

VI-095 – ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO SOB DIFERENTES USOS NA ZONA RIPÁRIA DO RESERVATÓRIO ARMANDO RIBEIRO GONÇALVES-RN

Ingredy Nataly Fernandes Araújo⁽¹⁾

Engenheira Ambiental pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) e Mestranda em Engenharia Sanitária pela mesma instituição.

Jéssica Freire Gonçalves de Melo⁽²⁾

Engenheira Civil pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Mestranda em Engenharia Sanitária pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

Amanda Cristina Soares Ribeiro⁽³⁾

Engenheira Ambiental pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

Rayane Dias da Silva⁽⁴⁾

Graduanda em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

Karina Patrícia Vieira da Cunha⁽⁵⁾

Bióloga pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e Doutora em Ciências do Solo pela mesma instituição. Professora do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

Endereço⁽¹⁾: Av. Senador Salgado Filho, 3000, Campus Universitário - Lagoa Nova - Natal - Rio Grande do Norte - CEP: 59072-970 - Brasil - Tel: +55 (84) 99643-9629 - e-mail: ingredynataly@hotmail.com

RESUMO

O uso e ocupação do solo por atividades antrópicas promove modificações nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, comprometendo o desempenho de suas funções ecossistêmicas e degradando sua qualidade. Porém, esses efeitos negativos podem se estender a outros sistemas ambientais, como a água. Localizadas na interface entre os ambientes terrestres e aquáticos, as zonas ripárias são áreas que auxiliam na manutenção da qualidade ambiental da bacia, quando preservadas. Porém, a ocupação dessas áreas pode facilitar a atuação do solo como fonte difusa de poluição para mananciais superficiais, principalmente em regiões naturalmente susceptíveis à degradação ambiental, como é o caso do semiárido nordestino brasileiro, em razão de suas características ambientais intrínsecas, como os solos rasos e vegetação nativa rala e escassa. Com isso, o objetivo deste trabalho foi avaliar as alterações nos atributos físicos do solo promovidas pelo uso e ocupação do solo na zona ripária do reservatório Armando Ribeiro Gonçalves. Para isso, foram realizadas análises dos atributos físicos de amostras de solo coletadas na zona ripária do reservatório Armando Ribeiro Gonçalves. As classes de uso e ocupação amostradas foram urbanização, pecuária, agricultura e terreno preparado, as quais foram comparadas com o solo sob mata nativa. Foram analisadas a densidade do solo, densidade de partículas e porosidade total. Os resultados indicaram que os usos antrópicos modificam os atributos físicos, sendo a pecuária e a urbanização os maiores potenciais de promoção da degradação.

PALAVRAS-CHAVE: Semiárido, uso e ocupação do solo, qualidade do solo

INTRODUÇÃO

Atividades antrópicas provocam alterações na paisagem capazes de modificar a qualidade ambiental de seus sistemas. O uso e ocupação do solo modificam as características naturais do solo, podendo alterar suas propriedades físicas, químicas e biológicas, e degradar sua qualidade (ISLAM; WEIL, 2000; GUO *et al.*, 2013; SAMANI *et al.*, 2018).

Atividades como urbanização, agricultura e pecuária, promovem a redução da cobertura vegetal, fazendo com que ocorra em geral, redução do teor de matéria orgânica do solo, aumento do grau de compactação do solo, diminuição da porosidade, aumento da densidade, diminuição da taxa de infiltração, diminuição da estabilidade de agregados e aumento da erodibilidade do solo (ISLAM; WEIL, 2000; ISMAIL; NAJIB, 2011; PEIJIANG *et al.*, 2018).

Com isso, as funções ecossistêmicas desempenhadas pelo solo são comprometidas, como por exemplo, a produção de alimentos, regulação de enchentes, manutenção da qualidade da água, entre outros, essenciais à

sobrevivência humana (FOLEY *et al.*, 2005; DEFRIES *et al.*, 2007; SCHARSICH *et al.*, 2017). Sendo assim, os efeitos da degradação do solo, alcançam outros sistemas ambientais, como a água, culminando na diminuição da qualidade de vida humana.

