

BOLETIM TÉCNICO
— DO —
INSTITUTO AGRONÔMICO DO NORTE

N.º 24

Junho de 1951

ALGUNS RESULTADOS E PROBLEMAS
DA LIMNOLOGIA AMAZÔNICA

por

Dr. phil. HARALD SIOLI.

SÔBRE A SEDIMENTAÇÃO NA VÁRZEA
DO BAIXO AMAZONAS

por

Dr. phil. HARALD SIOLI.

ESTUDO PRELIMINAR DAS RELAÇÕES
ENTRE A GEOLOGIA E A LIMNOLOGIA
DA ZONA BRAGANTINA (Pará)

por

Dr. phil. HARALD SIOLI.

BELÉM — PARÁ — BRASIL

ALGUNS RESULTADOS E PROBLEMAS DA LIMNOLOGIA AMAZÔNICA

por

Dr. phil. HARALD SIOLI.

Sumário

- A.) Introdução: A água como um dos fatores componentes da natureza amazônica.
- B.) A água na região amazônica.
 - I.) A água na história geológica da Amazônia.
 - II.) Águas atuais na Amazônia.
 - 1.) A "hiléia", drenada pelo sistema do Rio Amazonas.
 - 2.) A mistura, das águas nas embocaduras de diferentes rios.
 - 3.) Idéias gerais sôbre o envelhecimento de rios.
 - 4.) Tipos de rios na Amazônia, e como representam estádios de idade.
 - a.) Rios de água branca.
 - b.) Rios de água limpa.
 - c.) Rios de água preta.
 - 5.) Dedução teórica do processo de envelhecimento de um rio.
 - 6.) O quimismo de águas amazônicas.
 - a.) A cadeia de relações de dependências na natureza amazônica.
 - b.) As análises químicas de águas amazônicas, feitas por KATZER.
 - c.) O quimismo das águas da região do terciário do Baixo Amazonas.
 - d.) O quimismo das águas das faixas do carbonífero.
 - e.) Alterações no quimismo das águas amazônicas pela influência das estações do ano.
 - 7.) Dois fenômenos biológicos interessantes em águas amazônicas.
 - a.) Gastrópodes aquáticos.
 - b.) Representantes de grupos de animais marinhos em águas doces na Amazônia.
- C.) Fim: A importância da geologia na consideração de uma região como um todo e o objetivo do presente estudo.
- D.) Literatura.

E.) Summary — Résumé — Zusammenfassung.

F.) Anexos:

Esquema 1: Corte transversal ideal pelo vale de um rio de água branca.

Esquema 2: Corte transversal ideal pelo vale de um rio de água limpa.

Esquema 3: Corte transversal ideal pelo vale de um rio de água preta.

Tabela n.º 1: Transparência e cor em águas de rios de água branca, água limpa, e água preta.

Tabela n.º 2: Influência do Igapó sobre a água do Rio Cururú.

Tabela n.º 3: Águas da região do terciário do Baixo Amazonas.

Tabela n.º 4: Águas da região do carbonífero do Baixo Amazonas.

Tabela n.º 5: Águas do Rio Tapajós e do Amazonas.

Mapa geológico da Amazônia.

18 Fotografias.

A.) Um dos fatores mais importantes da natureza amazônica é a água. Ela ocupa uma área considerável nesta região. A chuva e as enchentes são, aqui, componentes essenciais do clima e das condições de vida. A água teve e continua a ter um papel decisivo na formação e transformação da paisagem. Para as populações do interior, rios e lagos substituem estradas e fornecem a base da alimentação com os seus peixes, tartarugas, aves aquáticas etc. Em estudos de ciência pura, para a compreensão da região amazônica como um todo, a água deve ser considerada como o fator mais característico no conjunto da "hiléia". E para pesquisas práticas, de ciência aplicada, especialmente sobre como a Amazônia e o seu solo devem ser tratados em qualquer plano de colonização futura, a água pode servir, pelo menos, além do seu aproveitamento direto para indústria, pesca e piscicultura, fornecimento de energia etc., como um indicador da qualidade dos solos. Pois a água representa um anel na cadeia de relações mútuas entre geologia, clima, propriedades do solo, física e química da água e a biologia da mesma.

B.) I.) A região amazônica é, hoje, no mundo a mais extensa área de floresta úmida tropical. Mas isto não foi sempre assim. Em tempos geológicos antigos, da era presiluriana até o carbonífero, existia aqui um grande golfo, uma espécie de mar mediterrâneo, aberto a oeste para o Oceano Pacífico, fechado a leste, e limitado ao norte e ao sul pelos grandes maciços arqueanos das Guianas

e do Brasil Central, respectivamente. As margens dêste gôlfo podem ser observadas, hoje, nas séries de depósitos marinhos do presiluriano até o carbonífero que limitam a planície do Baixo Amazonas nos lados norte e sul (ver mapa geológico).

Com o fim da época do carbonífero o mar se retirou, deixando seocar provavelmente tôda a região que agora constitui a bacia amazônica. Os rios que naturalmente devem ter drenado a região corriam, então, em direção oeste, desembocando no Pacífico.

Mais tarde, ao fim da era do cretáceo, os Andes começaram a se levantar e a bloquear a saída ocidental dos rios. A água dêstes foi represada, formando finalmente um gigantesco lago interno de água doce, o qual, durante a época do terciário, cobriu tôda a baixada amazônica. No fundo dêsse lago, depositaram-se enormes camadas de sedimentos, de centenas e até milhares de metros de espessura.

Depois, mais ou menos no fim do período terciário, com o levantamento contínuo dos Andes e talvez com alguns movimentos verticais do continente, a margem oriental do lago cedeu, e a água esvaziou-se para o Atlântico: O fundo do lago ficou exposto e secou, e começou a cobrir-se de uma vegetação de plantas modernas, dando início à floresta amazônica atual. Os rios que então se formaram, começaram a correr para leste, para o Oceano Atlântico. No chão sedimentário mole, cavaram, com o tempo, seus enormes leitos e vales, num processo de erosão que ainda hoje continua.

Assim é, num curto resumo, a história geológica da Amazônia. Vemos claramente o importante papel que a água teve nessa história. Nos tempos em que os geólogos discutiam sôbre a origem plutônica ou neptúnica da superfície da terra, a região amazônica podia ter servido aos "neptunistas" como excelente exemplo.

II.) 1.) Como resultado de sua história, a Amazônia agora se apresenta como enorme bacia baixa, plana e coberta de floresta, a chamada "hiléia" de ALEXANDER VON HUMBOLDT. Ela está circundada, ao norte, pelo antigo maciço das Guianas, que consiste geralmente de granitos e gnaisses arqueanos, e que é coberta em parte por floresta e em parte pelos "campos gerais"; ao sul, pelo maciço mais ou menos idêntico do Brasil Central, que tem como base também granitos e gnaisses e, parcialmente, também arenito, e que é provido de florestas e do "campo cerrado" de Mato Grosso.

A oeste e a sudoeste, a bacia está fechada pela Cordilheira dos Andes, relativamente recente; e a leste, ela se abre para o Oceano Atlântico.

6 1/2 milhões de quilômetros quadrados são drenados por um impressionante sistema de rios, igarapés, paranás e lagos, cujas águas finalmente se unem para formar o Rio Amazonas mesmo, o "Rio Mar". Este é o maior rio do mundo, não em comprimento, mas em volume d'água. Calculou KATZER que, durante a estação seca do ano, ele despeja mais de 120.000 metros cúbicos de água por segundo no Atlântico, quantidade que pode ser multiplicada durante a estação das chuvas pela enchente.

Olhando-se as águas dos rios do gigantesco sistema potâmico amazônico, como, por exemplo, numa viagem de Belém a Manaus a bordo de um navio fluvial comum, observam-se logo alguns fenômenos peculiares às águas e aos diferentes rios.

Um dos fenômenos mais facilmente observáveis é a diferença na cor e turvação dos diversos tributários do rio principal e entre si mesmos. É, de fato, um espetáculo impressionante ver quando o navio, em Santarém, saindo da água barrenta e amarela do Amazonas, entra abruptamente na água limpa, verde-escura, do Rio Tapajós, ou quando, na boca do Rio Negro, pouco antes de chegar a Manaus, vai repentinamente de encontro às ondas marrom-escuras como café e transparentes do Rio Negro.

2.) A bordo dos navios fluviais, os passageiros sempre comentam vivamente esta observação e discutem por quê é tão brusca a passagem de uma água para outra e por quê as diferentes águas não se misturam imediatamente. Pois, após o encontro, ambas continuam correndo separadamente ainda por quilômetros, verificando-se, tão somente, a presença de mais numerosas e sempre maiores nuvens da água turva na água limpa, e vice versa, até que, finalmente, a água amarela do Amazonas vence e enche de novo todo o leito do rio.

Compreende-se naturalmente que uma outra forma de mistura, um desaparecimento imediato de uma água na outra, não é possível nas dadas condições, pois, para isso, seria necessária uma turbulência enorme das grandes massas d'água destes rios gigantescos, de alguns quilômetros de largura, o que certamente impossibilitaria qualquer

navegação. As condições necessárias para tal fenômeno só existiriam se a união dos rios ocorresse dentro de cachoeiras. Mas isto não se dá na grande bacia plana da Amazônia.

3.) Todavia, não é a mistura de águas diferentes que é interessante, mas sim as razões da existência de tais diferenças entre as águas amazônicas, sendo um trabalho fascinante tentar deduzir aquelas diferenças das formas e da história da paisagem que circunda os rios, e verificar quais são as conclusões que delas podem ser tiradas.

Uma diferença entre águas — que naturalmente é muito mais profunda e complexa do que apenas a que se refere à côr e à turvação das mesmas, imediatamente perceptíveis — deve ter sua origem em diversos fatores, próprios às cabeceiras e às regiões percorridas dos rios, como, por exemplo, na geologia (mineralogia), qualidade dos solos, topografia, clima, etc.

Além destes fatores, as condições predominantes num rio dependem, também, da idade do mesmo, e será interessante examinar como podem os tipos de rios da Amazônia contribuir para o esclarecimento do problema do envelhecimento dos rios, e se as observadas diferenças das águas se acham relacionadas eventualmente com estádios de idade.

O tempo age sobre um rio alterando-o; não age, porém, diretamente, mas por via indireta sobre alguns dos mencionados fatores do ambiente, especialmente sobre a topografia e a qualidade do solo. Estes se alteram com o tempo, pelas influências do clima, dependendo a rapidez da alteração não só, por exemplo, da quantidade de chuva e de mudanças de temperatura (partes do clima), mas também da qualidade da base geológico-mineralógica do terreno (p. ex., dureza das rochas e coisas semelhantes).

Na observação e no exame de um rio — com exclusão da sua biologia — sempre se deve ter em mente que um rio não é um fenômeno autônomo, independente e limitado em si mesmo e que talvez possua certas leis próprias, como um organismo de ordem superior. Ao contrário, um rio é, em oposição a um organismo, nada mais que o produto do seu ambiente, o resultante dos fatores que atuam sobre a crosta terrestre. Em relação aos processos de envelhecimento, isto significa que um rio mesmo não envelhece; o que

envelhece é o seu ambiente ou certas qualidades dêste, dos quais o rio depende.

Apesar disso **tudo**, podemos falar, naturalmente, de envelhecimento e estádios de idade de um rio, sendo ambas as coisas, como conseqüências causais, reflexos fiéis do processo de envelhecimento do ambiente e do alcançado estádio de idade do mesmo.

Todavia, com êste modo de observação chega-se a uma idéia e a uma classificação um pouco diferentes daquelas elaboradas na Europa.

