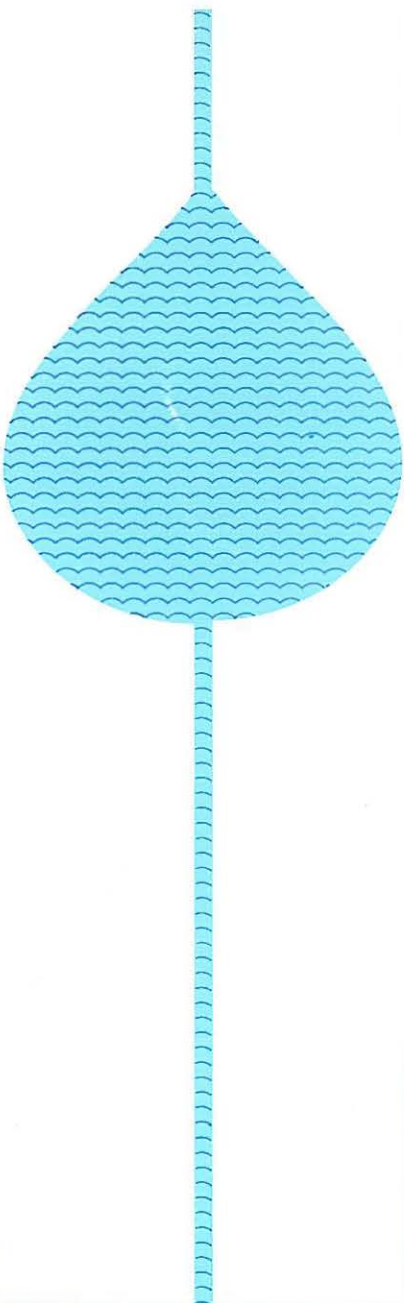


recursos hídricos



APRH

REVISTA DA ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DOS RECURSOS HÍDRICOS

JUNHO/NOVEMBRO, 1998
Vol. 19 N.ºs 2 e 3

VARIAÇÃO DE ALGUNS PARÂMETROS INDICADORES DA QUALIDADE DA ÁGUA EM DUAS ALBUFEIRAS DA SERRA DA ESTRELA⁽¹⁾

VARIATION OF SOME WATER QUALITY PARAMETERS IN TWO RESERVOIRS LOCATED ON SERRA DA ESTRELA

Ana. M. Geraudes

Assistente do 1º triénio da Escola Superior Agrária de Bragança, membro da APRH nº 1184.

Maria José Boavida

Prof. Auxiliar Agregado da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, membro da APRH nº 1298.

RESUMO - Os resultados apresentados correspondem a um ciclo anual realizado nas albufeiras do Vale do Rossim e do Lagoacho (Parque Natural da Serra da Estrela). A primeira existe desde 1956 e encontra-se sujeita a uma pressão humana intensa. É utilizada nos meses de Verão como espaço de lazer e existe mesmo um parque de campismo nas proximidades das suas margens. A segunda existe desde 1994 e como é muito recente ainda não foi sujeita a grandes pressões. Durante o período em que decorreu este estudo ambas as albufeiras foram sujeitas a enchimentos e a esvaziamentos sucessivos. Foram analisadas as variações das concentrações de algumas formas de fósforo, da actividade da fosfatase ácida, da clorofila *a* e de alguns parâmetros bacteriológicos indicadores da qualidade da água. Os maiores valores do índice trófico de Carlson e a presença de estreptococos fecais e coliformes totais/fecais observados na Albufeira do Vale do Rossim durante o período de esvaziamento poderão ser explicados pelo facto de esta albufeira ter sido completamente esvaziada e, em parte, pela maior afluência humana a este sistema.

⁽¹⁾ Comunicação oral apresentada no Simpósio sobre Aproveitamentos Hidroeléctricos.

ABSTRACT - The present study was conducted from August 1994 to July 1995 in Vale do Rossim and Lagoacho reservoirs. Both systems are located at Serra da Estrela. The first reservoir was built in 1956 and is subjected to an intense human influence in summer when the reservoir and surroundings are used for recreation and leisure activities such as fishing, boating, swimming and camping. Lagoacho Reservoir exists since 1994. During the period of its existence the human influence was negligible. During this study both reservoirs were (re)filled and emptied again. The variations of some phosphorus forms, of acid phosphatase, of chlorophyll *a* and of some bacteriological water quality parameters were assessed. The highest Carlson's Trophic State Index and the presence of total/fecal coliforms and streptococci observed in Vale do Rossim Reservoir during the emptying phase could be due to the fact that this system was being subjected to a more intense disturbance than Lagoacho Reservoir.

