

UMA BREVE ABORDAGEM RELATIVA AO POTENCIAL IMPACTO OCACIONADO POR SEDIMENTOS SOBRE A VIDA ÚTIL DE BARRAGENS

Naiara Jacinta Clerici¹; Ana Carolina Scher²; Suzana Diel Boligon³; Andréia Monique Lermen⁴; Raíssa Engroff Guimarães⁵; Laís Andressa Finkler⁶

ABSTRACT – Dams are essential for socioeconomic development, however, to achieve their potential benefits, there are, on the other hand, changes in the natural conditions of watercourses, as well as complications related to the carrying of sediments, which affect their useful life. Therefore, the present study aimed to analyze and identify how sediments can modify and affect the conservation of dams, through a narrative and non-exhaustive bibliographic review on the subject. The SCOPUS and Portal Periódicos Capes databases were used to collect the data, where the descriptors "dams", "sediments", "erosion", "riparian zones" and "reservoirs" were used to perform the search. After reading and analyzing, articles were selected that had a connection with the theme. One of the problems related to dams is sedimentation. The sedimentation process generates the loss of the life of the dams, which refers to the time that the reservoir takes to be silted up, to the point that it is impossible to carry out its use as originally planned. Actions such as assessing sediment production and silting, qualifying the degree of reservoir degradation, implementing monitoring posts for hydrosedimentometric monitoring are measures that can increase the life of the dams. In addition, in order to solve the problems associated with sediments, improve water conditions and expand the useful life of dams, it is possible to implement the restoration of riparian forest as a means of preventing erosion and maintaining the basin's vegetation as a way prevent silting up of rivers that flow into the reservoir.

Palavras-Chave – Barragens; Sedimentos; Vida útil.

¹ Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo/RS, naiaraj.clerici@gmail.com, (55) 99981-3493

² Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo/RS, scheranacarolina@hotmail.com, (55) 99680-4151

³ Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo/RS, suzanaboligonn@gmail.com, (55) 99710-4221

⁴ Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo/RS, lermenma@gmail.com, (55) 98107-4429

⁵ Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo/RS, raissa_guimaraes02@hotmail.com, (55) 99703-0372

⁶ Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo/RS, laisandressa26@hotmail.com, (55) 99618-8978

1 - INTRODUÇÃO

Os rios têm servido como base para o progresso da humanidade. Em grande parte, as águas dos rios são empregadas para propósitos domésticos, industriais, agrícolas e especialmente para a construção de barragens objetivando a geração de energia elétrica. A implementação de barragens e a decorrente formação de reservatórios, tem como intuito atender numerosas finalidades para o desenvolvimento socioeconômico regional. Contudo, obras de tamanha magnitude, modificam as condições naturais do corpo hídrico e geram diversos impactos, onde o equilíbrio sedimentológico do curso d'água é afetado (Cunha *et al.*, 2012; Mendes, 2005).

Dentre as alterações geradas no curso está a lentificação, que geralmente se manifesta na forma de expansão ou multiplicação de novos sistemas de água que são modificados ou mesmo degradados, sujeitos a fontes de estresse antropogênico como o aquecimento, assoreamento, eutrofização e contaminação por pesticidas (Scheffler *et al.*, 2011). As barragens provocam a diminuição das velocidades da corrente, gerando deposição gradual dos sedimentos levados pelo curso d'água, reduzindo a capacidade de armazenagem do reservatório e conseqüentemente, a inviabilização da operação do aproveitamento, ademais causam variados problemas ambientais (Carvalho *et al.*, 2000).

Ao projetar a implantação e operação de uma usina hidrelétrica, um significativo fator de análise de viabilidade ambiental e econômica é a vida útil do reservatório, pois aponta fatores relacionados com a relevância tanto econômica, que seria de geração, quanto de conservação do reservatório. A diminuição da correnteza em função do reservatório é um dos principais impactos, resultando em maior propensão à deposição de sedimentos no mesmo. O "volume morto do reservatório", assim denominado, é designado para este fim (Santos e Cunha, 2015).

