IV SIMPÓSIO ABC
ARGENTINA-BRASIL-CUBA
Sistemas de Produção e Sustentabilidade Agrícola:
Experiências na Argentina, Brasil e Cuba
Realização
Apoio

COMPORTAMENTO DA ERODIBILIDADE DO SOLO EM FUNÇÃO DA CONVERSÃO DE FLORESTA NATURAL EM ÁREA CULTIVADA NO SUL DO AMAZONAS, BRASIL

Soil Erodibility Behavior as a Function of Conversion of Natural Forest to Cultivated Area in the South of Amazonas, Brazil

Elilson Gomes de BRITO FILHO[1]; Milton César Costa CAMPOS[2]; Wildson Benedito Mendes BRITO[3]; Douglas Marcelo Pinheiro da SILVA[4]; Fernando Gomes de SOUZA[5] & José Maurício da CUNHA[6]

[1]Graduando em Agronomia (UFAM). E-mail: bfsambiente@gmail.com
[2]Professor do Departamento de Agronomia (UFAM).
[3]Mestrando em Agronomia Tropical (UFAM).
[4]Professor do Departamento de Engenharia Ambiental (UFAM).
[5]Professor do Departamento de Agronomia (UFRR).
[6]Professor do Departamento de Física (UFAM).

Resumo: A erodibilidade do solo é um dos fatores mais preocupantes dentro da agricultura, pois diretamente e indiretamente afetam a produção, e consequentemente o meio ambiente. Logo, objetivou-se com esse estudo verificar o comportamento da erodibilidade do solo em função da conversão de floresta nativa em área de cultivos no Sul do Amazonas, Brasil. Foram selecionadas quatro áreas com diferentes sistemas de usos tradicionais. As malhas foram estabelecidas de acordo com as dimensões do cultivo, coletando-se amostras com estrutura preservada em forma de torrão na profundidade de 0,00-0,20 m, com 80 pontos amostrais em cada área estudada. As amostras foram secas à sobra e levemente destorroadas, de forma manual, passado as mesmas em peneira de 4,76 mm de diâmetro de malha, separando-se o material retido na peneira de 2,00 mm para as análises de textura do solo, fracionamento da areia e carbono orgânico. Para estimativa da erodibilidade, utilizou-se modelos indiretos de predição, onde os mesmos estimaram os valores dos fatores erodibilidade por meio de equações. As áreas cultivadas com guaraná e urucum apresentaram maior predisposição do solo a sofrer erosão em sulcos (Krwepp) e entressulcos (Kiwepp). O cultivo de cupuaçu se configurou como área convertida que mais intensifica a erodibilidade do solo, bem como a área de cupuaçu apresentou menor variabilidade espacial, considerando que nela foram encontrados os menores graus de dependência espacial e maiores alcances.

Palavras-chave: Erosão; geoestatística, uso e manejo do solo, solos amazônicos,

Abstract: Soil erodibility is one of the most worrying factors within agriculture, as it directly and indirectly affects production, and consequently the environment. Thus, the objective of this study was to verify the behavior of soil erodibility as a function of the conversion of native forest to cultivated area in Southern Amazonas, Brazil. Four areas with different systems of traditional uses were selected. The meshes were established according to the size of the cultivation, collecting samples with preserved structure in the form of clod in the depth of 0.00-0.20 m, with 80 sampling points in each studied area. The samples were left to dry and slightly untwisted by hand, passed through a 4.76 mm mesh sieve, separating the material retained in the 2.00 mm sieve for soil texture analysis. Sand and organic carbon fractionation.

To estimate erodibility, indirect prediction models were used, where they estimated the values of erodibility factors through equations. The areas cultivated with guarana and annatto showed higher soil predisposition to erosion in furrows (Krwepp) and mulch (Kiwepp). Cupuassu cultivation was the converted area that most intensifies soil erodibility, and the cupuassu area showed the lowest spatial variability, considering that the lowest degrees of spatial dependence and the highest ranges were found.

Keywords: Erosion; geostatistics; land use and management; amazonian soils.

