

**Avaliação da erodibilidade do solo em áreas de terra preta arqueológica com pastagem e floresta nativa no sul do Amazonas**

Igor Hister Lourenço<sup>1</sup>, Elilson Gomes de Brito Filho<sup>1,\*</sup>, Milton César Costa Campos<sup>1</sup>, José Maurício da Cunha<sup>1</sup>, Wildson Benedito Mendes Brito<sup>1</sup>, Marcelo Dayron Rodrigues Soares<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Instituto de educação, Agricultura e Ambiente (IEAA), R. 29 de agosto, 786, Centro, 69800-000, Humaitá, AM, Brasil.

E-mail autor correspondente: [bfsambiente@gmail.com](mailto:bfsambiente@gmail.com)  
Artigo enviado em 30/03/2019, aceito em 13/12/2019.

**Resumo:** Entre as principais consequências provenientes da degradação dos solos a erosão mostra-se como a mais perigosa, pois causa o arraste dos nutrientes da camada superficial dos solos. Logo, visto os impactos que podem ser causados por esse fenômeno, objetiva-se neste trabalho analisar a erodibilidade de solos denominados TPAs (Terras Pretas Arqueológicas), por meio de técnicas indiretas para posterior análises descritivas e geoestatísticas para que se torne possível a determinação ou não, de correlação espacial, geração de mapas de distribuição e construção do MDE (Modelo Digital de Elevação). O objetivo desde projeto, é determinar a erodibilidade e sua variabilidade espacial em solos de terras pretas arqueológicas sob cultivo de pastagem e floresta. Para tal, foram estabelecidas uma malha de 80 x 56 m com espaçamento regular de 8 m entre os pontos amostrais em uma área sob cultivo de pastagem; e uma malha de 60 x 42 m com espaçamento regular de 6 m entre pontos em uma área de floresta natural. Os solos serão amostrados nos pontos de cruzamento das malhas, sob as profundidades de 0,00 – 0,20; 0,20 – 0,40, totalizando 356 pontos amostrais. Os valores médios da erodibilidade encontrados são de 0,0893 Mg ha h ha<sup>-1</sup> MJ<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup> e 0,0983 Mg ha h ha<sup>-1</sup> MJ<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup> para pastagem e floresta respectivamente. Ambas as áreas possuem índices de erodibilidade extremamente altos, com a floresta se apresentando maior, em relação a área de pastagem.

**Palavras chave:** solos amazônicos, antropização, geoestatística.

**Evaluation of soil erodibility in areas of black archeological land with pasture and native forest in southern Amazonas**

**Abstract:** Among the main consequences of soil degradation, erosion appears to be the most dangerous, as it causes soil nutrients to drag away from the soil. Therefore, considering the impacts that can be caused by this phenomenon, the objective of this work is to analyze the erodibility of soils called BAL (Black Archaeological Lands), by means of indirect techniques for later descriptive and geostatistical analysis so that it becomes possible to determine or no, spatial correlation, generation of distribution maps and construction of the MDE (Digital Elevation Model). The objective of this project is to determine erodibility and its spatial variability in black archeological soils under pasture

and forest cultivation. For this, a mesh of 80 x 56 m with regular spacing of 8 m between the sampling points was established in an area under pasture; and a 60 x 42 m mesh with regular spacing of 6 m between points in an area of natural forest. The soils will be sampled at the crossing points of the meshes, under the depths of 0.00 - 0.20; 0.20 - 0.40, totaling 356 sample points. The mean erodibility values found were 0.0893 Mg ha<sup>-1</sup> MJ<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup> and 0.0983 Mg ha<sup>-1</sup> MJ<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup> for pasture and forest respectively. Both areas have extremely high erodibility indexes, with the forest being larger in relation to the pasture area.

**Key-words:** Amazonian soils, anthropization, geostatistics.

### Introdução

Entre as principais consequências provenientes da degradação dos solos, podemos citar a perda de fertilidade a partir de remoção de nutrientes por cultivos agrícolas, lixiviação e, destacadamente, a erosão, que por sua vez pode acarretar mais problemas como a contaminação de recursos hídricos e assoreamento de rios e lagos (Teixeira et al., 2017). A erosão dos solos é tão antiga quanto a agricultura, pois quando os seres humanos deixaram o nomadismo e passaram para um sistema fixo de vida, houve a necessidade do uso intensivo do solo, desta forma, implicando numa maior exposição do mesmo às forças erosivas (Aquino e Oliveira, 2017). O mau uso da terra, ocasiona a erosão, e consequentemente a lavagem demasiada dos nutrientes, que combinados com o esgotamento das reservas destes, destrói em pouco tempo o que a natureza levou milhares de anos para construir (Santiago et al., 2016).

