

EROSÃO E ASSOREAMENTO EM RESERVATÓRIOS

João Marcelo Costa Barbosa¹; Marcus Rodrigues Pinto²; Marco Aurélio Holanda de Castro³

RESUMO

Os processos de erosão e assoreamento estão intimamente ligados na redução da capacidade de reservatórios e por consequência a redução da geração da energia elétrica. Este trabalho aborda os processos de erosão e assoreamento nos reservatórios e o controle de assoreamento em barragens.

Palavras-chave: assoreamento, erosão, reservatórios

ABSTRACT

The processes of erosion and siltation are closely linked in the reduced capacity of reservoirs and the in the reducing of the generation of electricity. This paper deals the processes of erosion and siltation in the reservoirs and control siltation in dams.

Key words: siltation, erosion, reservoirs

1. INTRODUÇÃO

Nas duas últimas décadas diversos pesquisadores têm abordado o problema da gestão das águas (TING et al., 1998; AZAIEZ, 2002; PERANGINANGINA et al., 2004; VARDONA et al., 2007; LANGEA et al., 2007). Apesar dos grandes esforços as obras que alterem o regime hidráulico, como a construção de pontes (FILHO, 2008), por exemplo, podem causar desequilíbrios ecológicos significativos, a curto, médio ou longo prazo, a montante e/ou a jusante, afetando direta ou indiretamente homens e demais seres vivos.

Devido a nossa necessidade sempre crescente de geração de energia, alimentação, lazer e os diversos usos dos recursos hídricos, o nosso esforço deve ser no sentido de reduzir, de forma significativa, os danos causados aos recursos. Caso impossível ou mesmo inviável de reduzir os danos, são realizadas medidas mitigadoras que possam de alguma forma atenuar os danos de forma direta ou indireta.

Nesse contexto, surgem estudos sobre a erosão e assoreamento de recursos hídricos (ANEEL, 2000; FILHO, 2008) seja natural ou artificial, que possam evitar minimizar ou retardar os efeitos da ação, normalmente, antrópica sobre os recursos hídricos.

Em reservatórios o assoreamento é uma consequência da redução da velocidade natural do curso d'água devido ao represamento, e por consequência ocorre a deposição de materiais que não são carregados. Dependendo do local da deposição, podem ocorrer enchentes a montante/jusante do reservatório, além de erosão das margens de rios e do solo em geral (ZACHAR, 1982), devido à mudança do regime de vazões e a redução dos sedimentos.

2. ASSOREAMENTO E EROSÃO

Segundo (GUERRA et al., 1995) o processo de assoreamento numa bacia hidrográfica encontra-se intimamente relacionado aos processos erosivos, uma vez que este processo é que fornece os materiais que darão origem ao assoreamento. Quando não há energia suficiente para transportar o material erodido, este material é depositado.

A remoção da vegetação natural próximo a margens de rios, além de afetar a vida aquática e todo o ecossistema daquela região, pode acelerar o processo de erosão natural, além de redução a proteção natural contra enchentes e como consequência causa o assoreamento de recursos hídricos naturais ou artificiais.

Segundo (GUERRA et al., 1995), a erosão ocorre em duas fases: uma que constitui a remoção de partículas e outra que é o transporte desse material, efetuado pelos agentes erosivos. De acordo com (FARIAS et al., 1984) em ambientes tropicais observa-se a erosão hídrica, que é definida como o processo de desagregação e transporte das partículas do solo pela ação das chuvas.

A erosão das margens de rios e lagos, por causa da supressão vegetal, causam o depósito de sedimentos e em decorrência o assoreamento, o processo se agrava quando se instala reservatórios artificiais, mudando o equilíbrio dos cursos d'água próximos ao reservatório, ocasionando problemas relativos a erosão e assoreamento (figuras 1 e 2).

A erosão fluvial pode ser dividida em processos de corrosão, corrasão e cavitação.

- ✓ Corrosão: Engloba todo e qualquer processo químico que se realiza como reação entre a água e as rochas que com ela estão em contato;
- ✓ Corrasão: É o desgaste pelo atrito mecânico, geralmente através do impacto de partículas carregadas pela água;
- ✓ Cavitação: Ocorre sob condições de grande velocidade de fluxo e quando as variações de pressão que incidem nas paredes do canal facilitam a fragmentação das rochas.



Figura 1 - Assoreamento de vereda de buriti no ribeirão Futuro, com espécies arbóreas mortas e presença de chapéu de couro, indicando alteração no local. Sub-bacia do rio Taquari, município de Alcinoópolis. Ponto 18°07'03" 53°45'06". 01.03.2002.
Fonte: ABDON, 2004



Figura 2 - Assoreamento do rio Figueirão. Sub-bacia do rio Jauru, município de Camapuã. Ponto 18°41'55" 53°39'47". 28.02.2002.
Fonte: Fonte: ABDON, 2004

3. CONTROLE DO ASSOREAMENTO EM BARRAGENS

A maior parte da matriz energética no Brasil é dependente da geração a partir da energia hidrelétrica, por isso a necessidade de estudos relacionados ao tema erosão e assoreamento em barragens.