Introdução

O bioma amazônico possui grande destaque por sua enorme diversidade de fauna e flora, e incluso nessas diversidades estão seus solos (MELO et al., 2017). Os solos do amazônicos além de apresentarem enorme valor ambiental e ecológico, é componente fundamental na contribuição para renda econômica nos mais diversos ramos do estado do Amazonas, destacando assim a importância de seus aspectos de uso (GOMES et al., 2018).

Dentre os ramos para uso do solo se inclui a agricultura, onde a modalidade de agricultura familiar é a que mais se destaca no estado, essa agricultura é praticada em comunidades ribeirinhas, em aldeias, bem como em assentamentos. Assentamentos são um conjunto de unidades agrícolas independentes entre si, instaladas pelo Incra onde originalmente existia um imóvel rural que pertencia a um único proprietário. Dentro desses aspectos se encaixa o Assentamento São Francisco localizado em Canutama no Sul do Amazonas, onde a produção dos assentados se concentra na produção agrícola oriunda do cultivo de guaraná, açaí, urucum (RODRIGUES et al., 2016).

Em toda produção agrícola a qualidade do solo é peça fundamental, logo visa-se a sustentabilidade das lavouras, porém quando o manejo é realizado de forma incorreta acarreta vários danos ao solo, incluindo o aumento da erodibilidade do solo. Assim há a necessidade de entender o comportamento da erodibilidade desses solos em função seu uso, podendo assim avaliar o grau de impactos que determinado cultivo pode causar ao ambiente, bem como planejar e elaborar técnicas conservacionistas que venham a tornar este cultivo sustentável (SILVA et al., 2016).

Existes métodos diretos e indiretos para determinação da erodibilidade do solo. Dentre as técnicas mais utilizadas para determinação indireta da erodibilidade, temos a proposta por Denardin (1990). Determinado a erodibilidade a avaliação dos dados é crucial, e uma aliada bastante importante são as ferramentas estatísticas, por elas é possível a diferenciação dos ambientes e dispersão dos dados, no caso da estatística descritiva com teste de médias, bem como pela geoestatística é possível individualmente verificar a distribuição e correlação dos atributos no ambiente, gerando assim um mapa de krigagem do atributo em relação a área de estudo, podendo assim auxiliar na diagnose da qualidade do solo. Logo, Objetivou-se com este trabalho verificar o comportamento e dinâmica da erodibilidade do solo em ambientes com cultivo e comparação a uma área de floresta natural.

Material e Métodos

O estudo foi desenvolvido no Assentamento São Francisco localizado no município de Canutama, Amazonas, Brasil (figura 1). Foram selecionadas quatro áreas, sendo três áreas sob diferentes cultivos: Urucum (*Bixa orellana* L.), Cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex. Spreng) Schum), Guaraná (*Paullinia cupana* (Mart.) Ducke) e mais área de floresta

natural. Nas áreas foram estabelecidas malhas de 80 pontos com dimensão de 90 x 70 m (espaçamento de 10 x 10 entre pontos), dimensão de 90 x 56 m (espaçamento entre pontos 10 x 8 m) e dimensão de 54 x 42 m (espaçamento entre os pontos de 6 x 6 m) para os ambientes com floresta e guaraná, urucum, cupuaçu, respectivamente. Nos pontos de cruzamento da malha foram amostrados os solos na profundidade de 0-20 cm em forma de torrão, sendo esses pontos georrefenciados.

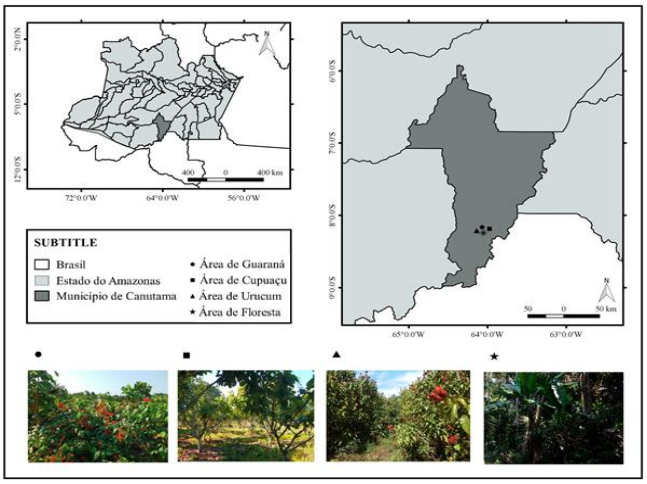

Figura 1. Localização e modelo de elevação digital das áreas com guaraná, cupuaçu, urucum e floresta, no município de Canutama, região sul do Amazonas.

