

ASPECTOS MICROBIOLÓGICOS NO RESERVATÓRIO DE CURUÁ-UNA
(SANTARÉM-PA): VARIÁVEIS AMBIENTAIS E BACTÉRIAS
PRODUTORAS DE SULFETO DE HIDROGÊNIO

RUGANI, C.A.*

RESUMO

As propriedades físico-químicas das águas do reservatório da Hidrelétrica de Curuá-Una permitiram, "a priori", suspeitar de presença significativa de bactérias produtoras de sulfeto. Estes microrganismos podem ser designados como bactérias "sulfidrogênicas" quando utilizam compostos protéicos como fonte de energia, ou, como "sulfato redutoras" quando o doador de elétrons é o íon sulfato (GENOVESE et al., 1964). Procurou-se quantificar sua presença e as distribuições verticais em três estações de coletas: uma no corpo principal da represa e as restantes nos afluentes. Estas foram realizadas em épocas diferentes no período de 1982/1983.

As variáveis temperatura, oxigênio dissolvido, sulfeto de hidrogênio, pH, condutividade e transparência da água foram determinadas na expectativa de uma melhor compreensão da dinâmica limno-microbiológica do ambiente.

* Departamento de Ecologia, UNESP/Rio Claro

Utilizaram-se meios eletivos para os dois grupos de bactérias (LAURENT, 1972; SKINNER & SHEWAN, 1977) com modificações introduzidas pelo autor.

Os resultados obtidos permitiram verificar a presença de tais bactérias na camada anóxida do reservatório nas três épocas e estações amostradas. Um padrão vertical de distribuição das bactérias parece não ter ocorrido durante o período de estudo e a estação no corpo central mostrou uma distribuição vertical e temporal com menores variações numéricas.

ABSTRACT - MICROBIOLOGICAL ASPECTS IN THE CURUÁ-UNA RESERVOIR (SANTARÉM-PA): ENVIRONMENTAL FACTORS AND SULPHUR-CYCLE BACTERIA PRODUCING HYDROGEN SULPHIDE.

The sulphur-cycle bacteria can be designed either "sulphidrogenic bacteria" when protein compounds are utilized as energy source or "sulphate-reducing bacteria" when the sulphate ion is the electron donor (GENOVESE et al., 1964). Ecological studies on sulphur-cycle bacteria including their vertical distribution and relationship to hydrographic factors were carried out in august, october/1982 and march 1983. The horizontal and vertical distribution was studied establishing three gathering station on the cores of the reservoir.

Hydrological and biological data were taken according to IBP handbooks. The obtained results show bacterial populations in the anoxic hypolimnion.

INTRODUÇÃO

Os reservatórios construídos no norte do Brasil, para a geração de energia, reproduziram certas características dos ambientes lânticos aí existentes, acentuando, no entanto, os fenômenos de desoxigenação do hipolimnio e a for-

mação do sulfeto de hidrogênio. Isto se deve principalmente às profundidades permanentes acima de dez metros, resultantes da barragem dos rios, fato que só ocasionalmente ocorre nos lagos, na época de pico de enchentes. A consequência principal é o estabelecimento de condições de meromixia; isto é, um regime de circulação incompleta da coluna d'água (NORTHCOTE & HALSEY, 1969 in MATSUYAMA, 1978).

O ambiente produzido na interface metalímnio-hipolímnio, permitindo o aparecimento de várias populações bacterianas dependentes do enxofre, pode ser designado como um "sulfuretum" (GALHIHER, 1933 in NRIAGU, 1968). Em Curuá-Una pode ocorrer todas as etapas do ciclo do enxofre, desde que a meromixia não seja perturbada por "sangrias" freqüentes no Reservatório, inclusive com possibilidades de desenvolvimento de populações bacterianas fotossintetizantes (RUGANI, em preparação).

Tivemos a oportunidade de determinar as populações que produzem sulfeto, quer pela decomposição de proteínas (bactérias "sulfidrogênicas"), quer pela redução do sulfato inorgânico ("sulfato-redutoras").

