



EROSÃO ACELERADA E MATÉRIA ORGÂNICA NO SOLO NO PARQUE ESTADUAL DO BACANGA, SÃO LUÍS – MA

Daniele Cardoso Ferreira¹
Antônio José Teixeira Guerra²
Caroline Frazão Almeida³
Paula Sousa Santana⁴
José Fernando Rodrigues Bezerra⁵

RESUMO

O solo representa um recurso essencial à sobrevivência humana, especialmente por seu papel na produção de alimentos. Contudo, devido à sua baixa taxa de renovação, é considerado um recurso natural não renovável. Com base nisso, esta pesquisa tem como objetivo diagnosticar as inter-relações entre processos erosivos e o teor de matéria orgânica no Parque Estadual do Bacanga, localizado em São Luís (MA). Para tanto, foram realizados levantamentos bibliográficos e cartográficos, atividades de campo com coleta de amostras deformadas e indeformadas, mapeamento temático e análises laboratoriais. As feições erosivas analisadas correspondem às voçorocas Torres I e Torres II, caracterizadas por canais profundos e paredes verticais. Observou-se que a morfogênese dessas estruturas está associada à presença de obras antrópicas, como estradas e linhas de transmissão. A voçoroca Torres I apresenta forma irregular e está desconectada da rede de drenagem, enquanto a Torres II possui forma bifurcada e está integrada à rede. Quanto à matéria orgânica, foi identificada a presença de serapilheira proveniente da cobertura de floresta secundária mista ao redor das áreas analisadas. Nas áreas com solo exposto, observou-se uma maior vulnerabilidade à erosão. Os dados obtidos apontam que a matéria orgânica atua na proteção das partículas do solo, promovendo a agregação e facilitando o processo de infiltração, o que contribui para a mitigação dos impactos dos processos erosivos na área estudada.

Palavras-chave: Erosão do solo, Matéria orgânica, Parque Estadual do Bacanga, Voçorocas, Sustentabilidade.

INTRODUÇÃO

O solo é um recurso vital para a sobrevivência humana, desempenhando papel fundamental na produção de alimentos e na manutenção dos ecossistemas terrestres. Por ser um recurso natural não renovável, a sua degradação representa uma ameaça

¹ Graduanda do Curso de Geografia da Universidade Estadual do Maranhão - UEMA, ;daniele.forville@gmail.com;

² Doutor pelo Curso de Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, ;antoniotguerra@gmail.com;

³ Graduanda do Curso de Geografia da Universidade Estadual do Maranhão - UEMA, ;frazao1901@gmail.com;

⁴ Graduada do Curso de Geografia da Universidade Estadual do Maranhão - UEMA, ;anapgeo.uema@gmail.com;

⁵ Orientador: Doutor do curso de Geografia Universidade Estadual do Maranhão - UEMA, ;fernangeo@yahoo.com.br.



crecente à segurança alimentar, à biodiversidade e à estabilidade ambiental. Problemas como a erosão, a perda de matéria orgânica e a remoção de nutrientes impactam diretamente a qualidade do solo e têm se intensificado nas últimas décadas, especialmente em países em desenvolvimento como o Brasil.

Nesse contexto, a degradação dos solos tornou-se objeto de preocupação global, impulsionada por iniciativas como o relatório da Comissão das Nações Unidas sobre Nosso Futuro Comum (Brundtland, 1987). No Brasil, os processos erosivos estão fortemente associados ao avanço desordenado da urbanização, à expansão agrícola e ao uso inadequado do solo. Tais fatores comprometem a fertilidade e a sustentabilidade dos sistemas produtivos e ambientais.

No estado do Maranhão, práticas como o desmatamento, queimadas, monoculturas de eucalipto, agricultura de corte e queima e o crescimento urbano desordenado têm acelerado a degradação dos solos. Um dos efeitos mais expressivos desse processo é a formação de voçorocas, fenômenos que evidenciam a gravidade da erosão nas regiões afetadas.

A matéria orgânica do solo (MOS) exerce papel essencial na conservação dos solos, por influenciar diretamente sua estrutura física, química e biológica. Sua presença reduz o impacto da chuva, melhora a infiltração de água, estimula a atividade microbiana e contribui para o aumento da fertilidade. Assim, a relação entre os processos erosivos e a quantidade de matéria orgânica disponível no solo torna-se um aspecto crítico para a gestão ambiental e agrícola.

