

## COMPARTIMENTO MICROBIANO NO MEIO PELÁGICO DE SETE AÇUDES DO ESTADO DE PERNAMBUCO

BOUVY, M.\*, BARROS-FRANCA, L.M.\* & CARMOUZE, J.P.\*\*

\*Departamento de Pesca da Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Av. Dom Manuel de Medeiros, S/N. Dois Irmãos  
52171-030 Recife, PE, Brasil  
(Convênio UFRPE - CNPq / ORSTOM - França)  
E-mail: bouvy@cyb.com.br

\*\*Centre Orstom, 911 avenue Agropolis  
34032 Montpellier cedex, France.

**RESUMO: Compartimento microbiano no meio pelágico de sete açudes do estado de Pernambuco.** Foram realizadas coletas de água na superfície de sete açudes localizados no estado do Pernambuco, de dia e de noite, em setembro 1995, durante a estação considerada como seca no Sertão. Pretendeu-se caracterizar a estrutura do compartimento microbiano pelágico através da quantificação da abundância e biomassa das comunidades bacterianas, fitoplanctônicas e ciliadas. Ao mesmo tempo, foi analisada a concentração do carbono orgânico particulado (COP), para determinar as diferentes frações do material biológico estudado. De modo geral, os sete açudes estudados apresentam um grau de eutrofização bem marcado. O açude Chapéu foi o mais eutrófico, caracterizado pelas maiores concentrações de carbono orgânico particulado (8,95 mg/l) e de clorofila (128 µg/l; 72% do COP). Entretanto, dois outros açudes localizados no Sertão, Saco I e Lopez II, podem ser considerados os mais oligotróficos, tendo respectivamente uma concentração em clorofila de 2,48 e 6,47 µg/l. Nestes açudes, as biomassas de bactérias, algas e ciliados representam a menor percentagem do COP (respectivamente 35,2% e 33,6%). Os três outros açudes apresentam valores intermediários de COP (2-3 mgC/l) e clorofila (cerca de 20µg/l). Uma correlação positiva significativa foi observada entre a biomassa bacteriana e fitoplanctônica. Em conclusão, para todos os açudes estudados, a abundância das comunidades bacterianas parece ser regulada pelos recursos ligados à produção primária do fitoplâncton.

Palavras-chave: compartimento microbiano, biomassa, eutrofização, bactéria, fitoplâncton.

**ABSTRACT: Pelagic microbial compartments in seven reservoirs in Pernambuco State.** Based on water samplings below the surface, a survey was conducted in seven reservoirs located in the Pernambuco State (Northeast Brazil), in September 1995, during the dry

season in the Sertão. The aim of this study was to state some abiotic variables (temperature, pH, dissolved oxygen, conductivity), and to characterize the structure of the microbial loop by quantifying the biomass and density of the bacterial community (by epifluorescence microscopy), phytoplankton and ciliates (by fluorometry and microscopy). The particulate organic carbon (POC) was analyzed in order to evaluate the importance of each biological component. The seven reservoirs were distributed along a marked eutrophic gradient. The Chapeu reservoir was the most eutrophic, characterized by the highest values of COP (8.95 mgC/l), and the highest concentrations of chlorophyll a (128 µg/l; 72% of COP). However, two other reservoirs located also in the Sertão (Saco 1 and Lopez II) were considered as oligo-mesotrophics, with a concentration of chlorophyll a close to 2.48 and 6.47 µg/l, respectively. In these reservoirs, the total biomass of bacterial, phytoplanktonic and ciliate components represented a small percentage of COP (35.2% and 33.6%, respectively). The three other reservoirs presented intermediary values of COP (2-3 mgC/l) and chlorophyll a (close to 20 µg/l). A significant positive correlation was established between bacterial biomass and phytoplanktonic biomass, thus suggesting a close coupling between these two components of the trophic chain.

Key-words: microbial compartment, biomass, eutrophication, bacteria, phytoplankton.

