

MONITORAMENTO AMBIENTAL DA ALBUFEIRA DE CAHORA BASSA

Francisco J. Coelho da Rocha e SILVA

MBA Strategy Management, Administrador –HCB, Hidroeléctrica de Cahora Bassa, SARL, Songo, Moçambique

Henrique Santos SILVA

PhD Civil Engineering, Director Recursos Hídricos e Ambiente HCB

Rosaque J. GUALE

MSc. Hydro-Resources Management, Técnico Superior Ambientalista, HCB

RESUMO

A barragem de Cahora Bassa situa-se no rio Zambeze, naquela que é a maior bacia hidrográfica da África Austral. A albufeira criada, com uma capacidade máxima de $65 \times 10^9 \text{m}^3$, é a segunda maior da bacia, a seguir à de Kariba, que se situa a montante. A sua localização, a jusante de grandes aglomerados populacionais na Zâmbia e no Zimbabwe e de zonas onde a pressão demográfica, agrícola e industrial é intensa, justifica que sejam considerados cuidados de monitoramento apropriados para controlo da qualidade de água que serve de habitat aos ecossistemas gerados após o enchimento e que é devolvida aos sistemas aquáticos de jusante e também à preservação das infraestruturas de retenção e de produção energética.

Nesta comunicação expõem-se as principais características da bacia e da albufeira, o programa de monitoramento ambiental levado a cabo pela Hidroeléctrica de Cahora Bassa e alguns resultados recolhidos e tratados ao longo dos 30 anos de vida do lago com a construção da barragem em 1975.

São, assim, referidos os objectivos e critérios norteadores das actividades desenvolvidas, os meios para a sua prossecução e uma síntese da evolução de alguns parâmetros de controlo ambiental. São tecidas também considerações sobre a problemática da sedimentação ao longo da albufeira e do controlo e combate às plantas infestantes aquáticas.

1. CARACTERÍSTICAS DO EMPREENDIMENTO DE CAHORA BASSA

A barragem de Cahora Bassa é um dos grandes empreendimentos hidroeléctricos a nível da África Austral, construída sobre o rio Zambeze, em território moçambicano, província de Tete.

A barragem é de abóbada em betão de dupla curvatura com cerca de 170 m de altura máxima acima de fundação, com comprimento de coroamento de 303 m à cota 331m e espessuras de 23 m e 4 m na base e no topo da consola central respectivamente. A barragem está provida de órgãos de segurança e exploração constituídos por 8 descarregadores de meio fundo, com capacidade de descarga de $14000 \text{m}^3/\text{s}$, e por um descarregador de superfície para limpeza de detritos flutuantes, com capacidade

de descarga máxima de cerca de 600m³/s. O caudal turbinado por grupo gerador pode atingir 452m³/s para uma queda bruta de 103,5 m.

O sistema electro-produtor é constituído por uma central subterrânea com 5 grupos geradores de 480 MVA e uma subestação transformadora-conversora donde partem duas linhas HVDC com cerca de 1414 km de extensão até à subestação Apollo na África do Sul e 2 linhas HVAC, uma para ligação à rede centro-norte do país e outra para ligação ao Zimbábue.

2. ALBUFEIRA DE CAHORA BASSA

A albufeira de Cahora Bassa, criada em 1975, no troço terminal do médio Zambeze, tem uma capacidade de armazenamento máxima de 65 km³ e volume útil de 52 km³, 270 km de comprimento e 30 km de largura máxima, com uma superfície de inundação de 2900 km² ao nível de máxima cheia.

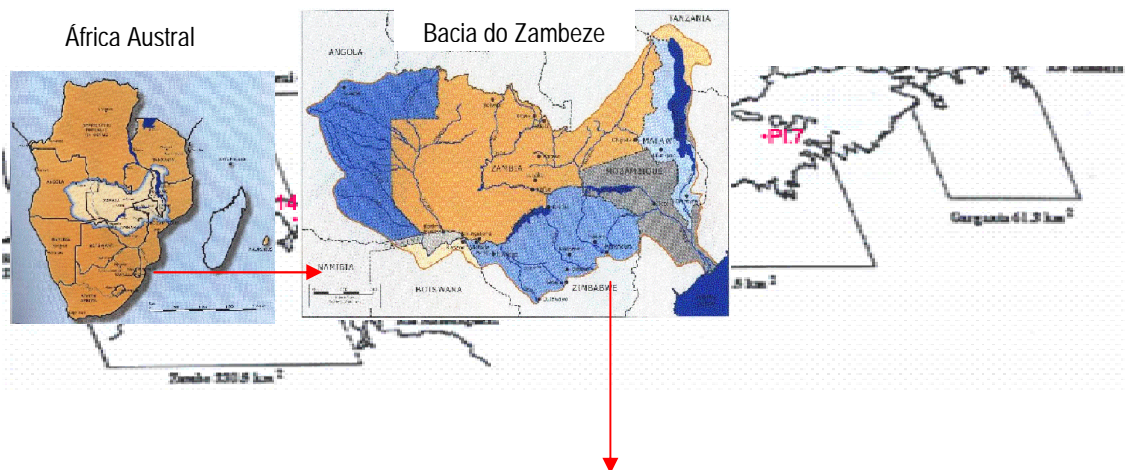


Figura 1 – Localização da Albufeira de Cahora Bassa na bacia do Zambeze

A gestão da albufeira tem como objectivos principais os seguintes:

