

**DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA COMUNIDADE
FITOPLANTÔNICA E VARIÁVEIS HIDROLÓGICAS EM UMA SALINA
ARTESANAL DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE, BRASIL**

José Etham de Lucena Barbosa¹

*Departamento de Farmácia e Biologia, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde,
Universidade Estadual da Paraíba, 58000-100 Campina Grande, PB, Brasil.*

Takako Watanabe

*Departamento de Sistemática e Ecologia, Centro de Ciências Exatas e da Natureza,
Universidade Federal da Paraíba, 58051-900 João Pessoa, PB, Brasil.*

Renato de M. Rocha

*Departamento de História e Geografia, Centro de Ensino Superior do Seridó, Universidade
Federal do Rio Grande do Norte, 59300-000 Caicó, RN, Brasil.*

Francisco José Bezerra Souto

*Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Feira de Santana, BR-
116, km 3, 44031-460 Feira de Santana, BA, Brasil.*

ABSTRACT

Spatial and temporal distribution of the phytoplankton community and hydrological variables in an artisanal saltworks in the State of Rio Grande do Norte, Brazil. The phytoplankton community structure was characterized by low taxon richness and biomass, and by a reduction of the specific diversity due to the selectivity of the hypersaline environmental system. The differing communities of the evaporators were characterized by a gradual reduction of the specific diversity along the water bodies course in the saltworks. *Aphanothece halophytica*, for its density and frequency, was responsible for both spatial and temporal distribution patterns of the community. Its dominance and distribution was rather due to the hydrodynamic management of the saltworks than to the seasonality of climatic factors itself. The salinity presented a pattern of progressive increase as the water moves along the evaporators, but without showing significant oscillations between the dry and rainy seasons. The low concentrations of nitrate and orthophosphate, and the significant negative correlations obtained from the regression of values of algal density and diversity on values of salt concentrations, evidenced the salinity as the main regulative source of the ecological processes in those hypersaline environments.

Keywords: Phytoplankton, hydrological variables, salinity, *Aphanothece halophytica*, saltworks, northeastern Brazil.

Descritores: Fitoplâncton, variáveis hidrológicas, salinidade, *Aphanothece halophytica*, salina, nordeste do Brasil.

¹Autor para correspondência.

INTRODUÇÃO

Segundo NIXON (1970), as salinas são “versões domésticas” de lagoas hipersalinas naturais, onde se desenvolvem organismos especializados em estágios ou subsistemas, de acordo com a seqüência de incrementos nos valores de salinidade.

As cianobactérias são as algas pioneiras na colonização e impermeabilização do fundo dos diversos reservatórios de evaporação de uma salina, formando os chamados tapetes algais (“algal mats”). Sua grande densidade e sua baixa permeabilidade lhes permitem formar uma barreira tanto para trocas gasosas como líquidas através do sedimento (BAULD, 1981).

Embora a maioria dos tapetes de algas formados nas salinas seja constituída somente ou primariamente por cianobactérias, as algas eucariontes, particularmente as diatomáceas, estão freqüentemente presentes e, ocasionalmente, podem ser dominantes. Os tapetes podem conter componentes estruturais menos importantes, tais como clorofíceas filamentosas e unicelulares e bactérias fotossintetizantes e heterotróficas. Sua composição e espessura variam de acordo com as condições físico-químicas do meio (salinidade, temperatura, nutrientes, intensidade luminosa) e sazonalidade (BOROWITZKA, 1981).

Em todos os ambientes hipersalinos, o aumento da salinidade, e conseqüentemente mudança na composição iônica, causa diminuição na diversidade das espécies e na produtividade biológica (NIXON, 1970; LARSEN, 1980). Segundo BOROWITZKA (*op. cit.*), o principal efeito do ambiente hipersalino sobre o ecossistema é a diminuição e simplificação da cadeia alimentar, dado o reduzido número de espécies em cada nível trófico.

Além de problemas com a osmorregulação, os organismos também estão expostos a estresses adicionais causados pelas baixas concentrações de oxigênio dissolvido, altas temperaturas, alta intensidade luminosa, variações bruscas de pH e pelo próprio fluxo das salmouras nas salinas (DAVIS, 1979).