## INTRODUÇÃO

As comunidades de organismos microbianos representam um componente importante da cadeia trófica dos ecossistemas aquáticos, tanto como compartimentos intermediários num sistema de fluxo de matéria orgânica quanto por suas dinâmicas próprias (Azam et al., 1983). Historicamente, os modelos do funcionamento dos ecossistemas aquáticos estavam baseados numa hipótese onde a produção primária (principalmente resultante do fitoplâncton) é consumida, principalmente, pelos micro-crustáceos herbívoros. Mas há evidências, com a contribuição das técnicas recentes em ecologia microbiana (epifluorescência, citometria em fluxo, incorporação de marcadores radioativos), que uma ampla parte da matéria orgânica dissolvida pode ser consumida pelas bactérias heterotróficas, e que assim participam de um ciclo alimentar microbiano composto pelas bactérias, microflagelados, ciliados e outros organismos bacteriófagos (Sanders et al., 1989; Pace et al. 1990; Bouvy et al. 1994). Mas, a eficiência do sistema microbiano vai depender das relações predadores-presas, em função do tipo e do tamanho dos organismos pertencentes ao ecossistema planctônico (Gude, 1989), e de outro lado, das características físico-químicas do meio ambiente.

O projeto «Açudes do Semi-Árido de Pernambuco» foi elaborado com objetivos científicos de aprimorar o conhecimento do funcionamento dos Açudes e propor modelos alternativos de desenvolvimento, através de um melhor aproveitamento dos recursos pesqueiros. Paralelamente aos outros segmentos de pesquisa do projeto (hidrologia, ictiologia..), o subprojeto de ecologia microbiana pretende caracterizar a produtividade biológica do meio aquático considerando a totalidade da rede trófica. É claro que os estudos limnológicos são essenciais para se compreender os mecanismos de funcionamento do sistema e estabelecer os fundamentos de utilização da água. Assim, um estudo preliminar foi realizado em setembro 1995, quando foram amostrados sete grandes açudes públicos do Estado do Pernambuco. O objetivo deste trabalho foi o estudo da estrutura do compartimento microbiano pelágico, através da quantificação da abundância e biomassa das comunidades bacterianas, fitoplanctônicas e ciliadas.

## MATERIAL E MÉTODOS

Vários fatores abióticos e bióticos foram analisados em sete grandes açudes localizados nas regiões do Agreste e do Sertão (Figura 1). Com o uso de uma bomba peristáltica foi possível coletar água, de dia e de noite, e assim, a temperatura, a concentração do oxigênio dissolvido, o pH e a condutividade elétrica foram medidos diretamente a bordo da embarcação com aparelhos específicos. As outras amostras foram feitas de dia a noite na superfície com um garrafa de coleta. O carbono orgânico particulado foi determinado após a combustão do material filtrado e secagem no aparelho CHN. Para análise das bactérias, cada amostra foi fixada imediatamente com formol (2% em concentração final), e estocada a 4°C. Uma sub-amostra foi incubada com uma solução de DAPI (Porter & Feig, 1980), e depois filtrada numa membrana (pré-escurecida) Nuclepore de porosidade 0,22 µm. Um mínimo de 400 células foram contadas para cada amostra (ampliação 1250 X), com um coeficiente de variação média entre os campos de 10%. Após fotografia (Ektachrome 200 ASA) e projeção, um mínimo de 50 células foram medidas numa mesa de digitalização, para estimar o biovolume bacteriano médio. A biomassa bacteriana total foi expressa em µgC/l, a partir de um fator de correção de 0,2 pgC µm<sup>-3</sup> (Simon & Azam, 1989) devido ao biovolume bacteriano ser inferior a 0,2 µm<sup>3</sup>. A biomassa fitoplanctônica foi determinada a partir da medida da clorofila « a » com fluorímetro (extração com metanol). Uma razão de 1:50 entre clorofila e carbono foi usada para converter em biomassa de carbono (Eppley et al., 1977). A identificação dos organismos fitoplanctônicos foi feita usando um microscópio binocular com aumento de até 1500 vezes. Para a identificação das espécies, foram usados, principalmente, os trabalhos de Bicudo & Bicudo (1970) e Bourrely (1970). O microfítoplâncton dos açudes estudados apresentou-se formado pelas divisões: Cyanophyta, Chlorophyta, Bacillariophyta e Euglenophyta. Os ciliados foram contados com ajuda de um microscópio invertido segundo o método de Ütermöhl, a partir de amostras fixadas com lugol (25 a 50 ml, dependendo da riqueza do meio). Os organismos foram medidos com uma grade ocular. O biovolume foi convertido em biomassa de carbono usando o fator de conversão de 0,12 pgC µm<sup>-3</sup> (Turley et al., 1986). Para a identificação das espécies, foi usado o trabalho de Dragesco & Dragesco-Kerneis (1986).