A vida útil média dos reservatórios existentes em todos os países no Mundo decresceu de 100 para 22 anos (MAHMOOD, 1987). E no Brasil, a perda anual de volume dos reservatórios, é de aproximadamente 0,5% (CARVALHO, 2008).

A explicação para o assoreamento em barragens e corpos hídricos próximos é a seguinte: Ocorre uma redução significativa da velocidade natural dos recursos hídricos próximos, reduzindo o carregamento de sedimentos, provocando a deposição gradual dos sedimentos.

A deposição dos sedimentos se manifesta de diversas formas, com consequências diversas a montante e a jusante do reservatório. A deposição de montante é denominada por depósito de remanso (backwater deposit); As deposições dentro do reservatório são chamadas de delta, depósito de margem ou depósito de leito. Em decorrência das enchentes verifica-se um depósito de finos e grossos, ao longo do curso d'água e reservatório, sendo denominado por depósito de planície de inundação ou depósito de várzea.

Consequências do assoreamento

De forma geral as principais consequências do assoreamento em reservatórios, são as seguintes:

- 1) Redução do potencial energético
- 2) Redução das áreas navegáveis
- 3) Enchentes constantes a montante do remanso
- 4) Erosão a jusante da barragem
- 5) Abrasão de estruturas e equipamentos
- 6) Crescimento de plantas aquáticas

Como não é bem conhecida a situação dos reservatórios do país, o Brasil possui diversos reservatórios total ou parcialmente assoreados, por falta de levantamento adequado e divulgação dos dados. A tabela 1 mostra alguns reservatórios total ou parcialmente assoreados na bacia do rio São Francisco.

Tabela 1 - Alguns reservatórios na bacia do São Francisco, parcial ou totalmente assoreados (CARVALHO, 2008)

Aproveitamento	Curso d'água	Proprietário	Tipo
Rio de Pedras	Velhas	CEMIG	UHE, 10 MW
Paraúna	Paraúna	CEMIG	UHE, 30 MW
Pandeiros	Pandeiros	CEMIG	UHE, 4,2 MW
Acabamundo	Acabamundo	DNOS	Controle de cheias
Arrudas	Arrudas	DNOS	Controle de cheias
Pampulha	Pampulha	SUDECAP	Controle de cheias

Medidas para a redução do assoreamento

Em decorrência dos problemas causados pelo assoreamento, em qualquer fase de estudo, deve-se efetuar algumas providências iniciais (Carvalho et al., 1994), que são as seguintes:

- ✓ Levantamento das condições de erosão da bacia (uso do solo, desmatamentos etc.);
- ✓ Levantamento de postos sedimentométricos existentes ou desativados;
- ✓ Estudos existentes sobre o tema para a bacia;
- ✓ Coleta de dados hidrológicos e sedimentológicos necessários (série de vazões, descarga sólida, granulometria do sedimento em suspensão e do leito e outros). Na ausência de dados sedimentométricos e, também de hidrológicos, é necessário a instalação e de operação de posto ou de rede hidrossedimentométrica em curto prazo.

Os estudos a serem efetuados referentes à previsão do assoreamento (ANEEL, 2000) são os seguintes:

- ✓ Processamento dos dados (obtenção de parâmetros, valores médios, peso específico aparente, eficiência de retenção de sedimentos no reservatório, aumento da taxa de erosão ou do transporte de sedimento, e outros);
- ✓ Tempo de assoreamento total do reservatório;
- ✓ Tempo de assoreamento até a altura da tomada d'água (vida útil);
- ✓ Alturas de depósitos no pé da barragem para 50 e 100 anos ou outros tempos;
- ✓ Distribuição de sedimentos no reservatório para 50 e 100 anos, ou outros tempos;
- ✓ Traçado das curvas cota x áreas x volume, originais e curvas com o reservatório assoreado;
- ✓ Porcentagens do assoreamento do reservatório para os períodos determinados;
- ✓ Quantidade de sedimento depositado no volume reservado para controle de cheias;
- ✓ Declividade da camada de topo;

- ✓ Declividade da camada frontal;
- ✓ Efeitos das grandes enchentes e o transporte de sedimentos (para pequenos reservatórios);
- ✓ Caso o assoreamento seja um problema dentro do dobro do tempo da vida útil do aproveitamento (2x50 anos), considerando, inclusive, a taxa de aumento do transporte de sedimento com o tempo, determinar quais as medidas preventivas de controle do sedimento;
- ✓ Estudos de previsão dos efeitos de erosão no canal de jusante da barragem;
- ✓ Controle preventivo de sedimento nas fases de planejamento;
- ✓ Controle preventivo e corretivo de sedimento na fase de operação;
- ✓ Outros estudos podem ser contemplados como o dos efeitos secundários devido aos depósitos e à verificação do remanso considerando o assoreamento do reservatório.