Mudanças no uso e ocupação do solo podem alterar a taxa de escoamento superficial, o transporte de sedimentos e de nutrientes para corpos hídricos (ISMAIL; NAJIB, 2011; PAL; DEBANSHI, 2018). Logo, as zonas ripárias, ou seja, os ecossistemas localizados na interface entre os ambientes terrestre e aquático, que contempla vegetação, solo e água, onde acontece a interação de processos geobiohidrológicos (GONZÁLEZ *et al.*, 2017), merecem atenção. Uma zona ripária protegida contribui para manter a resiliência da microbacia, aumentar a capacidade de armazenamento de água, manter a qualidade da água e promover a estabilidade das margens do corpo hídrico, evitando a erosão e, consequentemente, o assoreamento (ATTANASIO *et al.*, 2012; GONZÁLEZ *et al.*, 2017). Dessa forma, a preservação e restauração das zonas ripárias visa proteger as funções hidrológicas e ecológicas desempenhadas por essa área, trazendo melhorias ambientais para a bacia hidrográfica.

A susceptibilidade à degradação ambiental das zonas ripárias devido ao uso e ocupação do solo é mais acentuada em regiões semiáridas tropicais, devido às características ambientais dessas regiões (CAMMERAAAT; CERD; IMESON, 2010; PEREIRA; DANTAS NETO, 2014). No semiárido brasileiro tem-se escassez hídrica, com chuvas concentradas em um curto período de tempo; predominância de intemperismo físico, solos pouco desenvolvidos, textura grosseira, rasos e susceptíveis à erosão; além da caatinga, vegetação nativa da região, apresentar árvores esparsas e de pequeno porte que não promovem uma boa cobertura do solo (BARBOSA *et al.*, 2012; PEREIRA; DANTAS NETO, 2014). Com isso, a vulnerabilidade à erosão hídrica desses solos é facilitada, fazendo com que haja a perda de solo e nutrientes que ao chegarem em um corpo hídrico contribuem para o processo de assoreamento e eutrofização, respectivamente. Sendo assim, o solo pode atuar como fonte difusa de poluição para mananciais superficiais (GUO; HAO; LIU, 2015; NGUYEN *et al.*, 2017).

Nesse contexto, o Reservatório Armando Ribeiro Gonçalves, localizado no semiárido do Nordeste do Brasil, que é utilizado para abastecimento público de vários municípios, apresenta sua zona ripária ocupada por atividades antrópicas e utilização da água para usos múltiplos (ANA, 2016). Esse manancial apresenta importância estratégica, pois além de ser a maior reserva hídrica superficial do estado do Rio Grande do Norte, receberá as águas do Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional (ANA, 2016). Logo, espera-se que sejam executados projetos que contribuam para a manutenção da quantidade e qualidade da água nessa região.

OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é avaliar as alterações nos atributos físicos do solo promovidas pelo uso e ocupação do solo na zona ripária do reservatório Armando Ribeiro Gonçalves.

MATERIAIS E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo deste trabalho é a zona ripária do Reservatório Armando Ribeiro Gonçalves, localizado na bacia hidrográfica do rio Piancó-Piranhas-Açu, semiárido do Nordeste do Brasil (Figura 1). No Brasil, as zonas ripárias são instituídas como Áreas de Preservação Permanente de acordo com a Lei Nº 12.651/2012 (BRASIL, 2012a) e Lei Nº 12.727/2012 (BRASIL, 2012b). Sendo assim, neste caso, a zona ripária corresponde a uma faixa de 100 metros no entorno do manancial, por se tratar de um reservatório d'água artificial destinado ao abastecimento público.