Ali, geralmente, considera-se um rio como novo enquanto êle se precipita das montanhas com impetuosidade. Chegado em terreno mais plano, êle diminui a sua correnteza e, por assim dizer, em idade madura, percorre calmamente o leito firme, até entrar, já perto da embocadura e com declive e correnteza sempre mais diminuídos, em estádio de velhice. Aqui, a sedimentação prepondera sôbre a erosão, e com uma embocadura de delta o rio teria alcançado então o estádio final. Também a formação de meandros se considera como sinal de senilidade. A topografia do ambiente, porém, pode fazer com que o rio, já em idade média ou mesmo como rio novo, se lance ao mar, de maneira que, neste caso, os estádios de idade mais avançados seriam eliminados.

Estas idéias, como já foi dito, formaram-se de condições europeias, em regiões onde as viagens fluviais, quase sempre viagens de recreio, em geral se fazem em um rio apenas; em viagens por terra cruzando diversos rios, êstes só muito superficialmente são observados, de forma que só se podem colher pontos de comparação pouco impressionantes. Na Amazônia, entretanto, os rios são as verdadeiras artérias de vida do país. Todo o tráfego se faz por meio deles, e nas suas margens desenrola-se tôda a vida humana. É psicológicamente compreensível que, na Europa, se escolha uma certa quantidade de água de um rio e se acompanhe e observe a mesma durante a sua viagem rio abaixo, afim de conhecer quais são as alterações temporais (envelhecimento) que ela sofre, enquanto que na Amazônia, com o caráter pouco sedentário da população, onde tôda a conversa dos habitantes do interior gira em tórno daquilo que alguém viu ou que se passou num ou noutro rio, e onde as viagens dos pesquisadores levam-nos de um rio para dentro do outro,

tudo quase que obriga a comparar um rio, como um todo, com um outro.

Deve-se levar em conta que o que se descobre, com esta forma de observação ou de comparação, sobre o envelhecimento de rios, sujeito aquêle a certas regras ou necessidades, não pode ser a determinação da idade absoluta de um rio, como, por exemplo, expressa em anos, mas somente a da sucessão de tipos, de estádios, a qual — salvo acontecimentos imprevisíveis, catastróficos, na superfície da terra, como terremotos, vulcanismo, deslocamentos verticais da crosta terrestre, etc. — sempre decorre numa só direção (mesmo desprezando-se um ou outro estágio) não se podendo tornar, porém, retrocessiva. Porisso, será lingüísticamente mais exato falar a seguir só de rio “jovens” e mais ou menos “envelhecidos”, em vez de rios novos e velhos. As condições do ambiente podem fazer com que um rio percorra muito rapidamente a escala dos estádios de idade, enquanto outro permaneça no mesmo estágio durante longos tempos geológicos.

4.) Ao se entrar na consideração dos rios amazônicos propriamente, vê-se que eles podem ser repartidos, em linhas gerais, em três grandes grupos, que, naturalmente, estão ligados entre si por tipos intermediários.

São êles:

- 1.) rios de água turva, barrenta, amarela, chamados de “água branca”;
- 2.) rios de água limpa, transparentes, de côr verde, verde-amarelo até verde escuro de oliva;
- 3.) rios de água transparente, de côr verde-oliva escuro até marrom de café, ou marrom avermelhado; êstes, e às vêzes também os rios do grupo anterior (transições) são chamados de “água preta”.

Como exemplos do primeiro grupo, podem ser citados o Amazonas propriamente dito com o Rio Solimões, e o Rio Madeira; do segundo grupo, o Rio Tapajós com os seus dois formadores, Rio Juruena e Rio São Manoel; do terceiro grupo, o Rio Negro e o Rio Cururú (afluente do alto Rio Tapajós).

A tabela seguinte mostra como êstes grupos se distinguem em côr e transparência (ambas determinadas com a placa de Secchi):

Tabela n.º 1

Rio	Lugar	Data	Estação do ano	Transparência	Côr
Amazonas, Santarem.....		9-12-1940	Fim da estação sêca	0.30 m	Amarelo de barro, ocre, pouquinho para oliva.
Amazonas, Santarem.....		12- 3-1948	Estação chuvosa	0.20 — 0.25 m	Como em cima
Rio Madeira, Tres Casas.....		17-11-1941	Fim da estação sêca	± 0.10 m	Ocre
Rio Juruena, Barra do São Manoel.....		4- 5-1941	Fim da estação chuvosa	1.70 m	Verde-ocre
Rio Juruena, Barra do São Manoel.....		27- 6-1942	Estação sêca	3.50 m	Verde-amarelado
Rio São Manoel, Barra do São Manoel.....		6- 5-1941	Fim da estação chuvosa	1.48 m	Verde-amarelado
Rio São Manoel, Barra do São Manoel.....		27- 6-1942	Estação sêca	2.50 m	Verde-amarelado
Rio Tapajós, Itaituba.....		10- 8-1946	Estação sêca	3.85 m	Verde-amarelado
Rio Cururú, Missão São Francisco do Cururú.....		31- 3-1941	Estação chuvosa	2.30 m	Marrom, como revelador fotográfico usado
Rio Cururú, Missão São Francisco do Cururú.....		28- 3-1942	Estação chuvosa	2.15 m	Como em cima

A pequena transparência das águas brancas indica a grande quantidade de matéria em suspensão contida nestas águas.

Os tipos de rios, porém, não se distinguem só pelos característicos físicos das águas; diferença igualmente notável existe também na formação do terreno das margens. E dela, em conjunto com a côr

e a turvação da água, é fácil encontrar relações com o processo de envelhecimento.

a.) Os rios de “água branca” (primeiro grupo) desenvolvem na planície uma atividade extraordinariamente acentuada, que modifica constantemente os seus cursos, em forma de sedimentação e erosão intensivas e simultâneas.

Os trechos que estes rios percorrem em regiões montanhosas não se podem examinar na parte brasileira do sistema amazônico, estando eles, como estão, situados fora do país.

Observando, por exemplo, a vasta bacia do Amazonas, colmatada pelos sedimentos do lago amazônico do terciário, vemos que o Amazonas cavou nêles uma larga vala e que êle encheu, depois, de novo, grandes partes dela com as próprias aluviões recentes, entre as quais se estende o enorme leito do rio, muitas vêzes partido em numerosos braços e entremeado de grandes e pequenas ilhas.

Estas aluviões fluviais recentes formam extensa planície baixa, de solo fértil, a chamada “várzea”, que, durante o verão amazônico — a estação sêca — fica até poucos metros acima do nível do rio e, por isso, seca; durante o inverno, a estação chuvosa, ela se torna, porém, anualmente alagada e fica coberta pela água em diferentes alturas. Em grande parte, a várzea é coberta de campos, interrompidos localmente, às vêzes, por grupos de árvores e arbustos, que lhe dão nestes lugares, o aspecto de uma paisagem de parque. Em parte, especialmente em terrenos que já se elevaram mais, encontra-se também o mato, a floresta de várzea que, na sua composição florística, distingue-se da floresta alta da “terra firme” não alagável, como também da floresta de igapó, de que se tratará mais adiante.

Quando se fala aqui de floresta em terreno que “já” se elevou mais, entende-se que o terreno de várzea — onde não está sujeito a uma erosão lateral que o ataca horizontalmente — também hoje ainda cresce em direção vertical por sedimentação repetida em cada inundação hibernal. O crescimento vertical do terreno é acompanhado por uma seqüência típica de vegetação (ver Huber).

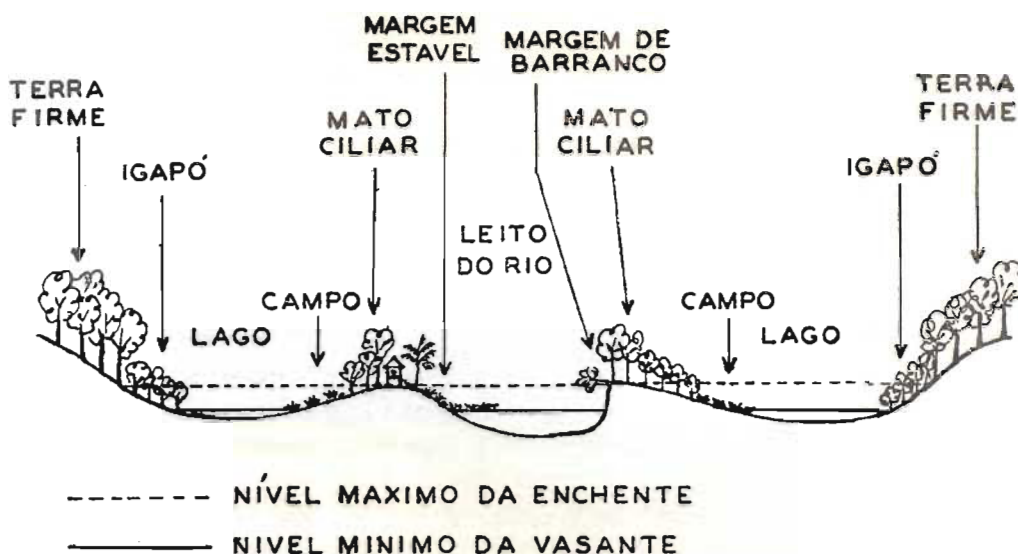
A deposição mais forte do material suspenso na água branca ocorre, via de regra, perto da margem do rio. Explica-se: a água "branca", isto é, a água rica de partículas em suspensão, sai do leito do rio e entra na várzea. A vegetação que cobre a terra logo freia a correnteza e provoca, desta forma, a sedimentação, de maneira que a água que se espalha vagarosamente para dentro da várzea, se torna cada vez mais pobre em material sedimentável. Como a floresta da várzea impõe exigências específicas, quanto ao tempo e à altura da inundação, encontramo-la como mato ciliar (floresta de galeria) nas margens fluviais onde ocorre uma deposição do material em suspensão trazido pelo rio.

Atrás dessa faixa mais alta de terra, o terreno da várzea em geral desce de novo lentamente, formando uma bacia rasa, cujas partes mais profundas são ocupadas por grandes ou pequenos lagos.

Além do verdadeiro mato ciliar, e por detrás do mesmo, se encontram muitas vezes outras faixas de uma floresta idêntica, as quais se estendem estreitamente em linhas retas ou curvas, como se pode observar nitidamente num vôo de avião. Trata-se aqui de antigas linhas marginais do rio onde a sedimentação era mais forte. Nestas linhas de mato, o observador pode "ler" diretamente a história da várzea, ganhando uma impressão imediata da dinâmica de um rio de água branca.

Do lado oposto ao rio, do declive da "terra firme" para o vale colmatado pela várzea, somente muito pouco ou nenhum material sedimentável entra na várzea. Pois a "terra firme", em geral de solos pobres de origem terciária, é mais ou menos plana e a sua superfície é protegida contra a erosão por alta floresta. Desta maneira, a água que corre da "terra firme" para a várzea (chuvas e igarapés durante a estação chuvosa) não pode trazer material suspenso e sedimentável em quantidades apreciáveis.

O corte transversal típico da baixada amazônica, como exemplo de um rio de água branca com o seu ambiente, sempre repetindo-se como um mesmo tema com variações, tem, pois, um aspecto como o indicado no seguinte esquema (n.º 1).



Esquema 1: Corte transversal ideal pelo vale de um rio de água branca; ampliado excessivamente em altura e reduzido em sentido horizontal.

Corte transversal típico pelo vale de um rio de água branca: Do leito do rio, em trechos retos, chamados “estirões”, a margem da várzea se levanta ou como beira íngreme, quebrada, “barranco”, ou como escarpa, temporariamente estável, de 45°. Junto, segue uma faixa de terreno um pouco mais elevado que carrega a floresta ciliar e na qual se acham também as casas dos moradores — sendo que esta faixa fica menos profundamente submersa durante a enchente anual — e, mais para dentro, estendem-se os campos baixos, alagáveis durante o inverno. A parte mais baixa da depressão seguinte é geralmente ocupada por um lago raso que persiste parcialmente também na estação seca. Atrás dele, finalmente, sobe a terra firme, de modo relativamente abrupto. Entre ela e o lago, existe em geral uma estreita faixa de “igapó”, explicado mais tarde.