1. INTRODUÇÃO

O maior reservatório de água doce exclusivamente nacional encontra-se no maciço da Serra da Estrela (EDP, 1994). No entanto, os seus sistemas aquáticos têm sofrido ao longo do tempo o impacto da actividade humana. Entre os factores de perturbação contam-se a desflorestação ou a florestação com exóticas, a pastorícia e, mais recentemente, os milhares de turistas que anualmente visitam esta área e que utilizam

alguns destes sistemas como espaços de lazer. Os sistemas aquáticos artificiais estão ainda sujeitos a outros factores potencialmente negativos como é o caso das variações extremas do nível da água que ocorrem repentinamente e sem qualquer periodicidade definida. A consequente degradação destes sistemas manifesta-se geralmente pelo aparecimento de contaminação de natureza bacteriológica e pelo agravamento dos fenómenos de erosão no litoral. Estes últimos levam ao aumento das entradas de nutrientes e da turbidez das águas (STRASKRABA, 1996). Ocorre assim, uma forte degradação destes sistemas e da qualidade das águas. A sua limnologia é ainda pouco conhecida, tornando-se, por isso, urgente o desenvolvimento de estudos que possibilitem o seu conhecimento profundo. Só deste modo será possível optar pela melhor forma de gerir estes sistemas de maneira a que estes e a biodiversidade que lhes está associada sejam preservados e as reservas de água doce não sejam destruídas.

O presente trabalho foi realizado nas albufeiras do Vale do Rossim e do Lagoacho, localizadas em pleno Parque Natural da Serra da Estrela. A primeira albufeira existe desde 1956 e foi esvaziada em 1993 para trabalhos de reparação, enquanto que a segunda foi enchida pela primeira vez em 1994. Ambas as albufeiras foram novamente quase esvaziadas para novos trabalhos de reparação no final da Primavera de 1995. A água da albufeira do Vale do Rossim é por vezes drenada para a do Lagoacho através de um túnel que liga ambos os sistemas. O objectivo do presente estudo é analisar a variação das concentrações de fósforo total (TP), de fósforo solúvel total (TSP), de fósforo solúvel reactivo (SRP), de clorofila *a* (Chl *a*), da actividade da fosfatase ácida (APA) e do índice trófico de Carlson nestas albufeiras durante o período em que ambas estiveram em (re)enchimento (Agosto a Outubro de 1994), em que ambas estiveram cheias (Dezembro de 1994 a Abril de 1995) e em que se procedeu ao seu esvaziamento até à cota mínima (Maio a Julho de 1995). As densidades de coliformes totais/fecais e de estreptococos fecais foram determinadas no período em que ambos os sistemas estavam cheios e quando estavam em esvaziamento.

2. METODOLOGIA

Foram realizadas amostras mensais de Agosto de 1994 a Abril de 1995. De Maio a Junho de 1995 as colheitas foram semanais. Finalmente em meados de Julho de 1995, quando a cota das albufeiras já estava num valor mínimo, foi realizada uma última colheita. As amostras de água foram recolhidas no estrato superior da coluna de água (0,3-0,4 m), directamente em frascos de polietileno previamente sujeitos a uma lavagem ácida. As concentrações de SRP foram determinadas pelo método de MURPHY e RILEY (1962). As concentrações de TP foram determinadas após uma hidrólise ácida com persulfato durante 60 minutos a alta pressão e temperatura, seguida pelo método de Murphy e Riley (APHA, 1989). As concentrações de TSP

foram determinadas do mesmo modo após a água ter sido filtrada por um filtro de 0,45 µm. A actividade da APA foi determinada de acordo com o descrito em BOAVIDA e HEATH (1988). Para obtenção dos valores da Chl *a* as amostras foram filtradas através de um filtro GF/A. As concentrações foram determinadas espectrofotometricamente após extracção com acetona a 90% de acordo com Standard Methods (APHA, 1989). O estado trófico das albufeiras foi determinado calculando para o efeito as componentes fósforo TSI(TP) e clorofila TSI (Chl) do índice trófico de CARLSON (1977). A determinação das densidades de coliformes totais e fecais e de estreptococos fecais foi determinada com base em duas colheitas, uma realizada quando as albufeiras estavam cheias e outra quando estavam próximas da sua cota mínima. Os coliformes totais, os coliformes fecais e os estreptococos fecais foram determinados pelo método da membrana filtrante. Os filtros foram posteriormente incubados em placas de Petri com meios de cultura diferenciados recomendados pelos Standard Methods (APHA, 1989). As densidades foram expressas de acordo com a convenção usual dos Standard Methods (APHA, 1989).