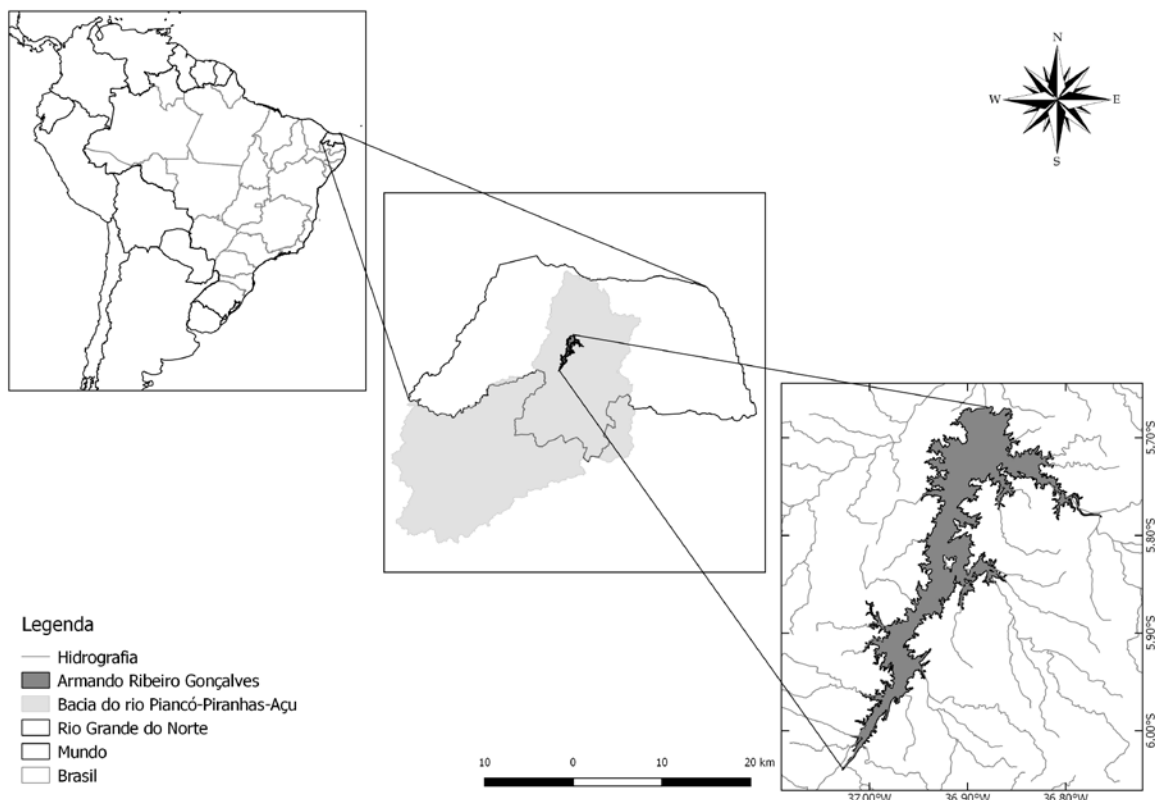


Figura 1 - Localização do Reservatório Armando Ribeiro Gonçalves – RN, pertencente à bacia hidrográfica do rio Piancó-Piranhas-Açu, Nordeste do Brasil

O clima da área onde o reservatório está situado é do tipo BSh (KOTTEK *et al.*, 2006), caracterizado por ser quente e seco. A região apresenta escassez hídrica, com alta variabilidade interanual de chuvas e valores médios de precipitação de 500 mm/ano à 800 mm/ano (ANA, 2016). O tipo de solo predominante na zona ripária do manancial é o Neossolo Litólico (EMBRAPA, 2013) e o bioma predominante é a caatinga, com predominância de espécies da savana-estépica arborizada (MMA, 2007).

ANÁLISE DOS ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO

Amostras de solo sob diferentes usos foram coletadas na zona ripária do reservatório Armando Ribeiro Gonçalves para realização das análises dos atributos físicos do solo. Os pontos de coleta foram: urbanização (URB), pecuária extensiva com presença de animais (PEC), plantação de capim-elefante (AGR), área com terreno preparado para plantio (TP) e mata nativa (MN). A mata nativa é uma área de caatinga com pouca ou nenhuma interferência antrópica que foi selecionada como área de referência de qualidade natural do solo.

As amostras foram coletadas na profundidade de 0 a 20 cm, constituídas pela mistura de cinco amostras simples, coletadas aleatoriamente. Para cada ponto foram feitas três repetições. As amostras foram secas em estufa, destorroadas e passadas em peneiras de 2 mm de abertura, para obter a terra fina seca em estufa (TFSE) (EMBRAPA, 1997).

