

EFEITOS AMBIENTAIS RESULTANTES DA POLUIÇÃO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS DEVIDO AO PROCESSO DE ASSOREAMENTO

Data de submissão:

Data de aceite: 02/08/2023

Alanny Christiny Costa de Melo

<http://lattes.cnpq.br/6542699550245691>

Diogenys da Silva Henriques

<http://lattes.cnpq.br/0457618955244321>

Hudson Inácio Moura Ferreira

<http://lattes.cnpq.br/7858174875059949>

Anna Karollynna Câmara de Araújo

<http://lattes.cnpq.br/2741229952612121>

RESUMO: As águas superficiais, incluindo rios, riachos e lagos, representam um recurso natural de suma importância, porém são suscetíveis à poluição causada pelo fenômeno do assoreamento. O assoreamento é um processo natural que ocorre devido a diversos elementos como erosão do solo, chuva, escoamento pluvial e ventos, pode ser agravado pela interferência humana, resultando em danos significativos ao meio ambiente. Esse processo é considerado uma grave agressão ambiental, capaz de acarretar uma série de problemas, tais como o aumento da frequência de enchentes devido à redução da capacidade de escoamento do leito do rio, impactos negativos na flora e fauna

circundantes, bem como consequências estéticas especialmente perceptíveis em áreas urbanizadas. O objetivo principal deste trabalho consiste em abordar a poluição das águas superficiais decorrente do processo de assoreamento, identificando os principais fatores responsáveis por esse impacto ambiental e compreendendo as consequências desse processo. Para tal, foram realizadas pesquisas bibliográficas que analisaram as relações entre as águas superficiais e os impactos ambientais resultantes do assoreamento. De modo geral, constatou-se que a maioria dos estudos têm enfoque na compreensão do problema desse problema, na identificação e mapeamento de áreas mais vulneráveis, além de alertar para os riscos e propor medidas de mitigação. Entretanto, é evidente a escassez de esforços por parte das autoridades públicas no que se refere a essa problemática.

PALAVRAS-CHAVE: águas superficiais; assoreamento; impacto ambiental.

ABSTRACT: Surface waters, including rivers, streams, and lakes, constitute a natural resource of utmost importance; however, they are susceptible to pollution caused by the phenomenon of siltation.

Siltation is a natural process influenced by various elements such as soil erosion, rainfall, runoff, and winds. It can be exacerbated by human interference, leading to significant environmental damage. This process is considered a severe environmental threat, capable of causing a series of problems, such as increased frequency of floods due to reduced riverbed capacity for water flow, negative impacts on surrounding flora and fauna, as well as noticeable aesthetic consequences, particularly in urbanized areas. The primary objective of this study is to address the pollution of surface waters resulting from siltation, identifying the main factors responsible for this environmental impact and understanding the consequences of this process. To achieve this, bibliographic research was conducted to analyse the relationships between surface waters and the environmental impacts resulting from siltation. In general, it was found that the majority of studies focus on understanding the problem, identifying and mapping the most vulnerable areas, as well as raising awareness about the risks and proposing mitigation measures. However, it is evident that there is a scarcity of efforts on the part of public authorities regarding this issue.

KEYWORDS: surface waters; silting; environmental impact.

1 | INTRODUÇÃO

A água é um recurso abundante na superfície terrestre e, ao mesmo tempo, escasso, uma vez que nem toda a água é adequada para consumo humano, conferindo-lhe um valor inestimável. Do total de água disponível no planeta Terra, apenas 3% consistem em água doce própria para consumo e uso humano. Além de sua limitação, o crescimento populacional, juntamente com o avanço tecnológico, intensificou o processo de degradação da qualidade das águas superficiais (Andrade & Zaiat, 2013).

A contaminação das águas superficiais tem sido motivo de preocupação, especialmente considerando a escassez de água doce de qualidade e a onerosidade dos procedimentos de restauração quando ocorre poluição. As águas superficiais, como rios, riachos, córregos e lagos, são frequentemente submetidas a usos extensivos e intensivos em diferentes setores da sociedade. As indústrias e minerações, por exemplo, representam matrizes econômicas que não apenas demandam grandes volumes de água, mas também são responsáveis pela contaminação dos canais e reservatórios hídricos devido ao descarte irregular de resíduos e rejeitos, respectivamente. Além disso, outro tipo de contaminação dos cursos de água superficiais refere-se ao processo de sedimentação, resultando no fenômeno conhecido como assoreamento (Walker *et al.*, 2019).

