

DISCUSSÃO

A importante diferença entre os exemplares aqui estudados e o holótipo está na ausência da nítida reentrância ambulacral anterior, também observada na espécie-tipo do gênero, *Abertella aberti* (Conrad).

Com os cinco novos exemplares, podem-se confirmar diferenças fundamentais entre *A. complanata*, e a citada acima, espécie-tipo do gênero, tais como: a posição menos ventral e mais marginal do periprocto, menor largura das zonas poríferas das pétalas, menor nitidez entre as placas inter-ambulacrais, maior profundidade da reentrância inter-ambulacral posterior e maior gradação na convexidade da carapaça entre o sistema apical e as bordas.

ABSTRACT

Abertella has been reported from the Miocene of the State of Pará, Brazil, by Brito (1981), with the description of a new species based in one specimen not very well preserved. Five well preserved specimens of Abertella complanata Brito are studied herein and a complete description of the test is presented.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRITO, I. M.

1981 — Contribuição à Paleontologia do Estado do Pará. A ocorrência de *Abertella* (Echinoidea Clypeasteroidea) na Formação Pirabas. *Bol. Mus. Para. Emilio Goeldi. Nova Sér. Geol.*, Belém, 23: 1-8. il.

DURHAM, J. W.

1953 — Type species of *Scutella*. *J. Paleont.* Tulsa, 27 (3): 374-352. il.
1955 — Classification of Clypeasteroid Echinoids. *Univ. Calif. Pubs. Bull. Dep. Geol.*, Berkeley, 31 (4): 73-198. il.



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO

BOLETIM DO MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI
NOVA SÉRIE

BELÉM — PARÁ — BRASIL



GEOLOGIA

Nº 29

31, MARÇO, 1986

PRESERVAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS E DOS SOLOS NA
ÁREA DO PROJETO CARAJÁS (PARÁ, BRASIL).
UM ESTUDO AMBIENTAL

Iara Weissberg do Amaral (*)

RESUMO — A primeira etapa da pesquisa "Preservação dos Recursos Hídricos e dos Solos na Área do Projeto Carajás" é apresentada. Desenvolveram-se critérios para coleta de amostras de água e execução de análises físico-químicas; foram definidos os métodos e procedimentos mais convenientes, relativos aos recursos ambientais na Região Amazônica, em áreas sob implantação de projetos de exploração. Classificaram-se as águas de acordo com sua composição mineral, para comparar as suas origens geoquímicas, usando-se os resultados iniciais para detecção de modificações artificiais passíveis de causar qualquer tipo de impacto ambiental. Fizeram-se, paralelamente, observações da ação das chuvas sobre o solo desmatado, dimensionando-se qualitativamente seu efeito no tempo e no espaço. Propõe-se um estudo mais aprofundado sobre a degradação desses solos.

1. INTRODUÇÃO

Com dados obtidos no período de dezembro de 1982 a dezembro de 1983, numa primeira fase houve uma avaliação e abordagem dos aspectos a serem estudados para o controle ambiental; numa segunda fase, constataram-se algumas modificações ambientais. As soluções propostas e acatadas mostraram-se eficientes.

(*) Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, PA.

Na primeira fase, foram definidas metodologias para análises físico-químicas e bacteriológicas de águas; interpretaram-se os resultados para avaliação das características das águas, como medida inicial para a caracterização do meio ambiente.

Na segunda fase, foram detectadas modificações nas características das águas, impostas pela instalação do Projeto Carajás, sob a forma de movimentos de terras. Os métodos para contenção de talude, utilizados na área, são exclusivamente por hidrossemeadura com espécies variadas. Percebeu-se que, para alguns casos, foram suficientes; para outros, a inclinação de corte do talude não estava baseada nas características mecânicas das rochas ou dos solos, resultando em deslizamentos ou desmontes. No período das secas ocorrem fatos importantes: a construção civil tem um aumento muito grande no número de obras; o volume das águas diminui, a ponto de alguns cursos d'água secarem; agindo conjuntamente, esses dois fatos provocam modificação brusca no ambiente da floresta. Por outro lado, a estação das chuvas, com seus máximos muito acentuados em relação aos períodos normais, se não bem dimensionados no projeto da infraestrutura das obras civis, pode provocar uma série de prejuízos às obras; há ainda o transporte de material do solo erodido para os recursos hídricos, elevando turbidez e cor das águas a níveis fora dos padrões. É urgente que se compatibilizem os projetos de obras civis com a variação climática da Região Amazônica. Fazem parte desse planejamento: o dimensionamento das chuvas no seu máximo e, a partir disso, o dimensionamento de drenagens e transporte de sedimentos; determinação de ângulos dos cortes dos taludes, de acordo com as características mecânicas do material da encosta; estudo das áreas a serem desmatadas para caixas de empréstimo, a fim de viabilizar a recuperação da vegetação, etc. Com mais essa abordagem, e a partir do acompanhamento das observações de campo, pode-se delinear uma metodologia, um "planejamento ambiental", para implantação de obras civis em áreas do trópico úmido, envolvendo o aproveitamento de recursos ambientais.

