



Risco, Impacto e Danos Ambientais em Sistemas Aquáticos

Risk, Impact and Environmental Damage in Aquatic Systems

Josimar Ribeiro de Almeida

Aline Guimarães Monteiro Trigo

Camilo Pinto de Souza

Cleber Vinícius Akita Vitorio

Evandro Lima

João Paulo Fernandes de Almeida

Laís Alencar de Aguiar

Patrícia dos Santos Matta

Raphael do Couto Pereira

Resumo: O desenvolvimento da sociedade organizada e da agricultura sempre esteve vinculado ao controle da água, especialmente para a irrigação. Com os avanços da tecnologia, o grau de interferência aumentou assustadoramente e poucos são os sistemas existentes de drenagem inteiramente naturais. Hoje, os países desenvolvidos efetuam um controle mais eficaz dos seus sistemas hidrológicos. No entanto, as interferências nesses sistemas são efetuadas de forma inadequada em todo o mundo, principalmente no que diz respeito ao uso do solo (Almeida *et al.*, 2019). São diversos os benefícios econômicos e sociais que explicam a interferência humana nos ciclos hidrológicos, além de ser relativamente simples realizar modificações de grande porte que afetem imensamente o funcionamento do sistema como um todo (Camello *et al.*, 2009). As tecnologias de construção de represas, desvios de rios, drenagem de terras, sistemas de irrigação e extração de águas subterrâneas são altamente desenvolvidas. O acesso a novas tecnologias e as perspectivas de construção de represas cada vez maiores, de grandiosos esquemas de desvios de águas e de rebocamento de icebergs através dos oceanos despertam a atenção dos governantes e planejadores.

Palavras-chave: risco; impacto; danos ambientais; sistemas aquáticos.

Abstract: The development of organized society and agriculture has always been linked to the control of water, especially for irrigation. With advances in technology, the degree of interference has increased alarmingly and there are few existing drainage systems that are entirely natural. Today, developed countries carry out more effective control of their hydrological systems. However, interference in these systems is carried out inadequately throughout the world, especially with regard to land use (Almeida *et al.*, 2019). There are several economic and social benefits that explain human interference in hydrological cycles, in addition to the fact that it is relatively simple to make large-scale changes that greatly affect the functioning of the system as a whole (Camello *et al.*, 2009). Technologies for building dams, diverting rivers, draining land, irrigation systems and extracting groundwater are highly developed. Access to new technologies and the prospects of building ever larger dams, grandiose water diversion schemes and towing icebergs across the oceans are attracting the attention of governments and planners.

Keywords: risk; impact; environmental damage; aquatic systems.

INTRODUÇÃO

A interferência do homem na ação interna da Terra é localizada e inexpressiva. É irrelevante, também, a sua ação sobre os processos geomorfológicos de modelagens de forma do relevo. Os mecanismos que atuam sobre a formação do relevo agem numa escala de tempo e espaço tal que tornam remota ou mesmo impossível a possibilidade de interferência antrópica significativa (Aquino *et al.*, 2017).

A estrutura geológica, o tempo e os processos geomórficos produzem o relevo, sendo que apenas neste último o homem pode provocar alterações significativas. Como uma circulação de energia difusa, isto os torna dificilmente controláveis antropicamente. As mudanças feitas pelo homem, neste caso, são locais e mais intensivas do que extensivas. Como exceção existem ambientes sensíveis, como os rios, linhas costeiras, regiões semiáridas e subárticas, que podem ser desestabilizados.

Do mesmo modo que acontece com o intemperismo físico nas áreas urbanas, a ação de intemperismo químico pode se acentuar devido a mudanças locais de climas. Entretanto, sua maior atuação ocorre em estruturas realizadas pelo homem. Em grandes construções, quando há deslizamentos de taludes, ou de encosta, o movimento de massa é acelerado e a erosão pode aumentar devido ao pisoteio de pessoas ou gado (Araújo *et al.*, 2006).

As bacias de drenagem funcionam cada uma com sua própria série de depósitos e de transferências das águas que entram. Os escoamentos, em muitos casos, podem reunir-se antes de alcançar o mar. O homem, com suas interferências, pode alterar a eficiência e a capacidade de muitas das armazenagens e transferências. Caso haja uma ação na transferência da superfície ou do solo, ou em armazenagens, provavelmente uma reação em cadeia provocará mudanças em todos os outros depósitos e transferências. Obviamente, quanto mais a montante for a interferência, menos componentes do sistema serão afetados, ainda que, a existência de mecanismo de realimentação ou regeneração do sistema possibilite reações em cadeia através dele (Almeida *et al.*, 2010, Mizuguchi *et al.*, 1981).

