10.30612/agrarian.v12i43.8081

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

Variabilidade das perdas de solo em Neossolo Quartzarênico sob diferentes coberturas no ecótono Cerrado-Amazônia

Variability of soil loss in Typic Quartzipsamment in different covers in the Cerrado-Amazon ecotone

Nayara Martins Alencar[1], Antonio Clementino dos Santos[1], Joaquim José de Paula Neto[1], Marcos Odilon Dias Rodrigues[1], Leonardo Bernardes Taverny de Oliveira[2]

[1]Universidade Federal do Tocantins (UFT), Programa de Pós-graduação em Ciência Animal Tropical; BR 153, Km 112, Zona Rural, Araguaína -TO. E-mail: nayara_m1@hotmail.com;
[2]Universidade Federal do Maranhão (UFMA), Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, BR 222, Km 04, Boa Vista, Chapadinha-MA.

Recebido em: 10/05/2018 Aceito em:01/04/2019

Resumo: A perda de solo por agentes erosivos é um dos maiores problemas da agricultura mundial, sobretudo em solos de textura arenosa, como os Neossolos. Dessa forma, objetivou-se avaliar a variabilidade da erosão em Neossolo Quartzarênico dos atributos físicos em duas áreas, sendo uma de mata secundária e outra de pastagem. Foram realizadas as amostragens de solo e o georreferenciamento nas duas áreas, com 45 pontos cada, em malha regular de 25x25 metros. Foram realizadas análises de matéria orgânica, areia grossa, areia fina, silte e argila, para estimativa das perdas e erodibilidade do solo. Através das estimativas pela equação universal da perda de solo, foi possível visualizar por meio da geoestatística a distribuição espacial dos atributos físicos que determinam os processos de erosão. As áreas ocupadas por pastagens apresentaram maior variabilidade sobre os fatores que determinam a perda de solo, como areia grossa e areia fina que constituem a maior parte dos componentes do solo. Como foi evidenciado pelos resultados das tabelas e dos mapas de isolinhas, fica claro que a substituição da área de mata nativa pela de pastagens cultivada, não aumentou a variabilidade aleatória dos atributos, com exceção para a variável areia total, e ocorreu aumento na variabilidade espacial apenas para as perdas de solo.

Palavras-chave: Distribuição espacial, erodibilidade, mata secundária, pastagem, perdas de solo

Abstract: Soil loss by erosive agents is one of the biggest problems in world agriculture, especially in sandy soils, such as the Quartzipsamment. The objective was to evaluate the variability of erosion in Typic Quartzipsamment of the physical attributes in two areas, secondary forest and pasture Soil sampling and georeferencing were performed in the two areas, with 45 points each, in a regular grid of 25x25 meters. Organic matter, coarse sand, fine sand, silt, and clay were analyzed to estimate soil losses and erodibility. Through the estimates by the universal equation of soil loss, it was possible to see through the geostatistical the spatial distribution of the physical attributes that determine the processes of erosion. The areas occupied by pastures have higher variability of the factors which determine the loss of soil, such as coarse sand and fine sand which constitute most of the soil components. As evidenced by the results of tables and contour maps, it is clear that the substitution of native forest by cultivated pastures, did not increase the random variability of the attributes, except for the variable total sand, and there was an increase in the spatial variability only for soil losses.
Keywords: Spatial distribution, erodibility, secondary forest, pasture, soil loss

Introdução

No Brasil, por causa da extensão dos fatores pedogenéticos as classes Latossolo e Argissolo são as principais encontradas, ocupando aproximadamente 58% do território brasileiro. Os Neossolos se fazem do terceiro lugar, com 14,57%, dos quais 42% são de Neossolos Quartzarênicos (Santos, 2013). Estes ocorrem em praticamente todos os estados brasileiros, porém, com predominância na região do Cerrado,

englobando, aproximadamente, 15% de sua área total.

Dentro do estado do Tocantins é reconhecida a importância dos Neossolos Quartzarênicos, em especial na região de Araguaína, que apresenta floresta de transição entre o Cerrado e a Floresta Pluvial Amazônica, sendo abrangida por 41,1% em área desse solo (Reatto et al., 2005). A economia regional impulsionada pela exploração da agropecuária apresenta grandes desafios ao se deparar com esse tipo de solo, diante de suas sérias limitações ao uso agrícola, devido à textura excessivamente arenosa, baixa fertilidade natural, baixa capacidade de retenção de água e elevada erodibilidade (Coelho et al., 2002). Esses solos localizados nessa região possuem teor de areia de 89%, silte de 5,2% e argila 3,2% (Oliveira et al. 2015a), caracterizando-se como solos de elevada permeabilidade e erodibilidade (Oliveira et al., 2015b).