O assoreamento é um fenômeno decorrente da deposição de sedimentos, como areia, argila, rochas e detritos orgânicos, nos cursos e corpos d'água, ocasionando o acúmulo excessivo de material sobre o leito, o que acarreta em entraves à navegabilidade e ao aproveitamento dessas vias fluviais. Tal processo é inerente à natureza e ocorre devido à interação de diversos elementos naturais, como à erosão do solo, precipitação pluvial, escoamento das águas das chuvas e a ação dos ventos. Esses sedimentos acabam se depositando no leito dos rios ou na superfície dos corpos de água, o que pode levar

a uma redução da capacidade de armazenamento de água, alterações nos fluxos de água e impactos negativos no ecossistema aquático. No entanto, é importante ressaltar que a intervenção humana pode potencializar significativamente esse processo, como o desmatamento, a agricultura intensiva, a mineração e a construção de barragens e estradas. Essas atividades podem aumentar a quantidade de sedimentos transportados para os corpos de água, acelerando o processo de assoreamento, resultando em impactos negativos para o meio ambiente (Zuquette *et al.*, 2013).

Estudos relacionados à contaminação da água devido ao assoreamento têm sido amplamente realizados em diversas instituições de pesquisa e ensino, sejam elas públicas ou privadas. No que se refere a exemplos concretos de projetos direcionados à problemática do assoreamento, podemos mencionar o estudo conduzido por Lima (2020), que emprega o uso de geotecnologias para avaliar as principais áreas afetadas pelo assoreamento no leito fluvial do arroio João Dias, localizado em Caçapava do Sul (RS). Outro trabalho relevante é o desenvolvido por Silva (2021), o qual propõe um diagnóstico para o assoreamento por meio da modelagem do transporte de sedimentos na bacia hidrográfica do rio Uma, situado em São Paulo (SP). Barbosa & Santos (2022) realizam uma análise hidrogeomorfológica do canal principal dos rios Murú e Tarauacá, investigando as conseqüentes inundações na cidade de Tarauacá (AC). Além disso, Vieira *et al.* (2020) investigam os efeitos da expansão urbana no processo de assoreamento e/ou erosão em ambientes aquáticos de deposição.

Em resumo, essas pesquisas têm como objetivo fornecer subsídios para compreender o problema, identificar suas manifestações em diferentes contextos, mapear as áreas mais suscetíveis, alertar sobre os riscos envolvidos e até propor medidas de mitigação em colaboração com os atores públicos e sociais. No entanto, apesar desses esforços, tem sido observado uma falta de engajamento por parte dos agentes públicos em relação a essa problemática. Existe uma lacuna entre o conhecimento científico (informação) e o poder público, conforme apontado por Smith *et al.* (2019). Eles destacam como é intrigante a forma como as produções técnico-científicas geradas pelas instituições acadêmicas e de pesquisa têm sido pouco incorporadas nas leis ambientais e nas práticas administrativas, resultando em uma situação em que até mesmo os órgãos públicos são identificados como agentes de degradação ambiental.

Com base na abordagem acadêmica do assunto e nas conseqüências resultantes do assoreamento dos rios, este trabalho tem como objetivo principal explorar a problemática da poluição das águas superficiais devido ao assoreamento. Além disso, busca identificar os principais agentes causadores desse impacto ambiental e compreender as problemáticas resultantes desse processo. Para atingir esse propósito, foram realizadas pesquisas bibliográficas que englobaram estudos, livros e publicações científicas que abordaram as interações entre as águas superficiais e os impactos ambientais decorrentes do assoreamento.

21 DEFINIÇÕES E EXEMPLOS DE CORPOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS (LAGOS, CANAIS, CÓRREGOS E RIOS)

Os fatores climáticos estão intrinsecamente ligados ao fluxo de água nos rios perenes, intermitentes ou efêmeros. As bacias hidrográficas, com diversas características, que fornecem os recursos hídricos superficiais devem ser gerenciadas de forma descentralizada pelos Comitês de Bacia Hidrográfica, a fim de preservar e conservar o equilíbrio socioambiental mantido pela existência dos rios. A fim de ratificar o prenunciado, segundo a Lei nº 9.433/97 que, além de outras atribuições, institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, no seu art. 38, I, cita 'promover o debate das questões relacionadas a recursos hídricos e articular a atuação das entidades intervenientes'.

