

ARENIZAÇÃO NA BACIA SEDIMENTAR DE BAURU: MAPEAMENTO, GÊNESE E MORFODINÂMICA DOS AREAIS

Viviane Capoane¹
Melina Fushimi²
Patrícia Colombo Mescolotti³

INTRODUÇÃO

Entre as diversas formas de degradação física do solo, a arenização se destaca como uma das formas mais difíceis de se recuperar, pois, conforme Suertegaray (1997, p. 112), o processo consiste no “[...] retrabalhamento de depósitos arenosos pouco ou nada consolidados, que promove, nessas áreas, uma dificuldade de fixação de vegetação, devido à constante mobilidade dos sedimentos”, resultando em areais, os quais constituem a forma mais evidente desse processo. Segundo Suertegaray (2020, p. 121), “um areal tem uma área sem a presença de cobertura vegetal, constituída por depósitos arenosos recentes (Holocênicos), portanto não consolidados, em constante remoção, por processos hídricos e eólicos atuais”.

Na Bacia Hidrográfica do Rio Pardo (BHRP), inserida no Cerrado Sul-mato-grossense, Neossolos Quartzarênicos derivados dos arenitos do Grupo Caiuá indiviso da bacia sedimentar de Bauru, correspondem a 37,6% da área (IBGE, 2021). Nesta bacia, a atividade agrícola predominante é a pecuária extensiva, com pastagens plantadas alcançando uma cobertura de 58,33% da BHRP em 2022 (MapBiomass, coleção 8, 2023).

Assim como nas demais regiões do país, a pecuária no Cerrado foi desenvolvida após o corte e a queima da vegetação nativa (Resende *et al.*, 2015), e os solos foram inicialmente cultivados no preparo convencional, com utilização intensiva de grade e arado. Esse processo expôs o solo, aumentando a erosão hídrica e a oxidação microbiana (Silva *et al.*, 1994; Frazão *et al.*, 2008). Conforme Capoane *et al.* (2024), ao longo do tempo, pastagens degradadas com solo exposto evoluíram para núcleos de arenização que têm se expandido (efeitos no local) e contribuído para o assoreamento de reservatórios e rios da região (efeitos fora do local).

¹ Professora na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, capoane@gmail.com;

² Professora na Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, fushimi.melina@gmail.com;

³ Professora na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, patricia.mescolotti@ufms.br

Considerando que o processo de arenização e seus impactos ambientais têm sido ignorados pelos gestores no estado de Mato Grosso do Sul, e que as políticas estaduais incentivam a produção de soja irrigada (SEMADESC, 2023; Mato Grosso do Sul, 2023) e o plantio de eucalipto (SEMADESC, 2018) em áreas ambientalmente frágeis, este trabalho teve como objetivo mapear e investigar a gênese e a morfodinâmica dos areais na bacia sedimentar de Bauru, utilizando como recorte espacial a bacia hidrográfica do Rio Pardo.

METODOLOGIA

A área de estudo localiza-se na metade leste do estado de Mato Grosso do Sul, inserida em 14 municípios. A litologia da BHRP é composta pelos basaltos da Formação Serra Geral (13,9%), que estão sobrepostos aos arenitos eólicos da Formação Botucatu e sotopostos pelas rochas siliciclásticas neocretáceas da bacia sedimentar de Bauru, Grupo Caiuá indiviso (78,3%) e Formação Santo Anastácio (1,5%). Coberturas Detrito-Lateríticas Neogênicas (1,8%), Terraços Pleistocênicos (1,4%), Terraços Holocênicos (2,6%), Depósitos Aluvionares Holocênicos (0,3%), Depósitos Coluviais Holocênicos (0,02%) e Aluviões Fluviolacustres Holocênicos (0,22%) perfazem o restante da área da BHRP (Lacerda Filho *et al.*, 2006; IBGE, 2021). As classes de solo mais representativas são Latossolos (57,6%) e Neossolos Quartzarênicos (37,6%) (IBGE, 2021).

A cartografia dos areais na BHRP foi realizada por meio do índice radiométrico de solo *Brigthenes Index 2* (BI2), a partir de imagens multiespectrais do satélite Sentinel-2. Para o mapeamento, foram utilizadas imagens do período seco, caracterizado por menor umidade e maior brilho, enquanto a validação do resultado ocorreu mediante o uso de imagens do período chuvoso, marcado por maior umidade e menor brilho. As imagens foram obtidas no hub Copernicus (ESA, 2023) e as datas selecionadas por faixa foram: 03/08/2023 para a faixa de Bataguassu (duas cenas); 11/08/2023 para a faixa de Campo Grande (três cenas) e zona de transição do fuso (três cenas) e; 18/08/2023 para a faixa de Ribas do Rio Pardo (quatro cenas). Para a validação, foi feita a comparação com o BI2 do período chuvoso na região.