As barragens possuem resistências para a passagem de grande parcela dos sólidos suspensos na água para jusante. Porém, com o gradual crescimento do assoreamento ao passar do tempo, conseqüências como inundações em zonas a montante do reservatório e diminuição da área, e decorrente aumento da velocidade que se inclinam a carrear uma quantia maior de sedimentos para jusante da represa, assentando-se principalmente na área do volume morto do reservatório, que conseqüentemente ocasiona a redução da vida útil do mesmo (Santos e Cunha, 2015).

Atualmente, o estudo de vida útil delimita-se a análise individual dos empreendimentos levando em conta a especificidade denotada, especialmente neste caso as que indagam sobre as obras relacionadas a atuação de barragens, pelo fato de haver caracterização particular dos elementos que compõem toda sistematização relacionada (Mendes, 2005). Diante do exposto, salienta-se que no presente trabalho, objetivou-se analisar e identificar como os sedimentos podem modificar e acometer a conservação das barragens.

2- MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo caracteriza-se como uma revisão bibliográfica narrativa e não exaustiva acerca de como os sedimentos podem afetar a vida útil de barragens e reservatórios de água. Foi realizado estudo exploratório da literatura científica sobre a temática, compreendido pela criação de protocolo de busca, análise e seleção dos trabalhos encontrados. A coleta de dados foi realizada utilizando as bases de dados SCOPUS e Portal Periódicos Capes, abrangendo artigos publicados de 2000 a 2020. Os descritores utilizados foram “barragens”, “sedimentos”, “erosão”, “zonas ripárias” e “reservatórios”, com a inclusão dos operadores AND e OR. A busca na literatura foi realizada através da leitura e análise dos títulos e resumos e os artigos que não tinham conexão com a temática proposta foram removidos da seleção.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

A redução na quantidade e qualidade da água nos rios e reservatórios é algo que vem sendo observado e carece de atenção, tendo em vista que afeta diretamente o abastecimento humano e a geração de energia elétrica. Essa problemática deve-se especialmente a ações antrópicas provocadas pelo crescimento populacional, industrial e agrícola associados a eventos climáticos naturais (Velini *et al.*, 2005; Silva *et al.*, 2016).

As alterações na água são verificadas pelos processos de lançamento de esgotos domésticos e industriais sem tratamento, pela contaminação por herbicidas, pesticidas, adubos e fertilizantes utilizados na agricultura e pela erosão (Silva *et al.*, 2016). O manejo intensivo das áreas agrícolas e a urbanização aliada à inclinação média das bacias contribuem para o aumento da concentração de sedimentos na água, sendo ocasionado pela perda de solo no entorno e carreada em períodos de precipitação intensa (Schiesari *et al.*, 2020; Vanzela *et al.*, 2010; Mingoti e Vettorazzi, 2011).

De acordo com Velini *et al.* (2005), as ações supracitadas têm provocado uma condição de desequilíbrio em rios e reservatórios naturais ou artificiais, sendo este caracterizado pela ampla disponibilidade de nutrientes na água e nos sedimentos. Ressalta-se que uma grande quantidade de sedimentos é carreada para rios e reservatórios e, dentre as características que determinam essa condução, estão a velocidade média da corrente, tipo de material fonte, clima e cobertura vegetal da bacia de drenagem, especialmente da mata ciliar imediatamente adjacente aos cursos de água (Brito *et al.*, 2008).

O sedimento tende a se depositar desde a entrada do reservatório, onde ocorre maior deposição, até a barragem. Salienta-se que os sedimentos são constituídos por diferentes tamanhos

de partículas, variando de argila até areia, podendo causar danos, dependendo do local de deposição, da quantidade e qualidade dos sedimentos (Buffon *et al.*, 2009).