Previsão do tempo de assoreamento

Para uma previsão inicial do tempo de assoreamento, pode-se utilizar as equações (1) e (2).

$$S = \frac{D_{st} E_r}{\gamma_{ap}} = \frac{365 Q_{st} E_r}{\gamma_{ap}} \quad (1)$$

$$T = \frac{V_{res}}{S} \quad (2)$$

Onde:

S = Volume de sedimento retido no reservatório (m³/ano);

D_{st} = Deflúvio sólido total médio anual afluyente ao reservatório (t/ano);

E_r = Eficiência de retenção do sedimento afluyente ao reservatório;

γ_{ap} = Peso específico aparente médio dos depósitos (t/m³);

Q_{st} = Descarga sólida total média afluyente ao reservatório (t/m³);

T = Tempo de assoreamento de um determinado volume (anos);

V_{res} = Volume do reservatório, total ou volume morto (m³).

Com base nas fórmulas (1) e (2), para os reservatórios de Itaipu e de Itiquira, pode-se prever o tempo de assoreamento, conforme mostrado na tabela 2 (dados da ANEEL).

Tabela 2 - Tempo de Assoreamento

Dados	Reservatório de Itaipú (ITAIPU BINACIONAL)	Reservatório de Itiquira (ITICON S.A.)
Nível d'água máximo normal	220,00 m	412,00 m
Nível d'água mínimo normal	197,00 m	411,50 m
Nível d'água na soleira do tom. d'água	176,00 m	-

Volume no nível de água máximo normal	29.109 m ³	4,8.106 m ³
Volume no nível de água mínimo normal	10.109 m ³	4,2.106 m ³
Volume morto (na soleira da tomada d'água)	4,7.109 m ³	3,9.106 m ³
Vazão média ao longo do tempo	9,729 m ³ /s	72,9 m ³ /s
Comprimento do reservatório	170 Km	5,600 Km
Tempo de assoreamento do Volume total, no nível de água máximo normal	1240 anos	14 anos
Tempo de assoreamento do Volume, no nível de água mínimo normal	430 anos	12,7 anos
Tempo de assoreamento de um Volume igual volume na soleira da tomada d'água (vida útil do reservatório)	200 anos	12 anos

4. CONCLUSÃO

Com base nesse estudo, pode-se verificar que os processos de assoreamento e erosão devem ser previstos como forma planejamento o seu controle, com o intuito de aumentar o tempo de vida útil do reservatório.

Além disso, os problemas enfrentados devido a enchentes sofrem um acréscimo com a redução do volume útil do reservatório, sendo assim, um problema que afeta diretamente a população próxima aos reservatórios.

Portanto, devem-se ponderar os fatores sociais e econômicos nos projetos que envolvem barragens no que diz respeito ao assoreamento e erosão.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDON, MYRIAN DE MOURA (2004). *Os Impactos Ambientais no Meio Físico – Erosão e Assoreamento na Bacia Hidrográfica do Rio Taquari, MS, em decorrência da pecuária*. Tese de doutorado - Escola de Engenharia de São Carlos. São Carlos.
- ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica - Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas (2000). *Guia de Avaliação de Assoreamento de Reservatórios*. Brasília DF.
- AZAIEZ, M.N (2002). *A model for conjunctive use of ground and surface water with opportunity costs*. European Journal of Operational Research 143.
- CARVALHO, N.O (2008). *Hidrossedimentologia Prática. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais CPRM/ Centrais Elétricas Brasileiras – ELETROBRÁS*. 2. ed. Rio de Janeiro.
- FARIAS, I. C. et al (1984). *Guia para la elaboracion de estudios del medio fisico: contenido y metodologia*. 2.ed. Madrid: Ministério de Obras Publicas y Urbanismo, Centro de Estudios de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente.
- FILHO, JAIME DE AZEVEDO GUSMÃO (2008). *Fundações de pontes: hidráulica e geotécnica*. Recife, Editora Universitária da UFPE, 2ª Edição.
- GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B (1995). *Geomorfologia: Uma atualização de bases e conceitos*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.
- LANGEA , G-M., MUNGATANAB, E.; HASSAN, R (2007). *Water accounting for the Orange River Basin: An economic perspective on managing a transboundary resource*. ECOLOGICAL ECONOMICS 61.
- MAHMOOD, K. (1987). *Reservoir sedimentation – impact, extent and mitigation*. World Bank Tech. Paper No. 71. Washington, DC.
- PERANGINANGINA N.; SAKTHIVADIVELB, R.; SCOTTA, N. R., KENDYA, E.; STEENHUIS, T. S (2004). *Water accounting for conjunctive groundwater/surface water management: case of the Singkarak–Ombilin River basin, Indonesia*. Journal of Hydrology 292.
- TING, CHEH-SHYH ; ZHOU, Y.; DE VRIES, J. J.; SIMMERS, I (1998). *Development of preliminary ground water flow model for water resources management in the Pingtung Plain, Taiwan*. Ground Water, v. 35, n. 6, janeiro-fevereiro.
- VARDONA, M.; LENZENB, M.; PEEVORA S.; CREASERA, M (2007). *Water accounting in Australia*. ECOLOGICAL ECONOMICS 61.
- ZACHAR, DUSAN. (1982). *Soil Erosion*. Volume 10. Bratislava.