3. RESULTADOS

Os padrões de variação das concentrações de TP, TSP e de SRP foram semelhantes em ambas as albufeiras (Figuras 1 e 2). No entanto, durante a fase de (re)enchimento as concentrações foram mais elevadas na Albufeira do Lagoacho. As concentrações de TP e de TSP e de SRP continuaram a decrescer até ao final desta fase. Durante a fase em que ambos os sistemas estiveram cheios as diferentes formas de fósforo atingiram o seu valor mínimo. Durante a fase de esvaziamento estes valores aumentaram novamente e em especial na Albufeira do Vale do Rossim. Aqui os valores de TP atingiram 61,3 µg/l e os de SRP 16,3 µg/l. Durante esta fase foi observada, neste sistema, uma grande quantidade de partículas em suspensão. Na Albufeira do Lagoacho verificou-se apenas um aumento ligeiro das concentrações das diferentes formas de fósforo.

A variação da actividade da APA em ambas as albufeiras encontra-se representada na Figura 3. Durante o período de (re)enchimento a actividade da APA mostrou tendência para aumentar. No entanto, os seus valores foram mais elevados na Albufeira do Lagoacho. Na fase em que ambas as albufeiras estiveram cheias a actividade da APA atingiu em ambos os sistemas o seu valor mínimo. Na fase de esvaziamento os valores deste parâmetro aumentaram em ambos os sistemas, em especial na Albufeira do Vale do Rossim. No fim desta fase a actividade da APA mostrou uma tendência para diminuir em ambos os sistemas.

A variação das concentrações de Chl *a*, em ambas as albufeiras, encontra-se representada na Figura 4. À semelhança do que foi observado para os outros parâmetros estu-

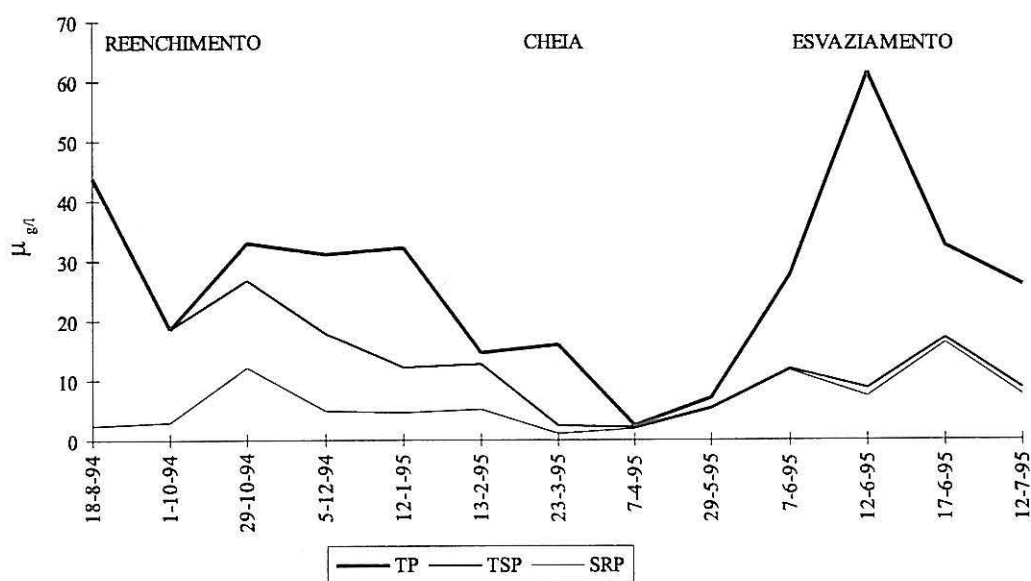


Figura 1 - Variação das concentrações das diferentes formas de fósforo estudadas na Albufeira do Vale do Rossim.