Após secas e destorroadas as amostras seguiram para laboratório onde foram determinadas a textura (areia total, silte e argila) pelo método da pipeta, a areia foi fracionada em um Agitador de Peneiras, modelo SOLOTEST. O carbono orgânico (CO) foi determinado pelo método de Walkley-Black, modificado por Yeomans e Bremner (EMBRAPA, 2017). Já a matéria orgânica foi determinada pelo produto do C.O.pelo fator 1,724.

Para o cálculo da erodibilidade global do solo da USLE (fator K_1, t ha^{-1} MJ^{-1} mm^{-1} ha h) foi utilizada a equação proposta por Denardin (1990) (Equação 1):

$$K = 7{,}48 \times 10^{-6} M + 4{,}48059 \times 10^{-3} p - 6{,}31175 \times 10^{-2} X27 + 1{,}039567 \times 10^{-2} X32 \quad (1)$$

Onde:

p = permeabilidade, segundo Wischmeier et al. (1971);

X27 = [(0,002 x argila, %) + (0,026 x silte, %) + (0,075 x areia muito fina, %) + (0,175 areia fina, %) + (0,375 areia média, %) + (0,75 areia grossa, %) + (1,5 areia muito grossa, %)] / (argila, % + silte, % + areia, %);

M = **N**ovo silte x (novo silte + nova areia);

X32 = Nova Areia x (Matéria Orgânica, %/100).

Em que:

Novo silte = silte + areia muito fina (%);

Nova areia = areia muito grossa + areia grossa + areia média + areia fina (%);

Para o cálculo da erodibilidade em entressulcos do modelo Wepp (Ki, kg s m^{-4}) foram utilizadas as equações propostas por Flanagan e Livingston (1995) (Equação 2 e 3):

$$Ki\ WEPP = 2728000 + 192100\ AMF, \quad areia \geq 30\% \quad (2)$$

$$Ki\ WEPP = 6054000 - 55130\ ARG, \quad areia < 30\% \quad (3)$$

Para calcular a erodibilidade em sulcos (Kr, s m^{-1}) e a tensão cisalhante (Tc, N^{-1} m^{-2}) do modelo Wepp foram utilizadas as equações propostas por Flanagan & Livingston (1995) (Equação 4, 5, 6 e 7):

Kr WEPP = 0,00197+0,00030 AMF + 0,03863 e (-1,84 MO) areia ≥ 30% (4)
Tc WEPP = 2,67 + 0,065 ARG – 0,058 AMF areia ≥ 30% (5)
Kr WEPP = 0,0069 + 0,134 e (-0,20*ARG) areia < 30% (6)
Tc WEPP = 3,5 areia < 30% (7)

Em que:
AMF = percentual de areia muito fina (%); e = base dos logaritmos neperianos; MO= percentual de matéria orgânica do solo (%); ARG = percentual de argila (%).

Todos os dados foram avaliados por meio da estatística descritiva com teste de Tukey a 5% de probabilidade e pela análise de geoestatística, realizada com base no semivariograma experimental, estimado pela equação:

$$\hat{\gamma}(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2$$

Sendo $\hat{\gamma}(h)$ o valor da semivariância para uma distância h; n(h) o número de pares envolvidos no cálculo da semivariância; Z(xi) o valor do atributo Z na posição xi; e Z (xi + h) o valor do atributo Z separado por uma distância h da posição xi. Para a análise do grau de dependência espacial (GDE) dos atributos em estudo, foi utilizada a classificação de Cambardella et al. (1994).