Tal processo de sedimentação gera a perda da vida útil das barragens, que se refere ao tempo que o reservatório leva para ser assoreado, ao ponto que seja impossível realizar seu uso de acordo com o planejado inicialmente. Os efeitos do assoreamento podem ser variados, além da diminuição da conservação da barragem, pode afetar sua segurança, bem como ocorrer impactos ecológicos, sendo que apresentam uma fonte de nutrientes adsorvidos, podendo agilizar o processo de eutrofização. Suposições equivocadas do assoreamento podem gerar prejuízos para a geração de energia, para regularização de cheias, vida útil do reservatório e para capacidade de armazenamento. Além disso, a vida útil é função da descarga sólida de entrada, da eficiência de entrada de sedimento no reservatório e do peso específico do sedimento retido, portanto, realizar o manejo de reservatórios é fundamental (Buffon *et al.*, 2009; Teixeira *et al.*, 2020; Martins *et al.*, 2016).

O monitoramento ambiental é de fundamental importância para a compreensão dos processos hidrossedimentológicos, o qual consiste em realizar continuamente a medição das características de um determinado fenômeno, como pluviosidade, vazão e concentração de sedimentos em suspensão (Vestena, 2009).

Como forma de proporcionar o bom gerenciamento de sedimentos em reservatórios e aumentar a vida útil destes a Associação Internacional de Hidrelétricas disponibilizou opções de combate ao assoreamento. Dentre as ações propostas há a prevenção por meio da redução da entrada de sedimentos, incluindo a diminuição da erosão do solo a montante, auxiliar a passagem de sedimentos ao redor ou através do reservatório como forma de manter o transporte e reduzir a deposição e também a correção por meio da escavação dos sedimentos ou a descarga destes a jusante. As ações demandam de conhecimento e dados que quantifiquem os processos relacionados a captura de sedimentos (Zarfl e Lúcia, 2018; Li *et al.*, 2020).

A Itaipu Binacional, como forma de monitorar os sedimentos nos cursos d'água afluentes ao lago, implementou a instalação de postos de monitoramento em rios brasileiros e no Paraguai, que possibilitam o acompanhamento em tempo real do transporte de sedimentos. Considerando-se a vazão média anual do barramento, as estações cobrem aproximadamente 97% da influência líquida do reservatório e possibilitam a realização de estimativas de vida útil do empreendimento como também identificam os locais da bacia onde ocorre a intensificação de processos erosivos (Itaipu Binacional, 2020).

Segundo Mingoti e Vettorazzi (2011) em seus estudos acerca da redução relativa na perda de solo em microbacias, retratam que o efeito do tamanho da área de preservação permanente (APP) varia de acordo com a classe e declividade da microbacia, considerando-se que as áreas próximas

aos cursos d'água apresentam os menores declives com relação a bacia em sua totalidade a alocação da cobertura florestal em áreas de maior inclinação traria reduções no carreamento de sedimentos.

De acordo com Vanzela *et al.* (2014), ao avaliar a produção de sedimentos e assoreamento em uma barragem de terra no município de Fernandópolis (SP) foi observado que apenas 7,5% da área de drenagem da bacia ainda preservava a vegetação nativa, que em sua maioria estava localizada fora das áreas de preservação permanente. Aliado as estatísticas de que 38,2% da bacia compreendia área de pastagem não conservada e 43,8% área de expansão urbana a produção excessiva de sedimentos na barragem é resultado da falta de controle do solo nos taludes (Vanzela *et al.*, 2014). A variação temporal da produção de sedimentos em bacias hidrográficas no curto prazo pode estar relacionada aos padrões de precipitação, como observado por Silva Júnior *et al.* (2011).

Ao avaliar o grau de degradação de um reservatório, observou-se a presença de íons dissolvidos e proliferação de algas e macrófitas, advindas possivelmente, de esgoto doméstico e erosão do solo. Sendo os sedimentos resultantes de processos erosivos responsáveis por assoreamento e eutrofização, medidas como recomposição da mata ciliar e desassoreamento podem ser realizadas com o objetivo de melhorar as condições da água (Silva *et al.*, 2016).

Benkhaldoun *et al.* (2012) concluiu que o transporte de sedimentos também tem um impacto considerável na superfície livre da água, com base em seus resultados foi possível avaliar a interação causada entre a corrente da superfície livre e o arrastamento do material da carga do leito, resultando na formação de choques fortes e fracos, capazes de causar aumento de pressão nos taludes. A produção de um acentuado gradiente de concentração de sedimentos e a troca ativa destes entre a superfície livre e o leito aumentam os riscos da segurança da barragem.