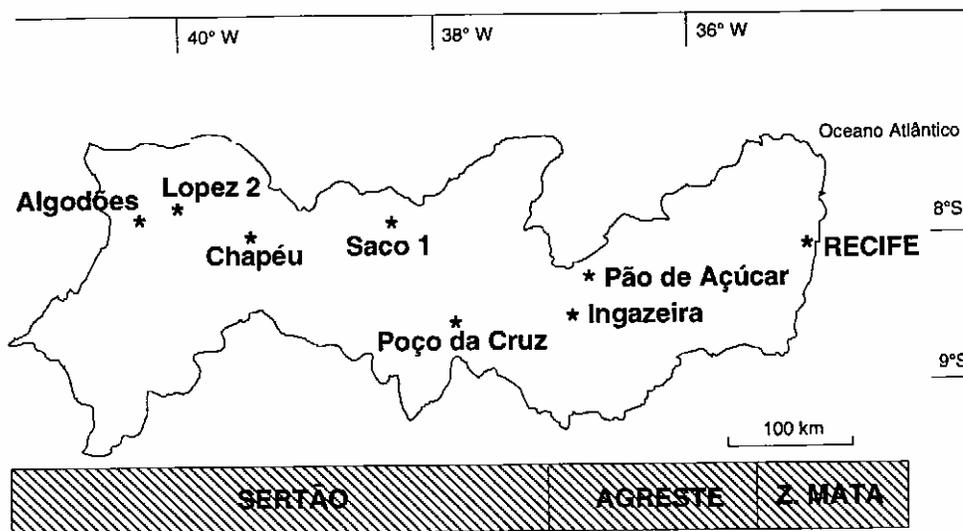


Figura 1- Localização geográfica dos açudes estudados de Pernambuco.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Estudos limnológicos são de grande importância para averiguar a qualidade da água, principalmente em sistemas naturais utilizados para irrigação, pesca ... O conhecimento das características físico-químicas dos açudes estudados forneceu elementos-chave para estabelecer uma tipologia trófica destes ecossistemas aquáticos (Tabela 1). Por exemplo, a quantidade de sais dissolvidos nas águas é um fator determinante para o seu uso na irrigação das culturas, abastecimento de cidades e atividades pesqueiras. Ela variou entre um mínimo de 505  $\mu\text{S}/\text{cm}$  em Lopez II, e um máximo de 2500  $\mu\text{S}/\text{cm}$  em Saco I, considerado como um açude salinizado, sem possibilidade de irrigação e de abastecimento doméstico e animal.

Os dados de temperatura mostram que não foi evidenciado um gradiente térmico das águas, que poderia estar relacionado com uma transição climática da região do Agreste para o Sertão. As temperaturas médias (dia e noite) referentes ao estudo apresentaram valores entre 20,5°C em Pão de Açúcar e 26,8°C em Ingazeira, açudes localizados no Agreste. Marinho (1997) mostrou que os perfis de temperatura, observados nos mesmos açudes, evidenciaram aquecimento e resfriamento de uma coluna inteira de água até 4 m de profundidade, sem nenhuma estratificação vertical de temperatura.

Um dos fatores abióticos mais variáveis das águas doces é a concentração do oxigênio dissolvido, que exerce um efeito muito forte sobre a solubilidade de muitos nutrientes inorgânicos. Os valores médios da concentração de oxigênio dissolvido apresentam valores bem altos (Tabela 1).