Ainda de acordo com Demarchi et al. (2019), no que se diz respeito à erosão, trata-se de um processo de desprendimento e arraste acelerado das partículas do solo causado pela água (erosão hídrica) ou pelo vento (erosão eólica). Observa-se que esse arraste de partículas leva a perda da fertilidade dos solos devido ao deslocamento das micelas reativas da camada superficial, que de acordo com Lepsch (2002), carrega ainda agrotóxicos e adubos

adicionados no sistema com intuito de condicionar determinada área, aumentando ainda mais os riscos ambientais causados pela erosão. Raimo et al. (2019) preconiza que o sistema de cultivo convencional é o principal responsável pela erosão dos solos, visto que este implica num uso intensivo do mesmo, visando a máxima produção sem se preocupar com características ambientais.

Técnicas indiretas para cálculos de erodibilidade foram estabelecidas para determinação deste fenômeno nos solos, visto o longo período de tempo necessário para observação em condições naturais, ou pelos altos custos econômicos na produção de chuvas artificiais (Barbosa et al., 2019). Dentre as técnicas mais utilizadas para determinação indireta da erodibilidade (fator K para uso na USLE/EUPS – Universal Soil Loss Equation/Equação Universal de Perca de Solo), temos a proposta por Denardin (1990).

É importante lembrar que o termo “erodibilidade do solo” é diferente de “erosão do solo”, pois mesmo que dois solos estejam sob mesmas condições de ambiente, um pode ser erodido mais rapidamente que o outro em face de suas propriedades (Falcão e Leite, 2018). Estes mesmos autores explicam ainda que um melhor aproveitamento dos benefícios proporcionados por esse tipo de pesquisa, só é possível com a conversão dos dados de inúmeras áreas para criação de um correto guia de

práticas de conservação específicas para cada local.

Com base na afirmação acima, ressalta-se a importância do estudo de solos do Amazonas visto os poucos trabalhos que se preocupam em esclarecer tais questões. Especialmente em determinados solos de comportamento peculiar como no caso das Terras Pretas Arqueológicas, os quais se caracterizam por apresentarem manchas descontínuas por toda extensão Amazônica, com algumas características em comum entre eles, como a coloração escura e fragmentos de cerâmica e/ou líticos incorporados aos seus horizontes superficiais, dotados de elevada fertilidade natural, elevados teores de P, Ca, Mg e matéria orgânica estável, além também de maior atividade microbológica em comparação aos solos adjacentes (Garcia et al., 2015; Enoque et al., 2016). Logo o estudo deste fenômeno torna-se imprescindível para melhor compreensão destes sistemas e criação de práticas de manejo que combatam o problema da erosão.

O estudo da variabilidade espacial surge com uma boa ferramenta para análise dos atributos do solo, a qual se trata de um conjunto de técnicas aplicadas a variáveis referenciadas geograficamente para definição de grau de dependência espacial (Cambardela et al., 1994), diferindo-se desta forma da estatística clássica que busca avaliar cada ponto amostral individualmente sem posicionamento espacial. A geoestatística permite ainda criar mapeamentos de distribuição espacial através do uso da krigagem, a partir do modelo de dependência espacial obtido por meio dos semivariogramas (Vieira, 2000), fornecendo-nos dados que permitem inter-relacionar diferentes atributos do solo e a criação de mapas de distribuição.

Visto o exposto, o objetivo deste trabalho é a analisar a erodibilidade de

solos denominados TPA's (Terras Pretas Arqueológicas), por meio de técnicas indiretas para posteriores análises descritiva e geoestatística para que se torne possível a determinação ou não, de correlação espacial, geração de mapas de distribuição e construção do MDE (Modelo Digital de Elevação).

## Materiais e Métodos

Os estudos foram realizados em duas áreas com ocorrência de TPA's, uma sob cultivo de pastagem e outra em área de floresta nativa, ambas localizadas no Sul do Amazonas, no município de Manicoré. A área de pastagem encontra-se sob cultivo de brachiária (*Brachiaria brizanta*) e localiza-se sob as coordenadas geográficas: 7° 54' 44,5" S e 61° 31' 44,7" W. Próxima à área de pastagem, encontra-se a área de floresta nativa com árvores de alto porte com altura variando de 20 a 50 m sob as coordenadas geográficas: 07° 54' 42" S e 61° 31' 50" W.