- ❖ 1º. *Produzir energia eléctrica para satisfazer os compromissos contratuais.*
- ❖ 2º. *Garantir adequados níveis de satisfação dos regimes hidrológico, ecológico e ambiental na albufeira e no vale a jusante.*
- ❖ 3º. *Garantir a segurança de pessoas e bens, a navegabilidade do rio e a minimização de cheias e secas.*

O monitoramento ambiental da albufeira segue os princípios estabelecidos nas Normas de Exploração de Barragens (NEB)¹ e tem em conta as recomendações da ICOLD (*International Commission on*

¹ NEB – Normas de Exploração de Barragens foram estabelecidas pelo Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações (MOPTC) de Portugal, através do Conselho Superior de Obras Públicas e Transportes (edição 1993). Estes preceitos radicam nas recomendações de ICOLD (Comissão Internacional das Grandes Barragens) e seguem, na medida em que são aplicáveis, as exigências e rotinas prescritas pelo regulamento português de segurança de barragens (controlo de segurança estrutural, hidráulica-operacional e ambiental), visto que em Moçambique não existe, por enquanto, legislação que contemple especificamente a observação e o controlo de segurança de barragens nas suas variadas vertentes [6].

Large Dams), das agências especializadas da ONU e dos protocolos existentes a nível da SAD (*Southern Africa Development Corporation*).

A prossecução dos objectivos de gestão da albufeira, como foram mencionados acima, implica que o recurso hídrico seja gerido com base em princípios de ordem científica e de avaliação probabilística de riscos tendo em conta o regime hidrológico histórico do rio, os novos factores de alteração climática e as sempre falíveis previsões meteorológicas de médio e longo prazo na bacia hidrográfica do Zambeze [6].

3. A BACIA HIDROGRÁFICA DO ZAMBEZE

A bacia hidrográfica do rio Zambeze distribui-se por 8 países (Angola, Zâmbia, Namíbia, Botswana, Zimbabwe, Moçambique, Malawi e Tanzânia), com uma área de 1.351.365 km². O rio principal nasce nas montanhas *Kalene Hills* na região montanhosa entre a Zâmbia e a RDC, a uma altitude de 1.585 m e atravessa uma vasta região até a foz em Chinde, no delta do Zambeze, com 2.700 km de comprimento.

3.1. Aspectos Climáticos

O clima da bacia do Zambeze é influenciado pela convergência de três correntes de ar distintas: *a corrente de sudeste, a corrente da monção de nordeste e a corrente de noroeste* conhecida por massa de ar húmido do Congo [1 e 6].

A precipitação na bacia do Zambeze é extensivamente governada pela ITCZ (*Intertropical Convergence Zone*) que oscila na zona intertropical do globo, geograficamente limitada pelos trópicos de Câncer e Capricórnio [1].

A precipitação anual é mais elevada na parte norte da bacia, sobretudo no território do Congo, Zâmbia, Malawi e norte da Província de Tete, atingindo valores normais máximos de 1400mm, enquanto que na parte sul da bacia, sobretudo no território do Zimbabwe e sul da Província de Tete, atinge valores normais máximos da ordem de 500mm [6].

3.2. Aspectos Hidrológicos

As afluências à albufeira de Cahora Bassa são geradas pela queda pluviométrica no Alto Zambeze e no Médio Zambeze. No Alto Zambeze, as afluências para Cahora Bassa são controladas pelas barragens de Kariba e do Kafue, e, no Médio Zambeze, as afluências resultam de escoamentos dos rios da bacia própria de Cahora Bassa [6].

O tratamento estatístico dos caudais afluentes a Cahora Bassa desde 1961 permitiu caracterizar 5 tipos de anos hidrológicos quanto ao escoamento [6]:

- Baixo, com caudais afluentes máximos da ordem de 2000 m³/s em Fevereiro. Geralmente, coincide com ano climático seco na bacia a montante.
- Médio, com caudais afluentes máximos da ordem 4500 m³/s também em Fevereiro, com período de retorno estimado de 2 anos. Geralmente, coincide com ano climático normal na bacia a montante.

- Alto, com caudais afluentes da ordem de 7000 m³/s em Março, com período de retorno estimado de 4 anos. Geralmente, coincide com ano climático tendencialmente húmido na bacia própria de Cahora Bassa.
- Elevado, com caudais afluentes da ordem de 14000 a 17000 m³/s em Março, com período de retorno estimado de 50 a 100 anos. Geralmente, coincide com ano climático húmido em toda a bacia a montante.
- Excepcional, com caudais afluentes superiores a 17000 m³/s em Março, correspondentes a períodos de retorno superiores a 100 anos, incluindo os caudais de cheia de 10000 anos revistos mais recentemente, que podem atingir valores da ordem de 28000 m³/s. Escoamento desta natureza somente será possível em anos excepcionalmente húmidos em toda a bacia a montante de Cahora Bassa, não só em Março mas também nos meses antecedentes.

