



# ANAIS do 36º Congresso Brasileiro de Espeleologia

Brasília-DF, 20-23 de Abril de 2022



O artigo a seguir é parte integrando dos Anais do 36º Congresso Brasileiro de Espeleologia (CBE) disponível gratuitamente em [www.cavernas.org.br](http://www.cavernas.org.br).

Sugerimos a seguinte citação para este artigo:

BRANDÃO, Z. C.; MOMOLI, R. S.. Dinâmica da erosão em cavernas do grupo Paranoá, Niquelândia, Goiás  
In: MOMOLI, R. S.; STUMP, C. F.; VIEIRA, J. D. G.; ZAMPAULO, R. A. (org.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 36, 2022. Brasília. *Anais...* Campinas: SBE, 2022. p.381-387. Disponível em: <[http://www.cavernas.org.br/anais36cbe/36cbe\\_381-387.pdf](http://www.cavernas.org.br/anais36cbe/36cbe_381-387.pdf)>. Acesso em: *data do acesso*.

Esta é uma publicação da Sociedade Brasileira de Espeleologia.  
Consulte outras obras disponíveis em [www.cavernas.org.br](http://www.cavernas.org.br)

## DINÂMICA DA EROÇÃO EM CAVERNAS DO GRUPO PARANOÁ, NIQUELÂNDIA, GOIÁS

*EROSION DYNAMICS IN PARANOÁ GROUP CAVES, NIQUELÂNDIA, GOIÁS*

Zelmark Cardoso BRANDÃO (1,2); Renata Santos MOMOLI (1,2)

(1) Pequi Espeleogrupo de Pesquisa e Extensão.

(2) Laboratório de Geomorfologia, Pedologia e Geografia Física/Instituto de Estudos Socioambientais/Universidade Federal de Goiás (UFG).

Contatos: [zelmarkcardoso@discente.ufg.br](mailto:zelmarkcardoso@discente.ufg.br); [rsmomoli@ufg.br](mailto:rsmomoli@ufg.br)

### Resumo

A erosão de origem natural é um processo muito comum no ambiente cárstico, onde o substrato rochoso é dissolvido e os fragmentos rochosos e partículas de solo são transportados por gravidade para as zonas mais profundas das cavidades. Entretanto, há poucas informações sobre o desenvolvimento e dinâmica espaço-temporal do processo erosivo nas cavernas brasileiras, especialmente na região do carste goiano. No sentido de preencher esta lacuna, o presente estudo teve como objetivo identificar a dinâmica espaço-temporal do processo erosivo dos solos e sedimentos, nos arredores das cavernas do carste desenvolvido sobre rochas do Grupo Paranoá em Niquelândia, GO. Para tanto, foi realizado monitoramento com pinos de erosão, instalados próximos à entrada de duas cavernas, Timor e Tarzan, em duas estações chuvosas (2019-2020 e 2020-2021) para medição do nível do solo e registro de perda ou o acúmulo de sedimentos. A metodologia utilizada, a partir dos pinos de erosão, possibilitou de forma simples e de baixo custo a identificação de locais preferenciais de erosão e deposição de sedimentos. De forma geral, constatou-se expressiva variação espacial e temporal, com tendência de erosão predominante sobre a deposição de sedimentos, em ambas as cavernas, devido às condições de topografia descendente em direção à zona interna das cavernas, que condicionam os fluxos hídricos durante os eventos chuvosos. A Caverna do Timor apresentou erosão mais intensa e frequente do que a Caverna do Tarzan, o que indica dinâmica de evolução mais rápida, durante as estações chuvosas estudadas. Este tipo de estudo pode contribuir tanto para embasar estudos mais detalhados quanto para aprimorar a gestão e conservação do patrimônio espeleológico nacional.