Tendo em vista a escassez de trabalhos de cunho ecológico em salinas no Brasil, este estudo propôs analisar a estrutura e distribuição espaço-temporal do fitoplâncton e sua resposta frente às condições ambientais do sistema hipersalino.

MATERIAL E MÉTODOS

A salina Caxico está localizada no município de Grossos, na zona salineira do estado do Rio Grande do Norte (Figs. 1 e 2). O clima da região é do tipo BSW'h', quente e semi-árido, tipo estepe, cuja estação chuvosa se atrasa para o outono, com temperatura média de 27°C. Nas salinas de Grossos, o solo é do tipo Solanchak Solonétzko, cuja textura silto-argilosa propicia a impermeabilização do terreno (SUDENE, 1971).

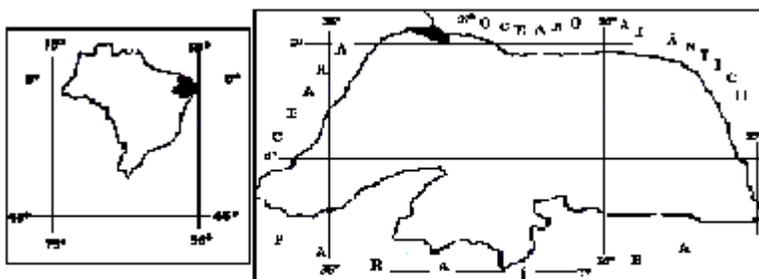


FIGURA 1 – Localização geográfica do município de Grossos-RN (área escurecida na porção superior do mapa da direita).

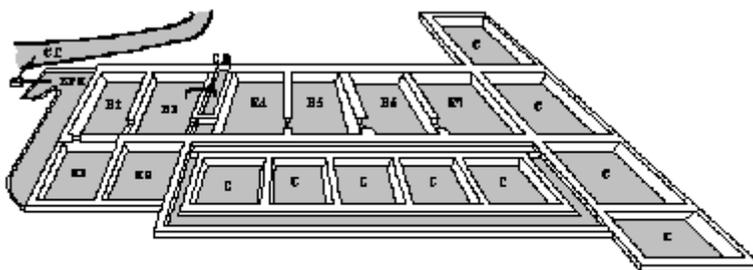


FIGURA 2 – Esquema ilustrativo da salina Caxico, Grossos-RN. (C.C = canal de captação; Z.P.E. = zona de pré-evaporação; E₁ a E₆ = evaporadores; C.R. = canal de revência; C = cristalizadores).

As coletas foram realizadas no mês mais chuvoso (fevereiro, pluviosidade de 140 mm) e no mais seco (agosto, pluviosidade de 10,5 mm) de 1990, em oito evaporadores da salina Caxico. Para análise qualitativa e quantitativa do fitoplâncton foram filtrados 40 litros de salmoura proveniente de três pontos distintos de cada evaporador, com o auxílio de uma rede de plâncton com 50 μ m de abertura de malha. O material obtido foi fixado com formol a 4% neutralizado. Das amostras filtradas foram retiradas subamostras e quantificadas em câmara de sedimentação segundo UTERMÖHL (1958). Para identificação das espécies de diatômáceas, o material foi oxidado segundo as técnicas de MÜLLER-MELCHERS e FERNANDO (1956).

O índice de diversidade adotado foi o de SHANNON-WEAVER (1949) e a diversidade máxima e equitabilidade foram determinadas segundo PIELOU (1975). A dominância foi estimada pela expressão de SIMPSON (1949) e o número de táxons foi tomado como riqueza de espécie.

A salinidade foi determinada com auxílio de um refratômetro Fischer e a temperatura da água através de um termômetro de mercúrio convencional de 1°C de resolução.

O pH foi medido por um analisador de pH Fanem (modelo 302) e o oxigênio

dissolvido determinado pelo método de Winkler, modificado por GOLTERMAN *et al.* (1978), com valores expressos em porcentagem de saturação.

A concentração de nitrato foi determinada segundo GRASSHOFF (1976) e o nitrito obtido segundo MACKERETH *et al.* (1978). O ortofosfato foi determinado pelo método descrito em STRICKLAND e PARSONS (1965) e o sulfato segundo a técnica descrita em GOLTERMAN *et al.* (1978).

