade	>profundidade	>profundidade	>profundidade
Temperatura	24.1°C	24.9°C	23.9°C	24.2°C	23.8°C	23.5°C
pH	4.8	≤ 4.1	5.2	≤ 4.1	4.8	4.4
O <sub>2</sub> dissolvido	5.76 mg/l	5.42 m/l	6.12 mg/l	4.89 mg/l	3.81 mg/l	5.85 mg/l
CO <sub>2</sub> livre	14.0 mg/l	20.4 mg/l	11.9 mg/l	16.4 mg/l	16.6 mg/l	13.9 mg/l
CO <sub>2</sub> -Bicarbonato	2.2 mg/l	0	2.2 mg/l	0	0	0
Consumo de KMnO <sub>4</sub>	8.02 mg/l	141.03 mg/l	9.91 mg/l	92.30 mg/l	23.00 mg/l	74.51 mg/l
Ácidos húmicos	0.05 mval/l	0.125 mval/l	0.025 mval/l	0.10 mval/l	0.075 mval/l	0.060 mval/l
Dureza em °DGH	0.18	0.15	0.25	0.12	0.40	0.15
Dureza calc. como Ca <sup>++</sup>	1.3 mg/l	1.1 mg/l	1.8 mg/l	0.9 mg/l	2.8 mg/l	1.1 mg/l
Ferro total (Fe <sup>++</sup> + Fe <sup>+++</sup> )	0	0.18 mg/l	0.03 mg/l	0.15 mg/l	0.14 mg/l	0.25 mg/l
Al <sup>+++</sup>	0	Traços	0	Traços	Traços	Traços fortes
Mn <sup>++</sup>	0	0	0	0	0	0
NH <sub>3</sub> qualitativamente	quase 0	++	0	++	quase 0	+
N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.4 mg/l	0	0.2 mg/l	0	0	0
SiO <sub>2</sub> dissolvido	3.0 mg/l	3.0 mg/l	3.5 mg/l	3.0 mg/l	3.0 mg/l	3.5 mg/l
Cl <sup>-</sup>	Traços, <0.5 mg/l	Traços, <0,5 mg/l	Traços, <0.5 mg/l	Traços, <0.5 mg/l	0	Traços, <0.5 mg/l
SO <sub>4</sub> <sup>''</sup>	0	0	0	0	0	0
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0	0	0	0	0	0

TABELA N.º 2 — Composição química das águas de igarapés da região do Alto Rio Negro

A tabela requer, preliminarmente, algumas explicações: Jara-raca-Igarapé e Jundiá-Igarapé são riachos distantes  $\leq 1$  km e  $\pm 2$  km, respectivamente, em direção mais ou menos sul, do sítio Tatú, de propriedade do Sr. Jovino Villangelim, localizado na foz inferior, meridional, do Rio Caiari-Uaupés. Ambos afluem ao Rio Negro. Os verdadeiros igarapés destes nomes são formados, só mais abaixo dos lugares escolhidos para exame, pela confluência de diversos pequenos córregos que, de acôrdo com sua origem, possuem em parte água cristalina, em parte água preta. Foram examinados, de cada um por sua vez, um córrego de água cristalina e um córrego de água preta, ambos representando, ao que parece, as condições características em sua melhor pureza.

Iaitúa-Igarapé e Caburís-Igarapé são dois riachos da margem esquerda, oriental, do Rio Negro defronte de Içana (do antigo São Felipe), distantes da beira do Rio Negro  $\pm 3$  e 1 km respectivamente. Aí, porém, não se conseguiu verificar, com absoluta certeza, se toda a massa d'água de cada um desses igarapés procedia, de fato, somente da "mata da terra firme" ou de "caatinga", respectivamente. Os igarapés percorriam os correspondentes tipos de floresta e de solo, mas as análises químicas parecem indicar que as águas desses riachos não são absolutamente "puras", e sim que havia mistura, em cada caso, com água do tipo oposto de terreno. Em todo caso, esses dois exemplos não diferem tão extremamente um do outro como no caso dos córregos do sítio Tatú, embora sejam também muito característicos. Pode suceder também que nestes igarapés não tenha havido mistura de água acima da superfície terrestre, e sim que as águas tenham percorrido, ainda em estado de água subterrânea, "mata da terra firme" e "caatinga" ou faixas — geralmente muito estreitas — de terreno de transição, antes de brotarem nas nascentes.

As diferenças no fator físico (côr da água) correspondem quimicamente, em primeiro lugar, os dados de consumo de  $\text{KMnO}_4$ ; como era de supor, a água preta contém muito mais substâncias oxidáveis, em forma de substâncias de húmus marrons até marron avermelhadas, do que a água cristalina.

Mais ou menos paralelamente, estas diferenças são acompanhadas, nos igarapés do sítio Tatú, pelos teores em ácidos húmicos. Porém, as quantidades absolutas dos ácidos húmicos são tão mínimas, que os valores obtidos não podem ser considerados absolutamente exatos. Nos dois igarapés, defronte de Içana, os valores para ácidos húmicos não correspondem, em absoluto, aos consumos de  $\text{KMnO}_4$ . Mas os dados obtidos indicam, sem dúvida, que as substâncias orgânicas, podem ser compostas de ácidos húmicos livres, mas em partes só muito pequenas. Se quantidades tão ínfimas de ácidos húmicos são responsáveis pelo pH notavelmente baixo das "águas pretas", não podemos precisar.

O pH das águas é, agora, mais uma vez, um valor muito característico. Nas águas pretas o pH é tão extremamente baixo (pH até  $\leq 4.1$ ) como nunca fôra encontrado em outras partes da Amazônia. Estas águas devem possuir uma capacidade de tampão tão pequena (ausência de  $\text{CO}_2$ -Bicarbonato!) que o teor em  $\text{CO}_2$  livre (+ talvez ainda em ácidos húmicos livres) pode agir livremente sobre o pH.

Muito baixo também é o grau de dureza destas águas pretas, o que novamente induz uma capacidade de tampão muito reduzida. (Sabido é que não pode existir água preta com um grau alto de dureza, pois então as substâncias de húmus precipitariam como humatos de cálcio insolúveis).

Nas águas cristalinas, entretanto, o pH é sempre, nítida-, em parte consideravelmente mais alto. Correspondentemente, os igarapés de água cristalina do sítio Tatú possuem teor pequeno, mas demonstrável, de  $\text{CO}_2$ -Bicarbonato, da substância que forma o sistema de tampão comum em águas naturais.

Também a dureza pode chegar a um grau mais alto, especialmente no Caburís-Igarapé, mesmo sendo os valores alcançados, de um modo absoluto, ainda tão baixos que não são fora do comum na região Amazônica de águas geralmente muito moles (na terra firme da zona terciária, série das barreiras; c. f. SIOLI 1950, 1951b e BRAUN 1952).