Os valores de pH são elevados para cada açude (entre 8,05 e 8,96 unidades), valores encontrados geralmente em regiões com balanço hídrico negativo, ou seja, onde a precipitação é menor que a evaporação (Esteves, 1988). Segundo este autor, o consumo de gás carbônico pela organismos autotróficos é imediatamente compensado pela dissociação do bicarbonato de cálcio e, assim, as variações de pH são reduzidas.

O açude Chapéu (CH) foi, sem dúvida, o mais eutrófico: ele caracterizou-se por a maior concentração em carbono orgânico particulado (COP) com 8,95 mgC/l, e a maior concentração dos pigmentos clorofilianos com 128  $\mu\text{g}/\text{l}$  (Tabela 2). Apesar da biomassa bacteriana deste açude ser muita alta (51,8  $\mu\text{gC}/\text{l}$ ), ele representa apenas uma fração pequena da biomassa total do carbono orgânico pelágico (0,6 % do COP; Figura 2). A soma das biomassas de bactérias, algas e ciliados representam a maior percentagem do COP (72,7%). A maior parte do COP foi representada pela biomassa de fitoplâncton (71,8%). Chapéu é o açude mais diversificado em espécies de algas e de cianobactérias (42,4%, Figura 3), com

Tabela I: Características físico-químicas dos açudes estudados em setembro 1995.

Unidade	Profundidade m	Temp. °C	Oxigênio mg l <sup>-1</sup>	pH	Condutividade $\mu\text{S cm}^{-1}$
Chapéu (CH)	3	26,8	10,11	8,96	1620
Algodões (AL)	4	26,1	7,85	8,56	2050
Ingazeira (IN)	5	26,8	7,17	8,59	1290
Poço da Cruz (PC)	16	22,4	7,01	8,23	716
Pão de Açúcar (PA)	6	20,5	6,26	8,05	1625
Lopez II (LO)	3	24,9	7,21	8,31	505
Saco I (SA)	5	24,9	7,26	8,69	2500

*Anabaena spiroides*, numerosas espécies de *Oscillatoria* e *Coelospharicum*. Numerosos gêneros de Euglenas foram identificados (e.g. *Euglena*, *Phacus*, *Leptocynclis*). As Euglenas são autotróficas, porém capazes de fagotrófia devido à presença de um citofaringe. De fato, estes organismos possuem na base do flagelo, uma goteira faríngea, onde concentram-se as partículas alimentares sob a ação dos movimentos dos flagelos (De Puytorac et al., 1987). Os ciliados da sub-classe Oligotrichia foram representados pelo gênero *Strombiliun* (28 inds/ml), *Halteria* (11 inds/ml) e Colpoda (6 inds/ml), e os Peritricha foram identificados pelo gênero *Uronema* (42 inds/ml).

O segundo açude mais rico em termos de fitoplâncton foi Algodões (AL), com concentração de clorofila de 42 a 44 µg/l (Tabela 2). As densidades bacterianas são parecidas com as observadas no Chapéu, com biovolumes bacterianos similares. Cianobactérias são geralmente presentes (Figura 2) com uma dominância forte de *Oscillatoria (chalybea)*. As Euglenas dominaram entre os flagelados livres. Os ciliados da sub-classe Oligotrichia foram representados pelo gênero *Strombiliun* (28 indivíduos por ml), e *Halteria* (11 inds/ml). Os peritrichos foram menos abundantes com 4 inds/ml.

Os três outros açudes foram menos produtivos em fitoplâncton, com concentrações de clorofila "a" perto de 20 µg/l, e de COP entre 2 e 3 mgC/l (Tabela 2): Ingazeira (IN) e Pão de Açúcar (PA), ambos localizados na zona de Agreste, e Poço da Cruz (PC) no Sertão. Os valores de densidade bacteriana foram ainda elevadas em Ingazeira, porém com baixos biovolumes bacterianos (0,021 µm<sup>3</sup>), em relação aos observados em Pão de Açúcar. Os três açudes foram caracterizados, também, por uma predominância bem marcada de cianobactérias, com *Anabaena spiroides* e *Oscillatoria* sp, e pelo baixo número de Euglenas (Figura 3). Os Peritricha dominaram entre os ciliados livres com 39 inds/ml. Em Pão de Açúcar, a densidade desses Peritricha chegou até 14 inds/ml; os Oligotricha foram, também, coletados com o gênero *Halteria* (34 inds/ml). Em Poço da Cruz, os organismos foram mais raros, com apenas 7 Peritricha e 2 *Halteria* por ml. Os valores de biomassa de ciliados (representados sobretudo por indivíduos de tamanho pequeno) foram baixos, sugerindo uma forte atividade de "grazing" de ciliados pelo zooplâncton herbívoros (Figura 2).