Diante da baixa coesão entre as partículas, estes solos se tornam bastantes susceptíveis à erosão hídrica, sendo um dos fatores mais relevantes à perda de solo (Sperandio et al., 2012), sobretudo quando localizados em regiões de elevada intensidade pluviométrica, como na região norte do Brasil, alavancando suas perdas, mesmo em áreas pouco declivosas, tornando um agente causador de impactos ambientais, contaminando e assoreando cursos d'águas. Adicionalmente a vegetação de ecótono (Cerrado-Amazônia) não permite uma cobertura suficientemente protetiva ao solo. Com isso, tornam-se necessárias intervenções com aplicações de práticas conservacionistas para reduzir essas perdas de solo pela erosão.

Os solos de modo geral, possuem algum nível de perda de material através da erosão. No entanto, variam em magnitude de acordo com suas características físicas. Oliveira et al. (2015) determinaram a erodibilidade de três classes de solo, Argissolo, Latossolo e Neossolo, sendo que o último apresentou menor capacidade em resistir aos efeitos erosivos. Segundo Lima et al. (2000), solos arenosos não permitem práticas agrícolas de baixo nível tecnológico, sendo necessária a utilização de calagem e adubação a fim de que se possa ter adequada produtividade, principalmente para culturas perenes. Com a adoção de tais práticas, presume-se que ocorra maior cobertura vegetal, reduzindo o impacto das gotas de chuva, com mínimas perdas de solo pela erosão, medida-chave para exploração agropecuária em Neossolos Quartzarênicos (Sales et al., 2010).

A desintensificação do uso da terra é outro processo que apresenta resultado benéfico para redução nas perdas de solo, chegando a diminuir em até 44% a erosão ao modificar a cobertura do solo com usos de maior potencial erosivo (agricultura) para coberturas de maior nível de proteção (florestas) (Ten Caten et al., 2012). Diante disso, deve-se conhecer os impactos causados pela exploração de áreas para a agropecuária, antes exploradas para outros fins, e quantificar as perdas ocorridas em sedimentos de solo com poder de contaminação de rios e lagos.

Com isso objetivou-se verificar a variabilidade espacial das perdas de solo em áreas de pastagem e de mata secundária, visando quantificar os impactos da exploração agropecuária em solos sem aptidão agrícola e com elevado potencial erosivo no ecótono cerrado-amazônia, em Neossolo Quartzarênico com malha de 25x25 m.

Material e Métodos

O experimento foi realizado na Universidade Federal do Tocantins, Campus de Araguaína - Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia (07°05'43''S, 48°12'13''W e 226 m de altitude). O clima da região, segundo a classificação de Köppen é AW – Tropical de verão úmido com estação seca e chuvosa bem definida, sendo o período com déficit hídrico de junho a setembro e a época chuvosa compreende os meses de outubro a maio, com precipitação pluviométrica média anual de 1800 mm.

Para coleta dos dados foram utilizadas duas áreas, uma de pastagem e outra de mata, ambas com aproximadamente 2,0 ha cada, dispostas paralelamente. A abertura da área de pastagem ocorreu na década de 70, sendo reformada no ano de 2014, após uso de grade aradora e niveladora com incorporação da forragem remanescente, realizando o plantio de *Megathyrsus maximus* cv. Massai. A área de mata se caracteriza por uma vegetação de regeneração, após antigo processo de perturbação, como por exemplo, extração de madeira e fogo.

No estabelecimento do pasto foram aplicados 1,2 Mg ha^{-1} de calcário dolomítico, além de 200 kg ha^{-1} de adubo formulado 5:25:15. Após 60 dias de estabelecido, foi realizado um pastejo leve de uniformização, com intuito de estimular o perfilhamento, seguido por uma adubação de cobertura com 200 kg ha^{-1} de adubo formulado 20:00:20. As coletas aconteceram quando a pastagem estava vedada, antes da entrada dos animais para realizar um novo pastejo. Simultaneamente, foram amostrados os solos da área de mata. O solo da área é classificado como

NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico (Santos et al., 2013).