Para extração da clorofila-*a* utilizou-se etanol 90% a quente como solvente seguindo-se as técnicas descritas em GOLTERMAN *et al.* (1978) e fórmulas em NUSCH (1980).

Os dados foram analisados estatisticamente através de uma análise de correlação linear simples com o coeficiente de Pearson (*r*).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

VARIÁVEIS HIDROLÓGICAS

Comprovadamente a salinidade constitui-se na principal função de força de uma salina, uma vez que este parâmetro rege, direta ou indiretamente, uma série de outros fatores, tais como temperatura, solubilidade dos gases, teor de nutrientes, produtividade primária e a composição iônica, cujas variações abruptas restringem o desenvolvimento das biotas (COPELAND, 1967; BRITTON e JOHNSON, 1987; RAMANATHAN e NATARAJAN, 1987).

Na salina Caxico, como em outros sistemas de igual funcionamento, a salinidade apresentou, especialmente, um aumento progressivo à medida que a água avançava no circuito de evaporadores, tanto para o período seco quanto chuvoso, tendo em vista que cada compartimento da salina atua como um concentrador crescente de salmoura (Fig. 3).

A salinidade variou de 70‰ a 280‰, no mês chuvoso, e de 58‰ a 272‰, no mês mais seco, apresentando um coeficiente de variação espacial relativamente constante entre as duas épocas de coleta (CV = 85% e 90%, respectivamente). Esta uniformidade entre duas épocas climaticamente distintas, provavelmente, foi provocada por mecanismos hidrodinâmicos da salina, tais como fluxo de água e tempo de residência em cada evaporador, que tenderam a minimizar o efeito direto da precipitação pluviométrica sobre o circuito de salinização da salmoura.

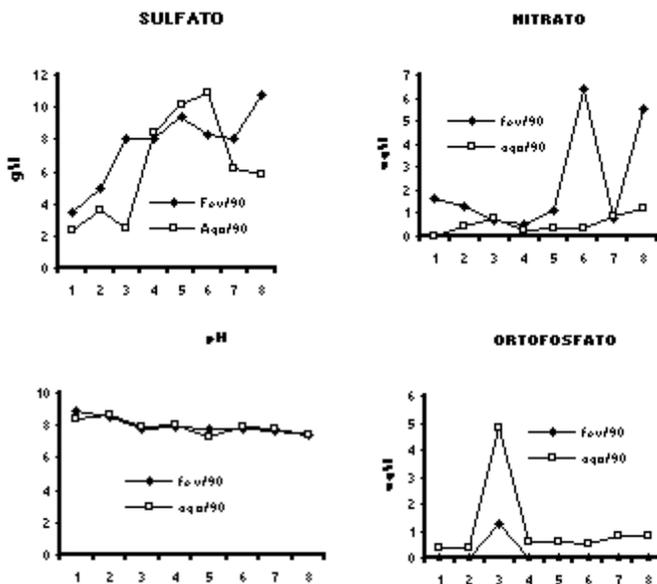


FIGURA 3 – Distribuição espaço-temporal do sulfato, nitrato, ortofosfato, pH, salinidade e temperatura na salina Caxico-RN, em 8 evaporadores, em fevereiro e agosto de 1990.

A temperatura oscilou de 32,1°C a 38°C, em fevereiro/90, e de 23,1°C a 27,4°C, em agosto/90, sendo neste último mês com um aumento gradual ao longo da salina. O pH comportou-se de maneira inversa à salinidade, com um padrão de decréscimo do evaporador 1 ao 8, nas duas épocas de coleta, os valores oscilando de 8,9 a 7,4, em fevereiro/90, e de 8,36 a 7,43, em agosto/90 (Fig. 3). Quanto ao índice de saturação do oxigênio dissolvido, apesar de bem oxigenada nas duas épocas de coleta, a salina não demonstrou um padrão bem definido ao longo do percurso da salmoura. Os valores oscilaram de 77,84% a 179,13%, em fevereiro/90, e de 38,4% a 101,64%, em agosto/90 (Fig. 4).