**Palavras-Chave:** Erosão hídrica; Dinâmica erosiva; Carste; Nível do solo; Monitoramento.

### Abstract

*Erosion of natural origin is a very common process in the karstic environment, where the rocky substrate is dissolved and the rock fragments and soil particles are transported by gravity into deeper areas of the cavities. However, there is scarce information about the development and spatiotemporal dynamics of the erosive process in Brazilian caves, especially in the karst region of Goiás. In order to fill this gap, the present study aimed to identify the spatiotemporal dynamics of the erosive process of soils and sediments, in the surroundings of the caves of the karst developed on rocks of the Paranoá Group in Niquelândia, GO. For this purpose, monitoring was carried out with erosion pins, installed near the entrance of two caves, Timor and Tarzan, in two rainy seasons (2019-2020 and 2020-2021) to measure the ground level and record loss or accumulation of sediments. The methodology used, based on erosion pins, made it possible, in a simple and low-cost way, to identify preferential sites for erosion and sediment deposition. In general, there was an expressive spatial and temporal variation, with a predominant erosion tendency against deposition of sediments, in both caves, due to the conditions of descending topography towards the inner zone of the caves, which affect water flows during rainy events. The Timor Cave showed more intense and frequent erosion than the Tarzan Cave, which indicates a faster evolution dynamics during the studied rainy seasons. This type of study can contribute both to support more detailed studies and to improve the management and conservation of the national speleological heritage*

**Keywords:** Water erosion; Erosive dynamics; Karst; Ground level; Monitoring.

## 1. INTRODUÇÃO

A erosão do solo é comum no ambiente cárstico, onde há dissolução do substrato rochoso e constante perda de materiais por gravidade para as zonas mais profundas do carste (BERBERT-BORN et al., 2016). Entretanto, pouco se conhece sobre a dinâmica da entrada e saída de partículas sólidas (minerais e/ou orgânicas) do solo nas cavernas, na região de expansão da fronteira agrícola no Bioma Cerrado.

A erosão do solo, de origem natural ou antrópica, é capaz de provocar expressivos impactos ecológicos e financeiros. Os principais impactos ecológicos da erosão são: perda de camada mais fértil do solo, redução da capacidade de armazenamento hídrico no solo, redução da capacidade do solo em suprir as necessidades nutricionais e hídricas de plantas e degradação do habitat de diversos animais.

Os impactos financeiros da erosão estão relacionados aos prejuízos na agricultura, ao assoreamento, poluição e contaminação de corpos hídricos. No Brasil, estima-se a perda de solo em 3 bilhões de toneladas/ano, resultando em prejuízos na ordem de 15,7 bilhões de US\$/ano, somente com reposição de nutrientes para agricultura (POLIDORO et al., 2021). Nos EUA, estimativas indicaram prejuízos de 44 bilhões de dólares por ano (PIMENTEL et al., 1995). A agricultura, mesmo severamente afetada pela erosão, contribui expressivamente para sua ocorrência devido ao uso e manejo inadequado do solo em áreas agrícolas.

A erosão do solo pode ser definida como “o processo de desgaste e conseqüente modificação da superfície das terras (rochas e solos), influenciada pela água, vento, cobertura vegetal, topografia e tipo de solo” segundo Capeche et al. (2008). A erosão hídrica do solo ocorre com grande frequência e intensidade em ambiente tropical, por influência do clima, com elevado volume e intensidade de precipitação. O processo de erosão pela água é composto por três etapas: i) desagregação das partículas do solo pelo impacto das gotas, ii) transporte e iii) deposição das partículas (BERTONI, LOMBARDI, 1990).

A erosão altera o nível do solo, podendo resultar em aumento do nível, por deposição de sedimentos ou redução por perda de solo. Infere-se que, uma forte variação no nível do solo reflete intensa erosão hídrica, evidenciada pela ocorrência de feições erosivas lineares como sulcos, ravinas ou voçorocas ou laminares como exposição de raízes.

O monitoramento e avaliação da dinâmica da erosão hídrica do solo pode ser realizado de forma simples, acessível e com baixo custo utilizando o método dos pinos de erosão (ALVES,

2016; ANTONELI, 2004; CARDOSO et al., 2004; CASADO et al., 2002; MOMOLI, 2011; SEVERIANO et al., 2017). Pinos de metal, (com comprimento e diâmetro uniformes e suficientes para captar as alterações do nível do terreno) são parcialmente enterrados e medições são realizadas na parte externa, acima do nível de referência, na data da instalação (GUERRA, 2005).