O estudo tem como objetivo geral diagnosticar as inter-relações entre os processos erosivos e os teores de matéria orgânica no solo no Parque Estadual do Bacanga, localizado no município de São Luís – MA.

Os objetivos específicos são: Observar in loco a influência da ação antrópica sobre as unidades da paisagem e sua respectiva fragilidade ambiental; Quantificar os teores de matéria orgânica nos diferentes usos do solo; Mapear o uso e manejo do solo e suas relações com a matéria orgânica. A pesquisa foi realizada por meio de levantamento bibliográfico, mapeamento geoespacial e coleta de amostras de solo em áreas com distintos usos no interior do parque.

A análise laboratorial permitiu avaliar os teores de matéria orgânica e correlacioná-los com os níveis de degradação observados em campo. Os resultados



indicam que as áreas com maior intervenção humana apresentam níveis mais baixos de matéria orgânica e maior suscetibilidade à erosão.

Em contraste, áreas com vegetação preservada mantêm melhores condições edáficas, evidenciando a relevância da cobertura vegetal na proteção dos solos. Conclui-se que a conservação da matéria orgânica é um fator determinante para a contenção dos processos erosivos e para o equilíbrio ambiental da região. Os dados obtidos reforçam a importância de políticas públicas voltadas à recuperação de áreas degradadas e ao manejo sustentável do solo, especialmente em unidades de conservação urbana como o Parque Estadual do Bacanga.

METODOLOGIA (OU MATERIAIS E MÉTODOS)

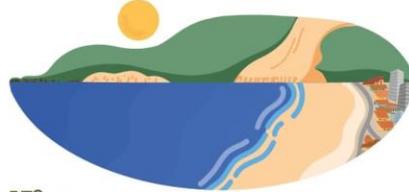
A pesquisa utilizou abordagem quali-quantitativa, composta por levantamento bibliográfico, trabalho de campo, mapeamento temático e análises laboratoriais. O levantamento teórico foi realizado nas bibliotecas da UEMA e UFMA, além de consulta ao portal de periódicos da CAPES e revistas científicas da área.

As atividades de campo ocorreram em fevereiro de 2024, no Parque Estadual do Bacanga (PEB), com observações in loco, coleta de 22 amostras de solo (deformadas e indeformadas) com trado holandês e volumétrico, uso de GPS e drone para localização e registro das feições erosivas, além de fotografias das unidades da paisagem.

As imagens foram produzidas pela equipe e possuem autorização para uso acadêmico por se tratar de pesquisa em área de preservação sem envolvimento de seres humanos ou animais, não houve necessidade de submissão ao comitê de ética. O mapeamento temático foi feito com imagens do Google Earth (2022) e RAPIDEYE (2011), processadas no software ENVI 5.2 com classificação supervisionada (método Maximum Likelihood). O produto final, em escala 1:100.000, identificou o uso do solo e áreas de fragilidade ambiental.

As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Geociências da UEMA e contemplaram a análise teor de matéria orgânica, seguindo protocolos da EMBRAPA (2011; 2017), por meio do método da combustão em forno mufla a 600 °C (Figura 1).

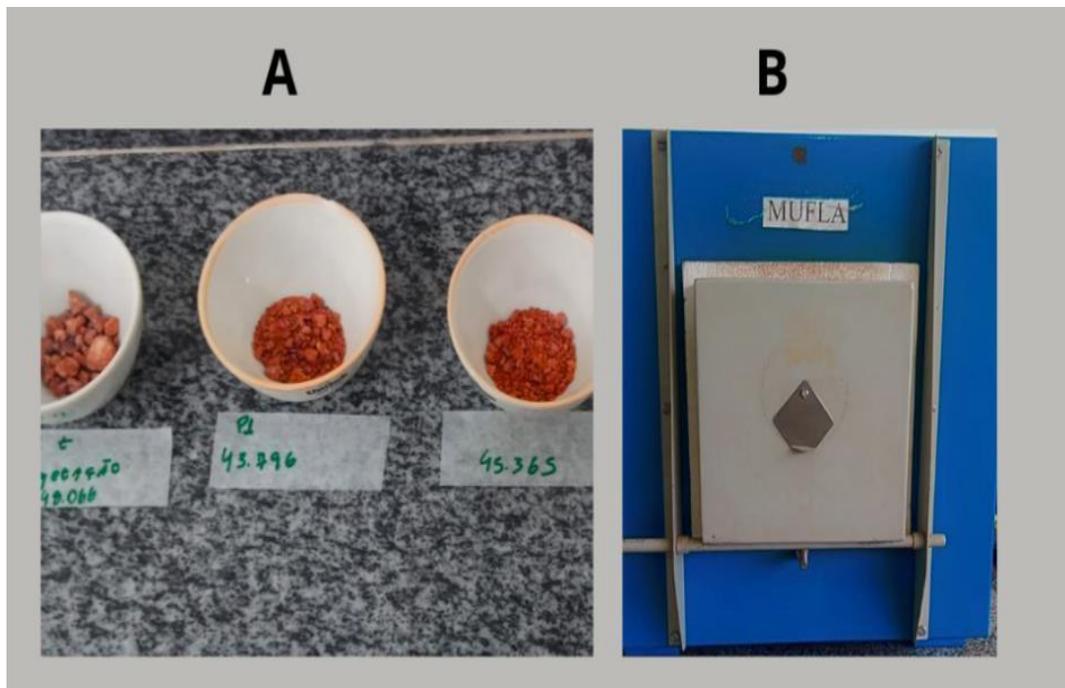
O cálculo do teor de matéria orgânica é realizado pela queima das amostras a temperaturas variando entre 105 °C e 600 °C, usando a fórmula: $MO (\%) = [(P - (T - C))$