Com relação aos nutrientes inorgânicos dissolvidos (Fig. 3), com exceção do sulfato, cujas concentrações foram extremamente elevadas na salina (entre 3,45 g/l e 10,76 g/l, em fevereiro/90, e 2,32 g/l a 10,83 g/l, em agosto/90), os demais nutrientes analisados (nitrato, nitrito, ortofosfato) apresentaram valores inexpressivos, a exemplo do nitrito, que ficou em todas as amostras abaixo do nível de detecção do método utilizado. Através destes dados, pode-se constatar a grande limitação de nitrogênio e fósforo no ambiente estudado.

As correlações estabelecidas entre a salinidade e as demais variáveis do sistema, foram significativamente mais fortes com a temperatura, pH, nitrato e sulfato, durante o mês mais seco, e com o pH, sulfato, fitoplâncton total e diversidade de espécies, no mês mais chuvoso (Tabs. 1 e 2). As modificações

dos coeficientes de correlação observadas entre a salinidade e os diferentes parâmetros medidos nos períodos seco e chuvoso, evidenciam que as chuvas, apesar de não terem interferido significativamente no processo de cristalização do sal, provocaram modificações na composição física, química e biológica da água dos evaporadores.

COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA

Na salina Caxico a comunidade fitoplanctônica foi caracterizada por uma baixa riqueza específica, com apenas 11 táxons identificados, sendo 5 diatomáceas e seis cianofíceas (Tabs. 3 e 4). Destas, apenas *Aphanothece halophytica* e, ocasionalmente, *Nitzschia palea* apresentaram densidades acima da média.

A clorofila-*a* se apresentou com valores extremamente baixos, oscilando de 0,54 µg/l a 5,56 µg/l, em fevereiro/90, e de 0 µg/l a 6,77 µg/l, em agosto/90, o que retrata os baixos valores de densidade da comunidade fitoplanctônica. Valores mais elevados nos evaporadores 3, no período seco, e 7, no período chuvoso, devem ser atribuídos à segmentação dos tapetes algais, resultando na suspensão de pequenos “flocos” de algas, provocando picos pontuais nas concentrações de clorofila-*a* durante este estudo (Fig. 4).

Do mesmo modo, o índice de diversidade específica evidenciou uma comunidade extremamente pobre que, combinada com a alta densidade uniespecífica, impôs à comunidade uma alta dominância específica e baixa equitabilidade ambiental (Tab. 5). Estes aspectos estão em função direta, principalmente, da exígua complexidade da teia alimentar e restrição de nichos, e inversamente proporcional ao grau de alteração do sistema salino.

A dominância de *Aphanothece halophytica*, considerada uma das cianofíceas mais halofílicas que se conhece (BROCK, 1976), reforça a hipótese de que este grupo de algas é formado por microorganismos tolerantes a fortes variações de salinidade e temperatura. Elas são, portanto, abundantes no ambiente hipersalino e tendem a excluir os organismos menos adaptáveis (CARDOSO *et al.*, 1978). Estas apresentam táxons especializados, os quais adquirem adaptações que lhes permitem sobreviver, crescer e dominar nos ambientes salinos (GOLUBIC, 1980).

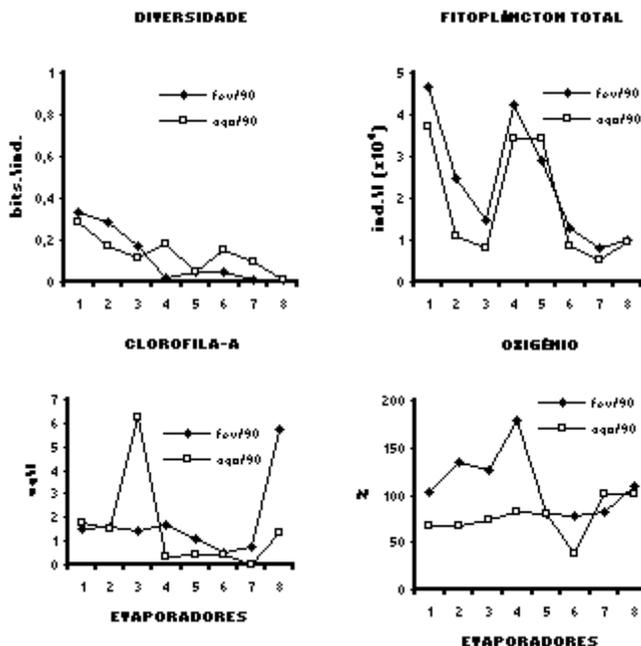


FIGURA 4 – Distribuição espaço-temporal da diversidade, fitoplâncton total, clorofila-a e do % de saturação do oxigênio, na salina Caxico-RN, em 8 evaporadores, em fevereiro e agosto de 1990.

