



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

⁷Be e técnicas nucleares aplicadas às medidas de erosão de sedimentos: análise preliminar

Polyana Duarte de Oliveira Silva ^(a), Cristina Helena Ribeiro Rocha Augustin ^(b),
Rubens Martins Moreira ^(c), Arnon Costa Pereira de Lima ^(d), Diego Alves de Oliveira ^(e)

- a) Programa de Pós-Graduação de Geografia/IGC-Universidade Federal de Minas Gerais, duartepolyana@gmail.com
- b) Departamento de Geografia/CPMTC-IGC-Universidade Federal de Minas Gerais, chaugustin@hotmail.com
- c) Serviço de Meio Ambiente/Centro de Desenvolvimento de Tecnologia Nuclear, rubens@cdtn.br
- d) Programa de Pós-Graduação de Geologia/IGC-Universidade Federal de Minas Gerais, arnonbhmg@gmail.com
- e) Programa de Pós-Graduação de Geografia/IGC-Universidade Federal de Minas Gerais, diego.oliveira@ifmg.edu.br

Eixo: Solos, paisagens e degradação

Resumo

A utilização do Berilo-7 como instrumento para quantificar a erosão surge como proposta de método inovador uma vez que permite quantificar em números precisos a remobilização de sedimentos em escala de vertente, além de possibilitar uma melhor adaptação do método às características naturais da área de estudo. O objetivo deste trabalho é apresentar um estudo preliminar das possibilidades desta abordagem e como foram os ensaios iniciais para a convalidação do método em campo. Os resultados mostraram-se bastante promissores, passíveis de comparação com a caracterização físico-química dos perfis da vertente.

Palavras chave: erosão, sedimentos, Berilo-7.

1. Introdução

Ainda que seja tema recorrente nas mais diversas linhas de pesquisa de cunho ambiental, a erosão segue sendo uma questão em aberto no que tange à sua quantificação precisa (HORTON, 1945; CARSON, KIRKBY, 1972; DUNNE, AUBRY, 1986; COELHO NETTO, 1995; BARBOSA, AUGUSTIN, 2000; MARCHIORO, AUGUSTIN, 2007). A utilização de métodos inovadores, pautados na multidisciplinaridade de áreas de



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

conhecimento, constitui uma das maneiras para a busca do aprimoramento e validação dos resultados das perdas erosivas.

Uma nova e relevante abordagem para pesquisas na busca por técnicas que ofereçam alta precisão e melhoria de dados sobre as taxas de perda de sedimentos, em especial nas vertentes, é a utilização de radionuclídeos, como o Berilo-7 (^7Be), para mensurar a redistribuição de sedimentos (LÓPEZ, 2017). Apesar de todo seu potencial, a utilização do ^7Be como método de investigação da erosão é rara e, quando ocorre, é relativa a estudos superficiais ou pontuais, nos quais se torna mais importante comprovar teorias acerca do seu decaimento do que sua real efetividade como ferramenta (SALANT, et al., 2006; IANNIDOU, PAPASTEFANOU, 2006; WALLING, 2013).

O ^7Be é um radionuclídeo cosmogênico, advindo da “espalação dos raios cósmicos galácticos e das partículas solares energéticas com os átomos de carbono, nitrogênio e oxigênio” nas imediações da troposfera e estratosfera (LÓPEZ, 2017, p.6). Depois de formado é precipitado e possui meia vida de 53,3 dias (YOSHIMORI, et al., 2003; PAPASTEFANOU, 2009). A partir de suas peculiaridades de decaimento e de como reconhecê-lo em situação de análise laboratorial, torna-se um instrumento para quantificar os processos de remobilização de sedimentos em escala de vertente. Ainda em fase experimental, essa nova abordagem encontra-se em estágio de aprimoramento, uma vez que seu comportamento no solo não está completamente compreendido.

O objetivo desta pesquisa é o de utilizar o ^7Be para medir perdas erosivas médias de vertentes da bacia do rio Pandeiros. Trata-se nesta fase preliminar, de ensaio de compreensão da remobilização de sedimentos em vertentes previamente selecionadas como representativas dos distintos domínios do relevo da bacia. Esta é uma área de alto interesse ecológico e refúgio de vida silvestre, que se vê ameaçada, em especial sua área úmida, conhecida como Pantanal Mineiro, em razão de intenso assoreamento resultante da erosão a montante.

