

BOLETIM TÉCNICO
DO
INSTITUTO AGRONÔMICO DO NORTE

N.º 37

1960

**Pesquisas Limnológicas na Região
da Estrada de Ferro de Bragança,
Estado do Pará, Brasil**

POR

HARALD SIOLI, Dr. Phil.

BELÉM - PARÁ - BRASIL

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA

Ministro — BARROS DE CARVALHO

CENTRO NACIONAL DE PESQUISAS AGRONÔMICAS

Diretor Geral — DAEL PIRES LIMA

SERVIÇO NACIONAL DE PESQUISAS AGRONÔMICAS

Diretor — WALDEMAR MENDES, Agrônomo

INSTITUTO AGRONÔMICO DO NORTE

Diretor — RUBENS RODRIGUES LIMA, Agrônomo

SECÇÕES TÉCNICAS

Melhoramento de Plantas e Experimentação	Especialização
Virgilio Libonati, Agr. Chefe.....	Experimentação
Rubens Rodrigues Lima, Agr.....	Experimentação
José Maria Conçurú Jr., Agr.....	Experimentação
Milton Albuquerque, Agr.....	Experimentação
Natalina Tuma da Ponte, Agr.	Experimentação
Botânica	
João Murça Pires, Agr. — Chefe....	Botânica
Ricardo de Lemos Fróes, Expl. Bot.	Botânica
Humberto Koury, Agr.	Botânica
José de Sousa Rodrigues, Agr.....	Limnologia
Fitopatologia	
Fernando Carneiro de Albuquerque, Agr. Resp. p. Chefia.....	Fitopatologia
Zootecnia	
Abnor Gurgel Gondin, Agr.-Chefe ..	Zootecnia
Carlos Moreira Melo, Agr.....	Zootecnia
Química	
Hilkias Bernardo de Sousa, Q. I. Chefe....	Química orgânica
Sólos	
João Pedro Oliveira Filho, Q. I. Chefe.....	Química de sólos
Lúcio Vieira, Agr.	Química de sólos
Walmir Hugo dos Santos, Agr.....	Química de sólos
Italo Falesi, Agr.....	Química de sólos
Entomologia	
Humberto Koury, Agr. — Resp. pela Chefia.	
Elias Sefer, Agr.....	Entomologia
Horticultura e Silvicultura	
Benito Calzavara, Chefe....	Horticultura
Heveacultura e Tecnologia da Borracha	
Eurico Pinheiro, Agr. — Chefe....	Heveacultura
Jorge Ocelho de Andrade, Agr.	Heveacultura
Francisco Barreira Pereira, Agr.....	Heveacultura
Alfonso Wisniewski, Q. I.	Química de Borracha
Biblioteca	
Stélio Lima Girão, Resp. pela Chefia.....	Biblioteconomia
Consuelo B. Alves.....	Biblioteconomia
Maria José Oliveira Sousa.....	Biblioteconomia
Secretaria	
Alcenor Moura, Escrit. — Chefe.....	Administração
Newton Sampalo — Enc. material.....	Administração
Estações Experimentais	
Belém (Pará) — Benito Calzavara — Chefe	
Malcurú (Pará) —	
Tefé (Amazonas) — Manuel Milton da Silva—Chefe.	
Porto Velho (Guaporé) — Osvaldo Galvão Pereira — Chefe.	
Mazagão (Amapá) — Paul Ledoux — Dr. Ciências — Chefe.	
Pedreira (Maranhão) — Sebastião Andrade — Chefe	

ÍNDICE

	Página
I. Introdução.....	5
II. Geografia, Geologia e solos da Zona Bragantina	9
III. As águas da Zona Bragantina.....	21
A. Lista dos corpos d'água examinados.....	21
B. Corpos d'água da região da "série das barreiras.....	37
C. Corpos d'água da região da "Formação Pirabas"	41
D. Corpos d'água da região do complexo fundamental cristalino do arqueano.....	46
IV. Tentativa de uma delimitação da região da "Formação Pirabas", baseada nos valores de pH das águas.....	49
V. O Rio Guamá com o Rio Capím.....	53
VI. Observações biológicas.....	63
VII. Resultados práticos e propostas para a agricultura.....	77
VIII. Sumário.....	87
IX. Literatura.....	89

I. INTRODUÇÃO

Ao leste da cidade de Belém - Pará, estende-se a chamada "Zona Bragantina" ou "Região da Estrada de Ferro de Bragança", que ao Norte e a Oeste, começa na costa do Oceano Atlântico e do Rio Pará, respectivamente, a Leste alcança até além da cidade de Bragança, e ao Sul é geralmente limitada pelo Rio Guamá (ver Mapa n.º 1).

Trata-se, nesta região, de uma das poucas e, ao longe, da maior Zona da Amazônia, que é colonizada na base da agricultura. O seu desbravamento foi iniciado há mais ou menos 80 anos. A construção da linha férrea Belém - Bragança, começou em 1883, porém foi terminada somente em 1908. Esperava-se que, pela existência de uma estrada de ferro, uma área de mais ou menos 20 a 30.000 quilômetros quadrados, podia ser, com o tempo, colonizada, transformada em plantações e, com isso, utilizada para o bem do Estado do Pará.

A população daquela região — naquele tempo ainda coberta, quase por completo, por verdadeira mata virgem, alta — era, no início, muito escassa. A construção da linha da Estrada de Ferro devia atrair especialmente colonos agrícolas; porém, somente após uma grande seca no Estado do Ceará, no ano de 1915, foi que mais ou menos 30.000 nordestinos imigraram aqui, de maneira que somente depois deste tempo, começou uma colonização mais intensa da Zona Bragantina.

No decorrer das seguintes décadas, então, estes e mais outros nordestinos, chegados mais tarde, e os descendentes dos mesmos, ocuparam a região e derrubaram e queimaram a mata virgem para fazer os seus roçados, plantações principalmente de mandioca, milho, arroz e algodão. O deflorestamento da Zona Bragantina foi, desta maneira, iniciado, propagou-

se depois, primeiramente, vagarosamente, para afinal, ser intensificado nos últimos anos, quando a produção dos gêneros enumerados foi sendo mais substituída pela produção de fibras vegetais de Malva e Uacima (diversas espécies da família Malvaceae); hoje, êste deflorestamento está praticamente acabado. Sòmente áreas muito pequenas, não mais dignas de serem anotadas, são hoje em dia ainda cobertas pela floresta original, cujo aspecto é representado na Foto n.º 1, mas também estas cairão no decurso dos próximos 8

Todo o resto da região, entretanto, não foi transformado, pelo trabalho laborioso da colonização, em ricas plantações, mas é agora coberto, em avaliadamente 90% da sua superfície, de capoeira triste e raquítica que vem ocupar as plantações abandonadas. Não é uma agricultura florescente, que fôsse o resultado de uma colonização de geralmente, menos de 50 anos de idade, mas em 90% uma terra devastada, esgotada, cuja economia se aproxima sempre mais e rapidamente à ruína. (Ver Foto n.º 2).

O trabalho de colonização consistia e, até hoje, consiste, no processo de logo derrubar e queimar, sem consideração, a original e alta mata virgem, com as suas numerosas madeiras valiosas, que, na sua altura e na sua riqueza, foi uma das melhores da Amazônia brasileira. Na maioria dos casos, nem se aproveitaram as madeiras boas, cujo transporte era demasiadamente dispendioso ou mesmo impossível. Na terra desnudada se fizeram, então, as citadas plantações. Estas, entretanto, produziram uma colheita lucrativa, sòmente durante 2 a 3 anos; depois dêste período, o solo estava esgotado, as plantações eram abandonadas e nos seus lugares crescia, agora, a capoeira; e novas áreas da mata virgem foram levadas, então, ao mesmo destino. Sòmente depois de 8 a 10 anos de abandono, quer dizer, do crescimento da capoeira, é recompensativo de derrubar e queimar também esta floresta secundária, para utilizar o solo, então, outra vez, mas sòmente durante dois anos, achando as novas plantações a sua alimentação nas cinzas das capoeiras queimadas, até que, também, esta é de novo e mui rapidamente esgotada.

Nêste sistema baseia-se, até hoje, quase tôda a agricultura da Zona Bragantina, e, depois de ser praticamente completado o trabalho na área circunscrita na primeira sentença

dêste artigo, esta forma de colonização alastra-se agora, após ultrapassar o Rio Guamá, sempre mais em direção ao sul, para dentro de regiões virgens, às quais ela prepara um futuro igual, caso não seja posto fim, na última hora, a tal destruição insensata de valores naturais, e não sejam elaborados e aplicados novos métodos de utilização agrícola, adequados às condições dos solos e de clima e baseados em estudos científicos a serem efetuados.

O sistema atual é, em todo caso, nada outro se não uma devastação e destruição da natureza, um roubo na riqueza natural do Brasil por causa de um lucro momentâneo. A experiência mostrou que o solo daquela região não é infinitamente fértil, como se presumiu de antemão, até pouco tempo, mas que êle se esgota, depois da remoção da cobertura vegetal e do estabelecimento de plantações, no decorrer de 2 anos no máximo, três anos. As razões dêste desenvolvimento são expostas detalhadamente em outros lugares. (Camargo, 1948, Sternberg, 1951, Sioli, 1951 a) e 1954 a).

Mesmo as plantas de fibra, Malva e Uacima, que originariamente cresciam, em parte, como peste nos roçados abandonados e que hoje plantadas em grande escala, já diminuem nas suas colheitas, e como será a situação quando terminar também o período das plantas fibrosas, o que será uma questão de não muito tempo, não se deixa prevêêr.

Um "boom" momentâneo de cultura de pimenta do reino, introduzido por japoneses, também não modificará a situação. Pois, provavelmente êle terminará em pouco tempo, pela superprodução dêste artigo que, naturalmente, possui somente uma saída limitada; e êle também não beneficia tôda a Zona Bragantina, mas somente alguns poucos plantadores.

Tais são mais ou menos as condições atuais na terra firme, com colonização agrícola, da Zona Bragantina.

No ano de 1953, após um estudo curto, prévio e preliminar sôbre as relações entre geologia e limnologia de uma parte daquela região (SIOLI 1951 b) recebi, pelo então Diretor do Instituto Agrônômico do Norte, Ilmo. Sr. Eng. Agr. Rubens Rodrigues Lima, a tarefa de investigar minuciosamente e do ponto de vista limnológico, tôda a região da Estrada de Ferro de Bragança, para verificar, se e como as condições edafológicas e a geologia (mineralogia) do sub-solo

se expressam nas qualidades dos corpos d'água, e se, baseado em tais pesquisas, se podem fazer quaisquer propostas para uma modificação dos atuais métodos de utilização da região.

Desta forma executaram-se, no ano de 1953, duas viagens por automóvel à Zona Bragantina, a fim de examinar o maior número possível de corpo d'água da terra firme, e mais uma outra viagem, por água, no curso inferior do Rio Guamá até a desembocadura do Rio Capim, com a finalidade de verificar se esta localidade é alcançada pela influência da água barrenta do Rio Pará, periodicamente empurrada no Rio Guamá, pelas marés diárias, sobre a formação das várzeas deste rio. A primeira viagem terrestre foi feita entre os dias 11 e 17 de agosto de 1953; a segunda, de 8 a 19 de novembro do mesmo ano; ambas, pois, se acharam na estação seca do ano. A viagem fluvial, de 23 a 25 de outubro de 1953, coincidiu com as marés do sizígio da lua cheia daquele mês, que correspondem, nas suas alturas, mais ou menos às marés sizigiais do equinócio em setembro do mesmo ano.

II — GEOGRAFIA, GEOLOGIA E SOLOS DA ZONA BRAGANTINA

A maior parte da Zona Bragantina é ocupada por baixa terra firme, quer dizer, por terras não alcançadas pelas enchentes dos rios ou pelas marés do oceano.

Na vizinhança de Belém, a superfície da terra é plana, praticamente por completo, e somente os igarapés cavaram os seus pequenos vales rasos.

Mais ou menos da cidade de João Coêlho (antigamente Santa Izabel), em direção ao leste, ao longo da linha férrea e da estrada de rodagem, e desta linha em direção ao norte, até ao oceano, a quase absoluta planície transita em terreno longa e raramente ondulado, enquanto que em direção ao sul, p. e. de João Coêlho ao Rio Guamá, as ondulações do terreno se tornam mais curtas e mais íngremes, até que a terra firme cai, relativamente rapidamente, em um ou dois degraus à várzea, ao terreno aluvial recente e inundável das margens do Rio Guamá.

Nêste complexo de terra firme, a linha da Estrada de Ferro estende-se mais ou menos no divisor d'água entre a costa do Atlântico, no norte, e o Rio Guamá, no sul, de maneira que dela, os igarapés e pequenos rios correm ou ao norte, para o Atlântico, ou ao sul, para o Rio Guamá.

Quase tôda a terra firme era originariamente coberta por alta floresta virgem, verdadeiramente amazônica (conferir Foto n.º 1).

Somente ao sul da pequena cidade de Vigia existem alguns campos naturais, arenosos, os quais durante o “verão”, a estação sêca na Amazônia, são sêcos, durante o “inverno”, a estação chuvosa, porém, são cobertos por água estagnada, marron-escura, até uma altura de mais ou menos 1/2 metro.

A vegetação destes campos, com as suas árvores isoladas de *Curatella americana*, com Eriocauláceas, em alguns lugares também com *Drosera* sp. é bem estudada pelos botânicos do Instituto Agronômico do Norte. O solo de areia branca destes campos provém, provavelmente, menos dos sedimentos da terra firme comum da região, quer dizer, de processos de lavagem dos mesmos, porém mais das areias de antigas dunas da costa do mar.

Parece que manchas de solo arenoso claro ou mesmo de areia pura acompanham tôda a costa setentrional em certa distância, mesmo se não comportando, ou tendo comportado, em geral, campos naturais, mas florestas. Fica uma questão aberta se, nêstes casos, se trata de areia de dunas da costa, levada pelo vento, terra a dentro, ou se esta zona representa uma antiga linha da costa.

Na costa mesma, estende-se geralmente uma faixa de mangue, de largura variável (ver Foto n.º 3). Mangue acompanha também as margens dos rios, de bocas largas para o mar, até onde penetra a influência da água salobra, e orla ou enche as ilhas rasas, presituadas à costa ou situadas dentro das largas embocaduras dos rios (Foto n.º 4).

Também dunas de areia alva se encontram por detrás da zona de mangue ou se elevam diretamente da praia. (Foto n.º 5).

Tais formações, entretanto, como campos naturais, mangue e dunas, são sòmente frações mínimas ou limitações da terra firme mesma e não possuem nenhuma importância no quadro total da Zona Bragantina. A terra firme, originariamente, coberta de floresta, ocupa praticamente, tôda a área desta larga região plana no limite oriental da hiléia amazônica, cuja elevação máxima sôbre o nível do mar não deve ultrapassar mais ou menos 50 metros.

Os igarapés e pequenos rios correm, com exceção da vizinhanças de Belém, nas depressões do terreno ondulado, de maneira que aqui só raras vêzes observam-se tais pequenos vales ingrememente cortados no terreno como são elaborados, pelos córregos, na zona perto de Belém. Os igarapés, aqui, nascem também sempre em tais baixas que então são cheias d'água e ocupadas por miritisais, caranasais e assaisais encharcados e ou por associações de diversas espécies arbóreas

dicotiledôneas (ver Fotos números 6, 7 e 8). Muitas vèzes, estas baixas cheias de água, são hoje privadas da sua vegetação original de plantas altas e servem para a maceração e a lavagem de fibras de Malva e de Uacima (ver Fotos números 9 e 10). Na superfície da água rasa e exposta aos raios do sol, encontram-se, então, as folhas de Nymphaeas, e da beira crescem maiores ou menores acumulações de *Eleocharis* sp. e de fetos para dentro da água (ver foto n.º 11). A *Eleocharis* sp. porém, parece ser limitada à água bastante ácida, pois em águas menos ácidas, ela se acha sòmente muito raras vèzes; desta maneira existem também exceções desta regra. As condições de vida das plantas aquáticas amazônicas, as suas dependências de quimismo e de outros fatores nas águas são, entretanto, até hoje quase que completamente desconhecidos e necessitaria-se da plena capacidade de trabalho de um hidrobotânico para seguir os problemas que aqui se assinalam.

Geòlogicamente, a Zona Bragantina consiste, na sua parte ocidental, de sedimentos de água doce, continentais, para os quais antigamente se aceitava uma origem do quaternário antigo, de pleistoceno, e que se separava, como "Formação Pará", da "Série das barreiras" do baixo Amazonas, do plioceno. Assim ainda procede o Mapa Geológico do Brasil, por Avelino Ignácio de Oliveira, 1948 (em: OLIVEIRA & LEONAROS, 1942).

O esboço de mapa n.º 2, neste artigo, que representa, segundo o citado mapa por A. I. de Oliveira, a geologia da região leste e ao sul de Belém e que inclui desta forma tóda a Zona Bragantina, contém, pois, ainda a separação dos sedimentos da Formação Pará, como sendo do quaternário (pleistoceno), dos da Série das barreiras, do terciário (plioceno).

Geólogos mais novos, porém (cf. S. de OLIVEIRA & S. PETRI, 1952) incluem a Formação Pará na Série das barreiras, da baixa Amazônia (cf. Mapa n.º 3), pela qual aceitam uma origem geral do plioceno até do pleistoceno. Esta opinião será seguida também neste estudo, de maneira que, em vez de "Formação Pará", se falará sòmente ainda de "Série das Barreiras".

Ao leste dos sedimentos continentais de água doce, na Zona Bragantina, uma área da "Formação Pirabas", do baixo mioceno, sedimentos marinhos de mar raso de uma espessura

pequena que não alcança mais de 5 metros. A Formação Pirabas, chamada segundo a sua ocorrência primeiramente descoberta perto de São João de Pirabas, é caracterizada especialmente pela existência de depósitos de calcáreo, uma circunstância que a faz bastante interessante para a Amazônia. Pois, calcáreo é extraordinariamente raro na vasta região amazônica e se tornou conhecido, até agora, somente também nas faixas do carbonífero no norte e ao sul do baixo Amazonas e, como camadas de somente poucos centímetros de grossura, também em dois pequenos lugares da zona da Formação Pebas, do terciário, do Rio Solimões, p. e. em São Paulo de Olivença.

Também por este motivo da ocorrência de calcáreo, pois, a Zona Bragantina merecia uma investigação especial, sendo de esperar aqui, na secção da Formação Pirabas, águas com um quimismo especial e diferente, como se tinha mostrado já, também, numa pesquisa anterior, preliminar (SIOLI, 1951 b).

A extensão até agora imaginada da Formação Pirabas é representada no anexo pequeno mapa geológico PETRI 1952 (esboço de mapa n.º 4). Entretanto, principalmente a delimitação meridional desta formação ainda não se conhece com segurança. Desta forma, o presente estudo significa, no mesmo tempo, uma tentativa de determinar a extensão ou delimitação de uma região geológica, mineralogicamente dentro de si bem uniforme, pelo quimismo das águas nascidas nela.

Mais ao leste, a Zona Bragantina termina numa região do complexo fundamental cristalino, consistindo principalmente de gneisses, granitos, etc., a qual durante o mioceno, avançava como península para dentro do mar raso de Pirabas que, naquele tempo, tinha transgredido a costa nortebrasileira.

Estes gneisses, etc., do arqueano são sobrepostos, em parte, por uma zona de filitos decompostos de origem algonquiana, da chamada "Série Gurupí". Estas camadas são, porém, fortemente planificadas por processos de abrasão e possuem somente pequena espessura, de maneira que, em muitos lugares, aparecem, na superfície da terra, os gneisses e granitos do fundo. As ocorrências do arqueano dentro desta faixa da Série Gurupí, são, entretanto, não indicadas no esboço do mapa n.º 2.

Temos que tratar, pois, na Zona Bragantina, de três regiões, diferentes do ponto de vista geológico-mineralógico:

- 1) no Oeste, dos sedimentos de água doce continentais, arenosos até argilosos, da Série das barreiras, de origem plioceno-pleistocênico, e que cobre extensas partes de toda baixa Amazônica;
- 2) no centro, da Formação Pirabas, marinha, do baixo mioceno;
- 3) no leste, dos gneisses, etc., de complexo fundamental cristalino, sobrepostos localmente por camadas algonquianas.

As regiões 1) e 2), agora, não são nitidamente separadas na superfície da terra, mas a Formação Pirabas é sobreposta pela cobertura dos sedimentos da Série das barreiras, em variadas espessuras. Estes formam os lugares mais altos do terreno, enquanto as camadas da Formação Pirabas mesma, aparecem nos lugares mais baixos, quase somente nas baixas e em cortes do terreno, como p. e. em margens de rios ou na costa do mar. Somente perto da cidade de Capanema, as ocorrências de calcáreo da Formação Pirabas — conforme o nosso conhecimento atual — quase que alcançam a superfície da terra, também num lugar mais alto do terreno.

Pode-se concluir, pois, que as camadas da Formação Pirabas não remanesceram completamente planas nos movimentos verticais do terreno que seguiram à transgressão do mar do mioceno, mas que ficaram levemente onduladas, mesmo existindo um declive geral, muito suave destas camadas em direção ao norte, um declive que OLIVEIRA & PETRI (1952, p. 3), indicam com 0.82 m/km. Temos que imaginar, pois, as camadas de calcáreo, na região da Formação Pirabas, como sendo situadas em profundidades e variadas, não podendo ser previstas estas de antemão.

Esta circunstância, junto com a abrasão vertical, de intensidade localmente diferente, deve ter o seu efeito, naturalmente, sobre a influência no quimismo das águas, exercida pelo maior ou menor contacto da água subterrânea com as camadas de calcáreo. Na zona da Formação Pirabas não podemos esperar, pois, um quimismo uniforme das águas; este,

ao contrário, deve depender da profundidade das camadas de calcáreo de Pirabas, de espessura da cobertura pelos sedimentos sobrepostos da Série das barreiras, como também de eventuais camadas impermeáveis que se formaram nêstes (horizontes de água freática).

Temos visto que na borda ocidental, a Formação Pirabas desaparece por debaixo das camadas das barreiras, de maneira que não se pode indicar aqui, um limite exato. Também aqui se deve contar com uma leve ondulação da camada Pirabas; não será possível determinar uma delimitação exata da mesma por investigações na superfície da terra ou por outras, as quais, como a do quimismo das águas, alcançam somente uma certa profundidade pequena (saída do nível da água subterrânea). Desta forma, p. e., a ocorrência do calcáreo em Pirabas, perto de Marapanim, é situada em grande distância da próxima ocorrência do mesmo, mais para o leste, na desembocadura do Rio Urindêua. Ou também uma outra ocorrência de calcáreo, que se tornou conhecida somente nos últimos anos (PETRI, 1952), na boca do Rio Caraparú para o Rio Guamá, perto de Belém, a qual pertença à Formação Pirabas, porém, ainda não foi provada, se acha completamente isolada da própria região da Formação Pirabas; na zona intermitente, também o quimismo das águas não assinala nenhuma ocorrência de calcáreo. Se uma tal ocorrência existir, ela deve ficar em maior profundidade do que alcança o contacto da água subterrânea, que aparece nos igarapés.

Para o leste, a delimitação da Formação Pirabas, pelo complexo fundamental cristalino, parece ser bastante nítida, mesmo que a verdadeira zona de contacto entre estas duas formações não seja visível na superfície terrestre. Também, a zona do complexo fundamental cristalino, parece ser coberta ainda, pelo menos parcialmente, por camadas da Série das barreiras.

Em direção oriental da região do complexo fundamental cristalino, aparecem, então, de novo — segundo indicação no mapa geológico de A. I. de OLIVEIRA, 1938 (vêr esbôço de mapa n.º 2) — os sedimentos plioceno-pleistocênicos, de água doce, da Série das barreiras, que começam já ao oeste de Bragança.

Sôbre o limite meridional da Formação Pirabas, até agora nada se sabe. Pelo declive suave geral das camadas Pirabas, em direção setentrional deve-se concluir — deixando ao lado a ondulação das mesmas — que, quanto mais ao sul, tanto mais elas se aproximam à superfície terrestre, de maneira que aqui deve ser possível fazer uma delimitação, por meio dos quimismos das águas, com maiores seguranças e nitidez, do que na borda ocidental da Formação Pirabas. Além do limite meridional da Formação Pirabas, que até agora ainda não foi determinado, estão camadas que aparecem na flôr da terra — sem que se trate naturalmente do complexo fundamental cristalino mesmo — devem ser de um nível abaixo do das camadas Pirabas e ser, por isso, geologicamente mais antigos. Para o fim de uma tal constatação, OLIVEIRA & PETRI (1952, p. 2), recomendam o estudo dos sedimentos do Rio Capim e da zona entre o Rio Guamá e a linha da Estrada de Ferro. Baseado nos resultados das análises d'água, pode ser, antecipadamente, dito que o limite meridional da Formação Pirabas se encontra nesta zona, acima indicada. Os arenitos na margem e no leito do Rio Guamá, em São Miguel, devem, pois, pertencer a camadas mais antigas.

