



VARIAÇÃO DIURNA DA COMUNIDADE ZOOPLANCTÔNICA E DE VARIÁVEIS LIMNOLÓGICAS NO BRAÇO DO RIO GRANDE - REPRESA BILLINGS, MUNICÍPIO DE RIBEIRÃO PIRES - SP.

C.M. Oliveira

I.A. Santos; C.F. Carmo

1-Centro Universitário Fundação Santo André, Av: Príncipe de Gales nº821, Bairro Príncipe de Gales, 09060 - 650, São Paulo, Brasil. Fone: 55 11 4972 - 5274 - claudiamontanrideoliveira@hotmail.com 2 - Instituto de Pesca, Av. Francisco Matarazzo, 455, Bairro Água Funda, 05001 - 900, São Paulo, Brasil. Telefone: 55 11 3871 - 7515

INTRODUÇÃO

Na região Sudeste, embora haja grande quantidade de água disponível, a urbanização, a ampliação do parque industrial e a intensificação das atividades agrícolas, além do crescimento populacional (principalmente no entorno de mananciais) e da diversificação dos usos múltiplos provocaram mudanças na qualidade da água. Uma das maiores experiências humanas na modificação de ecossistemas naturais é a construção de represas (Rodgher *et al.*, 005). De acordo com Mucci (1993), o Estado de São Paulo possui a quase totalidade dos seus rios represados em algum trecho.

Os lagos artificiais, também conhecidos por reservatórios ou açudes, são um estágio intermediário entre os ambientes lênticos e lóticos por apresentarem baixo tempo de residência da água (Tundisi, 1990; Esteves, 1998). Foram criados para atender demandas da população humana, provocando inúmeras alterações climáticas, geológicas e na biota terrestre e aquática. Essas modificações podem gerar consequências positivas como o fornecimento de água, produção de energia hidroelétrica, turismo, recreação, navegação, regulação de enchentes e trabalho para a população local. Algumas consequências negativas são os deslocamentos da população humana, perda da biodiversidade, mudanças na composição química da água, perda de valores estéticos, culturais e históricos, aumento dos vetores de doenças e problemas de saúde pública (Tundisi, 1999; Straskraba & Tundisi, 2000). Represas são ecossistemas em permanente perturbação e descontinuidade vertical e horizontal. Elas são pequenas parcelas de uma bacia hidrográfica, que compreendem todo o território onde estão localizados os diferentes corpos de água e a área de drenagem que as alimentam, portanto, detectam todos os efeitos das atividades antropogênicas.

A Represa Billings, um “belo reservatório que tem cerca de 1,3 trilhões de litros de água”, é um dos mais importantes corpos de água da região metropolitana da cidade de São

Paulo, e possui um papel estratégico no abastecimento de água à população. Localizada na Bacia do Alto Tietê, está submetida aos efeitos de uma ocupação desordenada, do uso inadequado do solo e da poluição ambiental, além dos fatores que geralmente exercem influências nas características bióticas e abióticas de represas. (Sendacz & Kubo,1999).

OBJETIVOS

O objetivo foi caracterizar a variação diurna de variáveis limnológicas e da composição e diversidade da comunidade zooplancônica no braço do Rio Grande - Represa Billings.

MATERIAL E MÉTODOS

A Represa Billings ocupa uma área de aproximadamente 120 km³. Trata - se do maior manancial da Grande São Paulo, com capacidade para armazenar 1,2 bilhões de metros cúbicos de água. Localizada na região do Grande ABC, a Represa Billings foi planejada em 1925, através de um decreto federal do então presidente da república Artur Bernardes, que autorizava o plano de obras da The São Paulo Tramway, Light & Power Company Limited - antiga Light-para aproveitamento da força hidráulica nos municípios de Salesópolis, Santos, Mogi das Cruzes, São Bernardo do Campo, Santo Amaro e Itapeverica. No documento, a empresa se comprometia a não prejudicar o abastecimento de água das populações que seriam naturalmente servidas pelos mananciais a captar e a executar obras de manutenção. Inicialmente destinada à produção de energia elétrica para a usina Henry Borden, localizada no sopé da Serra do Mar (Cubatão), a Billings foi transformada em manancial para consumo em 1958, quando se inaugurou a Estação de Tratamento de Água (ETA) no braço do Rio Grande em São Bernardo do Campo.