O BI2 foi calculado no *software* SeNtinel Application Platform (SNAP), versão 9.0.0 (ESA, 2022), utilizando as bandas verde, vermelho e infravermelho próximo (BI2

= $\sqrt{((\text{red_factor} * \text{red} * \text{red_factor} * \text{red}) + (\text{green_factor} * \text{green} * \text{green_factor} * \text{green}) + (\text{IR_factor} * \text{near_IR} * \text{IR_factor} * \text{near_IR}))/3}$.

Trabalhos de campo foram feitos na BHRP entre os anos de 2019 e 2024 para obtenção de pontos de controle de focos com menor representação em área e, para o registro fotográfico (em solo e com drone) das áreas impactadas.

Também foram feitas coletas de amostras de solo em sete pontos, sendo eles em área de mata nativa, pastagem e povoamentos de eucalipto. Em cada ponto foram coletadas amostras nas profundidades 0-10, 10-20, 20-40 e 40-60 cm. A textura foi determinada pelo método de Bouyoucos, pH (1:2,5); MOS ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$); P, K, Fe, Mn, Zn e Cu (Mehlich I); Ca, Mg e Al ($\text{KCl } 1 \text{ mol L}^{-1}$) e; H+Al (acetato de Ca a pH 7). Esses parâmetros influenciam a capacidade de retenção de água, a erosão e a estabilidade dos agregados do solo, sendo essenciais para compreender o processo de arenização e formação de areais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

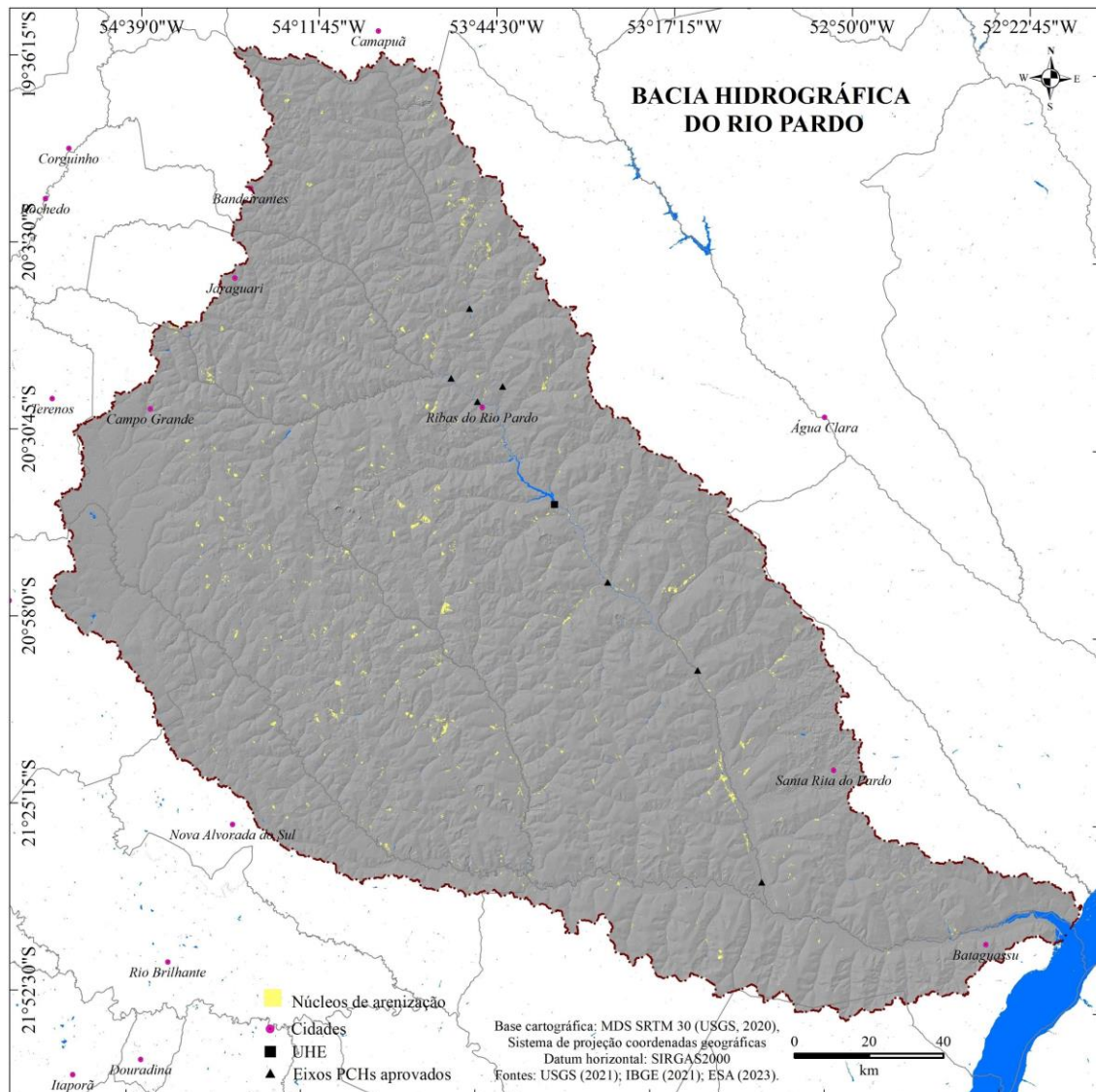
Foram identificados areais no baixo, médio e alto curso da bacia hidrográfica do rio Pardo. Os areais ocupam uma área de 17.834,34 ha. Os focos possuem diferentes dimensões variando de menos de 1 ha a 376,41 ha. O processo ocorre em diferentes compartimentos da vertente como interflúvios, meia encosta e sopé da encosta. A ocorrência de areais em diferentes compartimentos da vertente, ressalta o gatilho humano através das atividades antrópicas.