Na Zona Bragantina deve ser incluída finalmente a Várzea do Rio Guamá, o terreno aluvial do baixo curso dêste rio, ao longo de ambas as suas margens, mesmo começando esta várzea sômente nêstes últimos anos a ser incorporada à utilização pela agricultura prática. Tomando por base a grande fertilidade do solo aluvial recente desta várzea, o Instituto Agrônômico do Norte, graças à iniciativa do seu antigo diretor, dr. Felisberto C. de Camargo, desenvolveu um vasto "Programa das culturas da Várzea" (cf. também CAMARGO, 1948 b), que é continuado e ampliado, agora, também por outra organização governamental.

O Rio Guamá, como o seu afluente, o Rio Capim, trazem das regiões de suas cabeceiras, nas suas águas, sômente muito pequenas quantidades de suspensões — pois trata-se de rios de "água clara" — de maneira que êstes rios não formam várzeas nas beiras dos seus cursos superiores; aqui, geralmente, a terra firme avança diretamente até à beira (Foto n.º 12), ou são trechos de igapós marginais que acompanham os cursos dos rios (sôbre os conceitos de "várzea" e "igapó" na

região amazônica cf. SIOLI, 1951a c) e 1954 b). No seu curso baixo, porém, as marés empurram rítmicamente a água turva, barrenta, da Baía do Guajará (do Rio Pará defronte de Belém) para dentro do Rio Guamá, e as suspensões contidas nesta água serão parcialmente depositadas nas zonas laterais do talweg, elaborado com bastante largura no terreno plano. Estes sedimentos alóctenos provêm das regiões geológico-mineralógicamente diferentes dos cursos superiores do Amazonas com certos afluentes e do sistema fluvial do Rio Tocantins, e com as águas dêstes rios são transportados até ao Rio Pará, como é chamado a desembocadura meridional do Amazonas.

A deposição, na zona de inundação das margens do baixo Rio Guamá, é a mais intensa em distância próxima das beiras mesmas, que são cobertas por alta floresta de várzea, típica na sua composição florística. Mais em direção terra a dentro, a intensidade da sedimentação se torna menor com a crescente diminuição da quantidade de suspensões na invasão da água fluvial. Este processo já foi descrito para a Várzea do baixo Amazonas em SIOLI, 1951 d) e 1956; existe somente a diferença que a alagação das várzeas do Rio Guamá não se processa uma vez por ano, com a enchente do rio, que é condicionada pelas estações do ano, mas diariamente duas vezes — em maneira completa, pelo menos, durante a época de chuva e de nível alto do rio, de fins de dezembro até fins de abril — em consequência do movimento de maré da água do Rio Pará e do baixo Rio Guamá que, por sua vez, é causado pelas marés do oceano.

Por causa desta alagação diária, dupla, na qual, ainda mais, a água barrenta que invade a várzea, fica cada vez estagnada antes do seu refluxo, a deposição de lama, nas partes da floresta de várzea periódicamente cobertas pela água, se faz sentir muito mais intensamente do que no baixo Amazonas. Êste fenômeno pode ser observado especialmente quando se entra, com a canôa, nos pequenos afluentes que desembocam na várzea e também na beira do Rio Guamá mesmo, nos troncos e nas folhas baixas da vegetação de várzea.

Os sedimentos finos, depositados em tempos recentes ou frescamente, podem ser, naturalmente, de novo levantado, p. e., como um novo movimento da água, e, desta maneira, voltar à água aberta do rio. Com esta, então, êles podem ser

transportados, até uma nova deposição, mesmo para partes do curso do rio mais acima do que a zona de influxo direto da água do Rio Pará que, temporariamente, é levemente salobra.

Em direção terra a dentro da beira do Rio Guamá, o terreno de várzea dêste rio em geral desce, como já descrito no baixo Amazonas (SIOLI, 1951 d, 1956 b); porém — por razões climáticas e/ou por causa da alagação diária dupla e não somente anual — não há nem formação de campos inundáveis, nem, por causa da relativamente pouca extensão do terreno, lagos marginais de água aberta, como é o caso no baixo Amazonas, mas a mata alta de várzea dos diques marginais do rio que, pois, aqui não é mata ciliar, de galeria, é lentamente substituída por mata de igapó de água preta, cujo solo mole, pantanoso, é sempre coberto, também durante as horas de baixamar, de “água preta”, marron e transparente. Esta água preta, entretanto, tem a sua origem menos no rio mesmo, mas nas águas que descem da terra firme, situada atrás, e diretamente na chuva. Um corte transversal pelo talweg do baixo Rio Guamá tem, pois, uma forma esquemática com a que é representada na figura n.º 1:

FIG. N.º 1 — Corte transversal esquemático pelo talweg do Rio Guamá. Altura exagerada.

Sendo que o trabalho presente foi feito em parte, tomando em consideração os problemas da agricultura prática na Zona Bragantina, sejam mencionados, ainda, curtamente, os solos daquela região.

Os solos da terra firme da Zona Bragantina, são relativamente uniformes em toda a vasta área. Este fato se compreende quando se imaginar que a camada superior é formada, em quase toda parte, pelos sedimentos uniformes arenosos até argilosos, da Série das barreiras, mesmo também na Região da “Formação Pirabas” e em parte do complexo fundamental cristalino, e que, além disso, as condições do clima úmido equatorial tiveram, em toda a região, os mesmos efeitos sobre os processos de formação dos solos. CAMARGO (1948 a) cita as análises de amostras típicas de solo da terra firme (Série das barreiras) da Zona Bragantina, que expressam nitidamente a surpreendente pobreza destes solos. Um

relatório do examinador das amostras de solo, citado naquele lugar (CAMARGO 1948 a, p. 136-137), é o seguinte: "trata-se de terras ácidas, muito pobres; entretanto, os elementos químicos existentes encontram-se praticamente à disposição das raízes. Assim, as terras podem apresentar boa fertilidade, sendo, porém, o seu esgotamento assustadoramente rápido, caso haja intensificação das culturas. As análises mineralógicas das frações areia grossa e areia fina, confirmam a observação anterior, pois consultando as citadas análises, observamos a não existência de material mineralógico, cuja desintegração possa fornecer nutrimento às plantas".

Este significa que as substâncias nutritivas inorgânicas, as quais necessariamente devem ser presentes para a cobertura vegetal original luxuriante, tem que ser livres na água freática e/ou fixadas no material das plantas, mas que no solo mesmo, não existem delas nenhuma reserva ou somente mínimas. Por isso, encontramos uma fertilidade realmente boa no solo da floresta frescamente derrubada e queimada, onde todas as existentes substâncias nutritivas inorgânicas, estão de uma vez à disposição das plantas, na cinza e no solo, mas observamos um rápido decréscimo da fertilidade na medida em que os sais das cinzas são retirados do solo pela chuva, pela atividade vital das plantas de cultura, e pelas colheitas (cf. SIOLI, 1954 a, no prelo).

É conhecido, que os processos em solos tropicais decorrem geralmente na direção, que a sílica emigra, enquanto que os sesquióxidos de ferro e alumínio permanecem estacionários, quer dizer, que se trata de processos de lateritização. Havendo um movimento de descida da água do solo, encontramos mormente, pois, em tal caso numa certa profundidade, uma camada de precipitados de ferro, o conhecido arenito ferruginoso ou do Pará, como produto típico da lateritização.

Observações mais recentes (RICHARDS 1952, SIOLI 1954 c, 1955a), mostraram, porém, que nem em todas as partes da vasta Amazônia predominam tais processos de lateritização. Os solos das "caatingas" do alto Rio Negro, como os de "Wallaba-Forest" da Guiana Inglesa, revelaram-se como podsols tropicais (terras desbotadas, areias esbranquiçadas); a sua existência parece ser ligada à umidade do solo, permanente ou pelo menos periódica, a qual, eventualmente em con-

junto com uma camada completamente impermeável em pequena profundidade, impede o movimento de descida da água do solo, de maneira que não pode ocorrer uma aeração do solo. Ou, a camada impermeável em pequena profundidade impede um contacto entre o ar do solo da camada superior e da água subterrânea do fundo. Em nenhum caso, pois, há uma zona de contacto água subterrânea — ar do solo, na qual, pelo oxigênio do ar do solo, pode ocorrer uma oxidação do ferro bivalente contido na água subterrânea em estado dissoluto, para ferro trivalente insolúvel, o qual, pela sua precipitação, produz a camada de laterite.

Como podsols tropicais se caracterizam no quimismo das águas que dêles provêm, já foi demonstrada nas duas publicações citadas. A presente investigação das águas da Zona Bragantina apresentou também sinais para a existência de podsols em algumas partes desta zona.

O problema dos podsols tropicais nas suas relações com o quimismo das águas, exige, porém, ainda mais trabalhos e viagens de pesquisas. Mas as pesquisas de águas amazônicas feitas até agora parecem indicar, que na Amazônia existem muito mais lugares de podsols ou de solos (areias esbranquicidas) nos quais decorrem processos de podsolização. do que se pensava até então geralmente, mórmente nas regiões de campos naturais de terra firme, mas nos lugares nos quais estas terras firmes são cobertas por verdadeira floresta alta. Também a colaboração de botânicos é absolutamente necessária nas investigações sôbre os problemas gerais das relações solos-águas na Amazônia, para verificar, ao mesmo tempo, a associação vegetal correspondente a cada caso e para compreender a natureza como unidade na qual os singulares fatores se influenciam mütuamente.

III. — AS ÁGUAS DA ZONA BRAGANTINA

A — Lista dos corpos água examinados

Nas seguintes partes serão tratadas de cada vez os corpos água examinados que pertencem a um dos três mencionados setores geológicos da Zona Bragantina; pois, pelo encostamento à divisão geológica de uma região, o ponto de vista de uma "Limnologia regional" é melhor garantido.

Em total são 101 corpos água que foram examinados e que são enumerados na seguinte Lista, com os seus dados hidrofísicos e com os seus valores de pH. De 19 desses corpos água, foram tomadas amostras água para a análise química no laboratório do Instituto Agrônômico do Norte, em Belém, imediatamente após cada uma das viagens executadas. Na Lista, os corpos água são munidos de números contínuos, os quais, junto com o pH, são indicados na folha de cobertura do Mapa n.º 1 e os quais são também adicionados aos nomes dos corpos água, nas tabelas das análises químicas das águas. A situação dos corpos água se encontra, desta maneira, facilmente no mapa, sem que o mapa fique sobrecarregado e dificilmente compreensível, pela indicação dos nomes por extenso.

LISTA DOS CORPOS ÁGUA EXAMINADOS NA ZONA BRAGANTINA

Os números corresponde aos números dos lugares indicados na folha de cobertura do Mapa n.º 1.

- (1) **Rio Caraparú.** 11-8-1953, 10 h. pH 5.0. Temp. 24.3°C. Largura \pm 30 m. Profund. \pm 2 m? Correnteza dependente das marés. Água ligeiramente opalescente, esverdeada; em cima da Placa de Secchi côr de ocre. Transparência $>$ 1.50 m.

- (2) **Igarapé Maguari.** 17-8-1953, 12 h. pH 5.0. Temp. 24.6° C. Largura \pm 10 m. Profund. \pm 1 m. Correnteza no momento \pm 3/4 m/seg. Água como no Rio Caraparú. Transparência $>$ profundidade. Chão de leito areia, pedregulhos de arenito ferruginoso e pedaços maiores do mesmo. Nymphaceas, **Tonina fluviatilis**.
- (3) **Igarapé do Assaí.** 12-8-1953, 9 h. 30 m. pH 4.6. Temp. 24.2° C. Largura 3 - 4 m. Profundidade \leq 0.5. Correnteza dependente das marés. Água cristalina. Transparência muito $>$ profundidade. Chão de leito lodo mole.
- (4) **Igarapé Guarimã.** 12-8-1953, 10 h. pH 4.6. Temp. 24.8° C. Largura \pm 2 m. Profund. \leq 0.40 m. Correnteza \pm 1/2 m/seg. Água cristalina. Transparência muito $>$ profundidade. Chão de leito areia amarela com muito pedregulho de arenito ferruginoso. Algas verdes, **Batrachospermum** sp., **Tonina fluviatilis** com precipitado ferruginoso marron.
- (5) **Igarapé Caripí.** 12-8-1953, 10 h. 30 m. pH 4.5. Temp. —. Largura \pm 4 m. Profund. \leq 0.5 m. Correnteza \leq 1/2 m/seg. Chão de leito areia, pouco de pedregulho de arenito ferruginoso. Água cristalina. Transparência muito $>$ profundidade.
- (6) **Igarapé Patauatêua.** 12-8-1953, 11 h. pH 4.5. Temp. 24.8° C. Largura 3 - 8 m. Profund. \pm 0.5 m. Correnteza \pm 1 m/seg. Água cristalina. Transparência muito $>$ profundidade. Chão de leito areia fina, amarelada, pedaços e pedregulhos de arenito ferruginoso.
- (7) **Igarapé N. N., 22 km ao norte de João Coelho,** 12-8-1953, 11 h. 30 min., pH 4.5. Tem. 25.0° C. Largura 0.5 — 1 m. Profund. \leq 0.3 m. Correnteza \leq 0.7. m/seg. Água cristalina. Transparência muito $>$ profundidade. Chão de leito areia amarela e pedregulhos de arenito ferruginoso.
- (8) **Igarapé Santo Antônio.** 12-8-1953, 11 h. 45 min. pH 4.7. Temp. 24.8° C. Largura \pm 8 m. Profund. \leq 1 m. Correnteza \pm 3/4 m/seg. Água cristalina. Transparência muito $>$ profundidade. Chão de leito areia amarela.

- (9) **Rio Tauá.** 11-8-1953, 12 h. pH 4.7. Temp. 24.7° C. Largura \pm 10 m. Profund. \leq 1 m. Água cristalina, não opalescente. Cór acima da Placa de Secchi, verde. Transparência $>$ profundidade. Chão de leito areia, tabatinga, alguns pedaços de arenito ferruginoso.
- (10) **Igarapé N. N., 8 km ao norte de Castanhal.** 13-8-1953, 10 h. 15 min. pH 4.7. Temp. 25.0° C. Largura \pm 4 m. Profund. \leq 0.4 m. Correnteza \pm 0.3 m/seg. Água cristalina. Transparência muito $>$ profund. Chão de leito areia clara. **Eleocharis**, Nymphaceas.
- (11) **Igarapé N. N., 19.5 km ao norte de Castanhal.** 13-8-1953, 10 h. 35 min. pH 4.5. Temp. 23.9° C. Largura \pm 4 m. Profundidade \pm 0.3 m. Correnteza \pm 0.3 m/seg. Água cristalina. Transparência muito $>$ profundidade. Chão de leito areia clara. Curso de corrêgo fortemente sombreado. Muitos “algodões” de algas verdes.
- (12) **Igarapé N. N., 26.4 km ao norte de Castanhal.** 13-8-1953, 11 h. pH 4.6. Temp. 25.0° C. Largura 1-2 m. Profund. \pm 0.2 m. Correnteza \pm 1/2 m/seg. Água cristalina. Transparência muito $>$ profundidade. Chão de leito areia amarela. Igarapé vem de baixa de terreno, cheia de igapó, como é o caso em muitos dos igarapés examinados desta região. Ver Foto n.º 8. **Eleocharis**, “algodões” de algas verdes.
- (13) **Rio Marapanim.** 13-8-1953, 11 h. pH 4.6. Temp. 24.3°C. Largura \pm 15 m. Correnteza \pm 1/2 m/seg. Água olivácea, marron-esverdeada. Transparência $>$ profundidade. Chão de leito areia amarela. Na beira Nymphaceas, na correnteza Cypereaceas (?) oscilando na correnteza.
- (14) **Igarapé da Cigana.** 13-8-1953, 11 h. 30 min. pH 4.4. Temp. 25.3° C. Largura \pm 1 m. Profundidade \pm 0.1 m. Correnteza \pm 0.7 m/seg. Água cristalina, em lugar mais largo do igarapé de opalescencia azul-esverdeada. Transparência muito $>$ profundidade. Chão de leito areia clara, fina. Cheio de **Eleocharis**.

- (15) **Igarapé N. N., 49.3 km ao norte de Castanhal.** 13-8-1953, 11 h. 45 min. pH 4.7. Temp. 25.7° C. Largura ± 1 m. Profund. ± 0.2 m. Correnteza $\pm 1/2$ m/seg. Água cristalina. Transparência muito $>$ profundidade. Chão de leito areia clara e pedregulho de arenito ferruginoso. Nymphaceas, **Tonina fluviatilis**, “algodões” de algas.
- (16) **Igarapé de São Pedro.** 13-8-1953, 12 h. pH 4.7. Temp. 24.4° C. Largura 6-8 m. Profund. ≤ 0.75 m. Correnteza ± 1 m/seg. Côr d'água olivácea. Transparência $>$ profundidade. Chão do leito areia fina. **Tonina fluviatilis**.
- (17) **Igarapé N. N., 61 km ao norte de Castanhal.** 13-8-1953, 12 h. 10 min. pH 4.2. Temp. 24.2° C. Largura 4-6 m. Profund. ≤ 0.75 m. Correnteza ≤ 1 m/seg. Côr d'água marron saturado (água preta!) Transparência $>$ profundidade. Chão de leito areia clara. **Tonina fluviatilis**, poucas Nymphaceas; nenhuma **Eleocharis** encontrada.
- (18) **Igarapé Tarumã.** 13-8-1953, 15 h. pH 4.7. Temp. 25.4° C. Largura ± 3 m. Profund. ≤ 0.2 m. Correnteza ± 0.8 m/seg. Água clara, ligeiramente olivácea-esverdeada. Transparência $>$ profundidade. Chão do leito areia branca e pedregulho de quartzo. Na beira Cyperaceas.
- (19) **Igarapé N. N., 5.4 km ao norte de Marapanim.** 13-8-1953, 15 h. 30 min. pH 4.6. Temp. 26.3° C. 0.2 m/seg. Água cristalina. Transparência muito $>$ profundidade. Chão do leito areia clara, fina. Na Largura 2-3 m. Profund. ≤ 0.2 m. Correnteza \pm beira Nymphaceas.
- (20) **Igarapé N. N., 12.1 km ao sul de Castanhal.** 14-8-1953, 11 h. 45 min. pH 4.9. Temp. 24.2° C. Largura 4-5 m. Profund. ≤ 0.75 m. Correnteza ± 0.2 m/seg. Água cristalina. Transparência muito $>$ profundidade. Chão de leito areia clara, fina. Corre num vale cheio de floresta.

- (21) **Rio Inhangapí.** 14-8-1953, 12 h. 10 min. pH 5.5. Temp. 26.8° C. Largura \pm 20 m. Profundidade \pm 5-6 m. Correnteza —. Água clara, no rio de aparência verde-amarronada.
- (22) **Igarapé N. N., 20.8 km ao sudoeste de Igarapé-Açú.** 14-8-1953, 14 h. 10 min. pH 4.8. Temp. 26.4° C. Largura \pm 1 m. Profund. \leq 0.1 m. Correnteza \leq 0.3 m/seg. Água cristalina. Transparência muito $>$ profundidade. Chão de leito areia amarela. Em plantas aquáticas somente encontraram-se Cyperaceas.
- (23) **Igarapé N. N., 19.8 km ao sudoeste de Igarapé-Açú.** 14-8-1953, 14 h. 15 min. pH 4.7. Temp. 24.8° C. Largura 3-8 m. Profund. \leq 0.6 m. Correnteza \leq 0.6 m/seg. Água clara, de côr ligeiramente olivácea amarelada. Transparência muito $>$ profundidade. Chão de leito areia clara até amarela, pedregulho de arenito ferruginoso. Córrego de floresta. Encontrou-se muito pouca **Tonina fluviatilis**.
- (24) **Igarapé N. N., 15.8 km ao sudoeste de Igarapé-Açú.** 14-8-1953, 14 h. 40 min. pH 4.5. Temp. 26.8° C. Largura \pm 1 m. Profund. \leq 0.1 m. Correnteza \leq 0.5 m/seg. Água cristalina. Transparência muito $>$ profundidade. Chão de leito areia. Em baixa cheia de igapó, cheio de **Eleocharis**.
- (25) **Igarapé N. N., 11.3 km ao sudoeste de Igarapé-Açú.** 14-8-1953, 14 h. 55 min. pH 4.7. Temp. 24.4° C. Largura \pm 6 m. Profund. \leq 0.5 m. Correnteza \pm 1/2 m/seg. Água clara, de côr ligeiramente olivácea-verde-amarelada. Transparência muito $>$ profundidade. Chão de leito areia. Córrego de floresta. **Tonina fluviatilis**, mas não **Eleocharis**.
- (26) **Igarapé N. N., 8.6 km ao sudoeste de Igarapé-Açú.** 14-8-1953, 15 h. 05 min. pH 4.6. Temp. 24.4° C. Largura 1-2 m. Profund. \leq 0.2 m. Correnteza \leq 1/2 m/seg. Água clara, de côr ligeiramente olivácea-verde-amarelada. Transparência muito $>$ profundidade. Chão de leito areia. Pouca **Tonina fluviatilis**.

- (27) **Igarapé N. N., 1 km ao sudoeste de Igarapé-Açú.** 14.8-1953, 15 h. 25 min. pH 4.9. Temp. 25.4° C. Largura \pm 4-8 m. Profund. \leq 0.4m. Correnteza \leq 1 m/seg. Água muito ligeiramente turva. Transparência muito $>$ profundidade. Chão de leito areia. Muito **Eleocharis**, **Tonina fluviatilis**; na beira Nymphaceas, no leito do igarapé muitas vezes "algodões" de algas.
- (28) **1.º Igarapé Caripí.** 15-8-1953, 9 h. pH 4.7. Temp. 23.8° C. Largura 4-6 m. Profund. \leq 0.5 m. Correnteza \pm 1/2 m/seg. Água clara, de côr olivácea-verde-amarronada. Transparência muito $>$ profundidade. Chão de leito areia clara. **Eleocharis**, ilhas de **Tonina fluviatilis**.
- (29) **2.º Igarapé Caripí.** 16-8-1953, 10 h. pH 5.4 Temp. 24.3° C. Largura 6-8 m. Profund. \leq 0.7 m. Correnteza \leq 0.6 m/seg. Água clara, de côr amarronada. Transparência muito $>$ profundidade. Chão de leito areia clara. Na beira cinto de Nymphaceas; pouca **Tonina fluviatilis**, nenhuma **Eleocharis** encontrada.
- (30) **Igarapé N. N., 0.8 km ao norte do entroncamento da estrada que vai a Maracaná.** 15-8-1953, 10 h. pH 4.7. Temp. 23.6° C. Largura \leq 2 m. Profundidade \leq 0.5 m. Correnteza \pm 0.3 m/seg. Água clara, muito ligeiramente olivácea - verde - amarronada. Transparência muito $>$ profundidade. Chão do leito areia clara. Muita **Tonina fluviatilis**.
- (31) **Igarapé N. N., 6.4 km ao leste do lugar Nova Olinda.** 15-8-1953, 10 h. 30 min. pH 5.1. Temp. 24.3° C. O igarapé forma a saída de uma depressão no terreno, privada de vegetação arbórea original e cheia de Nymphaceas, **Eleocharis**, **Tonina fluviatilis**, "algodões" de algas.
- (32) **Igarapé Apetéua.** 15-8-1953, 14 h. pH 4.7. Temp. 24.9° C. Largura 6-8 m. Profund. \leq 1 m. Correnteza \leq 0.05 m/seg. Água clara, de côr amarronada. Transparência $>$ profundidade. Chão de leito areia clara. Nymphaceas, **Eleocharis**.

- (33) **Igarapé Pau cheiroso.** 16-8-1953, 9 h. 20 min. pH 4.9. Temp. 24.3° C. Largura 4 - 8 m. Profund. \mp 3 m. Correnteza \mp 1/2 m/seg. Água cristalina. Transparência > profundidade. Chão de leito areia amarelada, pouco pedregulho de arenito ferruginoso. Nymphaeas.
- (34) **Igarapé do Juvêncio.** 16-8-1953, 8 h. pH 4.7. Temp. 23.5° C. Largura 1 - 2 m. Profund. \leq 0.1 m. Correnteza \leq 1/2 m/seg. Água cristalina. Transparência muito > profundidade. Chão de leito areia clara. O igarapé vem de uma depressão maior de terreno, cheia de igapó, **Eleocharis**, Nymphaeas, fetos, etc. (ver fotos números e), cuja água estagnada é usada para maceração da Malva. Na água ligeiramente correnda da saída desta depressão **Tonina fluviatilis**.
- (35) **Igarapé Inhangapí.** 17-8-1953, 9 h. pH 5.1. Temp. 23.5° C. Largura 2 - 3 m. Profund. \leq 0.1 m. Correnteza \pm 1/2 m/seg. Água clara. Transparência muito > profundidade. Chão de leito areia e pedregulho de arenito ferruginoso. Na beira Nymphaeas.
- (36) **Igarapé N. N., 1.4 km ao sul da estrada Castanhãl — Quatro Bocas.** 17-8-1953, 9 h. pH 4.7. Temp. 23.7° C. Largura \pm 2 m. Profund. \leq 0.5 m. Correnteza \pm 0.7 m/seg. Água muito ligeiramente turva, talvez por causa da chuva ontem. Transparência muito > profundidade. Chão de leito areia e pedaços de arenito ferruginoso. **Tonina fluviatilis**, na correnteza “capim”.
- (37) **Igarapé da Piranha.** 17-8-1953, 9 h. 15 min. pH 4.6. Temp. 23.4° C. Largura \pm 2 m. Profundidade \pm 0.1 m. Correnteza \pm 1/2 m/seg. Água cristalina. Transparência muito > profundidade. Chão de leito areia e pedregulho de arenito ferruginoso. Nymphaeas, **Tonina fluviatilis**.
- (38) **Rio Guamá perto de São Domingos do Capim.** 23 e 24-10-1953. pH 5.9 — 6.1. Ver: Tabela das análises d'água.