A fotografia (n.º 1) de uma formação típica das beiras de um rio de água branca, feita no Paraná de Alenquer, um braço setentrional do Baixo Amazonas, ilustra o esquema e a descrição.

Quando um rio de água branca deposita no leito, em lugares de menor correnteza, bancos de areia e barro que se desenvolvem para formação de ilhas, estas também são mais altas nas margens e

têm, no centro, quase sempre um lago de maior ou menor tamanho, ou apresentam mesmo a forma de uma ferradura, cuja abertura se acha na ponta baixa da ilha. A vegetação destas ilhas é sempre a vegetação típica de várzea.

Como vimos, a baixada inundável que acompanha o leito fluvial dos rios de água branca, a chamada várzea, é, pois, terra de aluvião recente, trazida pelo próprio rio.

Como já se mencionou, os rios de água branca da Amazônia não somente sedimentam, mas também exercem uma forte atividade de erosão que ataca as margens dos rios em sentido horizontal.

Assim como estes rios, desde o início da sua existência, quer dizer, depois do esvaziamento do gigantesco lago interno amazônico de água doce, terminada a época do terciário, cavaram, nos sedimentos moles do fundo daquela anterior bacia lacustre, as largas baixadas dos seus talvegues (para em seguida enchê-las de novo parcialmente com as próprias aluviões), dessa mesma forma eles hoje, também, ainda roem as suas beiras, alterando os cursos dos seus leitos. Esta atividade atual de erosão pode, agora, ter um efeito ainda maior, sendo que o material das recentes aluviões fluviais é ainda mais mole que o sedimento do lago terciário. Porisso, em lugares com forte erosão marginal, sempre encontramos os chamados "barrancos", beiras quebradas, mais ou menos verticais, como a fotografia n.º 2 nos dá um exemplo.

Em alguns rios grandes de água branca, como no Rio Solimões e no Rio Madeira, se conhece o fenômeno das "terras caídas". Este consiste em que às vêzes, principalmente quando as águas sobem no comêço do inverno, trechos de beira de barranco, anteriormente lavados por baixo pela correnteza, quebram de repente e caem para dentro do rio com um estrondo semelhante a um trovão, arrastando consigo tôda a floresta marginal que se desenvolvia sôbre eles. Muitas vêzes, uma tal queda provoca outras na sua vizinhança, de maneira que as "terras caídas" podem-se espalhar continuamente por quilômetros sôbre a margem.

Quando um trecho marginal de um rio de água branca alcança, por causa de fraca correnteza local, uma estabilidade temporária, êle forma um talude de 45°, tipicamente coberto de capins Canarana (ver Black) e desprende um tapête flutuante dêsses capins sôbre a

superfície do rio, ao longo da margem, em forma de uma faixa de alguns metros de largura. A fotografia n.º 3 mostra um tal aspecto da margem durante o tempo da enchente. Com o comêço do inverno, quando as águas sobem, partes dêsse tapête flutuante são arrancadas da margem e descem então o rio como ilhas flutuantes de capim.

O material que, pela erosão, entra de novo na água dos rios de água branca em forma suspensa, é transportado pela correnteza em direção à embocadura do rio e ao mar. Em parte, é carregado, neste sentido, diretamente até onde a água do Amazonas é apanhada pela corrente do mar que sobe a costa brasileira, e forçada em direção a Noroeste, ao longo da costa do continente, de maneira que esta parte se deposita, na sua maioria, na costa das Guianas. Ali, êsse material transportado e sedimentado torna o mar muito raso, formando um obstáculo à navegação costeira. E o mesmo material se encontra ainda muito mais longe, mais ao Norte, até às ilhas Bahamas. Em parte, porém, o material suspenso é depositado mais uma, ou algumas vêzes, no percurso do rio para ser submetido a novas erosões, até poder afinal continuar a viagem rio abaixo, em direção ao oceano.

As cifras indicadas por FRIEDRICH KATZER (pág. 46) e aqui citadas mostram as quantidades enormes de substâncias suspensas que o Amazonas conduz ao mar:

“Pelo cálculo feito, o Amazonas anualmente despeja pela garganta de Obidos 618.156.000 tons., em média, de materiais em suspensão e dissolvidos na sua massa d’água...”

Conforme as análises de KATZER, redondamente 2/3 desta soma, quer dizer 400×10^6 t por ano, são partículas minerais em suspensão.

A forte turvação dos rios de água branca, em comparação com os rios transparentes de água limpa e preta, mostra que êsse material, conduzido ao mar pelo Amazonas, deve provir, na maior parte, dos afluentes de água branca do rio principal e, com isto, em última análise, das cabeceiras dos mesmos. Aí é de máxima importância a constatação de que todos os típicos rios de água branca nascem na região andina, geològicamente nova, ou nos contrafortes dela. Compreende-se que justamente ali existam as condições necessárias para a formação de água branca e que constantemente fornecem suficiente

quantidade de material transportável. Tais condições se encontram nos seguintes fatos:

Formação da topografia da superfície terrestre em tempos geologicamente recentes (o processo do levantamento dos Andes ainda persiste) de modo que ainda não há nenhuma aproximação à peneplanície; processos intensos de decomposição da matéria prima geológica (a decomposição, provavelmente, deve ser influenciada, também, pelo clima, não apenas quantitativa, mas também qualitativamente, em direção aos produtos finais); e acentuada erosão, condicionada pela qualidade do solo, forma do terreno, quantidade de chuva, etc. Esta forte atividade que ataca a crosta terrestre, nos Andes, faz com que os rios, vindos de lá, sempre tenham à disposição bastante material para o transporte em forma suspensa, para poder manter a sua "água branca" com tôdas as conseqüências típicas (leito fluvial lábil na planície, zona alagável de terra sedimentar) em todos os seus longos cursos.

Dependendo, desta maneira, as características de um rio de água branca da juvenildade e da intensidade dos processos geológicos nas suas cabeceiras e (ou) na região percorrida, o tipo até agora descrito do rio de água branca deve ser denominado juvenil. Pois é êle que aparece primeiro — ou pelo menos pode aparecer primeiro — quando uma paisagem, depois de processada a sua formação (ou trans— ou reformação) começa a sua evolução em direção à peneplanície. Em todo caso, nenhum dos dois tipos seguintes de rios pode preceder-lhe cronologicamente.

Deve-se mencionar aqui a importância econômica do material suspenso nos rios de água branca pela deposição do mesmo nas margens e pela formação de um terreno típico de aluvião: a várzea alagável.

As ilhas também, perto da bôca do Amazonas, têm parcialmente a mesma origem. A várzea e estas ilhas possuem os solos mais férteis de tôda a região amazônica, o que é compreensível pelo fato de se tratar aqui de sedimentos recentes, produtos da decomposição recente da crosta terrestre, sempre com fresca superfície exposta nos Andes, e que as inundações periódicas anualmente depositam na várzea, como camada nova de solo fresco.

Atualmente, a várzea é a zona mais importante para uma agricultura racional no vale amazônico, e sua importância para tal fim tende a crescer no futuro cada vez mais. Hoje em dia, os campos naturais da várzea, nas margens do Baixo Amazonas, são utilizados extensivamente para criação de gado. Nas faixas marginais, mais altas, da várzea, depois da derrubada e queima do mato ciliar, cultivava-se a juta (ver fotografia n.º 4) que foi introduzida em 1931 pelos japoneses e selecionada por eles e pelo Instituto Agrônomo do Norte, tendo hoje conquistado já o segundo lugar entre os produtos amazônicos de importância econômica.

Plantam-se também, na várzea, milho, feijão, etc., no sistema antigo de cultura de verão. Toda a importância da várzea e das ilhas só se tornará visível, porém, quando, algum dia, as inundações anuais forem controladas pelo emprêgo da técnica moderna. Estas regiões se transformarão, com toda a probabilidade, em zonas de grande cultura de arroz, com a capacidade potencial de se tornarem as maiores do mundo. As medidas técnicas para uma irrigação controlada, aliás, deverão regular somente as inundações anuais, para evitar o prejuízo que causam, mas não impedi-las por completo. Pois a deposição anual de uma nova camada de solo, trazida dos Andes e sedimentada durante a cobertura periódica pela "água branca", é condição para uma fertilidade contínua da várzea.

b.) Como tipo seguinte de rio, encontramos os rios de água limpa, representados principalmente pelos rios que descem dos maciços do Brasil Central e das Guianas.

Ao contrário dos rios de água branca, eles geralmente possuem um leito fluvial estável. Por causa da base mais sólida, sua atividade de erosão é fraca. Suas cabeceiras se encontram em regiões geologicamente mais antigas e geralmente mais ou menos planas onde, bem diferentemente das condições nos Andes, os processos de decomposição ou geotectônicos da crosta terrestre são de pequena intensidade e onde a planificação já está em grande parte concluída.

Por isso, pouco material de solo, suspensivo e transportável, está à disposição de tais rios. Todas estas circunstâncias contribuem para que estes rios não criem uma várzea na parte principal dos seus cursos; a terra firme, coberta de floresta alta, avança em geral até

a margem do rio. A fotografia n.º 5 mostra uma tal paisagem marginal, típica de um rio de água limpa, do médio Rio Tapajós.

As cabeceiras destes rios muitas vezes se acham fora da zona da floresta amazônica, nos "Campos cerrados" mais altos e mais secos do planalto de Mato Grosso, ou nos "Campos gerais" das Guianas. Estes campos, agora, devem sua origem a processos de desgaste da superfície terrestre e de adiantada formação de estepes; por isso, estão em completa oposição aos campos aluviais da várzea dos rios de água branca.

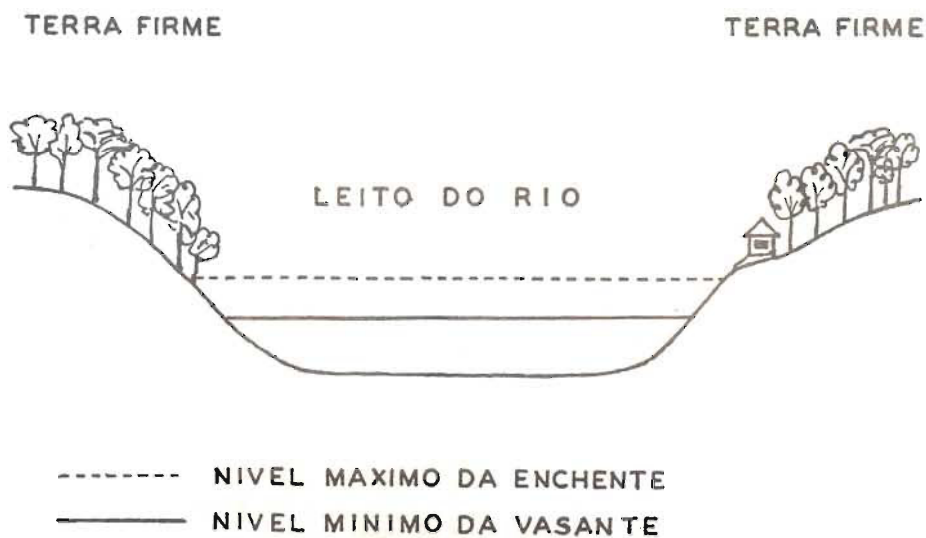
Nêles também existe floresta de galeria nas beiras dos rios, mas não por causa de uma faixa mais alta de terra, como na várzea, e sim por efeito da umidade do solo que é maior na proximidade das margens dos rios do que dentro do campo, muito seco durante o verão.