MATERIAL E MÉTODOS

As coletas foram realizadas em perfis verticais na coluna d'água, usando-se garrafa de Van Dorn, modificada para desarme na posição horizontal.

As populações bacterianas envolvidas na produção de sulfeto no Reservatório de Curuá-Una, foram estudadas em três épocas (agosto, outubro e março) e em três estações de coleta representativas, sendo a Estação I no corpo principal, a Estação II no canal represado do rio Curuá-Una e a Estação III no canal represado no Rio Moju.

A incubação em tubos de ensaio, após diluição do inóculo em água esterilizada comum, foi feita em meio de cultura sugerido por LAURENT (1972) com modificações. O citra-

to férrico amoniacoal foi utilizado como indicador da reação de redução, na formação do sulfeto ferroso, (coloração preta) para os dois grupos bacterianos. O meio para "sulfato-redutoras" recebeu apenas enxofre inorgânico na forma de sulfato, enquanto que o meio para "sulfidrogênicas" recebeu aminoácidos como metionina, cistina e cisteína.

A incubação foi feita a temperatura ambiente e os resultados lidos a intervalos de 48 horas, até o décimo segundo dia.

As variáveis ambientais foram determinadas de acordo com GOLTERMAN et al. (1978).

A localização geográfica do rio Curuá-Una e das estações de coleta no reservatório formado pela barragem do rio, podem ser vistos na Fig. 1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O reservatório apresentou-se estratificado nas três épocas, com termoclinas múltiplas como pode ser visto na Fig. 2.

A estação I (Fig. 2) apresentou amplitude térmica menor que as demais, que sofreram maiores efeitos dos afluentes. A distribuição do oxigênio foi decrescente na coluna, com valores abaixo da saturação, até sua exaustão à 7-10 metros no metalímnio. O hipolímnio apresentou-se sempre anóxico, exceção para a estação III, no rio Moju, com valores próximos de 2% de saturação em agosto. O sulfeto, determinado nos meses de outubro/1982 e março/1983, variou de 0,47 mg/l na estação do km 5 até 10,3 mg/l na estação I em outubro, enquanto que em março os valores foram menores naquelas estações. Os resultados obtidos na estação II em março, mostraram valores decrescentes a partir de 10 metros, talvez por influência do rio Curuá-Una entrando no Reservatório como uma "cunha".