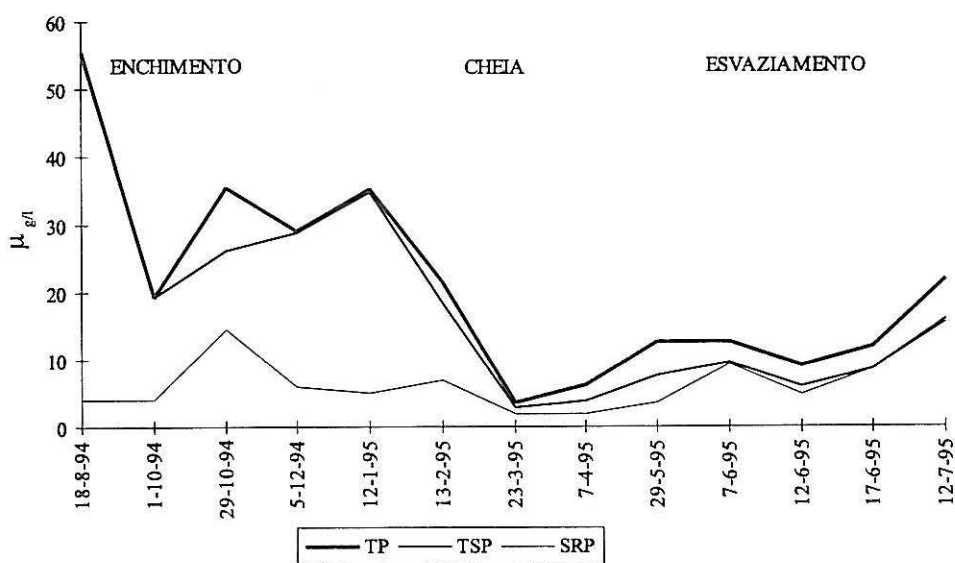


Figura 2 - Variação das concentrações das diferentes formas de fósforo estudadas na Albufeira do Lagoacho.

dados, a Albufeira do Lagoacho apresentou maiores concentrações durante a fase de (re)enchimento. As concentrações mais baixas registaram-se na fase em que ambos os sistemas estavam cheios. Durante a fase de esvaziamento registou-se um aumento acentuado das concentrações de Chl *a* na Albufeira do Vale do Rossim, enquanto que no Lagoacho estas mantiveram valores semelhantes aos registados na fase em que este sistema estava cheio.

Ambos os sistemas foram classificados como eutróficos até 12/1/95. De 13/2/95 a 23/3/95 foram considerados como sendo mesotróficos. Durante a fase de esvaziamento a Albufeira do Vale do Rossim tornou-se novamente eutrófica, enquanto que a do Lagoacho permaneceu mesotrófica.

Nas amostras realizadas no período em que as albufeiras estavam cheias (23/3/95) não foi detectado qualquer indício de contaminação bacteriológica. Por seu turno, na colheita obtida na fase de esvaziamento (17/6/95) na Albufeira do Vale do Rossim foi detectada contaminação de natureza fecal. As densidades de estreptococos fecais ultrapassavam mesmo os valores máximos recomendados pelo Decreto-lei 236/98 para as águas de recreio com contacto directo.