A maior parte do curso destes rios, porém, atravessa a região florestal amazônica num leito firmemente definido e limitado por rochas mais ou menos duras. Através de uma paisagem levemente ondulada, até de morros, ela desce dos planaltos das cabeceiras à baixa planície amazônica — a bacia colmatada pelos sedimentos do lago do terciário — e se estende em geral sobre granitos e gnaisses arqueanos, ou — como no curso superior do Tapajós e nos seus formadores Juruena e São Manoel — arenitos duros, formados provavelmente na época do Cretáceo. Os leitos fluviais, nestes trechos, são providos de muitas cachoeiras que, no arenito, atravessam transversalmente todo o leito em bancos, chamados "travessões", formando descidas em forma de escadas, como p.e. na Cachoeira do Chacorão do médio Rio Tapajós, ou representam verdadeiras altas quedas d'água, como no Salto Augusto no Rio Juruena ou na Cachoeira "Pössörörök" do Rio Cururú de 25 a 30 m de altura e da qual a fotografia n.º 6 dá uma idéia. Na região do granito, porém, as cachoeiras consistem em cabeças arredondadas de pedras que surgem irregularmente no leito, formando, às vezes, um verdadeiro labirinto de canais e blocos de rochas.

Onde, nesta parte do rio, existem ilhas, estas só raras vezes se formaram pela deposição de substâncias em suspensão na água, em virtude da escassez das mesmas. Também a correnteza, em geral relativamente forte, quase nunca permite uma tal sedimentação. Somente areia, transportada no fundo do leito (como em todos os rios

da Amazônia), acumula-se em certos lugares, formando grandes e pequenos bancos de areia, chamados “coroas” que, na estação seca, ficam acima do nível da água, mas quase nunca se tornam tão altos e estáveis que uma vegetação duradoura se possa localizar nêles. Ou são as ilhas nesta zona partes remanescentes da “terra firme” e baseadas em maiores ou menores rochas, que até agora resistiram aos processos de desgaste dos fatores do clima, que atacam de cima, e à erosão lateral da água corrente.

O Esquema n.º 2 representa um corte transversal ideal pelo curso de um tal rio de água limpa, o qual pode ser designado como o tipo da idade mediana de um rio.



Esquema 2: Corte transversal ideal pelo vale de um rio de água limpa; ampliado excessivamente em altura e reduzido em sentido horizontal.

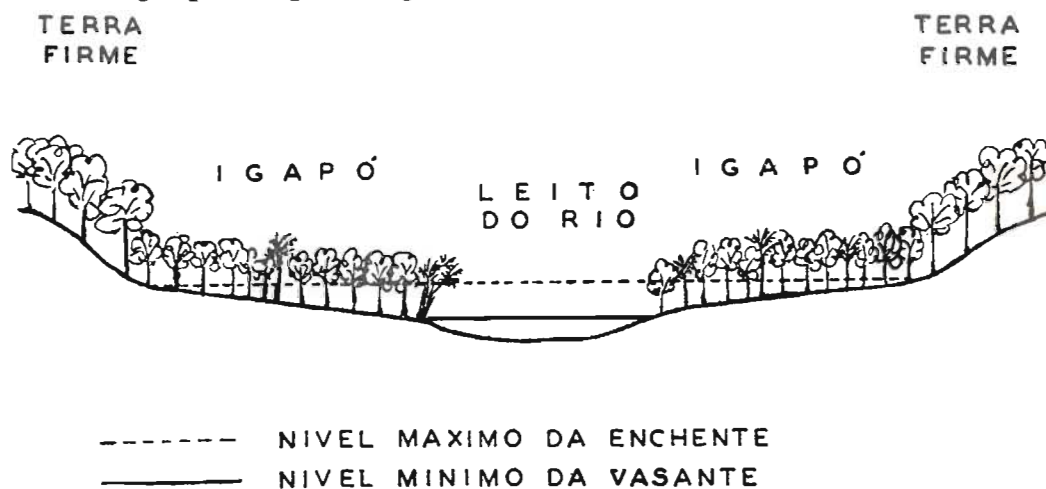
c.) O terceiro tipo, representado pelos rios de água preta, é caracterizado mais nitidamente pela sua água marrom e transparente.

A cor varia nos diversos rios entre marrom-oliva, marrom de café e até marrom avermelhado. A transparência corresponde bem à dos rios de água limpa, podendo-se comparar os rios, naturalmente, só em correspondentes estações do ano. Fica patente, desta maneira, que estes rios também só dispõem de quantidades mínimas de substâncias em suspensão para o transporte. Todavia, areia, des-

locada no fundo, também existe aqui, e é lógico que na ausência de partículas suspensas, capazes de sedimentação, o chão do leito destes rios seja constituído praticamente só de areia ou pedras.

O fenômeno mais notável no ambiente dos rios de água preta são os largos vales que eles elaboraram no terreno, pelo menos em certos trechos; o fundo destes vales é então coberto por uma floresta característica de inundação, o chamado "igapó", pelo qual o verdadeiro leito fluvial se estende, ora em meandros, como no Rio Cururú, ora numa largura formidável de muitos quilômetros como no Rio Negro. A fotografia n.º 7 representa uma vista do vale do Rio Cururú, cheio de igapó e com uma largura de mais ou menos 10 km.

O terreno do igapó não é então formado por crescimento — como a várzea dos rios de água branca —, pela deposição vertical de partículas suspensas na água (a água preta praticamente não carrega tais partículas), mas sim o resultado de processos de desgaste da superfície terrestre e, quando muito, talvez recolmatado em alguns lugares, e até um certo grau, pela areia transportada no fundo do leito fluvial. Por isso, porém, ele nunca alcança, em relação ao nível mais alto do rio durante a enchente, a altura registrada perto da margem do rio, no caso da terra aluvial da Várzea dos rios de água branca. O corte transversal esquemático pelo talvegue de um rio de água preta é, pois, o seguinte:



Esquema 3: Corte transversal ideal pelo vale de um rio de água preta; ampliado excessivamente em altura e reduzido em sentido horizontal.

Os lagos que eventualmente se encontram dentro da zona do igapó, e que, por exemplo, acompanham em grande número os meandros do Rio Cururú correspondem a antigas curvas cortadas do rio, cujas entradas e saídas foram mais ou menos obstruídas por bancos de areia aí depositados. São os lagos, pois, de origem completamente diferente dos lagos encontrados, por exemplo, na várzea do Baixo Amazonas.

As ilhas nos leitos dos rios de água preta ou são remanescentes do terreno original, ou se originaram de bancos de areia acumulada, os quais, como no baixo Rio Negro, tiveram tempo, em virtude da fraca correnteza do rio largo, de cobrir-se de floresta de igapó, consolidando-se desta maneira.

A floresta de igapó é inundada, anualmente, durante um tempo mais ou menos longo, até uma certa altura, dependendo ambas as coisas da altura relativa do chão do igapó. Uma das sensações mais impressionantes que um viajante pode ter na Amazônia, consiste em andar com a canoa por entre essa floresta de igapó, escura e silenciosa, onde a superfície da água, lisa e escura, produz os reflexos mais perturbadores que uma fotografia (ver fotografia n.º 8) com dificuldade pode reproduzir. Como é na proximidade da margem do rio que se encontra, não a mais alta, mas a mais baixa parte do terreno de igapó, a verdadeira beira do rio se torna visível durante um período muito curto do ano. A floresta inundada geralmente chega ao leito aberto do rio de maneira abrupta e sem a faixa limitativa de capim flutuante. Com a canoa, pode-se penetrar da água aberta do rio para dentro da floresta de igapó, sem precisar vencer um obstáculo de terra, quando não se teme a galharia da floresta, muitas vezes cheia de formigas, e as palmeiras espinhosas como, por exemplo, o comum Jauarí (*Astrocaryum javari*). Dessa forma, um rio de água preta muitas vezes dá a impressão de não ter beiras, sendo constituído somente de uma faixa limpa e aberta dentro da floresta inundada. A fotografia n.º 9 mostra uma tal margem de igapó no Rio Cururú.

A água "preta" tem sua cor marrom graças ao igapó. Mais ou menos constantemente, ela está em contacto com o material orgânico morto, fornecido pela vegetação do igapó, e o transforma parcialmente em substâncias de humus, dissolvidas ou coloidalmente dissolvidas. A formação e a qualidade destas substâncias de humus, que se formam e entram na água, também dependem provavelmente do quimismo da mesma. As águas que contêm certo teor em cálcio, por exemplo, excluem logo de antemão a possibilidade de entrarem na formação da água preta, pois se formariam nelas humatos de cálcio, insolúveis. De fato, sempre encontramos na água preta uma alta acidez que representa uma reduzida capacidade de tampão e, com esta, pobreza em sais dissolvidos.

Análises químicas completas de típicas águas pretas, porém, até agora não puderam ser feitas; também não existem estudos minuciosos sobre o complexo de problemas das condições e processos químicos na formação da água preta. Da mesma forma, não se sabe se a qualidade da matéria prima vegetal que entra em contacto com a água exerce uma certa influência; esta possibilidade se acha apenas mencionada na literatura amazônica geral (KOCH-GRÜNBERG) como simples conjectura.

Como, aliás, o igapó influi na água preta, mostra o curso do Rio Cururú, na seguinte tabela n.º 2. Vindo de regiões desconhecidas da zona de arenitos pobres de uma parte do maciço central-brasileiro, o Rio Cururú se precipita, mais ou menos 220 km acima da sua boca no Rio Tapajós, na queda d'água Pössörörök (que na língua dos índios Mundurucú, significa "casa de andorinhas"), de 25 a 30 m de altura (ver fotografia n.º 6), e na adjacente série de cachoeiras de Kereputjá ("Muita caça"). Aí, ele ainda não conduz água preta muito bem pronunciada. Abaixo desta zona encachoeirada, começa a larga faixa de igapó, na qual, cerca de 100 km. abaixo de Kereputjá, se acha situada a Missão São Francisco do Cururú. A tabela indica nitidamente, na água do rio, um enriquecimento em substância orgânica (consumo de $KMnO_4$) e em gás carbônico dissolvido no percurso deste trecho do rio envolto em igapó, substâncias que só podem ser provenientes do próprio igapó.

Tabela n.º 2

ESPECIFICAÇÃO	Rio Cururú em Kereputjá	Rio Cururú na Missão São Francisco do Cururú
Data.....	13-4-1942	28-3-1942
Côr.....	Marrom-amarelo-esverdeado	Marrom puro
Transparência.....	2.00 m	2.15 m
Temperatura.....	25.2°C	25.4°C
pH.....	4.9	5.2
CO ² livre, em mg/litro.....	1.04	4.41
Substância orgânica (Consumo de KMnO ⁴ em mg/litro).....	27.9	35.1

Sobre o Rio Negro, que é o maior representante dos rios de água preta, e sobre o seu ambiente, não se puderam, até agora, fazer estudos próprios. Mapas e descrições, porém, (p.e. de KOCH-GRÜNBERG) demonstram que a origem de sua água preta não está localizada nos próprios Andes, mas no terreno muito planificado e coberto de florestas e "caatingas" inundadas, que se encontra antes deles. A forma plana do terreno, a floresta que protege a superfície terrestre contra a erosão, e — especialmente nas "caatingas" — o solo extremamente lavado e extraído permitem, neste caso também, apenas um fornecimento insignificante ou nulo de substâncias em suspensão na água.

Depois de um rio ter elaborado, no decorrer do tempo, um largo vale fluvial que ele não conseguiu mais encher com as próprias aluviões e que, na Amazônia, se cobriu de floresta de igapó, que dá à água a cor marrom, ele se torna um rio de água preta e representa, pois, um tipo de rio envelhecido.

Na descrição dos rios de água branca e de água preta, falamos de "várzea" e de "igapó". Ambos os termos são, porém, fácil e comumente confundidos, de maneira que será talvez conveniente definir e confrontá-los mais uma vez e mais em detalhe.

A confusão vem geralmente do fato de serem ambas as formas de terreno periódicamente inundadas. Também as definições dadas na literatura não são muito exatas e baseiam-se nas diferenças graduais de inundação mais ou menos longa, quer dizer na maior ou menor altura do chão em relação ao nível das águas altas da enchente. Existem, porém, diferenças fundamentais na formação dos dois tipos de terreno e que podem servir como base para uma definição mais nítida e mais simples dos dois termos, embora uma nova definição venha forçar um pouco, em alguns lugares da Amazônia, a noção popular que, aliás, também não tem limites bem determinados para ambos os termos.