A estrutura térmica apresentada permitiu a exis-

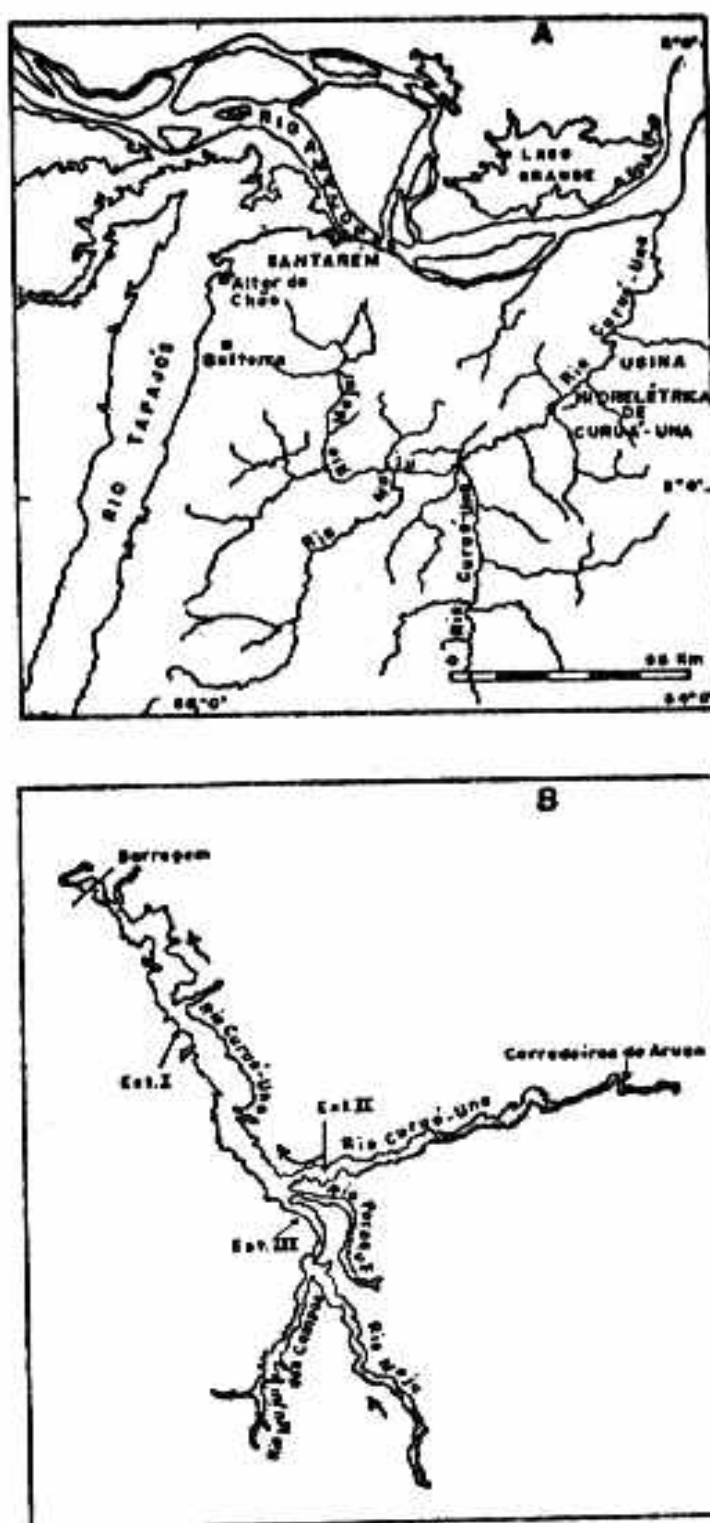


Figura 1 - (A) Localização geográfica da hidrelétrica de Curuá-Una (Santarém-PA) e (B) Reservatório formado pela Barragem com localização das estações de coletas. (RADAM, SB 21)