A fim de promover a gestão descentralizada e participativa dos recursos hídricos superficiais, é essencial compreender suas particularidades. Segundo Targa *et al.* (2015), o escoamento superficial desempenha um papel crucial no ciclo hidrológico e é de grande importância para o manejo e conservação dos recursos naturais. O escoamento superficial pode ser definido como o movimento e ocorrência de água na superfície da Terra. O principal fator ambiental responsável pelo transporte da água é a precipitação, que se acumula em depressões ao redor de partículas sólidas (Soares, 2015).

A velocidade do fluxo das águas nos canais é influenciada pela fisiologia dos rios. Os canais retilíneos, embora sejam menos comuns, seguem um leito quase em linha reta. Já os canais com comprimento superior a 10 vezes a sua largura são mais raros e se caracterizam por apresentarem um baixo volume de carga de fundo, alto volume de carga suspensa e substrato homogêneo. A erosão ocorre ao longo das margens, através do solapamento de regiões mais profundas (Guerra & Cunha, 2018).

Os canais anastomosados são caracterizados por apresentarem grandes volumes de carga de fundo e múltiplos canais interligados, resultando na formação de ilhas, barras arenosas e ramificações. Comumente, a foz desses rios desemboca em deltas devido à interação das forças de ondas e marés na foz do rio. Por sua vez, os canais meandrantés são frequentemente encontrados em áreas úmidas com a presença de mata ciliar, e se destacam por suas curvas sinuosas harmônicas e semelhantes entre si. O meandramento é iniciado pelas sequências de depressões (*pools*) e elevações (*riffles*) ao longo do leito do rio. Nos trechos mais curvos, o perfil transversal apresenta assimetria, com maior profundidade na margem côncava, ou seja, nas depressões, e suaviza em direção à margem convexa (Guerra & Cunha, 2018).

Além disso, o escoamento superficial em canais pode ser hierarquizado de acordo com a morfologia fluvial. Os tributários ramificados, também conhecidos como afluentes, são categorizados em ordens com base no número de canais que neles convergem. A ordenação dessas correntes é fundamental para a análise morfométrica das bacias hidrográficas e, utilizando o método de Strahler, é realizada em várias ordens, até a primeira

ordem. Na natureza, essas ordens são observadas nos diferentes tipos de drenagem fluvial (Cunha, 2018).

Dependendo da pedologia, geologia e relevo, as drenagens, como ilustrado na Figura 1, podem assumir diferentes padrões principais, como o dendrítico, treliça, retangular, paralelo, radial e anelar. No padrão dendrítico, as correntes assemelham-se a ramos de uma árvore e são comumente encontradas em áreas sem estruturas significativas que influenciam a erosão dos vales, como terrenos compostos por granito maciço, arenito ou derrames basálticos. Já no padrão treliça, observa-se uma densa rede de riachos e ravinas com confluências subparalelas que se encontram perpendicularmente ao curso principal (CPRM, 2021).

Conforme mencionado pela CPRM (2021), o padrão retangular é caracterizado por vales que formam ângulos retos entre si, sendo condicionado por estruturas geológicas, como fraturas ortogonais. Já no padrão paralelo, os vales se dispõem de forma subparalela devido à erosão preferencial seguindo direções paralelas a fraturas, falhas ou camadas inclinadas. O padrão radial ocorre em regiões com a presença de vulcões, chaminés, diatremas ou outros corpos intrusivos que geram fraturas radiais. Por fim, o padrão anelar é caracterizado por se assemelhar a anéis e é típico de áreas dômicas profundamente entalhadas.