Santos e Cunha (2015), analisaram os possíveis cenários hidrossedimentométricos na Bacia hidrográfica do Rio Araguari após implantação de reservatório da Usina Hidrelétrica (UHE) Cachoeira Caldeirão, trecho do Médio Rio Araguari. Foram empregados modelos matemáticos para presumir o estado de assoreamento e conservação do reservatório. Ações como, manter as características ambientais das florestas e as áreas de conservação, beneficia a manutenção da quantidade de sedimentos no rio e dos níveis baixos de sólidos, gerando impactos menores na vida útil da barragem. Em outro cenário, sugere-se como medida, a implantação de um sistema de acompanhamento hidrossedimentométrico em conformidade com padrões de qualidade da água e hidrometeorológicos.

4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Perante o exposto, com o propósito de resolver tais problemáticas associadas aos sedimentos, melhorar as condições da água e aumento de vida útil das barragens, pode-se implementar medidas

como a recomposição da mata ciliar, desassoreamento, monitoramento dos sedimentos e redução da entrada de sedimentos como forma de prevenir o assoreamento e consequentemente aumentar a vida útil e a segurança das barragens. Outro aspecto importante que deve ser levado em consideração, visando a prevenção do problema é a manutenção da vegetação da bacia hidrográfica como forma de impedir o assoreamento dos rios que deságuam no reservatório.

Através do consenso técnico científico que vislumbra a atuação da ciência como ferramenta que busca otimizar as diferentes práticas hoje desempenhadas, respaldado pelos conhecimentos validados e comprovados, é possível alcançar melhoramentos consideráveis, especialmente ao que concerne a vida útil, a estes grandes empreendimentos que são as barragens geradoras de energia elétrica, as quais incrementam e muito ao bem-estar da vivência humana, além de permitir o ciclo produtivo como hoje é concebido.

BIBLIOGRAFIA

- BENKHALDOUN, F.; SARI, S.; SEAID, M. (2012). "A flux-limiter method for dam-break flows over erodible sediment beds". Applied Mathematical Modelling, v. 36, n. 10, p. 4847-4861.
- BRITO, R. N. R.; ASP, N. E.; BEASLEY, C. R.; SANTOS, H. S. S. S. (2008). "Características sedimentares fluviais associadas ao grau de reservação da mata Ciliar - Rio Urumajó, Nordeste Paraense". Bragança: Universidade Federal do Pará. Revista Acta Amazônica, v. 39, p. 173-180.
- BUFFON, A. G. M.; LANDIM, P. M. B.; MELO, J. S. C. (2009). "Estimativa do tempo de vida útil de represa de pequeno porte". Acta Scientiarum. Technology, v. 31, n. 1, p. 87-92.
- CARVALHO, N. O.; JÚNIOR, N. P. F.; SANTOS, P. M. C.; LIMA, J. E. F. W. (2000). "Guia de Avaliação de Assoreamento de Reservatórios". Brasília: ANEEL. 140 p.
- CUNHA, A. C.; CUNHA, H. F. A.; PINHEIRO, L. A. R. (2013). "Modelagem e Simulação do Escoamento e Dispersão Sazonais de Agentes Passivos no Rio Araguari AP: Cenários para o AHE Ferreira Gomes-I-Amapá/Brasil". Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 18, n.1, p. 67-85.
- ITAIPU BINACIONAL. (2020). "Monitoramento de sedimentos". Disponível em: <<https://www.itaipu.gov.br/meioambiente/erosao-das-margens>>. Acesso em: 10 jul 2020.
- LI, H.; XU, B. ARZAGHI, E.; ABASSI, R.; CHEN, D.; AGGIDIS, G. A.; ZHANG, J.; PATELLI, E. (2020). "Transient safety assessment and risk mitigation of a hydroelectric generation system". Energy, v. 196, p. 117-135.
- MARTINS, P. D.; SANTOS, B. B.; MAUAD, F. F.; POLETO, C. (2016). "Entropia na determinação da concentração de sedimentos em suspensão em reservatório". Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 23, n. 18. p. 47 - 54.
- MENDES, A. B. (2005). *Análise Sinérgica da vida útil de um complexo hidrelétrico: caso do rio Araguaia, Brasil*. Dissertação apresentada no programa de Pós-Graduação em Ciências em Engenharia Civil na Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- MINGOTI, R. ; VETTORAZZI, C. A. (2011). "Redução relativa da perda anual de solo em microbacias devido ao relevo e cobertura florestal". Revista Brasileira de Engenharia Agrícola, v. 31, n. 6, p. 1202-1211.