Os anos mais húmidos do ponto de vista climático na bacia do Zambeze, a que correspondem caudais mais elevados ocorreram nas décadas de 40 a 70, com alguns períodos curtos de menor precipitação. Nas décadas de 80 e 90 registou-se um período prolongado de seca na África Austral com reflexos significativos na bacia do Zambeze. Nos últimos 25 anos registaram-se cheias no vale, com maior incidência no Baixo Zambeze, em 1978 e em 2001 [6].

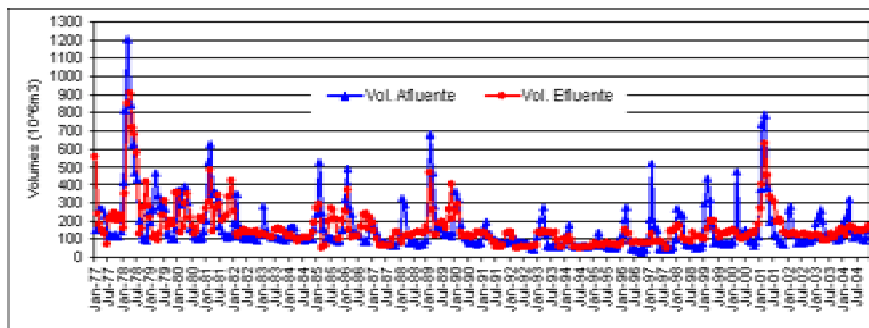


Figura 2 – Volumes médios mensais transitados em Cahora Bassa (1977-2004)

A exploração da albufeira, com base nos princípios enunciados, conduz a uma taxa de renovação anual ou bi-anual de praticamente todo o volume útil conforme se pode observar na Fig. 2, o que, numa forma genérica, influi significativamente na qualidade da massa de água e esta, por sua vez, nas condições ambientais que suportam a vida dos ecossistemas.

3.3. As Fontes de Poluição

Os principais tributários do rio Zambeze a montante da barragem de Cahora Bassa atravessam áreas urbanizadas, industriais e de desenvolvimento das actividades mineiras e agrícolas, que podem vir a contribuir para a alteração da qualidade da água, com eventuais implicações ecológicas na albufeira de Cahora Bassa.

As fontes de poluição directa são identificadas pelas descargas directas dos efluentes provenientes das áreas urbanas, industriais, mineiras e dos deficientes sistemas de tratamento de águas residuais. Essa poluição pode ser conduzida para a albufeira de Cahora de Bassa através das descargas de Kariba e das contribuições provenientes da bacia do rio Manyame/Panhame, a mais urbanizada do Zimbabwe, para além de existirem indústrias transformadoras (papel, cimento, produtos químicos e fertilizantes) e de extracção mineira (carvão, cobre, níquel, ouro, argila e números mineiros metálicos e não metálicos). Por outro lado, em território zambiano, o transporte dos poluentes resulta, principalmente, das descargas

na bacia de Kafue, como resultado da insuficiente depuração dos efluentes urbanos e das actividades industriais e mineiras na região do *Copperbelt* (Fig. 3), que contaminam as águas e, conseqüentemente, poderão contribuir para elevadas concentrações de cobre e cobalto na água, nos sedimentos e no peixe, para além de elevada proliferação das plantas infestantes que pode propiciar, como, por exemplo, *Eicchornia crassipes* e *Salvinia molesta*, principalmente entre Mazabuka e Kafue Gorge [4].

A actividade mineira na Zâmbia, que representa mais de 50% das exportações do país, pode contribuir significativamente para a contaminação das águas da albufeira de Cahora Bassa.

O desenvolvimento das actividades agrícolas e florestais contribui também para a poluição indirecta ou difusa dos cursos da água. Os poluentes resultantes das referidas actividades incluem azoto, fósforo, insecticidas e herbicidas.

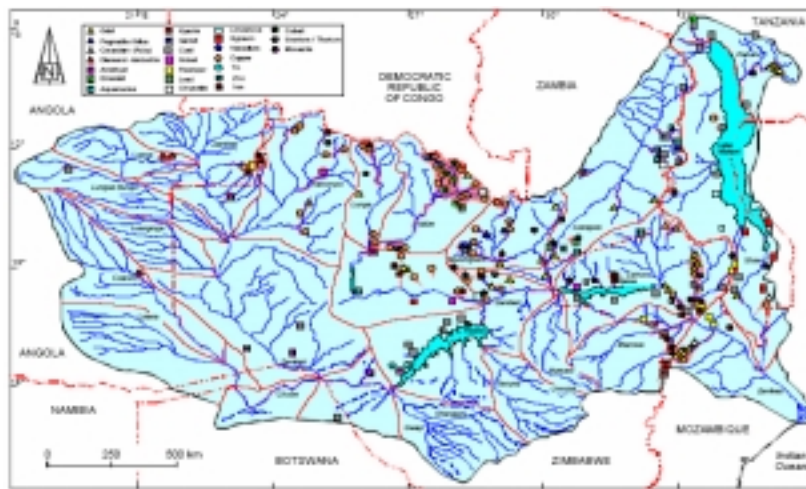


Figura 3 – Impacto dos principais rios zambianos na qualidade de água na bacia do Zambeze