As coletas de solo foram realizadas com trado na profundidade de 0-20 cm, com intuito de representar o horizonte agrícola útil das pastagens, em malha regular de 25 por 25 metros, em ambas as áreas, totalizando 90 pontos coletados. As coordenadas geográficas dos pontos de coleta foram marcadas com GPS (*Global Position System*). Foi utilizada a equação universal de perda de solo (EUPS) proposta por Wischmeier e Smith (1978):

$$A = R * K * L * S * C * P$$

Sendo: A - perda de solo em unidade de massa por unidade de área e tempo (Mg ha^{-1} ano^{-1}); R - fator erosividade da chuva (MJ mm ha^{-1} h^{-1} ano^{-1}); K - fator erodibilidade do solo (Mg ha h MJ^{-1} ha^{-1} mm^{-1}); L - comprimento de rampa (metros); S - declividade da rampa (porcentagem); C - fator de uso/manejo do solo (adimensional); P – fator de práticas conservacionistas (adimensional). Para determinação do fator erodibilidade do solo (fator K) foi utilizado o método proposto por Wischmeier e Smith (1978):

$$K = \frac{0,137}{100} \cdot \left[\begin{matrix} 2,1.10^{-4}.(12-MO).\left((Sil+Af).(100-Arg)\right)^{1,14} + \\ 3,25.(S1-2)+2,5.(P1-3) \end{matrix} \right]$$

Sendo: MO - Porcentagem de matéria orgânica; Sil - Silte; Af - areia fina; Arg - argila; S1 - estrutura do solo; P1 - permeabilidade.

A análise granulométrica foi determinada pelo método do densímetro proposta por Bouyoucos (1962). A determinação do teor de carbono orgânico total foi realizada pelo método baseado na oxidação da matéria orgânica com solução de bicromato de potássio em presença de ácido sulfúrico, utilizando como catalisador da oxirredução o calor desprendido na diluição do ácido sulfúrico e titulação do excesso de bicromato com sulfato ferroso amoniacal. A matéria orgânica do solo foi obtida multiplicando-se o teor de carbono orgânico total pelo fator 1,724 (Claessen et al., 1997).

As classes de estrutura e permeabilidade do solo foram determinadas de acordo com Wischmeier et al. (1971), com base no perfil do solo e na descrição morfológica do horizonte A.

O fator erosividade (R) foi calculado pela média dos valores anuais do índice de erosão (EI) a partir da equação proposta por Lombardi Neto e Moldenhauer (1992):

$$(EI) = 67,355\ (r^2/P)^{0,85}$$

Sendo: EI = média mensal do índice de erosão (MJ mm ha^{-1} h^{-1}); r = precipitação média mensal (mm); P = precipitação média anual em mm; R = $\sum$(EI)

Foi utilizada para cálculos do índice mensal de erosividade uma série de registros de 24 anos de precipitação pluviométrica, coletados na estação do Instituto Nacional de Meteorologia, próximo da área experimental. O fator R foi considerado constante para toda área de estudo, com mesmo valor para todos os pontos amostrados.

O fator comprimento da encosta (L) e grau de declividade (S) foi combinado em um único fator denominado LS ou topográfico de acordo com a equação de Bertoni e Lombardi Neto (1999):

$$LS = 0,0094\ C^{0,63}\ D^{1,18}$$

Sendo: LS - fator topográfico (adimensional); C - comprimento da rampa (m); D - declividade (%).

O fator cobertura vegetal (C) foi definido pela literatura. Para o valor C da área de mata foi utilizado 0,0001 extraído de Santos (1993) e para pastagens foi utilizado o valor 0,032 extraído de Silva et al. (2008). Foi atribuído valor 1 como único valor para práticas de controle a erosão (P) em todos os pontos das duas áreas de estudo.

A partir desses dados obtidos no campo realizou-se estatística descritiva composta por média, mediana, valores máximo e mínimo, coeficiente de variação, assimetria e curtose. O ajuste dos dados à distribuição normal foi avaliado pelo teste de Kolmogorov-Smirnov a 5% de probabilidade com auxílio do software Assistat versão 7.5 beta.

Para caracterizar a dependência espacial, que é entendida como a tendência a que o valor de uma variável associada a determinada localização assemelhe-se mais ao valor de suas amostras vizinhas do que ao restante das localizações do conjunto amostral, os resultados foram analisados por meio da geoestatística (Vieira, 2000), onde foi calculada a semivariância $\gamma(h)$ utilizando o software GS^+ (Robertson, 1998), através da seguinte equação: $\gamma(h) = \frac{1}{2\,N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2$, em que N(h) é o número de pares de valores experimentais medidos em $Z(x_i)$ e $Z(x_i + h)$ separados pelo vetor h. O valor de Z são as variáveis analisadas, enquanto os valores de x_i e $x_i + h$ foram definidos de acordo com a localização geográfica das amostras de campo. O ajuste dos semivariogramas possibilitou definir os valores do

efeito pepita (C_0), do alcance (A) e do patamar (C + C_0) (Vieira, 2000).