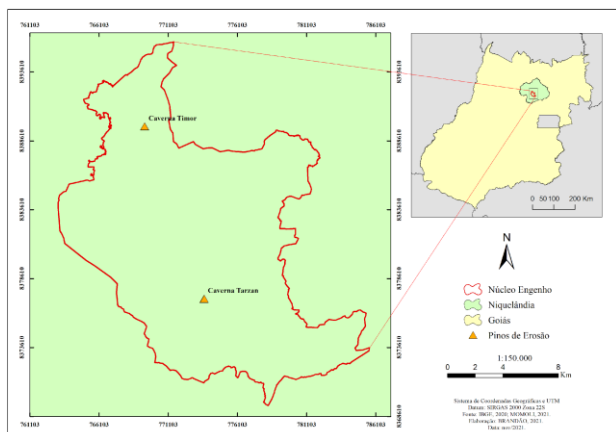
Estudos de perda de solos com pinos são amplamente realizados mundo afora, como na Tasmânia, Austrália (HYDRO TASMANIA, 2002) e na África tropical, onde Okoba e Sterk (2006) observaram a variação de 2,5 a 0,7 cm de solo perdido durante uma estação chuvosa, no Quênia. No sul do Brasil, estudos realizados em Latossolos de região temperada identificaram acúmulo de sedimentos na ordem de 0,7 cm e perda de solo de 0,15 cm e apontaram diferenças significativas em função do tipo de cultivo agrícola, onde o plantio convencional apresentou maiores perdas comparadas ao plantio direto (ANTONELI, 2004).

Este método consiste numa ferramenta útil, também, para a avaliação e controle das alterações do nível do piso de cavernas. Por exemplo, para avaliar a agregação e a perda de sedimentos numa caverna localizada na Serra do Espinhaço, no sudeste do Brasil, Moura et. al. (2013) realizou o monitoramento de erosões no início da estação chuvosa, utilizando pinos distribuídos em vários pontos no interior de uma caverna, priorizando dois tipos de áreas: 1) com acúmulo de água e 2) entrada de água.

O presente estudo teve como objetivo principal identificar a dinâmica do processo erosivo dos solos, nos arredores de duas cavernas em Niquelândia, Goiás e foi elaborado no âmbito do projeto “Qualidade dos solos das regiões cársticas” (Edital 04/2018 FAPEG-Votorantim).

## 2. METODOLOGIA

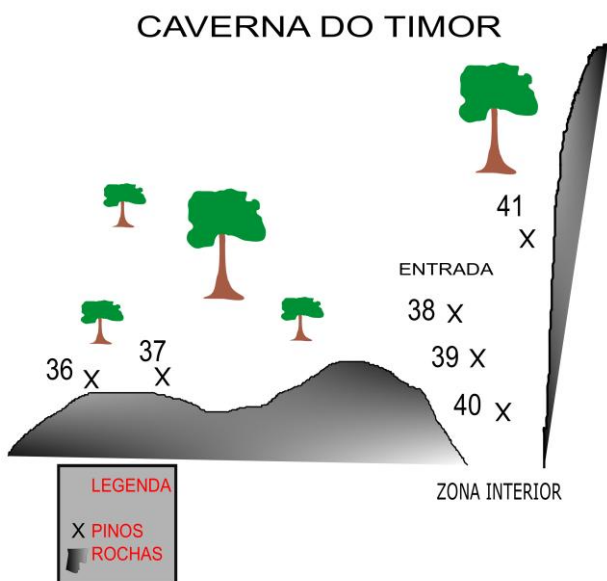
A área de estudo está localizada no município de Niquelândia, no centro-norte do estado de Goiás, inserida na bacia hidrográfica Araguaia-Tocantins (Figura 1). O clima é classificado, segundo Köppen, como Aw (Tropical Chuvoso), com verão úmido e inverno seco.