1.1. Caracterização da área



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

A Bacia hidrográfica do Rio Pandeiros localiza-se na margem esquerda do médio curso do Rio São Francisco, na porção norte do estado de Minas Gerais. A região possui extensão aproximada de 3.960km² (BETHONICO, 2009). Possui vasta diversidade de fauna e flora, incluindo espécies endêmicas e a jusante a presença do Pantanal Pandeiros (IEF, 2009). A vegetação da região é formada por espécies de transição entre cerrado e caatinga e suas variações (IBGE, 2004), biomas marcados pelo déficit hídrico significativo em parte do ano hidrológico, na estação seca, correspondente ao inverno. O clima é classificado como Aw (de Köppen), ou seja, tropical quente, com temperatura média anual de 24°C, precipitação anual em torno de 846 mm (MOURA, 2009, OLIVEIRA, 2013), e déficit hídrico concentrado entre abril e setembro (BETHONICO, 2009).

Predominam rochas areníticas do Grupo Urucuia, superpostos a rochas carbonáticas e metapelíticas do Grupo Bambuí, com afloramentos localizados de rochas granito gnáissicas. Os planaltos, por caracterizarem resíduos da dissecação das bordas, são espacialmente reduzidos (AUGUSTIN, MAIA-RODRIGUES, 2012).

As linhas de drenagem são marcadas por hidromorfismo, enquanto nas demais áreas, a depender da influência local da litologia, são formadas por coberturas arenosas, argilosas, argilo-arenosas (MAGALHÃES, 2013).

2. Materiais e Métodos

No pré-campo foram realizadas consultas à bibliografia pertinente, bem como análise da área de estudo a partir das bases de dados disponíveis para subsidiar a seleção de pontos de amostragem na fase seguinte. Como o objetivo da pesquisa é de se obter uma perda média da bacia, mesmo levando em consideração seu tamanho e o tempo disponível para as análises (12 meses), buscou-se distribuir as áreas de amostragem de maneira a representar pelo menos o médio e o baixo curso do Pandeiros.

Este trabalho explora os dados obtidos em duas vertentes, de dois afluentes do médio rio Pandeiros, um localizado na margem direita (Córrego Pindaibal, 45° 3'0.87"O,



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

15°22'37.98"S) e o outro, na margem esquerda (Córrego Catolé, 44°48'32.10"O, 15°12'19.21"S), respectivamente. Em cada uma delas, foi realizado um transecto da alta a baixa vertente, seguindo metodologia proposta por Augustin (1979) e Messias, et al. (2013). Foram abertos dois perfis ao longo do transecto do Córrego Pindaibal e colhidas 10 amostras; no Córrego Catolé foram também abertos dois perfis com a coleta de 8 amostras. A abertura das trincheiras para amostragem foi realizada nos pontos centrais, denominados sítios geomorfológicos, identificados por rupturas de declive (AUGUSTIN, 1979).

Para as amostras da presença de ^7Be , foram selecionados seis pontos (distribuídos em dois segmentos paralelos de três pontos cada) no transecto do Córrego Catolé e três no Córrego Pindaibal (também como um segmento), próximos às trincheiras abertas, com ausência ou pouca cobertura vegetal, onde houve a coleta em duas profundidades: de 0-1cm e de 2-5cm, totalizando 18 amostras.

A coleta teve como referência trabalhos conduzidos por López (2017) em Minas Gerais, indicando que a concentração de ^7Be se dá muito próximo à superfície, decaindo a valores muito baixos, ou não detectáveis, abaixo de 5 cm de profundidade (LÓPEZ et al, 2017; ANDRELLO; APOLLONI, 2010; FELLY; LARSEN; SANDERSON, 1989).

As análises laboratoriais foram divididas entre as físicas e químicas, realizadas no Laboratório de Geomorfologia do IGC, UFMG. A granulometria seguiu o método da pipeta (EMBRAPA, 2012), o pH em H₂O (EMBRAPA 1997, p. 199) e a análise de condutividade elétrica Embrapa (1997). O carbono orgânico (CO) foi medido por via úmida (EMBRAPA, 1997) e a matéria orgânica (MO) calculada pelo fator de conversão 1,724 (percentual de carbono presente).