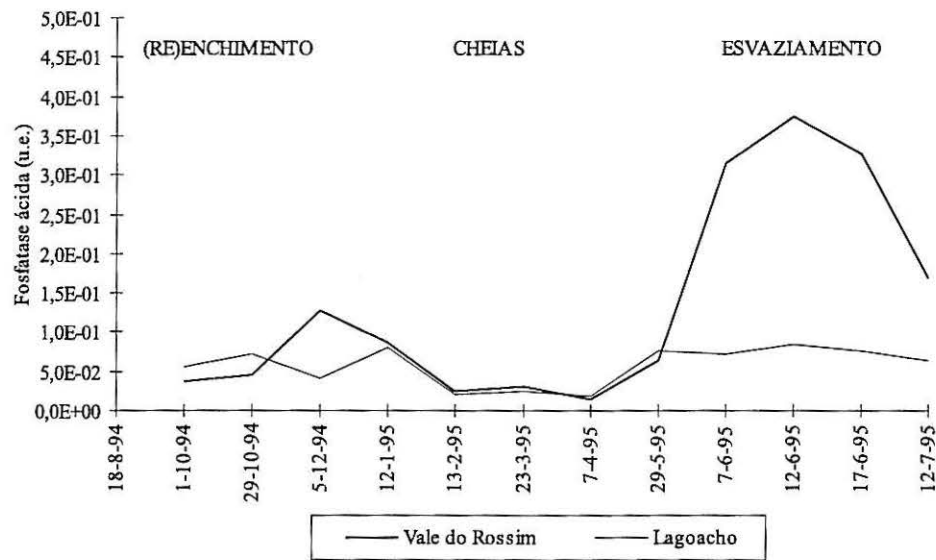


Figura 3- Variação da actividade da APA nas albufeiras estudadas.

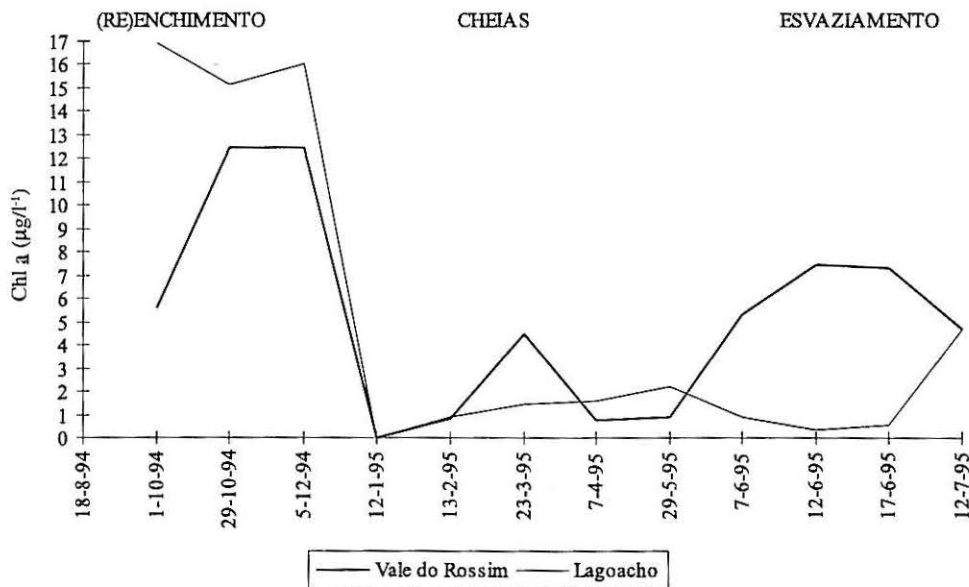


Figura 4 - Variação das concentrações de Chl a nas albufeiras estudadas

4. DISCUSSÃO

As variações extremas e irregulares do nível da água a que a maioria das albufeiras está sujeita conduzem a modificações bruscas das taxas de ressuspensão dos sedimentos e de erosão das margens, influenciando, assim, as concentrações dos nutrientes e a turbidez da água. Consequentemente, a qualidade da água e as comunidades destes sistemas vão ser alteradas. De facto, os valores dos parâmetros analisados são, em média, superiores aos observados em outras albufeiras, localizadas na Serra da Estrela, e que não estiveram sujeitas a variações no nível de água de tão grande amplitu-

de (BOAVIDA e GLIWICZ, 1994; PAULO 1995). As baixas concentrações dos parâmetros analisados, obtidas por estes autores, são de esperar se se atender ao tipo de terrenos, ao clima e altitude da região onde estas albufeiras estão localizadas.

As elevadas concentrações das diferentes formas de fósforo observadas nas albufeiras estudadas durante o período de (re)enchimento poderão ser uma consequência da decomposição de material de origem terrestre que se acumulou nas zonas que ficaram a descoberto com o seu esvaziamento ou, no caso da Albufeira do Lagoacho, de os terrenos onde esta se localiza nunca terem sido previamente inundados.