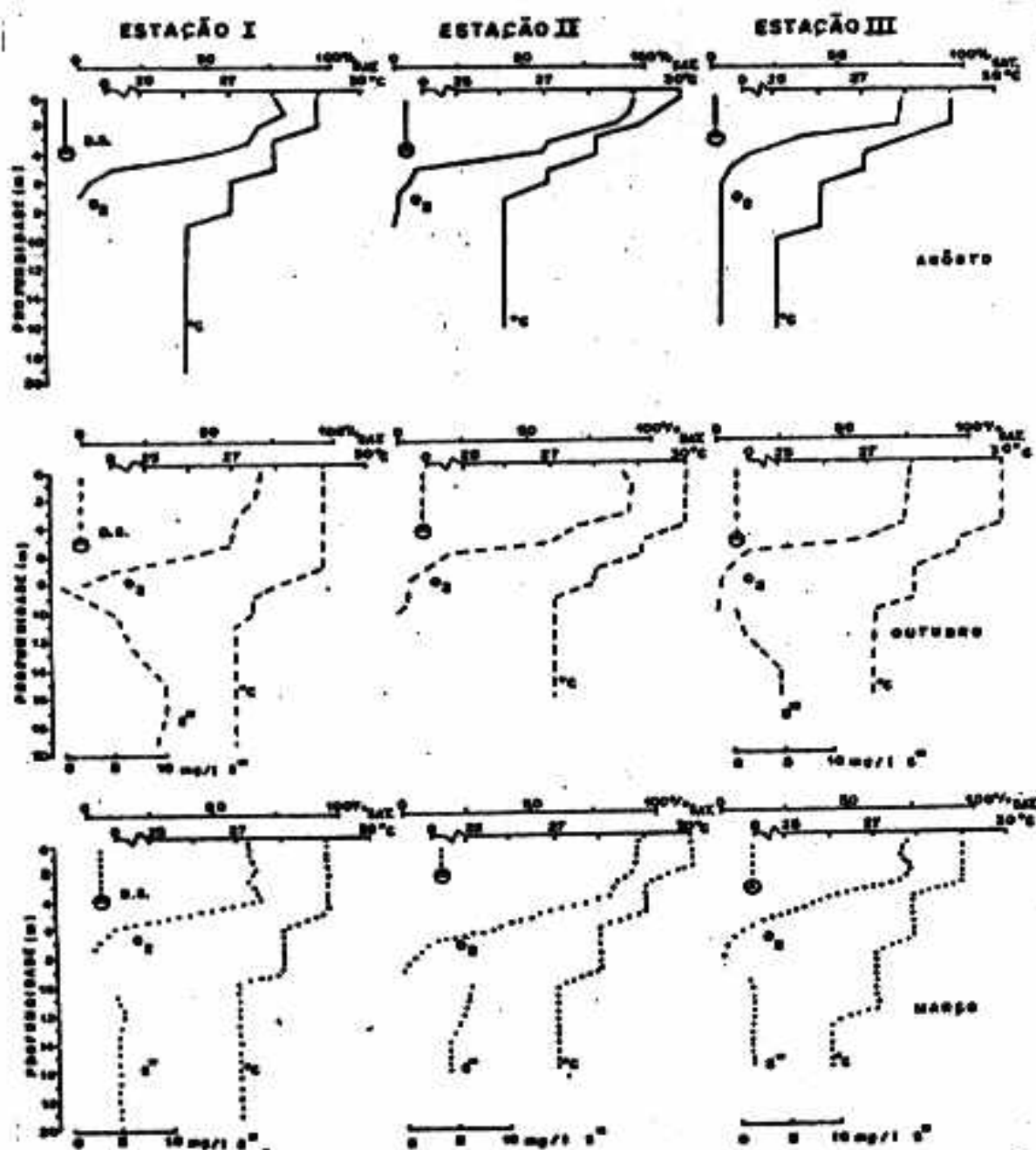


Figura 2 - Perfis verticais de variáveis físico-químicas, em três estações de coleta, no Reservatório de Curuá-Una, nos meses de agosto e outubro de 1982 e março de 1983.

tência de um hipolímnio anóxico e o acúmulo de sulfeto de hidrogênio.

Como a transparência da água alcançou até 5 metros, teríamos uma zona eufótica de cerca de 15 metros na estação I, permitindo a formação de um "sulfuretum", inclusive com a presença das bactérias fotossintetizantes (MATSUYAMA, 1978), detectadas em meio de cultura eletivo.

Os valores médios de pH encontrados foram baixos, variando de 3,5 em agosto na estação III até 5,7 na estação II em março.

Os resultados obtidos para as três estações em outubro mostraram pH 3,4 a zero metro e 4,2 no fundo da estação III, 5,4 a zero metro e 5,0 no fundo da estação II e pH 4,7 a zero metro e 4,9 no fundo da estação I.

A condutividade variou de $10,2 \mu\text{S}_{25} \text{ cm}^{-1}$ na estação III em agosto até $37,2 \mu\text{S}_{25} \text{ cm}^{-1}$ na estação II em março.

A estação I apresentou um valor médio de $21 \mu\text{S}_{25} \text{ cm}^{-1}$, a estação II $33 \mu\text{S}_{25} \text{ cm}^{-1}$ e a estação III $11 \mu\text{S}_{25} \text{ cm}^{-1}$ para as três épocas estudadas.

A condutividade da parte represada do Rio Moju (estação III) apresentou-se três vezes menor que a da parte represada do Rio Curuá-Una (estação II) e o corpo principal do Reservatório (estação I), resultante da contribuição dos dois rios, apresentou-se com um valor próximo da média das outras duas estações.

Na Tab. 1, podemos verificar que em agosto a distribuição das bactérias "sulfidrogênicas" variou de 4 células a 48 células/ml na estação I e em outubro continuou baixa, enquanto as duas outras estações mostraram números elevados, ultrapassando o valor de leitura da tabela de NMP. Em março as populações praticamente haviam desaparecido.