Saliente-se a importância de tais planejamentos, por ser a realidade ambiental da Amazônia ainda pouco conhecida científica e tecnicamente.

Quanto às análises das águas, observa-se o seguinte: o estudo físico-químico serviu inicialmente para caracterizar sua composição mineral e características ligadas ao ambiente natural, e o padrão para se conhecer ou detectar modificações de caráter poluidor. A metodologia das análises serviu para desenvolver a experiência profissional, padronizar métodos e reagentes aplicáveis, verificar o equipamento de laboratório para atender a todo tipo de análise de águas para servir à pesquisa e à comunidade em geral.

Das análises bacteriológicas, interessa a contagem do Número Mais Provável (NMP) de *coliformes totais*, bactérias que contaminam os recursos hídricos receptores de dejetos humanos. A partir dessa medição pode-se recomendar um estudo mais detalhado.

O estudo dos solos recebe os seguintes enfoques: solo desmatado para uso da engenharia civil; solo desmatado para extração de minério; solo estéril que se acumulará em pilhas; solo relacionado às diferentes rochas e às diferentes vegetações. Através da composição mineralógica e química, podem ser definidas as características e acompanhadas as possíveis degradações na fertilidade; através de estudos de mecânica de rochas e solos e geologia de engenharia, pode ser verificado o aproveitamento para fixação de obras civis.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. *Estudo do Clima na área do projeto.* A partir de um levantamento inicial sobre a precipitação pluviométrica, estabeleceram-se os períodos de visita ao campo, para coletas de amostras de água. Os dados de chuvas referem-se a medidas de treze anos consecutivos (Tab. 1); com eles construí-

ram-se histogramas (gráficos 1 e 2): no gráfico 1, há a média de chuvas de cada mês, ao longo de doze meses do ano; no gráfico 2 está relacionada a média de chuvas anuais, ao longo de treze anos.