Caso o solo tenha sua capacidade absorção das águas da chuva reduzida através de ações antrópicas, como, por exemplo, pavimentações, a distribuição de água por todos os trajetos ulteriores será afetada. Enquanto isso, a extração da água subterrânea afetará o fluxo dos rios, os depósitos lacustres e a vazão para oceanos (Lins *et al.*, 2007).

METODOLOGIA

Esta pesquisa, por tratar-se de um estudo teórico, caracteriza-se como exploratória e foi executada por meio de levantamento bibliográfico desenvolvido primordialmente em artigos recentes de periódicos internacionais e nacionais, acessados por meio das bases de dados que compõem o Portal de Periódicos da *Capes* e *SciELO*. Também foram pesquisados livros de autores renomados na área objeto de

investigação. As etapas para o desenvolvimento da pesquisa cuja finalidade foi o desenvolvimento de um método para a revisão sistemática da literatura (Almeida *et al.*, 2004).

Para o presente caso, a base de dados *Web of Science* (ou ISI) foi selecionada como fonte para a busca dos dados. Esta base dá origem ao JCR (Journal Citation Report), ou seja, ao fator de impacto dos periódicos. Além disso, é uma base que possui fácil acesso e é gratuita, permitindo, por meio de suas ferramentas, que uma pesquisa mais criteriosa seja realizada, abrangendo uma vasta quantidade de periódicos. Além das ferramentas, a pesquisa realizada na *Web of Science* abrange bases de dados a nível internacional, o que permite uma busca mais completa sobre determinado tema. Para ter acesso ao *Web of Science* é necessária a realização de um cadastro em uma rede conveniada, sendo, desse modo, possível acessá-la a partir de outras redes apenas utilizando o *login* e a senha cadastrada (Almeida *et al.*, 2008).

Uma análise bibliométrica indica a relevância do autor/artigo para a composição do referencial bibliográfico, quantos artigos o autor publicou por ano e quantas vezes ele foi citado, que pode ser feito por meio dos recursos disponíveis no *Web of Science*. Deve-se considerar, contudo, que caso um artigo seja recente, este apresentará poucas citações, o que não o torna, necessariamente, dispensável, pois pode apresentar conteúdo relevante para a pesquisa. Vale ressaltar que o *Web of Science* se trata de uma base de dados que busca em várias outras bases, as quais nem sempre disponibilizam o artigo encontrado na íntegra, o que, se não houver, faz-se necessário a busca da disponibilidade destas por meio de outras bases de dados, como o Portal de Periódicos CAPES, Base de dados SCIELO, *Publishor Perish*, EBSCO, entre outras. Se o artigo não for encontrado, tornar-se-á inutilizável para a composição do referencial bibliográfico, sendo assim excluído (Almeida *et al.*, 2007; 2017).

Os mecanismos de transportes fluviais e litorâneos também estão sujeitos a modificações. Como novo agente geomórfico tem-se a utilização da retroescavadeira na construção civil, terraplenagem para diversos fins, aberturas de estradas e corte em taludes, que podem criar novas formas de relevo e destruir as existentes. As alterações antrópicas do relevo, assim como todas as alterações que o homem faz no meio físico, podem ser efetuadas de maneira deliberada ou em consequência de outras atividades realizadas inadvertidamente (Garcia *et al.*, 2010).

Vales podem ser formados durante grandes obras, em alguns dias ou meses, pela mão do homem, ou através dos séculos, pelo processo natural de erosão e carreamento de material pelos agentes da natureza (Dantas *et al.*, 2008).

O homem constrói sistemas de drenagem para melhor controlar a hidrologia de uma determinada área e provoca imensas voçorocas pelo tipo de uso que faz do solo. Criam-se novas áreas por aterro de brejos lagos e ainda pela deposição de sedimentos carreados para estuários e/ou lagoas. Esse excesso de sedimentos, geralmente, deve-se a desmatamentos feitos nas encostas. Enormes depressões podem ser escavadas para exploração de minérios, assim como resultar da abertura de minas ou ainda da drenagem do solo (Ribeiro *et al.*, 2019).