- (39) **Rio Capim, + 10 km acima de sua boca para o Rio Guamá.** 24.10.1953. pH 5.2. Ver: Tabela das análises d'água.
- (40) **Rio Bujarú ± 1 - 2 km acima da sua boca para o Rio Guamá.** Influência de água do Rio Guamá pelo movimento das marés. 25-10-1953, 11 h., maré vasando. pH 5.4. Temp. 28.3° C. Largura ± 20-30 m. Profund.—. Correnteza dependente das marés. Água barrenta, turva. Transparência ± 0.20 m. Água pura, clara do igarapé encontra-se somente em bastante distância da boca rio acima. Margem de várzea consistindo de sedimentos finíssimos, moles.
- (41) **Rio Guamá perto do porto do Inst. Agrônômico do Norte, em Belém.** Influência de água salobras da Baía do Guajará, pelo movimento das marés, 26-10-1953, 15 h. (préamar). pH 6.2. Ver: Tabela das análises d'água.
- (42) **Igarapé Corema, 9-11-1953, 10 h.** pH 4.8. Temp. 25.7° C. Vem de um miritizal alagado depois forma uma bacia de ± 10 x 10 m, com profund. de até mais de 1/2 m, com água praticamente estagnada. Na saída desta bacia: Largura ± 1/2 m; Profund. ± 0.05 m; Correnteza ± 0.3 m/seg. Água clara, de côr acima da Placa de Secchi esverdeada. Transparência muito > profundidade. Chão na bacia areia fina, amarela. Cheio de "algodões" de algas verdes, na beira Nymphaceas. Não se encontrou *Eleocharis*. Gastrópodes presentes.
- (43) **Igarapé N. N., 61.4 km ao norte de Capanêma.** 9-11-1953, 11 h. pH 4.8. Largura ± 1 m. Profund. ≤ 0.2 m. Correnteza 0 (não perceptível). Igarapé completamente cheio de algas e com muitas Nymphaceas. Gastrópodes presentes.
- (44) **Igarapé N. N., 58.6 km ao norte de Capanêma.** 9-11-1953, 11 h. O igarapé vem de depressão alagada de terreno, com palmeiras Inajá e Mirití, e forma, na saída deste igarapé, uma bacia de ± 20 x 20 m, com água praticamente estagnada. Descarga mínima de ± 1/2 litro/segundo. Na bacia muitos restos de Malva macerada. Não se encontrou *Eleocharis*.

- (45) Igarapé N. N., 42 km ao norte de Capanêma. 17-11-1953, 10 h. 15 min. pH 5.5. Igarapé muito pequeno em depressão de terreno. Não se encontrou **Eleocharis**.
- (46) Igarapé N. N., 40 km ao norte de Capanêma. 17-11-1953, 10 h. pH 6.6. Em depressão de terreno, cuja vegetação original fora derrubada. Largura 0.5. — 1 m. Profundidade 0.05 — 0.1 m. Correnteza $\bar{+}$ 1/2 m/seg. Não se encontrou **Eleocharis**.
- (47) Igarapé Cipotéua. 17-11-1953, 10 h. pH 5.0. Em depressão grande e aberta de terreno. Saída largura 1.5 m; profundidade \pm 0.1 m; Correnteza \pm 0.6 m/seg. Chão desta saída areia côr de ocre. Ao redor de tôda a parte estagnada, tudo cheio de **Eleocharis**. Na beira do córrego da saída precipitações ferruginosas. Utriculariaceas. Apesar de prolongada procura não se encontraram Gastrópodos.
- (48) Igarapé N. N., 34 km ao norte de Capanêma. 17-11-1953, 9 h. 45 min. pH 6.2. Em depressão de terreno com saída mínima. Não se encontrou **Eleocharis**.
- (49) Igarapé N. N., 30.5 km ao norte de Capanêma. 17-11-1953, 9 h. 30 min. pH 6.6. Em depressão de terreno cheia de floresta. Largura \pm 6 m. Profund. \leq 0.5 m. Correnteza \leq 0.1 m/seg. Chão de leito areia clara, por causa da correnteza muito fraca, coberto por muito detrito fino. Cheio de Malva. Não se encontrou **Eleocharis**.
- (50) Igarapé N. N., 27.3 km ao norte de Capanêma. 17-11-1953, 9 h. 15 min. pH 6.1. Em depressão de terreno cheia de floresta. Largura 1 — 4 m. Profund. 0.1 - 0.2 m. Correnteza \leq 0.6 m/seg. Chão do leito areia. Não se encontrou **Eleocharis**. Gastrópodes presentes.
- (51) Igarapé N. N., 26 km ao norte de Capanêma. 17-11-1953, 9 h. pH 6.8. Em depressão de terreno com palmeiras Assaí. Largura \pm 2 m. Profund. 0.1 - 0.5 m. Correnteza mínima. Chão de leito areia clara, por causa da correnteza muito fraca, coberto por detrito fino. Cheio de Malva.

- (52) **Rio Jaburú.** 13-11-1953, 12 h. pH 6.8. Largura 6-8 m. Profund. $\pm 1/2$ m. Correnteza $\pm 1/2$ m/seg. Água clara, esverdeada. Muita Malva para maceração dentro e ao lado da água. Chão do leito areia clara. Não se encontrou **Eleocharis**. Gastrópodes presentes.
- (53) **Igarapé N. N., 22 km ao norte de Capanêma.** 17-11-1953, 8 h. 45 min. pH 5.6. Em depressão de terreno com palmeiras Mirití. Largura ± 3 m. Profund. ≤ 0.5 m. Correnteza ± 0.1 m/seg. Água amarronada. Pouco **Eleocharis** na margem. Muita Malva.
- (54) **Igarapé N. N., 21 km ao norte de Capanêma.** 17-11-1953, 8 h. 45 min. pH 5.0. Saída muito pequena de poço represado cheio de Malva. Largura desta saída ± 0.5 m. Profund. ± 0.05 m. Correnteza ± 0.1 m/seg. Chão de leito areia cinzento-amarela. Não se encontrou **Eleocharis**. Gastrópodes presentes.
- (55) **Igarapé N. N., 11.7 km ao norte de Capanêma.** 13-11-1953, 12 h. 45 min. pH 5.0. Em depressão de terreno com palmeiras Mirití. Muita Malva dentro e ao lado da água.
- (56) **Igarapé N. N., 10.9 km ao norte de Capanêma.** 13-11-1953, 13 h. pH 6.8. Grande depressão de terreno com bastante água aberta, completamente estagnada. Muito **Eleocharis**.
- (57) **Rio Pacarema.** 10-11-1953, de manhã. pH 6.2. Alargação deste rio em forma de um poço com água estagnada, na qual justamente se lavou Malva macepada. Gastrópodes presentes.
- (58) **Igarapé N. N., 8.7 km ao sudoeste de São João de Pirabas.** 10-11-1953, de manhã. pH 5.0. Igarapé pequeno que vem de uma depressão de terreno com Miritizal e Caranasal encharcado. Saída largura 0.5-1 m. Profundidade ± 0.05 m. Correnteza $\pm 1/2$ m/seg. Chão de leito areia fina, amarela clara. Temp. 25.5° C. Água cristalina. Nymphaceas, Utriculariaceas. Gastrópodes presentes.

- (59) **Igarapé N. N., 11.9 km ao sudoeste de São João de Pirabas.** 10-11-1953, de manhã. pH 5.0. Temp. 25.3° C. Em depressão encharcada com palmeiras Caraná e Assaí, e com uma alargação aberta da água de $\pm 5 \times 5$ m de superfície e de $\leq 1/2$ m de profundidade, cheia de plantas aquáticas. Água completamente estagnada, cristalina. Transparência muito $>$ profundidade. Chão consistindo de areia de quartzo amarelada, fina até mais grossa. Não se encontrou **Eleocharis**. Gastrópodos presentes.
- (60) **Rio Axindéua.** 10-11-1953, de manhã. pH 6.5. Temp. 24.5° C. Largura $\leq 4-5$ m. Profund. ≤ 0.5 m. Correnteza $\pm 1/2$ m/seg. Água cristalina. Transparência muito $>$ profundidade. Chão de leito areia fina amarelada, localmente também pedaços de arenito ferruginoso, aparentemente **in situ**. Leito de igarapé na maior parte sombreado. Não se encontrou **Eleocharis**. Gastrópodos presentes.
- (61) **Igarapé do Miritisal.** 11-11-1953, de tarde. pH 4.6. Pequeno córrego em depressão de terreno com miritisal.
- (62) **Igarapé do Major.** 11-11-1953, 16 h. pH 5.8. Temp. 25.7° C. Largura ± 3 m. Profund. ± 0.1 m. Correnteza ± 0.4 m/seg. Água clara. Transparência muito $>$ profundidade. Chão do leito areia amarela. Gastrópodos presentes.
- (63) **Igarapé N. N., 13.5 km ao leste do lugarejo Derrubada.** 11-11-1953, 16 h. 30 min. pH 4.5. Água estagnada em depressão de terreno.
- (64) **Rio Urindéua.** 11-11-1953, 16 h. 30 min. (baixa-mar no oceano) e 12-11-1953, 12 h. (préamar no oceano). pH 7.1 e 6.9, respectivamente. Temp. 27.1° C. e 25.8° C., respectivamente. Largura ± 6 m. Profundidade ± 0.5 m. Correnteza dependente das marés, porém, atualmente não enchendo. Água clara, amarronada. Transparência muito $>$ profundidade. Chão de leito areia amarela clara. Na beira muitos carangueijos (**Uca** sp.), por isso, talvez, temporariamente influência de água salobra, mesmo não sendo atualmente de-

- terminável quimicamente. Na beira nem *Avicennia* nem *Rhizophora*. Gastrópodes presentes.
- (65) **Igarapé N. N., 18.8 km ao leste do lugarejo Derrubada.** 11-11-1953, 17 h. pH 6.3. Água estagnada em depressão de terreno com a vegetação original eliminada. Água de aspecto escuro (marron?). Grandes acumulações de hastes defibradas de *Malva* na beira. Nymphaceas.
- (66) **Igarapé N. N., 19.3 km ao leste do lugarejo Derrubada.** 11-11-1953, 17 h. pH 5.0. Pequeno igarapé em depressão de terreno com palmeiras Caraná e Mirití. Água quase estagnada, clara.
- (67) **Igarapé N. N., 21.0 km ao leste do lugarejo Derrubada.** 11-11-1953, 17 h. 15 min. pH 6.5. Em depressão de terreno com palmeiras Mirití. Água estagnada, amarronada.
- (68) **Igarapé N. N., 1.3 km ao oeste de Quatipurú.** 13-11-1953, de manhã. pH 6.7. Em depressão de terreno com muitas palmeiras Assaí. Correnteza muito lenta. Água clara.
- (69) **Igarapé Siquiribinho.** 13-11-1953, de manhã. pH 5.0. Largura \mp 2 m. Profundidade 0.05 - 0.1 m. Correnteza \pm 0.2 m/seg. Água cristalina. Transparência muito $>$ profundidade. Em depressão de terreno com palmeiras Mirití e Caraná. Chão de leito areia amarela, precipitações ferruginosas. Nymphaceas, Cypereaceas, não se encontrou *Eleocharis*. Apesar de procura intensa não se acharam Gastrópodes, os quais, porém, segundo informações de um morador da redondeza, devem ocorrer à noite (?). Este igarapé aflue ao:
- (70) **Rio Siquiribão.** 13-11-1953 de manhã. pH 6.1. Largura \pm 3 m. Profundidade \pm 0.5 m. Correnteza \pm 1/2 m/seg. Água cristalina. Transparência muito $>$ profundidade. Em depressão de terreno com palmeiras Assaí. Chão do leito areia clara. Não se encontrou *Eleocharis*. Gastrópodes presentes.
- (71) **Rio Soares.** 13-11-1953, de manhã. pH 5.7. Em bonito Mirisital (ver Foto n.º), com saída de largura \pm 1 m, profundidade \pm 0.05, m. Correnteza

$\pm 1/2$ m/seg. Água cristalina. Chão do leito areia clara. Em cima da água estagnada aberta muitas folhas de Nymphaeaceas; não se encontrou *Eleocharis*. Gastrópodes presentes.

- (72) **Igarapé Salgado.** 13-11-1953, de manhã. pH 6.9. Largura ± 3 m. Profundidade ≤ 0.5 m. Correnteza neste lugar de exame quase 0. Em outro lugar largura ± 2 m, profundidade 0.05 - 0.1 m, correnteza $\pm 1/2$ m/seg. Água clara. Transparência muito $>$ profundidade. Chão do leito areia clara e barro branco, mole. Não se encontrou *Eleocharis*. Gastrópodes presentes. Bem perto a este igarapé corre o
- (73) **Igarapé Três Antas.** 13-11-1953, de manhã. pH 6.5. Largura ± 3 m. Profund. ± 0.5 m. Correnteza praticamente 0, por causa de a água ser represada para o serviço de maceração e de lavagem das fibras de Malva. Em depressão de terreno com palmeiras Assaí. Água clara. Transparência $>$ profundidade. Não se encontrou *Eleocharis*. Gastrópodes presentes.
- (74) **Igarapé N. N., 15.5 km ao leste de Capanêma.** 13-11-1953, à tarde. pH 6.2. Largura 1 - 2 m. Profund. 0.05 - 0.2 m. Correnteza ≤ 0.3 m/seg. Água cristalina. Transparência muito $>$ profundidade. Chão do leito areia amarela. Não se encontrou *Eleocharis*.
- (75) **Igarapé N. N., 22.2 km ao leste de Capanêma.** 13-11-1953, à tarde. pH 5.7. Largura 2 - 3 m. Profund. 0.1 - 0.2 m. Correnteza 0.1 - 0.2 m/seg. Água cristalina. Transparência muito $>$ profundidade. Chão do leito areia amarela. Não se encontrou *Eleocharis*.
- (76) **Igarapé N. N., 24.3 km ao leste de Capanêma** 13-11-1953, à tarde. Pequeno córrego. pH 5.2.
- (77) **Rio Quatipurú.** 13-11-1953, à tarde. pH 5.8. E examinado também em 14-11-1953, 10 h. pH 5.8. Temp. 24.0° C. Largura 8 - 12 m. Profund. 0.5 - 1.5 m. Correnteza ≤ 1 m/seg. no "canal"; fora do mesmo em geral somente ± 0.1 m/seg. Água clara, verde-olivácea. Transparência $>$ profundidade. No leito seixos rolados de quartzo de tamanho até maior do

que uma mão fechada, e granito crescido. Não se encontrou *Eleocharis*.

- (78) **Igarapé N. N., 30.1 km ao leste de Capanêma.** 13-11-1953, à tarde. Córrego pequeno. pH 5.7.
- (79) **Igarapé do Aterro.** 13-11-1953, à tarde. pH 5.9. Foi examinado também em 14-11-1953, 9 h. Temp. 23.9° C. pH 5.9. Grande depressão de terreno com água artificialmente represada e com saída com forte corrente por baixo da estrada de rodagem. Tudo cheio de Malva para maceração. Água clara, esverdeada.
- (80) **Igarapé N. N., 42.9 km ao leste de Capanêma.** 13-11-1953, à tarde. Pequeno córrego em depressão de terreno com muitas palmeiras Assaí. Nymphaeas. Na água muita Malva para maceração. pH 4.5.
- (81) **Igarapé do Ferreira.** 14-11-1953, 8 h. pH 4.7. Temp. 23.7° C. Largura 4-6 m. Profundidade \pm 0.5 m. Correnteza \pm 0.1 m/seg. Água clara. Transparência muito $>$ profundidade. Chão do leito areia grossa. Corre em depressão de terreno. Nymphaeas. *Toni-na fluviatilis*. Não se encontrou *Eleocharis*.
- (82) **Igarapé N. N., 54.9 km ao leste de Capanêma.** 13-11-1953, à tarde. Igarapé pequeníssimo. pH 4.6.
- (83) **Braço do Igarapé do Garrafão.** 16-11-1953 \pm 17 h. pH 5.7. Pequeno açúde com água estagnada e com saída (descarga) somente mínima. Muito *Elocharis*. Gastrópodes presentes.
- (84) **Igarapé Capanêma.** 14-11-1953, 12 h. pH 7.0. Temp. 29.4° C. Largura \pm 3 m. Profundidade \pm 0.3 m. Correnteza \pm 0.2 m/seg. Água clara. Transparência muito $>$ profundidade. Corre em depressão aberta, de terreno privada de vegetação arbórea e arbustiva original. Cheio de plantas aquáticas verdes. Não se encontrou *Eleocharis*. Gastrópodes presentes.
- (85) **Igarapé N. N., 14.8 km ao sudoeste de Capanêma.** 14-11-1953, 13 h. pH 6.1. Largura \leq 2 m. Profund. 0.05 - 0.1 m. Correnteza \pm 0.2 m/seg. Água cristalina. Transparência muito $>$ profundidade. Chão

de leito areia amarela. Não se encontrou **Eleocharis**.
Gastrópodes presentes.

- 86) **Igarapé N. N., 31.7 km ao norte de Ourém.** 14-11-1953, à tarde. pH 5.7. Largura ± 1 m. Profund. 0.05 - 0.1 m. Correnteza ± 0.1 m/seg. Água clara. Transparência muito $>$ profundidade. Corre em depressão de terreno. Não se encontrou **Eleocharis**.
- (87) **Igarapé N. N., 29.8 km ao norte de Ourém.** 14-11-1953, à tarde. pH 5.7. Largura ± 2 m. Profund. ± 0.1 m. Correnteza quase 0. Água clara. Transparência muito $>$ profundidade. Não se encontrou **Eleocharis**.
- (88) **Igarapé N. N., 28.2 km ao norte de Ourém.** 14-11-1953, à tarde. pH 6.7. Largura 4 - 5 m. Profundidade ≤ 0.5 m. Correnteza ≤ 0.1 m/seg. Água clara. Transparência muito $>$ profundidade. Chão de leito areia. Muita Malva para maceração dentro e ao lado do igarapé. Não se encontrou **Eleocharis**.
- (89) **Rio Caeté.** 14-11-1953, à tarde. pH 5.4. Largura ± 8 m. Profund. ≤ 0.5 . Correnteza ± 1 m/seg. Água cristalina, de tom ligeiramente esverdeado. Transparência muito $>$ profundidade. Chão de leito seixos rolados grossos, até o tamanho de uma mão fechada, geralmente de quartzo, raras vezes também de arenito ferruginoso. No barranco da margem encontra-se muito destes seixos rolados grossos de quartzo. Dentro d'água muita Malva para maceração. Nymphaeas. Não se encontrou **Eleocharis**.
- (90) **Igarapé da Água Branca.** 14-11-1953, à tarde. pH 5.4. Largura ± 6 m. Profundidade ± 0.5 m. Correnteza ± 0.4 m/seg. Água cristalina de tom ligeiramente esverdeado, igual à água do Rio Caeté. Chão de leito areia. **Eleocharis** presente.
- (91) **Rio Capitúea.** 14-11-1953, à tarde. pH 5.6. Largura ∓ 6 m. Profundidade ± 0.5 m. Correnteza ± 0.7 m/seg. Água cristalina, de côr verde-olivácea. Transparência muito $>$ profundidade. Chão de leito areia e pouca quantidade de seixos rolados.

- (92) **Rio Capitêua.** 15-11-1953, 8 h. pH 5.1. Temp. 23.7° C. Largura \pm 8-10 m. Profundidade 0.5-1 m. Correnteza \leq 1 m/seg. Água cristalina. Transparência muito \geq profundidade. Chão de leito areia grossa e muitos seixos rolados grossos, do tamanho até de uma mão fechada, de quartzo. Ao lado do leito e dentro d'água muita Malva para maceração. Não se encontrou **Eleocharis**.
- (93) **Rio Guamá em Ourém.** 16-11-1953, 9 h. 30 min. pH 6.0. Temp. 28.4° C. Largura \pm 40 m. Profundidade $\pm \leq$ 5.40 m. Correnteza \pm 1/2 m/seg. Água muito clara. Transparência \pm 2 m. Chão do leito em pouca distância da beira consistindo de seixos rolados grossos.
- (94) **Cabeceira do Rio Peixe Boi em Bonito.** 16-11-1953, à tarde. pH 5.9. Largura \pm 6 m. Profundidade 0.2-0.3 m. Correnteza \leq 1 m/seg. Água cristalina. Transparência muito \geq profundidade. Chão de leito areia amarela clara. Não se encontrou **Eleocharis**. Gastrópodes presentes.
- (95) **Igarapé do Cumarú.** 16-11-1953, à tarde. pH 5.9. Largura \pm 3 m. Profundidade 0.1-0.2 m. Correnteza \pm 0.2 m/seg. Água cristalina. Transparência muito \geq profundidade. Chão de leito areia amarela clara. Não se encontrou **Eleocharis**. Gastrópodes presentes.
- (96) **Igarapé da Panela.** 16-11-1953, à tarde. pH 6.5. Largura \mp 3 m. Profundidade \leq 0.5 m. Correnteza \pm 0.3 m/seg. Água cristalina. Transparência muito \geq profundidade. Chão do leito areia amarela clara. Não se encontrou **Eleocharis**. Gastrópodes presentes.
- (97) **Igarapé N. N., 26 km ao sul de Bonito.** 16-11-1953, à tarde. pH 7.0. Largura 1-2 m. Profund. \pm 0.05 m. Correnteza \pm 0.2 m/seg. Água clara. Transparência muito \geq profundidade. Chão do leito areia amarela clara. Não se encontrou **Eleocharis**. Gastrópodes presentes.

- P1 Poço cavado no quintal do Hotel São Benedito na Vígia.** 12-8-1953, 7 h. pH 6.4. Temp. 26.4° C. Profund. do poço até ao nível d'água \pm 4 m. Água poluída pelo esgôto (fossa das privadas em pequena distância!). Ver: Tabela das análises químicas das águas.
- P2 Poço cavado em Maracanã.** 15-8-1953, à tarde. pH 4.9. Profundidade do poço até ao nível d'água \pm 10 m. Poço situado a mais ou menos 100 m de distância da beira de barranco do Rio, que aqui conduz água salobra.
- P3 Poço cavado no Central-Hotel em Igarapé-Açú.** 15-8-1953, 8 h. pH 5.7. Temp. 25.3° C. Profundidade do poço até ao nível d'água \pm 16 m. Água aparentemente poluída pelo esgôto (fossas das privadas em pequena distância). Ver: Tabela das análises químicas das águas.
- F Fonte do Caranã em Salinópolis.** 9-11-1953, 9 h. pH 4.5. Temp. 28.8° C. Produção da fonte atualmente \pm 1/4 litro/segundo. Água cristalina. Ver: Tabela das análises químicas das águas.

B — Águas da região da Série das Barreiras

A parte ocidental da Zona Bragantina consiste, como temos visto, dos sedimentos plioceno-pleistocênico de água doce da Série das Barreiras. Também na orla oriental da Zona Bragantina reaparecem as mesmas camadas.

Os igarapés e pequenos rios (1) — (37) e (79) — (81) como também os poços P 1 — P 3 da lista acima, pertencem a esta região. O pH de tôdas estas águas (com exceção dos dois poços P 1 e P 3) oscila somente entre 4,2 e 5,5, sendo que os casos extremos são, porém, alcançados somente cada vez por uma única água, enquanto que 28 destas 41 águas, examinadas (inclusive poço P 2), demonstram um pH de 4,5 a 4,7.

Na seguinte tabela número 1, são compostos os resultados das análises químicas das águas de 8 igarapés e de dois poços desta zona geológica.

Dos quimismos de tôdas estas águas (com exceção outra vez, dos dois poços), resulta um quadro bem uniforme, da mesma forma como já mostraram os valores de pH: uma

pobreza geral, extraordinária em sais inorgânicos dissolvidos como também valores muito baixos de pH, caracterizam tôdas estas águas, que se encontram desta forma em plena coincidência com tôdas as outras águas das extensas camadas da Série das Barreiras da baixa Amazônia. (cf. SIOLI, 1950, 1954 b, BRAUN 1952). Da mesma forma, como não se pode fazer, na base geológica ou litológica uma separação desta região como "quartenário antigo" (pleistoceno, Formação Pará), da Série das Barreiras (terciário, plioceno) (vêr OLIVEIRA & PETRI, 1952), uma tal subdivisão é também impossível por causa de razões hidroquímicas.

A pureza química e pobreza das águas desta região da baixa Amazônia já foi tratada e discutida por extenso na literatura acima citada, de maneira que aqui não se necessita uma repetição. Sòmente seja outra vez acentuado que êste químismo característico, deve ser compreendido também como expressão da pobreza dos solos desta região, que foi descrita no segundo capítulo dêste trabalho.