(Fonte: [4], adaptado de MMSDsa, 2001)

Segundo Chenje (2000) [1] a agro-industria representa a maior parcela das actividades na bacia do Zambeze, particularmente no Zimbábue, que requer extensivo uso de fertilizantes orgânicos e inorgânicos e pesticidas, como por exemplo DDT, que tem sido usado extensivamente na agricultura e nas campanhas de erradicação da mosca tsé-tsé. No período de 1961 a 1991 foram usados na área envolvente da bacia do Zambeze, cerca de 127 toneladas de DDT para o controlo da mosca tsetse, que afectou bastante a saúde da população na área da bacia de Manyame e a vila de Kariba, para além de aves e da vida aquática, particularmente na albufeira de Kariba [1].

Na bacia do Kafue, próximo da cidade de Lusaka, os campos de cana-de-açúcar têm contribuído significativamente para poluição dos pântanos, devido o uso intensivo de fertilizantes e substâncias tóxicas. Os agricultores continuam a usar os referidos produtos químicos para elevar os seus rendimentos [1].

3.4. Zonas de Depuração vs Terras Húmidas

Entende-se que a existência de zonas de depuração na área da bacia própria da albufeira de Cahora Bassa, constitui um grande suporte ambiental na regularização natural dos níveis de contaminação dos efluentes, como o caso de *Kafue Flats* e *Barotse Plans*, que são extensas áreas de planícies nos

médios Kafue e Zambeze e a barragem tampão de Ithezithezi no alto Kafue, a jusante da região do Copperbelt.

Porém, a valorização e o aproveitamento das áreas de inundação de *Kafue Flats* para a produção agrícola, produção de peixe, exploração dos recursos faunísticos e florestais, biodiversidade, pastagem do gado, extração de plantas medicinais, eco-turismo e abastecimento de água está a contribuir para a redução do valor funcional dessas terras húmidas.

Portanto, na base dos princípios e procedimentos assumidos da gestão hidro-ambiental da albufeira, tendo como objectivo controlar e garantir a sua qualidade em todos os domínios, é fundamental admitir a existência destas fontes de poluição, que directa e/ou indirectamente, possam contribuir para a variação espacial e temporal dos parâmetros de qualidade da água e com implicações no ecossistema aquático na albufeira de Cahora Bassa, o que eleva a necessidade de monitoramento e auditoria ambiental sistemática da albufeira.

4. MONITORAMENTO DA ALBUFEIRA

O plano de monitoramento da albufeira de Cahora Bassa centra-se na estratégia de avaliar as condições ambientais e ecológicas da albufeira e contribuir para a sua gestão de forma a enquadrar e controlar os problemas ambientais, relacionados com a poluição das águas e a sedimentação. Neste contexto, destacam-se os seguintes objectivos:

- ✓ *Determinar a qualidade de água e a sua tendência;*
- ✓ *Diagnosticar descargas de poluentes;*
- ✓ *Acompanhar a evolução do desempenho dos ecossistemas;*
- ✓ *Difundir alertas com a devida antecedência em caso de necessidade e,*
- ✓ *Avaliar a evolução de sedimentos do fundo da albufeira.*

4.1. Tipologia e Plano de Monitoramento

Até 1994, devido à situação político-militar não era recomendável a navegação na albufeira pelos riscos que envolvia. Por isso, o único ponto de amostragem que era utilizado situava-se à superfície junto ao paredão da barragem. A partir de 1997 foi redesenhado o plano de monitoramento da albufeira, o que permitiu a execução de campanhas de monitoramento em seis pontos de observação, isto é, até cerca de 30 km, embora só recentemente, com a disponibilização de meios adequados de navegação foi possível ir além dos 4 perfis mais próximos da barragem, cujo monitoramento era frequente desde então.

4.1.1. Periodicidade e Pontos de Amostragem

Nas figuras 1 e 4 indicam-se os pontos de monitoramento que integram o programa de recolha e análise de água (Pt1 a Pt16) e da primeira fase de controlo da evolução da sedimentação (S1 a S11). As campanhas de monitoramento e recolha de amostras, realizam-se com equipas embarcadas, sempre que possível complementadas por reconhecimento aéreo das zonas abrangidas pelas plantas infestantes aquáticas e das zonas de desenvolvimento comunitário e de actividades associadas.