A contagem do radionuclídeo ^7Be foi conduzida nas dependências do Departamento de Química e do Serviço de Meio Ambiente (SEMAM) do CDTN, em Belo Horizonte-MG. Para a identificação e contagem do radionuclídeo foi seguido o método de López (2017, p.37), em um sistema de espectrometria gama da marca CANBERRA.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

3. Resultados e Discussão

O transecto do Córrego Pindaibal possui solos bastante arenosos, com baixo teor de silte e argila (Figura 1 e 2), de variável distribuição de matéria orgânica ao longo do perfil, concentrada majoritariamente nas porções superiores devido à decomposição da serrapilheira.

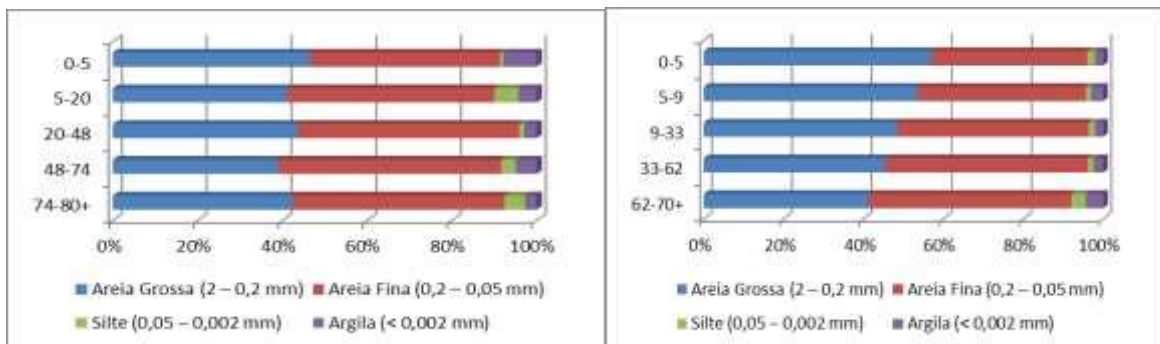


Figura 1 e 2 – Análise de granulometria do Córrego Pindaibal. Fonte: os autores, 2019.

A ciclagem de nutrientes advinda da decomposição corrobora valores mais altos para as concentrações de bases também na porção superior, e devido a esta, também os maiores valores de condutividade elétrica.

O pH ácido (Tabela I) pode ser compreendido pela possibilidade de percolação da precipitação nos eventos chuvosos, devido à alta porosidade e permeabilidade do material (BRANDÃO, LIMA, 2002). A presença dos ácidos húmicos advindos da decomposição da matéria orgânica, mais uma vez, podem ser fatores responsáveis.

Tabela I – Análises de pH e Condutividade elétrica, transecto do Córrego Pindaibal

	Profundidade da amostra (cm)	pH H ₂ O	Ec (mS/cm)	Matéria orgânica (g/kg)
Perfil 1	0-5	4,2	0,2149	15,5
	5-20	4,2	0,2200	3,0
	20-48	4,2	0,0786	4,0
	48-74	4,5	0,04501	2,0
	74-80+	4,7	0,4528	2,1



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Perfil 2	0-5	4,0	0,2400	15,1
	5-9	4,1	0,1962	12,8
	9-33	4,0	0,1021	5,3
	33-62	4,3	0,0498	2,3
	62-70+	4,6	0,04809	1,0

Fonte: autores, 2019.

Os dados do transecto do Córrego Catolé indicam alta correlação com a caracterização físico-química do Córrego Pindaibal, que também possui coberturas muito arenosas, com pouco silte e argila (Figura 3 e 4). Entretanto, apresenta valores de pH menos ácidos próximos à superfície (Tabela II).

