

DIVERSIDADE DE DIATOMÁCEAS COMO BIOINDICADORAS DE ECOSISTEMAS AQUÁTICOS

Tatiany Liberal Dias Chaves (1) Daniely de Lucena Silva (2); Patrícia Silva Cruz (3); Dayany Aguiar de Oliveira (4); Isis Emanuelle Dias Martins (5)

- (1) Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, e-mail: tatianyliberal@hotmail.com
- (2) Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, e-mail: daniquimicg@gmail.com
- (3) Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, e-mail: patriciacruz_biologa@hotmail.com
- (4) Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, e-mail: dayanyaguiar93@gmail.com
- (5) Universidade Federal da Paraíba – UFPB, e-mail: Isis_emanuelle@hotmail.com

RESUMO

As diatomáceas apresentam ampla distribuição geográfica, utilizados em reconstruções paleoambientais e bioindicação da saúde ecológica dos ecossistemas, na região Nordeste pode representar uma importante ferramenta. O objetivo do presente estudo foi identificar e quantificar diatomáceas planctônicas em reservatórios da Bacia Hidrográfica do Rio Mamanguape (Paraíba, Brasil) associando com o estado trófico dos ecossistemas. Amostragens foram realizadas através de uma garrafa de Van Dorn, na subsuperfície dos ecossistemas. Ao todo foram identificadas 19 espécies melhor adaptadas a ecossistemas turbulentos com elevada turbidez. Os valores associados ao clima de luz subaquático indicaram que apenas Arara Centro e Santa Rita indicaram clima de luz limitante ($Z_{eu:Z_{mix}} \leq 1$). As máximas riquezas de espécies foram identificadas em Mari IV e Saulo Maia, respectivamente, considerados oligotróficos e de águas claras. Os valores mínimos de riqueza foram registrados no Rio do Canto e Santa Rita, associados à mesotrofia e clima de luz subaquático limitante. Dominância de *Aulacoseira granulata*, espécie tipicamente planctônica, foi observada em Jussara e Saulo Maia. Em conclusão, a dominância de diatomáceas R estrategistas foi, conforme esperado, associadas à turbidez e turbulência da água.

PALAVRAS – CHAVES: R estrategistas; Saúde aquática; Bacillariophyceae.

INTRODUÇÃO

Dentre os problemas mundiais mais documentados, destaca-se a eutrofização (BATTARBEE et al. 2005), um problema de âmbito global e que resulta na perda da qualidade ecológica do ecossistema, podendo levar à perda da biodiversidade e a extinção de espécies (BENNION & SIMPSON, 2011). Nesse contexto, cada vez mais se tem utilizado bioindicadores para verificar a

saúde ecológica do sistema aquático, dentre os quais destacam-se as diatomáceas, com elevada sensibilidade às alterações do meio.

Os estudos sobre a diversidade biológica (biodiversidade) têm funcionado como ferramenta fundamental para o diagnóstico e gerenciamento de ecossistemas. Além disso, a degradação de ecossistemas aquáticos continentais tem sido motivo de grande preocupação nas últimas décadas, apontada como um dos grandes problemas ambientais da atualidade (Tundisi 2008, Ribeiro 2008).

A disponibilidade e usos da água na região Nordeste do Brasil, particularmente na região semi-árida, continuam a ser uma questão de extrema importância no que se refere ao seu desenvolvimento. É fato que grandes esforços vêm sendo realizados para aumentar a disponibilidade de água e garantir o abastecimento, além de viabilizar atividades como irrigação. Todavia, esses esforços ainda são, de forma global, insuficientes para resolver os problemas decorrentes da escassez de água, o que faz com que as populações continuem vulneráveis à ocorrência de secas.

As alterações dos processos hidrológicos nessas regiões podem significar diferentes tipos de prejuízos para as comunidades que vivem nessas regiões. Por exemplo, é provável que ocorra aumento da salinização da água subterrânea e superficial em virtude da elevação da evapotranspiração Bates *et al* (2008). Além disso, nas bacias hidrográficas dessas regiões, as conseqüências de mudanças no regime de vazões podem trazer conseqüências mais graves como o surgimento de outros microorganismos prejudiciais a saúde humana e animal.