A "várzea" é um terreno instável, novo e de origem recente que deve a sua formação a um processo de sedimentação de partículas suspensas, trazidas de outras regiões (em geral dos Andes) pelas "águas brancas", barrentas. Esse processo ainda persiste com plena intensidade. O "igapó" é um terreno mais estável, mais antigo, criado não pela sedimentação, mas pela erosão. Ambos os tipos de terreno são inundados durante um certo tempo do ano; a várzea, porém, possui uma tendência a elevar o nível do seu chão e com isso, ao mesmo tempo, de encurtar o período da inundação anual. No igapó, mesmo em grau mínimo, existe, ao contrário, a tendência a baixar o nível e a prolongar o período da inundação. Na várzea, os pontos mais altos do terreno são faixas que ficam perto da margem do rio e que carregam mato ciliar (de galeria); por detrás destas faixas, a terra diminui de altura, num declive muito suave, e é coberta por "campos" alagáveis e, nas zonas mais baixas, por lagos rasos. No igapó, o chão é plano ou cresce em altura, da margem do rio em direção à terra firme, isto é, em direção ao terreno ainda não erodido e não alagável atrás do vale do rio, e uniformemente coberto pela floresta específica de igapó; no caso de existirem lagos, estes se acham distribuídos irregularmente e têm sua origem em antigos e cortados meandros do rio. O solo da várzea é fértil, tem um pH mais ou menos próximo do ponto neutro, e sofre anualmente os benefícios de uma nova sedimentação, durante a enchente; o solo do igapó é extremamente pobre, ácido e extraído por cada inundação. Em outras palavras: "várzea" é o comêço, "igapó" o fim da evolução do ambiente de um rio.

5.) Como é fácil ver, o sistema aqui referido de estádios de envelhecimento de rios se baseia, principalmente, nas diferentes quantidades de matéria anorgânica em suspensão que são introduzidas na água fluvial, o que depende do envelhecimento do terreno do ambiente. Desta forma, o processo de envelhecimento pode ser facilmente deduzido também teoricamente:

Depois da formação (ou re- ou transformação) de uma região por processos geotectônicos, quer dizer, no comêço dos processos de planificação da superfície da terra, a erosão é mais forte, e, com ela, a introdução de substâncias suspensas na água do rio e o transporte das mesmas se processam mais intensivamente (estádio de “água branca”). Com o decorrer do tempo, a quantidade de material pronto para o transporte diminui sempre mais, — a das partículas finas em suspensão mais depressa do que a da areia mais grossa. Conforme a dureza da base do terreno, o rio cava com maior ou menor velocidade um leito fluvial mais ou menos nitidamente definido e limitado, que vai persistir por um maior ou menor espaço de tempo (estádio de “água limpa”). Afinal, êsse leito se alarga sempre mais, também dependendo a rapidez dêste processo de alargamento da resistência do material térreo do ambiente; a introdução de substâncias anorgânicas em suspensão cessa quase por completo, somente areia se desloca ainda no fundo do leito, mas não consegue mais encher o largo vale fluvial até ao nível das enchentes dos rios. O fundo do vale se cobre, na Amazônia, com a floresta típica de igapó. A substância orgânica morta, proveniente da floresta, humifica-se parcialmente pelo contacto com a água pobre em sais dissolvidos (cal) (nos processos de erosão do solo, no clima chuvoso da Amazônia, não só as partículas finas e os colóides do solo foram lavados e extraídos, mas naturalmente também os sais solúveis) — e entra em solução, pela qual a água adquire sua cor mais preta ou marrom (estádio de “água preta”).

Como o envelhecimento não ocorre, em todos os lugares, de maneira uniforme, pela mesma medida absoluta de tempo, pois a rapidez da mesma depende, entre outras coisas, da capacidade de resistência do terreno contra a erosão e da intensidade dos fatores climáticos de decomposição, a duração dos diversos estádios de envelhecimento varia bastante em diferentes rios e regiões. Nos Andes,

por exemplo, os processos geotectônicos de levantamento da crosta terrestre ainda persistem; por muito tempo, os rios, vindos de lá, poderão manter o seu estágio juvenil de água branca, porque o material do solo, resultante de recente decomposição, está constantemente sujeito à erosão, acentuada nas montanhas, e é entregue aos rios para o transporte.

Em regiões com base firme, estável e dura, como nos maciços de granito do Brasil Central e da Guianas, o segundo estágio, representado pelos rios de água limpa, poderá permanecer durante um grande lapso de tempo. Em terreno mole, plano, como p.e., no solo sedimentário da região do terciário da bacia amazônica, os rios muito rapidamente escavarão um leito e um vale largos, e alcançarão assim, quase omitindo o segundo estágio, o seu estágio de velhice, o de água preta.

E às vezes — pelo fato de ser o envelhecimento em primeiro lugar uma questão de terreno e porque os estágios de envelhecimento podem ter durações diferentes em diferentes regiões — podemos até observar, no curso de um mesmo rio, ao mesmo tempo e separados no espaço, todos os três estágios de envelhecimento. O exemplo do Rio Tapajós explica rapidamente este fenômeno.

Como rio de água limpa, o Tapajós desce do maciço central-brasileiro sobre um leito firmemente elaborado e encachoeirado (ver fotografia n.º 5). Abaixo da vila de São Luiz, situada ao pé da última cachoeira, o rio entra na baixada da bacia amazônica; sua correnteza diminui, e mesmo que a água do rio traga consigo apenas uma pequena quantidade de partículas em suspensão, esta quantidade ainda é suficiente para formar, pela sedimentação da mesma no trecho seguinte do curso, de mais ou menos 150 km de comprimento, uma pequena, estreita, mas verdadeira zona de aluvião, de "várzea", da qual a fotografia n.º 10 pode dar uma idéia.

O vale do rio, alargando-se cada vez mais, é provido aqui de muitas ilhas sedimentares, grandes e pequenas, e na beira do mesmo se estende muitas vezes uma zona de várzea com a margem fluvial elevada e com lagos situados mais próximos da terra firme.

Dêsse trecho de "várzea", que lembra bem o ambiente típico de um rio de água branca, o Tapajós sai como que filtrado, com água muito transparente e de cor verde-oliva escura. A largura do vale

do rio, agora quase totalmente ocupado pelo próprio leito, aumenta mais e alcança de 13 a 15 km perto de Belterra (ver fotografia n.º 11). A correnteza se tornou mínima, e as margens são orladas de praias alvas de areia, nas quais, já em alguns lugares, uma pequena floresta de igapó começa a se desenvolver, ainda em pequenas extensões. Aqui já se nota, desta forma, uma aproximação ao terceiro estágio de velhice, o da “água preta”. A fotografia n.º 12 mostra o tipo de vegetação das praias do baixo Tapajós correspondente ao primeiro comêço de “florestas de igapó”.

Em relação aos estádios de idade dos rios, deve ser ainda mencionada aqui a formação de meandros. Achamo-la tanto em rios de água branca (Rio Purús, Rio Juruá) como de água preta (Rio Cururú). Ao contrário das concepções anteriores, ela está pouco ligada aos estádios de envelhecimento de rios, conforme o sistema relatado, mas depende somente da velocidade da correnteza, largura do vale fluvial, dureza do material do ambiente e quantidade de material transportado pelo rio (matéria em suspensão e areia no fundo do leito). Aliás, é fácil de compreender que em rios que se acham no último estágio de velhice, e que quase não dispõem mais nem de areia para o transporte, e ainda cuja correnteza reduziu-se ao mínimo, não pode mais haver formação de meandros. O último estágio de um rio é um vale e um leito fluviais cada vez mais largos, e com uma velocidade de correnteza da água sempre mais reduzida; êle constitui uma aproximação a um lago raso (na Amazônia, cheio de floresta de igapó) a qual se verifica paralelamente no terreno do ambiente, com aproximação do mesmo a uma peneplanície.

6.) a.) As propriedades físicas, facilmente observáveis, como a cor e a turvação da água, levaram-nos, até agora, à constatação de três principais tipos e estádios de idade dos rios amazônicos. As propriedades químicas das águas, entretanto, reconhecíveis por análises mais ou menos completas, especialmente dos pequenos igapós e fontes, mostram dependências nítidas entre o quimismo das águas e a geologia e mineralogia, e, com estas, a qualidade dos solos da região das cabeceiras.

Nos rios maiores, tais dependências, naturalmente, não podem ser mais reconhecidas ou só o podem ser em traços muito grosseiros, tratando-se, como é o caso, de águas mixtas que vêm de regiões

muito diversas e que são alteradas, além disso, nos seus longos cursos, pelas influências de fatores climáticos como eventualmente, também, por processos biológicos (atividade de plâncton, etc.). Em riachos pequenos, porém, se verifica como a água pode ser usada como um indicador para estudos sobre a qualidade dos solos amazônicos, com a finalidade de um aproveitamento eventual dos mesmos para a agricultura.

A cadeia das relações de dependências, parcialmente mútuas, da qual a água, na natureza, faz parte, se compõe mais ou menos da seguinte forma: Uma dada região possui uma certa base geológico-mineralógica e um certo clima; estes dois fatores fornecem a matéria prima e determinam a direção dos processos de decomposição à qual está sujeita aquela matéria prima, e, em conjunto, causam a formação do solo daquela região. (A respeito da influência do clima sobre formação do solo, sabe-se, p.e., que nos solos de climas mais frios é o alumínio que migra e a areia pura o estágio final da evolução, enquanto que nos solos tropicais, ao contrário, o ácido sílico migra e o produto final é o alumínio-hidrargilita.) Da qualidade do solo e também diretamente da base geológico-mineralógica, como parcialmente também do clima (quantidade de chuva), depende agora a composição química das águas que nascem naquela região; e desta composição química da água depende, em parte, a biologia da mesma.

A água subterrânea representa um extrato do solo que contém os sais existentes neste solo, em forma dissolvida; a água da chuva e toda aquela que entra em contacto com a superfície do solo extrai das camadas mais superficiais do solo sais dissolvidos e outras substâncias anorgânicas em forma suspensa, coloidal ou dissolvida. Desta maneira, a análise química de uma água permite certas conclusões sobre a qualidade do solo da região de onde ela procede.

E também a biologia de um corpo d'água, expressa na composição da sua flora e fauna, pode ser utilizada no mesmo sentido; pois a distribuição das espécies biológicas depende também, além dos fatores corográficos e históricos, das condições físicas e químicas do seu *habitat*. Em casos favoráveis, já a existência de uma só espécie de animal ou planta numa água pode ser suficiente para permitir uma conclusão segura sobre certas condições químicas desta água

e. com ela, também, sobre certas qualidades do solo e sobre a base geológico-mineralógica da região.

b.) Na Amazônia, análises químicas de águas só foram feitas, até agora, por FRIEDRICH KATZER, geólogo do Museu Goeldi em Belém do Pará, no fim do século passado. Em resumo, êle escreveu sobre os seus resultados "que do ponto de vista químico as águas do gigantesco rio são de uma pureza extraordinária. O mesmo se aplica, parcialmente ainda, à maior extensão dos seus afluentes pelo que se pode julgar do exame neste sentido, de modo que os cursos d'água e os rios da região do Baixo Amazonas apresentam as águas mais puras do mundo" (l.c., pág. 47).