Enfim, os açudes Saco I e Lopez II apresentaram uma produtividade baixa, tanto a nível de fitoplâncton quando de densidades bacterianas (Tabela 2). As biomassas bacterianas foram de aproximadamente 20 µgC/l, com valores de biovolume em torno de 0,051 µm<sup>3</sup> em Saco. O material em suspensão foi semelhante, com valores de COP próximos de 1 mgC/l. O açude Saco I foi caracterizado por fortes densidades de Bacillariophyta (41,4%, Figura 3).

Tabela 2: Valores do carbono orgânico particulado (COP) e dos vários parâmetros bacterianos, fitoplanctônicos e ciliados. Abreviações: Ab (Abundância), Biov (Biovolume), Biom (Biomassa), Clor (Pigmentos clorofilianos).

unidade	COP mgC/l	Ab Bact celúlas/ml	Biov Bact (µm <sup>3</sup> )	Biom Bact (µgC/l)	Clor µg/l	Biom Clor µgC/l	Ab Cili ind/l	Biom Cili µgC/l	%Bact	%Clor	% Cili
CH	8,95	7,4*10 <sup>6</sup>	0,035	51,80	128,55	6427,5	87 000	28,7	0,58	71,82	0,32
AL	4,68	7,1*10 <sup>6</sup>	0,031	44,21	42,23	2111,5	43 000	27,1	0,94	45,12	0,58
IN	3,12	6,3*10 <sup>6</sup>	0,026	32,60	19,23	961,5	45 000	13,1	1,04	30,82	0,42
PC	2,04	3,9*10 <sup>6</sup>	0,031	24,19	16,15	807,5	9 000	2,8	1,19	39,58	0,14
PA	1,77	3,2*10 <sup>6</sup>	0,042	26,88	17,21	860,5	48 000	12,8	1,52	48,62	0,72
LO	1,04	2,8*10 <sup>6</sup>	0,036	20,23	6,47	323,5	50 000	21,9	1,95	31,11	2,11
SA	0,52	1,8*10 <sup>6</sup>	0,051	18,46	2,48	124,0	24 000	32,2	3,55	23,85	6,19

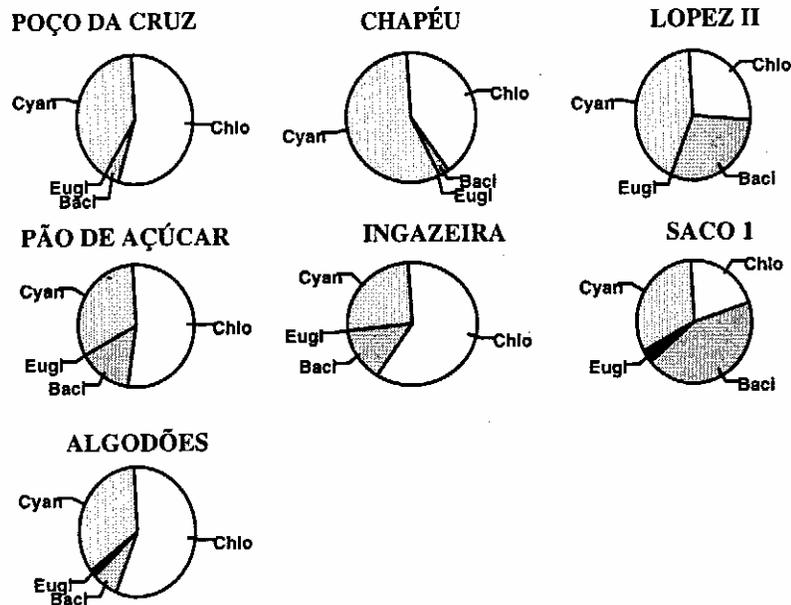


Figura 2: Distribuição do percentagem de cada biomassa em relação com carbôno orgânico particulado (COP). Abreviações: Fito (Fitoplâncton); Bact (Bactéria); Cili (Ciliados).