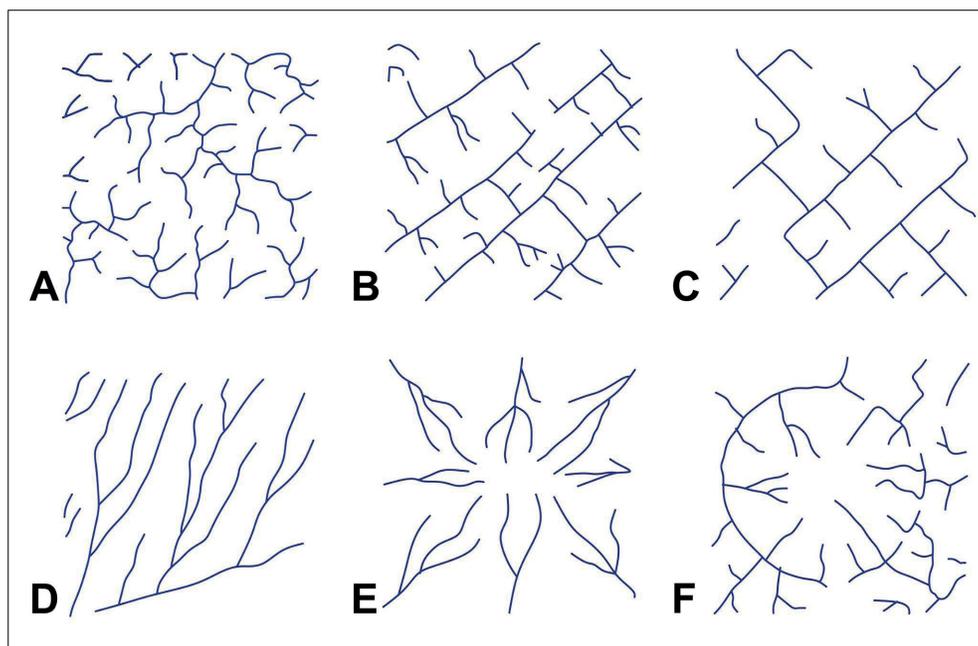


Figura 1 – Principais tipos de padrão de drenagem: (a) dendrítico; (b) treliça; (c) retangular; (d) paralela; (e) radial e (f) anelar.

Fonte: Adaptado de Christofoletti (1980).

Considerando a biodiversidade e geodiversidade associadas à presença de rios, com foco no Brasil, é essencial compreender e implementar diferentes formas de gestão participativa para mitigar os impactos causados a esses ecossistemas fluviais. No que diz respeito aos rios localizados na região da Caatinga, a questão do assoreamento requer uma solução imediata.

3 | IMPACTOS AMBIENTAIS ASSOCIADOS AO ASSOREAMENTO DE CANAIS E RESERVATÓRIOS HÍDRICOS

Ao longo da história, o ser humano tem buscado estabelecer-se em proximidade a nascentes de água, pois a disponibilidade hídrica exerce um impacto direto no estilo de vida das pessoas e indireto na configuração das sociedades, abrangendo o crescimento dos centros urbanos e as práticas agrícolas. Com o aumento populacional ao longo dos anos, as áreas naturais foram gradualmente substituídas por territórios ocupados pelo homem. Hammes (2008) destaca que, em sua origem, as florestas não foram colonizadas com a intenção de degradá-las, mas sim de aprimorar a qualidade de vida das pessoas.

No entanto, nos dias atuais, é possível observar diversos efeitos adversos resultantes da ocupação desordenada, especialmente em relação aos rios e lagos. Um dos problemas ambientais associados diz respeito ao desmatamento das florestas, o qual modifica a cobertura do solo. Quando os solos são expostos, os processos erosivos são intensificados, levando os sedimentos, através das intempéries e da força da gravidade, para as áreas mais baixas dos terrenos, onde os rios estão localizados (Figura 2). Esse fenômeno é conhecido como assoreamento (Vieira *et al.*, 2020).

Na ausência de árvores, arbustos ou mesmo grama, o solo torna-se mais solto e menos resistente, aumentando sua suscetibilidade ao arraste pela chuva ou vento. A falta de matas ciliares também contribui para a erosão das margens dos rios. Outro agravante do assoreamento é o descarte inadequado de resíduos provenientes da construção civil, como restos de demolição, fragmentos de madeira e, conseqüentemente, resíduos domésticos, que se acumulam nos pontos onde há sedimentação. Essa situação acarreta prejuízos significativos na dinâmica do rio e em seu entorno. Contudo, o problema mais grave são as enchentes, que estão se tornando cada vez mais frequentes, uma vez que a alteração do leito do rio também afeta o seu volume, resultando na perda de bens, como imóveis e veículos, que são arrastados pelas águas (Morais, 1972; Castro *et al.*, 2013).