*Também estas condições do pH, do teor em  $\text{CO}_2$ -Bicarbonatos e da dureza indicam que os solos arenosos das "caatingas" são tão pobres e lavados que quase não possuem mais sais para fornecer às águas das nascentes e dos igarapés; os solos mais barrento-argilosos das "matas da terra firme", porém, liberam sempre ainda, pela continuação da decomposição, alguns sais, que então aparecem nas águas. Estas circunstâncias observadas são um dos indícios mais importantes para justificar a idéia de que, no caso dos solos arenosos, das "caatingas", se trata de um estágio final da evolução do solo na região do alto Negro, com as suas condições climáticas especiais, enquanto os solos mais barrento-argilosos das "matas da terra firme" representam produtos mais recentes da decomposição do granito, produtos êsses que se acham ainda no caminho da evolução para um estágio final.*

Os pedaços de granito em decomposição existentes nos leitos dos igarapés de água cristalina da "mata da terra firme" também confirmam estas conclusões.

Todavia, não se pode também negar com absoluta certeza que os solos da "mata da terra firme" e da "caatinga" também possam ter idades iguais, tendo ocorrido apenas uma separação mecânica, pela lavagem, das partículas mais grossas de areia, das partículas mais finas de barro e argila. A decomposição das partículas de barro e

de argila, com a sua composição química diferente, continuava então nos solos da "mata da terra firma", para assim dizer, em lugar secundário enquanto na areia quase pura de quartzo que ficou no lugar original, não existia mais nada capaz de decomposição que pudesse fornecer às águas outros íônios que não  $\text{SiO}_2$ .

As condições porém não parecem ser tão simples como faz supor esta última dedução. Assim demonstra a ocorrência de alumínio nas águas pretas e a ausência absoluta do mesmo nas águas cristalinas.

Com exceção de algumas águas pretas do sistema fluvial do Rio Arapiuns (zona do terciário, série das barreiras, do baixo Amazonas) nas quais já encontrei traços mínimos de  $\text{Al}^{+++}$  na água (cf. STOLI 1953) *as águas pretas da região do alto Rio Negro são as únicas águas, dentre as examinadas em toda a Amazônia, nas quais pode-se constatar a existência de  $\text{Al}^{+++}$ .*

Infelizmente a coloração própria destas águas pretas não permitiu a determinação, também quantitativa, do alumínio, com o método colorimétrico usual, com Alizarina. A reação positiva ou negativa, porém, foi incontestavelmente nítida.

Devemos constatar, pois, que, no clima úmido equatorial, em solos tão ácidos como os das "caatingas" é o alumínio que migra. Constitui este fato uma exceção à regra de que nos climas tropicais — ao contrário dos processos que ocorrem nos solos em climas mais frios — o ácido sílico migra e o alumínio é estacionário no solo, de maneira que os processos que aí ocorrem conduzem ao alumínio-hidrargíllito como produto final. Parece entretanto que aqui, nos solos arenosos e extremamente úmidos das "caatingas", é justamente o alumínio o elemento que migra. Este, no solo arenoso, pode ser encontrado só em pequenas quantidades, de forma que a areia pura é o produto final. Ou, em outras palavras: *nos lugares (de clima equatorial) onde predominam condições extrema e constantemente úmidas, não ocorrem os conhecidos processos de laterização, mas os solos evoluem em direção à areia pura.*

Pode-se eventualmente admitir a hipótese de que o alumínio é extraído do solo pela ação das substâncias de húmus na água do solo como se dá com o ferro. Também para o ferro total, demonstrou-se que nas águas cristalinas e pretas examinadas, o seu teor é relacionado com o grau de consumo de  $\text{KMnO}_4$ , isto é, com as quantidades de substâncias de húmus (sobre a ocorrência do ferro em água preta c. f. OHLE, 1940). Ainda aqui também, no alto Rio Negro, verifica-se o fato de serem cinzentos e claros, e nunca avermelhados, como geralmente em outras partes dos trópicos, os solos das zonas de água preta.

Outras condições interessantes foram encontradas nas formas em que o nitrogênio aparece nas águas: nas águas cristalinas ele

ocorre como aniônio, oxidado para nitratos; nas águas pretas, porém, como catiônio reduzido para amônio.

A coloração própria das águas pretas tornou infelizmente impossível a determinação quantitativa também do amoníaco, por meio do método colorimétrico com reativo de Nessler. A manipulação recomendada (BERL-LUNGE, 1932, II, 1, pág. 250) para eliminar a coloração própria da água por adição de solução de  $\text{NaOH} + \text{Na}_2\text{CO}_3$  e acetato de zinco, não teve resultado nenhum.

Não se pôde precisar se as diferenças que se observam entre as formas do nitrogênio são relacionadas com o teor mais alto em catiônios (pH mais alto) nos solos das “matas da terra firme” e, de outro lado, com a pobreza extrema dos solos das “caatingas” em catiônios e com o pH muito mais baixo; ou se a forma oxidada e, respectivamente, a reduzida do nitrogênio dependem da aeração maior dos solos relativamente menos úmidos da “mata da terra firme”, e da ausência de uma aeração, ausência de oxigênio nos solos constantemente molhados das “caatingas”. Uma atividade microbiótica específica nos diferentes solos deve também exercer um papel importante, talvez decisivo, neste problema.

Os valores para  $\text{O}_2$  e  $\text{CO}_2$  livre nas águas dos igarapés não oferecem uma indicação segura sôbre as condições de aeração nos solos; talvez pudessem oferecê-la se as águas fossem examinadas diretamente na saída da fonte. Nos igarapés do sítio Tatú, os riachos de água cristalina mostram um teor mais alto em  $\text{O}_2$  e um teor mais baixo em  $\text{CO}_2$  livre, do que os riachos de água preta; nos igarapés defronte de Içana, porém, ocorre o contrário. O teor de uma água de igarapé em gases dissolvidos ( $\text{O}_2$  e  $\text{CO}_2$ ) principalmente quando a água, como é usual, sai do solo com um forte deficit na saturação com  $\text{O}_2$  e com uma alta supersaturação com  $\text{CO}_2$  constitui um fenômeno muito instável e tende a se aproximar do estágio de equilíbrio com o ar, o qual se alcança em tempos diferentes, dependendo de certos fatores; o estágio de equilíbrio com o ar é alcançado em tempo relativamente breve quando a água, em curso turbulento e numa camada fina, sofre logo um contacto íntimo com o ar, e leva mais tempo para se alcançar quando a água se desloca lenta e calmamente num leito mais profundo e liso.