15º SIMPÓSIO NACIONAL DE
GEOMORFOLOGIA

x 100] / P, onde P é o peso da amostra após aquecimento a 105 °C, C é a tara do cadinho e T é o peso da cinza mais o cadinho.

Figura 1. Análise de teor de matéria orgânica: A. Cadinho com as amostras dos solos coletados; e B. Forno mufla utilizada para a queima da matéria orgânica.



Fonte: Registro da pesquisa (2024).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As voçorocas Torres I e II estão localizadas no Parque Estadual do Bacanga (PEB), município de São Luís, e são caracterizadas como canais incisos profundos e com paredes verticais, decorrentes da ação integrada entre processos geomorfológicos, tais como: escoamento de fluxos d'água superficiais, subsuperficiais e movimentos de massa nos domínios da encosta.

O Parque Estadual do Bacanga, possui estruturas geológicas superficiais constituídas por rochas do Grupo Itapecuru, Grupo Barreiras e Formação Açuí. As principais formas de relevo do PEB são: colina dissecada, planícies fluviais e marés, e superfície tabular. Os solos da área de estudo são caracterizados como Neossolos Quartzarênicos e Argissolos Vermelho Amarelo Concrecionários.

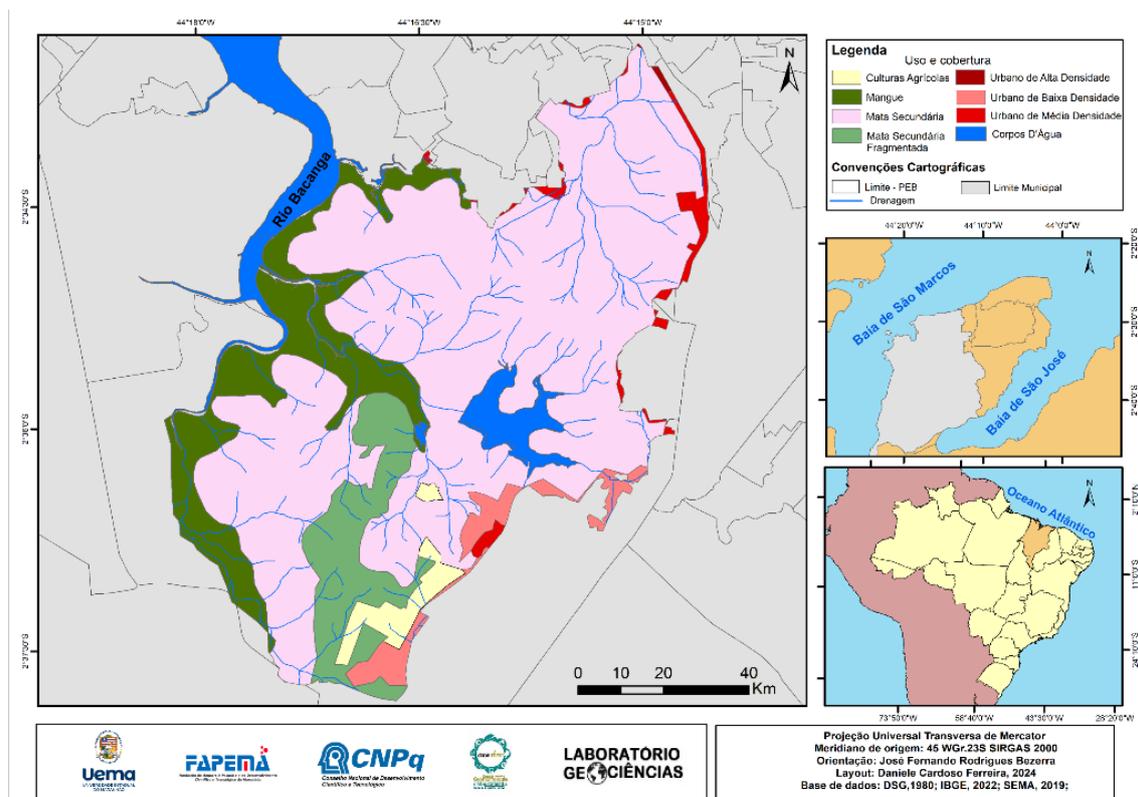
O mapeamento temático revelou que as voçorocas Torres I e II estão inseridas em áreas de relevo acidentado, solo arenoso e histórico de intervenção antrópica, como