Segundo Soininen & Kononen (2003), as diatomáceas respondem rapidamente e melhor à concentração de nutrientes e eletrólitos, sendo mais eficazes como indicadores de estado trófico do que outros organismos, como os macroinvertebrados. As diatomáceas respondem às alterações em poucos dias depois dos eventos ocorridos, já os macroinvertebrados, reagem depois de alguns meses ou anos.

No Brasil temos pouco estudos sobre a utilização das diatomáceas como bioindicadoras, sendo a maioria deles realizada por pesquisadores da região sul: Lobo e Torgan, 1988; Lobo et al., 1996, 2002, 2004a,b,c,; Salomoni, 2004; Salomoni et al., 2006.

Nos estudos de monitoramento ambiental, particularmente sobre eutrofização, as diatomáceas destacam-se dentre os principais indicadores biológicos por apresentarem alguns atributos, tais como sensibilidade às mudanças ambientais e valvas bem preservadas nos sedimentos permitindo sua correta identificação, pois seu envoltório celular constituído de sílica polimerizada é resistente à decomposição por bactérias, dissolução química e ruptura física (LOBO et al. 2002).

O objetivo do presente estudo foi identificar e quantificar diatomáceas planctônicas, em reservatórios da Bacia Hidrográfica do Rio Mamanguape, associando-as com o estado trófico dos ecossistemas.

METODOLOGIA

O material coletado para o presente estudo foi obtido em oito ecossistemas, localizados no estado da Paraíba situado entre as latitudes “06°00’11,1” e “08°19’54,7” sul e as longitudes “34°45’50,4” e “38°47’58,3” Oeste, onde se encontra a Bacia do Mamanguape, terceiro maior curso d’água do estado da Paraíba. Os ecossistemas amostrados foram: Santa Rita, Mari I, Rio do Canto, Jussara, Araçagi, Saulo Maia, Arara centro, Mari IV. As coletas foram realizadas no período de seca no ano de 2013, sendo realizada uma coleta em cada ecossistema.

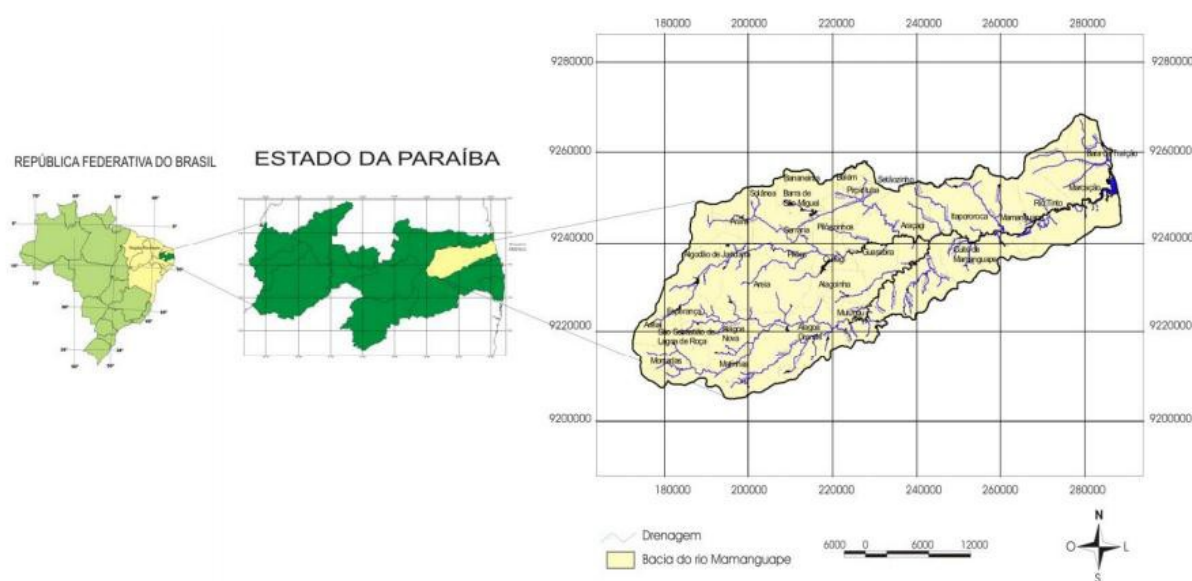


Figura.1. Mapa do Brasil com destaque para o estado da Paraíba e para a Bacia Hidrográfica do Rio Mamanguape – Fonte: Barbosa (2006).