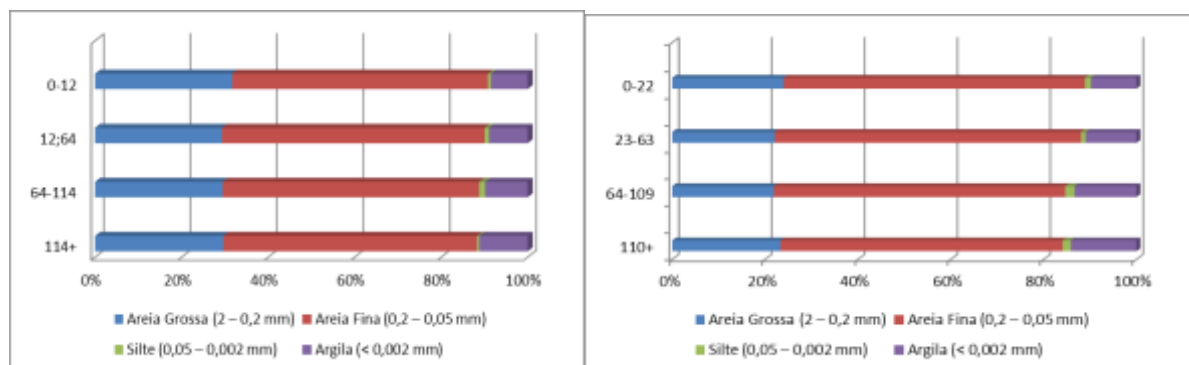


Figura 3 e 4 – Análise de granulometria do Córrego Catolé. Fonte: os autores, 2019.

Tabela II - Análises de pH e Condutividade elétrica do Córrego Catolé.

	Profundidade (cm)	pH H ₂ O	Ec (mS/cm)	Matéria orgânica (g/kg)
Perfil 1	0-12	5,7	0,07172	9,3
	12-04	5,1	0,04177	2,2
	64-114	4,9	0,03061	1,8
	114+	4,8	0,03504	2,2



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Perfil 2	0-22	5,3	0,05509	7,6
	23-03	5,4	0,03699	2,8
	63-109	5,1	0,03134	3,2
	109+	5,0	0,02435	1,1

Fonte: autora, 2019.

Os resultados da presença de ^7Be (Tabela III) revelaram que há infiltração e concentração deste entre 2 e 5cm de cobertura, não havendo traço na primeira profundidade de 1cm (o valor 0,12 é referente a detecção mínima oferecida pelo equipamento). É possível constatar correlação entre as análises físico-químicas e a resposta do radionuclídeo. O valor mais elevado da condutividade elétrica nas porções superiores da cobertura analisada, atrelada à alta porosidade e permeabilidade do material arenoso e a presença de matéria orgânica, são fatores que corroboram o comportamento do isótopo.

Tabela III – Concentração em Bq.kg^{-1} de ^7Be .

	Ponto	Concentração (Bq.kg^{-1})	
		1cm	2-5cm
Catolé	1	2,24	<0,12
	2	8,61	<0,12
	3	5,51	2,42
	4	3,23	<0,12
	5	6,08	<0,12
	6	6,09	5,8
Pindaibal	7	<0,12	<0,12
	8	84,3	37,2
	9	12,8	<0,12

Fonte: autora, 2019.

Devido a essas características, a água precipitada percola com mais facilidade em direção as porções mais profundas do perfil, desta forma o ^7Be nela dissolvido acompanha-a, concentrando-se numa profundidade maior.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

A ausência do isótopo no primeiro ponto do Córrego Pindaibal demonstra a retirada desse material pelo processo erosivo, uma vez que a vertente apresenta características muito semelhantes em toda sua extensão e mesmo assim o segundo ponto demonstra valores muito altos.

A concentração de $12,8 \text{ Bq.kg}^{-1}$ na primeira profundidade do terceiro ponto e $<0,12 \text{ Bq.kg}^{-1}$ na segunda, também se deve a alguma forma de processo erosivo. Pode-se assim supor, que não houve tempo suficiente para a precipitação infiltrar na segunda profundidade, e assim concentrou-se em valores discrepantes na superfície.