Também não se pôde precisar, até agora porque as águas cristalinas das “matas da terra firme” são tão pobres em substâncias orgânicas oxidáveis (substâncias marrons de húmus), enquanto as águas pretas das caatingas contêm quantidades tão grandes das mesmas. Só as seguintes explicações teóricas parecem existir para esclarecer o fato; pois as quantidades das substâncias vegetais, produzidas pela vegetação, que representam a matéria prima para as substâncias de húmus — resultados da desintegração químico-microbiótica das primeiras — que coram as águas de marron, não po-

dem ser menores, sendo provavelmente maiores nas frondosas "matas da terra firme" do que nas florestas ralas das "caatingas":

1.) As substâncias orgânicas, provenientes da vegetação florestal, são já em sua origem na "mata da terra firme" e na "caatinga" tão diferentes — por causa das diferentes espécies de árvores que compõem os dois tipos diferentes de floresta — que sua desintegração resulta em produtos bem diferentes. Nada se sabe sobre esta possibilidade, embora tal estado de coisas não seja também muito provável, sendo as vegetações da "mata da terra firme" e da "caatinga" de fato diferentes, mas ainda que compostas de um número tão grande de espécies de árvores (algumas das quais ocorrendo em ambos os tipos de terreno) de modo a não se justificar a presunção de matérias primas quimicamente tão diversas.

2.) As substâncias orgânicas, provenientes das vegetações florestais na "mata da terra firme" e na "caatinga", são transformadas primeiramente em substâncias de húmus idênticas, e depois as substâncias formadas são precipitadas nos solos da "mata da terra firme" pelo teor mais alto do mesmo em Ca" (cf. dureza e pH dos igarapés de água cristalina como expressão dêste) permanecendo neste solo até que, pela ação de melhor aeração do solo e talvez também pelo auxílio do pH mais neutro, elas ficam com o tempo totalmente oxidadas por outros processos químicos-microbióticos de maneira que não podem alcançar as águas nem acumular-se definitivamente no solo.

Nos solos das "caatingas", entretanto, com o seu teor mínimo em Ca" e com sua alta umidade (e por conseguinte má aeração e ausência de oxigênio) não ocorre uma precipitação nem oxidação total destas substâncias de húmus durante a sua passagem, em forma dissolvida, pelo solo arenoso até a saída da água terrestre nas fontes.

3.) Na "mata da terra firme", a desintegração da substância vegetal, proveniente da floresta, se faz logo acima do solo até a oxidação completa, enquanto na "caatinga" ela conduz à formação de substâncias de húmus. Razões para tais diferenças poderiam achar-se na maior umidade de solos das "caatingas" que se comunica com a camada das substâncias vegetais (camada de folhas mortas) e na possivelmente diferente microflora e microfauna dos solos que por sua vez, serão condicionadas pela maior umidade e/ou pH mais baixo, pelo teor diferente em certos iônios, etc.

Além destas três possibilidades acima descritas, outras também poderiam ser aventadas. Investigar aqui o verdadeiro estado de coisas deve constituir assunto de pesquisas especiais e intensivas que ocupariam muitos anos e cuja realização, aliás, ainda não é oportuna na região amazônica.

Atualmente, pode-se dizer de modo sumário, a respeito da formação dos igarapés de água preta na região do alto Rio Negro, que a sua água ácida, extremamente pobre em sais, embora muito rica em substâncias orgânicas oxidáveis, dissolvidas, têm a sua origem nas chamadas "caatingas", caracterizadas por uma floresta rala, raquítica e por um solo arenoso paupérrimo, lavadíssimo, constante e extremamente molhado. Ou: *ocorrem processos químicos e/ou biológicos diferentes nos solos de "caatinga" e da "mata da terra firme". Nas caatingas predominam processos de redução; o material vegetal orgânico, fornecido pela floresta, decompõe-se por processos redutores ou anaeróbios e entra na água do solo e sub-solo, de onde depois aparece em fontes e igarapés, em forma de substâncias de húmus coloidais ou dissolvidos, colorindo a água de marron, e em forma de amônio. Na "mata de terra firme" o material vegetal orgânico, fornecido pela floresta oxida-se mais ou menos rápida e totalmente; êle não alcança mais as águas em forma de substâncias de húmus que poderiam colorir a água de marron e em quantidades tão grandes, sendo antes ou diretamente oxidado ou primeiramente precipitado como humato de cálcio, pelo teor um pouco mais elevado do solo em Ca'', e depois oxidado no solo; o nitrogênio proveniente das proteínas do material vegetal orgânico ou / e de atividades bacterianas fica oxidado para nitratos.*

Os valores para as outras substâncias enumeradas nas tabelas das análises, não demonstrando peculiaridades especiais, não possuem um interesse especial para o problema da formação da água preta, acima referido, nem para outros problemas ligados a processos nos solos. A ausência de  $Mn^{++}$ ,  $SO_4$  e  $P_2O_5$  é comum em toda a região amazônica, salvo raras exceções locais; o mesmo vale para os valores baixos de  $Cl'$ . Também o teor em sílica dissolvida ( $SiO_2$ ) corresponde ao mesmo encontrado em água ácidas, pobres em sais, de outras partes da Amazônia; nos igarapés da região do alto Rio Negro não se encontraram relações entre as quantidades de sílica e o tipo da água.

## VI. Pobreza geral da região do alto Rio Negro.

Considerando agora a extrema pobreza em sais inorgânicos dissolvidos que se constatou em todas as águas da região do alto Rio Negro, sem nenhuma exceção, apesar das diferenças existentes entre águas cristalinas e pretas, é lícito concluirmos da seguinte forma: a pobreza das águas nada mais é que a expressão da pobreza extraordinária de todos os solos daquela zona antiquíssima e lavadíssima pela umidade constante. Esta pobreza revela-se também em muitas outras circunstâncias.

Já se mencionou que as plantações de mandioca feitas pelos habitantes, em roçados novos, somente dão resultado, no máximo durante dois anos, nos "melhores" solos da "mata da terra firme", o que nem corresponde à média obtida na "terra firme", também pobre, da região do terciário, série das barreiras, do Baixo Amazonas, (cf. SIOLI 1950, 1951c), enquanto que as plantações, se fossem feitas no solo arenoso das "caatingas", não dariam colheita alguma.

A baixa densidade de população na região do alto Rio Negro depende, também, provavelmente, da pobreza do solo para fins agrícolas, e não somente dela, mas igualmente da pobreza da floresta e dos rios em caça e em peixes, respectivamente, sendo esta, naturalmente, uma consequência da falta de matérias-primas inorgânicas fundamentais.

A seguinte notícia histórica também demonstra como é grande a escassez de peixes comestíveis nos rios da região do Rio Negro: no século 18, a cidade de Barcelos, no Rio Negro, foi a capital de toda a região e a sede da administração. Para poder abastecer de peixe esta cidade, manteve-se um serviço especial em canoas que iam até a ilha do Careiro, na confluência do Rio Negro com o Solimões, a fim de pescar ali, na água barrenta do Amazonas, transportando-se depois os peixes salgados para a capital Barcelos numa viagem de 15 dias. (Comunicação verbal do Sr. Prof. Dr. Hilgard O'Reilly Sternberg, Rio de Janeiro).