A morfodinâmica dos areais sintetizada em três fases por Suertegaray (2023) para o sudoeste do Rio Grande do Sul (RS) não se aplica para o contexto da bacia sedimentar de Bauru. Conforme a autora, naquela região, a primeira fase corresponde à formação de degraus de abatimento; a segunda, à formação de ravinas e voçorocas; e a terceira, à formação do areal propriamente dito. A autora ressalta, que nem todos os areais mapeados no RS expressam essas fases de maneira sequencial.

Na BHRP, a morfodinâmica dos areais está relacionada à extensiva eliminação da cobertura vegetal primária e a conversão para a agricultura, desconsiderando a fragilidade natural dos solos arenosos. Isso aumentou a suscetibilidade à erosão, resultando na oxidação da matéria orgânica do solo, principal responsável pela CTC de solos arenosos (Ferreira *et al.*, 2007). Ao longo do tempo, as áreas degradadas com solo exposto evoluíram para núcleos de arenização que têm se expandido sobre áreas de pastagem

degradadas (efeitos no local). Além disso, o processo de arenização têm contribuído para o assoreamento de rios e reservatórios na região, pois a erosão do solo é um processo seletivo, e as partículas finas podem ser transportadas por longas distâncias no período chuvoso (efeitos fora do local).

Figura 1 – Núcleos de arenização na bacia hidrográfica do Rio Pardo/MS.



Todos os pontos de amostragem de solo apresentaram textura arenosa nas camadas 0-10 e 10-20 cm e, textura média nas camadas 20-40 e 40-60 cm. As áreas sob vegetação nativa apresentaram maiores teores de H+Al e Al³⁺ e os menores teores de Ca, Mg e P. Os teores de Ca e Mg foram maiores nas áreas de pastagem plantada com braquiária na camada 0-10 cm. Nestes locais os valores de pH em água também foram maiores que nos demais pontos, consequentemente, os valores de Al³⁺ foram menores, indicando a

aplicação de corretivos de acidez. Para a MOS, os maiores teores foram encontrados na mata nativa (16,8 g/dm³ camada 0-5 cm). Nas áreas antropizadas, os maiores teores foram observados em áreas de pastagens cultivadas (12,4 g/dm³ camada 0-5 cm) e os menores, no solo sob cultivo de eucalipto (8,6 g/dm³ camada 0-5 cm). Esses resultados mostram que os RQs, naturalmente apresentam baixa fertilidade natural e a variação dos atributos químicos em áreas agrícolas estão relacionados com os tipos de uso (lavoura, pastagem e silvicultura) e, com o manejo da adubação.