No Córrego Catolé quase todas as amostras apresentaram resultados coerentes uma vez que há uma tendência de comportamento semelhante dos valores de concentração apresentados. Entretanto, o ponto 1 apresentou valores que não se assemelham à tendência nos demais pontos amostrados. Pode-se levantar duas hipóteses, de que o local esteja sofrendo retirada de material, uma vez que não há presença do ^7Be na segunda profundidade (o que indica remobilização vertente abaixo), ou um possível problema com a amostragem. É necessário ressaltar que as incertezas na apuração dos dados ainda são uma possibilidade tangível, pois a metodologia ainda se encontra em desenvolvimento e deve-se atentar para a confiabilidade dos dados do isótopo, usando por base a caracterização físico-química.

No segundo segmento (pontos 4, 5 e 6) é possível sustentar a hipótese de que houve precipitação e deposição úmida vertical no ponto 4 e possível carreamento de sedimentos para o ponto 5. Isso se deve ao fato de que há valores muito semelhantes nas duas profundidades do ponto 4, dando a entender que houve alguma infiltração e consequente concentração do isótopo, provavelmente devido a morfologia do relevo apresentar-se suavemente ondulada.

Quanto ao ponto 5, por não possuir valores detectáveis de ^7Be na segunda profundidade (2-5cm) e características físico-químicas bastante homogêneas, é permitido inferir que a cobertura que ali havia foi carregada em um momento inicial e o local recoberto por sedimento advindo do topo da vertente. O mesmo pode-se dizer para o ponto 6, que



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

possui dinâmica parecida, porém com menores concentrações na primeira profundidade. Por ambos terem sido submetidos ao mesmo evento chuvoso, sabe-se que a quantidade de radionuclídeo precipitada em ambos locais é a mesma, logo se há menor concentração em um ponto, pode-se esperar que tenha ocorrido remobilização e deposição neste sítio, porém com menor intensidade.

4. Considerações finais

Por tratar-se de um ensaio inicial acerca de uma nova técnica os resultados se mostraram bastante promissores. Foi possível observar a presença do isótopo ^7Be nas profundidades mencionadas em trabalhos anteriores e correlacionar os dados obtidos em campo com o comportamento esperado.

É possível assumir que, no desenvolvimento deste método, sejam quantificados os eventos de remobilização de sedimentos em curto prazo de forma cada vez mais precisa, além de possibilitar a coleta de dados de alta precisão em escala de vertente, servindo não só à geomorfologia como às diversas áreas de gestão e manejo. Ainda há necessidade de aperfeiçoamento quanto à coleta das amostras em campo, por haver necessidade de precisão na separação das profundidades a serem analisadas.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio financeiro (Projeto: CRA-APQ-03773-14) e ao Instituto de Geociências (UFMG) e Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN) pelo apoio institucional que em conjunto permitiram a realização desta pesquisa.

Referências Bibliográficas

AUGUSTIN, C.R.; MAIA-RODRIGUES, B.H. Geomorphic and geologic influences in a tropical semi-humid climate ecosystem. **AGU- Fall Meeting-** San Francisco- 2012



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

<https://fallmeeting.agu.org/2012/scientific.../abstract-citations>. Section: Earth and Planetary Surface Processes. Identifier: EP31B-0814. 2012.

ANDRELLO, A.; APPOLONI, C. Measurements of the Fallout Flux of Beryllium-7 and its Variability in the Soil. **Brazilian archives of biology and technology**, v.53, n.1, p.179-184, 2010.

BETHONICO, M. B. M. Rio Pandeiros: território e história de uma área de proteção ambiental no Norte de Minas Gerais. **Revista Acta Geográfica**, n.5, p.23-38, 2009a.

BETHONICO, M.B.M. Área de proteção ambiental estadual do rio Pandeiros-MG: espaço, território e atores. Tese de Doutorado. 2009. 288p. Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal Fluminense. RJ. 2009b.

BRANDÃO, S. L., LIMA, S. C. pH e condutividade elétrica em solução do solo, em áreas de pinus e cerrado na chapada, em Uberlândia (MG). **Caminhos de Geografia**. v.3. Uberlândia, jun. 2002.

CARSON, M. A., KIRKBY, M. J. Hillslope: form and process. 1ed. Malta: Cambridge University Press, 1972.

COELHO NETTO, A. L. Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**, v.2, 93-148, 1995.