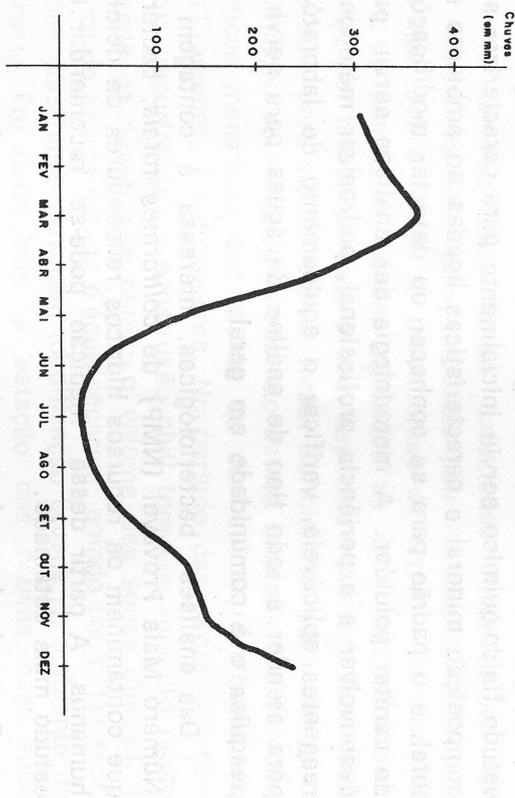


Gráfico 1 — Média mensal da pluviosidade, num período de 13 anos

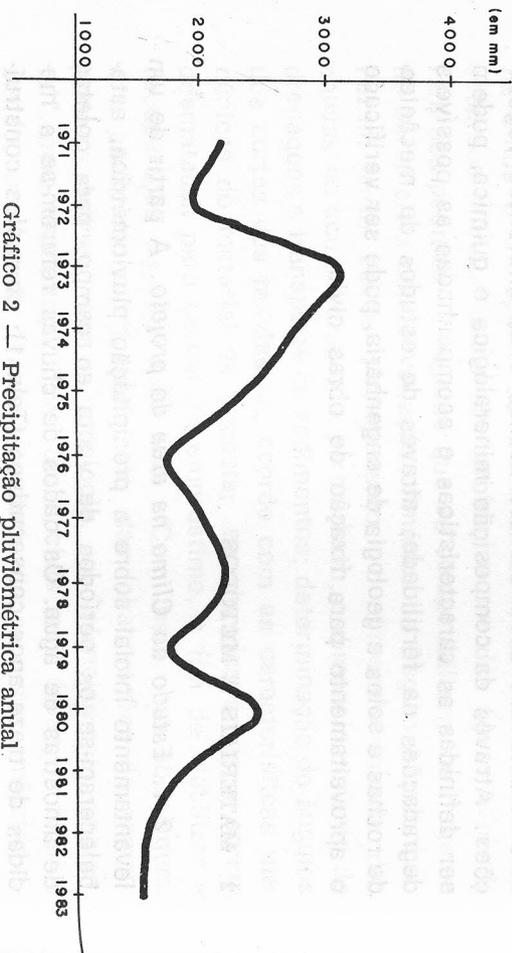


Gráfico 2 — Precipitação pluviométrica anual

Tabela 1 : Precipitação pluviométrica (mm) na área do Projeto Carajás

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANUAL
1971	191,8	246,1	169,1	461,4	138,4	187,8	5,0	13,0	45,0	316,5	242,7	147,5	2.164,3
1972	263,5	207,6	301,6	408,2	52,4	48,1	80,6	26,5	113,4	33,7	147,8	258,2	1.941,6
1973	290,0	418,3	469,3	447,9	57,8	57,8	92,4	44,4	62,0	430,4	143,3	425,3	3.141,1
1974	377,3	211,2	874,8	377,0	293,6	13,5	0,0	46,7	43,9	91,9	104,7	328,9	2.759,5
1975	400,3	322,2	331,7	415,0	256,2	34,3	37,1	9,8	12,9	101,8	197,5	293,8	2.412,6
1976	129,7	347,6	316,0	111,7	164,9	26,7	2,0	15,6	103,6	110,8	62,4	251,4	1.702,4
1977	376,3	207,6	300,6	376,4	215,9	56,3	0,0	2,0	20,7	105,0	60,1	225,2	2.046,1
1978	266,3	543,4	423,3	206,2	136,6	25,3	21,6	6,2	130,7	35,0	92,1	286,1	2.172,8
1979	378,6	233,1	119,4	237,4	66,7	2,0	4,8	118,5	163,9	70,3	211,8	224,0	1.730,5
1980	263,6	1.009,7	239,7	150,2	18,1	9,3	10,3	27,2	37,4	113,3	220,9	371,40	2.471,1
1981	475,7	201,3	451,3	178,2	13,3	0,0	0,0	16,9	48,4	164,8	213,5	94,4	1.857,8
1982	355,5	288,8	308,5	178,8	44,5	6,7	5,4	6,0	96,9	92,0	15,9	180,1	1.580,8
1983	218,9	176,7	526,8	111,1	40,6	4,0	0,8	16,5	52,7	50,4	165,7	90,6	1.548,9
1984	294,9	168,4	317,9										
1985													
MÉDIA	305,8	327,3	357,8	281,50	130,8	36,29	20,0	26,86	67,80	131,99	144,49	236,68	

A partir do gráfico 1 podem ser definidos os períodos de coleta da amostra em função do volume de chuvas durante o ano. O máximo das chuvas ocorre normalmente no período de 15 de fevereiro a 30 de março (Valor médio da precipitação — 350mm; máximo — 526,3mm; mínimo — 119,4mm). Julho é o mês de menor, ou quase nenhuma pluviosidade (Valor médio — 21,60mm; máximo — 92,4mm; mínimo — 0,0mm). Em outubro e novembro, ocorre um patamar de chuvas, considerado como início das chuvas normais (Valores médios — 132 mm e 144 mm; máximo — 430 mm e 316 mm; mínimos — 33 mm e 16 mm respectivamente).

A partir dos meses de outubro e novembro, há uma elevação considerável na pluviosidade; no mês de dezembro o valor médio é de 236 mm, o máximo de 425 mm e o mínimo de 94 mm. Observando-se esses aspectos, pode-se conhecer a interferência marcante do clima, agindo sobre o ambiente no período de um ano.

O gráfico 2 mostra a variação das chuvas acumuladas durante um ano, em um período de treze anos, permitindo avaliar alguns fenômenos cíclicos. Nota-se um pequeno ciclo de sete anos de máximos de chuvas (1973 e 1980), a ser comprovado em 1987.

2.2. *Escolha de metodologia para determinação dos pontos de coleta.* As amostras de água coletadas para análise procedem de pontos fixos, distribuídos ao longo de áreas em processo de modificação (locais afetados por obras civis e/ou infra-estruturas associadas).