As variáveis temperatura (°C), condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$ a 25 oC), pH e oxigênio dissolvido (mg L^{-1}) foram coletadas *in situ*, através de sondas específicas. Amostras para análise de

fósforo total foram coletadas, através de garrafa de van Dorn (3L), na subsuperfície. A análise de fósforo total ($\mu\text{g.L}^{-1}$) foi realizada pelo método em Strickland; Parsons (1960).

A transparência da água (m) foi calculada através da profundidade de desaparecimento visual do disco de Secchi (Zds), correspondente a 10% da luz incidente na superfície (COLE, 1994). O coeficiente de atenuação vertical da luz (K_0) foi calculado por meio da relação $k = 1,7 \times Zds^{-1}$ (POOLE; ATKINS, 1929). A zona eufótica (Zeu) foi calculada empiricamente multiplicando-se o valor obtido pelo disco de Secchi (10% de incidência de luz) por 2,7 (COLE, 1994). A zona de mistura (Zmix) foi calculada a partir das diferenças na temperatura da água, sendo correspondente a camada homogênea em temperatura, com diferenças $\leq 3\text{m}$. A razão entre Zeu/ Zmis foi utilizada como índice de avaliação de disponibilidade de luz na camada de mistura. O índice de estado trófico foi calculado segundo TOLEDO et al. (1983).

Amostras para análises quantitativas de fitoplâncton e diatomáceas foram coletadas através de uma garrafa de Van Dorn (3L) na subsuperfície, sendo posteriormente acondicionadas em recipientes de plástico e fixadas com lugol. A quantificação do fitoplâncton foi realizada conforme Utermöhl (1958) e o tempo de sedimentação de acordo com Lund et al. (1958).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os lagos e reservatórios da região semiárida nordestina são propensos a eutrofização e à dominância de cianobactérias (DANTAS et al. 2008). Raramente diatomáceas são descritas como presentes nos lagos nordestinos, principalmente em sedimentos, sendo geralmente descritas associadas a períodos de mistura da coluna d'água, onde o colapso de estabilidade de biomassa de cianobactérias é identificado abrindo uma "janela" para que outras espécies possam desenvolver-se (LINS et al. no prelo). Raras no fitoplâncton, em função do peso e volume as diatomáceas afundam rapidamente na ausência de turbulência do ecossistema.

Ao todo foram identificadas 19 espécies planctônicas ocorrentes nos oito ecossistemas, sendo a dominância observada apenas em Jussara (representando 25% do total). A espécie *Aulacoseira granulata*, dominante em Jussara, registrou baixa densidade nos outros reservatórios, como em Arara Centro (0,23%). Em Santa Rita a espécie predominante foi *Naviculacry potephala* (0,20%) e em Rio do Canto *Eunotia sp.* (0,63%). Em Saulo Maia foi registrada a maior riqueza de Bacillariophyceae, com ocorrência de *Eunotia sp.* (6,69%), *Aulacoseira sp.* (0,29%), *Gomphonema*

sp. (1,16%), *Fragilaria* sp. (0,58%), *Gyrosygma* sp. (0,58%), *Encyonema* sp. (0,29%), *Pinnularia* sp. (0,29%) e *Placoneis* sp. (0,29%).