RESULTADOS/DISCUSSÃO

Qualquer intervenção efetuada em sistemas hidrológicos fluviais seja para aumentar ou diminuir a vazão, formar reservatórios, modificar canais, ou construir pontes ou molhes, altera o equilíbrio dinâmico natural dos rios. A erosão e deposição têm seu balanço alterado. Esse tipo de interferência raramente é sentido somente no ponto onde é executado. Tomando-se como exemplo o aprofundamento do leito de um rio, é possível que isto irá afetar o seu comportamento por dezenas e até centenas de quilômetros, tanto a jusante como a montante (Aquino *et al.*, 2015).

Em áreas de agricultura intensiva ou em processo de obras de urbanização, a carga de sedimentos que alcança os rios sofre enorme aumento - estes fatos simulam os períodos de erosão natural. De uma maneira geral, o que o homem faz é abreviar o tempo e intensificar o efeito dessas mudanças (Silva *et al.*, 2018).

A fim de se aumentar o fluxo de um rio, ou apenas acelerar o processo natural de transferência, ou para ser utilizada na irrigação, as águas subterrâneas devem ser extraídas a uma taxa inferior à recarga natural, no sentido de se evitar as diferentes alterações no respectivo lençol aquífero subterrâneo. A extração de enormes quantidades de água dos depósitos subterrâneos acelerou-se em todo o mundo neste século. O resultado foi a transferência dessas águas para outros pontos do ciclo hidrológico. Algumas pesquisas internacionais trabalham com a hipótese de que a elevação recente do nível da água do mar, assim como o aumento do volume do gelo polar, talvez represente as águas subterrâneas que foram deslocadas para novos sistemas de armazenagem, por evaporação e precipitação. Se a responsabilidade fosse das alterações climáticas, a elevação do nível dos oceanos faria diminuir o gelo polar, mas parece que o que está aumentando é o volume geral das águas da superfície (Aquino *et al.*, 2011).

Os oceanos, mesmo ligados entre si e com barreiras naturais de troca de águas que se limitam simplesmente a diferenças de temperatura e salinidade, não apresentam a mesma mobilidade de massa que existe na atmosfera. Ainda assim, são eficazes agentes diluidores e dispersores da natureza. Mantêm o controle e o equilíbrio térmico, dando estabilidade ao sistema terrestre. Suas águas retêm enormes quantidades de radiação solar, mas ganham e liberam calor lentamente, garantindo, desse modo, o equilíbrio (Araújo *et al.*, 2005).

A função estabilizadora dos oceanos e seu sutil controle do equilíbrio ainda não estão completamente compreendidos. No entanto, impactos verificados em suas funções poderão afetar ou transformar gravemente todo o ambiente terrestre (Aquino *et al.*, 2014, Leite *et al.*, 2006).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As grandes alterações sofridas pelos ambientes litorâneos, superiores às que foram verificadas sobre a maioria dos outros ambientes geomórficos, devem-se principalmente a fatores demográficos e à própria fragilidade dos ambientes litorâneos.

As áreas costeiras mundiais são densamente povoadas; considerando-se o planeta como um todo, metade das cidades com população superior a 1 milhão de habitantes localiza-se junto ao mar. Na Holanda, 75% do relevo costeiro foram radicalmente modificado pela ação do homem; nos Estados Unidos e na Grã-Bretanha, este percentual corresponde a 40%. A costa japonesa que se estende por 100km entre Yokohama e Kisarazu é quase toda artificial, constituindo-se de ilhas, penínsulas, baías e planícies resultantes de atividades antrópicas. O segundo fator é a relativa fragilidade de muitas linhas costeiras, como os ambientes marinhos batidos por ondas de alta energia. A energia natural e a plasticidade dos materiais são frequentemente fáceis de romper, desviar, diminuir ou amplificar (Seibt *et al.*, 2013).

Quanto às alterações nos aquíferos subterrâneos das áreas costeiras, pode-se constatar, em diversas partes do mundo, a redução excessiva do nível hidrostático, facilitando a entrada de água do mar nos lençóis freáticos, contaminando o suprimento de água doce (Tancredi *et al.*, 2012).