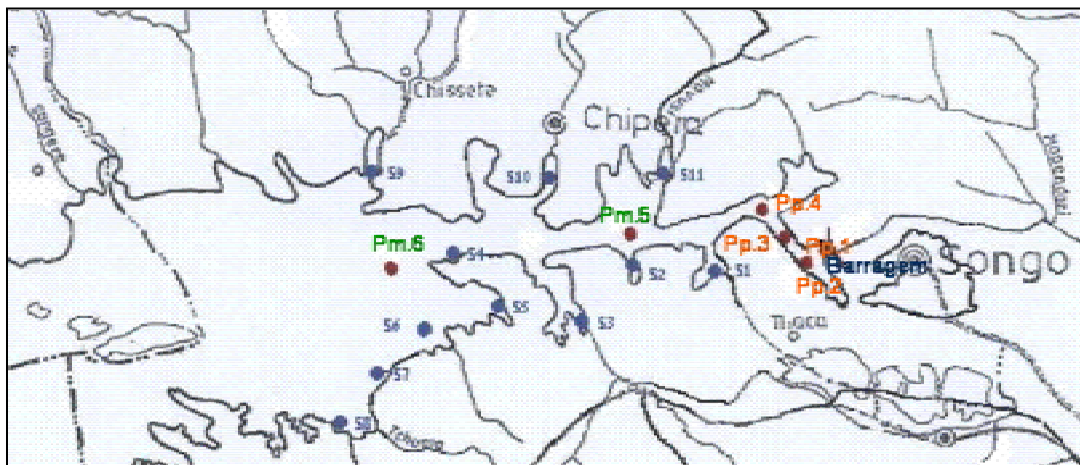


Figura 4 – Pontos de monitoramento mais frequente na albufeira de Cahora Bassa

- *Quinzenalmente, campanhas locais, efectua-se a recolha de amostra de água, Pt.1— a 500m a montante do paredão da barragem.*
- *Mensalmente, campanhas próximas, a recolha e análise da água é efectuada junto ao paredão e nos 4 perfis de amostragem, para os locais de observação Pt.1— linha de bóias sinalizadoras, Pt.2— cruzamento do rio principal com afluente Mukangadzi, Pt.3— ao meio do “canhão” e Pt.4— confluência do rio Zambeze e do seu afluente Nyakandzira*
- *Semestralmente, foram previstas duas campanhas de média distância, até cerca de 70 km a montante, contemplando os pontos Pt.1 a Pt.6, uma campanha sempre que possível na época chuvosa e outra durante a estiagem*
- *Anualmente, uma campanha longa, a mais abrangente, até Zumbo, contemplando os pontos Pt.1 a Pt.16 e pontos de controlo de sedimentação a realizar no período de estiagem.*

Salienta-se que o programa iniciou com campanhas semanais nos 4 perfis a montante até 10 km da barragem para a obtenção de um conjunto de dados que permitisse ter um conhecimento suficiente para análise e compreensão da dinâmica hidroquímica da massa de água da albufeira, próximo da barragem e teve uma duração de cinco anos.

4.1.2. Parâmetros Observados

Habitualmente, são observados *in situ* os seguintes parâmetros: temperatura (°C), pH, condutividade eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$), turvação, oxigénio dissolvido, TSD (totais de sólidos dissolvidos).

Para além dos habituais parâmetros mencionados, também são observados visualmente outros aspectos e características físicas da água, como a floração aquática, coloração e a transparência da água.

As amostras da água recolhidas nas campanhas de amostragem são enviadas ao Laboratório de Análises Químicas da Empresa para a determinação das características físico-químicas completas adicionais: temperatura, pH, condutividade eléctrica, turvação, durezas, resíduo seco, mineralização (aniões e catiões), para além de indicadores de poluição (oxigénio consumido pelas matérias orgânicas), gases dissolvidos (oxigénio dissolvido e anidrido carbónico livre), totais de sólidos dissolvidos e totais de sólidos suspensos e índice de agressividade.

4.1.3. Meios

As campanhas locais, próximas e de média distância têm sido executadas via fluvial, com um barco tipo catamaran com capacidade para o transporte de equipamento e do pessoal. As campanhas ao longo de toda a extensão da albufeira têm sido executadas através de helicóptero e passam em 2005 a ser também realizadas com um catamaran apropriado com autonomia e condições de longo curso.



Na realização das campanhas têm sido utilizados outros materiais auxiliares, como mapas topográficos e/ou temáticos, GPS (*Geographic Position System*) para facilitar a localização e georeferência dos pontos de amostragem, para além de câmaras fotográfica e de filmar, para permitir o reconhecimento da situação ambiental, o desenvolvimento das actividades sócio-económicas e eco-turísticas ao longo da albufeira.

4.2. Colheita da Água e Sedimentos do Fundo

Para a colheita da água às profundidades de 0.5m, 5m, 10m, 15m, 25m, 35m, 50m e 100m, utiliza-se uma garrafa-amostradora.

Para as medições *in situ*, utiliza-se uma sonda multiparamétrica (HYDROLAB) que pode descer até uma profundidade de 100m. Com a sonda multiparamétrica tem sido possível a medição directa da temperatura, conductividade eléctrica, pH, turvação, oxigénio dissolvido e TSD (total de sólidos dissolvidos).