Embora os impactos da conversão de ecossistemas naturais para agroecossistemas não se restrinjam aos Neossolos Quartzarênicos, devido às características particulares, como a baixa capacidade de retenção de água e a suscetibilidade à erosão, esses solos podem sofrer consequências mais severas, principalmente em face às mudanças climáticas e aridificação do planeta.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na bacia hidrográfica do Rio Pardo os areais ocupam uma área de 17.834,34 ha. Os focos possuem diferentes dimensões variando de menos de um ha a 376,41 ha. O processo de arenização ocorre em diferentes compartimentos da vertente, como na base da encosta, na encosta e interflúvios. As características físicas e químicas dos Neossolos Quartzarênicos, os baixos teores de carbono orgânico no solo, associados às elevadas taxas de exposição superficial, tornam débeis as estruturas dependentes de cargas, propiciando sua degradação. O processo ocorre onde a vegetação natural foi suprimida e o solo exaurido pelos processos produtivos mal manejados.

As condições climáticas da região propiciam o avanço dos núcleos de arenização, com diferentes agentes atuando em períodos distintos. Durante o período chuvoso, o impacto das gotas nas áreas desvegetadas, a baixa produção de biomassa (forragem) e o superpastejo se destacam como agente e fatores que contribuem para a degradação do solo. Já no período seco, o vento atua como agente transportador das partículas destacadas pela chuva. Essa interação entre fatores bióticos (baixa produção de biomassa vegetal) e abióticos (rochas, solos, vento e chuva) desempenham um papel crucial no processo de arenização na bacia hidrográfica do Rio Pardo. Nos areais, devido ao suprimento contínuo de areia, o vento atua como agente modelador de dunas durante todo o ano.

Palavras-chave: Fragilidade ambiental, Mudanças na cobertura e uso da terra, Manejo inadequado.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo apoio financeiro, processo n. 404996/2021-3.

REFERÊNCIAS

- CAPOANE, V. et al. Detecção de focos de arenização na bacia hidrográfica do Córrego Guariroba, Campo Grande, Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 25, n. 2, e2478, 2024.
- ESA. European Space Agency. **Copernicus** Open Access Hub. 2021. Disponível em: <https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>.
- FERREIRA, E. A. B. et al. Dinâmica do carbono da biomassa microbiana em cinco épocas do ano em diferentes sistemas de manejo do solo no cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 1625-1635, 2007.
- FRAZÃO, L. A. et al. Propriedades químicas de um Neossolo Quartzarênico sob diferentes sistemas de manejo no Cerrado Mato-Grossense. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, p. 641-648, 2008.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapeamento de recursos naturais do Brasil**: Escala 1:250.000 – Documentação técnica. Rio de Janeiro, IBGE, 2021.
- LACERDA FILHO, J. V. et al. **Geologia e recursos minerais do estado de Mato Grosso do Sul** - Escala 1:1.000.000. CPRM, 2006.
- MAPBIOMAS. Coleção 8. **Uso e cobertura do solo - período de 1985 – 2022**. Disponível em: <https://plataforma.mapbiomas.org/>. Acesso: 03 jul. 2023.
- MATO GROSSO DO SUL. Decreto n. 13.977, de 5 de junho de 2014. Dispõe sobre o Cadastro Ambiental Rural de Mato Grosso do Sul; sobre o Programa MS Mais Sustentável, e dá outras providências. Campo Grande: DOEMS de 06/06/2014.
- RESENDE, T. M. et al. Atributos físicos e carbono orgânico em solo sob Cerrado convertido para pastagem e sistema misto. **Sociedade & Natureza**, v. 27, n. 3, p. 501-5014, set. dez. 2015.
- SEMADESC. Secretaria de Estado de Meio Ambiente, Desenvolvimento, Ciência, Tecnologia e Inovação. Prorrogação de incentivo para irrigação permite expansão agrícola e mais empregos para MS. 2023. Disponível em: <https://www.semadesc.ms.gov.br/prorrogacao-de-incentivo-para-irrigacao-permite-expansao-agricola-e-mais-empregos-para-ms/>
- _____. Câmara Setorial de Floresta é reativada com desafios e perspectivas grandiosos. 2018. Disponível em: <https://www.semadesc.ms.gov.br/camara-setorial-de-floresta-e-reativada-com-desafios-e-perspectivas-grandiosos/>
- SILVA, J. E. et al. Perdas de matéria orgânica e suas relações com a capacidade de troca catiônica em solos da região de Cerrados do Oeste Baiano. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 18, n. 3, p. 541-547, 1994.
- SUERTEGARAY, D. M. A. Arenização: esboço interpretativo. **William Morris Davis Revista de Geomorfologia**, v. 1, p. 118-144, 2020.
- SUERTEGARAY, D. M. A. **A trajetória da natureza**: um estudo geomorfológico sobre as areias de Quaraí, RS. 243 f. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1987.