Em cada área foram delimitadas malhas amostrais de 80, sendo o a pastagem com área total de 4032m<sup>2</sup> e espaçamento regular entre pontos de 8 metros, já a área de floresta conteve uma área amostral de 2268m<sup>2</sup> com espaçamento regular entre pontos de 6 m. Nos pontos de cruzamento das malhas foram coletadas amostras na profundidade 0,00-0,20 m, sendo esta, a mais susceptível a sofrer processos erosivos, assim perfazendo um total de 160 amostras. As amostras após coletadas, foram levadas a um ambiente e secas a sombra, afins de preservar suas características, estas foram peneiradas em peneiras de malhas de 9,51; 4,76; 2 mm de diâmetro, onde o material retido na peneira de 4,76 mm foi destinado a análise de agregados e a de 2 mm utilizado na determinação dos demais atributos.

A separação e estabilidade dos agregados foi determinada segundo Kemper e Chepil (1965), onde o solo (20 g) foi submetido a agitações horizontais durante 15 minutos em um aparelho do tipo Yoder, sendo separadas as partículas em diâmetros, de acordo com as malhas da peneiras em >2,0; 2,0-1,0; 1,0-0,25; 0,25-0,10; 0,10-0,05 e <0,05 mm, após realizado o procedimento solo foi transferido a uma latinha, de peso conhecido, e levada a estufa ficando por 24 horas a uma temperatura de 105 °C, após o período, forma pesadas e os resultados foram expressos em percentual dos agregados retidos nas peneiras >2 mm; 2 à 1 mm e < 1,0 mm, determinando o diâmetro médio ponderado (DMP) e o diâmetro médio geométrico (DMG).

A análise granulométrica, foi realizada em duas etapas, a primeira determinação as frações de areia, silte e argila utilizando o método da pipeta, com solução de NaOH 1 mol L<sup>-1</sup> como dispersante químico e agitação mecânica em aparato de alta rotação por 15 minutos, a fração argila foi separada por sedimentação, a areia por tamisação e o silte calculado pela diferença seguindo metodologia proposta pela Teixeira et al. (2017). A segunda etapa prosseguiu com a separação da areia em areia muito grossa (AMG), areia grossa (AG), areia média (AM), areia fina (AF) e areia muito fina (AMF), utilizando peneiras de diâmetros de 2; 1; 0,5; 0,250; 0,125 e 0,063 mm, respectivamente, o processo de separação deu-se por agitação com uso do agitador de peneiras modelo SOLOTEST com reostato digital marcador de tempo e frequência, para o fracionamento das partículas através das vibrações que aceleram o peneiramento, cada amostra foi submetida a 15 minutos de agitação.

A matéria orgânica (MO), foi estimada com base no carbono orgânico total de acordo com metodologia de

Yoemans e Bremner (1988). Considerando-se os húmus com aproximadamente 58% de carbono, a M.O. será estimada pela expressão (Eq. 1):

$$M.O. = C.O. \times 1,724 \quad \text{Eq. (1)}$$

Para o cálculo da erodibilidade, foi utilizado o modelo indireto proposto por Denardin, (1990), no qual se estima a erodibilidade através de equações que envolvem os valores dos atributos do solo analisados em laboratório. O fator K fornecido por este método é expresso em Mg/ha/h/ha/MJ/mm<sup>-1</sup> (Eq. 2):

$$K = 0,00000748M + 0,00448059p - 0,0631175DMP + 0,01039567 X32 \quad (2)$$

Onde,

M= novo silte (novo silte + nova areia);

p= permeabilidade;

DMP= diâmetro médio ponderado das partículas do solo inferiores a 2,00 mm;

X32= nova areia (MO/100);

Novo silte= silte + areia muito fina, %;

Nova areia= areia muito grossa + areia grossa + areia média + areia fina, %.

Os dados foram submetidos à análise de estatística descritiva, sendo determinados a média, valores máximos e mínimos, coeficientes de assimetria e curtose, coeficiente de distribuição de frequências dos dados e, coeficiente de variação (CV) utilizando o software estatístico IBM SPSS Statistics.