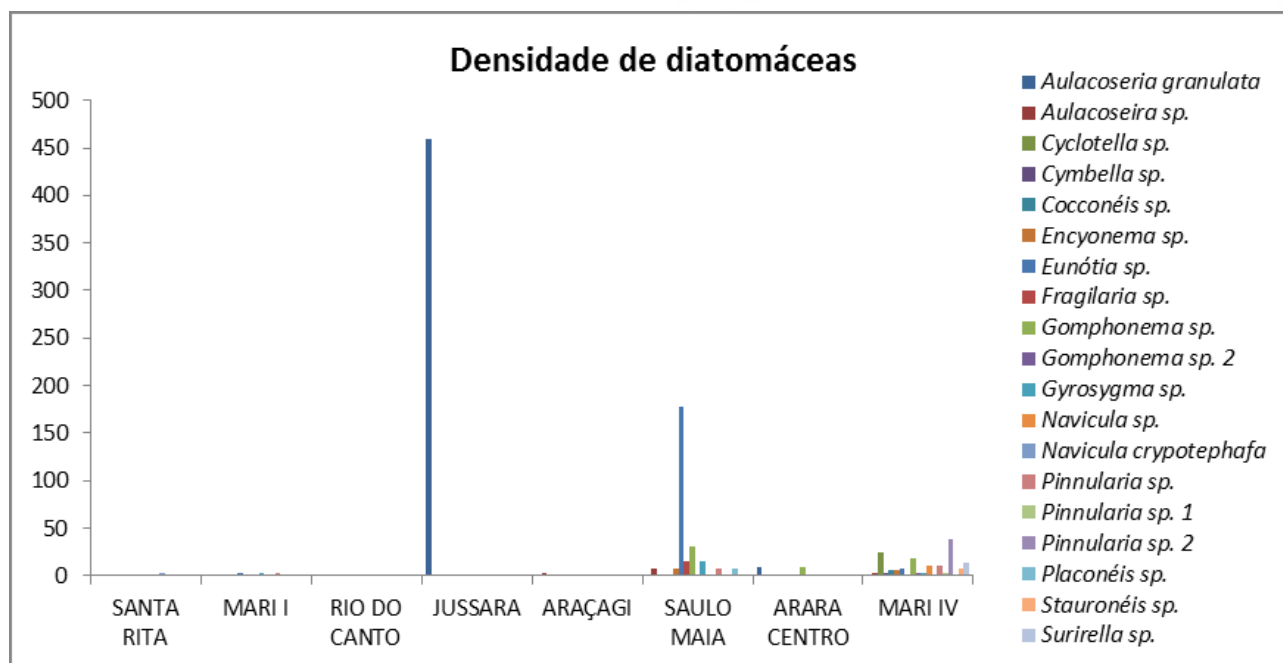


Figura 2. Diatomáceas ocorrentes em oito ecossistemas localizados na Bacia do Mamanguape (Paraíba, Brasil).

Também em Mari IV pôde-se observar uma grande riqueza de diatomáceas com ocorrência de *Pinnularia* sp. 2 (4,39%), *Cyclotella* sp. (2,82%), *Gomphonema* sp. 1 (2,19%), *Surirella* sp. (1,57%), *Pinnularia* sp. (1,25%) e *Navicula* sp. (1,25%), *Eunotia* sp. (0,94%) e *Stauroneis* sp. (0,94%), *Cocconeis* sp. e *Encyonema* sp. (0,63%), *Cymbella* sp., *Aulacoseira* sp., *Gyrosygma* sp., *Gomphonema* sp. e *Pinnularias* sp. 1 (0,31%). Em Mari I foram encontradas *Eunotia* sp. (0,19%), *Gyrosygma* sp. (0,19%) e *Pinnularia* sp. (0,19%) apresentando baixas densidades (Figura 2).

Os dados analisados de fosforo apontaram os valores Arara com (2283,0 mg/L), Barragem Araçagi (1699,8mg/L), Jussara (1683,0 mg/L), Saulo Maia (560,484 mg/L), Rio do canto (2783,0 mg/L). Dentre eles Saulo Maia e Rio do Canto foram considerados hipertróficos. Os reservatórios apresentaram pH ente 9,15 e 7,36, e a condutividade apresentou valores como 1,31 S/m em Mari I e 455 S/m no Rio do Canto.

Em Mari IV, considerado ambiente oligotrófico, foi encontrada a maior riqueza de diatomáceas entre todos os ambientes analisados, sendo este ambiente utilizado para irrigação e sem vegetação natural. Saulo Maia, considerado mesotrófico, também apresentou uma grande riqueza de espécies, já os ambientes Rio do Canto e Santa Rita apresentaram baixa riqueza de diatomáceas, sendo considerados eutrófico e mesotrófico, respectivamente.