Com o disco *Secchi* mede-se a profundidade máxima de transparência e estima-se a concentração de clorofila ($\mu\text{g/l}$) quando, como é o caso, a concentração de matéria orgânica (viva e/ou morta) não é elevada.

As amostras de água recolhidas são armazenadas imediatamente em garrafas de vidro (1 litro) e conservadas numa caixa isotérmica a uma temperatura $\cong 4,0^{\circ}\text{C}$, para posteriormente serem transportadas para o laboratório de análise de águas.



Em Setembro de 2004, realizou-se pela primeira vez uma campanha de colheita das amostras de sedimentos do fundo ao longo das margens da albufeira até 30 km, com finalidade de efectuar uma avaliação preliminar da taxa de sedimentação e os níveis de assoreamento. A referida campanha proporcionou uma percepção da evolução da sedimentação e indicadores do nível de erosão, transporte, deposição e a distribuição temporal e espacial dos sedimentos em cerca de 1/3 da área da albufeira.

Para a colheita de amostras de sedimentos foi utilizado o amostrador de sedimentos especialmente desenhado e construído nas oficinas da HCB.

Prevê-se já em 2005 estender este tipo de amostragem ao longo das margens de toda a albufeira, num percurso total da ordem de 600 km.

5. CONTROLO DE PLANTAS INFESTANTES

O programa de monitoramento e auditoria ambiental privilegia a vigilância sobre o desenvolvimento de plantas infestantes aquáticas e foi iniciado em 2000 com o primeiro sobrevoo em avião monomotor e sequenciado em 2003 e 2004 por voos de helicóptero e por barco.



colónias consolidadas de *Brachiaria mutica*
no extremo oeste da albufeira (foto aérea)



controlo e combate de colónias flutuantes de *Brachiaria mutica* e de *Eichornia crassipes* junto ao paredão da barragem



Salienta-se que no período chuvoso, principalmente, nos meses de Janeiro a Abril ocorre regularmente um elevado afluxo de colónias flutuantes de plantas aquáticas até ao paredão da barragem. Foi montada uma linha de retentores flutuantes que impede a aproximação das colónias à zona de aspiração das tomadas de água, evitando, assim, danos nos circuitos hidráulicos dos grupos geradores e as consequências que daí poderiam advir. Adicionalmente, removem-se as plantas com a ajuda de barcos, secam-se e queimam-se.

Inicialmente, ainda na fase de projecto, receou-se a proliferação das infestantes aquáticas, sobretudo de *Eichornia crassipes* e de *Salvinia molesta*, por analogia do que aconteceu na albufeira de Kariba 15 anos antes. Na verdade, tal não veio a acontecer para além de um período inicial em que a proliferação atingiu áreas de razoável dimensão, tendo posteriormente diminuído de expressão. Mesmo em Kariba, registou-se uns anos após o enchimento uma redução significativa das áreas de proliferação.

O regime de ventos, predominantemente alinhado com o eixo da albufeira e no sentido contrário ao escoamento condiciona fortemente a sua aproximação da barragem. Por outro lado, a redução da carga de poluentes por renovação anual da massa de água e por não existirem ainda fontes poluentes significativas, tem contribuído para a contenção mais ou menos estável das zonas de colonização.

Também, a elevada profundidade da albufeira conjugada com margens escarpadas impede a germinação fácil até cerca de 20 km a montante da barragem, excluindo naturalmente algumas enseadas.

6. ALGUNS INDICADORES DO ESTADO DO AMBIENTE

6.1. Temperatura e pH

A temperatura da água na albufeira, no período de 1977 a 2004, apresentou oscilações sazonais entre 20-30° C. Estas oscilações devem-se à sazonalidade térmica, o que cria maior efeito na estratificação da água no período quente e chuvoso de Outubro a Abril do que no período frio e seco de Maio a Setembro (Figura 5). As temperaturas mais elevadas corresponderam ao extenso período de seca entre meados das décadas de 80 e de 90.

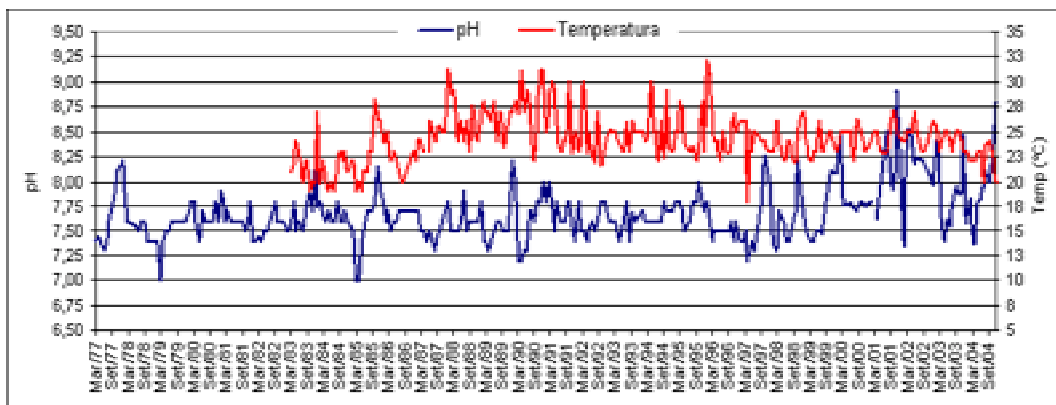


Figura 5 – Variação da Temperatura e pH na albufeira de Cahora Bassa (1977-2004)

Os valores de pH registados na figura 5 variam, também, sazonalmente, entre 7-8, excepcionalmente entre 9.5 e 6.8, para uma média de 8.2, o que significa que a água da albufeira é tendencialmente básica, quer no período seco e quer no período chuvoso [3].