A análise da dependência espacial foi feita por meio da geoestatística (Vieira et al., 2000). Sob teoria da hipótese intrínseca, onde o semivariograma experimental foi estimado pela equação a seguir (Eq.3):

$$\gamma(h) = \frac{1}{2} E \{ [Z(x) - Z(x+h)]^2 \} \quad \text{Eq. (3)}$$

onde:

$\gamma(h)$  = semivariograma;

$Z(x)$  = valor da variável no ponto  $x$ ;

$Z(x+h)$  = valor da variável no ponto

$(x + h)$ ;

$h$  = distância entre os pontos  $x$  e  $(x + h)$ .

Para estes cálculos, utilizou-se o programa GS+, onde algoritmo implementado no GS+ seleciona o modelo que apresentar menor soma de quadrado de resíduo no ajuste. O ajuste do modelo matemático aos dados define os parâmetros do semivariograma, que são: efeito pepita (Co), que é o valor de  $\gamma$  quando  $h=0$ ; alcance (a) a partir do qual  $\gamma$  é constante; patamar (C+Co), cujo valor é aproximadamente igual à variância dos dados (se ela existe) obtido pela soma do efeito pepita (Co) e a variância estrutural (C).

## Resultados e Discussão

Os valores médios dos atributos utilizados para determinação indireta da erodibilidade do solo (Fator K) são apresentados a seguir (Tabela 1). Nota-se que a pastagem tende a apresentar valores maiores na fração AMF (areia muito fina) com relação à floresta. Este comportamento pode estar associado ao manejo desta área, que implica num uso mais intensivo do solo e, conseqüentemente, maior fragmentação das partículas de areia pelo pisoteio animal, o que ocasiona a diminuição no tamanho das partículas (Bortolini et al., 2016).

**Tabela 1.** Valores médios de atributos físicos e químicos do solo.

AMG	AG	AM	AF	AMF	Argila	Silte	MO	DMP
-----%-----								mm
Pastagem								
0,42	2,87	29,90	34,01	7,75	8,32	16,75	3,65	2,69
Floresta								
1,08	2,12	30,41	33,06	3,95	9,40	20,05	3,69	2,56

AMG: areia muito grossa; AG: areia grossa; AM: Areia média; AF: areia fina; AMF: areia muito fina; MO: matéria orgânica; DMP: diâmetro métrico ponderado.

A partir das médias e utilizando a classificação de Manning et al. (2002), este classificando os graus de erodibilidade com base na média do fator K em extremamente alta ( $K > 0,06$ ), muito alta ( $0,045 < K < 0,06$ ), alta ( $0,03 < K < 0,045$ ), média ( $0,015 < K < 0,03$ ), baixa ( $0,009 < K < 0,015$ ) e muito baixa ( $K < 0,009$ ), pode-se afirmar que as áreas

em questão apresentam um potencial extremamente alto de serem erodidas, ressaltando a importância de cuidados com o manejo destas áreas. É possível afirmar ainda que a área de floresta possui maior suscetibilidade de ser erodida, comparando os valores do fator K.

**Tabela 2.** Estatística descritiva da erodibilidade do solo ( $Mg\ ha\ h\ ha^{-1}\ MJ^{-1}\ mm^{-1}$ ).

Parâmetro	Pastagem	Floresta
Média	0.0893	0.0983
DP	0.0410	0.0494
CV	45.9126	50.2543
Máx	0.1891	0.1856
Min	0.0005	0.0007

DP: desvio padrão; CV: coeficiente de variação; Máx: Máximo; Min: Mínimo.

Os resultados referentes à geoestatística da erodibilidade do solo são apresentadas a seguir (Tabela 3). Segundo a classificação de Cambardella et al. (1994), (onde:  $GDE < 25$ ;  $25 < GDE < 75$ ; e  $GDE > 75$ , representam, respectivamente, alta, moderada e baixa dependência espacial), o fator K de ambas as áreas apresentou dependência

espacial moderada. Estes mesmos autores associam a alta dependência espacial às propriedades intrínsecas do solo, o que, conseqüentemente, em conjunto com o coeficiente de variação encontrado para os atributos estudados, justificam novamente a não dependência dos atributos avaliados com as propriedades intrínsecas do solo.