Consequentemente, existiria uma maior quantidade de material vegetal de origem terrestre e que, não tendo sido removido antes do enchimento deste sistema, terá contribuído para as maiores concentrações de fósforo observadas. As elevadas concentrações de Chl *a* observadas dever-se-ão ao aumento da produtividade primária em consequência da maior disponibilidade de nutrientes. Segue-se, após a reposição dos níveis da água, um declínio da produtividade e do estado trófico que se estabiliza em torno de um valor dito de equilíbrio. A diminuição da produtividade, que se traduz pela redução das concentrações da Chl *a*, é consequência do facto de os nutrientes contidos nos solos e no material vegetal inundado serem libertados e consumidos muito rapidamente pelo fitoplankton. No entanto, é também necessário ter em conta o facto de o período em que ocorreu a fase de estabilização ter correspondido ao Inverno e ao início da Primavera, altura em que a biomassa do fitoplankton é mais reduzida (WETZEL, 1993). A estabilização dos níveis da água que ocorreu em ambas as albufeiras a partir de 5/12/94 terá, igualmente, favorecido os processos de sedimentação e assim contribuído para a redução das concentrações das diferentes formas de fósforo. Dado que a morfologia e consequentemente a hidrologia das duas albufeiras é diferente, é lícito supor que a taxa a que ocorreu a sedimentação das partículas não tenha sido igual em ambas. Estes processos foram também observados por outros autores quer em albufeiras recém-formadas quer em sistemas sujeitos a flutuações extremas no nível da água (ver ROBARTS *et al.*, 1992; FLORES e BARONE, 1994). O novo esvaziamento da Albufeira do Vale do Rossim levou à degradação da qualidade da água devido ao aumento acentuado do número de partículas em suspensão, o que contribuiu para a elevada turbidez e para a cor acastanhada da água. Este facto foi uma consequência do aumento da turbulência associado principalmente à abertura das comportas localizadas junto ao fundo, o que levou à ressuspensão de numerosas partículas. Assim, verificou-se um aumento muito acentuado de todas as formas de fósforo estudadas e consequentemente do índice trófico. Estas condições levaram à modificação das comunidades fito- e zooplancónicas que se traduziu no aparecimento de espécies e géneros de desenvolvimento rápido. No final da fase de esvaziamento o fitoplankton era essencialmente constituído por uma espécie do género *Cosmarium* de reduzidas dimensões e o zooplankton era dominado pelo rotífero *Polyarthra dolichoptera* (GERALDES, 1996). O aumento das concentrações de Chl *a* neste período poderá estar associado ao aparecimento de um "bloom" de *Cosmarium*. Estas variações foram também igualmente detectadas em sistemas sujeitos a grandes flutuações no nível da água (ver SCHMID-ARAYA e ZUÑIGA, 1992; FLORES e BARONE, 1994). De acordo com estes autores, a redução do volume das albufeiras favorece as espécies de desenvolvimento rápido, com comportamento oportunista e com uma capacidade de resposta rápida às variações extremas dos recursos, estando por isso adapta-

dos a ambientes menos previsíveis e mais instáveis. Apesar de as águas da Albufeira do Vale do Rossim terem sido drenadas para a do Lagoacho e de esta ter sido também, em parte, esvaziada, não se verificou, nesta última, um aumento significativo das concentrações das formas de fósforo estudadas. Este facto poderá ser explicado pela curta permanência das águas provenientes do Vale do Rossim. No entanto, também se deverá ter em conta que devido à morfologia da Albufeira do Lagoacho a turbulência causada pela entrada das águas provenientes do Vale do Rossim provavelmente não foi suficiente para provocar uma ressuspensão significativa das partículas dos sedimentos. Daí verificar-se uma situação não muito diferente daquela que se observou durante o período em que esteve cheia. Se a Albufeira do Lagoacho não estivesse a ser esvaziada e continuasse do mesmo modo a receber a água do Vale do Rossim provavelmente verificar-se-ia um aumento da concentração das formas de fósforo, apesar da sua morfologia.