A seleção do modelo ajustado dos semivariogramas foi realizada com base na menor soma do quadrado dos resíduos (SQR), no maior coeficiente de determinação (R^2) e maior grau de dependência espacial (GDE). Segundo Robertson (1998) a proporção dada pela equação: GDE = 100[C/(C + C_0)], permite classificar em dependência espacial fraca quando GDE ≤ 25%, dependência espacial moderada quando 25% < GDE ≤ 75% e dependência espacial forte quando GDE > 75%. A interpolação dos valores foi realizada pelo método geoestatístico de Krigagem, de modo a definir o padrão espacial da variável estudada, o que permitiu elaboração dos mapas de isolinhas, utilizando-se o software Surfer 8.0 (GOLDEN SOFTWARE, 2002).

Resultados e Discussão

A área de pastagem apresentou perda de solo média de 0,85 Mg ha^{-1} ano^{-1}, superior à encontrada na mata secundária (0,003 Mg ha^{-1} ano^{-1}), demonstrando que as árvores oferecem cobertura vegetal de maior nível de proteção (Tabela 1 e Figura 1 I-B). Além disso, o uso da área de pastagem sem a devida aplicação de práticas conservacionistas de manejo e por longo tempo podem acentuar os efeitos de perdas de solo. Apesar disso, os valores encontrados são considerados baixos, se comparados aos de Neves et al. (2011) para Neossolos Quartzarênicos (6,33 Mg ha^{-1} ano^{-1}) na bacia hidrográfica do rio Jauru-MT e aos de Sperandio et al. (2012) em Latossolo Vermelho (6,88 Mg ha^{-1} ano^{-1}), observando menores perdas para área de regeneração.

Tabela 1. Valores da estatística descritiva da estimativa de perda de solo, erodibilidade, matéria orgânica, areia total, areia grossa, areia fina, silte e argila em mata secundária e pastagem

Variável	Média	Desvio padrão	Coeficientes			KS[1]
			Variação (%)	Assimetria	Curtose	
	Mata Secundária					
Perda de solo (Mg ha^{-1} ano^{-1})	0,003	0,002	67,81	0,77	0,11	0,098**
Erodibilidade do solo (Mg ha h MJ^{-1} ha^{-1} mm^{-1})	0,009	0,006	67,83	0,77	0,12	0,098**
Matéria orgânica (g kg^{-1})	7,42	4,47	60,23	1,37	2,1	0,216*
Areia total (%)	86,38	1,04	1,21	0,3	-0,55	0,216*
Areia grossa(%)	43,33	4,8	11,09	-0,99	0,84	0,127**
Areia fina (%)	24,75	5,98	24,16	0,32	-0,29	0,08**
Silte (%)	3,32	1,26	38	-0,32	-0,89	0,131*
Argila (%)	10,28	0,86	8,36	0,79	-0,44	0,148*
	Pastagem					
Perda de solo (Mg ha^{-1} ano^{-1})	0,85	0,44	50,89	-0,40	-1,01	0,156*
Erodibilidade do solo (Mg ha h MJ^{-1} ha^{-1} mm^{-1})	0,009	0,004	50,88	-0,40	-1,01	0,156*
Matéria orgânica (g kg^{-1})	10,89	4,66	42,80	1,01	1,34	0,147*
Areia total (%)	87,34	1,63	1,87	0,81	0,55	0,137**
Areia grossa(%)	44,02	3,51	7,96	1,41	1,71	0,164*
Areia fina (%)	26,74	4,94	18,48	-1,05	0,78	0,147*
Silte (%)	2,24	1,51	67,41	0,82	0,74	0,127**
Argila (%)	10,40	1,32	12,73	-0,62	-0,41	0,165*

[(1)]KS: teste de normalidade de Kolmogorov-Smirvov, (*): não significativo a 5%, (**): significativo a 5%.

As variáveis perda de solo, erodibilidade do solo, matéria orgânica, areia grossa, areia fina e silte, apresentam baixa variabilidade aleatória, representada pelo efeito pepita, o que traduz em resultados mais acurados permitindo que a variabilidade estruturada seja mais elevada, gerando maior confiança na tomada de decisão sobre afirmações acerca dos teores médios e suas variações na área em estudo.