Os dois poços nos hotéis de Vígia e em Igarapé-Açú (P 1 e P 3), mostram, porém, um pH consideravelmente mais alto e um químismo parcialmente bem diferente, mas que se explicam por si mesmo: os valores muito altos de cloretos e de nitratos, aos quais juntam-se num dos casos também, ainda quantidades bastantes de fosfato, provam nitidamente, a poluição dêstes poços por esgotos orgânicos — como então as fossas das privadas dos hotéis se encontravam de fato em ambos os casos, em sòmente poucos metros de distância (mais ou menos 5 resp. mais ou menos 10 m) dos poços. Que apesar disso as águas dêstes poços, estão sendo usadas nos hotéis como água potável, sem ser prèviamente fervida, está escrito numa outra folha, não naquela das condições na natureza da nossa região, até onde entrou aqui a civilização em forma de colonização mais intensiva e população mais densa. Para quaisquer conclusões que partem do químismo das águas, sòbre as condições naturais daquela zona, tais poços dentro das povoações, naturalmente, não podem ser mais tomadas em consideração — da mesma forma como eu, nas viagens posteriores na Zona Bragantina, evitei após esta experiência, de continuar a beber a água oferecida pelos hotéis.

Também os igarapés de água "preta" mais ou menos marrons, (17) e (29) (Igarapé 61 km ao norte de Castanhal respec. 2. Igarapé Caripí) merecem um curto comentário, pois eles distinguem-se em alguns característicos químicos um pouco dos igarapés de águas cristalinas, geralmente comuns, apesar da pobreza geral em sais dissolvidos, ser a mesma.

Correspondente à côr da água marron, o consumo de $KMnO_4$ é bem mais alto, como era de esperar (maior teor em substâncias de humus). Notáveis são, porém, os traços de alumínio existentes naquelas águas. A significação dos mesmos em águas amazônicas já foi tratado pormenorizadamente em outros lugares (SIOLI 1954 c, 1955 a). Também aqui, pois, temos que concluir que, nos solos das cabeceiras dêstes igarapés, decorrem principalmente processos de podsolização, que podem ser caracterizados em geral, como emigração de alumínio e de ferro, ficando estacionário o ácido silícico. Correspondentemente, encontra-se, no igarapé de água preta muito pronunciada (17), além dos traços de alumínio, também um valor de ferro mais alto do que comum nas águas dessas zonas, e um valor consideravelmente mais baixo para o ácido silícico.

Este igarapé de água preta típica, confirmava a observação feita já anteriormente (SIOLI 1955 a) que, na água preta, o nitrogênio aparece em forma reduzida, como amoníaco, e não oxidado para nitrato, como nas águas cristalinas.

No 2.º igarapé Caripí (29) temos que tratar somente com uma formação muito fraca e incompleta de água preta. Provavelmente trata-se somente de uma pequena mistura de água preta a um dos comuns igarapés de água cristalina; nesse sentido fala também a presença de uma pequena quantidade de nitratos que falta por completo em águas pretas típicas. O pH um pouco mais alto dêste igarapé pode ser compreendido pela quantidade pequena de ácido carbônico livre.

Um caso extremo de uma água preta, que pertence, sem dúvida, a um solo podsolico, quer dizer, a uma areia esbranquiçada, representa a água estagnada de côr marron escura, a qual, durante a estação chuvosa, cobre os campos arenosos naturais da Vigia até uma altura de mais ou menos 1/2 me-

tro .O senhor professor Dr. Paul Ledoux, botânico do Instituto Agrônomo do Norte, em Belém, Pará, teve a gentileza de trazer ao autor, em maio de 1953, uma amostra desta água; também aqui quero expressar a êle, os meus sinceros agradecimentos.

As determinações a serem feitas, necessariamente, in loco, como as de temperatura, pH 02 dissolvido, CO₂ livre, naturalmente não podiam ser executadas nesta amostra. Também a determinação de nitrato, não podia ser feita, pois não havia uma amostra separada, conservada por adição de sublimado.

Mas também assim, os traços fortes de alumínio, o valor alto de amoníaco, como a quantidade mínima em ácido silícico dissolvido, são, de uma maneira bem nítida, muito característico para águas provenientes de podsols amazônicos.

Resta somente a pergunta se os solos dos quais provem o igarapé (17) e os dos campos perto da Vigia, anualmente alagados pela água preta típica, devem ser considerados como pertencentes à Série das Barreiras.

Observações anteriores no Rio Negro e no Rio Arapiuns, mostraram que a formação de águas pretas e, com ela, de podsols, na Amazônia, não é ligada exclusivamente a um determinado subsolo geológico-mineralógico. Desta forma a questão levantada, não pode ser respondida, pelo ponto de vista geológico-mineralógico.

Razões geográficas, porém, parecem reforçar a hipótese que, aqui não se trata de produtos arenosos de lavagem dos sedimentos da Série das Barreiras, mas da areia de antigas dunas da costa do mar. Pois, os campos da Vigia, como também o igarapé (17), se encontram na proximidade da atual linha de costa, e, além disso, há mais outros trechos de tal areia branca em pequena distância da costa, por exemplo, perto de corpo d'água (63) (ver cobertura para mapa n.º 1, ao sul de Salinópolis), mas não mais para dentro da região. E, mais, como veremos, também na zona da Formação Pirabas, aparecem na proximidade da costa, e somente ali, alguns igarapés com traços de alumínio, os quais, talvez, mesmo não se tratando de verdadeiras águas pretas, talvez possamos compreender como expressão de formações podsólicas nas regiões das suas cabeceiras, nas quais as camadas Pira-

bas e talvez também camadas da Série das Barreiras, situadas acima daquelas, sejam sobrepostas pelas areias esbranquiçadas de antigas dunas costeiras.

C. Águas da região da Formação Pirabas

Bem diferente das águas uniformemente pobres, nos seus quísmos, e ácidas de região da Série das Barreiras, apresentam-se os igarapés na região da Formação Pirabas, que seguem em direção ao leste.

Já no ano de 1951, constatou-se, num estudo preliminar, que, ao leste de Belém (Pará), em direção a Capanema, partindo de uma certa zona, o pH dos igarapés começa a subir até alcançar uma altura de pH 7.2, quer dizer, até a valores descomuns para condições amazônicas. O resultado daquele estudo foi representado num esboço de mapa, e também duas análises hidroquímicas de tais águas, mais noutras já foram comunicadas num volume anterior deste mesmo boletim (SIOLI, 1951 b). Para facilitar a comparação dos resultados deste novo estudo, e para completá-los com os resultados primeiros, sejam repetidos aqui, o esboço de mapa e a tabela das análises hidroquímicas (mapa n.º 5 e tabela n.º 2).

Nas investigações do ano de 1953, os corpos d'água (42) — (73), — (82) — (87), (93) — (96) e a fonte F, pertencem à região da Formação Pirabas. Também nesta série de exames, em toda parte dentro desta região geológica, constataram-se águas com valores de pH mais altos, até a um pouco acima do ponto neutro. Entretanto, os valores de pH, em absoluto, não são uniformes, mas acham-se todos os valores entre pH 7.1 e pH 4.5, quer dizer, até à acidez comum das águas da região da Série das Barreiras.

Na tabela n.º 3 foram compostas as análises hidroquímicas de 5 igarapés ou pequenos rios, respectivamente, como também de uma fonte da região da Formação Pirabas, de maneira que estes corpos d'água representam por assim dizer, amostras típicas das águas daquela zona.

Como diferença mais importante entre estas águas e as da Série das Barreiras encontramos teores mais altos em CO₂ — Bicarbonato. Estes provocam o pH mais alto das

águas, pois, como demonstra o gráfico, Fig. n.º 2, o pH de tôdas as águas na zona de Formação Pirabas — mas sòmente aqui em tal maneira — é determinado exclusivamente pelo sistema de tampão ácido carbônico — Bicarbonatos.

Também a dureza, nas águas dos igarapés, é, aqui, geralmente um pouco maior do que na região da Série das Barreiras, porém, a diferença não é tão notável.

Muito pronunciadas, entretanto, foram estas diferenças no teor em Bicarbonato e na dureza nos dois igarapés da região da Formação Pirabas, examinados em 1951 (cf. tabela n.º 2). A razão dêste fato, é que os valores encontrados naquele tempo eram tão mais altos, do que os encontrados em 1953, nos outros igarapés desta mesma região geológica, consiste, provàvelmente, menos numa diferença do subsolo (mesmo sendo que justamente perto de Capanema as camadas de calcáreo se acham quase na flôr da terra mesma, de maneira que, aqui, haverá também um contacto mais íntimo das águas dos igarapés com o calcáreo), do que na sêca excepcional e anormalmente longa do ano 1950/51. Enquanto em anos normais, a estação chuvosa, na Zona Bragantina, começa em dezembro até, o mais tarde, ao fim do ano, no ano de 1951, o seu início estava atrasado por mais ou menos 3 meses. Sòmente durante a visita em março de 1951, foi que caiu a primeira chuva desde há alguns meses, mas também, esta foi sòmente um ligeiro chuvisco, que nem abateu a poeira na estrada de rodagem. A maioria dos cursos d'água estava sêca naquele tempo. Plantações morreram por falta d'água, e, o nível da água subterrânea, tinha descido bastante, como se fez notar nos pôços. As verdadeiras chuvas começaram sòmente pouco após a visita, para o fim de março de 1951, de maneira que os quimismos encontrados nos dois igarapés, representam valores extremos, anormais e excepcionais.

Nos igarapés que, naquele tempo da visita, em março de 1951, ainda conduziam água, como era o caso nos dois examinados, deve ter-se tratado, pois, de água subterrânea das camadas mais profundas do solo, quer dizer, de águas com contacto mais íntimo com os depósitos de calcáreo e sem diluição qualquer por água da chuva. Esta circunstância explica a diferença notável entre os quimismos do Igarapé Salgado e do

Igarapé do Garrafão, em março de 1951, e os dos igarapés da Formação Pirabas, em novembro de 1953.

Limitando-nos nas pesquisas de novembro de 1953, encontramos, também dentro deste período de observação muito curto (9 a 17 de novembro de 1953), diferenças bastante grandes nos quísmos e nos valores de pH entre os diversos igarapés da mesma região da Formação Pirabas.

Como os casos de pH mais alto e de maiores valores de CO₂ — Bicarbonatos e de dureza expressam, aqui, o contacto das águas com as camadas de calcáreo Pirabas, da mesma forma, a desuniformidade nas alturas destes valores na região inteira é, naturalmente, causada pelas diferenças na intensidade ou mesmo, pela presença e ausência de contacto com o calcáreo do subsolo, quer dizer, por diferentes profundidades, nas quais se acham, no solo, as camadas de calcáreo, condicionadas pela ondulação destas camadas e pela espessura variável da cobertura por sedimentos da Série das Barreiras, e/ou pela presença ou ausência de uma camada impermeável, que sobreponha o calcáreo, ou pela existência de cortes verticais nesta última.

Uma explicação de desuniformidade por influências meteorológicas momentâneas, não pode ser tomada em consideração, sendo que o tempo era bem estável durante todo o período da viagem. Sômente nos dias 14 e 15 de novembro de 1953, caíram algumas chuvas curtas em Ourém. no Rio Guamá; fora disso, reinava tempo sêco durante o tempo inteiro.

Tôdas as investigações, também aquelas na região da Série das Barreiras, em agosto de 1953, foram feitas propositalmente, na estação sêca. Desta maneira, a percentagem em água subterrânea, pura, saindo de fontes ou dos horizontes de fontes cortados e abertos nas baixas do terreno, deve ter sido bastante alta em todos os igarapés, e a "falsificação" dos quísmos das águas, pelas quantidades de chuvas do clima amazônico, deve ter sido reduzida ao mínimo possível, sem que se trate das condições extremas de uma sêca não natural e muito mais prolongada do que as estações sêcas normais, como foi o caso, em março de 1951.

É interessante notar que em alguns dos igarapés (160), (162), (64), como também na Fonte Caraná (F), da região da Formação Pirabas, encontram-se pequenas quantidades de

alumínio, sem que se trate, neste caso, de águas pretas. Como já foi mencionado, todos estes corpos d'água, situados na proximidade da costa do mar (da mesma forma como os igarapés, contendo alumínio nas suas águas, da região da Série das Barreiras), onde, se observou que o solo é mais claro e mais arenoso do que nas partes mais centrais da Zona Bragantina e, às vezes, consiste mesmo de acumulações de pura areia branca. Deve se concluir que, aqui, aconteceu uma superposição da base de camadas Pirabas, e, talvez, também dos sedimentos da Série das Barreiras, que cobrem as primeiras, por antigas dunas costeiras, e que a antiga areia de dunas, pelo menos nas baixas do terreno, constantemente úmidas, como nas cabeceiras dos igarapés, se desenvolve em direção a areias esbranquiçadas, sempre mais puras. Aqui, pois, a água contendo alumínio, porém, não preta, seria composta de dois componentes: de água de solo, da areia esbranquiçada que é originariamente ácida e contém alumínio, e da água subterrânea de camadas mais profundas, de solo (ou subsolo), a qual deve o seu maior teor em bicarbonato e o seu pH mais alto, ao contacto com o calcáreo e que se misturou à primeira.

Parece estranho, nas análises das águas, que, nestes igarapés com pH mais alto do que ocorrer na região da Série das Barreiras, o teor em ácido salicíco dissolvido não é aumentado, de modo algum, uma situação que é bem diferente daquela que foi encontrada nas águas mais neutras nas faixas de Carbonífero da baixa Amazônia (SIOLI 1949, e dados ainda não publicados do autor). A explicação deste fato curioso deve ser a seguinte: enquanto que nas faixas de Carbonífero da baixa Amazônia, na sua totalidade, o solo, consiste de produto de desintegração de rocha matriz, como Diabásio, calcáreo, etc., temos que tomar em consideração, na região da Formação Pirabas, que a água do solo, a qual nós examinamos depois da sua saída nos igarapés, representa primeiramente as condições químicas nas camadas da Série das Barreiras, que sobrepõem as outras, de maneira que ela seja ácida e pobre em SiO_2 dissolvido. Somente depois ela entra em contacto com o calcáreo Pirabas, e uma parte de seu ácido carbônico livre elui bicarbonato, do calcáreo. Neste processo, porém, não se pode proceder um enriquecimento da água em ácido salicíco dissolvido.

Notável é, além disso, que também nas águas desta Formação Pirabas, que é de origem marinha, não aparecem nenhum sulfato. A falta de sulfato em quase tôdas as águas amazônicas — com exceção de algumas águas nas faixas do Carbonífero da baixa Amazônia (SIOLI 1949, BRAUN 1952) — já foi mencionada em SIOLI 1954 b, onde se relacionava especialmente ao trabalho de BEAUCHAMP (1953), que constatara uma semelhante ausência e uma semelhanet pobreza também em águas da África oriental e que fez comentários sôbre essa descoberta, que são interessantes, especialmente para a agronomia.

Esta extrema pobreza em sulfato, também nas águas da região da Formação Pirabas, é relacionada, num modo natural, à composição química das camadas Pirabas, mórmente das camadas de calcáreo dentro das mesmas, pelo contacto com as quais as águas se enriquecem com bicarbonatos e com cálcio (dureza). Das partes da água que provem dos sedimentos da Série das Barreiras, que cobrem as camadas Pirabas, a falta de sulfatos já é conhecida, como temos visto.

Na ocasião de viagem de estudos, em Março de 1951, a uma pequena secção da Zona Bragantina (estrada de rodagem Belém-Capanêma), trouxeram-se de uma caieira perto de Capanêma, duas amostras de calcáreo que, ali, quase chega à superfície da terra. O químico-industrial sr. João Pedro de Oliveira Filho, teve a gentileza da analizá-los no laboratório químico do Instituto Agronômico do Norte. Os resultados destas análises, sejam aqui em seguida repetidos, citados de SIOLI 1951 b, p. 68. Na amostra designada como "B", trata-se de uma parte mais profunda das camadas (mais ou menos 4 m), com um calcáreo amarelado e mais mole; a amostra designada com "C", provem de uma camada superficial, branca e dura. As camadas de calcáreo começam, nêste lugar, já mais ou menos 1/2 metro abaixo da superfície da terra.

Análise do calcáreo Pirabas, da vizinhança de Capanêma, executado pelo químico-industrial sr. João Pedro de Oliveira Filho:

	"B"	"C"
Úmidade (perda com secagem a 138° C)	1.3060	0.7130
Ca 0	50.3850	52.6550
CO ₂	42.2000	43.5700
Mg 0	0.0403	0.0202
Si 0 ₂	5.5960	3.0700
S0 ₃	0.0507	0.0026
Fe ₂ 0 ₃ + Al ₂ 0 ₃	0.7410	0.6240
	<hr/>	<hr/>
	100.3190	100.6548
	<hr/>	<hr/>

Imaginando nós, segundo os resultados das análises das águas, as quantidades de Ca e de CO₂ — Bicarbonatos que das camadas de calcáreo passaram para dentro das águas, torna-se imediatamente compreensível que a porcentagem somente mínima de sulfato no calcáreo do sub-solo nem pode fazer se aparecer nas águas, especialmente nas nossas análises das águas, cujo método (quantitativo) de prova para presença de sulfatos, indica somente quantidades de S0₄" acima de 2 mg/litro.

D. A região do arqueano do complexo fundamental cristalino

A parte oriental da Zona Bragantina, uma faixa entre as cidades de Capanêma e de Bragança, é ocupada pelo complexo fundamental cristalino, da época do arqueano, quer dizer, o subsolo consiste em gneisses, granitos e pegmatitos daquele período geológico. Desta maneira, p. e., aparece o granito no leito do Rio Quatipurú, onde este cruza a estrada de rodagem Capanêma - Bragança, e perto da estação Tracuatêua, da estrada de ferro, êste granito é retirado para fins comerciais. No mapa n.º 1, assinalaram-se, segundo OLIVEIRA & PETRI, 1952, tôdas as ocorrências de granito, conhecidas até aquele tempo.

Na lista das águas examinadas, os números (74) — (78) e (88) — (91) pertencem a esta região geológico-mineralógica; os resultados das análises químicas de amostras tomadas em três dêstes corpos d'água são contidos na tabela n.º 4.

Contrário à zona da Formação Pirabas, temos que tratar aqui outra vez, com águas uniformes, porém, não tão ácidas como na região da Série das Barreiras. Como se vê, os valores de pH são sempre entre pH 5.1 e 5.9.

Também no teor em C02 — Bicarbonato, êstes igarapés ocupam um lugar intermediário entre os da Série das Barreiras e os da Formação Pirabas. O pH, porém, não parece determinado exclusivamente pelo sistema de tampão C02 livre — Bicarbonatos, como demonstram os valores da relação C02 livre/Bicarbonato, indicados no gráfico Figura n.º 2 e que não se adaptam bem à curva idealizada pela ligação dos valores correspondentes de águas da região da Formação Pirabas.

Os valores, porém, também não se dão bem com aqueles de águas da zona da Série das Barreiras, também assinaladas na figura n.º 2, de maneira que também êles, como os valores de pH, ocupam um lugar intermediário entre os dois pontos extremos.

Como já temos visto nas águas da região da Série das Barreiras, e ali até mais nitidamente, nestas águas pobres em bicarbonatos já são valores mais baixos da relação C02 livre/C02 - Bicarbonato, que pertencem a valores de pH mais baixos do que é o caso em águas mais ricas em bicarbonatos. Mas é conhecido que, abaixo de uma certa quantidade, o bicarbonato não pode mais exercer, na água, uma capacidade de tampão suficiente que possa determinar o pH.

Nas águas da Zona Bragantina, pois, somente na secção da Formação Pirabas, que existem suficientes quantidades de bicarbonatos nas águas — os quais, naturalmente, são dissolvidos do calcáreo do subsolo que ocorre somente aqui — para formar um sistema de tampão efetivo. As águas da região da Série das Barreiras, como também da dos granitos arqueanos são, entretanto, tamponadas somente mínimamente ou de modo algum, é um sinal de um quísmo surpreendentemente uniforme das águas dentro de cada uma destas regiões geológicas, especialmente na da Série das Barreiras, e com isso, da base mineralógica das mesmas, que, apesar disso, tôdas as águas mostram valores de pH de tão grande igualdade.

Na discussão desta secção da Zona Bragantina, deixamos ao lado as camadas algonquianas fortemente desgastadas, apesar de serem elas assinaladas no mapa de A. I. de OLIVEIRA, 1938, como uma faixa inteira, e em vez disso, indicamos, no mapa n.º 1, sòmente as ocorrências de granito, que se tornaram conhecidos. A razão para um tal procedimento, de considerar a região do Algonquiano e do Arqueano na Zona Bragantina, como uma unidade, consiste na constatação do químismo relativamente uniforme das suas águas. Onde, afinal, mais em direção ao leste, e já perto da cidade de Bragança, repentinamente aparece de novo águas muito ácidas, alí nós nos achamos não mais na região do Arqueano, mas novamente em cima dos sedimentos de água dôce da Série das Barreiras do plioceno - pleistoceno, iguais aos da parte mais ocidental da nossa região investigada.

IV. Tentativa de uma delimitação da Formação Pirabas por meio dos valores de pH das águas

Temos visto que as três tratadas regiões geológicas da Zona Bragantina encontram a sua expressão também nos quísmos diferentes das suas águas, que se refletem mais nitidamente nos valores de pH. É imaginável, pois de tentar, justamente pelo meio dos valores de pH dos igarapés, uma delimitação da zona da Formação Pirabas, situada no centro, cujos limites, especialmente os meridionais, ainda não são conhecidos.

Para esta finalidade indicaram-se na capa transparente que cobre o mapa n.º 1, os valores de pH de tôdas as águas examinadas.

Na parte ocidental da Zona Bragantina reconhecemos agora, nitidamente a uniformidade dos valores de pH, sempre baixos, na área interna. E esta uniformidade não significa outra coisa, para os nossos fins momentâneos, senão uma uniformidade igual da base geológico-mineralógica na região da Série das Barreiras.

Mais para o leste, em direção à secção central do Zona Bragantina, porém, aparecem agora, repentinamente, valores de pH mais elevados, que são um sinal seguro para o fato de nós nos encontrar, aqui, numa região de base geológico-mineralógica diferente, quer dizer, na da Formação Pirabas.

Dentro desta região, os valores de pH são — infelizmente não uniformes por razões já expostas, uma circunstância que dificulta uma delimitação exata da região por meio destes valores de pH dos igarapés. Entretanto, êste obstáculo pode ser mais ou menos eliminado, aceitando, como critério da delimitação, a linha ou a faixa partindo da geral, em dire-

ção centrifugal, não aparecem mais valores de pH mais altos do que aqueles que são característicos para as regiões limítrofes e que nunca alcançam a altura dos valores de pH das águas da região da Formação Pirabas.

Naturalmente não se esqueceu, na nossa tentativa de delimitar a Formação Pirabas, a consideração de lugares já conhecidos de ocorrências de rochas típicas que também são, por isso, indicadas no mapa n.º 1, como na capa do mesmo e que podem ser lidos, pois, no mesmo tempo como os valores de pH das águas.

Como resultado destas idéias e destes processos, desenhou-se, então, finalmente, na capa transparente do mapa n.º 1, o limite provável da Formação Pirabas.

Este, naturalmente, não pode ser, em todos os pontos, nem muito exato nem completo, porque, como já foi dito, a Formação Pirabas — como parcialmente também o complexo fundamental cristalino, é sobreposta pelas camadas da Série das Barreiras em espessura variável, de maneira que resultam, nas águas desta região, valores de pH multiformes. Além disso, as possibilidades das viagens não permitiram se cobrir tôda a Zona Bragantina com uma rêde mais densa de lugares de exames; para êste fim não existem bastantes estradas transitáveis; e as presentes ainda, se estendem somente em cima dos divisores de águas, de maneira que no trecho de Igarapé-Açú a Maracanã, não se encontrou nem um único igarapé que cruza a estrada de rodagem. Por esta razão das limitadas possibilidades de viagens, indicaram no mapa n.º 1 e na capa transparente do mesmo, as rotas de viagens, desenhadas em linhas pontuadas.

Apesar de tôdas as dificuldades e imperfeições da tentativa aqui representada, de uma delimitação da Formação Pirabas, me parece, porém, que o uso dos valores de pH dos corpos d'água, permitiu um progresso nos conhecimentos dos limites de uma certa região geológica, em comparação com a situação em tempos anteriores nos quais somente os lugares de ocorrência de certos minerais — que se tornaram conhecidos mais ou menos casualmente — forneceram os necessários pontos de referência.

O significado prático do conhecimento de extensão da região da Formação Pirabas consiste, de um lado, nos depósitos de calcáreo da mesma, os quais, por causa da raridade de calcáreo em tôda a Amazônia, eventualmente, podem ganhar uma importância econômica.

Uma outra significação prática já foi tratada no mencionado pequeno estudo preliminar (SIOLI(1951 b), no qual já se tentou uma vez determinar o limite ocidental da Formação Pirabas, no percurso da estrada de rodagem entre Castanhal e Capanêma, por meio dos valores de pH dos igarapés. Constatou-se ali, que o limite ocidental da Formação Pirabas coincide com o limite oriental de uma zona de falta de elementos oligodinâmicos no solo, especialmente, de cobalto, que impossibilita com o sintoma mais notável, a criação de gado solto, exclusivamente em pastos feitos na terra firme da mesma. Dentro da região da Formação Pirabas, entretanto, tal modo de criar gado, tem pleno êxito, sem que apareçam naquele gado, sinais patológicos de deficiência de elementos oligodinâmicos.