Durante o início do período de enchimento, na Albufeira do Lagoacho, a actividade da APA apresentou-se ligeiramente mais elevada que a observada no mesmo período na do Vale do Rossim. A inundaçao de terrenos em consequência da criação da albufeira pode ter levado ao arrastamento para a água de fosfatases existentes no solo e assim, grande parte da fosfatase poderá ser de origem terrestre. Durante o período em que as albufeiras se mantiveram cheias a actividade da APA foi sempre baixa. Este facto poder-se-á explicar por este período ter abrangido o Inverno e o início da Primavera, altura em que a biomassa do fitoplankton e dos organismos decompositores (os principais produtores de fosfatases) é mais reduzida, o que se reflectirá na produção enzimática. O grande aumento da concentração de fosfatase observado em especial na Albufeira do Vale do Rossim, durante o esvaziamento, poderá ser explicado pelo facto de este poder ter originado uma mortalidade elevada do plancton, o que terá ocasionado um aumento substancial da actividade dos organismos decompositores (ver HALEMEJKO e CHROST, 1984). Estes produzem também grandes quantidades destas enzimas que hidrolizam rapidamente os compostos de fósforo provenientes do plancton em decomposição. MATAVULJ *et al.* (1990) defendem mesmo que o aumento da actividade das fosfatases no meio aquático pode ser tomado como um indicador de que a quantidade de matéria orgânica aumentou e de que consequentemente a qualidade da água diminuiu. A tendência para a redução da actividade das fosfatases, observada em ambas as albufeiras no final do processo de esvaziamento, pode estar relacionada com os processos de degradação a que estão sujeitas estas enzimas algum tempo após a sua síntese. Na Albufeira do Lagoacho verificou-se igualmente um aumento da actividade da fosfatase ácida. O menor incremento poder-se-á explicar pelo facto de o esvaziamento ter provocado uma menor perturbação neste sistema.

A não detecção de contaminação fecal na colheita realizada em 23/3/95 na Albufeira do Vale do Rossim poder-se-

á dever ao facto de as bactérias entéricas terem um tempo de vida muito curto na coluna de água (DOYLE *et al.*, 1992) ou estarem inactivas em consequência das baixas temperaturas e da deficiência de nutrientes (ROSZAK e COLWELL, 1987; POMMEPUY *et al.*, 1992). Assim, vários meses após o período de maior afluência de pessoas é perfeitamente plausível que já não seja detectado qualquer tipo de contaminação bacteriológica. Outro factor que leva à remoção das bactérias da coluna de água são os processos de sedimentação e de adsorção de material bacteriológico a partículas em suspensão. DAN e STONE (1991) verificaram que os coliformes fecais desapareciam totalmente da coluna de água devido aos processos de sedimentação e que eram posteriormente detectados nos sedimentos em densidades várias vezes superiores às detectadas na coluna de água. Isto deve-se ao facto de os sedimentos proporcionarem um ambiente mais favorável do ponto de vista químico e biológico, uma vez que este meio é muito mais rico em nutrientes e em matéria orgânica que a coluna de água circundante. Assim, os sedimentos vão prolongar a sobrevivência dos organismos durante vários meses e, em alguns casos, permitir a sua reprodução, o que leva à formação de uma população estável, ao contrário do que acontece na coluna de água. Provavelmente durante os meses de Verão as margens e as zonas circundantes estiveram expostas à contaminação de natureza fecal. Com as primeiras chuvas estas zonas foram novamente inundadas e os microorganismos entraram na coluna de água e após algum tempo depositaram-se nos sedimentos. Consequentemente, quando ocorrem fenómenos de ressuspensão, os sedimentos podem funcionar como fontes de contaminação da coluna de água. O aparecimento de coliformes e estreptococos fecais em 17/6/95 na Albufeira do Vale do Rossim poderá, assim, ser explicado em parte pela ressuspensão, devida ao esvaziamento, dos sedimentos do fundo e consequentemente de organismos entéricos aí existentes. Por seu turno, a não detecção de contaminação fecal na colheita de 23/3/95 na Albufeira do Lagoacho poder-se-á

dever ao facto de esta albufeira ter sido formada recentemente e de não ter sido ainda utilizada para fins recreativos, nem ter recebido água proveniente da Albufeira do Vale do Rossim até Maio de 1995. Mesmo que existisse contaminação fecal devido a haver pastoreio nestes terrenos que foram mais tarde inundados esta poderia ser pouco importante para posteriormente ser detectada. Com o esvaziamento da Albufeira do Vale do Rossim houve a passagem de água desta para a Albufeira do Lagoacho. No entanto, não se verificou qualquer indício de contaminação da água desta última albufeira. Isto poder-se-á dever ao facto de o período de permanência da água ter sido curto.