Apesar dos teores de areia total terem apresentado elevada variabilidade espacial, como demonstrado pelo seu alto efeito pepita resultando em baixa dependência espacial, o que denota em erros de amostragem e consequentemente malha inadequada para esses atributo, as demais características relacionadas a areia possuíram boa relação com a malha de 25x25m, qualificando-a como adequada para areia fina e areia grossa, pois apresentaram elevada espacialização estruturada (contribuição) em decorrência da baixa variabilidade aleatória (efeito pepita). Segundo Landin e Yamamoto (2013), quando a variabilidade dos dados amostrais em torno da média for muito próxima poderá ocorrer efeito da redundância de dados e prejudicar a acurácia da malha.

Com exceção da variável areia grossa, todas as outras se adequaram a malha utilizada no presente estudo, indicando que as oscilações apresentadas nos valores médios (Tabela 1), são suficientemente confirmadas pela Tabela 2 e os mapas de isolinhas (Figura 1).

Os Neossolos por apresentarem baixa adesão e coesão entre as partículas são susceptíveis a elevadas perdas de solo, como pode ser observado no fator erodibilidade do solo (Tabela 1). Correa et al. (2016) trabalhando com Cambissolo de textura arenosa também detectaram que solos com essa característica necessitam de coberturas mais densas para diminuir a erosividade. Observou-se que entre as áreas os valores de erodibilidade (0,009) independente da cobertura do solo permaneceram iguais. A erodibilidade é uma característica específica de cada solo e sua susceptibilidade à erosão do mesmo, portanto, como se trata do mesmo solo e sem alteração em suas características físicas a erodibilidade não se altera (Oliveira et al., 2014)

O teor de matéria orgânica apresentou superioridade para área de pastagem, com 10,89 g kg^{-1}, contra 7,42 g kg^{-1} para mata secundária. Tal evidência pode estar influenciada pelo método de manejo da pastagem, que estava sendo utilizada em sistema intensivo, com adubação química sempre após o pastejo animal. Além disso, sua recente formação, com a incorporação de material vegetal de pasto degradado, pode ter contribuído para esse maior valor.

Tabela 2. Modelos e parâmetros estimados dos semivariogramas para os atributos perda de solo, erodibilidade, matéria orgânica, areia total, areia grossa, areia fina, silte e argila em áreas de pastagem e mata secundária

Atributos	Modelo	Efeito Pepita (C_0)	Patamar ($C_0 + C$)	GDE (%)	Alcance (m)	R^2
Perda de solo (Mg ha^{-1} ano^{-1})	Exponencial	0,001	0,3850	99,74	316,80	0,90
Erodibilidade do solo (Mg ha h MJ^{-1} ha^{-1} mm^{-1})	Exponencial	0,000008	0,0001	92,00	123,90	0,71
Matéria orgânica	Gaussiano	0,010000	24,9300	99,95	12,644	0,69
Areia total	Linear	1,524042	1,8700	18,50	138,80	0,18
Areia grossa	Exponencial	3,600000	36,1600	90,04	103,20	0,78
Areia fina	Exponencial	5,940000	36,8500	83,88	119,40	0,81
Silte	Exponencial	0,001000	2,1390	99,95	48,00	0,85
Argila	Exponencial	0,639000	1,2790	50,04	53,40	0,66