15º SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA

abertura de estradas e instalação de torres de energia. A degradação dessas áreas se agrava pela ausência de planejamento e pelo uso indevido do solo em zonas de recarga e alta declividade, conforme apresentado na figura 2. Pires (2005) e Oliveira (1996) já alertavam para os impactos da urbanização e infraestrutura mal planejadas em Unidades de Conservação.

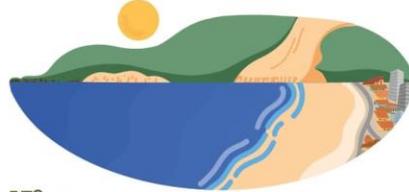
Figura 2. Mapa de uso e cobertura do Parque Estadual do Bacanga



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

A análise dos níveis de matéria orgânica (MO) permitiu determinar a qualidade geral do solo e sua capacidade de suportar o crescimento das plantas, além de fornecer informações sobre a taxa de degradação da matéria orgânica.

O teor de MO nas voçorocas Torres I e II (Figura 3) apresentou diferenças entre os tipos de manejo do solo: exposto e cobertura vegetal na área de estudo. Na voçoroca Torre I, os percentuais de matéria orgânica no solo exposto variaram de 0,92% a 5,4%, enquanto, os dados de MO nos solos com cobertura vegetal alcançados foram de 6,6% a 7,03%. Observou-se nas amostras coletadas na voçoroca Torre II, com solo exposto, valores de MO considerados baixos variando entre 1,32% e 1,84%.



15º SIMPÓSIO NACIONAL DE
GEOMORFOLOGIA

Por outro lado, os dados de MO no solo com cobertura vegetal nesta voçoroca, variaram de 3,8% a 8,8%, valores bem mais elevados (Tabela 1).

Figura 3. Vista parcial das voçorocas Torre I (A) e Torre II (B) no Parque Estadual do Bacanga (PEB).



Fonte: Registro da pesquisa (2023).

Os dados de matéria orgânica nos solos com cobertura vegetal das voçorocas Torres I e II indicam um solo saudável, refletindo uma alta taxa de decomposição de matéria orgânica e uma significativa contribuição para a fertilidade do solo. Solos ricos em matéria orgânica são sustentados por uma diversidade microbiana, o que favorece a sua estrutura. possíveis alterações na vegetação devido a fatores humanos ou naturais, mas ainda mantém um solo saudável e capaz de sustentar vegetação densa, possivelmente devido à cobertura vegetal.

Em contraste, o teor de matéria orgânica de 0,92% em amostras sem vegetação é preocupante, indicando um solo severamente degradado com baixa capacidade de retenção de água e nutrientes, tornando-o extremamente vulnerável a processos erosivos e à degradação.

Tabela 1. Resultado das análises de teor de matéria orgânica das amostras de solos na voçoroca Torre I

Manejo do solo	Amostras	Teor de Matéria Orgânica (%)	
		Torres I (%)	Torres II (%)
Solo Exposto	P1	5,4	1,8
	P2	4,5	1,84
	P3	0,92	1,32
Cobertura Vegetal	P1	6,65	4,6
	P2	7,03	3,8
	P3	6,6	8,6

Fonte: Registro da pesquisa (2023).