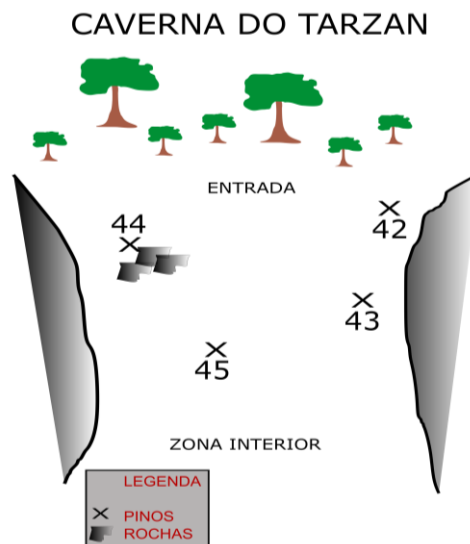
**Figura 1** - Localização da área de estudo.

Na região, afloram rochas do Grupo Paranoá, com predominância de filitos e quartzitos e eventuais afloramentos de calcários, dolomitos e mármores (FUCK et al., 1988). Os afloramentos de rochas carbonáticas expõem o carste local, dando acesso a duas cavidades, identificadas como Caverna do Timor e Caverna do Tarzan em prospecções realizadas pelo Pequi Espeleogrupo de Pesquisa e Extensão.

A erosão do solo, nas proximidades das aberturas principais das cavernas, foi avaliada a partir da instalação de 10 pinos de erosão e monitoramento mensal, de outubro de 2019 a fevereiro de 2021 (quando foi interrompido pela pandemia de COVID-19) (Figuras 2 e 3). O fluxo hídrico, observado *in loco*, se dá a partir da parte externa para a zona interna, em função da topografia descendente em direção ao interior das cavidades estudadas.



**Figura 2** - Pinos de monitoramento de erosão do solo, instalados próximos à entrada da Caverna do Timor.



**Figura 3** - Pinos de monitoramento de erosão do solo, instalados próximos à entrada da Caverna do Tarzan.

Os pinos, constituídos de vergalhão liso de ferro galvanizado, com 1 cm diâmetro e 70 cm de comprimento, foram inseridos no solo a uma profundidade de 30 centímetros, restando 40 cm acima da superfície (Figura 4).



**Figura 4** - Pino de ferro instalado na Caverna do Tarzan.

As medições foram realizadas com trena de plástico, do topo do pino até a superfície do solo (Figura 5).



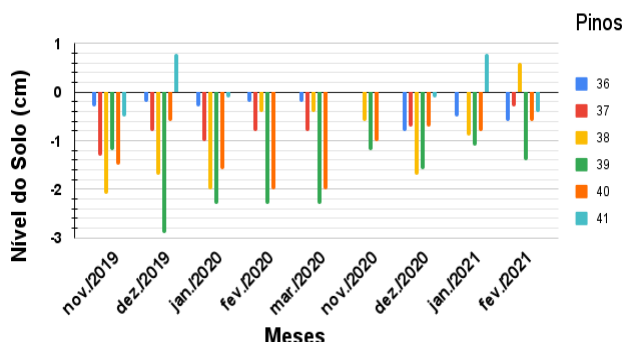
**Figura 5** - Procedimento de medição do nível do solo.

Os valores obtidos nas medições (em cm) da parte exposta, acima do solo, foram anotados para

posterior cálculo em planilha eletrônica e averiguação de redução ou aumento do nível do solo, conforme a fórmula:  $40 - x = y$ , onde 40 é o comprimento do pino acima do nível do solo no momento da instalação;  $x$  = medida do comprimento exposto do pino e  $y$  = nível do solo. Registros de valores positivos indicaram deposição, valores negativos indicaram erosão e valores nulos apontaram ausência de alteração.

### 3. RESULTADOS

A avaliação mensal do nível do solo nas imediações da Caverna Timor indicou uma tendência geral de redução do nível do solo, tanto no tempo, como no espaço, provocada pela perda expressiva de solo por erosão e demonstrada pelos valores negativos (Figura 6).



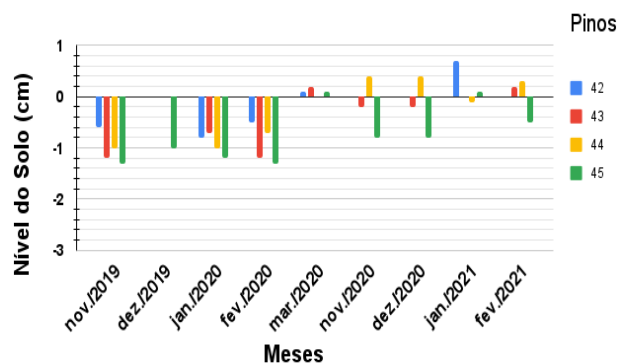
**Figura 6** - Variação do nível do solo na Caverna do Timor, avaliada nos pinos numerados de 36 a 41.