SOUTO (1992), em seu estudo sobre a influência de parâmetros ambientais sobre *Artemia* sp., na salina Caxico, estabeleceu que os tapetes algais são as principais fontes de alimento para as populações deste consumidor primário, sendo a disponibilidade destes um dos principais fatores atuantes sobre a dinâmica populacional de *Artemia* sp., em todos os seus estágios de desenvolvimento.

Considerando os padrões de distribuição espaço-temporal do fitoplâncton total (Fig. 4), observa-se que não houve diferenças entre as duas épocas de coleta, ficando as maiores mudanças da comunidade vinculadas à dinâmica espacial do sistema. *Aphanothece halophytica*, por sua densidade e freqüência, tanto foi responsável pelos padrões de distribuição espacial e temporal do fitoplâncton total ($r = 0,91$ e $0,70$), como foi o principal produtor primário desta comunidade.

As diferenças nas comunidades observadas entre os evaporadores foram marcadas pela redução gradativa na diversidade específica ao longo do circuito das águas na salina (Fig. 4). Tais oscilações são o reflexo direto do ambiente hipersalino sobre o ecossistema, visto que o gradual aumento na concentração

de sais das salmouras impõe um estresse osmótico, e uma instabilidade física e química, sendo poucos os organismos capazes de responder fisiologicamente a estas condições.

A redução no número de espécies e nos valores totais do fitoplâncton, no entanto, não ocorreram linearmente com o aumento da salinidade, e sim de forma brusca entre 58‰ e 142‰, com incremento até salinidade próximo a 200‰ e queda mais uma vez por volta de 230‰. Por este aspecto, observa-se um padrão de distribuição espacial nos dois períodos de estudo, marcado por uma maior diversidade nos evaporadores iniciais (58‰ a 70‰) e maiores densidades nos intermediários, onde o ambiente se mostra menos estressante, com salinidades menores que os evaporadores finais (265‰ a 290‰) (Fig. 4). Estes resultados estão relacionados à precipitação de diferentes tipos de sais ao longo do circuito da salina (CARPELAN, 1967; BRITTON e JOHNSON, 1987).

A salina Caxico possui uma fonte extra de biomassa fitoplanctônica no seu circuito que é o bombeamento diário de salmoura do canal de revência para evaporadores intermediários (SOUTO, 1992). Este fato explicaria o incremento na densidade do fitoplâncton total nos evaporadores 4 e 5 (Fig. 4). Com freqüência a água deste canal se apresentou com coloração verde intensa, fruto das altas concentrações de algas halófilicas nela encontradas.

De um modo geral, a salina Caxico apresentou uma flora planctônica extremamente pobre, decorrente da forte variação de salinidade, implicando conseqüentemente nos outros elos da cadeia alimentar. Sua distribuição esteve primordialmente em função do manejo hidrodinâmico da salina do que propriamente da sazonalidade de fatores climáticos.

TABELA 1 – Correlações entre os parâmetros físicos, químicos e biológicos na salina Caxico-RN, nos meses de fevereiro e agosto de 1990.