**Tabela 3.** Geoestatística da erodibilidade do solo ( $Mg\ ha\ h\ ha^{-1}\ MJ^{-1}\ mm^{-1}$ ).

Parâmetro	Pastagem	Floresta
Alcance (m)	24.50	17.30
Efeito Pepita	0.0011	0.0006
Patamar	0.0023	0.0024
GDE	47.83	25.00
R <sup>2</sup>	0.73	0.86
VC	0.86	0.98
Modelo	ESF	ESF

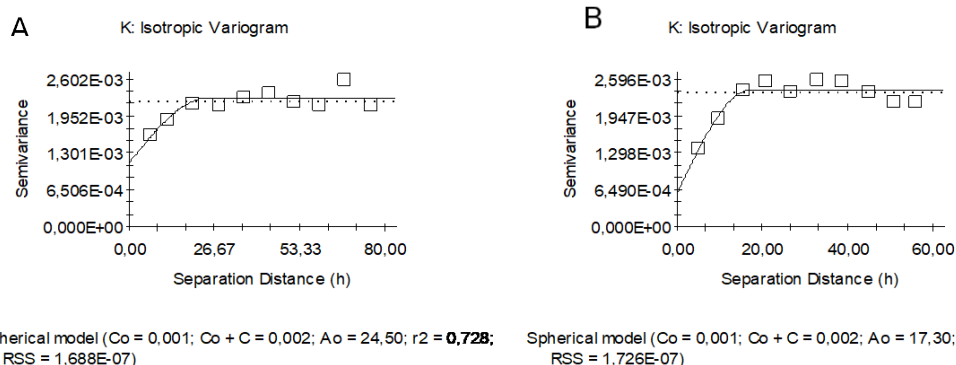
GDE: grau de dependência espacial; R<sup>2</sup>: coeficiente de determinação; VC: validação cruzada; EXP: exponencial; ESF: esférico.

Tanto o coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>) quanto a validação cruzada (VC) apresentaram valores acima e 0,70, indicando um ajuste satisfatório para os atributos avaliados. Já com relação aos modelos utilizados, ambas áreas se

Os alcances obtidos dos semivariogramas são importantes no planejamento e na avaliação experimental, visto que podem auxiliar na definição dos procedimentos de amostragem (Almeida et al., 2017), pois este parâmetro indica a máxima

adequaram ao modelo esférico. Segundo Almeida et al. (2016), o modelo esférico se adequa a fenômenos com maior continuidade espacial, o que pode ser confirmado pelos mapas de distribuição (Figura 2).

distância em que os pontos estão correlacionados entre si. Entretanto, conforme exposto anteriormente, para o presente estudo a variável alcance serve apenas para indicar a continuidade da variável no solo.