Resultados e Discussão

O alto valor de MO (tabela 1) encontrado na área de cupuaçu, possivelmente está associado à elevada cobertura vegetal proporcionada pelo aporte de resíduos provenientes da própria cultura adquirida ao longo dos sete anos de cultivo, além da isenção de práticas intensivas no solo. Os presentes resultados são similares aos encontrados por Fontana et al. (2011), a qual verificaram-se maiores teores de MO em área cultivada com banana, associando tal resultado à incorporação dos restos culturais da cultura (folhas e pseudocaule) e do material roçado da própria área.

Ao analisar os resultados da erodibilidade global, observou-se que as áreas de estudo apresentaram valores de K muito próximos, variando de 4,70 x 10^{-2} a 4,98 x 10^{-2} t ha^{-1} MJ-1 mm^{-1} ha, evidenciando maiores valores nas áreas de cupuaçu e floresta (Tabela 1). O tipo de solo e os altos valores de silte encontrados nas áreas de floresta e cupuaçu proporcionaram maior suscetibilidade das respectivas áreas a erosão. Neste sentindo, tais resultados podem ser considerados, uma vez que o fator K apenas demonstra a predisposição das áreas a erosão. Os resultados encontrados podem ser comprovados por outros estudos, onde também observaram maiores índices de erodibilidade em solos com altos teores de silte e areia (TALESHIAN & JELOUDAR et al., 2018).

Em relação ao Ki_{wepp} (erodibilidade entressulcos) e Kr_{wepp} (erodibilidade em sulcos) foi possível observar que as áreas de guaraná e urucum não apresentaram diferença significativa entre si. Com base nos resultados encontrados é possível aferir que as áreas de guaraná e urucum apresentaram maior predisposição a sofrer erosão em entressulcos (Ki_{wepp}) e sulcos (Kr_{wepp}). Os valores médios dos fatores de erodibilidade do solo em entressulcos (Ki) foram maiores do que obtidos por Franco et al., (2012) que estudou a erodibilidade do solo em entressulcos em um argissolo vermelho obtendo um valor médio de 1,82 x 106 s m^{-4}.

Os menores valores do grau de dependência espacial (GDE) ocorreram para o atributo argila na área de urucum e MO na área de cupuaçu ambos apresentando valor de 0,05%, evidenciando forte grau de dependência espacial. Quanto menor este valor, menor o valor relativo do efeito pepita, e, consequentemente, mais bem arranjado espacialmente se encontra o atributo estudado (BERNER et al., 2007).

Tabela 1. Teste de média e estatística descritiva dos atributos da erodibilidade do solo na profundidade de 0,00-0,20 m para as áreas com diferentes usos no sul do Amazonas - AM.

Estatística Descritiva	MO	Areia	Silte	Argila	Fator K	Ki_{wepp}	Kr_{wepp}	Tc_{wepp}
	g kg^{-1}	----------t ha^{-1}----------			t ha^{-1} MJ mm^{-1} ha h	kg s m^{-4}	s m^{-1}	N m^{-2}
Guaraná								
Média	21,05 d	372,03 a	413,06 c	214,91 c	4,70 x10^{-2} b	6,18 x10^{7} a	8,31 x10^{-3} a	3,03 b
CV (%)	15,13	10,17	5,02	15,65	4,51	4,79	8,16	8,15
K-S	0,06*	0,06*	0,10*	0,09*	0,07*	0,07*	0,10*	0,09*
Urucum								
Média	23,79 c	381,62 a	387,54 d	230,84 b	4,70 x10^{-2} b	6,31 x10^{7} a	8,16 x10^{-3} a	3,08 b
CV (%)	11,01	11,78	8,81	15,53	6,23	12,77	16,11	11,09
K-S	0,07*	0,10*	0,05*	0,08*	0,10*	0,19*	0,15*	0,06*
Cupuaçu								
Média	31,42 a	275,51 b	452,85 b	271,64 a	4,98 x10^{-2} a	4,59 x10^{7} b	7,63 x10^{-3} b	3,5 a
CV (%)	16,05	7,45	7,58	9,32	5,84	3,24	4,85	-
K-S	0,07*	0,06*	0,08*	0,07*	0,07*	0,08*	0,13*	-
Floresta								
Média	26,67 b	242,99 c	492,17 a	260,84 a	4,90 x10^{-2} a	4,61 x10^{7} b	7,58 x10^{-3} b	3,5 a
CV (%)	12,76	8,22	5,35	8,83	5,39	2,75	2,63	-
K-S	0,07*	0,06*	0,05*	0,06*	0,09*	0,06*	0,10*	-