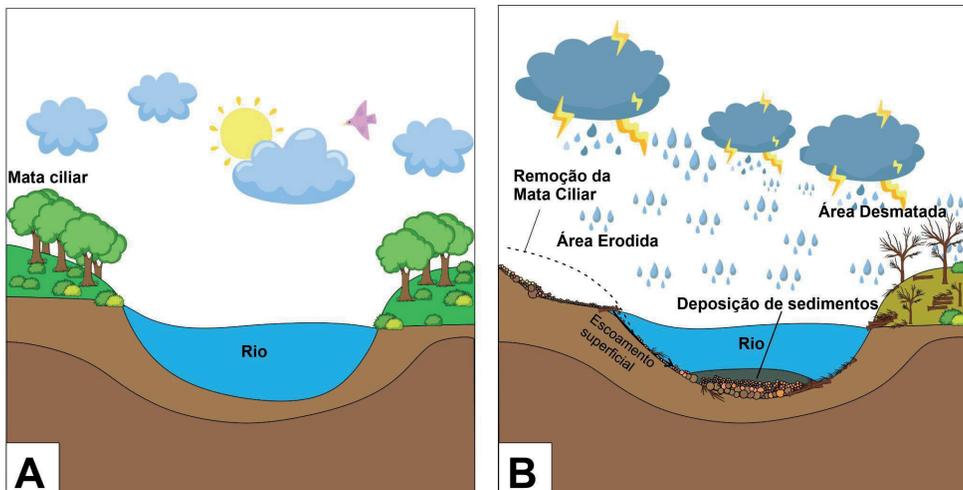


Figura 2 – Meio natural sem modificações causados pelo homem (A); meio impactado por assoreamento intensificado pela ação antrópica (B).

Fonte: Elaboração própria em 2022.

Os impactos do assoreamento afetam diretamente a população, especialmente ao provocarem enchentes. O assoreamento causa a redução da capacidade de retenção de água dos reservatórios. A camada de sedimentos acumulados diminui o espaço disponível para o armazenamento de água, o que pode resultar em menor disponibilidade hídrica para abastecimento público, agricultura, indústria e geração de energia hidrelétrica. Durante períodos de chuvas intensas, a quantidade de água nos rios pode aumentar tanto que as margens não são capazes de contê-la, resultando em transbordamentos para áreas adjacentes conhecidas como várzeas. Smith *et al.* (2019, p. 02) explicam que “todos os canais de escoamento possuem essas áreas de várzea para receber o excesso de água quando esta ultrapassa os limites dos canais. No entanto, a ocupação dessas áreas e a impermeabilização do solo intensificam as enchentes”.

Além disso, os sedimentos transportados e depositados nos canais e reservatórios podem ter impactos adversos nos organismos aquáticos. O acúmulo de sedimentos compromete a penetração da luz solar na água, prejudicando a fotossíntese de flora aquática e afetando a cadeia alimentar. Adicionalmente, os sedimentos têm a capacidade de sepultar e sufocar os habitats aquáticos, tais como leitos fluviais, lacustres e áreas de desova de peixes (Kondolf *et al.*, 2014).

O processo de assoreamento contribui para a degradação da qualidade da água. Os sedimentos podem conter nutrientes, substâncias químicas e metais pesados, que são transportados para os corpos hídricos. Isso pode resultar no aumento da turbidez, redução dos níveis de oxigênio dissolvido na água e contaminação dos recursos hídricos, tornando-os impróprios para consumo humano, prejudicando a vida aquática e impactando

negativamente a saúde dos ecossistemas (Cardoso *et al.*, 2019). O assoreamento também exerce influência desfavorável sobre a biodiversidade dos ecossistemas aquáticos. A deposição de sedimentos pode cobrir os substratos adequados para a reprodução de organismos aquáticos, levando à perda de espécies de flora aquática, peixes e outros animais que dependem desses habitats. Isso resulta em uma diminuição da diversidade biológica e pode ter consequências em cascata para todo o ecossistema (Kondolf *et al.*, 2014; Cardoso *et al.*, 2019).