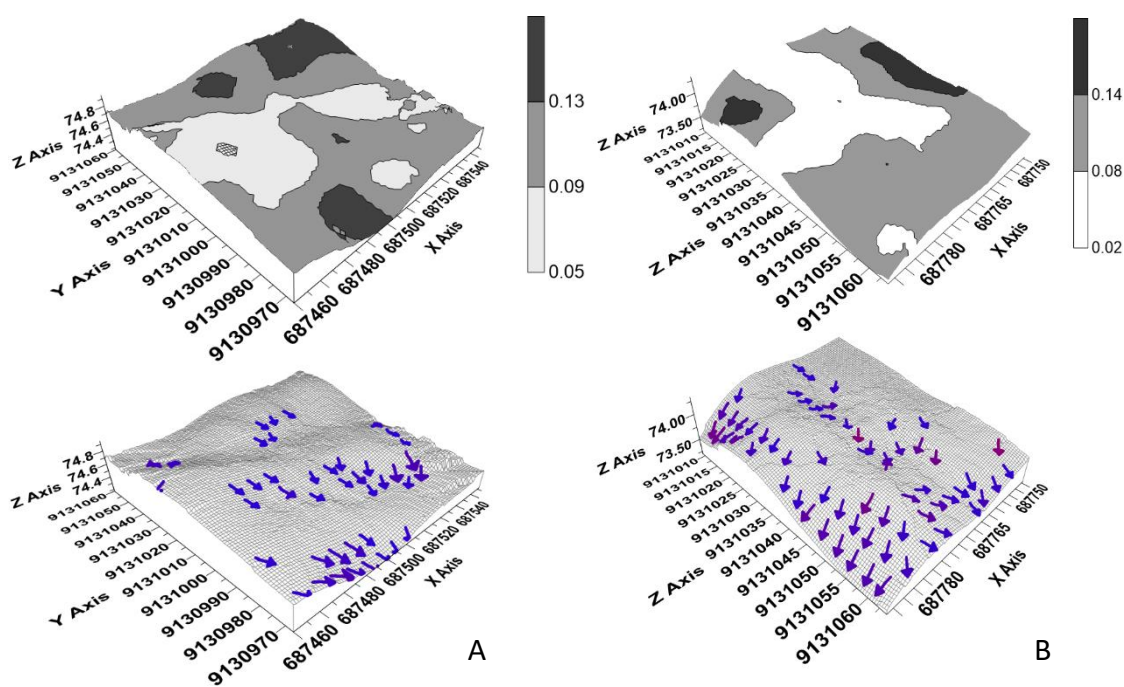


**Figura 1.** Modelagem dos semivariogramas da erodibilidade do solo em pastagem (A) e floresta (B) ( $Mg\ ha\ h\ ha^{-1}\ MJ^{-1}\ mm^{-1}$ ).

Com relação ao alcance, o maior valor foi observado na área de pastagem, indicando maior continuidade espacial dos atributos neste ambiente. Em parte, este comportamento pode ser explicado pela vegetação, na qual a ausência de grande diversidade torna as variações causada pelas condições ambientais reinantes menores ao se retirar da questão a influência da vegetação.

Pela análise da Figura 2, referente ao mapa de krigagem e fluxo de água, é possível observar que os maiores valores de erodibilidade do solo estão nos locais da parte mais alta do relevo ou

em regiões baixas onde o escoamento de água é mais concentrado, isso pode ser associado a dois fatores, o primeiro diz respeito ao fato de que a água é um desagregador e ao acumulo ocorre nas partes mais baixas do terreno, o que intensifica esse processo (Enriquez et al., 1990). O segundo diz respeito a menor quantidade de vegetação, o que é comum nas partes mais superiores do terreno, levando-se em consideração a lixiviação de nutrientes, sendo a falta de vegetação um dos fatores que contribui para a erosão do solo (Barros e Castro, 2016).



**Figura 2.** Mapas de distribuição da erodibilidade do solo e modelo de escoamento em pastagem (A) e floresta (B) ( $\text{Mg ha h ha}^{-1} \text{ MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ ).

### Conclusão

Os valores médios da erodibilidade encontrados são de  $0,0893 \text{ Mg ha h ha}^{-1} \text{ MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$  e  $0,0983 \text{ Mg ha h ha}^{-1} \text{ MJ}^{-1}$

$\text{mm}^{-1}$  para pastagem e floresta respectivamente.

Ambas as áreas possuem índices de erodibilidade extremamente altos, com a floresta se apresentando maior, em relação a área de pastagem.

As partes mais altas e as mais baixas dos terrenos, estão mais susceptíveis a sofrerem processos erosivos.

### Referências bibliográficas

ALMEIDA, L. S.; GUIMARÃES, E. C. Geoestatística como ferramenta para o manejo sustentável da fertilidade do solo na cafeicultura. **Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 59, n. 4, p. 370-377, 2016.

ALMEIDA, L. S.; GUIMARÃES, E. C. Geoestatística para determinação e modelagem da variabilidade espacial de micronutrientes no solo cultivado com café no município de araguari-mg. **Cultura Agrônômica: Revista de Ciências Agrônômicas**, v. 26, n. 2, p. 158-173, 2017.

AQUINO, C. M. S.; OLIVEIRA, J. G. B. Estimativa do fator erodibilidade (k) das associações de solos do estado piauí descritas em jacomine (1986). **Revista Geotemas**, v. 7, n. 1, p. 26-36, 2017.

BARBOSA, R. S.; JÚNIOR, J. M.; BARRÓN, V.; MARTINS FILHO, M. V.; SIQUEIRA, D. S.; PELUCO, R. G.; SILVA, L. S. Prediction and mapping of erodibility factors (USLE and WEPP) by magnetic susceptibility in basalt-derived soils in northeastern São Paulo state, Brazil. **Environmental Earth Sciences**, v. 78, n. 1, p. 12, 2019.

BARROS, J. S.; CASTRO, A. A. J. F. Compartimentação geoambiental no complexo de Campo Maior, PI: uma área de tensão ecológica. **Interações (Campo Grande)**, v. 8, n. 13, 2016.