Aqui, pois, existem todos êstes elementos necessários, evidentemente também nos lugares nos quais as camadas Pirabas são cobertas pelas da Série das barreiras; a água do solo e a água subterrânea que aparece nas nascentes terá tido, pois, bastante contato com as camadas Pirabas para poder fornecer, ao gado, diretamente ou pela intercalação de solo e das plantas de pasto, suficientes quantidades de elementos oligodinâmicos.

A diferença entre as duas regiões geológicas em relação ao teor de elementos oligodinâmicos é facilmente compreensível pelo fato de que, na Formação Pirabas, trata-se de depósitos **marinhos** (e na água do mar são conhecidamente contidos todos os elementos menores!), enquanto que as camadas da Série das Barreiras consistem de sedimentos de lago interno amazônico **de água doce**, do plioceno-pleistoceno.

Seria interessante pesquisar, se e como se expresse também nas águas a diferença nos teores de elementos oligodinâmicos existentes nos solos das duas regiões, não somente por análise microquímicos (espectrográficas) das águas mesmas, mas também pelo exame da flora natural de algas que talvez possam ser usadas como organismos de testemunho, como é

possível em experiências artificiais, (cf. SCHWABE, 1950). Podia-se atacar, afinal e neste modo, o grande complexo de problemas dos elementos menores, oligodinâmicos, e dos seus efeitos biológicos que exerce um papel ainda completamente desconhecido — com exceção do caso acima mencionado — na vasta Amazônia com as suas imensas extensões, justamente dos depósitos de água doce da Série das Barreiras.

Tais estudos especiais, porém, devem ser reservados a um futuro mais longínquo; a relação comunicada pela primeira vez, naquele estudo preliminar do ano de 1951, entre a ocorrência de elementos menores e a geologia e limnologia numa parte da Amazônia, talvez possa contribuir que, em pesquisas na Amazônia, de caráter biológico-geral, agrícola-prático ou também, médico-sanitário, o interesse se volte, oportunamente, também a estes problemas importantes que podem ser de grande importância, numa eventual colonização planejada da Amazônia, para um aproveitamento agrícola, como também para a saúde e a capacidade de trabalho dos habitantes.

V. — O Rio Guamá com o Rio Capím

O curso do Rio Guamá, mais ou menos da pequena cidade de Ourém para baixo, pode ser, até agora, considerado como sendo mais ou menos o limite meridional da Zona Bragantina, mesmo que, nos últimos anos, a ocupação e colonização dos terrenos e o método de utilização das terras, ligado às primeiras, começaram a transpassar o Rio Guamá em diversos lugares e a invadir na região ainda completamente virgem, situada ao sul dêste rio. Desta maneira, o Rio Guamá, dentro de pouco tempo, não será mais o rio limitante da Zona Bragantina, mas correrá pelo meio da mesma.

Mas não será sòmente então que o Rio Guamá ganhará a sua verdadeira significação, pela sua situação como via de transporte dentro de uma região relativa e densamente povoada, mas já em pouco tempo êste rio se tornará muito importante pela existência de férteis várzeas de solos de recentes aluviões, cujo desbravamento e colonização, foram planejados já, desde 1948/49, pelo então Diretor do Instituto Agronômico do Norte, Dr. Felisberto C. de Camargo, sendo êstes planos postos em prática, atualmente, por uma organização oficial governamental. Sôbre os solos da várzea do Rio Guamá, cf. CAMARGO 1949 b, págs. 601-602, apêndice, excerto de um relatório do especialista em solos, Professor Dr. P. Vageler.

O que interessava nêste presente estudo, era menos o quí-mismo das águas do Rio Guamá e do seu afluente, o Rio Capím, mas de preferência a pergunta, até onde se estende rio acima a influência da água barrenta, rica em suspensões da Baía do Guajará, na qual êste Rio Guamá desemboca perto de Belém. Quer dizer, em formulação mais exata, queria se sa-

ber se a influência desta água barrenta alcança ou não a desembocadura do Rio Capím, no Guamá, perto da pequena cidade de São Domingos do Capím. Pois, para esta secção inferior do curso do Guamá, estava determinado o então “programa das culturas de várzea”, do Instituto Agrônomico do Norte. No mesmo tempo havia interêsse em saber se a influência da água da Baía do Guajará, que é ligeiramente salobra na estação sêca do ano, se propague até àquele ponto por mistura em consequência das correntes de maré. Êstes problemas eram justamente de importância para o cultivo das várzeas, no qual, de um lado, a inundação periódica, na enchente da maré, pela água barrenta e rica em sedimentos, é de suma importância para a constante renovação do solo, por deposição de sempre novas camadas de sedimentos, mas no qual, por outro lado, a eventual salobridade da água possa eventualmente excluir certas culturas, como, p. e., a da juta.

Todo o curso inferior do Rio Guamá, até muito acima de São Domingos, como também o do Rio Capím, sofrem a influência das marés, que se propagam até aqui, partindo do mar e atravessando a Baía de Marajó (Rio Pará) e a Baía de Guajará, e que provocam aqui, como também nos cursos baixos dos outros rios da zona do estuário do Amazonas, não sòmente uma periódica represagem e elevação do nível da água — como no Amazonas mesmo até Óbidos — mas uma periódica correnteza retrocedente da água fluvial, de maneira que êste corre em direção rio acima. O efeito das marés é, naturalmente, mais forte durante a estação sêca e se faz sentir até distância muito mais acima nos rios do que durante a estação chuvosa e de enchente anual, na qual a influência de água estranha, é com maior fôrça repelida para baixo daqueles cursos do rio, pela maior vazão dos rios mesmos. Do outro lado, a altura da inundação das várzeas provocada pelo efeito das marés é maior durante a enchente anual dos rios, sendo que, nêste período, os dois fatores: enchente do rio, vindo das cabeceiras, e préamar, que vem subindo, partindo do oceano, se somam e encontram a sua expressão numa represagem mais forte.

Os efeitos das marés são, naturalmente, os mais fortes por ocasião das marés dos sizígios, e especialmente nos sizígios equinoxiais, dos quais o equinócio de março coincide com a maior intensidade da época chuvosa do ano e do movimento de crescimento das águas mesmas, que ainda vão com o auge da enchente anual, que se alcança somente em Maio-Junho. O equinócio de Setembro, entretanto, cai na estação seca, quando há quase o máximo da vazante anual dos rios da Baixa Amazônia.

Os nossos estudos sobre os efeitos máximo da maré não se interessavam pela altura da inundação das margens do Rio Guamá, mas pelo movimento rio acima da água barrenta e salobra da Baía do Guajará. Desta forma, planejara-se primeiro o tempo das marés do sizígio equinocial, em Setembro de 1953, para os estudos no Rio Guamá. Porém, naquela época não havia uma embarcação disponível para a viagem, e esta foi adiada um mês, sendo ela executada de 23 a 25 de Outubro de 1953, coincidindo com as marés do sizígio do próximo plenilúnio, que aconteceu em 22-10-1953. No dia seguinte, dia 26-10-1953, então, se examinou ainda a água do baixo Rio Guamá, defronte do pôrto do Instituto Agrônômico do Norte, justamente na ocasião da préamar e coletou-se uma amostra da mesma.

Felizmente se mostrava que a altura da préamar dos sizígios deste mês de outubro, era absolutamente àquela do mês anterior, dos sizígios equinoxiais, de maneira que as condições desejadas para os exames, eram perfeitamente cumpridas.

Em alguns rios do estuário do Amazonas conhece-se e teme-se o fenômeno da "pororoca". Consiste em que o início da maré enchente, se forma uma única onda alta, a qual, dobrando-se, rola rio acima e produz, de uma só vez, o nível alto da maré cheia do rio. Correspondente à força das marés e da vazão dos rios, variável com as estações do ano, o ímpeto da pororoca é diferente; às vezes, ela aparece somente como onda comum, lisa; porém, às vezes e em alguns rios, ela se apresenta como uma onda rolante de até 5 metros de altura, cujos efeitos são, então, verdadeiramente, devastadores. Em outros rios, entretanto, ela falta por completo.

Desde o século passado, a pororoca é descrita sempre de novo pelos pesquisadores viajantes que visitaram a Amazônia, e eles trataram também de explicar a razão, a causa deste fenômeno, de maneira, que aqui, não se precisa repetir todo o assunto. Trata-se provavelmente, na maioria dos casos, do encontro de correntezas da maré que se somam e, então, causam a onda alta em lugares rasos dos leitos dos rios. Em lugares mais profundos dos leitos, a onda da pororoca, desaparece por completo, para tornar a aparecer com nova impetuosidade, no próximo trecho raso. Nos habitantes dos rios que apresentam o perigo da pororoca, conhecem-se, pois, bem tais lugares mais profundos do rio, como ancoradouros seguros para as suas embarcações, para onde elas são trazidas antes da aproximação da pororoca.

Também no Rio Guamá aparece a pororoca e é mais forte no tempo das marés dos sizígios equinoxiais, especialmente em março, enquanto ela pode até faltar por completo em outras estações do ano. Mas também na nossa viagem, em outubro de 1953, durante as marés de sizígio do plenilúnio, um mês após o equinócio, mostrava-se a pororoca defronte de São Domingos, mesmo sendo ela fraca, e podia ser bem observada de bordo da embarcação. No dia 23 de outubro de 1953, pouco depois das 13 horas, foi que, de repente, se formava a onda de maré, abaixo daquela pequena cidade, na vasta superfície d'água do rio, que até é muito largo, correndo, rolando, nas beiras, rio acima ou contra as margens. Mais para o centro do rio, porém, enxergavam-se somente ondas um pouco maiores, calmas.

O nível do rio elevou-se, com isso, de uma vez em mais ou menos 1/2 metro. Antes do aparecimento da pororoca, a embarcação a motor tinha sido levada a um lugar do rio de 11,5 metros de profundidade, pouco acima da cidade; a onda da pororoca desapareceu sem alcançar este ancoradouro, e somente algumas ondas secundárias, insignificantes e pouco sensíveis, alcançaram aqui, ainda a embarcação.

A viagem fluvial no Rio Guamá foi feita somente até à pequena cidade de São Domingos do Capím, situada no lado direito da boca do Rio Capím, e de lá mais uns \pm 10 km o Rio Capím para cima. Pois para o "programa das culturas de várzeas" do Instituto Agrônomo do Norte, foi somente o trecho

inferior do Rio Guamá, de \pm 100 km de comprimento, que possuía interêsse. Mais tarde, no decurso da viagem terrestre pela Zona Bragantina, em novembro de 1953, tocava-se no Rio Guamá, também em lugares superiores, nas pequenas cidades de São Miguel do Guamá e de Ourém. Em Ourém examinava-se o Rio Guamá e coletou-se uma amostra d'água.

Em todo êste trecho do Rio Guamá, da sua foz, perto de Belém, até São Domingos, as margens consistem, ambos os lados, quase em tôda parte de terrenos baixos de várzeas. Até que distância da beira do rio, terra a dentro, êstes se estendem, porém, não pode ser observado do rio mesmo. Um córte transversal esquemático pela várzea, já foi mostrado e comentado na página . Sòmente na vizinhança de Guaramucú é que, na margem meridional do Guamá, a terra firme avança em alguns pontos quase ou mesmo até à beira do rio, não deixando até esbôço para uma várzea.

Também a pequena cidade de São Domingos está situada em cima de solo aluvial da várzea. Não sòmente a pequena altura sôbre o nível do rio (Foto n.º 13), comprova êste fato, mas mui especialmente o maravilhoso crescimento de plantas ornamentais — entre elas bastante roseiras cheias de flores, uma raridade na Amazônia — nas praças públicas, carinhosamente tratadas, indica que elas estão localizadas no solo fértil da várzea.

Até que distância de São Domingos a formação de várzea se estende, ainda em direção rio acima, não se podia verificar. Defronte da cidade de São Miguel do Guamá há terreno plano, baixo, que parece ser ainda uma área de várzea. Entretanto, em Ourém, até onde não chega mais a corrente das marés e onde o leito do rio é atravessado por uma cachoeira, ambas as margens consistem de terra firme. (cf. Foto n.º 12).

No Rio Capím, as margens do curso inferior, no pequeno trecho de \pm 10 km que sòmente foi visitado, consistiram em ambos os lados de típicas várzeas (Foto n.º 14). Mas também aquí não se pode dizer até onde existe a formação de várzeas em direção rio acima. Do seu curso superior relata-se que alí existem, durante a época sêca, grandes praias de areia pura.

A seguinte tabela n.º 5, mostra os resultados das aná-

lises químicas das amostras d'água do Rio Guamá e do Rio Capím.

A água do trecho mais baixo do Rio Guamá, em frente do pôrto do Instituto Agrônômico do Norte, em Belém (41), mostra, com o seu teor mais alto em Cl' , uma nítida influência da água ligeiramente salobra da Baía do Guajará. Tal influência de água salobra nesta zona é demonstrada, também, pela ocorrência da árvore siriúba (*Avicennia* sp.) na beira do Guamá, mais ou menos defronte do Instituto Agrônômico do Norte. Porém, nêsse trecho, também, deve ser o limite da influência de água salobra, pois se trata sòmente de um único exemplar da *Avicennia*, o último em direção rio acima.

A turvação da água do Guamá é, aqui, extraordinariamente forte, sendo mais intensa do que a da água aberta da Baía do Guajará mesma. Deve-se supôr que a água dentro do curso do rio, se enriquece em partículas suspensas, pela erosão, sempre renovada, dos próprios sedimentos moles da várzea em consequência do seu movimento de constante vai-e-vem. Mas afinal, estas partículas em suspensão não são carregadas para dentro da Baía do Guajará e, finalmente, ao mar, mas são sòmente deslocadas, com água, para cima e para baixo no rio, em cujo domínio elas mais ou menos permanecem. Esta suposição vale, pelo menos, para água próxima às beiras, pois a amostra d'água foi coletada em sòmente 30 m de distância da beira, justamente quando ela começava a refluir da várzea inundada, de maneira que acontecera, talvez, nesta zona um forte enriquecimento local em substâncias de turvação pela abração dos aluviões moles da várzea.

Defronte de São Domingos, \pm 100 km mais acima no Rio Guamá, a água enchendo é mais ou menos igual à água vazando. Desaparece a influência da água ligeiramente salobra, não se constata mais um teor elevado em Cl' . É digno de nota, porém, que algumas outras qualidades, como o teor em ferro total, o traço de SO_4'' , e os valores mais altos de CO_2 - Bicarbonatos e de CO_2 livre, ainda parecem assinalar uma mistura com água da Baía do Guajará. Mas como seria imaginável que desapareceram seletivamente desta água, sòmente o Cl' e a dureza total? E como se explica o teor um pouco elevado em SiO_2 dissolvido? Talvez deve-se pensar aqui

em processos biológicos. A água da Baía do Guajará que com cada vazante da maré onde ela se mistura com a enorme massa d'água da mesma. Desta forma, uma eventual alteração que a água possa sofrer na sua estada temporária no Rio Guamá pela inundação das zonas de várzea, etc., é logo compensada e desfeita, e cada nova enchente da maré conduz novamente água praticamente nova da Baía para dentro da boca do Guamá.

Diferentes, porém, são as condições mais para cima no curso do Rio Guamá, onde a vazante da maré, não bastam para transportar a água de uma vez até para dentro da Baía do Guajará, mas onde a mesma massa d'água é quase somente deslocada para cima e para baixo, pelo fluxo e refluxo das marés, e onde o volume grande de água do largo rio é empurrado rio abaixo somente vagarosamente pela água, relativamente pouco, que afluíu dos cursos superiores, muito mais estreitos, do Rio Guamá e do Rio Capím (cf. largura e profundidade do Rio Guamá em (38) e (92), e as larguras nos diferentes trechos do Rio Guamá e do Rio Capím, no mapa n.º 1), sendo substituída por água que é sempre imediatamente misturada de novo.

Sendo desconhecido ainda o adicionamento de água nova que provém dos cursos superiores dos rios Guamá e Capím, como também o volume da água no leito do baixo Rio Guamá, não se pode calcular, por enquanto, quanto tempo será necessário até que a massa d'água do Guamá inferior seja substituída por nova água fluvial, proveniente dos cursos superiores. Mas pode-se imaginar, também nestas condições, que, mais ou menos na região de São Domingos, a mesma água inunda muitas vezes e sempre de novo o terreno de várzea com a sua vegetação luxuriante, retirando-se, depois, de novo, até que ela chegue na fóz do Rio Guamá e se perde, ali, na água da Baía do Guajará.

Desta forma pode-se supôr que a repetida passagem da mesma água por entre a vegetação da várzea exerce um efeito selectivo-alterante sôbre o químismo desta água. Estudos especializados, porém, deviam trazer primeiramente um esclarecimento; êles provavelmente, dariam resultados muito interessantes para diversos ramos da ciência.

Também pode-se pensar, no nosso problema em foco, um

efeito alterante do plancton sôbre a água do rio! Mas o plancton dêste trecho do rio será sômente no VI Capítulo: Observações biológicas, junto com os comentários sôbre dismidiáceas e diatomáceas.

A existência, na água do Rio Guamá, perto de São Domingos, como também na água do Rio Capím \pm 10 km acima da sua foz, de uma forte turvação, que é aqui muito mais intensa do que na água pura do Guamá em Ourém, não precisa ser necessariamente causada por misturas com a água turva da Baía do Guajará. A matéria em suspensão, que causa a turvação, depois de uma primeira sedimentação no domínio da influência da água da Baía — da qual de fato ela provém exclusivamente — pode e deve ser sucessivamente levada sempre mais rio acima, com o constante vai-e-vem da água do rio, pela alternante abração e sedimentação, até tal distância, como vai a corrente retrocessiva das marés.

Uma comparação da água enchendo do Rio Guamá em São Domingos com a do Rio Capím, deixa, talvez, perceber, na primeira, uma pequena influência de água do Capím, anulada, na vazante da maré, pelo adiçãoamento de água fresca do Rio Guamá superior.

Porém, tôdas estas conclusões são inseguras, sendo que as amostras colhidas da água não indicam valores médias gerais, mas que elas refletem sômente situações local e temporariamente bem restritas.

Desta maneira, p. e., pode ser o caso também que a água proveniente da Baía do Guajará, misturada à água do Guamá e do Capím em São Domingos, não corresponde à água atual da Baía, que foi encontrada no mesmo tempo na boca do Rio Guamá, mas àquela de um período anterior, talvez da última estação chuvosa, durante a qual a água da Baía do Guajará, em frente a Belém, de modo algum, é salobra, que avançou, por mistura progressiva, sômente vagarosamente sempre mais o rio para cima. Assim podia ser que, em outubro de 1953, constatamos, em São Domingos, sômente a influência da água não salobra da Baía do último período chuvoso, da primeira metade do mesmo ano.

Tôdas tais possibilidades, porém, são por enquanto, especulações incertas, no melhor dos casos, elas são hipóteses de trabalho para estudos ulteriores.

Entretanto, consta como fato, que, no tempo da coleta das amostras, a influência da água barrenta, rica em sedimentos, — que possibilita a formação e renovação de solo de várzea — era nítida, no Rio Guamá e no Rio Capím, até bastante para cima da sua confluência em São Domingos do Capím, enquanto que a zona da água mais rica em cloretos, produzida pela mistura com água ligeiramente salobra, terminara já algures entre o porto do Instituto Agronômico do Norte, perto de Belém e São Domingos. E o teor um pouco elevado em Cl' era, mesmo na parte mais inferior do Rio Guamá, defronte do Instituto Agronômico do Norte, também tão diminuto que, provavelmente, não tem influência alguma sobre certas plantas cultivadas, sensíveis contra sal, como a juta.

Na tabela n.º 5, anotaram-se, para comparação, também ainda os resultados de análise das águas do Rio Guamá em Ourém (92) e do Rio Capím \pm 10 km acima da sua foz (39).

No Rio Guamá em Ourém, trata-se sem dúvida alguma, de água pura deste rio, sem mistura alguma de água estranha; neste lugar não se percebe mais influência alguma das marés por sobre a correnteza do rio.

No caso do Rio Capím \pm 10 km acima da sua boca, talvez seja presente ainda uma bem ligeira mistura com água do curso abaixo do Rio Guamá; esta se faz supôr pela pequena transparência, mesmo sendo esta em parte também causada por um desenvolvimento bastante rico de zooplâncton (Crustáceos, especialmente Copepodas). Mas, o quimismo da água do Capím é, ali, diferente do da água da vazante ou da enchente do Guamá, de tal forma, que êle já permite deduzir uma grande pobreza em sais dissolvidos e um pH baixo na água pura deste rio, no seu curso superior. A água pura do Capím, pois, assemelha-se provavelmente, muito à do seu próximo rio paralelo ocidental, à do Rio Acará-pequeno.

Somente uma diferença provavelmente existe entre o curso superior do Rio Capím e o Rio Acará-pequeno: o leito do Rio Capím superior é relatado a ser raso, na estação seca, e orlado de praias de areia pura, enquanto o do Rio Acará-pequeno é, até bem para cima, uma funda calha, também no

tempo sêco, entre margens relativamente íngremes de terra firme.

O Rio Acará-pequeno e o Rio Capím recebem, pois, provavelmente, as maiores partes das suas águas de regiões de igual base geológica-minerológica, enquanto que no curso superior do sistema do Rio Guamá são outras as condições do subsolo que devem predominar, mesmo não sendo bem definidas no mapa geológico atual daquela região.

VI. — Observações biológicas

Em consequência das viagens rápidas que deviam cobrir uma área, a maior possível, para fornecer, como alvo principal, uma supervisão sôbre a hidroquímica de tôda a Zona Bragantina, não era possível fazer observações biológicas mais detalhadas. O interêsse hidrobiológico tinha que restringir-se quase que exclusivamente a uma pura atividade de colonização; o material colhido, porém, ainda espera, em grande parte, a elaboração pelos especialistas.

Em relação a plantas aquáticas superiores já se anotou a ocorrência preferencial de *Eleocharis* sp. (Foto n.º 15), em águas ácidas. Na lista dos corpos d'água examinados (pp. -) indicaram-se, por isso, as ocorrências observadas de *Eleocharis*. Dez lugares de ocorrências possuíam valores de pH de 4.4 - 5.1, 3 lugares pH 5.4, 5.6 e 5.7, respectivamente, e sômente uma única vez encontrou um lugar de ocorrência com um pH mais elevado, quer dizer, 6.8.

Uma ligação eventualmente ainda mais estreita a água ácida mostra a planta aquática *Tonina fluviatilis*, exatamente semelhante à conhecida *Elodea*, como se verifica igualmente na lista dos corpos d'água.

Em 5 igarapés encontram-se espécies do gênero *Batrachospermum* (Fam. Rhodophyceae). O Exmo. Sr. Prof. Dr. H. SKUJA, Instituto de Botânica Sistemática, Uppsala, Suécia, teve a amabilidade de se encarregar da determinação do material. Conforme a comunicação dêste ilustre professor, acharam-se nos corpos d'água com os números na lista das pp. a :

- (4): *Batrachospermum macrosporum* MONTAGNE, exemplar masculino;

- (17): **Batrachospermum vagum** (ROTH) AG., fragmentos estéril, também muito pequeno;
- (62): **Batrachospermum vagum** (ROTH) AG., fragmentos estéril, também muito pequeno;
- (79): **Batrachospermum macrosporum** MONTAGNE, planta feminina.

Adiciona-se ainda um pequeno igarapé quimicamente não examinado: Igarapé 18.8 km ao oeste de Quatipurú, 13-11-1953, largura \pm 2 m, profundidade 0.05 - 0.10 m, correnteza \pm 0.20 m/seg. Água cristalina, chão areia clara, pH não determinado, que continha **Batrachospermum macrosporum**, planta feminina.

Dos quatro primeiros corpos d'água cf. também as análises hidroquímicas nas tabelas números 1, 3 e 4. Segundo tais resultados, parece que as **Batrachospermum** spp. preferem águas mais ácidas, vivendo, entretanto, na nossa Zona Bragantina, em tôdas as três secções de geologia diferente. Conclusões seguras, porém, não se podem tirar, na base de somente tão poucos lugares de ocorrência, sôbre a sua dependência do quimismo do biótopo; pois existe ainda a possibilidade que estas plantas ocorrem também em outros córregos onde somente por acaso não foram encontradas justamente nos lugares de exames.

As Desmidiaceas coletadas foram enviadas ao ilustre especialista Mr. Arthur M. Scott, 2824 Dante Street, New Orleans 18, La, USA, que já fez uma primeira determinação preliminar. Uma descrição dêstas e de outras Desmidiaceas amazônicas é visada, para o futuro, por Mr. A. M. Scott, em conjunto com o Dr. Rolf Grönblad, Karis, Finlândia, de maneira que os resultados comunicados aquí, em seguida, com permissão por Mr. Scott, devem valer somente como preliminares. Mr. Scott fez o seguinte comentário do material que lhe foi remetido:

"So far I have examined only one drop of each of the vials, but this is sufficient to give me a general idea of their contents. Naturally a more detailed examination will bring to light more desmids and more species. Here is the result

of my preliminary examination: (entre parêntesis sempre o número do lugar de ocorrência, da lista acima referida).