As análises de solo serão feitas de acordo com métodos preconizados pela (EMBRAPA, 1997). Os atributos físicos analisados foram densidade do solo (Ds) pelo método da proveta, densidade de partículas (Dp) através do método do balão volumétrico, e porosidade total (PT) pela relação entre a densidade do solo e de partículas ($Pt = [1 - (Ds/Dp)] \times 100$). Os resultados foram submetidos à análise estatística descritiva, foram calculadas as médias e desvio-padrão.

RESULTADOS

Os resultados das análises dos atributos físicos dos solos da zona ripária do reservatório Armando Ribeiro Gonçalves (Tabela 1) indicam que o uso e ocupação do solo nas áreas amostradas modificaram as características físicas do solo em relação à área de referência, que é a mata nativa.

Tabela 1- Estatísticas descritivas (média, desvio padrão, mínimo e máximo) dos atributos físicos dos solos amostrados na zona ripária do reservatório Armando Ribeiro Gonçalves

Uso	Ds $g.cm^{-3}$	Dp	PT %
MN	1,46±0,03 (1,44-1,50)	2,75±0,06 (2,70-2,82)	46,87±0,53 (46,50-47,48)
TP	1,15±0,01 (1,14-1,16)	2,57±0,02 (2,55-2,58)	55,18±0,51 (54,66-55,69)
CAP	1,42±0,11 (1,33-1,55)	2,81±0,00 (2,81-2,82)	49,54±4,02 (45,00-52,64)
PEC	1,53±0,02 (1,50-1,56)	2,79±0,11 (2,70-2,98)	45,05±2,27 (42,91-47,67)
RES	1,53±0,03 (1,50-1,56)	2,87±0,10 (2,81-2,98)	46,61±1,33 (45,12-47,67)

Usos: MN = mata nativa; TP= terreno preparado para plantio; CAP = plantio de capim-elefante; PEC= pecuária; RES= área residencial. Ds = Densidade do solo; Dp = Densidade de partículas; PT = porosidade total.

Os maiores valores de densidade do solo ocorreram nas áreas de pecuária e residencial, onde ambas apresentaram o valor máximo de 1,56 $g.cm^{-3}$ (Tabela 1). O menor valor de densidade do solo foi encontrado no terreno preparado e o maior desvio-padrão ocorreu na área de capim (Tabela 1). Assim, a média de densidade do solo das amostras pode ser ordenada desta forma: RES e PEC > MN > CAP > TP.

Para a densidade de partículas o valor máximo ocorreu nas áreas residencial e de pecuária, esta última também apresentou o maior desvio-padrão (Tabela 1). Seguindo o mesmo comportamento da densidade do solo, o terreno preparado apresentou os menores valores de densidade de partículas (Tabela 1). A média dos valores de densidade de partículas apresentou a seguinte ordem: RES > CAP > PEC > MN > TP.

Conforme o esperado, a maior porosidade total ocorreu no terreno preparado e o maior desvio-padrão foi encontrado na área de capim (Tabela 1). Os menores valores de média e mínimo foram obtidos na área de pecuária (Tabela 1). A média de porosidade total para os solos amostrados variou na seguinte ordem: TP > CAP > MN > RES > PEC.

DISCUSSÃO

Os resultados apresentados mostram indícios que o solo sob mata nativa (caatinga) pode estar sofrendo influência dos usos antrópicos, conforme foi constatado em outros trabalhos realizados no semiárido brasileiro (OLIVEIRA, 2012; FERREIRA *et al.*, 2015). Nessa região, a pecuária é realizada de forma extensiva (PEREIRA; DANTAS NETO, 2014). Dessa forma, é pouco provável encontrar uma área de caatinga totalmente preservada no semiárido do Nordeste do Brasil.

Os maiores valores de densidade do solo nas áreas de pecuária e residencial, são decorrentes do pisoteio dos animais que provoca compactação do solo, bem como na área residencial, onde há solo exposto e intenso fluxo de pessoas e veículos. Isso intensifica os processos erosivos, pois com o aumento da compactação e da densidade, ocorre a redução dos espaços porosos do solo, dificultando a infiltração de água e aumentando o escoamento superficial, acarretando em perdas de solo e nutrientes que acabam chegando aos mananciais e provocando a perda de qualidade da água (NGUYEN *et al.*, 2017). A área com plantio de capim e o terreno

preparado apresentaram valores de densidade do solo menores que a mata nativa, em razão de nessas áreas ocorrerem uma preparação do solo antes do plantio, através de revolvimento do solo com o uso de ferramentas, provocando a quebra dos agregados do solo e consequentemente a descompactação do solo.