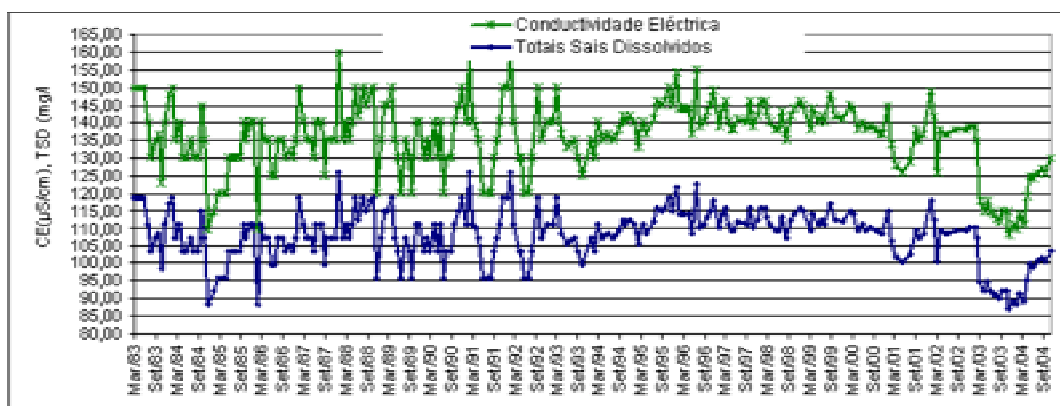


Figura 6 – Variação de Condutividade Eléctrica e TSD na albufeira de Cahora Bassa (1983-2004)

6.2. Condutividade Eléctrica e TSD

A condutividade eléctrica, no período em referência, variou de 110 a 160 μ S/cm, com uma média de 139 μ S/cm, o que significa que ao longo da vida da albufeira a água apresentou baixo teor de substâncias dissolvidas, como se reflecte na figura 6.

6.3. Matéria Orgânica e Oxigénio Dissolvido

Os valores de matéria orgânica foram quantificados em termos de oxigénio consumido em meio ácido. Na figura 7 observa-se uma oscilação acentuada e uma evolução irregular tendencialmente sazonal ao longo do período em referência. O aumento de concentração de matéria orgânica em decomposição correlaciona-se com a diminuição do oxigénio dissolvido. Naturalmente que os maiores teores de matéria orgânica morta, geralmente expectáveis após a floração e decaimento da massa de algas, concorre para o consumo de oxigénio no processo de oxidação [3].

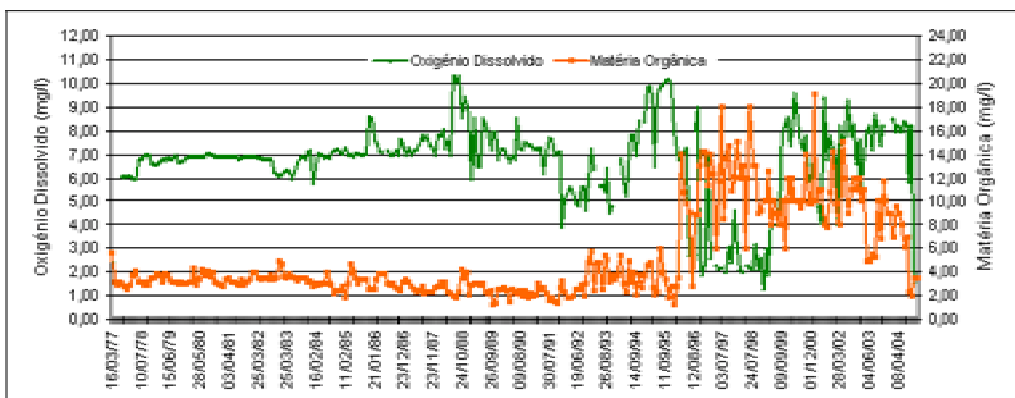


Figura 7 – Registo da Matéria Orgânica e Oxigénio Dissolvido (1977-2004)

No período de 1977 a 1996 registou-se em média uma reduzida concentração de matéria orgânica (2mg/l) em relação ao oxigénio dissolvido (7mg/l) junto ao paredão da barragem. De 1997 à 2004, os valores de concentração de matéria orgânica apresentaram-se relativamente superiores aos valores de oxigénio dissolvido [3].

6.4. Sedimentologia

Os pontos de colheita das amostras de sedimentos (Fig. 4) foram definidos com base nos seguintes critérios: i) junto às fozes dos principais tributários e ii) zonas de navegabilidade acessível em segurança.