Economicamente, de todas as partes da Amazônia francamente acessíveis à civilização, o alto Rio Negro é, provavelmente, a que menos progrediu e a que possui menor importância. A produção de borracha, — sendo ainda de qualidade inferior, pois ali não existe a espécie *Havea brasiliensis* Müll. Aarg. — é muito pequena. De outros produtos da região, somente fibras de piassava (da palmeira *Leopoldina piassaba* Wal.) e um pouco de farinha de mandioca merecem destaque, mas isso quase nada significa para uma região do tamanho da do Rio Negro, cujo sistema fluvial abrange, aproximadamente, 700 mil quilômetros quadrados, dos quais mais ou menos 200 mil são ocupados pela região do alto Rio Negro.

Todas estas circunstâncias indicam a pobreza dos solos do alto Rio Negro. Só a cobertura de floresta, praticamente ininterrupta e especialmente a frondosa "mata da terra firme" parece ser um paradoxo, mas só aparentemente. Em tempos passados, aliás, pensava-se que a existência de uma alta floresta virgem significasse uma grande fertilidade dos solos tropicais. Desta forma, GLYCON DE PAIVA (l. c. pág. 3) fala ainda dos solos da região do Rio Negro como sendo "estupidamente feraz", concepção justificada ao tempo da publicação do seu estudo.

Nas últimas décadas, porém, a experiência provou que a existência da floresta pluvial tropical não está ligada à fertilidade do



solo; ao contrário, o solo desta floresta é geralmente muito pobre (pelo menos na Amazônia) mas a floresta cresce quando há chuvas durante o ano inteiro, isto é, quando não ocorre uma pronunciada estação seca periódica. A floresta pluvial tropical depende, assim, não tanto do solo, mas principalmente do clima.

Sabemos, hoje, também que a floresta pluvial tropical não cresce de fato do solo, mas tão somente em cima d'êlo. As árvores florestais não recebem as substâncias nutritivas anorgânicas do solo, ou só o fazem em pequena parte, mas dos restos mortos e em estado de decomposição dos seus antepassados e de seu próprio detrito (fôlhas mortas) que se acumulam em cima do solo, de maneira a estabelecer um círculo constante destas mesmas substâncias nutritivas acima do verdadeiro solo, tornando a vegetação florestal mais ou menos independente da fertilidade ou esterilidade do solo (sobre êste assunto c. f. também SIOLI 1950, 1951b, 1951c).

Assim se explica também, para o alto Rio Negro, o aparente contrassenso de cobertura por alta floresta e de simultânea infertilidade do solo.

Mas uma coisa deve ser considerada a êste respeito, isto é, o fato de que a "fertilidade" de um solo não é uma concepção uniforme. O mesmo solo pode ser fértil num clima e infértil noutro, conforme a rapidez da circulação das substâncias nutritivas. Em outras palavras, tudo depende de as substâncias nutritivas serem, a pequenos intervalos, novamente postas à disposição de novos organismos, ou de ficarem elas fixadas, por mais tempo, no material vegetal vivo e morto e, desta forma, impedidas de ser novamente utilizadas por novas plantas.

Um solo também pode parecer fértil quando se considera apenas sua capacidade de produção de quaisquer substâncias vegetais orgânicas (como é o caso, por exemplo, nas capoeiras, nas florestas secundárias da Amazônia), mas pode revelar-se extremamente infértil, se se quiser aproveitá-lo sob idênticas condições climáticas, para fins agrícolas.

Tais estudos sobre biologia de produção serão oportunamente elaborados mais em detalhe numa publicação separada, que incluirá também as condições predominantes nas águas, especialmente nas águas amazônicas (SIOLI 1954).

A infertilidade agrícola dos solos do alto Rio Negro e a quase certa ausência de minérios economicamente importantes na peneplanície avançada e antiga só oferecem então uma vantagem: a de livrar esta região da sorte que coube a tantas outras da Amazônia, que foram vítimas da civilização e que sofreram a destruição de um magnífico campo de pesquisas, em benefício tão somente do "progresso" material da humanidade, para não dizer da cobiça de reduzido número de pessoas. Os seis membros que participaram

da excursão ao alto Rio Negro, inclusive o autor dêste trabalho, foram unânimes em concordar que a região do alto Rio Negro, justamente pela falta de valor econômico que oferece, e por suas condições interessantíssimas para estudo, principalmente no ramo da biologia, daria um ideal "Parque Nacional de Proteção à Natureza", ou "Parque Nacional do Protoplasma", como não poderia haver outro igual no mundo inteiro. A criação de um parque nacional dessa natureza seria também digno da grandeza do Brasil que até hoje não possui nenhuma zona de proteção à natureza nos trechos equatoriais do país, onde predominam a indústria extrativa, a exploração e a destruição impiedosas da natureza como único sistema econômico.

## VII. Observações biológicas.

Talvez seja interessante concluir êste pequeno trabalho sobre águas na região do alto Rio Negro com duas pequenas observações biológicas feitas nas mesmas.

Como era de esperar, de acôrdo com experiências obtidas anteriormente na Amazônia (c. f. SIOLI 1950 pág. 279-280) águas tão ácidas como as que foram encontradas na região do alto Rio Negro, são total ou quase totalmente vãsias de moluscos.

Tal como aconteceu no sistema fluvial do Rio Arapiuns (SIOLI, neste Boletim), também aqui encontraram-se apenas um representante da família Ancyliidae (em Içana, na margem do Rio Negro mesmo) e outro da família Ampullariidae (*Ampullarius* (A.) *papyraceus* Spix), determinado por Dr. FRITZ HAAS, Curator of Lower Invertebrates, Chicago Natural History Museum, êste último apenas no Rio Negro e nos igapós adjacentes. Esta espécie de *Ampullarius* é, como já se observou anteriormente em outros trechos da Amazônia, o único gastrópode que resiste (ou até prefere) a alta acidez de muitas águas amazônicas. Vive, porém, somente em corpos d'água maiores como o Rio Negro, Rio Arapiuns, Rio Acará-Pequeno, Rio Paracuní, Rio Maués-Açú, de fraca correnteza ou de zonas de igapó de água estagnada, e nunca em riachos pequenos de correnteza mais acentuada.

Em tôda a região do alto Rio Negro parece haver ausência completa de Lamelibrânquios; nenhum exemplar (nem vivo ou pelo menos uma concha vasia) foi encontrado. Comprova também a absoluta ausência de Lamelibrânquios a falta de menção, na literatura etnológica sobre aquela região (KOCH-GRÜNEBERG, l. c.), de adôrno indígena feito de conchas de lamelibrânquios, muito usado em outros trechos da Amazônia.