CV: coeficiente de variação (%); K-S: teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov.*Significativo a 5% de probabilidade; M.O.: Matéria orgânica; Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Observou-se que as variáveis em estudo apresentaram diferentes valores de alcance, de modo que os menores valores foram observados na área de cupuaçu, para o atributo M.O. da ordem de 12,10 m e o maior valor ficou em 89,90 m. Assim, demonstrando que a malha amostral conseguiu captar a variabilidade espacial dos atributos e que as estimativas de valores realizadas por meio de krigagem geraram valores confiáveis (SOARES et al., 2018)

Conclusões

As áreas cultivadas com guaraná e urucum apresentaram maior predisposição do solo a sofrer erosão em sulcos (Kr_{wepp}) e entressulcos (Ki_{wepp}).

O cultivo de cupuaçu se configurou como área convertida que mais intensifica a erodibilidade do solo em questão, pois foi o único que apresentou maior fator K em relação à área de floresta.

Dentro todos os cultivos, a área de cupuaçu apresentou menor variabilidade espacial, considerando que nela foram encontrados os menores graus de dependência espacial e maiores alcances.

Referências Bibliográficas

BERNER, P. G. M. et al. Variabilidade espacial de propriedades físicas e químicas de um cambissolo sob dois sistemas de manejo de cana-de-açúcar. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 31, n. 5, p. 837–844, 2007.

CAMBARDELLA, C. A. et al. Field-scale variability of soil properties in Central Iowa. Soil Science Society of America Journal, v. 58, n. 5, p. 1501-11, 1994.

DENARDIN, J.E. Erodibilidade de solo estimada por meio de parâmetros físicos e químicos. 81p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1990.

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

FONTANA, A. et al. Avaliação dos compartimentos da matéria orgânica em área de Mata Atlântica, Acta Scientiarum. Agronomy, v. 33, n. 3, p. 545-550, 2011.

FRANCO, Â. M. P. et al. Erodibilidade do solo em entressulcos determinada experimentalmente e por modelos matemáticos em um argissolo vermelho. Current Agricultural Science and Technology, v. 18, n. 2, p. 175-187. 2012.

GOMES, M. C. et al. Assistência Técnica e Extensão Rural em comunidades rurais do sul do Amazonas. Novos Cadernos NAEA, v. 21, n. 2. p. 193-211, 2018.

MELO, V. F. et al. Land Use and Changes in Soil Morphology and Physical Chemical Properties in Southern Amazon. Revista Brasileira de Ciência do Solo. v. 41, n. e0170034). P. 1-14, 2017.

RODRIGUES, J. C. W. et al. Práticas de base agroecológica no projeto de assentamento São Francisco (Canutama, sul do Amazonas). Cadernos de Agroecologia, v. 10, n. 3, 2016.

SILVA, L. F. S. et al. Métodos indiretos de estimativa da erodibilidade de um latossolo vermelho da região de Campinas, SP. Revista Ciencia, Tecnologia & Ambiente, v. 3, n. 1, p. 51-58, 2016.

SOARES, M. D.R. et al. Variabilidade espacial da estabilidade dos agregados e matéria orgânica do solo em terra preta arqueológica sob pastagem. Gaia Scientia, v. 12, n. 2. p. 125-133, 2018.

TALESHIAN; JELOUDAR, F. Impact of land use change on soil erodibility. Global Journal of Environmental Science and Management, v. 4, n. 1, p. 59-70, 2018.

WISCHMEIER, W. H.; JOHNSON, C. B. & CROSS, B.V. A soil erodibility nomograph for 175 farmland and construction sites. Journal of Soil and Water Conservation, v.26, n. 5, p.189-193, 1971.