Este fato não deve causar admiração quando se tem em mente as enormes quantidades de água de chuva que, no clima amazônico, diluem os rios. Análises de águas de fontes e águas subterrâneas deram, porém, segundo KATZER, também o mesmo resultado: "Tôda água subterrânea da depressão amazônica é extraordinariamente mole e pura; portanto a mesma qualidade possuem as fontes de água subterrânea especiais" (l.c., pág. 52). Aliás, KATZER já menciona também fontes minerais com um teor mais elevado em sais dissolvidos, como as termas de Ereré, perto de Monte Alegre, uma fonte amarga no Rio Tucandeiro (Tocandira), ou uma fonte perto do Rio Itapacurazinho que deposita estalactite silicosa.

c.) Na região amazônica, que pelo seu tamanho é muito uniforme em grandes trechos, o meio mais fácil de encontrar relações mais exatas entre a química das águas e a geologia-mineralogia ou a qualidade do solo do terreno, consiste em avançar do Baixo Amazonas em direção Norte ou Sul. Como mostra o mapa geológico, um tal caminho conduz, como corte transversal ideal, através de tôdas as formações importantes que existem na Amazônia. Partindo dos solos de aluvião recente da várzea, atravessam-se a uniforme região dos sedimentos do lago terciário de água doce, com os quais se encheu a grande bacia amazônica, e as faixas de depósitos marinhos do paleozóico com as erupções de diabásio que ocorrem principalmente nelas, até chegar aos complexos arqueanos das Guianas ou do Brasil Central. E escolhendo, p.e., o Rio Tapajós como rota de viagem, alcançam-se finalmente ainda as camadas de arenito, per-

tencentos provavelmente à época do cretáceo, que se superpõem ao arqueano.

Na várzea, na terra de aluvião do Amazonas, não há fontes, porque as camadas espessas de aluviões fluviais, recentes e moles, não chegaram a formar horizontes de fontes.

Das outras formações examinaram-se, até agora, mais detalhadamente as águas da região do terciário e das faixas do carbonífero. No devoniano até o presiluriano, puderam-se fazer algumas provas isoladas, e das águas da região do arenito do alto Rio Tapajós com o rio Cururú coletaram-se alguns poucos dados.

Na região do terciário examinaram-se as águas de uma série de fontes, igarapés e rios pequenos em diversas localidades perto de Santarém, em Belterra, e em Tomé-Assú no Rio Acará; e pelo menos o pH foi determinado na região de Maués e do Rio Paracuní, e na terra firme por trás de Três Casas, no Rio Madeira. Tôdas as análises deram, como resultado, um quadro muito uniforme e bem definido e confirmaram, da melhor maneira possível, a generalização de KATZER: As águas da região do terciário do Baixo Amazonas são tão puras e pobres em sais dissolvidos e substâncias suspensas, que representam quase água destilada, e é de fato possível que sejam as águas mais puras do mundo. Para a sua caracterização, acrescentem-se, em resumo na seguinte tabela, alguns dados (de estudos do autor ainda não publicados) sôbre o teor, nas águas analisadas, das substâncias mais importantes.

Tabela n.º 3

Águas da região do terciário do Baixo Amazonas	
pH.....	4.50 — 5.15
CO ₂ livre.....	4.4 — 91.5 mg/l
CO ₂ -Bicarbonatos.....	0 — 7.0 mg/l
Dureza em DHG (graus alemães).....	0 — 0.65
Correspondente a cálcio.....	0 — 4.6 mg/l
Alumínio.....	0
Manganês.....	0
Ferro total.....	0 — 0.68 mg/l
Cloretos (Cl').....	0 — 3.0 mg/l
Sulfatos (SO ₄ '').....	0
Nitratos (N ₂ O ₂).....	0 — 1.9 mg/l
Fosfatos (P ₂ O ₅).....	0
Ácido sílico dissolvido (SiO ₂).....	5.6 — 9 mg/l

A tabela mostra que apenas Nitratos podem estar presentes em quantidades relativamente grandes, e que o gás carbônico livre, às vezes, pode alcançar valores enormes. Ambas as substâncias, no terciário da Amazônia onde não existem depósitos de salitre que poderiam explicar a presença das quantidades encontradas de nitratos, devem ser compreendidas como produtos de atividades bióticas no solo, as quais, no clima tropical, são de uma intensidade muito mais elevada do que em climas mais frios. Todas as outras substâncias existem, na águas examinadas, em tão pequena quantidade que se mostra nitidamente a pobreza do solo da terra firme do terciário.

O teor tão pequeno em catiônios e aniônios (com exceção de gás carbônico livre), especialmente em bicarbonatos, permite às águas uma capacidade de tampão somente muito reduzida, de maneira que sempre encontramos nelas um pH extraordinariamente baixo para águas naturais que não contêm ácidos minerais livres, geralmente entre pH 4.5 e 5. Tais valores são completamente raros na Europa (afora as águas de brejos, distróficos, que representam um tipo bem especial), mas típicos para o terciário da Amazônia.

Como nas águas naturais normais — mas não nas chamadas águas minerais — o pH se regula quase sempre pelo sistema de tampão de bicarbonatos (bicarbonatos de sódio, potássio, cálcio e magnésio) e como já suficientes análises químicas de águas de diversas partes da Amazônia revelaram sempre a pobreza geral das águas em sais dissolvidos (com exceção das águas das faixas do carbonífero, que serão discutidas mais abaixo), é permitido tirar a conclusão de que em todos os lugares na Amazônia onde encontramos uma água com um baixo pH, a água e, com ela, também o solo das suas cabeceiras devem ser muito pobres em bicarbonato-aniônios e, por isso, também nos correspondentes catiônios (Na⁺, K⁺, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺).

A notável ausência completa de alumínio, em todas as águas até agora examinadas, pode também demonstrar, talvez, uma tal pobreza em catiônios no solo. Sabe-se que, como já citamos, enquanto nos climas mais frios a decomposição do solo conduz à areia como produto final, nos trópicos é a alumínio-hidrargilita que representa o ponto final da decomposição, isto é, nos solos de clima mais frio o alumínio migra e o ácido sílico é estacionário e, nos solos tropicais, o inverso é o caso. O alumínio no solo é uma substância trocável: introduzindo-se no solo catiônios fortes, p.e., de potássio.

o alumínio emigra. Desta forma se compreende talvez que não encontramos alumínio nas águas amazônicas porque — como outra vez mostram as análises de águas — no solo e na água do solo existem catiônios fortes em quantidades somente tão pequenas que não podem causar uma troca de iônios.

Ácido sílico, por outro lado, se encontra nas águas amazônicas mais ou menos na mesma quantidade como nas águas da Europa ou da América do Norte. Sendo, porém, tão pequeno o teor em outros sais, a percentagem de ácido sílico, em relação aos outros sais, é muito maior na Amazônia do que nos climas mais frios; mostra-se, desta forma, bem nitidamente a maior intensidade de migração do ácido sílico em solos tropicais.

O que foi dito acima, entretanto, não deve ser tomado como um resultado resumido e definitivo, mas somente como indicação de um grande complexo de problemas ainda pouco esclarecidos, mas que encontram expressão também nas condições químicas das águas.

As mencionadas análises de águas demonstram a pobreza dos solos na região do terciário da Amazônia, fato claramente reconhecido só nas últimas décadas, por experiências e estudos agrônômicos. Os mesmos característicos, aliás, possuem também os solos do antigo quaternário pleistoceno, ao redor de Belém do Pará. Até então, acreditava-se geralmente, por causa do aspecto majestoso, mas enganador, da floresta virgem, alta e frondosa, na fertilidade infinita destes solos. Mas as experiências de colonização agrícola, empreendidas em algumas partes da terra firme do terciário do Baixo Amazonas, e no pleistoceno a leste de Belém, como p.e. atrás de Santarém, na Estrada de Ferro de Bragança e em Tomé-Assú no Rio Acará, logo puseram termo a esta ilusão. Depois de derrubada e queimada a mata virgem, no primeiro ano o solo deu uma colheita regular. No segundo ou, mais tarde, no terceiro ano, a colheita se tornou tão pequena que uma posterior utilização agrícola do mesmo solo não se tornava mais lucrativa. Para poderem sobreviver, os colonos tinham que derrubar e queimar novos trechos da floresta e este processo vem se repetindo anos a fio, de forma que se desenvolveu um sistema de exploração destrutiva que já provocou uma devastação inútil e deplorável da floresta e do solo em grandes zonas, justamente naquelas regiões da Amazônia que oferecem condições favoráveis ao tráfego (ver fotografias ns. 13 e 14).

Sabemos hoje que a floresta amazônica – embora pareça um paradoxo – na realidade não cresce *do* solo, mas *sòmente sòbre* o mesmo, usando-o apenas como material de apoio. As árvores da floresta tiram a sua alimentação não do solo, ou o fazem *sòmente* em proporção muito pequena, mas dos restos mortos e em decomposição dos seus antepassados que se acumularam na superfície do solo numa camada fina, de geralmente mais ou menos 20 cm. de espessura. As substâncias alimentares continuam sempre as mesmas e apenas circulam pelas gerações das árvores na floresta. A derrubada e a queima, porém, interrompem esta circulação natural das substâncias nutritivas, destroem a fina camada superficial do solo e o expõem às influências do clima, à chuva e ao sol, quer dizer, à erosão e à destruição da atividade microbiana. As plantas cultivadas extraem do solo as últimas substâncias nutritivas e estas, finalmente, são carregadas pela colheita. Depois, o solo é empobrecido e se torna quase estéril e encontramos, como herança desta atividade agrícola, largas zonas devastadas, agora inúteis e cobertas apenas por uma raquítica floresta secundária, que é a chamada “capoeira”. Muito tempo será preciso para que esta capoeira se desenvolva outra vez em bela floresta alta, que, pelas suas madeiras, dará de novo à terra um valor econômico. Uma simples análise química da água poderia ter servido em tempo como advertência *sòbre* a verdadeira qualidade do solo, mostrando, como um indicador, a sua pobreza, e poderia ter servido para estimular pesquisas mais detalhadas e exatas *sòbre* o problema de como melhor se trataria a terra para garantir um resultado econômico favorável e duradouro, antes da destruição da floresta original e da aceitação do risco de um fracasso num grande empreendimento de colonização.

d.) Prosseguindo agora o nosso caminho do Baixo Amazonas em direção Norte ou Sul e saindo da terra firme larga e plana do terciário (ver fotografia n.º 15), para entrar na série de faixas paleozóicas, nas quais a paisagem é em geral levemente ondulada até acidentada, chegamos primeiro à faixa do carbonífero (ver fotografia n.º 16). A mineralogia da mesma é completamente diferente da do terciário, de maneira que podemos esperar também condições químicas diferentes nas águas que nascem nesta região.

A base mineralógica da zona do carbonífero consiste de depósitos marinhos, em parte arenito, mas em grande parte também calcáreo (ver fotografia n.º 17). Até mesmo um depósito de gipsita se encontra num lugar da margem do Rio Cuparí. Além disso, a série de formações paleozóicas foi rompida por diabásio, o que ocorreu provavelmente na época do triássico (ver fotografia n.º 18). Na decomposição, o diabásio fornece ali um solo mais ou menos vermelho, semelhante à famosa “terra rôxa” do Estado de São Paulo, no sul do Brasil.

Como a mineralogia, também a química das águas desta zona do carbonífero não é tão uniforme como a do terciário. Ao contrário, encontram-se aqui muitas vezes e a pouca distância águas muito diferentes. Onde as águas têm contacto somente com arenito, elas são pobres em sais dissolvidos e ácidas como as do terciário. Mas aquelas que nascem em outra base mineralógica são geralmente neutras até levemente alcalinas e, às vezes, muito ricas em sais. Examinaram-se águas no carbonífero, ao sul do Baixo Amazonas em Fordlândia e na região do Rio Cuparí, e ao norte do Amazonas nas Colônias de Alenquer e ao redor do Lago Salgado, ao norte de Oriximiná.