Notável achado biológico nas águas da região do alto Rio Negro constituiu também a extraordinária quantidade de um esquizópode em quase todos os corpos d'água, grandes ou pequenos. Uma dependência dessa ocorrência com a água cristalina ou com a água preta, não se pôde verificar; êsse crustáceo ocorria em ambos os tipos, como também no Rio Negro mesmo. Os esquizópodes coletados se acham presentemente nas mãos do Professor Dr. H. J. STAMMER, do Instituto Zoológico da Universidade de Erlangen, Alemanha, para fins de estudo e classificação. Segundo comunicação prévia recebida por carta, do Professor STAMMER, trata-se de uma espécie nova do gênero *Mysis*.

Extremamente raros são os esquizópodes em tôdas as águas do baixo Amazonas. Em tôdas as outras excursões que fiz, só encontrei esquizópodes nas seguintes localidades: 1 exemplar no fundo do baixo rio Tapajós; 1 exemplar entre a faixa marginal de capim flutuante no Paraná de Alenquer; 1 exemplar no fundo do leito do igarapé Mentai, pequeno afluente do Rio Arapiuns, na sua zona de "igarapó"; e recentemente, alguns poucos exemplares em dois igarapés ácidos na zona a Leste e Nordeste de Belém. Tanto maior foi minha surpresa quando colhi, durante a curta permanência de duas semanas no alto Rio Negro, diversos exemplares, num total de mais de 100 animais, em cada amostra coletada.

Como se sabe, os esquizópodes constituem um grupo, predominantemente marinho, de crustáceos, o qual possui só muito poucos representantes na água doce. É possível que a ocorrência de um número tão grande de indivíduos desses esquizópodes esteja ligado à história geológica da região do alto Rio Negro. Quando, na época do terciário, no plioceno, se formou o lago interno amazônico, êste, no início, ainda estava provávelmente ligado ao mar das Antilhas por via do lado Norte do Solimões e o alto Rio Negro, como demonstram os fósseis nos sedimentos terciários da chamada Formação Pebas. OLIVEIRA e LEONARDO (1943, pág. 640) escreveram o seguinte sobre êste assunto: "Em conclusão, todos os depósitos fossilíferos da Formação Pebas nas fronteiras, Brasil-Perú e Brasil-Colômbia são pliocenos e englobam uma fauna mista de água doce, salobra e às vêzes marinha. Conforme sugeriu C. J. MAURY, formam uma bacia sedimentar correspondente a um braço de mar unido ao mar das Antilhas, no plioceno. Nêle deviam desaguar rios volumosos que dessalgaram as águas do mar Mediterrâneo formado pelo solevamento dos Andes. Esta sugestão contradiz em parte a hipótese de Katzer que admitia um mar fechado."

É, pois, imaginável que os esquizópodes tenham provido desta ligação marinha e que tenham vencido a "dessalga" da água por meio de adaptação. No alto Rio Negro êles poderiam ter achado o seu centro de dispersão, do qual se espalharam rio abaixo alcançan-

do, como o tempo, e em pequeno número, as águas do baixo Amazonas. Entretanto, no caso dos esquizópodes encontrados na zona a Leste e Nordeste de Belém (já relativamente próxima à costa do Atlântico) trata-se talvez de uma migração do mar atual; os esquizópodes desta zona ainda não foram remetidos ao especialista, Prof. Dr. STAMMER, e por isso ignora-se ainda se pertencem ou não à mesma espécie dos do alto Rio Negro e do baixo Amazonas.

Tudo isso, naturalmente, não passa de uma ousada especulação. Pois não seria muito fácil explicar por que esta espécie de esquizópodes, partindo do alto Rio Negro e alcançando as águas do baixo Amazonas, não se tenha multiplicado também ali em grande número de indivíduos, conservando-se pelo contrário como raridade.

Também não parece existir uma dependência em relação a certas condições químicas das águas. Já na região do alto Rio Negro, a espécie não se limitava a um só dos tipos de água, mas ocorriam todos. E das localidades no baixo Amazonas, somente a água do igarapé Mentai era semelhante às águas do Rio Negro pela pobreza em sais dissolvidos e pelo baixo pH (pH 4.5); a água do Rio Tapajós, e especialmente a do Paraná de Alenquer eram mais ricas em sais dissolvidos e principalmente mais neutras (6.65 e 6.2), sendo a última uma típica "água branca" (barrenta).

Interessante, entretanto, é o fato referido pelo Prof. Dr. STAMMER, de que, também na Europa, os esquizópodes de água doce ocorrem principalmente nas regiões geologicamente antigas — o que, na Amazônia corresponde exatamente à ocorrência em massa na região do alto Rio Negro, geologicamente antiqüíssimo. Qual será a razão de tal comportamento?

Se a região do alto Rio Negro realmente se revelar como centro de dispersão desta espécie de esquizópodes, isto constituiria um paralelo interessante ao papel que esta região desempenha no tocante a certos elementos da flora amazônica, como, por exemplo, para o gênero *Hevea* segundo demonstrou a experiência dos botânicos que estudaram esta região.

## VIII. Sumário.

O presente trabalho trata dos resultados de uma curta excursão que o autor, junto com outros participantes, realizou em Setembro de 1952, à região do alto Rio Negro no Noroeste da Amazônia brasileira.

Como introdução na natureza geral, foram descritos a geologia, a geografia e o clima da região que representa a zona clássica dos rios amazônicos de "água preta".

Incluíram-se neste trabalho dados de análises da água do Rio Negro em dois lugares diferentes, dos quais se deduzem as influências dos tributários Rio Içana e Rio Caiari-Uaupés, sobre o quimismo do Rio Negro.

Trata-se, em seguida, da importância que têm os vastos terrenos alagáveis (igarapés) na formação da água preta deste grande rio, bem como a de muitos de seus afluentes.

A parte principal do trabalho constitui a investigação do fato observado de a floresta da terra firme, não alagável, produzir, em ambas as margens do alto Rio Negro, igarapés diferentes, a curtas distâncias um do outro: Igarapés de água cristalina e igarapés de água "preta", marron até marron avermelhado.

As terras não alagáveis dessa região são cobertas por dois tipos diferentes de floresta: floresta alta e frondosa (a chamada "mata da terra firme") e floresta rala, raquítica, baixa e extremamente úmida (a chamada "caatinga").

A êsses tipos de floresta correspondem solos diferentes, e a êsses solos, por sua vez também, águas diferentes. A "mata da terra firme" cresce em cima de solo barrento-argiloso do qual nascem as águas cristalinas; o solo da "caatinga" é arenoso e constantemente molhado ao extremo, tendo nêles sua origem os igarapés de água preta.

Seguem então os resultados das análises químicas dos igarapés de água cristalina e dos de água preta, e com base nestes resultados de análises são discutidas as condições, evidentemente necessárias, para a formação de água cristalina e água preta.

Dêstes dados químicos das águas deduzem-se também certos processos nos diferentes solos, relacionados com a evolução dos solos na região do alto Rio Negro em direção à areia pura e não à laterite, como geralmente ocorre sob condições meteorológicas tropicais.

