

1. Introdução

1.1. Enquadramento geral

A água é essencial a todas as formas de vida. Actualmente, dois terços da superfície terrestre estão cobertos por mares e oceanos, num total de 1 386 000 000 km³. Apesar da água ser um recurso renovável, apenas 3 % da sua totalidade é doce e somente 0,26 % desta é potável (Gleick, 1996). Para o consumo humano, mesmo esta quantidade de água aproveitável é um recurso com distribuição heterogénea no espaço e no tempo. Segundo INAG (2006b), cerca de 1 200 milhões de pessoas em todo o mundo não têm acesso a água potável e o seu consumo e necessidade crescem exponencialmente de dia para dia.

Em resposta a esta escassez e distribuição, foi sentida a necessidade de construir barragens para a criação de reservas estratégicas de água tendo em conta a sua utilização. Num panorama mundial onde aproximadamente 60 % dos grandes rios são considerados modificados ou fragmentados, cerca de 3/5 dos grandes rios são regulados por barragens, não incluindo os projectos de irrigação (WCD, 2000; Nilson et al., 2005). Pelo menos quarenta e cinco mil grandes barragens foram construídas em todo o mundo para atender à procura de água ou energia. Em média, as taxas de evaporação das grandes barragens poderão atingir os 5 % (WCD, 2000). À escala global, as barragens aumentam o tempo de residência das águas nos rios, por um factor de 3: de 16 para 47 dias. O volume retido mundialmente por barragens é cerca de 8 400 km³, comparado com os 1 200 km³ a que corresponde o volume de água nos rios (não represados) representa um aumento de 700 % da água que não flui (Vörösmarty et al., 1997; Bergkamp et al., 2000).

Embora a criação de reservatórios artificiais seja necessária, Crouzet et al. (1999) e Bergkamp et al. (2000), entre outros, mostram que os impactes sobre os ecossistemas são inevitáveis, profundos, complexos, variados, múltiplos, cumulativos e, na sua maior parte, irreversíveis e negativos, tanto durante como após a construção da barragem. No entanto, sendo algumas mudanças óbvias, outras suscitam dúvidas. Algumas podem apenas manifestar-se a longo termo como a destruição dos ecossistemas, a degradação das áreas de captação a montante devido à inundações da área do reservatório, a redução da biodiversidade aquática, a diminuição das áreas de desova a montante e a

jusante, bem como o declínio dos serviços ambientais prestados pelas planícies aluviais a jusante (Oliveira et al., 2000; WCD, 2000).

A construção de barragens leva a alterações no regime de escoamento com a diminuição da velocidade e aumento do tempo de permanência/retenção. Assim, a taxa de sedimentação cresce abruptamente levando ao assoreamento da albufeira, à erosão do leito aluvial a jusante do corpo da barragem e à modificação da vegetação ripícola, aumentando exponencialmente o risco de eutrofização (Morris e Fan, 1998; Rocha, 2002). Também o leito é alterado, quer em termos paisagísticos, quer em termos geomorfológicos (Friedl, 2002; Rocha, 2002).

A transformação de um sistema fluvial num sistema lacustre provoca alterações nas características da massa de água, tanto mais acentuadas quanto maiores forem as variações inter e intra-anuais dos rios afluentes (Friedl, 2002, Huang e Foo, 2002). De acordo com Edwards (1973), os afluentes são os principais responsáveis pela variação da qualidade da água.

A eutrofização é causada pelo excesso de nutrientes. É alterado o equilíbrio do ecossistema com consequente deterioração da qualidade da água, condicionando a sua utilização. As mudanças devido ao enriquecimento das águas são inicialmente benéficas. Porém, com o aumento da quantidade de nutrientes e/ou matéria orgânica num ecossistema aquático, resulta numa maior produtividade primária e numa consequente diminuição do volume total do ecossistema. Alguns exemplos nefastos desta degradação são: a diminuição da transparência da água, a proliferação das plantas aquáticas que constituem um obstáculo à prática da navegação de lazer e incómodo para o banho, a complicação nos processos de tratamento das águas para a distribuição de água potável, o sabor e odor desagradáveis, a redução da biodiversidade aquática e terrestre e consequente degradação da qualidade da paisagem.