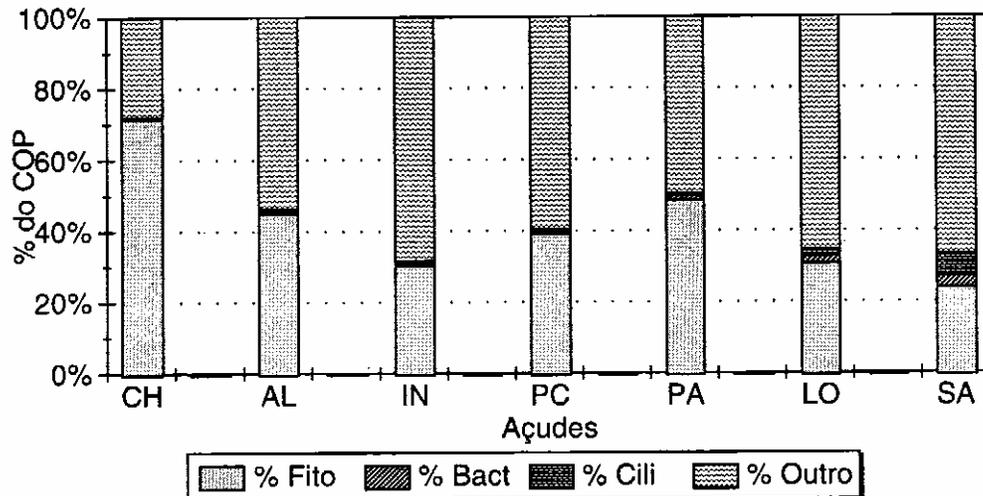


Figura 3: Distribuição percentual das divisões algais nos açudes estudados. Abreviações: Cyan (Cyanophyta); Eugl (Euglenophyta); Bact (Bacillariophyta); Chlo (Chlorophyta).

Os ciliados foram representados por Oligotricha, como *Halteria* (12 inds./ml) e *Colpoda* (12 inds./ml.). Apesar do contexto oligo-mesotrófico destes dois açudes, as biomassas de ciliados atingiram valores significativos de 21,9 e 32,2 µgC/l (2,11 e 6,19 % do COP; Figura 2), provavelmente relacionados com a composição da comunidade fitoplanctônica e do tipo de predadores.

A abundância das células bacterianas nos meios aquáticos continentais varia geralmente entre  $10^5$  e  $10^8$  células/ml. De modo geral, esta densidade aumenta com o grau de eutrofização e a abundância de bactérias observados nos açudes amostrados. Pouca diferença aparece entre os resultados observados de dia e de noite, já que os açudes apresentam pequena variação nictemeral, a não ser para as comunidades zooplanctônicas e ícticas. No nosso estudo, os biovolumes variaram entre 0,026 µm<sup>3</sup> em Ingazeira e 0,051 µm<sup>3</sup> em Saco 1. Esses dados sugerem uma forte atividade de "grazing" de bactérias pelos protozoários herbívoros. Assim, o tamanho médio das células aumenta com a complexidade trófica, mas este modelo é fortemente perturbado pela predação dos protozoários sobre células bacterianas de maior tamanho (Gonzalez *et al.*, 1990). Os flagelados heterotróficos não foram observados em quantidade suficientemente significativa para qualquer conclusão. Porém, em alguns açudes a presença de ciliados foi significativa, como em Chapéu, com valores de 87 ind./ml. De fato, Beaver & Crisman (1989) anotaram valores de 2 a 11 inds/ml em sistema oligotrófico e de 55 a 145 inds/ml, em sistema eutrófico.