- (3) pH 4.6. Crescendo ou fixado em cima de pedaços de madeira — Apparently no desmids. Some nice diatems (**Centrales**).
- (4) pH 4.6. Espremido de plantas aquáticas com precipitado ferruginoso, em água calma. — Do. Do. Do.
- (4) pH 4.6. Espremido de algas poliformes na correnteza — Very few desmids. 1 specimen each of **Euastrum**, **Closterium**, **Cosmarium** and **Penium**.
- (34) pH 4.7. Em cima de Nymphaeas, **Eleocharis** etc., elevado. Água estagnada. — Fairly good; some common desmids and **Micrasterias abrupta**, var. **Borgei**.
- (29) pH 5.4. Em cima de Nymphaeas etc. na beira. Elevado. — Some desmids, including **Micrasterias fimbriata** var. **spinosa**, and **Desmidium Grevillii**.
- (38) pH 5.9 - 6.1. Maré enchendo, préamar. Phytoplankton. — Many genera of marine or brackish-water diatoms, including **Coscinodiscus**, **Aulacodiscus**, **Actinoptychus**, **Triceratium favus**, **Biddulphia mobiliensis**. One small 3 - radiate **Staurastrum**, possibly new; and one specimen of **Closterium Kuetzingii**. These two desmids certainly did not grow in brackish-water, and no doubt were carried down the Rio Guamá from some acid water habitat.
- (38) pH 5.9 - 6.1. Maré vazanda, quase baixar-mar. Phytoplankton. — The same diatoms and desmids as above, also **Coelastrum cambricum** — not a desmid but coming from a fresh water habitat. There seems to be no essential difference between the two samples from (38).
- (39) pH 5.2. Maré enchendo. Phytoplankton. — The same diatoms and desmids; also a blue-green filamentous alga, and much zooplankton.

- (41) pH 6.2. 15 h. préamar. Phytoplankton (cf. tabela da sanálises hidroquímicas!) — The same diatoms, but no desmids seen.
- (42) pH 4.8. Espremido de algas verdes filamentosas, insolaradas. — Sterile filaments of *Spyrogyra*, and 1 specimen of a small *Cosmarium* that is unfamiliar to me.
- (59) pH 5.0. Espremido de plantas aquáticas. — A fairly good assortment of desmids, including *Micrasterias radians*, *M. pinnatifida*, and several small species of *Cosmarium*, *Euastrum* and *Staurastrum*.
- (64) pH 6.9 - 7.1. Espremido de algas. — Five cells of *Spondylosium pulchrum*, that's all. Probably more desmids will show up, because it would be highly unusual for *Sp. pulchrum* to grow by itself.
- (84) pH 7.0. Espremido de algas filamentosas. — Mostly bluegreen filamentous algae (Cyanophyceae); some *Spirogyra*, and two *Cosmarium*. Numerous diatoms, including *Terpsinoe musica* (?)
- (93) pH 6.0. Phytoplankton. — A few desmids, but very scarce. 2 *Cosmaria*, 1 *Closterium*, 1 *Euastrum* similar to *E. Johnsonili*, and two empty semi-cells of *Micrasterias mahabuleshwariensis* var. *dichotoma*.

“So you see that these collections are by no means rich in desmids, and evidently the water conditions were not favourable for their growth. The reason for this I do not know, except in the case of (38), (39), and (41), where the abundance of marine diatoms indicates that in all four of these collections the water was at least brackish, and that is fatal to desmids.

“Al of these gatherings came from rivers or streams, and running water is seldom favourable for desmids, though where the river spreads out into shallow where there is little or no current, or on the flood-plain, good collections can frequently be made”.

A constatação mais interessante nas coleções de Desmidiaceas (e Diatomaceas, conforme explicam as comunicações de Mr. Scott) da Zona Bragantina para o fim prático das pesquisas concerne a ocorrência de Diatomaceas marinhas e de água salobra na água não somente da parte mais baixa do Rio Guamá (lugar de ocorrência (41) — onde ela não é admirável por causa da influência que de fato existe de água salobra — mas também ainda, no Rio Guamá e no Rio Capim em resp. acima de São Domingos, quer dizer, em lugares nos quais as análises hidroquímicas não revelaram mais nenhum teor elevado em cloreto, mas onde a turvação existente da água como, mais ainda, a prova da presença de sulfato, etc., na mesma, deixou pensar ainda em uma mistura com água do trecho mais baixo do rio, i. é: de água que no último fim teve a sua origem na Baía do Guajará. As nossas considerações das páginas a , sôbre a turvação presente na água fluvial até este lugar, pela qual também aqui ainda é possível o desenvolvimento de várzeas, cujo material de aluviões pode provir somente de água barrenta da Baía do Guajará, como sôbre quimismo da mesma, têm relação, pois, também com à composição do fitoplancton naqueles trechos dos dois rios.

Mas o mesmo filoplancton daqueles trechos dos rios nos quais — contrário ao filoplancton da parte mais baixa do Rio Guamá — se encontram algumas Desmidiaceas, indica, além disso, que tratamos aqui com o limite superior da influência de água salobra, onde ela já é tão diluída que não se pode mais provar a sua presença quimicamente, pelo teor mais alto em cloreto, em comparação com as águas geralmente muito pobres em cloretos, mas sim, ainda, hidrobiologicamente, pela ocorrência de Diatomaceas marinhas.

O material descrito de Desmidiaceas é ainda aumentado por uma amostra coletada gentilmente, pelo Exmo. Sr. Prof. Dr. Paul Ledoux, Botânico do Instituto Agrônômico do Norte, durante a estação da chuva e da enchente anual dos rios, nos campos alagados da Vigia, e que foi determinado também por Mr. A. M. Scott:

8-5-1953. Vigia. De depressões no campo inundado. Água marron, estagnada. pH da água guardada em frascos

de rôlha esmerilhada, alguns dias depois da coleta da amostra: 4.3 (Para análise hidroquímica completa cf. Tabela n.º 1: Água preta estagnada em cima dos campos naturais da Vígia, durante a estação chuvosa).

Mr. Scott dá o seguinte comentário a esta amostra: "A very nice collection, containing many species of small desmids. There is a new pigmy *Micrasterias*; a new species of *Euastrum*; *Docidium hexagonum*; *Spendylosium desmidiiforme*; *Gymnozyga armata*".

Entre animais aquáticos prestou-se especial atenção à ocorrência de moluscos, sendo êles muito característicos para os químismos das águas, também na Amazônia (HAAS 1949, 1955, SIOLI 1950, 1951 e).

Já no primeiro estudo curto e preliminar, em março de 1951, acharam-se na Zona Bragantina dentro da região da Formação Pirabas, no Igarapé Salgado e no Igarapé do Garrafão, perto de Capanêma, com valores de pH 7.2 resp. 6.9, logo três espécies de caramujos da família Ampullariidae — além de uma pequena concha *Pisidium bejuma* H. B. BAKER — que foram determinados pelo Exmo. Sr. Dr. Fritz HAAS, Chicago Natural History Museum, como *Ampullarius* (A.) *guaynensis* LAMARK, *Ampullarius* (A.) *papyraceus* SPIX e *Ampullarius* (*Limnopomus*) *nubilus* REEVE. Nas águas da secção da Série das barreiras, porém, não se encontrou nenhum caramujo aquático ou um lamelibranquio.

Nas viagens do ano de 1953, agora, a procura intensa nos igarapés ácidos da região da Série das barreiras não revelava, de novo, nenhum lamelibranquio e nenhum gastrópode aquático, com a exceção de um único exemplar de um representante, ainda não determinado, da família Ancyliidae. Ancylídeos, entretanto, achei já nas águas as mais diferentes, em tôdas as partes da Amazônia, de extremamente ácidas até levemente alcalinas, de maneira que podem haver relações entre as suas ocorrências e os químismos dos seus biótopos.

Mas logo quando, naquelas viagens, passou-se o limite da região da Formação Pirabas, aparecia, nas águas do domínio daquela zona geológica, uma rica fauna de caramujos aquáticos. O Sr. Dr. Fritz HAAS teve outra vez a amabilidade de se encarregar da determinação de todo o material co-

leccionado de moluscos e de pôr à disposição o resultado de-
posto num manuscrito. Na seguinte lista das espécies cons-
tatadas, indicaram-se caad vez os corpos d'água das ocorrên-
cias por meio dos números da lista grande, pp. a ,
e o pertencente pH:

- (1) **Ampullarius (Limnopomus) crassus** SWAINSON:
(50) pH 6.1; (96) pH 6.5; (97) pH 7.0; (72) pH
6.9.
- (2) **Ampullarius (L.) nubilus** REEVE: (60) pH 6.5;
(52) pH 6.8; (70) pH 6.1.
- (3) **Ampullarius (Ampullarius) papyraceus** SPIX:
(60) pH 6.5; (94) pH 5.9; (71) pH 5.7; (57) pH
6.2; (43) pH 4.8; (85) pH 6.1.
- (4) **Ampullarius (A.) insularum** ORBIGNY: (95) pH
5.9; (84) pH 7.0; (58) pH 5.0; (59) pH 5.0; (73)
pH 6.5; (70) pH 6.1; (62) pH 5.8; (42) pH 4.8.
- (5) **Ampullarius (A.) bridgesii** REEVE: (83) pH 5.7;
(84) pH 7.0; Igarapé 18 km ao oeste de Quati-
purú, pH não determinado; (71) pH 5.7.
- (6) **Potamopyrgus (Potamopyrgus) subgradatus** HAAS
(família Hydrobiidae): (64) pH 6.9 - 7.1.

O Sr. Dr. Haas anexa à lista das espécies os seguintes
comentários zoogeográficos: "The presence of the two species
of the subgenus **Limnopomus** of **Ampullarius** is surprising,
since **Limnopomus** is presumed to be Upper Amazonian or
evens Andean in origin. On the other hand the presence of
the three forms of **Ampullarius** proper was to be expected.
The fact that all of this species in the collection are Amazo-
nian suggests that these coastal rivers were once tributaries of
the Amazon river that extended much further to the east
than it does now".

A distribuição dos moluscos na Zona Bragantina repre-
senta, em comparação a outras partes da Amazônia algumas
peculiaridades ecológicas que parcialmente não são explica-
das por enquanto.

Primeiramente cai na vista que **Ampullarius (A.) papy-
raceus** SPIX, que algures foi encontrado quase que exclusi-
vamente em águas muito ácidas, com pH \pm 4.5 (SIOLI 1954

b, 1955 a), na nossa região nem penetra nas águas ácidas da Série das barreiras mas ocorre principalmente em águas mais neutras com valores de pH até 6.5 e é limitado completamente à região da Formação Pirabas. Pode-se comentar este caso pelo fato que *A. papyraceus* vive também no curso baixo do Rio Maués-açú, cuja água possui pH de 6.4. Esta espécie, pois, não parece ser ligado exclusivamente a um ambiente muito ácido, somente podendo viver — contrário aos outros gastrópodes aquáticos (com exceção de alguns Ancylideos) — também nele, igualmente bem e sem serem prejudicados. Tanto mais é de admirar que ele é ausente, dentro da Zona Bragantina, nos igarapés ácidos da Série das barreiras, enquanto que ele existe nas partes da mesma formação geológica que são situadas mais no interior da Amazônia, onde elas já foram estudadas, quer dizer, em lugares entre o Rio Paracuní, no oeste, e o Rio Acará-pequeno, no leste. Não se pode decidir, por enquanto, se *A. papyraceus* suporta valores de pH ainda mais altos do que aqueles encontrados nos lugares de ocorrência dentro da Zona Bragantina, quer dizer, de pH 6.5; nas águas das faixas do Carbonífero da Baixa Amazônia, cujos valores de pH alcançam, em alguns casos, ≤ 7.6 (SIOLI 1949, e dados não publicados de BRAUN e do autor), este caramujo não foi encontrado nenhuma vez.

Além disso é digno de nota que na região aqui tratada da Amazônia há mais uma outra espécie de Ampullariidae, *Ampullarius* (A.) *insularum* ORBIGNY, que às vezes se encontra em águas ácidas com pH 5.0 e até 4.8. Esta espécie, porém, já se achava anteriormente em águas um pouco mais ácidas, mas somente até pH 5.6; ela deve ser considerada, portanto, depois de *A. papyraceus*, como a espécie mais euryoeca das *Ampullariidae* na região Amazônica, em respeito à acidez da água.

A constatação, a mais surpreendente, porém, é talvez, o fato que **todos** os gastrópodes aquáticos (com exceção de alguns Ancylideos, evidentemente ubíquos), na Zona Bragantina, vivem **exclusivamente** na região da Formação Pirabas, não sendo encontrados nem na região da Série das barreiras, nem na do complexo fundamental do arqueano.

Este fato é notável, especialmente, para *Ampullarius* (A.) *papyraceus* SPIX, como já se mencionou. Esta espécie vive,

na Baixa Amazônia, em grandes corpos d'água mais ou menos estagnada, da Série das barreiras, com valores de pH \pm 4.5 (SIOLI 1954 b), como também no alto Rio Negro em águas de pH até 4.2 - 4.3 (SIOLI 1955 a). Também ocorre a mesma espécie em Tomé-Açú, no Rio Acará-pequeno, com pH 4.9, numa região que é caracterizada, nos mapas geológicos, como pertencente à Série das barreiras, enquanto que nos mesmos mapas a parte ocidental da Zona Bragantina — a qual, incluímos aqui, na Série das barreiras, seguindo a opinião de OLIVEIRA & PETRI, 1952 — é denominada “Formação Pará”, de origem pleistocena.

Acidez demasiadamente grande nas águas desta parte ocidental da Zona Bragantina não pode ser a razão da ausência de *A. papyraceus*, como resulta de uma comparação com os valores de pH acima mencionados, dos outros lugares de ocorrência da mesma espécie. Razões para um isolamento cronológico ou coralógico, também não se deixam perceber. A questão, pois, até hoje não pode ser respondida.

Ou será que a “Formação Pará” deve ser mesma separada da Série das barreiras, usando agora, por causa da falta de diferenças litológicas, um critério zoogeográfico para tal separação?

Como causa dêste fenômeno biológico pode-se pensar, talvez, na falta ou na presença de certos elementos menores, oligodinâmicos, nos solos e nas águas das respectivas zonas geológicas. Este problema já foi discutido, na página , segundo SIOLI 1951 b, para a Zona Bragantina, porque se mostrara que sua parte ocidental (“Formação Pará”), uma criação de gado com pastagens como única fonte de alimentação é possível somente quando se oferecem, ao gado, doses adicionais de sais de cobalto, enquanto que no domínio da Formação Pirabas nada se necessita dessas coisas.

Entretanto seria pura especulação querer adotar uma tal razão para a ausência de *A. papyraceus* na região da “Formação Pará”, enquanto que não se provou, para as regiões da Série das barreiras do Baixo Amazonas e das cabeceiras do Rio Acará-pequeno, a presença de tais elementos menores que faltam na “Formação Pará”.

Tão inexplicável como a ausência dos gastrópodes aquáticos (entre êles, especialmente *A. papyraceus*) na região da

“Formação Pará” é a mesma na zona do complexo fundamental cristalino do arqueano, na parte oriental da Zona Bragantina, com as suas águas de pH \mp 5.5, que seria, pois, bem dentro do limite de suportabilidade mesmo para *Ampullarius* (A.) *insularum* ORBIGNY. E’ verdade que se conhece, em diversas partes do mundo, uma deficiência em certos elementos menores, justamente em tais regiões de granitos antigos, mas seria uma hipótese demasiadamente vaga querendo, também aqui tirar em consideração tais eventualidades antes que haja, na Amazônia, pelo menos uma possibilidade laboratório-técnica para incorporá-las, como hipótese de trabalho, no programa de pesquisas.

Interessantemente não se encontraram, em nenhum dos corpos d’água examinados na Zona Bragantina, quaisquer membros da família Planorbidae, que é importante para a propagação da Esquistosomose (*Schistosoma mansoni*) e possui uma significação, para a Amazônia, pelo fato que em Fordlândia, o único fóco de Esquistosomose endêmica em toda a região amazônica, vive, nos igarapés de água mais ou menos neutras daquela localidade, a espécie *Tropicorbis* (*Obstructio*) *paparyensis* F. BAKER, que faz o papel de vetor daquela doença (cf. HAAS 1952, SIOLI 1953 a, 1953 b, 1955 b, no prelo c). MAROJA (1953) relata, de fato, alguns lugares de ocorrência de *Australorbis centimetralis* (determinação feita pelo Serviço Especial de Saúde Pública, SESP, Programa do Rio Doce, em Governador Valadares, Minas Gerais), na Zona Bragantina, nos municípios de João Coêlho, Nova Timbotéua e Igarapé-Açú. No município de João Coêlho, êste caramujo ocorre, segundo comunicação verbal do Dr. R. Maroja, no Porto de Minas, na beira do Rio Caraparú. Um exame rápido dêste lugar (cf. Foto n.º 16), em agosto de 1953, porém não revelou a presença dêste planorbídeo; êste fato pode ser talvez devido a condições da estação do ano, ou também, a circunstâncias causais.

Sendo a sistemática dos planorbídeos sulamericanos ainda um problema pouco esclarecido, não atrevo-me a decidir, se, nos planorbídeos de Fordlândia e naquelas citadas por MAROJA para a Zona Bragantina não se trata, talvez, somente de uma e a mesma espécie, apesar dos diferentes resultados

de classificação. Os planorbídeos de Fordlândia (*Tr. paparyensis* segundo HAAS), foram determinados pelo mencionado SESP, Programa do Rio Doce, e contrário ao Dr. Haas, como pertencentes ao gênero *Australorbis*, sendo provavelmente *A. centimetralis*.

A importância da ocorrência de planorbídeos relatada por MAROJA (1.c.) ,em algumas partes da Zona Bragantina, a atual raridade destes caramujos e as perspectivas para uma aumentada distribuição dos mesmos, com tôdas as consequências para o aparecimento de esquistosomose endêmica, respectivamente, quais seriam as medidas de precaução que deveriam tomar em tempo contra uma tal possibilidade, são minuciosamente discutidas em SIOLI 1955 b e no prelo c. Seja, pois, referido a estas publicações.

Em diversos igarapés e rios da Zona Bragantina acharam-se Schizopoda (Crustacea), que estão sendo elaborados pelo Exmo. Sr. Prof. Dr. H. J. Strammer, Universidade de Erlangen — Alemanha, que também tem em mãos os representantes do mesmo grupo, coletados anteriormente na Amazônia, no Rio Tapajós, Rio Arapiuns e mais especialmente na região do alto Rio Negro. Mesmo não sendo terminada a elaboração e determinação do material, pode-se dizer que no esquizopoda da Zona Bragantina, talvez não se trate da mesma espécie que ocorre, em grande número de indivíduos, nos igarapés da região do alto Rio Negro. Também não se podia dizer nada, por enquanto, sobre a pertinência à espécie da baixa Amazônia, da boca do Rio Tapajós com o Rio Arapiuns. Desta forma, ainda não se pode decidir se a imigração desta espécie ou destas espécies da zona costeira do Atlântico, para às puras águas doces amazônicas ,ocorrem por sobre a antiga ligação que teve o alto Rio Negro, temporariamente, no plioceno, com o Mar das Antilhas, ou se ela se procedeu diretamente através da boca do Amazonas mesmo, ou por ambos os caminhos.

Os lugares de ocorrência de Schizopoda, na Zona Bragantina eram:

- (1) Rio Caraparú, Pôrto de Minas. Beira, entre plantas aquáticas. 11-8-1953. pH 5.0.
- (3) Igarapé do Assaí. 12-8-1953. pH 4.6.

- (40) Rio Bujarú. Maré vasando, quase baixamar. Beira de vasa fina e mole, atualmente \pm 0.10 m de profundidade, porém, ainda ficando sêco. 25-10-1953. pH 5.4.

Todos êstes três corpos d'água possuem oscilações periódicas dos seus níveis que regulam com as marés. Os dois primeiros não sofrem evidentemente nenhuma influência de água salobra e conduzem água cristalina. O Rio Bujarú, porém, recebe periódicamente, com o influxo da maré, água barrenta, que provém da Baía do Guajará, defronte de Belém, sendo empurrado, com a corrente da maré, o Rio Guamá para cima e se mistura com a água dêste rio; temporariamente é admissível, nêste trecho baixo do Rio Bujarú, uma ligeira influência de água salobra.

Nos pequenos igarapés da Zona Bragantina, entretanto, que não mostram nenhuma variação de nível ou de correntesa causada pelas marés, não se acharam Schizopoda nenhuma vez, apesar de ter prestado uma especial atenção a êstes animais. Da mesma forma encontraram-se Schizopoda na baixa Amazônia, na redondeza de Santarém, também sòmente nos grandes corpos d'água (Rio Tapajós, sistema do Rio Arapiuns) e lá dentro daqueles trechos dos mesmos, nos quais nas marés provocam uma leve represagem rítmica da água, e nunca nos pequenos igarapés, que não mostram nenhum tal fenômeno. Na região do alto Rio Negro, porém, aonde não alcança nenhum efeito das marés, os Schizopoda vivem justamente nos pequenos córregos também; talvez será esta circunstância um indício para se tratar, alí, de uma espécie diferente.

Interessante é, na Zona Bragantina, também a ocorrência de Polychaeta no sistema fluvial do Rio Guamá. O Exmo. Sr. Prof. Dr. E. Marcus, Chefe do Departamento de Zoologia da Universidade de São Paulo, e sua exma. espôsa, Da. Evelynne Du Bois-Reymond Marcus, tiveram, também, desta vez a gentileza de executar muito rapidamente, a determinação dêstes vermes, que lhes foram enviados.

Conforme estas determinações, são duas espécies da subfamília Lycastynae, que ocorrem em lugar (38), no Rio Gua-

má, em frente de São Domingos, em 24-10-1953. Numa profundidade da água de 0.10 - 0.20 m (quase já na baixamar), encontrou-se *Lycastis abiuma* GRUBE 1872, e mais ou menos 1 m mais profundo achou-se *Lycastis siolii* CORRÊA. Também no Rio Bujarú (lugar 40) maré vasando, quase baixamar. Beira de vasa fina e mole, atualmente \pm 0.10 m de profundidade, porém, ainda ficando seco. 25-10-1953, coletaram-se dois Polychaeta (provavelmente *Lycastis* sp.), o outro, porém, a subfamília Nereinae, cuja ocorrência também indica influência de água salobra.

O achado de *Lycastis siolii* CORRÊA, agora também na região do estuário do Amazonas é de interesse, porque êle pode dar uma indicação na questão, levantada anteriormente, (SIOLI 1950, 1951 e) sôbre a origem desta espécie que se encontrara até agora somente num paraná do baixo Amazonas, perto da boca do Rio Tapajós (Paraná Ayayá) e no baixo Rio Tapajós mesmo. A ocorrência no Rio Guamá parece agora reforçar a idéia de que se trata, neste Polychaeta de água doce, de um imigrante para dentro das águas amazônicas depois do rompimento, no leste, do lago amazônico de água doce, do plioceno-pleistoceno, e do esvazamento do mesmo, quando as águas correntes, que se formaram, tiveram ligação com o Oceano Atlântico.

Para terminar êste capítulo sôbre Observações biológicas quero expressar, a todos os citados colaboradores, especialistas nos diversos grupos de algas e animais, os meus sinceros agradecimentos pelos trabalhos valiosíssimos e pelo amigável apôio.

VII. Resultados e propostas práticas agrícolas.

Como já foi mencionado no primeiro capítulo, as viagens à Zona Bragantina, no ano de 1953, foram feitas também com a finalidade prática de fazer, na base de pesquisas e observações limnológicas, constatações e propostas que se relacionam à utilização agrícola, atual e presente, desta região.

Um dos problemas levantados era a extensão longitudinal, até agora não conhecida com segurança, das zonas de várzea, das terras de aluvião recente, nas margens do Rio Guamá, em direção rio acima. Quer dizer, desejava-se saber, se estas várzeas se estendem ou não até à pequena cidade de São Domingos do Capím, na fóz do Rio Capím. O aproveitamento futuro das várzeas dêste trecho, de \pm 100 km de comprimento, do curso inferior do Rio Guamá fôra planejado, no tempo das viagens no ano de 1953, pela Diretoria do Instituto Agronômico do Norte e também já experimentado, em escala menor dentro do terreno dêste Instituto, com plantações de Juta, Arroz, abacá (*Musa textilis*) e de outras plantas úteis, sempre com pleno sucesso (cf. CAMARGO 1948 b). Baseado nestas idéias e experiências anteriores, o aproveitamento das várzeas do Rio Guamá está sendo agora posto em prática, há mais de um ano, por uma outra organização governamental competente, em grandes áreas e por meio de colonização com imigrantes dos Estados do Nordeste do Brasil, sempre ameaçados pelas sêcas e relativamente densamente populados.

Os estudos no Rio Guamá e no Rio Capím, afirmam a presença de tais várzeas recentes até acima do ponto final fixado no plano. Quer dizer, até acima dêste ponto do curso do Rio Guamá, da desembocadura do Rio Capím, a água ori-

ginalmente clara, transparente do Rio Guamá (ver (93), Ourém, na tabela n.º 5), é enriquecida com as suspensões inorgânicas, provenientes da Baía do Guajará (Rio Pará) e, antes, do Rio Amazonas e do Rio Tocantins, por mistura progressiva e/ou sedimentação e erosão alternantes dos aluviões recentes fluviais, um processo, que se propaga também em direção rio acima. Estas suspensões depositam-se, na inundação dos terrenos marginais do rio, em cima dos mesmos, os quais transformam em verdadeiras várzeas (cf. a definição de várzea e de igapó dada em SIOLI 1951 c) com tôdas as suas vantagens para uma utilização por certas culturas.