- SANTOS, E. S.; CUNHA, A. C. (2015). "Análise de cenários hidrossedimentométricos para estimar taxas de assoreamento e vida útil do reservatório da UHE Cachoeira Caldeirão no Rio Araguari/AP-Brasil". *Biota Amazônica*, v. 5, n. 3, p. 88-97.
- SCHEFFLER, R.; NEIL, Christopher.; KRUSCHE, A. V.; ELSENBEER, H. (2011). "Soil hydraulic response to land-use change associated with the recent soybean expansion at the Amazon agricultural frontier". *Revista Agriculture, Ecosystems & Environment*, v. 144, p. 281-289.
- SCHIESARI, L.; ILHA, P. R.; NEGRI, D. D. B.; PRADO, P. I.; GRILLITSCH, B. (2020). "Ponds, puddles, floodplains and dams in the Upper Xingu Basin: could we be witnessing the 'lentification' of deforested Amazonia?". *Revista Perspectives in Ecology and Conservation*, 13 p.
- SILVA, D. C. C.; SALES, J. C. A.; ALBUQUERQUE FILHO, J. L.; LOURENÇO, R. W. (2016). "Características morfológicas e suas implicações no acúmulo de sedimentos em reservatórios: o caso da represa Hedberg, Iperó/SP". *Raega: O espaço geográfico em análise*, v. 36, p. 225-245.
- SILVA JUNIOR, V. P.; MONTENEGRO, A. A. A.; SILVA, T. P. N.; GUERRA, S. M. S.; SANTOS, E. S. (2011). "Produção de água e sedimentos em bacia representativa do semiárido pernambucano". *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 15, n. 10, p. 1073-1081.
- TEIXEIRA, E. K. C.; RINCO, A. V.; COELHO, M. M. L. P.; SALIBA, A. P. M.; PINTO, E. J. A.; FURTADO, L. M. (2020). "Methodology for physical modeling of reservoir sedimentation". *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 25, n. 27.
- TRINDADE, M. L. B.; ARRUDA, D. P.; PADILHA, F. S. (2005). "Caracterização da qualidade de água e sedimento na uhe americana relacionados à ocorrência de plantas aquáticas". *Planta Daninha*, v. 23, n. 2, p. 215-223.
- VANZELA, L. S.; HERNANDEZ, F. B. T. H.; FRANCO, R. A. M. (2010). "Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do Córrego Três Barras, Marinópolis". *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 14, n. 1, p. 55 - 64.
- VANZELA, L. S.; GRECCO, D. L. G.; NETO, J. N. C.; SANTOS, G. O. (2014). "Evaluation of sediment production and siltation in a small earth dam in Fernandópolis, SP". *Engenharia Agrícola*. v. 34, n.5, p. 912-924.
- VELINI, E. D.; NEGRISOLI, E.; CAVENAGHI, A. L.; CORRÊA, M. R.; BRAVIN, L. F. N.; DE MARCHI, S. R.; VESTENA, L. R. (2009). "Análise da dinâmica hidrossedimentológica em uma bacia hidrográfica no sul do Brasil". *Sociedade & Natureza*, v. 21, n.3, p. 413-424.
- ZARFL, C.; LÚCIA, A. (2018). "The connectivity between soil erosion and sediment entrapment in reservoirs". *Current Opinion in Environmental Science & Health*, v. 5, p. 53-59.