Os dados mostraram que solos sem cobertura vegetal apresentaram maior proporção de areia e menores teores de argila e silte, o que implica em menor coesão entre partículas e, portanto, maior vulnerabilidade à erosão hídrica. Essa evidência corrobora estudos de Guerra (2014) sobre a relação entre desmatamento, exposição do solo e incidência dos processos erosivos acelerados.

Os dados alcançados nos solos expostos indicam uma forte compactação, resultante da remoção da vegetação e do pisoteio humano ou maquinário, fatores que reduzem a porosidade e dificultam a infiltração de água. Segundo Embrapa (2020), valores elevados de densidade comprometem a estrutura do solo e sua capacidade de sustentação da vida vegetal.

Os teores de matéria orgânica (MO) foram expressivamente maiores nas áreas com cobertura de serapilheira, oriunda da floresta secundária mista, em comparação às áreas degradadas. A MO atua como agente agregador das partículas do solo, melhora sua estrutura, capacidade de retenção de água e estabilidade contra a erosão, conforme Conceição et al. (2005) e Blanco-Canqui & Lal (2009). As voçorocas associadas à ausência de vegetação indicam perda contínua de MO, o que reforça a necessidade de práticas de manejo conservacionista.



Além disso, considerando a importância da MO no sequestro de carbono, o desequilíbrio observado compromete não apenas a produtividade local, mas também os serviços ecossistêmicos de regulação climática.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os processos erosivos no Parque Estadual do Bacanga (PEB) estão diretamente associados à granulometria e ao teor de matéria orgânica dos solos, ambos fortemente influenciados pela presença ou ausência de cobertura vegetal.

As áreas desprovidas de vegetação, impactadas por ações antrópicas, apresentaram solos mais arenosos, com menor teor de matéria orgânica e maior compactação, tornando-se, assim, mais suscetíveis à erosão.

A elevada densidade e a redução da matéria orgânica observadas nessas áreas indicam que a remoção da cobertura vegetal comprometeu a estabilidade física do solo, favorecendo sua degradação e intensificando os processos erosivos.

As análises realizadas nas voçorocas Torres I e II evidenciam que a retirada da vegetação e as modificações na morfologia do solo provocadas por interferências humanas foram posteriormente agravadas por agentes naturais, resultando na formação de canais profundos com paredes verticais e, em alguns trechos, em bifurcações. Essas observações de campo, aliadas à coleta e análise laboratorial das amostras de solo, são fundamentais para o entendimento da dinâmica erosiva no PEB.

Os resultados apontam que solos com maior concentração de areia são menos estáveis, especialmente nas áreas sem vegetação, onde a ausência de cobertura compromete a estrutura do solo. Em contrapartida, os solos sob vegetação apresentaram maior teor de matéria orgânica, o que favorece a agregação de partículas, melhora a retenção de água e reduz a vulnerabilidade à erosão.

Palavras-chave: Erosão do solo, Matéria orgânica, Parque Estadual do Bacanga, Voçorocas, Sustentabilidade.



REFERÊNCIAS

BLANCO-CANQUI, H.; LAL, R. **Soil and water conservation. In: Principles of Soil Conservation and Management.** Springer, 2009.

CONCEIÇÃO, P. C. et al. **Qualidade do solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 29, p. 777–788, 2005.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análise de solo. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2011.**

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 3. ed. Brasília: EMBRAPA, 2017.**

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5. ed. Brasília: EMBRAPA, 2020.**

GUERRA, A. J. T. et al. **Processos erosivos e formas de degradação dos solos... Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014.**

OLIVEIRA, J. B. de. **Solos do Parque Estadual do Bacanga... São Luís: SEMA, 1996.**

PIRES, A. P. F. **Erosão urbana: causas e consequências...** Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais, v. 7, n. 2, p. 67–83, 2005.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. **Manual de conservação do solo. São Paulo: SMA, 1989.**

SATHLER, R.; REIXEIRA GUERRA, A. J.; POLIVANOV, H.; MARÇAL, M. S. **Erosive processes in urban areas in the Island of Maranhão – Brazil.** Sociedade & Natureza, v. 1, n. 1, maio 2005.

GUERRA, A. J. T.; FULLEN, M. A.; BEZERRA, J. F. R. **Urban gullies in São Luís City, Maranhão State, Brazil. IV International Symposium on Gully Erosion, Universidad Pública de Navarra, 2007.**