Parece também que não se precisa temer uma prejudicação de plantas cultivadas sensíveis ao sal, como p. e. da Juta mesma, na parte mais inferior do curso do Rio Guamá, pouco acima de Belém, quer dizer, já no terreno do Instituto Agrônômico do Norte, pela água ligeiramente salobra da Baía do Guajará. Pois numa combinação a mais desfavorável de diversos fatores que determinam a salobridade no baixo Rio Guamá, como: Estação seca com a menor vazão do Rio Guamá e dos seus afluentes, e marés do sizígio (que equivalem as alturas das marés de sizígio do equinócio de setembro daquele ano), o teor em cloretos da água do Guamá era, mesmo neste trecho mais baixo do seu curso, somente de 121.5 mg Cl⁻/litro. E este é um valor que ocorre normalmente também em águas doces de diversas partes da terra, sem que elas tivessem mistura alguma com água salobra. Também as plantações experimentais nas faixas de várzea do terreno do Instituto Agrônômico do Norte, em Belém, nunca mostraram efeitos prejudiciais da Juta e de outras plantas úteis pela influência temporária de água salobra sobre o teor salino da água do Guamá.

Principalmente, porém, as investigações limnológicas na Zona Bragantina, tratavam da situação na terra firme, dos terrenos mais altos, não alagáveis. A destruição impiedosa da cobertura protetora florestal em, pelo menos, 90% da área de uma região de ± 30.000 quilômetros quadrados e o sistema agrícola exaustivo, que seguiu, num solo que em si já é extremamente pobre em reservas nutritivas para as plantas, criara ali uma situação tão ameaçadora que ela já tivesse

conduzido a um colapso econômico naquela zona, se não houvessem o plantio das plantas de fibras como a malva e a uacima — que, no início, cresciam ali como pestes nos terrenos abandonados, mas cujas colheitas também já diminuem! — e o preço excepcional da pimenta do reino (**Piper nigrum**. — planta importada pelos japoneses, da Ásia meridional e a qual sendo cultivada em culturas intensivas, necessita somente de pequenas áreas — que ainda deram um período de retardação. Neste tempo, porém, devia ser possível pôr toda a Zona Bragantina numa outra base econômica, quer dizer, numa forma de agricultura mais racional do que a do antigo sistema da derruba e da queima da floresta e do abandono imediato dos terrenos das roças, quando o solo ficou exausto em, via de regra, dois a três anos.

O desflorestamento de toda a grande região trouxe consigo, sem dúvida, uma alteração, se não do macro — mas do microclima. Também no Brasil meridional já se mostrou, como é conhecido, que os desflorestamentos executados ali, em muito maior escala, causaram não uma diminuição da altura anual total das chuvas, mas sim uma distribuição mais irregular das chuvas, as quais, depois de períodos prolongados de secas, despejam, então, e de uma vez, quantidades muito maiores de águas por sobre a terra nua. Parece que houve uma tal alteração de clima também na Zona Bragantina, mesmo permanecendo o caráter do macroclima como pertencendo ao tipo **Ami**, segundo a classificação de KÖPPEN. Mas chuvas mais irregulares e, às vezes, períodos mais compridos de secas, parecem que se estabeleceram. Os efeitos da seca mais comprido até agora ocorrida, da do ano de 1950, que se prolongava até fins de março de 1951, podiam ser observados na primeira viagem. Com exceção da vizinhança de Belém, a qual, porém, pertence ao tipo de clima **Afi**, segundo KÖPPEN (cf. JUNQUEIRA SCHIDT, 1947), quase todos os pequenos igarapés eram secos, e novas plantações, feitas de acôrdo com o início acostumado do “inverno”, da estação chuvosa, no fim do ano, eram mortas pela falta d'água.

Na ocasião das viagens posteriores, do ano de 1953, na Zona Bragantina, um habitante da cidade de Igarapé-Açú,

relatou ao autor que, naquela "sêca" anormal do ano de 1950/51, diversos igarapés daquela região, não somente secaram mas que, depois, êles nunca mais tiveram água; também outros igarapés, possivelmente, nunca mais alcançaram o nível d'água anterior.

Quase todos os poços na cidade de Igarapé-Açu secaram naquele ano e, durante o período de exatamente um ano, êles não deram mais água. Sômente dois poços rasos, de profundidade de ± 4 m, tiveram sempre água. O habitante que contou estes fatos, tinha que aprofundar o poço dêle, naquele ano sêco, vagarosamente por 3 m, mas sômente com o resultado que, depois de cada aprofundamento, acumulou-se no poço, água de ± 30 cm de altura; mas esta água desaparecera sempre de novo na manhã seguinte.

Tais relatos de habitantes devem ser aceitos, naturalmente, sempre com um pouco de reserva. Mas, apesar disso, é inimaginável que o tempo anormalmente comprido, em conjunto com o desflorestamento da Zona Bragantina, o qual justamente naqueles anos foi completado — o que é francamente lícito dizer — causaram um abaixamento sensível e permanente, definido, do nível da água subterrânea.

Como períodos sêcos normais, e agora mesmo de maior duração, agem depois da destruição da cobertura florestal original, que protegera eficazmente contra a evaporação rápida e o dessecamento do solo à economia de água do solo, é fácil imaginar. Ajunta-se a êstes fenômenos ainda o fato, que depois da desnudação do solo, a erosão elimina mais rapidamente a camada superior do mesmo, que contém humus, e que da lava do solo na maneira que as frações de areia aumentam relativamente sempre mais. A água oferecida ao solo pela chuva, será então segurada, fixada no solo, e estará à disposição da vegetação para tempos sempre mais curtos; com rapidez sempre crescente ela desaparece do solo por drenagem imediata da superfície, por percolação para a água subterrânea, e por evaporação. Às plantas adaptadas, na sua fisiologia, ao clima da floresta pluvial equatorial (tipos climáticos **Afi** e **Ami**), quer dizer, à umidade constante disponível, falta, então, depois de um período de chuva, a água do solo que esteve segurada no solo florestal original,

dentro de pouco tempo, de maneira que, à períodos curtos de secas, que, dentro da floresta original, nem se percebem como tais plantas, agora agem sôbre a vida dos vegetais. Isto significa que, mesmo podendo — se, talvez ainda verificar quase nenhuma alteração do macroclima (para constatações seguras faltam dados necessários e indubitáveis de observações meteorológicas de períodos mais compridos), é evidente uma alteração do microclima, importante para a vegetação, em direção a tempos sêcos, fisiolôgicamente sempre mais compridos e efetivos. E é justamente isto que é de suma importância para o futuro agrícola da Zona Bragantina, especialmente tendo em vista que já assim, sem estas observações descritas, surgiu a idéia, para a agricultura prática na terra firme do Baixo Amazonas, de conseguir resultados favoráveis durante o ano inteiro sômente por irrigação artificial durante a estação sêca.

As piores condições agrícolas na Zona Bragantina, provocada, como temos visto, pela alteração do microclima, em consequência do desflorestamento e pelo sistema exaustivo imposto às substâncias nutritivas nos solos já em si pobres e ácidas, é agora reforçada ainda pela descida, talvês definitiva, do nível da água subterrânea, pelo menos em certas partes da nossa região, da qual o nosso testemunho em Igarapé-Açú, soube relatar.

Surge, então, a questão se podem ser feitas quaisquer propostas para o melhoramento da situação agrícola da terra firme da Zona Bragantina, tomando por base o estudo limnológico e os seus resultados que foram descritos em capítulos anteriores.

Já houve a idéia de transformar o fundamento econômico da região da agricultura exaustiva, praticada até então, para a criação de animais em grande escala com pastos plantados. As observadas alterações desfavoráveis na economia da água dos solos e, com ela, no microclima, em consequência do desflorestamento, um tal plano, de uma “estepefação” artificial e intencional parece porém altamente perigoso, sendo que êle nem ajuda nada para melhorar as condições de retenção da água nos solos, mas ao contrário, piorando-as mais ainda. Deixando de lado a pobreza natural em

reservas nutritivas nos solos da Série das barreiras, que exige medidas especiais, parece ser, entretanto, a tarefa principal a de aproximar a economia perturbada da água dos solos de novo, às condições normais do clima da floresta pluvial equatorial.

A observação da água na Zona Bragantina deixa perceber as seguintes medidas como possíveis e aconselháveis para o futuro da região:

- 1) Introdução de uma economia florestal (silvicultura) racional, quer dizer, substituição da capoeira raquítica e sem valor, que até agora cresce à-tôa, em cima dos solos exaustos e abandonados, por florestas plantadas de espécies arbóreas a serem escolhidas. As florestas podiam, então, ser feitas em forma de faixas de algumas centenas de metros de largura e transversais à direção predominante do vento, entre as quais ficavam então faixas correspondentes de plantações agrícolas ou de pastagens. Um tal método foi elaborado, nos últimos anos, especialmente no Congo Belga, quer dizer, para condições climáticas e edáficas bem semelhantes. As faixas de floresta não oferecem somente uma proteção natural para os seus próprios solos, mas no mesmo tempo elles diminuem, também, o dessecamento e a erosão nas faixas de terrenos de plantações ou de pastagens, que se estendem entre elas, pela proteção contra o vento e pela retenção da água escorrenda de chuva.
- 2) Proteção incondicional de faixas de floresta, de larguras suficientes, em ambos os lados de todos os rios e igarapés. As beiras florestais exercem um efeito favorável à manutenção da altura do nível da água subterrânea, e ao mesmo tempo, elas possuem uma importância sanitária muito grande. Um sombreamento constante dos cursos d'água não deixa criar, também nas águas neutras da região da Formação Pirabas, possibilidades de vida para eventuais gastrópodes aquáticos da família Planorbidae e evita, dêste

modo, de antemão, que a esquistosomose se torne endêmica, apesar da sua introdução inevitável, especialmente com a imigração aumentada do Nordeste brasileiro, infestado com esta doença (cf. página e SIOLI 155 b).

- 3) Represagem artificial das depressões de terreno, cheios d'água ou encharcadas (cf. Fotos números 6 a 11), que influenciava favoravelmente, na redondeza, a altura do nível da água subterrânea. Os açúdes, a serem feitos, podiam-se aproveitar simultaneamente para a piscicultura, a qual, por sua vez, serviria ao alargamento da base alimentar da população.
- 4) Aproveitamento da ocorrência de calcáreo na região da Formação Pirabas, para a neutralização dos solos sempre ácidos ($\text{pH} \pm 4.5$) de origem das camadas da Série das barreiras, quer dizer, não somente na região desta última mesma, mas também na região da Formação Pirabas, sendo que esta é, quase em toda parte, sobreposta por camada "barreiras". A neutralização podia ser efetuada por dois modos:
 - a) por adição direta de calcáreo "Pirabas" triturado, aos solos ácidos; este método devia se tomar em consideração para todas as regiões fora da área da Formação Pirabas;
 - b) dentro da área da Formação Pirabas podia-se tentar uma irrigação com as águas mais ricas em cal e, por isso, mais neutras dos igarapés, caso que um cálculo de rentabilidade das instalações, um pouco dispendiosas de bombas e encanações, não dar um resultado demasiadamente desfavorável. Uma represagem de tais igarapés para conseguir maiores reservatórios de águas ricas em cal e para levantar os seus níveis a um nível mais alto e, pois, mais favorável para a distribuição da água, não seria, entretanto, indicado; pois a água mais rica em cal provem somente das camadas "Pirabas", situadas mais em baixo da superfície da terra. As ca-

madas mais superficiais, da Série das barreiras, que não contêm calcáreo e as quais, segundo comunicação por carta, pelo geólogo Dr. Fritz L. Ackermann, Belém-Pará, são separadas das camadas "Pirabas", por uma camada impermeável, fornecem, entretanto, somente água quimicamente muito pura e ácida, e esta ia-se acumular em açúdes artificiais, também na região da Formação Pirabas.

Somente escavações artificiais no terreno (p. e. caieiras, depois da sua exploração), podiam talvez ser transformadas em represas ou laguinhos com água com um teor mais elevado em cal, a qual, então, podia ser usada para a irrigação dos solos ácidos.

O uso da água neutra, mais rica em cal, da região Pirabas, para irrigação, teria, porém, em todo caso a dupla finalidade, primeiro, para ajudar na neutralização de solos excessivamente ácidos, como segundo, para corrigir em favor de um crescimento melhor das plantas — como qualquer irrigação comum — a economia perturbada da água nos solos privados da cobertura florestal, durante os períodos secos.

- 5) que, simultaneamente a todas as medidas citadas, devem-se oferecer sais de adubos, etc. aos solos agrícolas, a fim de intensificar as culturas, compreendendo-se de si mesmo, tendo em mente a pobreza em substâncias nutritivas inorgânicas em todos os solos encontrados de terra firme. Esta pobreza demonstra-se, em toda desejável nitidez, nas análises químicas relatadas das águas. As análises das águas indicam, também, que uma adição de nitratos aos solos, parece ser a menos necessária, pois nitratos são presentes, em quantidades relativamente grandes, em todos os corpos de água antes de serem consumidos, mui rapidamente, pelas plantas aquáticas; por esta razão, os nitratos não mais podem ser en-

contrados em igarapés com um desenvolvimento mais denso de vegetação aquática, e em rios. Entretanto, permitem as análises das águas a conclusão para uma pobreza extraordinariamente grande dos solos em fosfatos e em catiônios, como p. e. potássio. O problema do papel do teor reduzidíssimo de sulfatos para o crescimento das plantas, já foi discutido anteriormente (BEAUCHAMP 1953; SIOLI 1956); em todo caso, ensaios de adubação com sulfatos seriam interessantes também, na Zona Bragantina.

VIII. Sumário.

A Zona Bragantina, situada no leste do Estado do Pará, Brasil, e com uma área de redondamente 30.000 quilômetros quadrados, é a parte mais intensamente aproveitada por agricultores e mais densamente povoada da Amazônia. Ela foi estudada limnologicamente, parcialmente, com a finalidade de aplicar os resultados das observações nas águas, para fazer constatação sobre as consequências dos métodos atuais da agricultura e para fazer propostas para modificações na prática agrícola, pois, o sistema atual da "economia exaustiva", com que se trataram e ainda se tratam a floresta e o solo, já destruíram largamente a base da vida da região.

A introdução do presente trabalho oferece uma curta supervisão sobre a colonização da Zona Bragantina.

O capítulo seguinte, descreve, primeiramente, as formas de paisagens da região, a terra firme, plana e baixa, a qual no norte geralmente avança até ao mar e no sul é limitada pelo vale do Rio Guamá que, no seu curso inferior, desenvolveu recentes terrenos aluviais, alagáveis, chamadas várzeas, em ambas as suas margens. A geologia da Zona Bragantina mostra, em linhas grosseiras, uma tripartição: no leste há uma zona de granitos, gneisses, etc. do arqueano; no centro se encontram os depósitos, entre êles, calcáreo, de uma transgressão marinha, durante o mioceno (a chamada "Formação Pirabas"); e o oeste é formado pelos sedimentos de água doce ("Série das barreiras" e "Formação Pará") do lago interno amazônico do plioceno-pleistoceno, os quais, porém, cobrem também as formações mais orientais, pelo menos parcialmente e em pequena espessura. Os solos, com a sua origem dos sedi-

mentos de água doce, argiloso-arenoso e fortemente lavados e extraídos, são descritos, tomando por base as análises de solos e a experiência prática da agricultura, como extremamente pobres em substâncias nutritivas inorgânicas e como muito ácidos. Contrário a estes solos de terra firme, os solos aluviais recentes das várzeas do Rio Guamá são muito mais ricos em substâncias nutritivas inorgânicas e menos ácidos.

O capítulo sobre as águas da Zona Bragantina, comunica principalmente as qualidades químicas de igarapés, poços e fontes da Zona Bragantina, relacionadas sempre à Geologia-Mineralogia das suas zonas de origem.

Baseado nas diferenças constatadas entre os quísmos das águas das diferentes zonas geológicas, se faz a tentativa, um capítulo especial, de proceder uma delimitação da Formação Pirabas, cuja extensão, especialmente em direção ao sul, foi até então, desconhecida.

Estudos no Rio Guamá e no seu afluente Rio Capím tratam principalmente da questão, até que distância da boca, em direção estes rios acima, a água do Rio Guamá é influenciada e alterada pela água barrenta e temporária e ligeiramente salobra da Baía do Guajará, na qual o Rio Guamá desemboca, possibilitando desta maneira a formação de várzeas.

Observações biológicas nas águas da Zona Bragantina abrangem, até agora, a ocorrência de *Eleocharis* sp. (Cyperaceae), *Batracospermum* spp. (Rhodophyceae) e desmidiáceas, gastrópodes aquáticos nas suas dependências dos quísmos das águas e, com êles, da base geológica-mineralógica da região, Schizopoda (Crustacea) e Polychaeta (Vermes).

Um capítulo sobre resultados agrícola-práticos e propostas, desenvolvidos à base das observações feitas, relata, primeiramente, as consequências do desflorestamento impiedoso sobre a economia da água do solo, e recomenda depois, algumas medidas para a correção da economia d'água perturbada, para o levantamento do nível evidentemente caído da água subterrânea, como para a neutralização de solos excessivamente ácidos pelo uso do calcáreo e das águas mais ricas em cal da região da Formação Pirabas.

IX. LITERATURA

- BEAUCHAMP, R. S. A., 1953: Sulphates in African Inland Waters. — *Nature* 171, 4357: 769-771.
- BRAUM, Rudolf, 1952: Über einige Seen des unteren Amazonasgebietes. — *Schw. Z. f. Hydrol.* 14, 1: 1-128.
- CAMARGO, Felisberto C. de, 1948 a: Terra e colonização no antigo e novo quaternário da zona da Estrada de Ferro de Bragança, Estado do Pará, Brasil. — *Bol. Mus. Par. E. Goeldi* 10: 123-147.
- , 1949: Reclamation of the Amazonian Floodlands near Belém. — *Proc. UN Scient. Conf. on the Conserv., a. Utiliz. of Resources.* 17.8.-6.9.1949, Lake Success, New York: 598-602.
- HAAS, Fritz, 1949: Land-und Süßwassermollusken aus dem Amazonas — Gebiete. *Arch. Moll.* 78, 4/6: 149-156.
- , 1952: South American non-marine shells: further remarks and descriptions. — *Fieldiana-Zoology* 34, 9: 107-132.
- , 1953: Binnenschnecken aus einer Karbon-Landschaft unteren Amazonasgebiete. — *Arch. Moll.* 84, 1/3: 101-105.
- MAROJA, Rainero C., 1953: Incidência de esquistosomose em Fordlândia, município de Itaituba, Estado do Pará. — *Rev. SESP* 4, 1: 211-218.
- OLIVEIRA, Avelino I. de, & Leonardos, 1942: Geologia do Brasil. 2.^a edição. — Rio de Janeiro, Min. da Agricultura.

- OLIVEIRA, Salustiano de, & Setembrino Petri, 1952: Reconhecimento geológico da área de exposição de formação Pirabas no Estado do Pará, Brasil. — **Rev. da Esc. de Minas**. Março de 1952: 1-7.
- PETRI, Setembrino, 1952: Ocorrências de foraminíferos fósseis no Brasil. — **Bol. Fac. Fil. Ciênc. Letr. Univ. São Paulo**, n.º 134, Geologia n.º 7: 21-42.
- RICHARDS, P. W., 1952: The Tropical Rain Forest. — Cambridge, At the University Press.
- SCHWABE, G. H., 1950: Chilenismos de la naturaleza. — **Bol. Soe. Biol. Concepción (Chile)** 25: 59-73.
- SCHMIDT, José Carlos Junqueira, 1947: O Clima da Amazônia. — **Rev. Bras. de Geografia** 4, 3: 3-38.
- SIOLI, Harald, 1949: O Rio Cupari. I. Topografia e Hidrografia. — **Bol. Téc. I. A. N., Belém-Pará** 17: 1-50.
- , 1950: Das Wasser im Amazonasgebiet. — **Forsch. n. Fortsch.** 26, 21/22: 274-280.
- , 1951 a: Amazonien — Land der Verheissung? — **Südamerika, Buenos Aires**, 2, 1: 57-63.
- , 1951 b: Estudo preliminar das relações entre a geologia e a limnologia da Zona Braagantina (Pará). **Bol. Técn. I. A. N., Belém-Pará** 24: 67-76.
- . 1951 c: Zum Alterungs prozess von Flüssen, und Flusstypen im Amazonasgebiet. — **Arch. f. Hydrobiel**, 45. 3: 267-284.
- , 1951 d: Sobre a sedimentação na Várzea do Baixo Amazonas. — **Bol. Técn. I. A. N., Belém-Pará** 24: 45-65.
- , 1951 e: Alguns resultados e problemas da Limnologia amazônica. — **Bol. Técn. I. A. N., Belém-Pará** 24: 2-44.
- , 1953 a: Limnologische Untersuchungen und Betrachtungen zur erstmaligen Entdeckung endemischer Schistosomiasis (*Sch. mansoni*) im Amazonasgebiet. — **Arch. f. Hydrobiol.** 48: 1-23.
- , 1953 b: Schistosomiasis and Limnology in the Amazon Region. — **The Am. J. Trop. Med. & Hyg.** 2, 4: 700-707.

- , 1954 a: Betrachtungen en über den Begriff der "Fruchtbarkeit" eines Gebietes anhand der Verhältnisse in Böden und Gewässern Amazoniens. — **Forsch. u. Fortsch** 28, 3: 65-72.
 - , 1954 b: Beiträge zur regionalen Limnologie des Amazonasgebietes. II. Der Rio Arapiuns. — **Arch. f. Hydrobiol.** 49, 4: 448-518.
 - , 1954 c: Gewässerchemie und Vergängs in den Böden im Amazonasgebiet. — **Die Naturwissenschaften** 41, 19: 456/457.
 - , 1955 a: Beiträge zur regionalen Limnologie des Amazonasgebietes. III. Übereinige Gewässesae des oberen Rio Negro - Gebietes. — **Arch. f. Hydrobiol.** 50, 1: 1-32.
 - , 1955 b: Zur Oekologie des Schistosomiasis - Traegers **Tropicorbis (Obstructio) paparyensis** F. BAKER von Fordlandia (Brasilianisches Amazonasgebiet) und ihre praktische Bedeutung. — **Arch. f. Hydrobiol.** 51, 2: 153-160.
 - , 1956 a: Über Natur und Mensch im brasilianischen Amazonasgebiet. — **Erdkunde.** 10, 2: 89-109.
 - , 1956 b: Sedimentation Amazonasgebiet. — **Geolog. Rundschau.** 45, 3.
 - , im Druck a: Die "Fruchtbarkeit" der Urwalböden des brasilianischen Amazonasgebietes und ihre Bedeutung fuer eine zukuenftige Nutzung. — **Staden - Jahrbuich.** Instituto Hans Staden, São Paulo.
 - , im Druck b: O problema da esquistosomose em Fordlândia (Estado do Pará, Brasil): A ecologia do vector e proposta para o seu combate. — XII **Congr. Bras. de Higiêne, Belém - Pará,** Janeiro de 1955.
- STERNBERG, Hilgard O' Reilly, 1951: Brasil devastado: Erosão natural e erosão acelerada. — **Bol. Geográfico** 100: 333-339.



Foto n.º 1: — A alta floresta original que anteriormente cobriu toda a Zona Bragantina, porém que hoje em dia existe sòmente ainda em restos insignificantes. Na frente, plantação de mandioca. Entre Castanhal e Curuçá. — 14/8/1953.

Der ursprüngliche hohe Urwald, welcher einst die ganze Fläche der Zona Bragantina bedeckte, heute jedech nur noch in minimalen Resten verhanden ist. Im Vordergrund Mandioka-Pflanzung. Zwischen Castanhal und Curuçá. — 14/8/1953.

The original high virgin-forest which formerly covered the whole area of the Zona Bragantina but which today only exists in very small patches. In the foreground a mandioca-plantation. Between Castanhal and Curuçá. — August, 14, 1953.



Foto n.º 2: — Mais ou menos 90% da área da Zona Bragantina são hoje transformados em capoeira sem valor e raquítica, que toma conta das plantações abandonadas nas terras exaustas e devastadas. Perto de Marapanim. — 14/8/1953.

Etwa 90% der Fläche der Zona Bragantina sind heute in wüsten Brachland verwandelt, auf welches eine wertlose und kümmerliche Capoeira (Sekundärwald) vom erschöpften und zerstörten Boden der verlassenen Pflanzungen Besitz ergreift. Bei Marapanim. 14/8/1953.

More or less 90% of the area of the Zona Bragantina are today transformed into worthless and rachitic "capoeira" (secondary growth) which occupies the exhausted and devastated soils of the abandoned plantations. Near Marapanim. August 14, 1953.



Foto n.º 3: — Mangal na costa atlântica da Zona Bragantina. Ponta do Maçarico, perto de Salinópolis. — 20/9/1956.