Os gêneros *Aulacoseira* sp., *Eunotia* sp., *Encyonema* sp. e *Gomphonema* sp. foram encontrados em quase todos os ambientes analisados, sendo os mais frequentes. Esses gêneros apresentaram elevada adaptabilidade a esses ambientes, sendo a relação abundância- espécies amplamente utilizada para analisar o impacto da poluição (KOBAYASI, 1979). O gênero *Eunotia* sp. ocorre em ambientes ricos em nutrientes e é bioindicador de habitats alcalinos, enquanto os gêneros *Gomphonema* sp. e *Surirella* sp. são indicadores de águas poluídas.

Já o gênero *Aulacoseira* é um bom indicador da ocorrência de turbulência, visto que suas frústulas pesadas possuem elevada taxa de sedimentação e requerem ambiente turbulento para permanecerem na coluna da água (CARRARO et al. 2009 apud. WOLLINAND DUTHIE, 1997). Dessa forma, nitidamente o processo de eutrofização nos ecossistemas aquáticos influencia no aumento das concentrações de fósforo, redução da transparência da água e persistência de espécies de diatomáceas melhor adaptadas a essas condições (R estrategistas tolerantes a poluição).

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos confirma-se a eficácia do uso de bioindicadores como diatomáceas para verificar a saúde ecológica do ecossistema aquático associadas às condições físicas e químicas. Com elevada sensibilidade a alterações do meio, a persistência de espécies tolerantes a poluição e R estrategistas indicaram ecossistemas com tendência a limitação por luz e turbulentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBIER, E.B., ACREMAN, M., KNOWLER, D. 1997. **“Economic valuation of wetlands: a guide for policy makers and planners”**. In Ramsar Convention Bureau, Switzerland, 1997.

BATES, B.C., KUNDZEWICZ, Z.W., WU, S. & PALUTIKOF, J.P. **Climate change and water**. Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC Secretariat, Geneva. 210 p. 2008.

BATTARBEE, R.W., ANDERSON, N.J., JEPPESEN, E. & LEAVITT, P.R.. **Combining paleolimnological and limnological approaches in assessing lake ecosystem response to nutrient reduction.** *Freshwater Biology* 50:1772-1780. 2005.

BATTARBEE, R.W. Diatom analysis. In: BERGLUNG B. E. (ed). **Handbook of Holocene Palaeocology and Palaeohydrology.** Toronto: John Wiley and Sons, p. 527-570, 1986.

BENNION, H.. **Surface-sediment diatom assemblages in shallow, artificial, enriched ponds and implications for reconstructing trophic status.** *Diatom Research* 10(1):1-19. 1995

BENNION, H. & SIMPSON, G. L.. The use of diatom records to establish reference conditions for UK lakes subject to eutrophication. **Journal Paleolimnology** 45: 469-488. 2011

CARRARO, P. G. F.; MOURA, N. A.; SEVERI, W. Estrutura do fitoplâncton e a sua utilização como indicador de condições ecológicas no Reservatório de pedra, bahia. Recife- PE, 2009

COLE, G. A. **Textbook of Limnology.** Waveland Press, Illinois, 412p. 1994.

DANTAS, E.W., MOURA, A.N., BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. C., ARRUDA-NETO, J.D.T. & Cavalcanti, A.D.C. **Temporal variation of the phytoplankton community at short sampling intervals in the Mundaú reservoir, Northeastern Brazil.** *Acta Bot. Brasil.*, 22(4): 970-982. 2008.

LOBO, E.A.; CALLEGARO, V.L.M. & BENDER, P. Utilização de algas diatomáceas e epilíticas como indicadores da qualidade da água em rios e arroios da região hidrográfica do Guaíba, RS, Brasil. Santa Cruz do Sul, **EDUNISC.** 2002.

LOBO, E. A.; LEIGHTON, G. Estructuras comunitarias de las fitocenosis planctonicas de los sistemas de desembocaduras de rios y esteros de la zona central de Chile. **Revista de Biología Marina, Valparaiso**, 22(1): 1- 29, 1986.