Além da importância da localização do ponto de coleta, estabeleceu-se critério para o mecanismo de coleta das amostras. A primeira atenção foi sobre o ponto do rio com mais profundidade e maior velocidade da água. As coletas são feitas a uma profundidade de vinte centímetros. Em locais afetados por modificações, por exemplo barragens, procurou-se fazê-las no ponto mais junto à barragem e em pontos a montante e a jusante, para comparar os resultados e detectar variações que

porventura se possam medir ou observar. Em cursos d'água, dos quais se conhecem as alterações, efetuam-se medições próximas, a fim de conhecer a extensão do problema e de verificar seu poder de autodepuração. Tais medições, efetuadas em quatro visitas durante o ano, avaliar a influência do clima, principalmente das chuvas.

2.3. *Metodologia das análises físico-químicas.* Os parâmetros escolhidos para análises físico-químicas das águas são os seguintes: Temperatura, Odor, pH de campo, Turbidez, Condutividade Elétrica, Cor, Alcalinidade, Dureza Total, CO₂ Livre, CO₂ Total, Oxigênio Consumido, Oxigênio Dissolvido, Acidez, Sólidos Totais Dissolvidos, Sólidos em Suspensão, Demanda Bioquímica de Oxigênio, Ferro Total, Cálcio, Sódio, Potássio, Magnésio, Sulfato, Nitrato, Nitrito, Nitrogênio Amoniacal, Cloreto, Sílica e Bicarbonatos. Algumas delas são feitas no campo: Temperatura, Odor, Turbidez aparente, Condutividade Elétrica, Cor e Alcalinidade. O Oxigênio Dissolvido é medido por aparelho, pois medições analíticas no campo não se revelaram muito eficientes.

Os padrões admitidos para estabelecer algum controle de potabilidade, foram definidos como permissíveis segundo três principais instituições internacionais de controle da qualidade da água: 1 — (OMS) Organização Mundial de Saúde, 2 — (USPHS) Serviço de Saúde Pública dos Estados Unidos, 3 — (EPA) Agência de Proteção ao Meio Ambiente.

Desse modo, pode-se avaliar a fragilidade das características dos recursos hídricos da área em estudo, características estas que mantêm um ecossistema riquíssimo em espécies animais e vegetais, aquáticas e terrestres.

Os métodos empregados para determinação dos parâmetros citados constam do "Standard Methods for Examination of Wastewater" (1975). Dos parâmetros escolhidos, os determinados em laboratório são os seguintes:

PARÂMETROS	MÉTODOS DE ANÁLISE
Cálcio	Volumetria de Complexação com EDTA
Ferro Total	Fotometria de Absorção com Ortofenantrolina
Sílica	Fotometria de Absorção com alfa Metilamina
Nitrato	Fotometria de Absorção com Ácido Fenoldissulfônico
Sulfato	Fotometria de Absorção com solução Acondionadora
Cloreto	Volumetria Mercuriométrica com solução de Nitrato de Mercúrio
Alcalinidade	Volumetria com Ácido Clorídrico
Dureza Total	Volumetria com Complexação com EDTA
Sódio	Absorção Atômica
Potássio	Absorção Atômica

PARÂMETROS CALCULADOS

CO ₂ Livre	$CO_2 L = \log (0.2033 \cdot \text{Alcalinidade}) - \text{pH} + 7$ 10
CO ₂ Total	$CO_2 T = CO_2 L + (0.44 \times \text{teor de Bicarbonato})$
Bicarbonato =	$\frac{\text{Volume HCl } 0,02N \cdot f \text{ HCl} \cdot 1,22 \text{ mg Bicarbonato} \cdot 10}{1 \text{ ml HCl } 0,02N}$
Sólidos Totais Dissolvidos =	$1000 \times \frac{\text{Cond. elétrica}}{1500}$
Magnésio =	$\frac{(\text{Dureza} - \text{Ca CaCO}_3) \cdot 0,243}{\text{Total}}$

PARÂMETROS COM MÉTODOS EM PESQUISA

Nitrito	
Nitrogênio Amoniacal	
Oxigênio Dissolvido	
Oxigênio Consumido	
Resíduo Seco	

PARÂMETROS QUALITATIVOS COMPARADOS COM PADRÕES

Cor	Padrão - Sílica
Turbidez	
Odor	

Esses parâmetros isolados pouco apreciam as condições das águas, mas, quando reunidos e relacionados, definem muito bem as características físico-químicas das águas em geral.

O estudo dos Elementos Traços na água, objetivo futuro dessa pesquisa, ajudará na detecção de alterações que possam causar poluição por quantidades muito pequenas (partes por milhão).