Uma correlação positiva significativa foi observada entre a concentração de clorofila "a", abundância e biomassa bacteriana, apontando como açudes mais produtivos, Chapéu e Algodões. Assim, uma reta ascendente entre biomassas foi observada (Figura 4), com função linear definida por:  $\log(Y) = 0,292 \log(X) + 0,608$  com um coeficiente de correlação de 0,953 significativo à nível de 5%. Esta relação mostra que os açudes Ingazeira, Pão de Açúcar e Poço da Cruz não seguem o padrão dos outros açudes. Mas, para todos os açudes estudados, a abundância das comunidades bacterianas parece ser regulada pelos recursos ligados à produção primária, como foi descrito por Bird & Kalff (1984) e Cole *et al.* (1988). Esta correlação sugere que mais de 50% da variabilidade das densidades bacterianas pode ser explicada pela presença dos organismos fitoplanctônicos. O valor de 55% foi reportado por Bouvy *et al.* (1998), a partir de um estudo dos pequenos reservatórios tropicais localizados na Costa de Marfim. Há um controle « bottom-up » dos recursos pelas bactérias. Mas o controle das comunidades bacterianas (densidade e volume) parece ser, também, feito pelos protozoários (controle « top-down »). Assim, o biovolume bacteriano médio mais elevado foi observado no açude mais oligotrófico (Saco 1), em termos de clorofila e COP. Nos outros açudes, os biovolumes foram mais baixos, sugerindo que a predação das células bacterianas pelos protozoários tem um papel importante. Estes organismos, de tamanho muito pequeno com tempo de reposição muito rápido, contribuem, assim, para o aumento da dinâmica de reciclagem dos nutrientes.

Esta primeira análise das comunidades microbianas dos açudes de Pernambuco, realizada unicamente durante uma estação seca, mostra a repartição dos sete açudes estudados com grau de eutrofização bem marcado, mas sem justificção geográfica. Evidentemente, este trabalho não tem pretensão de concluir sobre a estrutura do compartimento microbiano dos açudes estudados. Uma grande riqueza fitoplanctônica domina os ecossistemas pelágicos no Sertão (Chapéu e Algodões), com a presença de Cyanophyta em quantidades importantes, certamente capazes de modificar a estrutura das comunidades zooplanctônicas e ícticas. O crescimento das comunidades bacterianas está controlado pela produção primária, com uma comunidade fitoplanctônica bem diferenciada segundo o açude. Esta primeira conclusão poderá ser confirmada para outros estudos baseados sobre perfis verticais de nutrientes e, também, para experiências entre predadores e presas em laboratório.

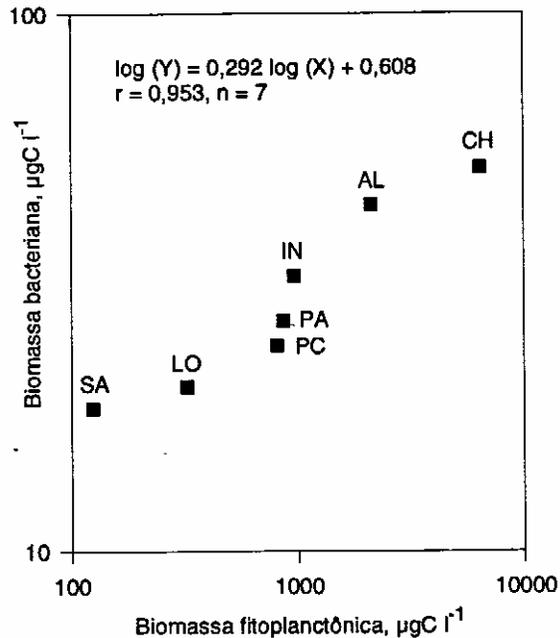


Figura 4: Relação linear entre biomassa bacteriana e biomassa fitoplanctônica em açudes estudados de Pernambuco.

## AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi realizado no Departamento de Pesca do UFRPE, no âmbito do projeto Açudes, convênio UFRPE-CNPq / ORSTOM França. Os autores agradecem ao Professor William Severi pela correção e sugestões apresentadas..