As bactérias "sulfato redutoras" (Tab. 1) apresentaram pequena população em agosto na estação III, valores um pouco maiores na estação II e os resultados mais expressivos e variáveis na estação I, não se podendo observar um padrão uniforme de distribuição vertical. Em outubro as estações

Tabela 1 - Distribuição vertical de bactérias produtoras de sulfeto de hidrogênio no Reservatório de Curuá-Una (Santarém-PA) em agosto e outubro de 1982 e março de 1983.

	AGOSTO			OUTUBRO			MARÇO								
	Prof. Est. I Prof. Est. II Prof. Est. III	Prof. Est. I Prof. Est. II Prof. Est. III	Prof. Est. I Prof. Est. II Prof. Est. III	Prof. Est. I Prof. Est. II Prof. Est. III	Prof. Est. I Prof. Est. II Prof. Est. III	Prof. Est. I Prof. Est. II Prof. Est. III									
(m) (nº/mL) (-)	(nº/mL) (m)	(nº/mL) (m)	(nº/mL) (m)	(nº/mL) (m)	(nº/mL) (m)	(nº/mL) (m)	(nº/mL) (m)	(nº/mL) (m)	(nº/mL) (m)						
07	04	-	-	15	30	11	>4800	14	2200	12	04	12	00	-	-
08	48	-	-	17	10	13	>4800	16	>4800	14	04	14	00	-	-
10	48	-	-	19	150	15	>4800	-	-	16	00	16	-	-	-
12	48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sulfidogênicas															
07	18	-	-	06	23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
08	48	08	48	08	04	09	72	09	30	-	08	39	-	-	-
10	92	10	18	-	-	11	18	10	18	18	10	09	10	00	10
12	48	12	18	12	04	12	86	13	78	-	12	23	12	240	12
14	220	14	30	14	04	15	18	15	240	14	186	14	75	14	150
						19	18	16	16	14	14	16	43	16	210
Sulfato Redutoras															
07	18	-	-	06	23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
08	48	08	48	08	04	09	72	09	30	-	08	39	-	-	-
10	92	10	18	-	-	11	18	10	18	18	10	09	10	00	10
12	48	12	18	12	04	12	86	13	78	-	12	23	12	240	12
14	220	14	30	14	04	15	18	15	240	14	186	14	75	14	150
						19	18	16	16	14	14	16	43	16	210

(-) : dados não obtidos.

II e III mostraram um aumento populacional, enquanto a estação I mostrou-se menos variável. Este quadro acentou-se ainda mais em março/1983. Finalmente a distribuição nos perfis não mostrou uma uniformidade constante em qualquer época ou estação e na parte oxigenada da coluna d'água as "sulfato-redutoras" não ultrapassaram 4 células/ml, quando encontradas.

Pode-se observar que a estação I apresentou-se mais estável, considerando, tanto as populações de sulfidrogênicas, como as de sulfato-redutoras. Por outro lado, as sulfato-redutoras foram mais estáveis, quer considerando as estações ou as épocas de coleta. Para a primeira evidência, "maior estabilidade da estação I", poderia-se sugerir o maior volume de água e maior profundidade, mas para a evidência de "maior estabilidade das sulfato-redutoras" fica mais difícil uma explicação. Poderíamos sugerir uma melhor adaptação fisiológica, evidenciada pela capacidade destas bactérias utilizarem o enxofre orgânico, enquanto que a recíproca não é verdadeira. Esta flexibilidade fisiológica, tornaria estas populações mais independentes do aporte de matéria orgânica autóctone ou alóctone.

Talvez, devido a esta independência das fontes de S-orgânico, as bactérias sulfato-redutoras causem problemas sérios de corrosão metálica (Pitting corrosion) em hidrelétricas ou estações petrolíferas no mar (HARDY, 1981).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GENOVESI, S.; MAGRI, G.; RIGANO, C. Determinazione di alcuni gruppi fisiologici di batteri in campioni di acqua e di fango del lago di Ganzirri. *Attiv. Soc. Peloritana Sci. Fis. Mat. Nat.*, 10 (2): 81-109, 1964.
- GOLTERMAN, H.L.; CLYMO, R.S.; OHNSTAD, M.A.M. *Methods for physical & chemical analysis of fresh waters.* Oxford,