Um capítulo especial se ocupa com a pobreza geral de toda a região do alto Rio Negro a qual, dada sua falta de valor econômico, melhor poderia ser aproveitada se transformada num grande Parque Nacional de Proteção à Natureza.

Concluem o presente trabalho algumas observações biológicas sobre moluscos aquáticos e esquizópodes nas águas da região do alto Rio Negro.

## **Zusammenfassung.**

Die vorliegende Arbeit behandelt die Ergebnisse einer kurzen Exkursion, die der Verf. zusammen mit anderen Teilnehmern im September 1952 in das Gebiet des oberen Rio Negro (nordwestliches brasilianisches Amazonasgebiet) unternahm.

Geologie, Geographie und Klima werden als Einführung in die allgemeine Natur des Gebietes beschrieben, das die klassische Region der amazonischen "Schwarzwasser"flüsse ist.

Analysendaten von Rio Negro-Wasser an zwei verschiedenen Stellen werden mitgeteilt und an deren Hand der Einfluss der Nebenflüsse Rio Içana und Rio Caiarí-Uaupés auf den Chemismus des Rio Negro besprochen.

Weiter wird die Bedeutung der ausgedehnten Gebiete von Überschwemmungswald (Igapó) in der Peneplain des oberen Rio Negro für das Zustandekommen des "Schwarzwassers" dieses grossen Flusses und vieler seiner Nebenflüsse behandelt.

Den Hauptteil der Arbeit nimmt jedoch die Untersuchung des auffallenden Phänomens ein, dass der Wald des nicht überschwemmbar Landes beiderseits der Ufer des oberen Rio Negro stellenweise und in geringen Abständen von einander ganz verschiedene Bäche hervorbringt, solche mit kristallklarem Wasser und solche mit braunem bis rotbraunem "Schwarzwasser".

Das nicht überschwemmbar Land am oberen Rio Negro trägt zwei sehr verschiedene Waldtypen: üppigen Hochwald, von den Anwohnern "Mata da terra firme" genannt, und ärmlichen, niedrigeren, extrem feuchten, lichten Wald, mit einem indianischen Wort als "Caatinga" bezeichnet.

Diese Waldtypen entsprechen verschiedenen Böden, und den verschiedenen Böden entsprechen auch die verschiedenen Gewässer. Die "Mata da terra firme" steht auf lehmig-toningem Boden, dem

kristallklares Wasser entspringt; die "Caatinga" wächst auf dauer-nassem Sandboden, dem die braunen "Schwarzwasser"bäche ihren Ursprung verdanken.

Chemische Wasseranalysen von solchen Klarwasserund Schwarzwasserbächen werden mitgeteilt und an deren Hand die zum Zustandekommen von Klarbw. Schwarzwässern anscheinend not-wendigen Bedingungen diskutiert.

Aus den erhaltenen chemischen Daten der Wasseranalysen werden auch Schlüsse auf die in den Böden ablaufenden Prozesse gezogen. Die Böden des oberen Rio Negro-Gebietes entwickeln sich demnach in der Richtung zu reinem Sand als Endprodukt und nicht Laterit, wie es sonst unter tropischen Klimabedingungen meist der Fall ist.

Ein eigenes Kapitel behandelt die allgemeine Armut des gan-zen oberen Rio Negro-Gebietes, die dazu führen möge, es bei seiner sonstigen wirtschaftlichen Wertlosigkeit zu einem gewaltigen und idealen Naturschutzpark zu erklären.

Einige kurze biologische Beobachtungen über Mollusken und Schizopoden in den Gewässern des oberen Rio Negro-Gebiets beschliessen den vorliegenden Aufsatz.

### **Summary.**

In the present paper the author deals with the results of a short excursion in September 1952 to the region of the upper Rio Negro (northwestern part of the Brazilian Amazon region) on which he took part together with some other members.

Geology, Geography and climate are described as an introduc-tion into the general conditions of the nature of that classical zone of amazonian blackwater rivers.

Dates of analyses of Rio Negro water on two places are com-municated, and with their help the influences of the tributaries Rio Içana and Rio Caiarí-Uaupés upon the chemism of the Rio Negro are discussed.

The author then explains the significance of the vast zones of inundated jungle ("igapó") in the peneplain of the upper Rio Ne-

gro for the formation of the "black" water of this river and of many of its affluents.

The principal part of the study is occupied yet by the examination of the noteworthy phenomenon that the forests of the non-floodable land on both shores of the upper Rio Negro locally produce different creeks in small distances from one another: creeks with cristalclear water, and creeks with brown to redbrown "black" water.

The non-floodable land on the upper Rio Negro bears two very different types of forest: the exuberant high forest, by the inhabitants of the region called "mata da terra firme", and a poor, low, extremely wet, clear forest, called "caatinga" with an indian word.

These different foresttypes are the expression of different soils, and to the different soils correspond also the different waters. The "mata da terra firme" grows on more loamy soil from which come the cristalclear waters which have a little bit higher pH; the soil of the "caatinga" is sandy and gives the origin of the brown "black" waters the pH of which is extremely low.

Chemical analyses are made of the waters of such clear and blackwater creeks, and on their hand the evidently necessary conditions for the bringing out of the different water types are discussed.

From the chemical dates of the creekwaters conclusions are drawn about the processes occurring in the respective soils. It is shown that the soils of the upper Rio Negro region develop in direction to pure sand as final product, and not to laterite as is generally true under tropical conditions.

A special chapter treats with the general poorness of the whole upper Rio Negro region. In regard to its economic worthlessness and the simultaneous interest it offers for scientific investigations, specially biological ones, the hope is expressed that the whole region might one day be transformed into an enormous and ideal "National Park of Protection of the Nature".

Some short biological observations about mollusks and schizopodes in the waters of the upper Rio Negro region conclude the present study.



## Résumé.

L'auteur présente dans ce travail les résultats obtenus au cours d'une excursion de courte durée, faite conjointement avec d'autres spécialistes durant le mois de septembre en 1952 dans la région du Haut-Rio Negro (territoire brésilien du N-W de l'Amazonie).

L'introduction relative à la nature, en général, de la région décrite, laquelle est la région classique des fleuves amazoniens à "eau noire", se rapporte à la géologie, à la géographie et au climat.

Un autre chapitre traite des résultats des analyses de l'eau du Rio Negro prélevée en deux endroits différents et de l'influence des affluents Rio Içana et Rio Caiari-Uaupés sur la composition chimique du Rio Negro, examinée à la lumière des analyses précitées.

Une autre partie du travail examine la signification de la grande étendue des zones à "igapó" dans la pénéplaine du Haut-Rio Negro permettant d'expliquer l'origine des eaux "noires" de ce grand fleuve et d'un grand nombre de ses affluents.