Destaca-se, entretanto, a eventual deposição de sedimentos nos meses de dezembro de 2019 e janeiro de 2021, evidenciada no local de instalação do pino 41 e, em fevereiro de 2021 no pino 38.

Os maiores valores de perda de solo foram registrados no pino 39, em 7 dos 9 meses, com até 2,9 cm de solo perdido por erosão. O mesmo está localizado no ponto com maior declividade, o que justifica o ocorrido.

As menores perdas de todo o período ocorreram no pino 41 (ponto com menor declividade) que apresentou, inclusive, valores de deposição nos meses de dezembro de 2019 e janeiro de 2021. No geral, verificou-se a ocorrência de valores negativos mais altos na estação chuvosa de 2019-2020 do que na estação 2020-2021.

Assim como na Caverna do Timor, a avaliação mensal do nível do solo nas imediações da Caverna do Tarzan revelou tendência geral de redução do nível do solo (Figura 7).



**Figura 7**: Variação do nível do solo na Caverna Tarzan, avaliada nos pinos numerados de 42 a 45.

A tendência mais pronunciada de erosão foi observada na primeira estação chuvosa, entre os meses de novembro de 2019 e fevereiro de 2020, sucedida pela ocorrência de deposição, principalmente nos pinos 43 e 44, na segunda estação chuvosa, a partir do mês de março de 2020. Apesar disso, o pino 45 manteve a tendência de registros de perda de solo/sedimentos, mesmo na segunda estação chuvosa.

A análise estatística dos dados mensurados possibilitou a comparação dos valores obtidos, no tempo e no espaço, através das médias e coeficientes de variação (Tabelas 1 e 2).

A análise espacial dos dados obtidos na Caverna do Timor, dada pela média, reflete e confirma a predominância de perda de solo, da zona externa em direção ao interior da cavidade (Tabela 1). As menores perdas foram observadas nos pinos 36 e 37, situados numa área com pouca inclinação do terreno, enquanto as maiores perdas foram observadas nos pinos 38, 39 e 40, situados numa rampa descendente em direção ao fundo da cavidade. O pino 41 apresentou tendência de acúmulo de sedimentos.

Na Caverna do Tarzan, observou-se a tendência de perda de solo em todos os locais avaliados, ao contrário da Caverna do Timor onde um dos locais (pino 41) apresentou tendência de deposição. Os pinos 43 e 45, situados na zona mais profunda da cavidade, registraram maior redução do nível do solo, comparados às posições dos pinos 42 e 44, indicando maior perda de solo/sedimento por erosão (Tabela 1).

**Tabela 1:** Médias e coeficientes de variação do nível do solo, nos pinos das cavernas do Timor e do Tarzan.

Caverna	Pino	Média (cm)	CV (%)
Timor	36	-0,34	71%
	37	-0,63	70%
	38	-1,02	89%

	39	-1,81	36%
	40	-1,20	48%
	41	0,06	825%
<b>Tarzan</b>	42	-0,12	368%
	43	-0,34	161%
	44	-0,19	301%
	45	-0,74	73%

	<b>Jan</b>	-0,42	170%	0,18	205%
	<b>Fev</b>	-0,45	143%	0,01	7121%

Em todos os pinos, em ambas cavernas, observou-se coeficiente de variação muito elevado, acima de 35%, chegando a valores extremos de até 825%, no caso do pino 41 da Caverna do Timor.

Essa expressiva variação indica uma intensa dinâmica de pulsos de ganho e perda de solo/sedimento, em toda a área observada.

A análise temporal dos dados obtidos na Caverna do Timor, dada pela média mês a mês, reafirma a tendência de perda de solo em todo o período, principalmente no primeiro período chuvoso (novembro de 2019 a janeiro de 2020), com destaque para os meses de novembro e janeiro, que apresentam as maiores médias de perda de solo. Apesar de serem menores as médias da segunda estação chuvosa, entre novembro de 2020 e janeiro de 2021, a tendência de perda de solo prevalece.