2.4. *Metodologia para coleta de amostra e preservação.* Quanto à preservação das amostras no campo, para transporte até o laboratório, foi seguido o procedimento abaixo:

(i) Para a determinação de Cálcio, Ferro Total, Dureza Total, Sódio e Potássio, tira-se da água um litro em frasco plástico, devidamente lavado, e acidula-se com ácido nítrico concentrado, até que o pH da água seja menor que 2; em geral, essa preservação é eficiente por seis meses.

(ii) Para a determinação do Nitrato, usa-se um frasco de 300 ml e enche-se até a boca; depois acidula-se com ácido sulfúrico até pH igual a 2; essa preservação é eficiente até 7 dias.

(iii) Para determinações de Sílica, Sulfato, Cloreto, Alcalinidade e Resíduo Seco, a amostra de água coletada em frasco de plástico não requer preservação.

A partir desses critérios de análise, coleta e preservação com o resultado das análises passa-se a verificar a eficiência dos métodos. Procedem-se ao balanço dos cátions e ânions. Para se realizar o balanço escolheram-se os cátions: Sódio, Potássio, Cálcio e Magnésio, e os ânions: Cloreto, Sulfato, Nitrato e Bicarbonato. Os teores desses íons são medidos em miligramas por litro (mg/l). Esses valores são transformados em miliequivalentes, através da fórmula:

$$\text{milieq.} = \frac{\text{valência}}{\text{peso molecular}}$$

Com esses resultados, somam-se os valores dos cátions e depois os valores dos ânions. A diferença entre essa soma não deve ultrapassar 8%. Além dessa determinação, a partir desses resultados também se estabelece a composição mineral das águas pelo método geoquímico, onde se analisam

as possíveis seqüências de precipitação de sais, considerando-se a saturação da água em íons acima relacionados. Segundo vários conceitos geoquímicos, os primeiros íons a se fundirem são Cálcio e Bicarbonato, em teores condizentes com os que existem dissolvidos, estes últimos em miliequivalentes. Se ainda sobraem íons de qualquer um deles, reagirão com Magnésio ou Sulfato, obedecendo assim à seguinte seqüência:

1º Bicarbonato 2º Sulfato 3º Cloreto 4º Nitrato

1º Cálcio 2º Magnésio 3º Sódio 4º Potássio.

A composição mineral das águas, então, está diretamente relacionada com a composição mineral dos solos que ela percola: se água subterrânea, com o maior poder de dissolver sais e enriquecer sua composição; se superficial, com os menores teores quando percola área de rochas ígneas pouco solúveis e com maior teor de sais dissolvidos; se as rochas forem mais solúveis ou de origem sedimentar, com os minerais retrabalhados ou secundários.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os parâmetros analisados em cada amostra de água têm como principal objetivo definir suas características físico-químicas (a composição mineral da amostra), estabelecendo sua potabilidade, para viabilizar o consumo humano, fazendo parte do estudo limnológico e completando o estudo do ciclo hidrológico. Cabe ainda observar a importância dos elementos traços encontrados nas águas, que podem estar relacionados com a proximidade de ocorrências minerais solúveis ou indicar carreamento pelas chuvas, ou pelos rios, de efluentes poluidores.

3.1. *Algumas observações sobre os parâmetros analisados.* O pH das águas da região, medido no campo, varia de 5 a 6,5; quando medido em laboratório, sobe para 6 e 7, por se admitir que ácidos orgânicos estejam dissolvidos nas águas da região, podendo se liberar como gases.

A Dureza Total destas águas mostra o caráter de águas de baixa dureza. Quanto mais longe está o ponto das cabeceiras dos rios, maior a Dureza e maior a Salinidade; esses teores, entretanto, estão bem longe de serem percebidos pelo consumidor. Em seu percurso, as águas recebem contribuições de tributários de diferentes teores ou sofrem mesmo um enriquecimento, ao percolar os terrenos. Assim, do ponto de vista da prospecção geoquímica, é mais importante comparar os resultados de análises com os parâmetros medidos nas cabeceiras dos igarapés.

Os Resíduos Secos das águas não variam consideravelmente durante um ciclo de chuvas e estiagem; isto mostra que as chuvas não têm interferido na diluição de sais na água; ou seja, o Resíduo Seco das chuvas está próximo do Resíduo Seco das águas dos Igarapés.