Mangrove an der Atlantikküste der Zona Bragantina. Ponta do Maçarico bei Salinópolis. — 20/9/1956.

Mangrove at the Atlantic coast of the Zona Bragantina. Ponta do Maçarico near Salinópolis. September 20, 1956.



Foto n.º 4: — Mangue acompanha também as margens dos rios que desembocam na costa de mar da Zona Bragantina, até onde avança, em direção rio acima, a influência da água salobra. Rio Quatipurú, em Quatipurú. — 13/11/1953.

Mangrove begleitet auch die Ufer der Flüsse, welche an der Küste der Zona Bragantina in den Atlantik münden, soweit der Einfluss des Brackwassers flussaufwärts reicht. Rio Quatipurú in Quatipurú. 13/11/1953.

Mangrove also accompnies upstreams the shores of the rivers which flow into the Atlantic at the coast of the Zona Bragantina, till where the influence of brackish water reaches. Rio Quatipurú at Quatipurú. November 13, 1953.



Foto n.º 5: — Dunas de areia na costa de mar da Zona Bragantina, coroadas com vegetação de Ajirú (*Chrysobalanus icaco*). Entre Salinópolis e a Ponta do Maçarico. — 21/9/1954.

Sanddünen an der Meeresküste der Zona Bragantina, gekrönt von Vegetation von Ajirú (*Chrysobalanus icaco*). Zwischen Salinópolis und der Ponta do Maçarico. — 21/9/1956.

Sand dunes on the sea coast of the Zona Bragantina, crowned by vegetation of Ajirú (*Chrysobalanus icaco*). Between Salinópolis and Ponta do Maçarico. September 21, 1956.



Foto n.º 6: — Depressão de terreno ("baixa") com miritisal (*Mauritia flexuosa* L.), cabeceira de um igarapé. Rio Soares, perto de Quatipurú. — 12/11/1953.

Wassererfüllte Geländesenke mit Hain von Miriti-Palmen (*Mauritia flexuosa* L.), das Quellgebiet eines Baches. Rio Soares bei Quatipurú. — 13/11/1953.

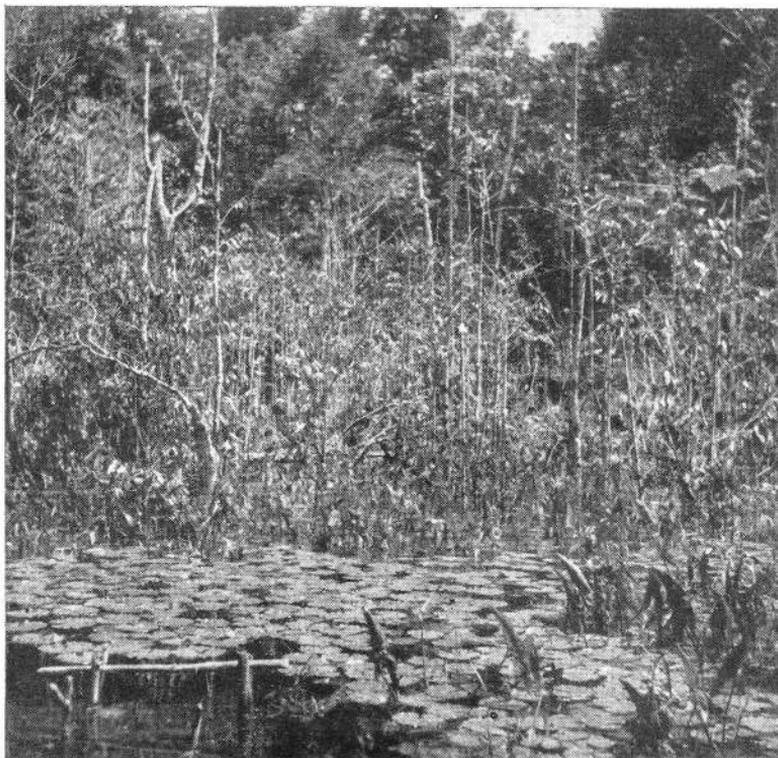
Waterfilled terrain depression with grove of Miriti-palmtrees (*Mauritia flexuosa* L.), the headwater of a creek. Rio Soares near Quatipurú. November 13, 1953.



Foto n.º 7: — Vista para dentro da vegetação de uma baixa encharcada. Igarapé 8.7 km ao sudoeste de Pirabas (58). — 10/11/1953.

Blick in die Vegetation einer sumpfigen Geländedepression. Igarapé 8.7 km südwestlich von Pirabas. — 10/11/1953.

View into the vegetation of a swampy terrain depression. Igarapé 8.7 km southwest from Pirabas. November 10, 1953.



*Foto n.º 8: — Baixa com vegetação original de árvores dicotiledôneas.
Igarapé do Mirití entre João Coelho e Vigia. — 15/11/1956.*

*Gelaendedeppression mit urspruenglicher Vegetation von dikotyledonen
Bäumen. Igarapé do Mirití zwischen João Coelho und Vigia.
15/11/1956.*

*Terrain depression with original vegetation of dicotyledoneous trees.
Igarapé do Mirití between João Coelho and Vigia. November 15, 1956.*



Foto n.º 9: — Baixa parcialmente privada da sua vegetação original, cuja água é agora usada para maceração da Malva e Uacima (no primeiro plano da fotografia). Igarapé do Juvêncio, perto de Igarapé-assú. — 16/8/1963.

Geländesenke, der ursprüngliche Vegetation zum Teil entfernt worden ist und in deren offenen Wasser nunmehr Malva und Uacima zur Mazeration eingelegt werden (im Vordergrund des Bildes). Igarapé do Juvêncio bei Igarapé-assú (34). 16/8/1953.

Terrain depression with its original vegetation partially removed. The open water is now used for the maceration of Malva and Uacima (in the foreground of the picture). Igarapé do Juvêncio near Igarapé-assú (34). August 16, 1953.



Foto n.º 10: — Lavagem de fibras de Malva e Uacima na água de uma baixa completamente privada da sua vegetação original. Entre Igarapé-assú e Anhangá. — 17/8/1953.

Auswaschen der Malva — und Uacima — Fasern im Wasser einer Geländesenke, deren ursprüngliche Vegetation vollständig entfernt ist. Zwischen Igarapé-assú und Anhangá. — 17/8/1953.

Washing of Malva and Uacima fibers in the water of a terrain depression with its original vegetation completely removed. Between Igarapé-assú and Anhangá. August 17, 1953.



Foto n.º 11: — Nymphaceae, *Eleocharis* sp. e fetos numa baixa cuja superfície d'água ficou exposta aos raios do sol após a eliminação da vegetação sombreante original. Igarapé do Juvêncio perto de Igarapé-assú (34). — 16/8/1953.

Nymphaceen, *Eleocharis* sp. und Farne in Geländesenke, deren Wasseroberfläche nach Entfernung der schattenspendenden ursprünglichen Vegetation der Sonnenbestrahlung ausgesetzt ist. Igarapé do Juvêncio bei Igarapé-assú (34). — 16/8/1953.

Nymphaceae, *Eleocharis* sp. and ferns in terrain depression where the water surface has become exposed to the sunlight after removal of the shadowing original vegetation. Igarapé do Juvêncio near Igarapé-assú (34). August 16, 1953.

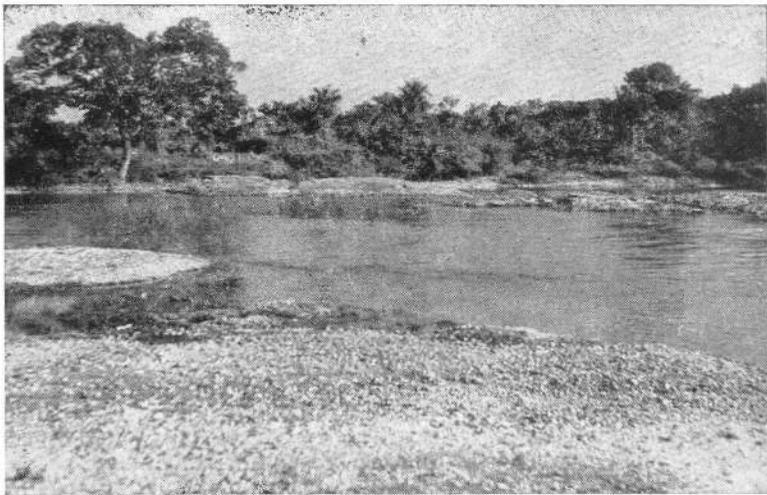


Foto n.º 12. — Margem de terra firme no curso superior do Rio Guamá, em Ourém, aparecendo as pedras da cachoeira. — 16/11/1953.

Terra firme — Ufer des oberen Rio Guamá in Ourém mit den Steinen der Stromschnelle. — 16/11/1963.

Terra firme — shore of the upper Rio Guamá at Ourém with the rapid. November 16, 1953.

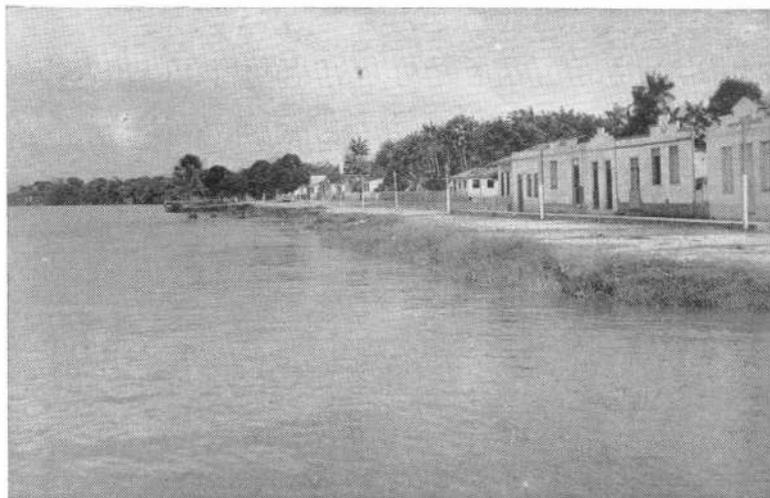


Foto n.º 13: — São Domingos do Capím, situado em cima da margem de Várzea do baixo Rio Guamá. — 23/10/1953.

Das Städtchen São Domingos do Capím auf dem Várzea - Ufer des unteren Rio Guamá. — 23/10/1953.

The Village São Domingos do Capím situated on the Várzea - shore of the lower Rio Guamá. October 23, 1953.



Foto n.º 14: — Margem de Várzea do baixo Rio Capím, \mp 10 km acima da sua desembocadura no Rio Guamá. — 24/10/1953.

Várzea — Ufer des unteren Rio Capím, etwa 10 km oberhalb seiner Einmündung in den Rio Guamá. — 24/10/1953.

Várzea — shore of the lower Rio Capím, \mp 10 km above its mouth into the Rio Guamá. October 24, 1953.



Foto n.º 15: — *Eleocharis* sp. na água ácida de uma baixa privada da vegetação sombreante original e então exposta à radiação solar. Igarapé do Juvêncio, perto de Igarapé-assú (34). — 16/8/1953.

Eleocharis sp. im sauren Wasser einer von der ursprünglichen höherer Vegetation gesäuberten und nunmehr der Sennenbestralung ausgesetzten Geländesenke. Igarapé do Juvêncio, bei Igarapé-assú (34). — 16/8/1953.

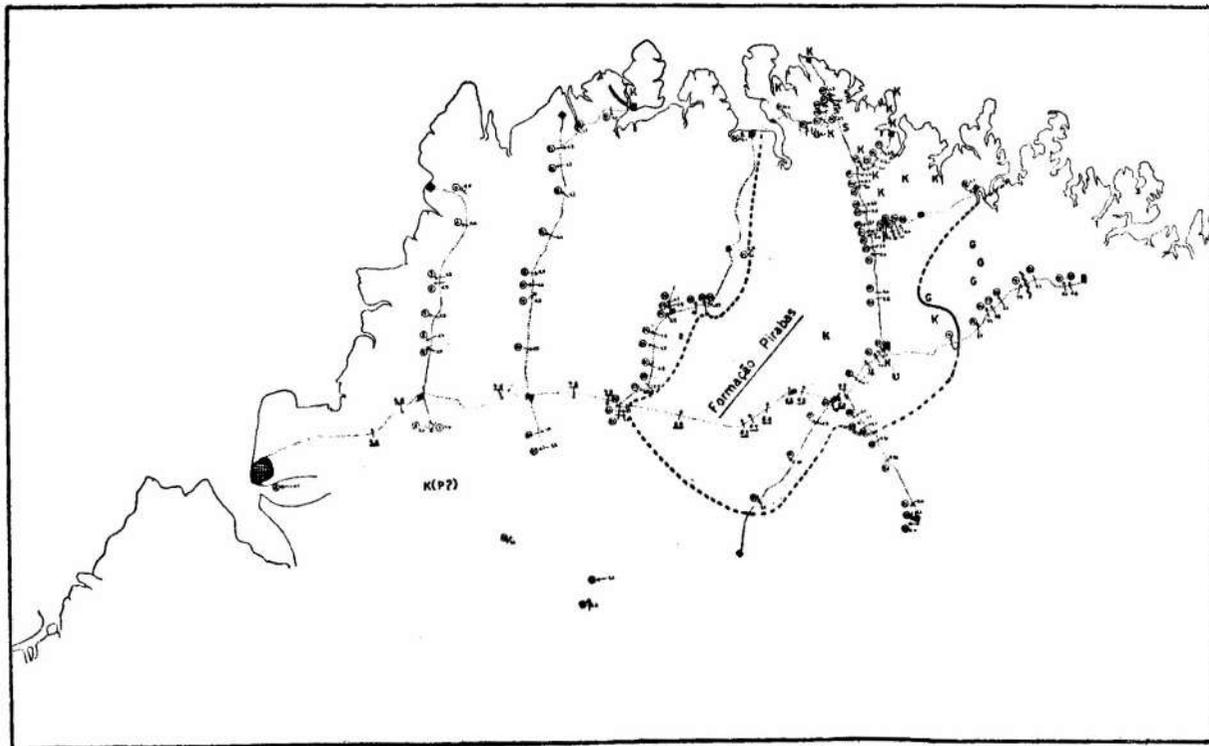
Eleocharis sp. in the acid water of a terrain depression cleaned from its original shadowing vegetation and thereby exposed to the direct sunlight. Igarapé do Juvêncio near Igarapé-assú (34). — August 16, 1953.



Foto n.º 16: — O Porto de Minas, no Rio Caraparú, no qual foi relatado a ocorrência de Planorbídeos (*Australorbis centimétralis*), entre a sua vegetação aquática submersa (lado esquerdo, por detrás das canoas). — 11/8/1953.

Der Porto de Minas am Rio Caraparú, in dessen Wasserpflanzengewirr (links, hinter den Booten) Planorbiden (*Australorbis centimétralis*) vorkommen sollen. — 11/8/1953.

The Porto de Minas at the Rio Caraparú. Occurrence of Planorbid snails (*Australorbis centimétralis*) has been reported for among the submerss aquatic vegetation (left side, behind the canoas). August 11, 1953.



Cobertura ao mapa n.º 1: A extensão aproximada da região da Formação Pirabas, verificada segundo os exames das águas.

Legenda (v. também no mapa n.º 1 mesmo):

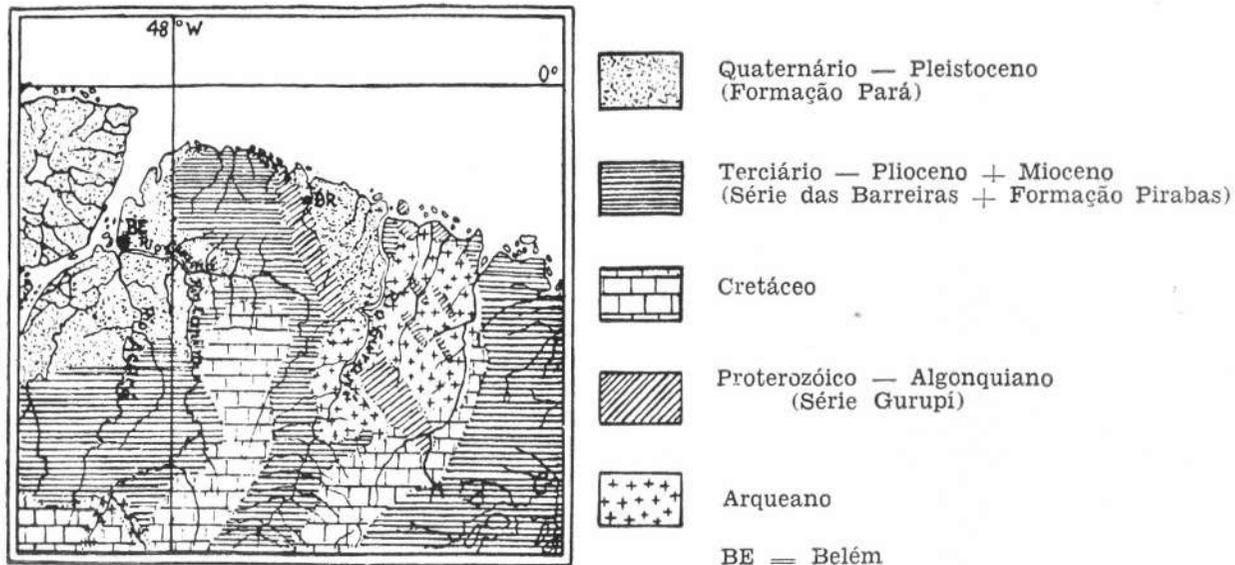
..... : Roteiro do aut. em agosto e novembro 1953.

⊙→ 6.1: Igarapé examinado com direção da corrente, o número do mesmo na lista nas páginas — , e o pH.

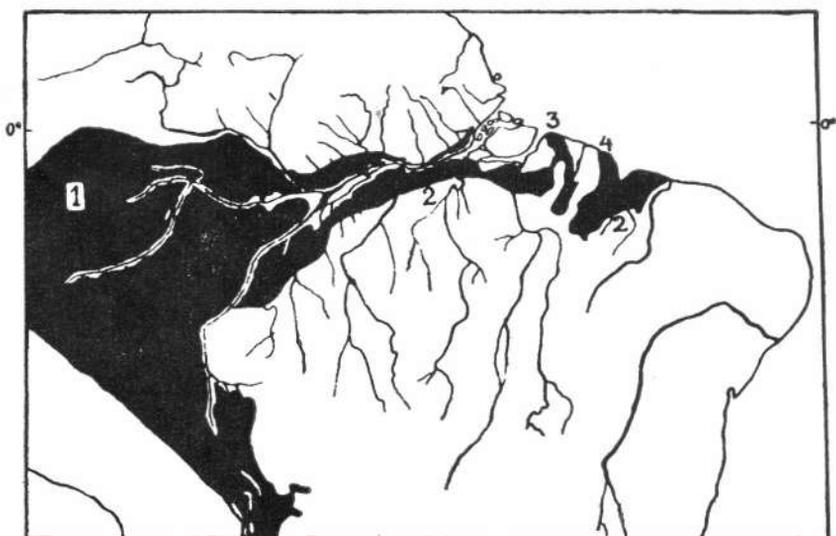
—— : Delimitação, verificada com relativa segurança, da região da Formação Pirabas.
 - - - - : Delimitação, aceita como provável, da região da Formação Pirabas.

~~~~~ : Limite entre a região do complexo fundamental cristalino, e os sedimentos de água doce da "série das barreiras", do plioceno-pleistoceno, que torna a ocorrer ao leste da primeira.

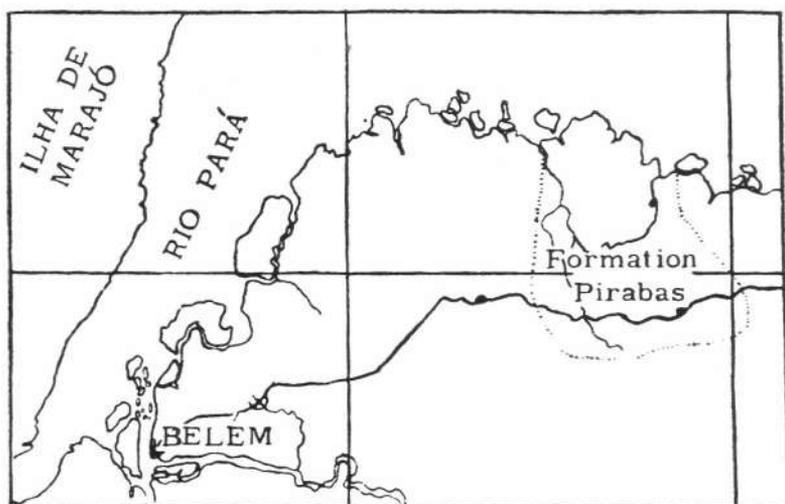




Mapa n.º 2: Geologia da “Zona Bragantina” e de regiões vizinhas. (Segundo: Mapa geológico do Brasil, por A. I. de OLIVEIRA, 1938, em OLIVEIRA & LEONARDOS, 1943).



Mapa n.º 3: Ocorrências de camadas do terciário na Amazônia brasileira. (Segundo: OLIVEIRA & LEONARDOS, 1943). 1: Formação Pebas, 2: Série das Barreiras, 3: Formação Pirabas, 4: Formação Turi.



Mapa n.º 4: A extensão, suposta até agora, da Formação Pirabas, segundo PETRI 1952.



*Terra firme*  
floresta alta.

*Várzea (faixa de inundação)*  
do baixo *Rio Guamá*

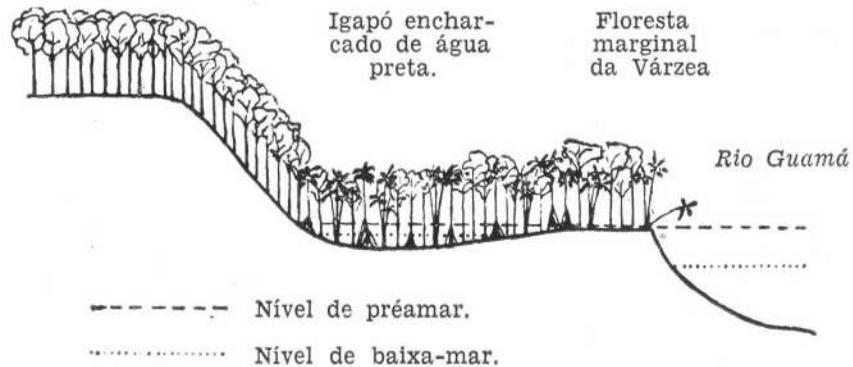


Figura n.º 1: Corte transversal esquemática através da baixada do Rio Guamá, inferior. Altura exagerada.

CO<sub>2</sub> livre

Bicarbonato

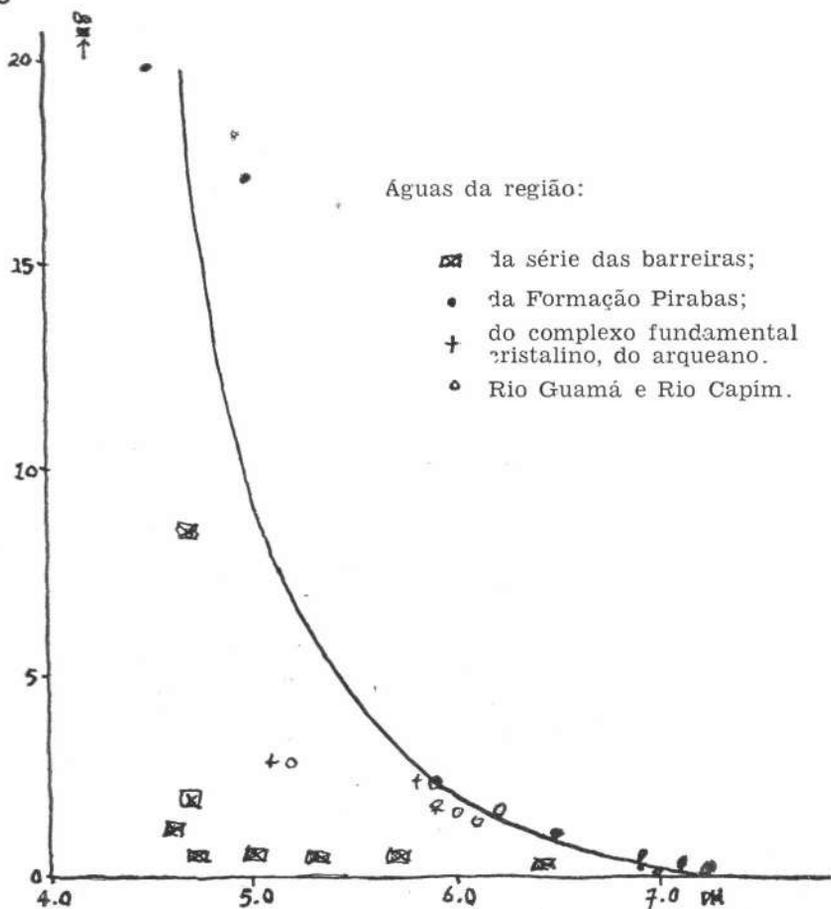


Figura n.º 2: A dependência do pH do sistema de tampão ácido carbônico — bicarbonato nas águas das diversas regiões geológicas da Zona Bragantina. Uma dependência nítida é constatável somente nas águas da região da Formação Pirabas.