Toutefois, ce travail concerne, en ordre principal, l'étude du phénomène manifeste suivant lequel la forêt du pays non inondable sur les deux rives du Haut-Rio Negro de place en place et à courts intervalles présente des cours d'eau tout à fait différents, les uns à eau cristalline et les autres à eau "noire" de teinte brune ou de teinte variant jusqu'au rouge brun.

Le pays non inondable du Haut-Rio Negro comporte deux types de forêts très différents: la grande forêt dense, désignée sur le nom de "mata da terra firme" par les habitants, et la forêt claire, pauvre, basse, extrêmement humide, désignée par l'appellation d'origine indienne "caatinga".

Ces types de forêts correspondent à des sols différents, et aux sols différents correspondent également les eaux différentes. La

“mata da terra firme” couvre les sols argileux donnant naissance à des eaux cristallines; la “caatinga” occupe les sols sablonneux, humides en permanence, d’où s’écoulent les rivières à eaux “noires”.

Le travail présente, d’autre part, des analyses chimiques de ces eaux cristallines e de ces eaux “noires” ainsi qu’une discussion des conditions apparemment nécessaires à la formation des eaux cristallines ou des eaux “noires”.

L’auteur tire également des conclusions des donnés chimiques das analyses d’eaux pour expliquer les processus observés dans les sols. Les sols de la région du Haut-Rio Negro évoluent suivant l’auteur de manière à donner de sable pur comme produit final et non pas de la latérite, comme c’est, par ailleurs, le cas, en général, dans les milieux à clima tropical.

Un chapitre particulier traite de la pauvreté général de toute la région du Haut-Rio Negro, ce qui amène l’auteur, puis que cette région est dénuée de valeur économique, à suggérer que l’on érige cette région en une immense réserve de protection de la nature, en fait, en un idéal Parc National.

À la fin de son travail, l’auteur présente quelques observations biologiques sur des mollusques et des schizopodes récoltés dans les eaux du Haut-Rio Negro.

## X. Apêndice: Os solos arenosos das caatingas com formações de Podsol.

Depois de concluído o manuscrito do presente trabalho tive ocasião de conhecer a obra de P. W. RICHARDS, 1952, *The Tropical Rain Forest*, que viera de ser recebida pela Biblioteca do Instituto Agrônomo do Norte. No capítulo IX ("Soil conditions") aquele autor trata dos solos da floresta pluvial tropical e, baseado em pesquisas pedológicas, constata que êstes solos nem sempre são terras vermelhas lateritizadas ("tropical red earths"), mas sim que areias lavadas ("bleached sands") têm nelas uma larga distribuição como ficou comprovado em tempos mais recentes. Não somente no decurso de sua evolução, mas também nos seus perfis maduros, estas areias lavadas são completamente diferentes do tipo normal da terra vermelha.

Na Guiana britânica tais solos são caracteristicamente associados a floresta de Wallaba (*Eperua*). *Eperua*, conforme comunicação do Sr. RICARDO DE LEMOS FROES, é agora também no alto Rio Negro, além de *Cunuria*, a árvore predominante nas caatingas, de maneira que as condições dos solos examinados da floresta de *Eperua*, na Guiana Britânica, valem também para as caatingas do alto Rio Negro. Os solos das florestas de *Eperua* são descritos como "bleached sands", expressão que corresponde exatamente ao aspecto arenoso das caatingas.

"Bleached sands" semelhantes têm sido examinadas por HARDON (v. RICHARDS, l. c. pág. 211/212) em Bornéu oriental e em Bangka, no arquipélago Malaio. HARDON constatou que aí se trata de Podsols típicos, isto é, justamente o oposto a solos lateríticos que, segundo idéias anteriores, deviam ser típicos para quase toda a região tropical, enquanto os Podsols seriam limitados apenas aos climas mais frios.

O processo da lateritização consiste, como se sabe, na emigração da sílica de um solo e na permanência remanescente dos sesqui-óxidos de alumínio e ferro, de forma que a relação, sílica/alumínio na fração argilosa de solos lateríticos fica abaixo de 2. Na água do solo (e de fontes) em solos nos quais ocorrem processos de lateritização devemos, pois, esperar uma quantidade relativamente grande de sílica e uma ausência de alumínio — justamente como se demonstrou na grande maioria dos igarapés e córregos de Amazônia.

Na Podsolização, são justamente os sesqui-óxidos que emigram enquanto a sílica fica estacionária. Em águas procedentes de Podsols deve, pois, logicamente aparecer menos sílica, mas, em todo caso, o alumínio. E foi isto o que se verificou nas águas pretas do solo arenoso e lavado das caatingas do alto Rio Negro.

RICHARDS (l. c. pág. 212) já observa que areias lavadas de quartzo, que mais provavelmente são Podzols se acham largamente espalhadas na região americana de florestal pluvial como na Guiana inglesa, em Trinidad, e na bacia Amazônica, especialmente na região do Rio Negro.

As análises hidro-químicas dos riachos de água preta das caatingas confirmam totalmente esta suposição de RICHARDS, e pode-se dizer com segurança, mesmo sem a realização de uma análise exata de solo, que também os solos das caatingas são verdadeiros Podzols tropicais. A sua formação está ligada ao clima permanentemente úmido, como também à qualidade da rocha matriz deste solo, isto é, ao granito.

Conforme o meu conhecimento estabelece-se aqui, pela primeira vez, uma nítida relação, não só entre a hidro-química e a base geológico-mineralógica de uma certa região, o que o autor e seu colaborador Dr. R. BRAUN já haviam demonstrado em trabalhos anteriores, mas também uma correlação indiscutível entre o quimismo de certas águas e os processos decorrentes nos solos da região de origem destas águas.

Uma observação desta natureza representa por enquanto, apenas um primeiro passo para pesquisas futuras, embora já caracterize a importância que os trabalhos hidro-químicos possuem para a pedologia. Em grandes regiões ainda não exploradas, como a região amazônica, a colaboração entre pesquisas pedológicas e pesquisas hidro-químicas, deve ser extremamente fecunda; estas últimas, já agora, podem oferecer, em zonas pedologicamente desconhecidas, indicações seguras sobre os tipos de solo que nelas possam existir. Os exames hidro-químicos são mais fáceis de executar e são menos dispendiosos do que análises completas de solo. Estas naturalmente não podem ser substituídas por aquêles. Uma ampliação da metodologia hidrológica, porém, oferecerá, provavelmente, maiores perspectivas de desenvolvimento neste setor de pesquisas. Essa ampliação deverá incluir, especialmente, resultados hidro-biológicos, como também maior experiência na interpretação de dados hidro-químicos (e mais tarde também certamente de dados hidro-biológicos) em relação às condições de solo, o que só se poderá obter mediante colaboração entre limnólogos e pedólogos.

## IX. Literatura.

BERL-LUNGE, 1932, Chemisch-technische Untersuchungsmethoden, 8. ed., vol. 2, 1. — Berlin, Julius Springer.