Deverão ser levados a cabo estudos futuros com o objectivo de monitorizar periodicamente estes sistemas. Só deste modo será possível detectar modificações na saúde destes sistemas e, assim, tomar medidas que minimizem o impacte de perturbações causadas por futuras flutuações no nível da água e pelo elevado número de visitantes nas comunidades bióticas e na qualidade da água. As possíveis medidas a tomar, para evitar a degradação destes sistemas, serão as seguintes: 1) coordenar esforços entre as entidades envolvidas de modo a que a "saída" de grandes quantidades de água só ocorra em períodos em que o impacte nas comunidades bióticas seja mínimo; 2) criar, eventualmente, zonas de protecção que limitem o acesso de visitantes; 3) combater o campismo selvagem e as construções clandestinas.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem a B. Paulo e a P. Geraldês o apoio no trabalho de campo. Ao P.N.S.E. agradecem o apoio logístico e o alojamento. Durante este estudo foi atribuída a A.G. uma bolsa de Mestrado (Praxis XXI/BM/1299/94, JNICT). Este estudo foi uma contribuição do Centro de Biologia Ambiental da Universidade de Lisboa.

BIBLIOGRAFIA

- APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (1989) - *Standard methods for the examination of water and wastewater*.
- BOAVIDA, M.J.; GLIWICZ, Z.M. (1994) - Limnologia de algumas lagoas da Serra da Estrela. II Seminário Técnico Conservação da Natureza na Serra da Estrela: 55-66.
- BOAVIDA, M.J.; HEATH, R.T. (1988) - Is alkaline phosphatase always important in phosphate regeneration? *Arch. Hydrobiol.*, **111**: 507-518.
- CARLSON, R.E. (1977) - A trophic state index for lakes. *Limnol. Oceanogr.*, **22**: 361-369.
- DAN, T. B. B.; STONE, L. (1991) - The distribution of fecal pollution indicator bacteria in lake Kinneret. *Wat. Res.*, **25**: 263-270.
- DOYLE, J.D.; TUNNICLIFF, B.; KRAMER, R.; KUEHL, R.; BRICKLER, S.T. (1992) - Instability of fecal coliform populations in waters and sediments at recreational beaches in Arizona. *Wat. Res.* **26**: 979-988.
- EDP - Electricidade de Portugal S.A. (1994) - *Sabugueiro II*.
- FLORES, L.N.; BARONE, R. (1994) - Relationship between trophic state and plankton community structure in 21 Sicilian dam reservoirs. *Hydrobiologia*, **275/276**: 197-205.
- GERALDES, A.M. (1996) - *Impacto de esvaziamentos e enchimentos sucessivos em duas albufeiras.*, Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em "Conservação da Diversidade Animal" F.C.U.L..
- HALEMEJKO, G.R.; CHROST, R.J. (1984) - The role of phosphatases in phosphorus mineralization during decomposition of lake phytoplankton blooms. *Arch. Hydrobiol.* **101**: 489-502.

- MATAVULJ, M.; BOKOROV, M.; GAJIN, S.; GANTAR, M.; STOJILKOVIC, S.; FLINT, K.P. (1990) - Phosphatase activity of water as a monitoring parameter. *Wat. Sci. Tech.* **22**: 63-68.
- MURPHY, J.; RILEY, J.P. (1962) - A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Annal. Chem. Acta*, **27**: 31-36.
- PAULO, B. M. P. (1995) - *Qualidade da água de algumas lagoas da Serra da Estrela*. Relatório de Estágio Profissionalizante em Recursos Faunísticos e Ambiente. F.C.U.L..
- POMMEPUY, M.; GUILLAUD, J.F.; DUPRAY, E.; DERRIEN, A.; DUYADER, F.; CORMIER, M. (1992) - Enteric bacteria survival factors. *Wat. Sci. Tech.* **25**: 93-103.
- ROBARTS, R.D.; ZOHARY, T.; JARVIS, A.C.; PAIS-MADEIRA, C.M.; SEPHTON, L.M.; COMBRINK, S. (1992) - Phytoplankton and zooplankton population dynamics and production of a recently formed African reservoir. *Hydrobiologia*. **237**: 47-60.
- ROSZAK, D.B.; COLWELL, R.R. (1987) - Survival strategies of bacteria in the natural environment. *Microbiological Reviews*. **51**: 365-379.
- SCHMID-ARAYA, J.M.; ZÚÑIGA, L.R. (1992) - Zooplankton community structure in two Chilean reservoirs. *Arch Hydrobiol.* **123**, 1992, pp. 305-335.
- STRASKRABA, M. (1996) - "Lake and reservoir management" *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, **26**: 193-209.
- WETZEL, R.G. (1993) - *Limnologia*. Fundação Calouste Gulbenkian. Lisboa.