BORTOLINI, D.; ALBUQUERQUE, J. A.; RECH, C.; MAFRA, Á. L.; RIBEIRO FILHO, H. M. N.; PÉRTILE, P. Propriedades físicas do solo em sistema de integração lavoura-pecuária em Cambissolo

Húmico. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 15, n. 1, p. 60-67, 2016.

CAMBARDELLA, C. A.; MOORMAN, T.B; NOVACK, J.M; PARKIN, T.B; KARLEN, D.L; TURCO R.F.; KNOPKA, A. E. Field-scale variability of soil properties in central Iowa soils. **Soil Science Society America Journal**, Medison, v.58, p.1240-1248, 1994.

DEMARCHI, J. C.; PIROLI, E. L.; ZIMBACK, C. R. L. Estimativa de perda de solos por erosão na bacia hidrográfica do Ribeirão das Perobas (SP) nos anos 1962 e 2011. **Raega- O Espaço Geográfico em Análise**, v. 46, n. 1, p. 110-131, 2019.

DENARDIN, J. E. **Erodibilidade do solo estimado por meio de parâmetros físicos e químicos**. p. 114, Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1990.

ENOQUE, G. D. M.; DA SILVA, M. W.; OLIVEIRA, O. M.; DA SILVA, D. C.; SILVA LIMA, J. Avaliação dos Atributos Morfológicos de Antróposolo Terra Preta de Índio Em Sítio Arqueológico no Município de Altamira-PA. **Cadernos de Agroecologia**, v. 10, n. 3, 2016.

ENRIQUEZ, A. G.; SILVA, D. P.; PRUSKI, F. F.; GRIEBELER, N. P.; CECON, P. R. Erodibilidade e tensão crítica de cisalhamento no canal de drenagem de estrada rural não pavimentada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi**, v. 19, n. 2, 2015.

SANTIAGO, C. M. C.; SALES, M. C. L.; DA SILVA, E. V.; PAULA, J. E. A. Erodibilidade do solo e a relação com as formas de uso e ocupação na Bacia hidrográfica do Rio São Nicolau-Piauí. **Ambiente e educação**, v. 21, n. 2, p. 154-175, 2016.



FALCÃO, K. S.; LEITE, E. F. Avaliação do potencial natural à erosão hídrica na bacia do rio rioaque. **Revista Geoaraguaia**, v. 8, n. 3, 2018.

FLANAGAN, D. C.; LIVINGSTON, S. J. **Usda - Water erosion prediction project: WEPP user summary**. West Lafayette: National Soil Research Laboratory & USDA – Agricultural Research Service. p. 25-26, 1995.

GARCIA, L.; COSTA, J. A.; KERN, D. C.; FRAZÃO, F. J. L. Caracterização de solos com terra preta: estudo de caso em um sítio tupi-guarani pré-colonial da Amazônia oriental. **Revista de Arqueologia**, v. 28, n. 1, p. 52-81, 2015.

KEMPER, W. D.; CHEPIL, W. S. **Size distribution of aggregates**, In: Black, C. A.; Evans, D. D.; White, J. L.; Ensminger, L. E.; Clarck, F. E. eds, *Methods of soil analysis*. American Society of Agronomy, Soil Science of America. Part I, p. 499 – 510. Madison, 1965.

LEPSCH, I. F. **Formação e Conservação dos solos**. Oficina de textos. p. 124-129. São Paulo, 2002.

RAIMO, L. A. D. L.; AMORIM, R. S. S.; TORRES, G. N.; BOCUTI, E. D.; COUTO, E. G. Variabilidade espacial da erodibilidade no estado de Mato Grosso, Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 42, n. 1, p. 55-67, 2019.

TEIXEIRA, M. B.; CAMARGO, P. L. T.; JUNIOR, P. P. M. Avaliação da perda universal de solos para o município de são francisco-minas gerais. **Revista Geografica Academica**, v. 11, n. 2, p. 67-78, 2017.

TEIXEIRA, P.C.; DONAGEMMA, G.K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W.G. **Manual de métodos de análise de solo**. 3.ed.

**revista e atualizada**. EMBRAPA, Brasília. 573p, 2017.

VIEIRA, S. R. **Geoestatística em estudo da variabilidade espacial do solo**. In: Novais, R. F.; Alvarez V., V. H.; Schaefer, C. E. G. R. ed. *Tópicos ciência do solo*. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v.1, p.1-54. 2000.