Por fim, é possível afirmar que além dos resíduos sólidos, que causam poluição e contaminação dos rios, o assoreamento também é um fator preocupante. Esse fenômeno representa um sério impacto ambiental, com consequências significativas que podem desencadear uma série de problemas para o meio ambiente. Em conjunto com o aumento da frequência de enchentes devido à redução da capacidade de escoamento dos rios, isso afeta tanto a flora e fauna aquáticas quanto as terrestres, além de causar problemas estéticos, especialmente em áreas urbanizadas. Portanto, muitas vezes é necessário intervir nas margens de lagos e rios, a fim de realizar a limpeza do leito e a remoção de resíduos em áreas urbanas, visando aprimorar o fluxo do rio, melhorar a qualidade ambiental e proteger a saúde pública (Zuquette *et al.*, 2013).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em suma, foi possível constatar uma série de fatores que contribuem para a poluição das águas superficiais através do assoreamento. Além dos efeitos naturais, como chuvas, escoamento de águas pluviais e ventos, a ação do homem é um fator preocupante para o desequilíbrio do meio ambiente, podendo assim trazer problemas ao meio natural dos rios, riachos, córregos e lagos. Do exposto, depreende-se que o crescimento das cidades, ocupação desordenada, o desmatamento das florestas, o descarte incorreto de resíduos e as instalações inadequadas de tratamento de esgotos, provocam poluição e alterações na fisiologia dessas águas, acarretando acúmulo de sedimentos, dificultando a navegabilidade e o aproveitamento dos leitos, devido à presença excessiva de material sobre eles.

Nisso, concluiu-se que o assoreamento é um dano proeminente e que, além da poluição das águas superficiais, promove frequentes alagamentos e enchentes, assim como também acelera a degradação de corpos hídricos, tornando-os impróprios para seu uso como abastecimento, geração de energia, recreação entre outros. Portanto, a implementação de medidas mitigadoras deve se fazer presentes para atenuação dos problemas socioambientais, já que a água é um elemento fundamental para a existência humana, sendo de grande importância na quantidade suficiente e qualidade apropriada para a manutenção da saúde e do desenvolvimento econômico.

Por fim, salienta-se a inevitabilidade da criação de metodologias eficientes de gestão e a utilização de técnicas de monitoramento da qualidade ambiental através de estudos da

qualidade da água, análise de fauna e flora, análise de imagens de satélite, assim como o contato direto com a população para conscientizar e compreender as suas necessidades quanto à água e participação de todos envolvidos no processo de gestão. As medidas de preservação devem ser voltadas para o manejo do solo, fazendo com que os impactos da ação antrópica diminuam e ocorra a preservação do solo, consequentemente protegendo as águas superficiais contra o assoreamento.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, C.R.M.; ZAIAT, M. Engenharia, Natureza e Recursos Naturais. *IN*: Calijuri, M.C, Cunha, D.G.F. (Editores). **Engenharia ambiental: conceitos, tecnologias e gestão**. 2 Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013, p. 3-14.

BARBOSA, A. R. F.; SANTOS, W. L. Análise hidrossedimentológica dos rios Murú e Tarauaca e sua influência nas inundações na cidade de Tarauacá – Acre. **Revista de Geografia (UFJF)**. V. 12, n. Especial: XIII Simpósio Nacional de Geomorfologia, 2022. Disponível em: <https://periodicos.ufjf.br/index.php/geografia/article/view/36882>. Acesso em: 17 Mar. 2022.

CARDOSO, S. J.; QUADRA, G. R.; RESENDE, N. DA S.; ROLAND, F., 2019. The role of sediments in the carbon and pollutant cycles in aquatic ecosystems. **Acta Limnologica Brasiliensia**, 31, e201. <https://doi.org/10.1590/S2179-975X8918>

CASTRO, M. N.; CASTRO, R. M; SOUZA, P. C. A Importância da Mata Ciliar no Contexto da Conservação do Solo. **Revista Eletrônica de Educação da Faculdade Araguaia**, 2013, v. 4, p. 230-241. Disponível em: <https://www.fara.edu.br/sipe/index.php/REVISTAUNIARAGUAIA/article/view/172/156>. Acesso em: 17 Mar. 2022.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Editora Blucher, 1980.