Em razão da poluição das águas da Bacia Tietê - Pinheiros e para atender a uma determinação ambiental, a Empresa Metropolitana de Água e Energia EMAE, proprietária do reservatório, deixou de reverter às águas do Rio Pinheiros para a Billings, comprometendo a produção de energia. Aos 79 anos, a represa já apresenta sinais de desgastes: o reservatório diminuiu, em especial a lâmina d'água, devido ao assoreamento sofrido pelos seus braços.

A coleta foi realizada em um ponto do braço Rio Grande situado nas dependências do Parque Milton Marinho de Moraes, município de Ribeirão Pires.

Amostragem

A caracterização da variação diurna foi realizada no dia 29/08/2006, com início às 8h00 em intervalos de 4 horas, em um ponto localizado a 600 m da margem no braço Rio Grande do município de Ribeirão Pires. A condutividade elétrica foi estimada por meio eletrométrico em um condutivímetro digital. A transparência da água foi determinada utilizando-se o desaparecimento visual do disco de Secchi. A região do lago onde essa radiação alcança é chamada de zona eufótica. (POMPÊO, 1999). O perfil térmico da coluna d'água (temperatura da água em °C), nos diferentes horários foi obtido com a utilização de um termistor digital portátil. Os valores de alcalinidade total foram determinados pelo método potenciométrico proposto por Golterman e Clymo (1969). Os valores da concentração de oxigênio total foram determinados pelo método titrimétrico proposto por Winkler modificado por Golterman *et al.*, (1978). As concentrações da forma de carbono foram estimadas pelo método numérico proposto por Mackereth *et al.*, (1978), baseando-se na temperatura da água, pH e alcalinidade total. O procedimento para a extração da Clorofila - a seguiu método proposto por Marker *et al.*, (1980).

RESULTADOS

Às 8 horas, a temperatura foi constante em toda coluna d'água (18,5 °C), o sistema apresentou uma coluna d'água desestratificada e homogênea termicamente. Às 16 horas, foi observada uma estratificação térmica na coluna d'água, apresentando uma temperatura de 20,8 °C na superfície. As estratificações térmicas são fenômenos típicos de verão que acarretam marcante estratificação de fatores físicos e químicos, como por exemplo, oxigênio dissolvido (Arcifa, 1999), em função da quantidade de energia disponível e o calor específico da água.

Observações de campo podem caracterizar o dia de coleta como atípico, com temperatura elevada para um dia de inverno. Ramirez (1996), estudando um lago raso (Lago das Garças) situado na RMSB, em sua variação diurna no inverno, também encontrou uma desestratificação no início do dia (6h), o autor relacionou esse fato ao esfriamento convectivo que ocorre na madrugada. Durante o dia, porém, não houve em sua análise uma estratificação térmica.

Segundo Esteves (1998) em ecossistemas com temperaturas mais elevadas, acima de 20 °C, não há necessidades de grandes diferenças de temperatura para uma grande alteração na densidade, já em temperaturas mais baixas como no caso da encontrada no momento da coleta no açude estudado (12,5 °C a 11,8 °C), são necessárias maiores alterações

de temperatura para uma menor diferença de densidade. Alterações nos padrões verticais da temperatura da coluna d'água, em curtos intervalos de tempo, afetam consideravelmente, outras variáveis como a distribuição de gases (CO₂ e O₂), pH, condutividade elétrica e as concentrações de nutrientes (Calijuri apud Tucci, 2002).

A zona eufótica foi calculada com base na média dos valores de desaparecimento do disco de Secchi (1,1m) multiplicado por três, segundo Cole (1975). O valor obtido foi admitido como o correspondente à zona eufótica. (Esteves, 1998).