BRAUN, R., 1952, Limnologische Untersuchungen an einigen Seen im Amazonasgebiet. — Schweiz. Z. Hydrologie, 14, 1, p. 1-128.

GOUROU, P., 1950, Observações geográficas na Amazônia. — Rev. Bras. de Geogr., ano 9, n.º 3, p. 355-408.

JUNQUEIRA SCHMIDT, J. C., 1942, O clima da Amazônia. — Rev. Bras. de Geogr., ano 4, n.º 3, p. 465-500.

KOCH-GRÜNBERG, Th., 1909 e 1910, Zwei Jahre unter den Indianern. Reisen in Nordwest-Brasilien 1903/1905. 2 volumes. — Berlin.

KÖPPEN, W., 1931, Grundriss der Klimakunde. — Berlin u. Leipzig, Walter de Gruyter & Co.

OHLE, W., 1940, Chemische Eigenart der smäländischen Seen. — Verh. Int. Ver. theor. angew. Limnol., 9, p. 145-159.

OLIVEIRA, A. I. de, e O. H. LEONARDOS, 1943, Geologia do Brasil. 2. ed. — Rio de Janeiro, Ministério de Agricultura.

PAIVA, G. de, 1929, Vale do Rio Negro (Physiographia e Geologia). — Serv. Geol. Min. Bras., Bol. N.º 40.

SIOLI, H., 1950, Das Wasser im Amazonasgebiet. — Forsch. u. Fortschr., ano 26, 21/22, p. 274-280.

— , 1951a, Zum Alterungsprozess von Flüssen und Flusstypen im Amazonasgebiet. — Arch. f. Hydrobiol., vol. 45, 3, p. 267-283.

— , 1951b, Alguns resultados e problemas da Limnologia amazônica. — Bol. técn. Inst. Agr. Norte. n.º 24, p. 1-44.

— , 1951c, Amazonien — Land der Verheissung? — Südamerika, ano 2, 1/2, Buenos Aires, p. 57-63.

— , 1954, Betrachtungen über den Begriff der "Fruchtbarkeit" eines Gebietes anhand der Verhältnisse in Böden und Gewässern Amazoniens. — Forsch. u. Fortschr., 28, 3, p. 65-72.

— , 1956, O Rio Arapiuns. — Bol. téc. Inst. Agr. Norte, n.º 32, p. 1-115.



Foto 1:

phot. Dr. H. Sioli.

A peneplanície, coberta de floresta virgem, do alto Rio Negro, perto de Tapuruquara (Santa Isabel). Vista do avião.

Die urwaldbedeckte Peneplain des oberen Rio Negro, bei Tapuruquara (Santa Isabel). Luftbild.

The jungle covered peneplain of the upper Rio Negro, near Tapuruquara (Santa Isabel). Airfoto.

La pénéplaine du Haut-Rio Negro couverte de forêt vièrge, près de Tapuruquara (Santa Isabel). Photographie aeriennne.

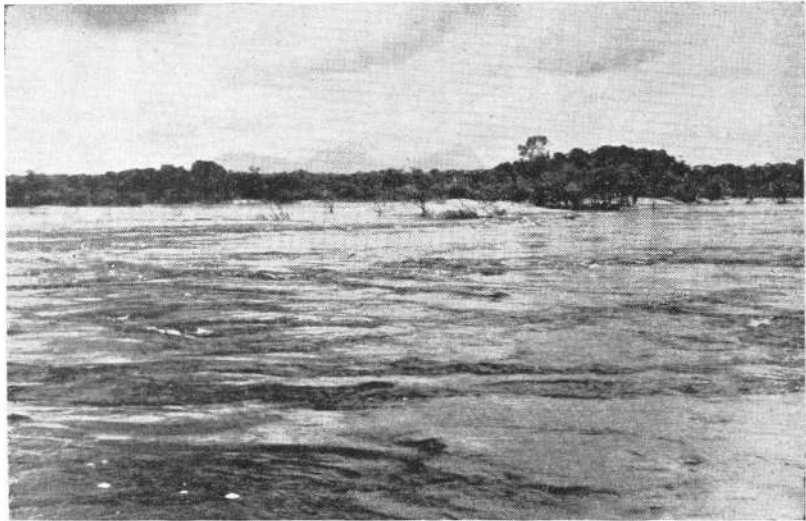


Foto 2:

phot. Dr. H. Sioli.

A Serra de Curicuriarf, com altura de mais ou menos 900 m, eleva-se, no fundo, acima da peneplanície do alto Rio Negro. Vista da Cachoeira Camanaus.

Die etwa 900 m hohe Serra de Curicuriarf erhebt sich im Hintergrunde des Bildes über die Peneplain des oberen Rio Negro. Von der Stromschnelle Camanaus des oberen Rio Negro aus gesehen.

The Serra de Curicuriarf, of  $\pm$  900 m height, arises in the background above the peneplain of the upper Rio Negro. View from the Camanaus rapid of the upper Rio Negro.

La Serra de Curicuriarf, d'une altitude d'environ 900 m, s'élève dans l'arrière-plan de la vue photographique au dessus de la pénéplaine du Haut-Rio Negro. Vue prise des rapides Camanaus du Haut Rio Negro.



Foto 3:

phot. Dr. H. Sioli.

A Serra Caabari levanta-se acima da peneplanície do alto Rio Negro. Vista do leito do Rio Negro abaixo da foz do Rio Caiari-Uaupés.

Die Serra Caabari überragt die Peneplain des oberen Rio Negro. Vom Rio Negro unterhalb der Mündung des Rio Caiari-Uaupés aus gesehen.

The Serra Caabari rises above the peneplain of the upper Rio Negro. Seen from the Rio Negro below the mouth of the Rio Caiari-Uaupés.

La Serra Caabari domine la pénéplaine du Haut-Rio Negro. Vue prise du Rio Negro en aval de l'embouchure du Rio Caiari-Uaupés.



Foto 4:

A floresta rala das "caatingas" do alto Rio Negro, com o córrego de água preta do Jararaca-Igarapé, perto do Sítio Tatú na foz meridional do Rio Caiari-Uaupés.

Lichter Caatinga-Wald des oberen Rio Negro mit dem Schwarzwasser-Quellbach des Jararaca-Igarapé bei Sítio Tatú an der unteren Mündung des Rio Caiari-Uaupés in den Rio Negro.

Clear "caatinga"-forest of the upper Rio Negro with the blackwater springcreek of the Jararaca-Igarapé near Sítio Tatú at the lower mouth of the Rio Caiari-Uaupés into the Rio Negro.

Forêt claire de la "caatinga" du Haut-Rio Negro et ruisseau à eau "noire" formant une des sources du Jararaca-Igarapé près du sítio Tatú au confluent inférieur du Rio Caiari-Uaupés et du Rio Negro.



phot. Dr. H. Sioli.