	S ² ‰		Clorofila-a		Fitopl. Total		Diversid.		A. halophytica		N. palea	
	Fev	Ago	Fev	Ago	Fev	Ago	Fev	Ago	Fev	Ago	Fev	Ago
S ² ‰	1,00	1,00	0,49	-0,26	-0,73	-0,04	-0,89	-0,29	-0,47	0,22	-	-0,23
T ^o C	0,33	0,91	0,47	-0,32	-0,10	-0,05	-0,39	-0,15	-0,01	-0,08	-	0,02
pH	-0,98	-0,86	-0,41	0,14	0,71	-0,18	0,90	0,40	0,47	-0,55	-	0,26
O ₂ (mg/l)	-0,09	0,40	0,13	-0,09	0,46	0,10	0,16	-0,74	0,62	0,18	-	-0,02
Clorofila-a	0,49	-0,26	1,00	1,00	-0,19	-0,30	-0,28	-0,11	0,22	-0,10	-	-0,25
N ₀₃	0,37	0,65	0,44	0,24	-0,44	-0,49	-0,30	-0,43	-0,48	0,07	-	-0,60
P ₀₄	0,07	0,03	-0,05	0,93	-0,24	-0,27	0,18	-0,18	-0,26	-0,03	-	-0,26
S ₀₄	0,94	0,63	0,51	-0,65	-0,38	0,39	-0,89	0,04	-0,34	0,40	-	0,11
F. Total	-0,73	-0,04	-0,19	-0,30	1,00	1,00	0,48	-0,50	0,91	0,70	-	0,53
Diversid.	-0,89	-0,29	-0,28	-0,11	0,48	-0,50	1,00	1,00	0,22	-0,50	-	-0,18

TABELA 2 – Densidade do fitoplâncton (ind./l) em 8 evaporadores da salina Caxico-RN, no mês de fevereiro de 1990.

ESPÉCIES	FEVEREIRO/90							
	1	2	3	4	5	6	7	8
BACYLARIOPHYCEAE								
<i>Nitzschia palea</i>	***	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cocconeis placentura</i> v. <i>lineata</i>	*	-	-	-	-	-	-	-
<i>Navicula crucicula</i>	*	-	-	-	-	*	-	-
<i>Cymbella caespitosa</i>	*	*	-	-	-	-	-	-
CYANOPHYCEAE								
<i>Aphanothece halophytica</i>	***	***	***	***	***	***	***	***
<i>Lyngbya</i> sp.	-	-	*	-	*	-	-	-
<i>Oscillatoria okeni</i>	-	-	**	-	*	-	-	*
<i>Merismopedia</i> sp.	-	-	-	*	*	-	-	-

- = ausente; * = 0 a 10^2 ind./l; ** = 10^2 a 10^3 ind./l; *** = 10^3 a 10^4 ind./l

TABELA 3 – Densidade do fitoplâncton (ind./l) em 8 evaporadores da salina Caxico-RN, no mês de agosto de 1990.

ESPÉCIES	AGOSTO/90							
	1	2	3	4	5	6	7	8
BACYLARIOPHYCEAE								
<i>Nitzschia palea</i>	***	**	*	***	**	**	*	-
<i>Synedra ulna</i>	*	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cocconeis placentura</i> v. <i>lineata</i>	*	-	-	-	-	-	-	-
CYANOPHYCEAE								
<i>Aphanothece halophytica</i>	**	**	**	**	***	**	**	**
<i>Lyngbya</i> sp.	*	*	-	*	**	*	-	-
<i>Oscillatoria okeni</i>	*	-	-	-	*	*	-	*
<i>Merismopedia</i> sp.	*	-	-	-	-	-	-	-
<i>Anabaena</i> sp.	*	-	-	*	-	-	-	-
<i>Aphanocapsa littoralis</i>	-	-	-	*	-	-	-	-

- = ausente; * = 0 a 10^2 ind./l; ** = 10^2 a 10^3 ind./l; *** = 10^3 a 10^4 ind./l

TABELA 4 – Valores de tendência central e dispersão para os índices relacionados com a diversidade.

Variáveis	Fevereiro/90			Agosto/90		
	Média	D.P.	C.V.	Média	D.P.	C.V.
Fitoplâncton total	2835,38	5567,14	90,54	1320,10	551,68	41,79
Clorofila-a	3,58	2,80	78,22	1,58	0,27	17,01
Diversidade	0,17	0,23	137,20	0,14	0,19	135,49
H' máxima	0,94	0,35	37,41	1,04	0,45	43,54
Equitabilidade	0,19	0,18	94,44	0,34	0,24	70,38
Dominância	0,79	0,16	19,64	0,65	0,23	35,40