Segundo Esteves (1998) uma das principais consequências da dispersão da radiação solar para o ambiente aquático é a redução da profundidade de penetração da energia fotossinteticamente ativa. A dispersão é observada mesmo em águas muito puras, ela é resultante do desvio da trajetória original da radiação por componentes presentes no meio, além da própria água, ela é causada por substâncias dissolvidas e partículas em suspensão.

A variação diurna da condutividade elétrica não foi acentuada ficando em média de 364 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. No trabalho de Ramirez (1996) a variação diurna da condutividade, no inverno, mostrou diferenças significativas tanto entre as horas quanto entre as profundidades com uma diminuição brusca às 14hs. Os valores apresentaram um aumento no vetor superfície - fundo com valor médio bem mais baixo (145,4 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$). O autor relaciona as alterações de condutividade ao padrão de estratificação térmica da coluna d'água e ao comportamento do oxigênio, típicos do inverno.

Os valores obtidos de condutividade associados ao perfil térmico estratificado do sistema no presente trabalho não permitiram confirmar a hipótese proposta pelo autor. Nas duas primeiras coletas ocorreu uma diminuição da concentração de oxigênio dissolvido no sentido superfície - fundo, este fato pode estar associado aos processos de oxidação - redução no sedimento (decomposição de matéria orgânica). Observa-se também que as concentrações de oxigênio na superfície e sub - superfície durante todo o dia, foram elevadas e constantes, devido provavelmente à turbulência e vento.

O maior valor para a alcalinidade (0,68 mEq/L) foi encontrado na superfície às 12h00, e o menor valor (0,44 mEq/L) às 8h00, também na superfície. Segundo Ramirez (1996), as variações nictimerais na alcalinidade são praticamente indistinguíveis, em seu trabalho no Lago das Garças os valores médios de alcalinidade oscilaram entre 0,78 mEq/L a 0,85 mEq/L. O valor médio obtido no Braço do Rio Grande da represa Billings foi de 0,52 mEq/L que corresponde a 62% do valor obtido (0,83 mEq/L) por Ramirez (1996) no mês de agosto no Lago da Garças (ambiente eutrófico). O autor considera que pequenas variações na alcalinidade, embora sejam estatisticamente significativas, são difíceis de explicar do ponto de vista biológico. Os dados obtidos no presente trabalho seguem a hipótese de Ramirez (1996), sendo que a pequena oscilação dos dados pode estar associada às atividades biológicas de respiração e fotossíntese.

Os valores apresentaram uma relação inversa à concentração de CO₂ livre. Ramirez (1996) encontrou a mesma variação em seu estudo, onde os menores valores do pH às 14h coincidiram com os maiores valores do CO₂ livre, com média de 8,09. A média do dia foi 7, pH neutro, sendo um bom resultado pois, segundo a CETESB (2004) o pH é padrão de

potabilidade, devendo as águas para abastecimento público apresentar valores entre 6,5 e 8,5, de acordo com a Portaria 1469 do Ministério da Saúde.

Segundo Branco (1986), de acordo com os organismos presentes em um sistema aquático pode - se ter conhecimento de diferentes graus e tipos de poluição principalmente observando os que se desenvolvem em maior número. Tais organismos são denominados indicadores. É relevante o conhecimento da dinâmica desses organismos, pois as flutuações temporais e espaciais em sua composição e biomassa podem ser indicadores eficientes das alterações naturais ou antrópicas nos ecossistemas aquáticos. As informações sobre quais são os organismos de um determinado sistema aquático podem reafirmar os resultados obtidos nas análises físicas e químicas, podendo indicar inclusive o estado trófico que se encontra o ambiente (Branco, 1986; Cetesb, 2004).

No ambiente pelágico, os organismos do zooplâncton são em geral os principais responsáveis pelo consumo, processamento e transferência de materiais sintetizados e/ou assimilados pelo fitoplâncton e por bactérias. Por isso, a atividade metabólica do zooplâncton tem implicações ecológicas importantes para a produção pesqueira e para os ciclos biogeoquímicos regionais, entre outros processos.