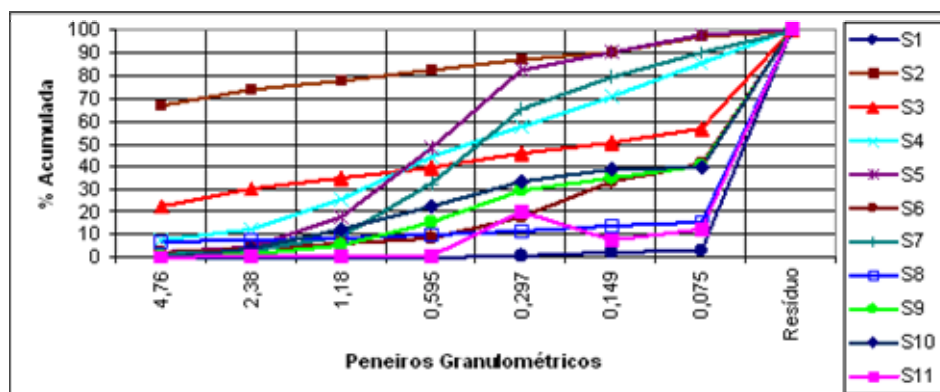


Figura 8 – Curvas granulométricas das amostras de sedimentos da Albufeira de Cahora Bassa (2004)

Os resultados obtidos constituem a primeira referência para estudos posteriores de avaliação da evolução dos sedimentos carreados para a albufeira. Não existia qualquer estudo anterior, mesmo que preliminar, ao enchimento da albufeira. Ainda assim, é possível, desde já avançar que na zona objecto de amostragem os sedimentos são poligenéticos, de grão médio a fino, angulosos e imaturos, o que denuncia transporte fluvial curto e deposição rápida. Este conhecimento associado ao histórico da quantificação frequente de sólidos suspensos na água que revela a quase inexistência de matéria mineral, leva a acreditar que os volumes de sedimentos depositados no fundo da albufeira não venham a provocar, a prazo, redução significativa da capacidade de armazenamento e, conseqüentemente, do volume útil. Não deverá ser, no entanto, descuidado o monitoramento das áreas desflorestadas, cuja evolução se está a fazer a taxas elevadas e que pode contribuir também para o aumento das taxas de erosão e de sedimentação na albufeira.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O monitoramento da albufeira de Cahora Bassa durante os primeiros 25 anos após o enchimento esteve sujeito a fortes condicionalismos decorrentes das condições político-militares prevaletentes. Confinou-se, por essa razão, ao espaço próximo da barragem. Somente após 1995, com o fim desses condicionalismos, se começaram a dar os primeiros passos para o tornar mais abrangente, tendo sido definidos programas e criado as condições de meios e de pessoal para a sua rotina. Os resultados permitiram já obter um conhecimento vasto, embora ainda insuficiente, para caracterizar e manter sob controlo os parâmetros e aspectos mais importantes do comportamento ambiental do sistema hídrico.

Para já, emergem destes estudos as seguintes realidades: i) a qualidade da água manteve desde a constituição da albufeira características físico-químicas semelhantes, apesar das oscilações reportadas, devendo-se essa constância à renovação frequente da massa líquida; ii) não foram reconhecidos pontos específicos nem zonas difusas de poluição, embora existam já alguns locais de desenvolvimento da indústria de pesca semi-industrial que poderão evoluir para fontes de poluição se não forem devidamente controlados; iii) o confinamento e estabilização das colónias de plantas invasivas que não constituíram constrangimentos a qualquer das vertentes da exploração da albufeira; e iv) não é ainda expressivo o manto de sedimentos acumulados na albufeira ao longo dos 30 anos da sua existência.

9. REFERÊNCIAS

- [1] Chenje, M. *et al.*, 2000. *State of the Environment Zambezi Basin 2000*, SADC/ IUCN/ ZRA/ SARDC, Maseru/Lusaka/Harare.
- [2] Greenberg, A., Clesceri, L. e Eaton, A., 1992. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. American Public Health Association, 18th Edition 1992, Washington DC, USA.
- [3] HCB, 2004. Estudo e Caracterização da Evolução da Qualidade de Água da Albufeira de Cahora Bassa na Óptica Ambiental (1977-2003). Relatório Técnico, HCB/DSH-HA/01/03, Songo, Moçambique
- [4] Kambole, M., 2002. Managing the Water Quality of the Kafue River. Paper - 3rd WaterNet/Warsa Symposium "Water Demand Management for Sustainable Development, Dar es Salaam.
- [5] Silva, H., 1988. *Estudo do Comportamento Hidromecânico das Fundações de Barragens de Betão*. Aplicação à barragem de Cahora Bassa, LNEC- Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa.

[6] Silva, H., 2003. O Impacto da Gestão da Albufeira de Cahora Bassa nos Domínios Social, Económico e Ambiental. IIIº Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia, Maputo 19-21 Agosto 2003, Comunicação da Hidroelétrica de Cahora Bassa, Maputo.