Na Caverna do Tarzan nota-se uma tendência de perda de solo menor em relação ao que foi visto na Caverna Timor. Na primeira estação chuvosa, mesmo com médias negativas entre novembro de 2019 e fevereiro de 2020, observa-se que a tendência é a diminuição das perdas de solo, evidenciada pela média positiva no mês de março, indicando deposição. O mesmo acontece de forma ainda mais expressiva entre novembro de 2020 e fevereiro de 2021, quando foram registrados valores negativos em menor proporção, em comparação com a estação chuvosa anterior (Tabela 2).

**Tabela 2:** Médias e coeficientes de variação do nível do solo, ao longo do tempo nas cavernas do Timor e do Tarzan.

Período	Mês	Timor		Tarzan	
		Média (cm)	CV (%)	Média (cm)	CV (%)
2019-2020	Nov	-1,15	58%	-1,03	30%
	Dez	-0,90	142%	-0,25	200%
	Jan	-1,22	74%	-0,93	24%
	Fev	-0,95	102%	-0,93	42%
2020-2021	Mar	-0,95	102%	0,10	82%
	Nov	-0,47	117%	-0,15	333%
	Dez	-0,93	65%	-0,15	333%

Em todos os meses, em ambas as cavernas, observou-se coeficiente de variação elevado, acima de 24%, chegando a valores extremos de até 7121%, no caso do mês de fevereiro de 2021 na Caverna do Tarzan.

Essa expressiva variação temporal, indica uma intensa dinâmica de pulsos de ganho e perda de solo/sedimento, em todo o período observado, assim como ocorreu na análise espacial.

Monitoramento de erosão utilizando o método dos pinos, em uma caverna formada em rochas ferríferas (MOURA et al., 2013), revelou, assim como no presente estudo, a ocorrência de locais com maior propensão à erosão, concomitantemente a locais com maior propensão à deposição de sedimentos. Enquanto os estudos de Moura et al. (2013) encontraram valores variando de 0,23 a -4,13 cm, indicando deposição e erosão, respectivamente, no presente estudo, os valores variaram de 0,8 a -2,9 cm, levando-se à afirmação que a escala e amplitude de valores de erosão e deposição de sedimentos é semelhante em ambos os estudos.

Estudos realizados em área cultivadas no Quênia, África, constataram valores de alteração do nível do solo, variando entre 0,7 a -2,5 cm, indicando respectivamente, deposição de sedimentos e erosão (OKOBA; STERK, 2006). Observa-se que os valores foram semelhantes aos registrados nas cavernas do Timor e do Tarzan.

No estado do Paraná, Brasil, Antonelli (2004) realizou monitoramento de áreas agrícolas convencionais e com plantio direto. Foi constatado que, nas áreas de plantio convencional onde o solo estava completamente exposto, os valores revelaram perda de solo entre -0,5 e -0,7 cm em oito meses de monitoramento. Já nas áreas de plantio direto, com cobertura no solo, os valores de erosão foram menores, com máximos entre -0,15 a -0,20 cm e com valores de deposição chegando a ultrapassar 0,10 cm, indicando a importância da cobertura e proteção do solo na mitigação dos efeitos negativos do processo erosivo.

Diversos outros estudos, tanto nacionais quanto internacionais, como já citados, utilizaram o método dos pinos de erosão e obtiveram bons resultados. Alguns deles semelhantes aos deste trabalho, outros nem tanto, devido às características de clima e relevo peculiares a cada área de estudo.

#### 4. CONCLUSÕES

As cavernas do Timor e do Tarzan são rotas de passagem de fluxo hídrico, onde predominam a perda de solo e sedimentos por transporte hídrico durante as enxurradas.

Assim, cavidades subjacentes conectadas estão recebendo o afluxo de matéria sólida por transporte em meios aquosos, onde os fluxos hídricos sazonais transportam os sedimentos em direção às zonas mais profundas das cavernas, influenciados pela topografia do terreno.

A Caverna do Timor apresentou erosão mais intensa e frequente do que a Caverna do Tarzan, o que indica dinâmica de evolução mais rápida, durante as estações chuvosas de 2019-2020 e 2020-2021.