Com relação à densidade de partículas, os valores obtidos (Tabela 1) são típicos de solos com textura arenosa, como é o caso dos Neossolos Litólicos. Nessa região, os solos são pouco desenvolvidos em razão do déficit hídrico, predomina o intemperismo físico e a presença de partículas de minerais primários. Isso se deve a concentração de partículas sólidas minerais e a menor concentração de partículas sólidas orgânicas, evidenciando a falta de estrutura e agregação do solo que seria capaz de manter a fração leve no solo (HALE *et al.*, 2014; SAMANI *et al.*, 2018). As menores densidades de partículas encontradas no terreno preparado são em razão da maior presença de matéria orgânica no solo.

Os resultados de porosidade corroboram com a ideia de que a matéria orgânica na camada superficial do solo favorece a agregação do solo, reduzindo a densidade do solo, aumentando a porosidade e reduzindo as perdas por erosão (OLIVEIRA, 2012; FERREIRA *et al.*, 2015). Enquanto em áreas com elevada densidade do solo e baixa porosidade total, aliadas a ausência de cobertura vegetal que proteja o solo, como é o caso das áreas RES e PEC, a erodibilidade do solo é intensificada. O maior desvio-padrão na área de capim denota a heterogeneidade da área, possivelmente em função do manejo adotado e dos estágios da plantação.

Os resultados deste trabalho indicam que a pecuária e a urbanização são as atividades que causam maior degradação física do solo na zona ripária do reservatório Armando Ribeiro Gonçalves. Apesar da pecuária apresentar importância econômica e social devido ser realizada tradicionalmente no semiárido, é necessário que essa atividade ocorra de forma mais controlada, evitando-se a presença de rebanhos dentro do manancial e em sua zona ripária. Com relação a urbanização, além dos possíveis prejuízos socioeconômicos relacionados à ocupação de uma área alagável, o aumento das áreas de solo exposto facilita a ocorrência de processos erosivos.

Dessa forma, é indispensável o controle do uso e ocupação do solo em zonas ripárias de mananciais semiáridos. Visto que tais regiões são susceptíveis a desertificação (MMA, 2007) e os usos antrópicos existentes nas Áreas de Preservação Permanente (BRASIL, 2012a) intensificam os processos de degradação existentes.

CONCLUSÃO

O uso e ocupação do solo na zona ripária do reservatório Armando Ribeiro Gonçalves modificam as propriedades físicas do solo, promovendo a perda de qualidade.

A pecuária e a urbanização são os usos antrópicos com maior potencial de promover a perda de qualidade física desse solo.

A zona ripária do reservatório Armando Ribeiro Gonçalves é uma área que naturalmente apresenta características que contribuem para a perda de solo por erosão. Sendo esse processo intensificado pelo uso e ocupação do solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. Plano de recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Piancó-Piranhas-Açu. Brasília: Agência Nacional de Águas, 2016.
2. ATTANASIO, C. M. *et al.* A importância das áreas ripárias para a sustentabilidade hidrológica do uso da terra em microbacias hidrográficas. *Bragantia*, v. 71, n. 4, p. 493–501, 2012.
3. BARBOSA, J. E. de L. *et al.* *Aquatic systems in semi-arid Brazil: limnology and management. Acta Limnologica Brasiliensia*, v. 24, n. 1, p. 103–118, 2012.
4. BRASIL. Lei nº 12651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. "Lei Nº 12.651, de 25