CUNHA, S. B. Geomorfologia fluvial. Separata de: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia: Uma atualização de bases e conceitos**. 14. ed. RJ: Bertrand Brasil, 2018. cap. 5, p. 211-252. ISBN 978-85-286-0326-2.

CPRM (Brasil). **Glossário Geológico Ilustrado**. Brasília, 2021. Disponível em: <http://sigep.cprm.gov.br/glossario/>. Acesso em: 23 mar. 2022.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia: Uma atualização de bases e conceitos**. 14. ed. RJ: Bertrand Brasil, 2018. 474 p. ISBN 978-85-286-0326-2.

HAMMES, V. S. Erosão, um indicador de impacto ambiental. Brasília: EMBRAPA, 2002. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Hammes_ErosaoIndicadorImpactoAmbiental_000fdq4w5902wx5eo0a2ndxy0s1ley4.pdf. Acesso em: 17 Mar. 2022.

KONDOLF, G. M., GAO, Y.; ANNANDALE, G. W.; MORRIS, G. L.; JIANG, E.; ZHANG, J.; CAO, Y.; CARLING, P.; FU, K.; GUO, Q.; HOTCHKISS, R.; PETEUIL, C.; SUMI, T.; WANG, H.; WANG, Z.; WEI, Z.; WU, B.; WU, C.; YANG C.T., 2014. Sustainable sediment management in reservoirs and regulated rivers: Experiences from five continents. **Earth's Future**, 2(5), 256-280. Doi: <https://doi.org/10.1002/2013EF000184>

LIMA, R. S. **Técnicas de geoprocessamento para avaliação da evolução do assoreamento no arroio João Dias no município de Caçapava do Sul, RS**. 2020. 94 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária) - Universidade Federal do Pampa, Caçapava do Sul, 2020. Disponível em: <https://repositorio.unipampa.edu.br/jspui/handle/rii/5811>. Acesso em: 17 Mar. 2022.

MORAIS, J.O., Processos de assoreamento do Porto do Mucuripe. **Arquivos de Ciências do Mar**, Fortaleza, 1972, v. 12, n.2, p. 139-149.

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA CASA CIVIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos., Brasília, 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm. Acesso em: 23 mar. 2022.

SILVA, R. C. F. **Modelagem do aporte de sedimentos aplicada à bacia hidrográfica do rio Uma (SP)**: uma proposta para o diagnóstico de assoreamento (arquivo restrito). 2021. 150f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia, Sorocaba, 2021. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/216319>. Acesso em: 17 Mar. 2022.

SMITH, W. S.; SILVA, F. L.; BIAGIONI, R. C. Desassoreamento de rios: quando o poder público ignora as causas, a biodiversidade e a Ciência. **Ambiente & Sociedade**, [S.L.], v. 22, p. 1-20, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/n4cRNPv58LChmjFZX8V5bhG/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 17 mar. 2022.

SOARES, S. A. **Gestão de recursos hídricos**. 1. ed. Curitiba: Intersaberes, 2015. 185 p. ISBN 978-85-443-0166-1.

TARGA, M. dos S et al. **Urbanização e escoamento superficial na bacia hidrográfica do Igarapé Tucunduba**, Belém, PA, Brasil. Revista Ambiente e Água, Taubaté.

VIEIRA, Y. S. S. *et al.* Impacto antrópico no processo de assoreamento da enseada da Japuíba, Angra dos Reis (RJ). **Geosciences**, [S.L.], v. 39, n. 2, p. 481-491, 17 jul. 2020. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/geociencias/article/view/13463>. Acesso em: 17 Mar. 2022.

WALKER, D.B. *et al.* Surface Water Pollution. *In*: BRUSSEAU, M., PEPPER, I. L., GERBA, C. (Editors). **Environmental and Pollution Science**. 3. Ed. Academic Press, 2019, p. 261-292. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814719-1.00016-1>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128147191000161?via%3Dihub>. Acesso em: 17 Mar. 2022.

ZUQUETTE, L.V., RODRIGUES, V.G.S., PEJON, O.J., Recuperação de Áreas Degradadas. *IN*: Calijuri, M.C, Cunha, D.G.F. (Editores). **Engenharia ambiental: conceitos, tecnologias e gestão**. 2 Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013, p. 589-617.