Uma pequena tabela pode dar outra vez uma idéia dos valores mais baixos e mais altos encontrados para diversas substâncias em águas do carbonífero amazônico:

Tabela n.º 4

Águas da região do carbonífero do Baixo Amazonas	
pH.....	4.5 — 7.8
CO ₂ livre	1.5 — 95.3 mg/l
CO ₂ -Bicarbonatos.....	0 — 385 mg/l
Dureza em DHG (graus alemães).....	0.4 — 28.6
Correspondente a Cálcio.....	3 — 204 mg/l
Alumínio.....	0
Manganês.....	0 — 0.16 mg/l
Ferro total.....	0 — 1.2 mg/l
Cloretos (Cl')	0 — 16.5 mg/l
Sulfatos (SO ₄ '')	0 — 557 mg/l
Nitratos (N ₂ O ₃)	0 — 2.3 mg/l
Fosfatos (P ₂ O ₅)	0 — 0.03 mg/l
Ácido sílico dissolvido (SiO ₂).....	3 — 48 mg/l

A diferença, em oposição às águas uniformemente pobres e ácidas da região do terciário, é realmente surpreendente e melhor não se poderia esperar. Já destes dados de análises pode-se concluir que ao menos em parte, os solos, das faixas do carbonífero ao Norte e Sul do Baixo Amazonas devem ser mais próprios para uma utilização agrícola do que a região do terciário. E de fato, certas partes destas faixas do carbonífero, nas quais se fez ou faz agricultura, como as Colônias Agrícolas de Alenquer e o Rio Cuparí, são conhecidas como férteis. Se alguma vez se iniciar a colonização agrícola, metódica, da terra firme da Amazônia, as melhores regiões para tal fim devem sem dúvida se encontrar nestas faixas do carbonífero.

Infelizmente se associa à reputação de fertilidade destas regiões a fama de insalubridade, especialmente em relação à malária. Esta doença, porém, não seria mais um obstáculo a uma colonização futura com os progressos da medicina tropical moderna. Mais grave, entretanto, deve-se considerar o perigo da disseminação da Schistosomose (*Schistosoma mansoni*) que até agora seguramente por mais de uma vez foi introduzida na Amazonia por alguns nordestinos, tornando-se endêmica, porém, somente num único lugar da região do carbonífero. Pois os gastrópodes (Planorbidae) que servem ao verme como hospedeiro intermediário existem nos pequenos igarapés mais ou menos neutros da região do carbonífero, enquanto os riachos extremamente ácidos das regiões do terciário são completamente livres de moluscos, de maneira que aí não existe o perigo de um alastramento dessa doença.

Das águas das faixas do Devoniano, Siluriano e Presiluriano que seguem o carbonífero, até agora só se fizeram algumas poucas provas isoladas. A base mineralógica aqui é arenito ou folhelho argiloso: não se conhecem depósitos de calcáreo ou gipsita. As águas até agora analisadas (no Rio Pixuna e nos Campos do Ariramba) correspondem às águas pobres e ácidas do terciário.

As águas dos maciços arqueanos de granito e gnais ainda não foram examinadas. E nas águas da região muito pobre de arenitos do cretáceo, no alto Rio Tapajós e no Rio Cururú, somente foi determinado o pH, que era muito baixo, indicando, pois, também nestas águas, uma grande pobreza em sais dissolvidos.

e.) O quimismo das águas, entretanto, não é constante; êle se modifica com a mudança da estação do ano. Durante a época chuvosa, a água que vem de camadas mais profundas do solo, se dilui com água das chuvas e apresenta, então, um teor menor em sais extraídos daquelas camadas mais profundas do que se verifica durante a estação sêca. Por outro lado, porém, a maior parte das águas pluviais, antes de chegar aos igarapés e rios, entra em contacto com a superfície terrestre e as camadas mais superficiais do solo, extraindo e arrastando delas certas substâncias que são carregadas para os rios.

Durante a estação sêca, matéria vegetal morta, como p.e. fôlhas, galhos, etc., se acumula no chão da floresta e começa a entrar em decomposição; os produtos desta decomposição, mais tarde, durante a estação chuvosa e principalmente no início dela serão transportados aos rios pelas chuvas. Nessa época, pois, as águas dos rios e riachos se acham muito mais ricas em substâncias orgânicas oxidáveis (consumo de KMnO_4 até 151 mg/litro) e em Nitratos (até 2.2 mg N_2O_5 /litro) os quais igualmente são de origem orgânica, e por outro lado mais ácidas e mais pobres em bicarbonatos, calcio, sulfatos, etc., substâncias provenientes de camadas mais profundas, do que durante a estação sêca.

Uma série de observações que abrangesse um ano inteiro, em conexão com os dados meteorológicos correspondentes, poderia certamente dar uma idéia mais ou menos exata sôbre a distribuição de certas substâncias nas camadas mais altas e mais baixas do solo e subsolo. Tal programa de trabalho, aliás, ainda não pode ser executado na Amazônia pela razão de que parece mais importante elaborar primeiro uma vista geral sôbre as condições limnológicas nas mais variadas partes da imensa região, e deixar para depois as pesquisas mais especializadas.

7.) Sôbre a biologia das águas amazônicas só muito pouco se sabe, até agora. As primeiras coleções hidrobiológicas e as mais completas possíveis, foram iniciadas há 10 anos, e nelas o autor foi ajudado ativamente, durante um ano (1947-1948), pelo Dr. RUDOLF BRAUN, do "Institut für Spezielle Botanik der Eidgenössischen Technischen Hochschule" de Zürich, Suíça. A classificação do material colecionado foi, no comêço, impedida pela guerra e suas con-

seqüências e somente agora foi iniciada, de maneira que, por enquanto, temos estudos só de poucos grupos de animais. Muito tempo ainda será necessário para que se possa dizer qualquer coisa geral ou definitiva sobre a hidrobiologia da Amazônia.

Somente dois fatos interessantes se apresentam até agora. O primeiro é concernente aos caracóis aquáticos, o segundo à existência de representantes de grupos, predominantemente marinhos, de animais na puríssima água doce da região do Baixo Amazonas.

a.) Dr. FRITZ HAAS, Curador de Invertebrados Inferiores do "Chicago Natural History Museum", que classifica os moluscos amazônicos coletados e que havia terminado o trabalho de classificação de uma primeira remessa, muito admirado e surpreso se mostrou ao receber uma segunda remessa. Perguntou êle se não poderia ter ocorrido um erro na rotulação dos moluscos e se não tinham sido coletados espécimes também na região dos Andes; pois êle encontrara, na segunda remessa, tantas formas de caracóis, até então conhecidas somente nos Andes, e nunca antes encontradas na baixada amazônica, que a um cientista consciencioso justas dúvidas tinham que surgir.

O estranho achado era fácil de explicar, não tendo nunca sido visitada nem sequer a vizinhança dos Andes e não havendo nenhuma possibilidade de engano. Os caracóis da primeira remessa eram todos oriundos dos grandes rios da região do Baixo Amazonas e dos rios de água pobre em sais e ligeiramente ácida da região do terciário e da de arenito do Rio Cururú. (Os riachos pequenos e extremamente ácidos do terciário são, como já se mencionou, completamente vazios de moluscos, provavelmente porque êstes animais não conseguem tirar, da água ácida, o cálcio necessário para a construção da casa). Quase toda a segunda remessa, porém, era daquelas estreitas faixas do carbonífero ao Norte e ao Sul do Baixo Amazonas, com os seus solos e águas diferentes, e nas quais até mesmo os menores igarapés, com um pH da água aproximando-se do ponto neutro, são tão cheios de caracóis que uma vez se contaram de 50-100 destes animais (*Ampullarius spec.*), e outra vez mais de 1.000 (*Planorbidae*) por metro quadrado. Deve-se supôr, agora, que as condições químicas nas águas andinas, pelo menos em parte, correspondem mais ou menos às condições predominantes nas faixas do carbonífero do

Baixo Amazonas, isto é, elas são mais ricas em sais dissolvidos do que os grandes rios da baixada do Baixo Amazonas, e, além disso, também mais alcalinas do que as águas do terciário amazônico. Uma razão a mais para tal suposição constitui o fato de que, na água do Baixo Amazonas mesmo — diluída e alterada pelas chuvas e pela influência de numerosos e grandes afluentes, vindos de regiões mais pobres —, a análise química ainda sempre revela um teor maior em sais dissolvidos e um pH mais alto, mais neutro do que, p.e., nas águas dos grandes tributários vindos das Guianas ou do Brasil Central. Como exemplo, confrontemos, numa pequena tabela n.º 5, as análises do Rio Amazonas em frente de Santarém e do Rio Tapajós em frente de Belterra (Análises feitas pelo Dr. R. BRAUN).

Desta maneira, a existência de formas andinas de caracóis em águas das faixas do carbonífero da região do Baixo Amazonas constitui um belo exemplo para mostrar as relações entre a química de uma água e a biologia da mesma.

Tabela n.º 5

ESPECIFICAÇÃO	ÁGUAS DO RIO TAPAJÓS E DO AMAZONAS		
	Rio Tapajós, Belterra. Estação seca, 15-11-1947	Rio Tapajós, Santarém Estação chuvosa, 12-3-1948	Rio Amazonas Santarém. Estação chuvosa 12-3-1948
pH.....	6.65	6.50	6.90
CO ₂ livre, mg/l.....	0.80	3.0	7.15
CO ₂ -Bicarbonatos, mg/l.....	5.20	3.14	17.32
Dureza em DHG (graus alemães)	0.40	0.77	1.27
Correspondente a Cálcio, mg/l...	2.9	5.5	9.1
Alumínio, mg/l.....	0	0	0
Manganês, mg/l.....	0	0	0
Ferro total, mg/l.....	0	0.08	0.38
Cloretos, mg/l.....	0.49	0.30	0.30
Sulfatos (SO ₄ ''), mg/l.....	0	0	0
Nitratos (N ₂ O ₃), mg/l.....	Traços, ca. de 0.03	0.04	0.28
Fosfatos (P ₂ O ₅), mg/l.....	0	0	0
Ácido silico (SiO ₂), mg/l.....	6.5	5.4	6.0
Transparência, em m	4.3	1.8	0.20 — 0.25

b.) A segunda observação, biologicamente interessante, feita até agora somente no baixo Rio Tapajós e em alguns braços do

Amazonas perto de Santarém, é a da existência de representantes de três grupos de animais que são predominantemente marinhos e que desenvolveram somente poucas formas na água doce, em diversas partes do mundo. Trata-se de um Schizopode (ainda não classificado), um Polychaeta (*Lycastis siolii* DINIZ CORRÊA 1948) e alguns Nemertíneos (não classificados e o Heteronemertíneo *Siolineus turbidus* DU BOIS-REYMOND MARCUS 1948).

É um fenômeno conhecido que animais marinhos penetram na água doce com maior freqüência em clima tropical do que nos climas mais frios, não estando mesmo as razões fisiológicas de tal fenômeno ainda completamente esclarecidas. Mas a ocorrência em conjunto de representantes de grupos tão distantes um do outro, como os citados, no baixo Amazonas, separados da água salgada por aproximadamente 1.000 km, é notável e sugere relações com a história geológica da Amazônia. Podes-e perguntar então, se os antepassados destes animais imigraram na água doce do Oeste, isto é, do Pacífico, quando o lago amazônico terciário, no início da sua existência, ainda se ligava com aquêlo oceano, e se, desta maneira, são remanescentes daquele lago terciário, – ou se entraram, em tempos recentes, do Leste, isto é, do Atlântico depois do rompimento e do esvaziamento do lago nesta direção. Infelizmente, muito pouco se conhece da fauna marítima da costa atlântica da América tropical, de forma que não se podem fazer comparações daqueles animais citados, e estranhos na água doce, com espécies que eventualmente lhes sejam aparentadas e que vivem no Atlântico em frente ou ao redor da embocadura do Rio Amazonas. Mas, talvez, um futuro estudo sobre a distribuição dos citados animais, em direção à montante do Amazonas e do Solimões poderá fornecer algum esclarecimento; pois a ausência destes animais na parte ocidental da bacia amazônica indicaria que eles só em tempos recentes imigraram do Leste, isto é, do Atlântico.