A comunidade zooplanctônica é importante na manutenção do equilíbrio do ecossistema aquático, podendo atuar como reguladores da comunidade fitoplanctônica e na reciclagem de nutrientes, além de servirem como alimento para diversas espécies de peixes. Os grupos dominantes de ambientes de água doce são protozoários, rotíferos, cladóceros e copépodes (CETESB, 2004) representantes de todos estes grupos foram encontrados na coleta. A estrutura da comunidade zooplanctônica é o produto do crescimento, reprodução e competição interespecífica por recursos alimentares disponíveis (Blancher, 1984). O grupo com maior representatividade foi o de rotíferos, sendo responsável por 63,83% dos indivíduos, Esteves (1998) afirma que os rotíferos são fundamentais na alimentação dos peixes em seu estado larval. O predomínio de rotíferos na comunidade zooplanctônica de lagos e reservatórios pode ser atribuído principalmente partenogenética e ciclo de vida curto, o que propicia o desenvolvimento de grandes populações transitórias. Rotíferos são oportunistas, de um modo geral r - estrategistas, cujo desenvolvimento é favorecido em ambientes instáveis; a natureza e origem dos lagos, e interações biológicas como produção e competição interespecífica por alimentos também influenciam o predomínio deste grupo zooplanctônico (Matsumura - Tundisi *et al.*, 1990). Segundo Esteves (1998) em reservatórios onde há alta densidade de peixes planctônicos, predadores de zooplâncton, existe baixa densidade de zooplâncton de grande porte, como por exemplo, *Daphnia*, sendo dominante os de pequeno porte como *Bosmina*, *Ceriodaphnia* e rotíferos, caso este encontrado no açude estudado.

O trabalho de Piva - Bertolletti (2001), faz uma associação entre algumas espécies e sua utilização com indicadoras da qualidade da água. Entre os rotíferos encontrados no presente trabalho, segundo a autora, a seguintes espécies podem estar associadas a condições eutróficas do ambiente: *Brachionus angularis*, *Brachionus calliculiflorus*, *Filinia opoliensis*, *Keratella cochlearis tecta*, *Keratella cf. tropica*,

Trichocerca similis.

No presente trabalho foi observadas alterações na densidade da comunidade zooplanctônica em função da migração vertical dos organismos. A densidade total às 8 horas foi de 1.608.028 org/m³, reduzindo para 1.122.600 org/m³ às 12 horas e alcançando o valor de 2.787.103 org/m³. Os cladóceros foram encontrados somente na coleta das 8 horas, esses organismos migraram da superfície do sistema não sendo encontrados nas coletas das 12 horas e 16 horas. A riqueza encontrada no presente trabalho foi influenciada pelos rotíferos, representados por um grande número de táxons, e apresentando uma pequena variação entre as horas. O conhecimento da riqueza e diversidade da comunidade zooplanctônica é um instrumento de grande valia para a caracterização ou tipificação de um lago. Os atributos dessa comunidade podem ser alterados pela eutrofização provocando a exclusão de algumas espécies ou um elevado crescimento de outras.

CONCLUSÃO

A represa Billings apresenta sinais de comprometimento da qualidade da água, tais como valores elevados de condutividade e fósforo total. Não ocorreram alterações diurnas importantes nas variáveis físicas e químicas da água durante o período de estudo. A estrutura da comunidade manteve - se estável durante todo o período de estudo, com predominância dos rotíferos, que são oportunistas, de um modo geral r - estrategistas, cujo desenvolvimento é favorecido em ambientes instáveis.