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAULD, L.B. 1981 – Occurrence of benthic microbial mats in saline lakes. *Hydrobiologia* 81: 87-111.
- BOROWITZKA, L.J. 1981 – The microflora: adaptations to life in extremely saline lakes. *Hydrobiologia* 81: 33-46.
- BRITTON, R.H. e JOHNSON, A.R. 1987 – An ecological account of a Mediterranean salina: the salin de Giraud, Camargue (S. France). *Biol. Conserv.* 42(3): 185-230.
- BROCK, T.D. 1976 – Halophilic blue-green algae. *Arch. Microbiol.* 107: 109-111.
- CARDOSO, J.N., WATTS, C.D., MAXWELL, J.R., GOODFELLOW, R., EGLINTON, G. e GOLUBIC, S. 1978 – A biochemical study of the abundance of algal mats: a simplified ecosystem. *Chem. Geol.* 23: 272-291.
- CARPELAN, L.A. 1967 – Invertebrates in relation to hypersaline habitats. *Publ. Univ. Texas Contrib. Mar. Sci.* 12: 219-229.
- COPELAND, B.J. 1967 – Environmental characteristics of hypersaline lagoons. *Publ. Univ. Texas Contrib. Mar. Sci.* 12: 207-218.
- DAVIS, J.S. 1978 – Biological communities of a enriched salina. *Aquat. Bot.* 4: 23-42.
- GOLUBIC, S. 1980 – Halophily and halotolerance in Cyanophytes. *Origins of Life* 10: 169-183.
- GOLTERMAN, H.L., CLYMO, R.S. e OHNSTAD, M.A.M. 1978 – **Methods for physical and chemical analysis of freshwater.** 2ª ed. (International Biological Programme, 8). Blackwell, Oxford. 213 p.
- GRASSHOFF, K. 1976 – **Methods of seawater analysis.** Verlag Chemie, Weinheim, New York. 317 p.
- LARSEN, H. 1980 – Ecology of hypersaline environments; pp. 223-239. In: PERSOONE, G., SORGELOOS, P., ROELS, O. e JASPERS, E. (Eds.), **The brine shrimp Artemia.** Vol. 3, **Ecology, culturing, use in aquaculture.** Universa Press, Watteren, Belgium.
- MACKERETH, F.J.H., HERON, J. e TALLING, J.F. 1978 – **Water analysis: some revised methods for limnologists.** Freshwater Biological Association, Scientific Publication nº 36. 119 p.
- MÜLLER-MELCHERS, F.C. e FERRANDO, H.J. 1956 – Técnica para el estudio de las diatomeas. *Bol. Inst. Oceanogr.*, São Paulo, 7(1/2): 151-160.
- NIXON, S.W. 1970 – **Characteristics of some hypersaline ecosystems.** Ph.D. Thesis. University of North Carolina, Durham. (Diss. Abstr., 31B: 2806B-2807B).
- NUSCH, E.A. 1980 – Comparison of different methods for chlorophyll and phaeopigment determination. *Ergbn. Limnol.* 14: 14-36.
- PIELOU, E.C. 1975 – **Ecology diversity.** J. Wiley and Sons, New York. 165 p.
- RAMANATHAN, N. e NATARAJAN, P. 1987 – Ecology of *Artemia* along the southeastern coast of India. In: SORGELOOS, P., BENGSTON, D.A., DECLEIR, W. e JASPENS, E. (Eds.), **Artemia research and its applications.** Vol. 3, **Ecology, culturing, use in aquaculture.** Universa Press, Watteren, Belgium. 556 p.
- SHANNON, C.E. e WEAVER, W. 1949 – **The mathematical theory of information.** University of Illinois Press, Urbana. 117 p.
- SIMPSON, E.H. 1949 – Measurement of diversity. *Nature* 163(4148): 688.
- SOUTO, F.J.B. 1992 – **Influência de fatores ambientais sobre Artemia sp. (Branchiopoda: Artemiidae) em uma salina artesanal no Estado do Rio Grande do Norte.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.
- STRICKLAND, J.D.H. e PARSONS, T.R. 1965 – A manual of seawater analysis. *Bull. Fish. Res. Bd Can.* 125: 1-203.
- SUDENE 1971 – Levantamento exploratório – reconhecimento de solos do Estado do Rio Grande do Norte. *Boletim Técnico*, nº 21. (Série Pedológica, nº 9) Recife. 531 p.
- UTERMÖHL, H. 1958 – Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. *Mitteilungen d. Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie* 9: 1-38, 1 pl.