## REFERÊNCIAS CITADAS

- Azam F, Fenchel T, Field, J.G., Gray, J.S., Meyer-Reil, L.A. & Thingstad, F. (1983). The ecological role of water-column microbes in the sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 10: 257-263.
- Beaver, J.R. & Crisman, T.L. (1989). The role of ciliated protozoa in pelagic freshwater ecosystems. *Microb.Ecol.* 17:111-136.
- Bicudo, C.E. & Bicudo, R.M. (1970). *Algas de águas continentais brasileiras*. São-Paulo: FUNBEC, 228 pp.
- Bird D.F & Kalff J. (1984) Empirical relationships between bacterial abundance and chlorophyll concentrations in fresh and marine waters. *Can. J. Fish Aquat. Sci.* 41: 1015-1023.
- Bourrelly, P. (1970). *Les algues d'Eau Douce. Initiation à la Systématique*; Paris, Ed. N. Boubée Science, 3 volumes, 1531 p.
- Bouvy M., Arfi R., Guiral D., Pagano M. & Saint-Jean L. (1994) Role of bacteria as food for zooplankton in a eutrophic tropical pond (Ivory Coast). *Neth.J.Aquat.Ecol.* 28: 167-174.
- Bouvy, M., Arfi, R., Cecchi, Ph., Corbin D., Pagano M. & Saint-Jean L. (1998). Trophic coupling between bacterial and phytoplanktonic compartments in shallow tropical reservoirs (Côte d'Ivoire, West Africa). *Aquat. Microbiol. Ecol.* 15: 25-37.

- 
- Cole, J.J., Findlay, S. & Pace M.L. (1988). Bacterial production in fresh and saltwater ecosystems: a cross-system overview. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 43:1-10
- Dragesco, J. & Dragesco-Kerneis A. (1986). *Ciliés libres de l'Afrique intertropicale*. Editions de l'ORSTOM, Collection Faune Tropicale 26: 559 pp.
- Eppley, R.W., Sharp, J.H., Renger, E.H., Perry, M.J. & Harrison W.G. (1977). Nitrogen assimilation by phytoplankton and other microorganisms in the surface waters of the central North Pacific ocean. *Mar. Biol.* 39: 111-120.
- Esteves, F.A. (1988). *Fundamentos da Limnologia*. Rio de Janeiro, Interciência/FINEP, 575 p.
- Gonzalez J.M., Sherr E.B. et Sherr B.F. (1990). Size selective grazing on bacteria by natural assemblages of estuarine flagellates and ciliates. *Appl. Environ. Microbiol.* 56: 583-589.
- Güde, H. (1989) The role of grazing on bacteria in plankton succession. In : Sommer U (ed) *Plankton Ecology*. Springer-Berlin 337-354
- Marinho, M., Medeiros, I., Carmouze, J.P. & Bouvy M. (1997). Características abióticas do meio aquático em açudes do semi-árido do Pernambuco. In: *Congresso Brasileiro de Limnologia*, 6, São-Carlos, SP, 1997, p. 280.
- Pace, M.L., McManus, G.B. & Findlay S.E.G. (1990). Planktonic community structure determines the fate of bacterial production in a temperate lake. *Limnol. Oceanogr.* 35: 795-808
- Porter, K.G. & Feig Y.S. (1980). The use of DAPI for identifying and counting aquatic microflora. *Limnol. Oceanogr.*, 25: 943-948.
- Puytorac, P., Grain J. & Mignot J.P. (1987). *Précis de Protistologie*. Société Nouvelle des Editions Boubée, Fondation Singer-Polignac, 581 pp.
- Sanders R.W., Porter K.G., Bennett S.J., De Biase A.E. (1989). Seasonal patterns of bacterivory by flagellates, ciliates, rotifers, and cladocerans in a freshwater plankton communities. *Limnol. Oceanogr.* 34: 673-687.
- Simon M. & Azam F. (1989). Protein content and protein synthesis rates of planktonic marine bacteria. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 51: 203-213
- Turley C.M., Newell, R.C. & Robins D.B. (1986). Survival strategies of two small marine ciliates and their role in regulating bacterial community structure under experimental conditions. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 33: 59-70