C.) O nosso estudo sobre a água, na Amazônia, que começou com a importância da mesma na geologia e, depois, nos levou a considerações sobre os estádios de idade dos rios, sobre a mineralogia, qualidade dos solos, física e química das águas e a biologia

delas, termina outra vez com uma referência ao nosso ponto de partida, à história geológica da região. Notamos, dessa forma, como a geologia de uma região constitui a base para uma compreensão da mesma como um todo, para o entendimento das relações entre as suas partes e da significação das partes individuais para este todo. Para estudar uma região desta terra como um todo, é recomendável sempre começar primeiro por uma observação sobre a história geológica da mesma. Pois esta nos mostra, de modo mais claro, a dinâmica da evolução que conduziu esta região ao estágio atual, e muitos fatos singulares que podemos observar hoje, se compreendem depois quase por si mesmos.

O objetivo de nosso estudo sobre a água na Amazônia não foi a acumulação de fatos singulares reconhecidos, mas sim o desejo de verificar como a água constitui um membro inseparável na unidade superior que é a Amazônia. ALEXANDER VON HUMBOLDT (l.c., pág. 42) formulou classicamente esta objetivação científica quando escreveu:

“Die Entdeckung einer unbewohnten Inselgruppe ist von geringerem Interesse, als die Kenntniss der Gesetze, welche um einer Menge vereinzelter Tatsachen das einigende Band schlingen”. (“A descoberta de um grupo de ilhas de habitadas é de menor interesse que o conhecimento das leis que passam o laço unificante ao redor de uma quantidade de fatos isolados”).

E o objetivo de qualquer pesquisa científica na Amazônia deve consistir, não na satisfação da descoberta de algum novo fato separado, mas numa contribuição que ajude a compreender a estranha, grandiosa e singular natureza desta grande região.

Agradecimento

Quero exprimir aqui, ao Dr. PAULO PLINIO ABREU, os meus sinceros agradecimentos pela revisão e correção da parte linguística do presente trabalho, bem como dos trabalhos seguintes contidos neste Boletim.

D.)

LITERATURA

- BLACK, G. A. – *Os capins aquáticos da Amazônia* – Bol. Téc. do Inst. Agron. do Norte, Belém-Pará, n.º 19, 1950.
- DU BOIS-REYMOND MARCUS, E. – *An Amazonian Heteronemertine* – Bol. Fac. Fil. Ciênc. e Letr. Univ. São Paulo, Zoologia n.º 13, 1948.
- CAMARGO, T. C. – *Terra e colonização no antigo e novo quaternário da zona da Estrada de Ferro de Bragança, Estado do Pará, Brasil* – Bol. Mus. Par. Emilio Goeldi, Belém-Pará, Tomo X, 1949.
- CORRÊA, D. DINIZ – *A Polychaete from the Amazon-Region* – Bol. Fac. Fil. Ciênc. e Letr. Univ. São Paulo, Zoologia n.º 13, 1948.
- HAAS, FRITZ – *Land- und Suesswassermollusken aus dem Amazonas-Gebiete*. Arch. Moll., Frankfurt, Bd. 78, 1949.
- HAAS, FRITZ – *On fresh-water mollusks from the Amazonian region* – An. Biol. Mexico, vol. 20, 1949.
- HAAS, FRITZ – *Some land and fresh-water molusks from Pará-State, Brazil*. – The Nautilus, vol 64, 1950.
- HUBER, J. – *Mattas e madeiras amazonicas* – Bol. Mus. Goeldi, Belém-Pará, vol. 6, 1909.
- HUMBOLDT, A. VON – *Reisen in die Aequinoctialgenden des neuen Continentes*. – Stuttgart, 1861.
- KATZER, F. – *Geologia do Estado do Pará* – Tradução de Frei HUGO MENSE O.F.M. – Bol. Mus. Pará. Emilio Goeldi, Belém-Pará, vol. 9, 1933.
- KOCH-GRUENBERG, Th. – *Zwei Jahre unter den Indianern Nordwest-Brasiliens*. Stuttgart, 1909.
- OLIVEIRA, A. I. DE, e LEONARDOS, O. H. – *Geologia do Brasil* – Rio de Janeiro, 1943.
- SIOLI, H. – *O Rio Cupari – I. Topografia e hidrografia* – Bol. técn. do Inst. Agron. do Norte, Belém-Pará, n.º 17, 1949.
- SIOLI, H. – *Zum Alterungsprozess von Fluessen, und Flusstypen im Amazonasgebiete*. – Arch f. Hydrobiologie, Stuttgart, Bd. XLV, Heft 3, 1951.
- SIOLI, H. – *Das Wasser im Amazonasgebiet* – Forsch. u. Fortschr., Berlin, Jahrgang 26, Heft 21/22, 1950.

E.)

SUMMARY

In an attempt to describe the role of the water in the Amazon region, in the past and present, this paper reports some interesting facts and problems of the Amazonian limnology.

Starting with a brief account of the geological history of the region, especially in relation to water, the author presents a description of the present state of what has been called "Hylaea" by ALEXANDER VON HUMBOLDT.

Based on easy observations of the different colors of the water, the Amazonian rivers are divided into three main groups:

- 1) Rivers with muddy, so-called "white" water, as the Rio Madeira or the Amazon River itself;
- 2) rivers with clear, transparent water, as the Rio Tapajós;
- 3) rivers with brown, transparent and so-called "black" water, as the Rio Negro or the Rio Cururú.

These river-types, together with the typical river environments, are described and explained as stages of aging of the rivers.

Then there is a section on Amazonian hydrochemistry, where the interrelationship between geology and mineralogy on the one hand, and the chemistry of the natural waters on the other, are shown. For instance, the waters coming out from the tertiary "terra firme" of the Amazon region are extremely poor in dissolved salts, and because of the lack of buffer substances, they are very acid while the carboniferous strips which limit the lower Amazon basin on the North and South, have waters with a much higher salt content and a pH around the neutral point.

The author states that the Amazonian freshwater mollusks found in these rivers show in what way the fauna and flora of the waters are influenced by the chemical composition of these and how the chain of interrelationships between geology (mineralogy) and hydrochemistry also reaches into the field of biology.

The paper finally reports the existence of representatives of three groups of marine animals (Polychaetes, Nemertines and Schizopodes) in pure freshwater of the lower Amazon and its tributaries, and the question is raised as to whether these animals are relicts from earlier geological periods, or whether they are more recent immigrants from the Atlantic ocean.

RÉSUMÉ

L'auteur s'est efforcé de mettre en évidence la signification de l'eau en Amazonie dans le passé et dans le présent; il décrit, en outre, certains phénomènes remarquables et expose différents problèmes intéressants relevant de la limnologie amazonienne.

L'étude débute par un bref aperçu du passé géologique de l'Amazonie, en s'attachant spécialement au rôle de l'eau au cours des périodes révolues. Suivent des considérations sur l'état actuel de la région qu'ALEXANDER VON HUMBOLDT a appelée l' "hylaea".

Se basant sur les différences qui existent entre les colorations de l'eau de différents fleuves et qu'il est facile de distinguer, l'auteur propose une classification des fleuves amazoniens en trois groupes principaux:

- 1) Fleuves à eau limoneuse, dite "eau blanche", tels que le fleuve des Amazones lui-même ou le Rio Madeira;
- 2) Fleuves à eau claire, transparente, tel que le Rio Tapajós;

3) Fleuves à eau brune transparente dite "eau noire", tels que le Rio Negro ou le Rio Cururu.

L'auteur décrit les types de fleuves en même temps que les paysages fluviaux correspondants et les présente comme étant l'expression de stades d'ancienneté des fleuves.

L'analyse chimique des eaux amazoniennes fait apparaître des relations entre la géologie et la minéralogie des territoires d'origine des eaux, d'une part, et la composition et l'action chimiques d'une eau naturelle, d'autre part.

C'est ainsi, par exemple, que les eaux qui proviennent de la "Terra firme", datant de l'époque tertiaire, de l'Amazonie, sont extrêmement pauvres en sels dissous et très acides par suite du manque de substances-tampons. Au contraire, les eaux des bandes de terrains du Carbonifère, formant la limite septentrionale et la limite méridionale de la partie inférieure du bassin amazonien, présentent une teneur en sels bien plus élevée et un pH situé près du point de neutralité.

L'auteur examine les mollusques d'eau douce de l'Amazonie et y trouve un exemple de l'influence qu'exercent les facteurs chimiques sur la biologie d'une eau et, en particulier, sur la composition de sa flore et de sa faune. Ainsi donc, la chaîne des relations d'interdépendance existant entre l'ensemble géologie + minéralogie et la chimie des eaux s'étend aussi à leur biologie.

Pour finir, l'auteur signale dans l'eau douce pure du Bas-Amazone et dans (ou bien dans) ses affluents, la présence d'animaux appartenant à des groupes systématiques principalement marins (Polychètes, Némertiens, Schizopodes).

Dès lors se pose la question de savoir s'il faut considérer ces animaux peut-être comme des reliques de la faune d'époques géologiques révolues ou bien comme des immigrants récents venus de l'Océan Atlantique.

ZUSAMMENFASSUNG

Dieser Artikel versucht, die Bedeutung des Wassers im Amazonasgebiet in Vergangenheit und Gegenwart zu beschreiben, und berichtet ferner über einige bemerkenswerte Tatsachen und Probleme aus der amazonischen Limnologie.

Er beginnt mit einem kurzen Überblick über die geologische Geschichte des Amazonasgebietes, besonders im Hinblick auf die Rolle, die das Wasser darin gespielt hat. Dann folgt eine Betrachtung des gegenwärtigen Zustandes dieser von ALEXANDER VON HUMBOLDT "Hylaea" genannten Region.

Ausgehend von der leicht zu beobachtenden Verschiedenheit der Wasserfärbung in verschiedenen Flüssen werden die amazonischen Flüsse in drei hauptsächliche Gruppen eingeteilt:

- 1) Flüsse mit lehmigem, sogenanntem "Weisswasser", wie der Amazonas selbst oder der Rio Madeira.
- 2) Flüsse mit klarem, transparentem Wasser, wie der Rio Tapajós.

3) Flüsse mit braunem, transparentem, sogenanntem "Schwarzwasser", wie der Rio Negro oder der Rio Cururú.

Diese Flusstypen werden zusammen mit den dazugehörigen Flusslandschaften beschrieben und als Ausdruck von Altersstadien der Flüsse gedeutet.

In der Chemie der amazonischen Gewässer werden Beziehungen aufgezeigt zwischen Geologie und Mineralogie der Ursprungsgebiete und dem Chemismus eines natürlichen Gewässers. So sind z. B. die Gewässer, die aus der tertiären "Terra firme" des Amazonasgebietes kommen, extrem arm an gelösten Salzen und sehr sauer durch den Mangel an Puffersubstanzen, während die Gewässer der Karbonstreifen, welche das untere Amazonasbecken im Norden und Süden begrenzen, einen viel höheren Salzgehalt und ein um den Neutralpunkt herum gelegenes pH aufweisen.

An dem Beispiel amazonischer Süßwassermollusken wird gezeigt, wie die Biologie eines Gewässers, die Zusammensetzung seiner Flora und Fauna, durch seinen Chemismus beeinflusst wird, sodass die Kette der Abhängigkeitsbeziehungen zwischen Geologie + Mineralogie und Gewässerchemie auch auf den biologischen Bereich der Natur übergreift.

Der Artikel schliesst mit der Mitteilung des Vorkommens von Vertretern vorwiegend mariner Tiergruppen (Polychaet, Nemertine, Schizopode) im reinen Süßwasser des unteren Amazonas und auch seiner Nebenflüsse, und es wird die Frage erhoben, ob diese Tiere vielleicht als Relikte aus früheren geologischen Epochen aufzufassen sind oder ob es sich bei ihnen um rezentere Einwanderer aus dem Atlantischen Ozean handelt.