- de maio de 2012". Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídico. Brasília: 2012a.
5. BRASIL. Lei nº 12727, de 17 de outubro de 2012. Altera a Lei no 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; e revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, o item 22 do inciso II do art. 167 da Lei no 6.015, de 31 de dezembro de 1973, e o § 2º do art. 4º da Lei no 12.651, de 25 de maio de 2012." Lei Nº 12.727, de 17 de outubro de 2012". Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídico. Brasília: 2012b.
 6. CAMMERAT, E. L. H. *et al. Ecohydrological adaptation of soils following land abandonment in a semi-arid environment. Ecohydrology*, n. 3, p. 421–430, 2010.
 7. DEFRIES, R. *et al. Land Use Change around Protected Areas: Management to Balance Human Needs and Ecological Function. Ecological Application*, v. 17, n. 4, p. 1031–1038, 2007.
 8. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA (Brasil). Manual de Métodos de Análise de Solo. 2. ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997.
 9. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA (Brasil). Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3. ed. Brasília: Embrapa, 2013.
 10. FERREIRA, V. *et al. Predicting Soil Erosion After Land Use Changes for Irrigating Agriculture in a Large Reservoir of Southern Portugal. Agriculture and Agricultural Science Procedia*, v. 4, p. 40–49, 2015.
 11. FOLEY, J. A. *et al. Global Consequences of Land Use. Science*, v. 309, n. 5734, p. 570–574, 2005.
 12. GONZÁLEZ, E. *et al. Integrative conservation of riparian zones. Biological Conservation*, v. 211, p. 20–29, 2017.
 13. GUO, E. *et al. Effects of riparian vegetation patterns on the distribution and potential loss of soil nutrients: a case study of the Wenyu River in Beijing. Front Environ Sci Eng*, 2013.
 14. GUO, Q.; HAO, Y.; LIU, B. Rates of soil erosion in China: A study based on runoff plot data. *Catena*, v. 124, p. 68–76, 2015.
 15. HALE, R. *et al. Scales that matter: guiding effective monitoring of soil properties in restored riparian zones. Geoderma*, v. 228–229, p. 173–181, 2014.
 16. ISLAM, K. R.; WEIL, R. R. Land use effects on soil quality in a tropical forest ecosystem of Bangladesh. *Agriculture Ecosystems & Environment*, v. 79, n. 1, p. 9–16, 2000.
 17. ISMAIL, W. R.; NAJIB, S. A. M. Sediment and nutrient balance of Bukit Merah Reservoir, Perak (Malaysia). *Lakes and Reservoirs: Research and Management*, v. 16, n. 3, p. 179–184, 2011.
 18. KOBAYAMA, M. Conceitos de zona ripária e seus aspectos. In: Seminário de Hidrologia Florestal: Zonas Ripárias, Alfredo Wagner, 2003.
 19. KOTTEK, M. *et al. World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. Meteorologische Zeitschrift*, v. 15, n. 3, p. 259–263, 2006.
 20. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. Atlas de áreas susceptíveis a desertificação no Brasil. Santana, M.O. (Org.). Brasília: MMA, 2007. 134 p.
 21. NGUYEN, H. H. *et al. Modelling the impacts of altered management practices, land use and climate changes on the water quality of the Millbrook catchment-reservoir system in South Australia. Journal of Environmental Management*, v. 202, p. 1–11, 2017.
 22. OLIVEIRA, J. N. P. de. A influência da poluição difusa e do regime hidrológico peculiar do semiárido na qualidade da água de um reservatório tropical. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Sanitária, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 95 f, 2012.
 23. PAL, S.; DEBANSHI, S. Influences of soil erosion susceptibility toward overloading vulnerability of the gully head bundhs in Mayurakshi River basin of eastern Chottanagpur Plateau. *Environment, Development and Sustainability*, v. 20, n. 4, p. 1739–1775, 2018.
 24. PEREIRA, R. A.; DANTAS NETO, J. Efeito das atividades agropastoris sobre os atributos físico-químicos de três classes de solos de uma bacia hidrográfica no semiárido brasileiro. *Bol. Goia. Geogr.*, v. 34, n. 1, p. 169–188, 2014.
 25. SAMANI, K. M. e. Effect of land-use changes on chemical and physical properties of soil in western Iran (Zagros oak forests). *Journal of Forestry Research*, 2018.
 26. SCHARSICH, V. *et al. Analysing land cover and land use change in the Matobo National Park and surroundings in Zimbabwe. Remote Sensing of Environment*, v. 194, p. 278–286, 2017.