As modificações costeiras intencionais geralmente destinam-se a prevenir a erosão ou a recuperar terrenos no sentido de facilitar a atividade econômica do litoral do mesmo para fins de recreação. Os processos naturais afetados assemelham-se aos que ocorrem nos rios. A erosão e disposição de materiais nas praias de recreio já criaram muitos problemas, como, por exemplo, a desestabilização de dunas esparsamente cobertas pela vegetação, que cedem ao pisoteio provocando erosão e subsequente dispersão.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, J. R. **Análisis y Evaluaciones de Impactos Ambientales**. ed. Rio de Janeiro: CETEM / MCT, 2007. ALMEIDA, J. R. *et al.*, **Ciências Ambientais**. Rio de Janeiro: Thex, 2008.
- ALMEIDA, J. R. *et al.* Multifatorialidade em saúde ambiental. **Environmental Scientiae**, 2019. ALMEIDA, J. R. *et al.*, **Política e Planejamento Ambiental**. Rio de Janeiro: Thex Editora, 2004.
- ALMEIDA, J. R.; AQUINO, A. R.; LINS, G. A. Influência dos impactos ambientais na elaboração de plano de controle ambiental em Usina Termoelétrica do sistema elétrico brasileiro isolado, na região amazônica. **Revista Brasileira de Pesquisa e Desenvolvimento**, 2010.
- AQUINO, A. R. (Org.). *et al.* **Sustentabilidade Ambiental**. RIO DE JANEIRO: Rede Sirius, 2015.
- AQUINO, A. R. *et al.* **Conhecimento, Gestão e Empreendedorismo**. João Pessoa: Editora da UFPb, 2011. AQUINO, A. R. *et al.*, **Indicadores de Desenvolvimento Sustentável**. Rio de Janeiro: Rede Sirius, 2014.
- AQUINO, AFONSO RODRIGUES DE (Org.); PALETTA, FRANCISCO CARLOS (Org.); ALMEIDA, JOSIMAR RIBEIRO DE (Org.). **Vulnerabilidade Ambiental**. São Paulo: Edgard Blucher LTDA, 2017.

- ARAUJO, G. H. S. *et al.* **Orientação para planejamento de ações preventivas em sistemas de gestão ambiental.** Texto Didático. Série Planejamento e Gestão Ambiental, 2006.
- ARAUJO, G. H. S.; ALMEIDA, J. R.; GUERRA, A. J. T. **Gestão Ambiental de Áreas Degradadas.** Rio de Janeiro: Editora Bertrand, 2005.
- CAMELLO, T. *et al.* **Gestão e Vigilância em Saúde Ambiental.** Rio de Janeiro: Editora Thex, 2009.
- DANTAS, J. R.; ALMEIDA, J. R.; LINS, G. A. **Impactos Ambientais na Bacia Hidrográfica de Guapi/Macacu e suas Consequências para o Abastecimento de Água nos Municípios do Leste da Baía de Guanabara.** Estudos e Documentos. CETEM, v. 7, p. 10-20, 2008.
- GARCIA, P. A. A.; ALMEIDA, Josimar Ribeiro de. **Sistema de Gerenciamento Ambiental.** Rio de Janeiro: Thex, 2010. v. 1.
- LEITE, Flávia Dinelli Pontes; ALMEIDA, J. R. **Valoração Econômica do Recurso e do Dano Ambiental Aplicada à Quantificação de Débito Imputado pelo TCU.** Revista do Tribunal de Contas da União, v. 105, p. 77-90, 2006.
- LINS, G. A.; ALMEIDA, J. R. de. **Uma análise crítica do acidente em Cataguases**(2003). Revista Ciências do Ambiente On-Line, v. 3, p. 21-26, 2007. Disponível em: file:///C:/Users/Nabada/Downloads/88-294-1-PB.pdf.
- MIZUGUCHI, Y.; ALMEIDA, J. R.; PEREIRA, L. A. **Introdução a Ecologia.** São Paulo: Moderna, 1981.
- RIBEIRO, Bianca Alves Lima, *et al.* **Avaliação de Impactos e Danos Ambientais em Zonas Costeiras do Brasil - Angra dos Reis e Paraty.** Revista Internacional de Ciências, v. 9, p. 53-71, 2019.
- SEIBT, Taís Carolina, *et al.* **The Threat of Global Dimming and the Pollution of Atmospheric Air Case Study: Goiânia-Goiás-Brazil.** Revista Internacional de Ciências, v. 3, p. 27-39, 2013.
- SILVA, Cleber Vinicius Vitorio, *et al.* **Levantamiento de metales pesados enel agua subterránea de lasubcuencadelrío Estrela, Saracuruna, Rio de Janeiro.** Revista Ibero-americana de Ciências Ambientais, v. 9, p. 2- 12, 2018.
- TANCREDI, N. S. H. *et al.* **Uso de Geotecnologias em Laudos Periciais Ambientais: Estudo de Caso no Município de Jacundá, Pará.** Revista Geografar (UFPR), v. 7, p. 9-12, 2012.