DUNNE, T., AUBRY, B.F. Evaluation of Horton's theory of sheetwash and rill erosion on the basis of field experiments. In: Abrahams, A.D. (Ed.), Hillslope Processes. **Geo. Allen & Unwin**, London, p. 31-53, 1986.

FEELY, H.; LARSEN, R.; SANDERSON, C. Factors That Cause Seasonal Variations in Beryllium-7 Concentrations in Surface Air. **Journal environmental radioactivity**, v.9, p.223-249, 1989.

EMBRAPA. Manual de Métodos de Análise de Solo. 2 ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

EMBRAPA. Padronização de métodos para análise granulométrica no Brasil. Comunicado Técnico 66. Rio de Janeiro, 75p. Dez. 2012.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. **Bulletin of geological Society of America**. v.56, p. 275-370, 1945.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Mapa de Vegetação do Brasil. Rio de Janeiro, IBGE, 2004.

INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS. MG.BIOTA. Belo Horizonte, v.2, n.2, jun./jul., 2009.

IANNIDIU, A. PAPASTEFANOU, C. Precipitation scavenging of ^7Be and ^{137}Cs radionuclides air. **Journal of Environmental Radioactivity** v.85, p.121–136, 2006.

LÓPEZ, A. D.E. Determinação de parâmetros para a modelagem do transporte do solo em bacia fluvial de pequeno porte utilizando técnicas nucleares (^7Be). 2017. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia dos Minerais e Meio Ambiente), CDTN. Disponível em: <http://www.repositorio.cdtm.br:8080/jspui/handle/123456789/1303>.

LÓPEZ, A.D.E.; RUBENS, M. M.; MONTEIRO, R.P.G; DOS SANTOS, A.A.R; JURI AYUB, J., VALLADARES, D.L. Wet deposition and soil content of Beryllium - 7 in a micro-watershed of Minas Gerais (Brazil). **JOURNAL OF ENVIRONMENTAL RADIOACTIVITY**, v. 169-170, p. 56-63, 2017

MARCHIORO H. & AUGUSTIN C.H.R.R. Dimensões de parcelas experimentais: influência do escoamento superficial e erosão do solo em Gouveia/MG. **Rev. Geografias**, v. 3, nº 2, p. 7-16, 2007.

MESSIAS, M.R.; AMORIM, M.A.F.; AUGUSTIN, C.H.R.R.; AZEVEDO, P.A. A relação entre forma da vertente, cobertura superficial e sítios geomorfológicos na bacia do ribeirão do chiqueiro, depressão de Gouveia, Serra do Espinhaço Meridional – MG. **Geonomos**, v. 21, nº 2, p. 38-45, 2013.

MOURA, M.T.T. O quadro geográfico regional In: PROUS. A., RODET, M.J., OLIVEIRA, R. Arqueologia do Vale do Rio Peruaçu e adjacências. Arquivos do Museu de História Natural de Minas Gerais, Belo Horizonte, UFMG, v.19, p.21-40, 2009.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

OLIVEIRA, F. M. Relações solo-vegetação em áreas desenvolvidas sobre o arenito urucuia na APA do Rio Pandeiros. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa. 2013.

PAPASTEFANOU, C. Beryllium-7 Aerosols in Ambient Air. **Aerosol and air quality research**, v.9, n.2, p.187-197, 2009.

SALANT, N.L., RENSHAW, C.E., MAGILLIGAN, F.J., KASTE, J.M., NISLOW, K.H., HEIMSATH, A.M.. The use of short-lived radionuclides to quantify transitional bed material transport in a regulated river. **Earth Surface Processes and Landforms** v.32, p.509–524, 2007.

WALLING, D. E. Beryllium-7: The Cinderella of fallout radionuclide sediment tracers?

Hydrological Processes, Wiley Online Library, v. 27, p. 830-844, 2013.

YOSHIMORI, M.; HIRAYAMA, H.; MORI, S. Production of ^7Be Nuclei in the Earth's Upper Atmosphere from Galactic Cosmic Rays and Solar Energetic Particles. In: **International Cosmic Ray Conference**, 28th, 2003. Trukuba, Japan. Proceedings of the... Trukuba: International Union of Pure and Applied Physics. p.4273-4276, 2003.