REFERÊNCIAS

- Arcifa, M. S. (1999). "Lago Monte Alegre: uma visão sobre a estrutura e hipóteses de funcionamento", in *Ecologia de Reservatórios: Estrutura, Função e Aspectos Sociais*. Org. Henry, R. FAPESP/FUNDBIO, São Paulo, p. 55 - 76.
- CETESB (2004). Relatório de qualidade de águas interiores do estado de São Paulo - 2003. São Paulo. 273 p.
- COLE, G. (1975). *Textbook of limnology*. Saint Louis, The C.V. Mosby, 283 p.
- Esteves, F.A. *Fundamentos de limnologia*. Rio de Janeiro: Interciência/FINEP, 1988.
- Golterman, H. L.; Clymo, R. S. (1969). *Methods for chemical analysis of freshwaters*. Blackwell Scientific Publications. International Biological Programme, Oxford. 171 p.
- Mucci, J.L.N. A influência da decomposição da vegetação na qualidade da água de reservatórios. 1993. 163 p. Tese (Doutorado em Saúde Pública)-Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Rodgher, S.; Espíndola, E.L.; Rocha, O.; Fracácio, R.; Pereira, R.H.G.; Rodrigues, M.H.S. *Limnological and ecotoxicological studies in the cascade of reservoirs in the Tietê river (São Paulo, Brazil)*. Braz. J. Biol., v.65, p.697 - 710, 2005.
- Sendacz, S.; Kubo, E. (1999). Zooplâncton de reservatórios do Alto do Tietê, Estado de São Paulo. In: Henry, R. (Ed).

- Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais. Botucatu: FUNDIBIO/FAPESP.
- Straškraba, M.; Tunsisi, J.G. Reservoir ecosystem functioning: theory and application. In: Tundis, J.G.; Straskraba, M. (Eds). Theoretical reservoir ecology and applications. Leiden: Backhuys, 1999. p. 565 - 597.
- Tundisi, T. G. (1999) "Reservatórios como sistemas complexos: teorias, aplicações e perspectivas para usos múltiplos", in Ecologia de reservatórios: Estrutura, função e aspectos sociais. Org. Henry, R. FAPESP/FUNDIBIO, São Paulo, pp. 18 - 38.
- Mackereth, F. J. H.; Heron, J.; Talling, J. F. (1978). Water analysis: some revised methods for limnologists. Freshwater Biological Association. Scientific Publication, n^o 36. Titus Wilson & Son Ltd., Kendall, 117p..
- Marker, H. H.; Nusch, E. A.; Rai, H.; Riemann, B. (1980). "The measurement of photosynthetic pigments in freshwaters and standardization of methods: Conclusions and recommendations". Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol (14), pp. 91 - 106.
- Marques, J. S. & Argento, M. S. F. (1988). O uso de flutuadores para avaliação da vazão de canais fluviais. Geociências, 7: 173 - 186.
- Piva - Bertolotti, S.A.E. (2001). Zooplâncton dos Lagos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (SP) e relações entre espécies zooplânctônicas e estado trófico em corpos d'água do Estado de São Paulo. Tese (Doutorado em Saúde Pública)-Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 253 p.
- Pompêo, M.L.M. (1999). "O disco de Secchi". Bioikos, 13 (1/2). pp. 40 - 45.
- Ramírez R., J. J. (1996). "Variações espacial, vertical e nictemeral da estrutura da comunidade fitoplanctônica e variáveis ambientais de quatro dias de amostragem de diferentes épocas do ano no Lago das Garças, São Paulo". Tese (Doutorado em Ciências, Área Botânica)-Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 282 p.
- Sendacz, S.; Kubo, E. (1999). "Zooplâncton de reservatórios do Alto do Tiête, Estado de São Paulo", in Ecologia de Reservatórios. Estrutura, Função e Aspectos Sociais. Org. Henry, R. FAPESP / FUNDIBIO, São Paulo.
- Strickland, J. D.; Parsons, T. R. (1960). A manual of sea water analysis. Bull. Fish. Res. Bd. Can., 125: 1 - 185.
- Tucci, A. (2002). "Sucessão da comunidade fitoplanctônica de um reservatório urbano e eutrófico, São Paulo, SP, Brasil". Tese (Doutorado em Ciências Biológicas, Área de Biologia Vegetal) Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 274 p.
- Valderrama, J. C. (1981). The simultaneous analysis of nitrogen and total phosphorus in natural waters. Marine Chemistry, Amsterdam, v.10: 109 - 122.