O método dos pinos de erosão possibilitou, de forma simples e barata, a compreensão da dinâmica físico-hídrica das cavernas em relação à erosão e pode ser utilizado como ferramenta para a gestão e conservação do patrimônio espeleológico.

#### 5. AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG) e à Votorantim S/A pelo financiamento do projeto de pesquisa "Qualidade dos solos das regiões cársticas" Edital FAPEG-VOTORANTIM 04/2018, à equipe da Reserva Legado Verdes do Cerrado pelo apoio logístico e ao Pequi Espeleogrupo de Pesquisa e Extensão pelo apoio durante as coletas de dados.

#### REFERÊNCIAS

- ALVES, J. F. C. Monitoramento e evolução de processos erosivos no Parque do Goiabal em Ituiutaba-MG. In: **Anais XVIII Encontro Nacional de Geógrafos**. São Luís, 2016. Disponível em: [http://www.eng2016.agb.org.br/resources/anais/7/1468261387\\_ARQUIVO\\_MONITORAMENTO E EVOLUCAODEPROCESSOSEROSIVOSNOPARQUEDOGOIABALEMITUIUTABA.pdf](http://www.eng2016.agb.org.br/resources/anais/7/1468261387_ARQUIVO_MONITORAMENTO E EVOLUCAODEPROCESSOSEROSIVOSNOPARQUEDOGOIABALEMITUIUTABA.pdf). Acesso em: 12 maio. 2021.
- ANTONELLI, V. Monitoramento de erosão de solos através do método de pinos de erosão na Bacia do Arroio Boa Vista-Município de Guamiranga-PR. In: **Anais V Simpósio Nacional de Geomorfologia e I Encontro Sul-Americano de Geomorfologia UFSM - RS**, Santa Maria, 2004.
- BERBERT-BORN, M.L.C.; TRAJANO, E.; CALUX, A.S.; BARBOSA, E.P.; RIBEIRO, L.C.B.; MACEDO NETO, F.; SANCHÉZ, L.E.; SANCHÉZ, S.S; NERI, A.C.; LOBO, H.A.S. O carste: um tipo particular de ambiente. In: SANCHÉZ, L.E.; LOBO, H.A.S. **Guia de boas práticas ambientais na mineração de calcário em áreas cársticas**. Sociedade Brasileira de Espeleologia, Campinas. 2016
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. São Paulo: Ícone, 1990. 355p.
- CAPECHE, C. L.; MACEDO, J. R. de; MELO, A. S. Estratégias de Recuperação de Áreas Degradadas. In: Tavares, Sílvia Roberto de Lucena. **Curso de recuperação de áreas degradadas: a visão da Ciência do Solo no contexto do diagnóstico, manejo, indicadores de monitoramento e estratégias de recuperação**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2008. 228 p.: il.
- CAPECHE, C. L.; MACEDO, J. R. de; PRADO, R. B.; PIMENTA, T. S.; MELO, A. S. Degradação do Solo e da Água: Impactos da Erosão e Estratégias de Controle. In: Tavares, Sílvia Roberto de Lucena. **Curso de recuperação de áreas degradadas: a visão da Ciência do Solo no contexto do diagnóstico, manejo, indicadores de monitoramento e estratégias de recuperação**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2008. 228 p.: il.
- CARDOSO, D. P.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; SÁFADI, T.; FONSECA, S.; FERREIRA, M. M.; MARTINS, S. G.; MARQUES, J. J. G. S. M. Erosão hídrica avaliada pela alteração na superfície do solo em sistemas florestais. **Scientia Forestalis**, n. 66, p. 25-37, Piracicaba: IPEF, 2004. Disponível em: <https://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr66.aspx>. Acesso em: 20 maio. 2021.
- CASADO, A. P. B.; HOLANDA, F. S. R.; ARAÚJO FILHO, F. A. G.; YAGUIU, P. Evolução do processo erosivo na margem direita do rio São Francisco (Perímetro Irrigado Cotinguiba/Pindoba - SE).

**Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 231-239, Mar. 2002. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-06832002000100024&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832002000100024&lng=en&nrm=iso). Acesso em: 20 maio. 2021.