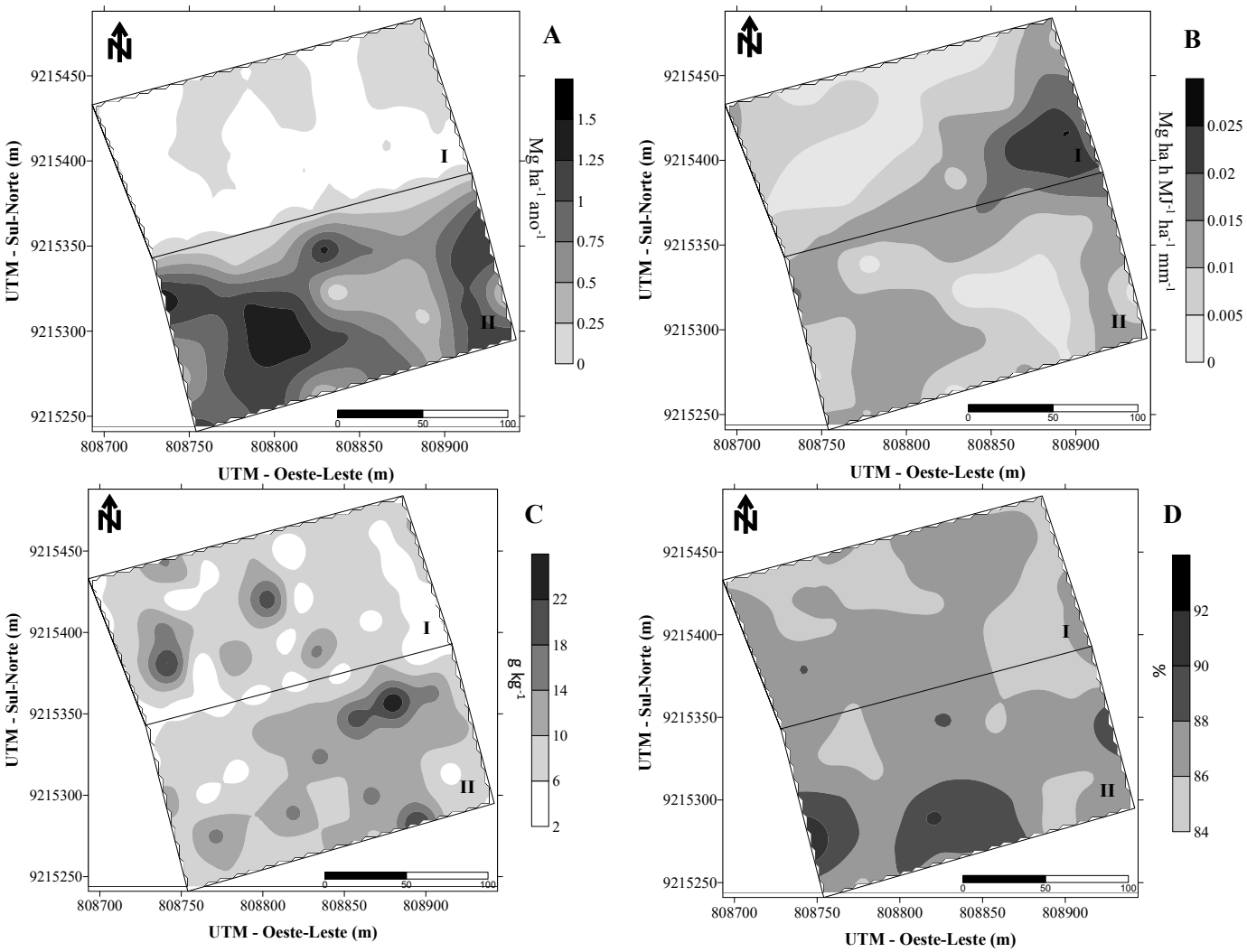
Pelos mapas de isolinhas e pela Tabela 1, evidencia-se que as perdas de solo foram superiores na área de pastagem (Figura 1 II-A), principalmente nas partes mais altas do terreno, visto que a declividade se encontrava no sentido oeste-leste. O mapa demonstra que há maior estratificação nas cores que representam as perdas de solo na área de pastagem em relação a área de vegetação secundária (Figura 1 I-A). Isso deixa evidente que áreas declivosas onde o manejo da pastagem não é adequado oferecem pouca capacidade de conservação do solo. Segundo Corrêa et al. (2016) solos arenosos em regiões declivosas apresentam maiores perdas de solo, podendo ser potencializado de acordo com o uso e regime de chuvas da região.

Apesar da superioridade no teor de matéria orgânica do solo para área de pastagem (Tabela 1), fica evidente que estes valores se concentraram principalmente na região do terço inferior do relevo (Figura 1 II-C), ou seja, na parte mais baixa. Assim é mantido um dinâmico ciclo do carbono, preservação do mesmo, pois o fluxo de resíduos vegetais oriundos da forragem é elevado em função do seu alto ciclo de crescimento e taxa

de senescência quando o manejo do pastejo não obedece às limitações fisiológicas da forrageira.

Apesar da probabilidade de maior carreamento das partículas de menores tamanhos no deflúvio em solos sob pastagens, a concentração de areia fina não se alterou para nenhuma das áreas de cobertura (Tabela 1 e Figura 1 I e II-F)

Observa-se que o teor de argila do solo (Figura 1 I-H) teve associação direta com o teor de matéria orgânica. Este resultado está em função da maior proteção física deste. Permitindo que a matéria orgânica forneça maior resistência a erosividade das chuvas da região, fator importante para solos arenosos, pois são solos de baixa coesão entre partículas, ficando mais susceptíveis aos efeitos erosivos (Corrêa et al., 2016).