A presença de Nitrato esteve sempre abaixo dos limites toleráveis; sua medida, entretanto, é importante, devido à grande quantidade de matéria orgânica que faz parte das águas na região, na manutenção da vida aquática. Qualquer modificação nas características limnológicas dessas águas faz com que, essa matéria orgânica entre em decomposição e afeta vários parâmetros que caracterizam sua potabilidade ou a manutenção do ecossistema. Outro ponto a ser considerado é o lançamento de dejetos humanos; se contiverem altos teores de bactérias, podem provocar modificações nos parâmetros de potabilidade de maneira bastante clara e, além disso, criar problemas de ordem sanitária, comprometendo o uso das águas e a manutenção do ambiente aquático. Ao serem tomados pontos em uma represa, verificou-se que, na parte de menor movimento da água, ponto central do reservatório, o teor de nitrato era mais elevado do que nas extremidades. Isto se fundamenta no fato de existir, no local, grande proliferação de algas e elevação de temperatura. Tal atividade biológica está muito longe de ser considerada contaminação, estando os teores abaixo do limite crítico (10,0 mg/l de íons Nitrato). Os pontos de lançamento de esgotos sanitários não se mostram críticos

quanto ao Nitrato porque o poder de depuração dos rios é bastante grande, apesar de se detectar a elevação dos índices nesses pontos.

As águas, de um modo geral, são características de região de rochas cristalinas (ígneas e metamórficas). Esse aspecto geológico das águas é importante para avaliar possíveis ocorrências minerais econômicas. A composição predominante das águas na área do Projeto Ferro Carajás é Bicarbonatada Magnesiana, secundariamente Bicarbonatada Cálcica.

O teor de sais dissolvidos é baixo, e considerado por ecólogos e pedólogos como consequência de a água percolar solos pobres em elementos disponíveis, ou seja, nutrientes minerais.

De 100 amostras analisadas, fez-se o cálculo dos teores médios, máximos e mínimos (tabela 2), para todos os parâmetros analisados. Acrescentaram-se a esses dados os limites aceitáveis por Organizações Mundiais para o estudo da qualidade das águas: OMS, USPHS e EPA. Lançados esses dados, verificou-se que a água na região é potável, do ponto de vista físico-químico, e que para consumo requer apenas um controle bacteriológico. O baixo teor em sais das águas mostra sua fragilidade em relação a qualquer perturbação externa, pois a vida animal e vegetal (ecossistema aquático) está condicionada a essas características originais. É ainda um desafio conhecer-se a resistência das múltiplas espécies da fauna aquática às bruscas mudanças nas características dessas águas. O fito e o zooplâncton, alimentos dessa fauna, também encontram condições ótimas de vida e reprodução nessas águas. É assim que se justificam essas pesquisas, baseadas em análises de tantos parâmetros.

4. CONCLUSÕES

A pesquisa ambiental, envolvendo a água, é um subsídio básico para o controle da vida animal e vegetal num contexto ecológico. A água é um sensor altamente significativo; pode

Tabela 2: Resultados médios, máximos e mínimos das análises realizadas.

	pH Laboratório	pH Campo	Condutividade (μ ohms)	Alcalinidade (mg/l)	Dureza Total	S.T.D.	CO ₂ Livre	CO ₂ Total	Temperatura
LIMITES	5,5 a 8,5(1)	idem	750 (1)	100 (1)	100 (1)	500 (2)	5 a 10		40°C
MÉDIAS	6,5	6,0	52	17,7	28,2	34,3	9,68	82,87	25°C
MÁXIMOS	7,3	6,9	160	58,5	56,7	106,6	67,81	92,70	30°C
MÍNIMOS	5,0	4,0	8	2	1,48	3,66	1,02	3,17	21,5°C

	Resíduo Seco	Ferro Total	Potássio	Sódio	Cálcio	Magnésio	Sílica	Bicarbonato	Sulfato	Nitrato	Cloreto
LIMITES		0,1 (1)		200		150			250(1) 100(1)	10,0(3)	250(1)
MÉDIAS	61,03	0,85	1,87	1,87	2,74	2,32	11,42	21,62	5,88	1,24	5,59
MÁXIMOS	591	2,39	6,32	16,01	8,62	10,57	35,29	70,76	40,87	6,10	17
MÍNIMOS	4	0,09	0,18	0,46	0,16	0,20	1,07	2,44	0,50	0,10	0,49

Esses resultados referem-se a 100 análises realizadas no período de um ano: dezembro de 1982 a novembro de 1983. Algumas características, como Odor, Cor e Turbidez foram medidas qualitativamente e não foram colocadas nessa tabela. O que se pode dizer é que os igarapés afetados por desmatamento na área da mina de ferro apresentam Cor e Turbidez fora dos padrões, no período das chuvas.