LOBO, E. A., CALLEGARO, V.L., WETZEL, C. E., HERMANY, G. & BES, D.. Water quality evaluation of Condor and Capivara Stream, Municipal District of Porto Alegre, RS, Brazil, using epilithic diatom communities as bioindicators. **Oceanol. Hydrobiol. Stud.**, 33: 77-93, 2004c

LOBO, E.A.; CALLEGARO, V.L.M.; OLIVEIRA, M.A.; SALOMONI, S.E.; SCHULER, S. & ASAI, K. Pollution tolerant diatoms from lotic systems in the Jacuí Basin, Rio Grande do Sul, Brazil. *Iheringia*, **Série Botânica** 27: 45-72. 1996.

LOBO, E.A., CALLEGARO, V.L.M., HERMANY, G., BES, D., WETZEL, C.E. & OLIVEIRA, M.A.. Use of epilithic diatoms as bioindicators from lotic systems in southern Brazil, with special emphasis on eutrophication. **Acta Limnol. Bras.** 16 (1): 25-40 , 2004^a.

LOBO, E.A., CALLEGARO, V.L.M., HERMANY, N.G. & ECTOR, L. Review of the use of microalgae in South American for monitoring Rivers, with special reference to diatoms. *Vie Milieu* 54 (2-3): 105-114, 2004b.

LOBO, E. A. & TORGAN, L.C., Análise da comunidade de diatomáceas (Bacillariophyceae), em duas estações do sistema Guaíba, Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**,1: 103-119. 1988.

LUND, J.W.G., KIPLING, C. & LECREN, E.D. The inverted microscope method of estimating algal numbers and the statistical basis of estimations by counting. **Hydrobiologia**11: 143-170. 1958.

KOBAYASI, H. On diatom assemblages in the Tamagawa River and Minamiasagawa. River. **Study Reports of Environmental Sciences**, v. B29-R12-2, p.76-82 (emjaponês), 1979.

POOLE, H.H; ATKINS, W.R.G. Photo-electric measurements of submarine illumination throughout the year. **Journal of the Marine Biological Association of India, The United Kingdom (New Series)** v. 16, n.1, p.297-324, 1929.

RIBEIRO, W.C. **Geografia Política da Água**. São Paulo: Annablume, 162p. 2008.

ROS, J. **Práticas de ecologia**. Editorial Omega, Barcelona. 181 p. 1979.

SALOMONI, S. E. Diatomáceas epilíticas indicadoras da qualidade de água na bacia do rio Gravataí, Rio Grande do Sul, Brasil. São Carlos, Universidade Federal de São Carlos, 230p (PhD Thesis) 2004.

SALOMONI, S.E.; ROCHA, O.; CALLEGARO, V.L. & LOBO, E. A. Epilithic diatoms as indicators of water quality in the Gravataí river, Rio Grande do Sul, **Brazil. Hidrobiologia** 559: 233-246, 2006.

SCHEFFER, M.. **Ecology of shallow lakes**. Chapman and Hall, London. 1998

SILVA, M.A.; LUDWIG, V. A. T; TREMARIN, I. P.; VERCELLINO, S. I. Diatomáceas perifíticas em um sistema eutróficobrasileiro(Reservatório do Iraí, estado do Paraná) **Acta bot. Bras.** 24(4): 997-1016. 2010.

STRICKLAND, J.D.H. & PARSONS, T.R..A manual of seawater analysis. **Fisheries Research Board of Canada Bulletin** 125: 1-185. 1960

SMOL, J.P.. **Pollution of lakes and rivers: a paleoenvironmental perspective**. 2 ed. 383p.

SOININEN, J. & KÖNÖNEN, K. Comparative study of monitoring South-Finnish rivers and streams using macroinvertebrate and benthic datum community structure. **Aquatic Ecology** 38: 63-75, 2003.

TOLEDO-JR, A.P., TALARICO, M., CHINEZ, S.J. & AGUDO, E.G. 1983. A aplicação de modelos simplificados para a avaliação do processo da eutrofização em lagos e reservatórios tropicais. **Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, Balneário Camboriú, Santa Catarina. p. 1-34. 2008.

TUNDISI, J.C. **Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções**. Estudos Avançados (DossiêÁgua) 22(63): 7-16, 2008.

UTERMÖHL, H. **Zur Vervollkommung der quantitative Phytoplankton: Methodik**. Mitteilung Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie 9: 1-38, 1958.