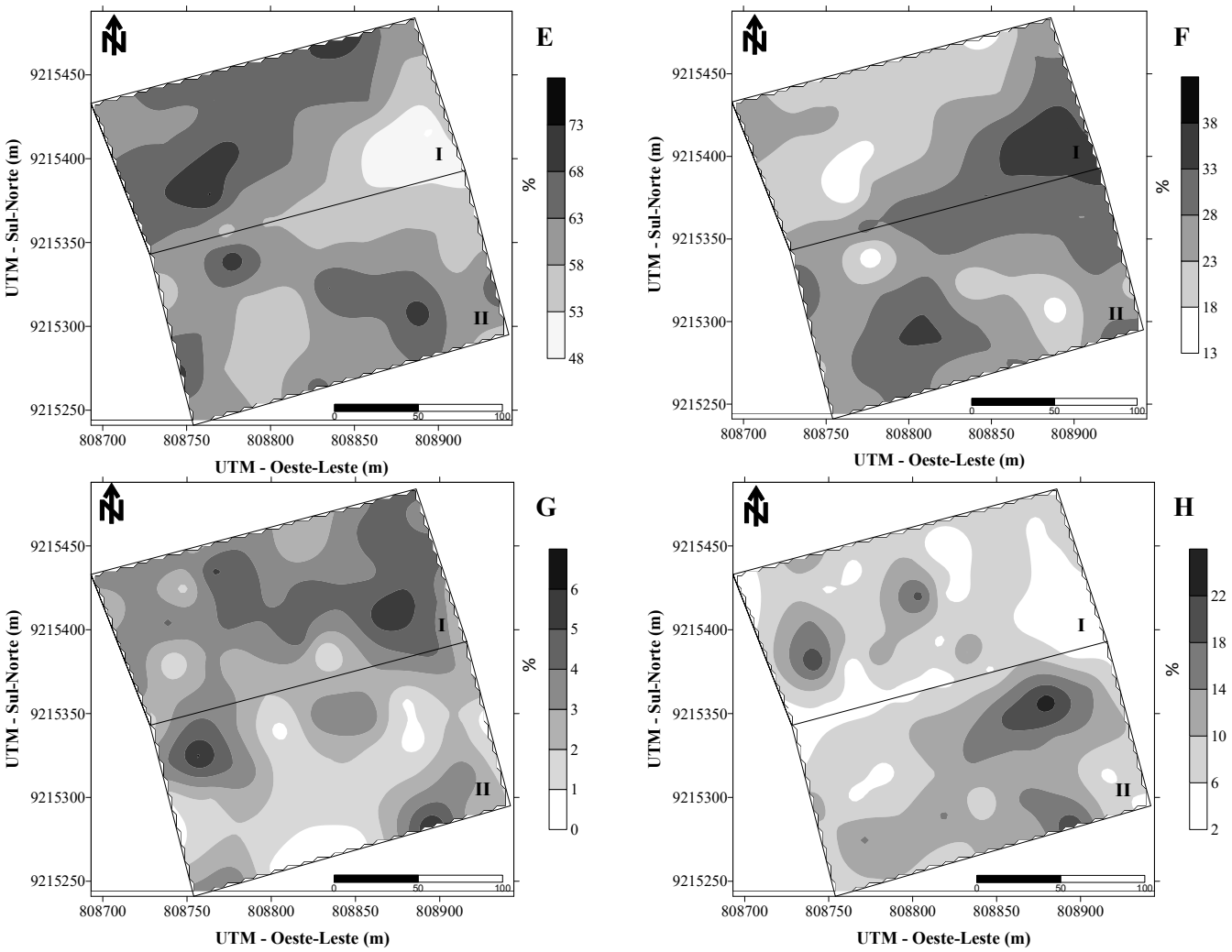


Figura 1. Distribuição espacial da perda de solo (A), erodibilidade (B), matéria orgânica (C), areia total (D), areia grossa (E), areia fina (F), silte (G) e argila (H) em áreas de mata secundária (I) e pastagem (II) no município de Araguaína-TO

Conclusões

A substituição da área de mata nativa pela de pastagens cultivadas em Neossolo Quartzarênico não aumentou a variabilidade aleatória dos atributos, com exceção para a variável areia total e para as perdas de solo. Adicionalmente os parâmetros avaliados com exceção da areia total foram suficientemente representados pela malha de 25x25 m.

Referências

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 4.ed. São Paulo, Ícone, 1999. 355p.

BOUYOUCOS, G.J. The hydrometer method improved for the mechanical analysis of soil. **Soil Science Society of America Journal**, v.54, n.5, p. 343-353, 1962.

CLAESSEN, M.E.; BARRETO, W.O.; DUARTE, J.L.P.M. EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Manual de métodos de análise de solo / Centro Nacional de Pesquisa de Solos. – 2. ed. rev. atual. – Rio de Janeiro, 1997.