COELHO, M. R.; FIDALGO, E. C. C.; SANTOS, H. G. dos; BREFIN, M. de L. M. S.; PEREZ, D. V. Solos: tipos, suas funções no ambiente, como se formam e sua relação com o crescimento das plantas. In: MOREIRA, F. M. S.; CARES, J. E.; ZANETTI, R.; STUMER, S. L. **O ecossistema solo: componentes, relações ecológicas e efeitos na produção vegetal**. Lavras, MG: UFLA, 2013.

FUCK R.A., MARINE J.O., DARDENNE M.A.; FIGUEIREDO A.N. Coberturas metassedimentares do Proterozóico Médio: os grupos Araí e Paranoá na região de Niquelândia - Colinas, Goiás. **Revista Brasileira de Geociências**, 18(1):54-62. 1988.

GUERRA, A. J. T. Experimentos e monitoramentos em erosão dos solos. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 16, p. 32-37, 2005. DOI: 10.7154/RDG.2005.0016.0003. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47282>. Acesso em: 18 maio. 2021.

HYDRO TASMANIA. **Gordon River Basslink Monitoring Program: 2001 - 2002**. Hydro Electric Corporation. Disponível em: [https://www.hydro.com.au/docs/default-source/environment-page/gordon-river-monitoring-reports/gorden-river-monitoring-annual-report-2001-02.pdf?sfvrsn=b5ad0b28\\_0](https://www.hydro.com.au/docs/default-source/environment-page/gordon-river-monitoring-reports/gorden-river-monitoring-annual-report-2001-02.pdf?sfvrsn=b5ad0b28_0). Acesso em: 27 fev. 2022.

MOMOLI, R.S. **Dinâmica da sedimentação em solos sob matas ciliares**. 2011. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011. doi:10.11606/T.11.2011.tde-08082011-102417. Acesso em: 20 maio. 2021.

MOURA, V. M. A. ; AULER, A. S. ; ALT, L. R. ; LEÃO, M. R. . Photographic and Sediment Monitoring Procedures and Initial Results for a Brazilian Iron Ore Cave. In: **20th National Cave and Karst Management Symposium**, 2013, CARLSBAD, NEW MEXICO. National Cave and Karst Management Symposium: Proceedings of the Twentieth Conference. Carlsbad, New Mexico: National Cave and Karst Research Institute, v. 1. p. 153-162.

OKOBA, B.O.; STERK, G.. Quantification of visual soil erosion indicators in Gikuuri catchment in the central highlands of Kenya. **Geoderma**. v. 134, pg. 34– 47. 2006.

PIMENTEL,, D.; HARVEY,C; RESOSUDARMO, P.; SINCLAIR, K.; KURZ, D.; MCNAIR, M.; CRIST, S.; SHPRITZ, L.; FITTON, L.; SAFFOURI, R.; BLAIR, R. Environmental and economic costs \_of\_ soil\_ erosion and conservation benefits. **Science**. V.267, PG. 1117-1123. 1995.

POLIDORO, J. C.; FREITAS, P. L.; HERNANI, L. C. ; ANJOS, L. H. C. ;RODRIGUES, R. A. R. ; CESÁRIO, F. V.; ANDRADE, A. G.; RIBEIRO, J. L. Potential impact of plans and policies based on the principles of conservation agriculture on the control of soil erosion in Brazil. **Land Degradation & Development**. v. 32, pg. 3457-3468. 2021. <https://doi.org/10.1002/ldr.3876>

REZENDE, F.; ALVES, G. D. B. **Reserva Particular de Desenvolvimento Sustentável – RPDS Legado Verdes do Cerrado, Niquelândia, GO**. Diretoria Executiva Reservas Votorantim, 2017.

SEVERIANO, R. M.; SILVA, D. T.; NUNES, J. O. R. Aplicação de Metodologia de Baixo Custo na Recuperação de Erosão em Área Rural Localizada no Município de Presidente Prudente – SP. **Caderno Prudentino de Geografia**, n. 39, v. 1, p. 141-159, Presidente Prudente: 2017. ISSN: 2176-5774. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/cpg/article/view/4719/0>. Acesso em: 20 maio. 2021.