- (1) Organização Mundial de Saúde (OMS)
- (2) Serviço de Saúde Pública dos Estados Unidos (USPHS)
- (3) Agência de Proteção ao Meio Ambiente (EPA-USA).

refletir as modificações ambientais detectáveis a partir de análises físico-químicas, onde os parâmetros medidos definem suas características. A geoquímica das águas, que caracteriza bem seu estado natural, é um dado baseado em conceitos e métodos geológicos, suficientemente estudados e comprovados. Utilizando mecanismos desta ciência geológica, esse trabalho propõe metodologia para controlar modificações externas no ecossistema.

O solo da Região Amazônica tem características peculiares: pouca espessura e um alto teor em "humus", graças ao ambiente de floresta tropical úmida. Esse solo só se mantém graças à densa vegetação que o recobre e retém a umidade, impedindo a ação lixiviadora das chuvas. Desmatada uma área de floresta, as constantes chuvas carregam todos os elementos nutrientes, esterilizam o solo, e modificam as características físicas da água, tais como cor e turbidez. Esses parâmetros determinam um fator de controle ambiental, que é a ação negativa do desmatamento sem planejamento. O uso do solo deve estar dentro de normas muito próprias para a Região Amazônica. Além do empobrecimento dos solos, conseqüência imediata do desmatamento, há queda de vazão dos recursos hídricos. Quando o desmatamento atinge as cabeceiras dos igarapés, ocorre diminuição considerável no volume do curso d'água; este só retorna ao volume maior nos períodos de chuvas, buscando um leito que às vezes já não existe e transportando todo o material que encontrar pela frente, desde blocos de rochas até árvores de vários portes; isto explica a elevada turvação das águas.

Percebeu-se que, nessas cem análises realizadas, os elementos químicos pouco variam em teor com o clima natural. O que mais ocorre é a modificação física; modificação da Cor, da Turbidez e do teor de Sólidos em Suspensão, conseqüência do transporte de material dos solos terraplenados e ou desmatados. Esse fato pode caracterizar uma poluição, pois impede a penetração dos raios solares através da água, limitando as condições de vida da fauna e da flora aquática. Observou-se a diminuição e até o desaparecimento de peixes nesses períodos,

em que as chuvas transportam grande quantidade de sedimentos para os recursos hídricos.

O planejamento de aproveitamento dos recursos hídricos é um estudo fundamental, considerando os recursos que serão atingidos pelas modificações ocasionais pelos Projetos. Necessário se faz um planejamento dos trechos que receberão material da erosão das chuvas e dos trechos captados para abastecimento. É necessário, também, programar a regeneração dos trechos afetados para evitar que a autodepuração do rio fique comprometida, se a amplitude da modificação ultrapassar o poder de residência natural do curso d'água.

4.1. *Avaliação dos fenômenos de erosão, escorregamentos, deslizamentos e assoreamento.* Os problemas de erosão podem ser parcialmente sanados por estudos de Geologia Aplicada. Devem ser estudadas as características físicas dos solos ou das rochas, após desmatamento, em presença do fator climático chuvas, num relevo pouco acentuado que carrega o material mais desagregado e leva nutrientes em solução, empobrecendo os solos.

Num relevo mais acentuado, as encostas contêm material rolado dos níveis mais altos. Esse material se deposita por gravidade; com inclinação, permanece instável, sem compactação. A vegetação que aí se desenvolve é em geral farta, pois a granulometria é variada, a permeabilidade boa para a água e há um aprofundamento das raízes vegetais, que ajuda a reter esse material. Esse material inconsolidado permanece nos sopés das serras enquanto houver a sustentação do depósito, e é ajudado pela fixação da vegetação. Uma vez retirada a sustentação desse depósito, seja por um corte de estrada, ou pelo acúmulo de água de drenagens, até saturação, tem-se um escorregamento onde todo material se escoia, com a forma de um cone. As drenagens e as encostas de serras acumulam esse material, em diferentes níveis de altitude.

O termo deslizamento aplica-se aos desmoronamentos causados por instabilidades em relevo rochoso acentuado, com

capeamento alterado. Essas instabilizações são determinadas por cortes, de dimensões variadas; portanto, de potencialidades relativas a essas dimensões. Daí ter-se deslizamentos superficiais, pouco profundos, e profundos. Todo corpo rochoso que compõe o relevo sofreu, à sua superfície, a ação do intemperismo, que modificou estruturas, texturas e a composição mineralógica dessa rocha. Essa superfície varia muito em extensão e profundidade. Assim, quando se planeja uma obra civil, que para sua fixação depende de um maciço rochoso, o estudo geotécnico é necessário, para se conhecer a espessura da parte alterada e seu comportamento quando exposto a várias solicitações da obra. Esse é o trabalho importante e necessário do geólogo: fornecer à engenharia informações, as mais completas, para o perfeito uso do maciço rochoso e a plena realização da obra. Esse estudo também se aplica a cortes para desmonte de minas, para evitar os desmoronamentos por muita altura ou grande inclinação.