Nas albufeiras da região do Alentejo regista-se uma tendência geral para a eutrofização. A intensificação agrícola e a conversão de culturas de sequeiro em regadio e a desadequação dos sistemas de tratamento de águas residuais associadas às condições hidro-climáticas características da região são os factores de maior risco. Como medida de protecção, de acordo com SNIRH (2008), as massas de água encontram-se já classificadas como:

- zonas vulneráveis: protecção das águas contra a poluição difusa causada por nitratos de origem agrícola, de acordo com a Directiva 91/676/CEE¹.
- zonas sensíveis: protecção das águas superficiais dos efeitos das descargas das águas residuais urbanas conforme o estipulado na Directiva 91/271/CEE².

A Directiva-Quadro da Água (DQA) da União Europeia (European Commission, 2000), conduziu a uma abordagem mais holística no que se refere à gestão da água³. Os Estados-Membros devem pôr em prática programas de medidas destinados a assegurar que as massas de água na União Europeia alcancem um "bom estado ecológico" até 2015.

Em função do exposto, é indispensável fazer uma gestão integrada de todos os recursos inerentes às albufeiras. Como ferramenta de apoio à decisão, a monitorização é um dos principais instrumentos de informação. A DQA e consequente transcrição nacional (Lei da Água - Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro) obriga à caracterização e monitorização das regiões hidrográficas, no quadro de uma política sustentável de uso da água. A utilização de modelos matemáticos, permite avaliar diferentes cenários de gestão integrando o conhecimento existente e assim, ajudar a compatibilizar necessidades ao nível do uso e qualidade da água, em conjunto com a conservação do património natural.

As técnicas de modelação são usadas extensivamente tendo em atenção a protecção, conservação, manutenção e gestão da qualidade ambiental dos recursos (Haefner, 1996; Portela, 1996; Antunes, 1998; Saraiva, 2005; Trindade, 2005; Pereira et al., 2006; e outros).

1.2. Âmbito e objectivo

Apesar da importância da monitorização ambiental, como forma de seguir a evolução do estado ecológico da albufeira de Alqueva, importa utilizar ferramentas que permitam fazer uma previsão da

¹ Transposta para o direito interno português através do Decreto-Lei n.º 235/97, de 3 de Setembro.

² Transposta para o direito interno português através do Decreto-Lei n.º 152/97, de 19 de Junho.

³ As Directivas 91/271/CEE, 91/767/CEE e 96/61/CE são consideradas como "medidas básicas" no âmbito da DQA (Directiva 2000/60/CE) e deve haver um compromisso de coordenação e, sempre que necessário, estas devem ser complementadas para alcançar os objectivos impostos.

sua evolução, sobretudo a nível da qualidade da água. Assim, o objectivo deste trabalho é implementar um modelo para simular a variabilidade temporal e espacial da qualidade da água da albufeira de Alqueva, procurando identificar os fenómenos que mais contribuem para a eutrofização. Assim, o modelo será utilizado para responder à seguinte pergunta:

- Qual é a importância relativa dos processos termodinâmicos, hidrodinâmicos, químicos e biológicos na estratificação térmica e na qualidade da água da albufeira de Alqueva?

A qual se decompõe em quatro objectivos de âmbito específico:

- implementar um modelo tridimensional para a albufeira de Alqueva;
- avaliar a contribuição relativa dos caudais fluviais;
- avaliar a importância relativa dos processos termodinâmicos, hidrodinâmicos, com especial enfoque para a consideração do vento, na estratificação vertical da albufeira de Alqueva;
- avaliar a importância relativa dos processos biogeoquímicos na qualidade da água da albufeira de Alqueva.

1.3. Organização do texto

De modo a responder a estas questões, o presente trabalho está organizado em cinco partes. No capítulo 2 caracteriza-se a área de estudo (sub-capítulo 2.1) e a qualidade da água da albufeira de Alqueva (sub-capítulo 2.2). É feita uma síntese dos principais estudos realizados na temática da modelação da qualidade da água da albufeira de Alqueva. No capítulo 3 descreve-se o modelo utilizado neste trabalho, as funções forçadoras e as simulações efectuadas, com vista ao cumprimento dos respectivos objectivos. No capítulo 4 são apresentados os resultados obtidos pela calibração do modelo e discutidos os resultados das diferentes simulações e, finalmente no capítulo 5 são apresentadas as conclusões.