COELHO, M. R.; SANTOS, H. G.; SILVA, E. F.; AGLIO, M. L. D. O Recurso Natural do Solo. In: MANZATTO, C. V. (Org.). **Uso Agrícola dos Solos Brasileiros**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002. p.1-12.

CORRÊA, E.A.; MORAES, I.C.; PINTO, S.A.F.; LUPINACCI, C.M. Perdas de solo, razão de perdas de solo e fator cobertura e manejo de cana-de-açúcar: primeira aproximação. **Revista do Departamento de Geografia**. v.32, p. 72-87, 2016.

GOLDEN SOFTWARE. **Surfer for Windows version 8.0**. Colorado: Golden, 2002.

LIMA, A.A.C.; OLIVEIRA, F.N.S.; AQUINO, A.R.L.de. **Solos e aptidão agrícola das terras do Estado do Tocantins**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2000. 27p. (Embrapa Agroindústria Tropica. Documentos, 31).

LOMBARDI NETO, F.; MOLDENHAUER, W.C. Erosividade da chuva: sua distribuição e relação com as perdas de solo em Campinas (SP). **Bragantia**, Campinas, v.51, n.2, p. 189-196, 1992.

NEVES, S.M.A.S.; MOTINHO, M.C.; NEVES, R.J.; SOARES, E.R.C. Estimativa da perda de solo por erosão hídrica na bacia hidrográfica do Rio Jauru/MT. **Revista Sociedade e Natureza**, Uberlândia, v.23, n.3, p.423-434, 2011.

OLIVEIRA, L.B.T.; SANTOS, A.C.; LIMA, J.S.; NEVES NETO, D.N. Variabilidade espacial das respostas produtivas e morfológicas do capim-Marandu em função dos atributos químicos e topográficos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.16, n.4,p 772-783, 2015.

OLIVEIRA, V.A.; MELLO, C.R.; DURÃES, M.F.; SILVA, A.M. Soil erosion vulnerability in the verde river basin, southern Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, v.38, n.3, p.262-269, 2014.

REATTO, A.; MARTINS, E.S.; SILVA, A.V.; CARVALHO JUNIOR, O.A. **Análise de informação pedológica da região de Araguaína e Palmeirante-TO para fins de zoneamento agrícola**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. 18p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 149).

ROBERTSON, G.P. ***GS+:* geostatistics for the environmental sciences – GS+ User's guide.** Plainwell: Gamma Design Soffware, 1998. 152 p.

SALES, L.R.O.; CARNEIRO, M.A.C.; SEVERINO, E.C.; OLIVEIRA, G.C.; FERREIRA, M.M. Qualidade física de Neossolo Quartzarênico submetido a diferentes sistemas de uso agrícola. **Ciência Agrotecnológica**, Lavras v. 34, n. 3, p. 667-674, 2010.

SANTOS, M.F. **Subsídios para o planejamento conservacionista da bacia hidrográfica do Ribeirão do Feijão (São Carlos, Itirapina e Analândia, SP)**. São Carlos, Escola de Engenharia de São Carlos, 1993. 222p. (Tese de Mestrado).

SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C.; OLIVEIRA, V.A.; OLIVEIRA, J.B.; COELHO, M.R.; LUMBRERAS, J.F.; CUNHA, T.J.F. (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 3.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. 306p.

SILVA, A.M.; MELLO, C.R.; CURI, N.; OLIVEIRA, P.M. Simulação da variabilidade espacial da erosão hídrica em uma sub-bacia hidrográfica de Latossolos no Sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, n.5, p. 2125-2134, 2008.

SPERANDIO, H.V.; CECÍLIO, R.A.; CAMPANHARO, W.A.; DEL CARO, C.F.; HOLLANDA, M.P. Avaliação da erosão hídrica pela alteração na superfície do solo em diferentes coberturas vegetais de uma sub-bacia hidrográfica no município de Alegre, ES. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n.4, p. 1411-1418, 2012.

TEN CATEN, A.; MINELLA, J.P.G.; MADRUGA, P.R.A. Desintensificação do uso da terra e sua relação com a erosão do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental,** Capina Grande, v.16, n.9, p.1006–1014, 2012.

VIEIRA, S.R. Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; SCHAEFER, C. E. G. R. (Ed.). **Tópicos em ciência do solo.** Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 1, p. 1-53, 2000.

WISCHMEIER, W.H.; SMITH, D.D. Predicting rainfall erosion losses - a guide to conservation planning. Washington, USDA, **Agriculture Hankbook**, n.537, 1978.

YAMAMOTO, J.K.; LANDIN, P.M.B. **Geoestatística conceitos e aplicações**. 1 ed. São Paulo: oficina de textos, 2013, p. 215.