O estudo de empilhamentos de material rochoso de uma mina requer, também, uma avaliação geotécnica: granulometria do material, grau de compactação, drenagens e, quando necessário, hidrossemeaduras bem definidas.

O assoreamento dos rios, nos vales das serras, se deve ao transporte, por gravidade e pelas águas, do material solto na superfície dos terrenos lavados ou das encostas. Naturalmente, as drenagens são distribuídas pelas vertentes da serra. As obras que, por acaso, bloquearem ou modificarem as dimensões dessa drenagem, correm o risco de serem prejudicadas pelas águas de chuvas que procuram seu antigo leito natural.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos às várias pessoas e instituições que colaboraram para tornar possível esse trabalho: Dr José Seixas Lourenço, então diretor do Museu Paraense Emílio Goeldi; Breno Augusto dos Santos, Chefe de Distrito da Rio Doce Geologia e Mineração S/A (Docegeo) da Região Norte; Prof. Nilson Pinto de Oliveira, do Núcleo de Ciências

Geofísicas e Geológicas da Universidade Federal do Pará; Waldise Rossicléa Lima da Silva, colega de pesquisa; e aos demais que, de uma maneira ou de outra, deram sua colaboração.

A B S T R A C T

The main goal of this research is environmental planning, based on modern scientific techniques and methodologies (Environmental Geology), which also includes the study of mineral deposits, when forming part of the soil, and the plant and animal communities found on these substrates.

The research deals with the following environmental modifications: deforestation for civil works, land-leveling for whatever purposes (e. g., roads), water distribution, gutter systems, septic tanks, garbage drums and asphalted streets that cap the soil. These aspects have all been investigated in the study area, and our data strongly suggest that aquatic resources are "fragile" ecologically, and must therefore be managed accordingly.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION
1975 — *Standard methods for the examination of water and wastewater.* New York.
- BABBITT, H.E.; DONALD, J.J. & CLEASBY, J.L.
1973 — *Abastecimento de água.* São Paulo.
- BATALHA, B.L. & PARLADORES, A.C.
1977 — *Controle da qualidade da água para consumo humano; bases conceituais e operacionais.* São Paulo.
- SALATI, E.; SCHUBART, H.O.R.; JUNK, W. & OLIVEIRA, A.E.
1983 — *Amazônia; desenvolvimento, integração e ecologia.* Brasília, Brasiliense/CNPq. 327 p., il.



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO

BOLETIM DO MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI
NOVA SÉRIE

BELÉM — PARÁ — BRASIL



GEOLOGIA

Nº 30

31, MARÇO, 1986

CONTROLE DA QUALIDADE BACTERIOLÓGICA DA ÁGUA EM
IGARAPÉS RECEPTORES DE EFLUENTES DE FOSSAS SÉPTICAS,
NA SERRA DOS CARAJÁS (PARÁ, BRASIL)

Iara Weissberg do Amaral (*)
Maria de Fátima da Silva Pinheiro (*)



RESUMO — Discute-se uma tentativa de controle da qualidade bacteriológica de água de igarapés receptores de efluentes de fossas sépticas, na Serra dos Carajás, Pará, Brasil. Através de análises bacteriológicas tradicionais mede-se o conteúdo de coliformes, tanto dos efluentes das fossas, quanto das águas receptoras em diferentes pontos do igarapé. Assim verifica-se o poder de contaminação dos efluentes das fossas e o poder de auto-depuração dos rios.

INTRODUÇÃO

Os igarapés Geladinho e da Gal estão localizados nos vales que circundam o platô do Núcleo Urbano do Carajás — N-5. Conforme os projetos de saneamento da Companhia Vale do Rio Doce-CVRD, esses igarapés recebem as descargas dos efluentes das fossas sépticas que servem o Núcleo Urbano. Esses recursos hídricos fazem parte da rede hidrográfica que se pretende represar ou captar para abastecimento. As fossas sépticas foram construídas para receber efluentes sanitários da população ora instalada no Núcleo Urbano. Seria uma fossa para cada 500 pessoas. Considerando uma população de 8.000 pessoas, seriam necessárias 16 fossas dimensionadas corretamente. Assim, foi feito um estudo para avaliar a situação das fossas e conhecer o estado de seus efluentes, lançados nesses

(*) Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, PA.

