



V Simpósio Mineiro de Ciência do Solo

“Agroecologia e a compreensão do solo como fonte e base de vida”

2019 – Viçosa/MG

Variabilidade espacial da emissão de CO₂ em sistema silvipastoril e pastagem degradada na região do Cerrado

Deise Cristina Santos Nogueira⁽¹⁾; Renan Francisco Rimoldi Tavanti⁽²⁾; Rafael Montanari⁽³⁾; Marcos Chiquitelli Neto⁽⁴⁾; Newton La Scala Júnior⁽⁵⁾; Alan Rodrigo Panosso⁽⁶⁾

⁽¹⁾Doutoranda do programa de pós graduação em Agronomia (Ciência do Solo), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária (FCAV) Unesp campus Jaboticabal, SP; deise17nogueira@hotmail.com; ⁽²⁾Doutorando do programa de pós graduação em Agronomia (Sistemas de Produção), Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FEIS), Unesp campus Ilha Solteira; ⁽³⁾Professor Adjunto, FEIS, Unesp, Ilha Solteira; ⁽⁴⁾Professor Assistente Doutor, FEIS, Unesp, Ilha Solteira; ⁽⁵⁾Professor Titular, FCAV- Unesp, Jaboticabal; ⁽⁶⁾Professor Doutor, FCAV- Unesp, Jaboticabal.

Resumo

Sistemas de produção conservacionistas tais como o silvipastoril tem sido adotado como prática promissora na redução das perdas de carbono do solo via emissão de CO₂, em áreas agrícolas. O objetivo do trabalho foi estudar a variabilidade espacial da estabilidade do carbono do solo em sistema silvipastoril e pastagem degradada no Cerrado do Mato Grosso do Sul por meio do fator k. O sistema silvipastoril caracteriza-se pelo consórcio de floresta de aroeira vermelha + capim braquiária e na pastagem degradada apenas cultivo da braquiária. A medição da emissão de CO₂ do solo (FCO₂) foi realizada com o sistema LI-8100 (LI-COR) nos meses de maio e junho de 2018. Além disso, foram determinados o estoque de carbono dos solos na profundidade de 0,00 -0,20 m e a constante de decaimento do carbono (fator k). O sistema silvipastoril apresentou maior emissão total de CO₂ (2,99 Mg ha⁻¹) no período de oito dias de avaliação quando comparados aos valores de emissão total observados na pastagem degradada (2,07 Mg ha⁻¹) com valores de estoque de carbono iguais a 37,95 Mg ha⁻¹ e 19,27 Mg ha⁻¹, respectivamente. O sistema silvipastoril apresentou menores valor do fator k (0,08) em relação à pastagem degradada (0,10), assim esse sistema apesar de apresentar maiores valores de emissão total de CO₂ mostra-se mais sustentável em relação à pastagem degradada, pois retém maior quantidade de carbono no seu solo. No sistema silvipastoril, o estoque de carbono apresentou uma maior variabilidade (a=8,30 m) em relação à pastagem degradada, porém o fator k apresentou valores de alcance próximos (10,20 m e 10,90 m) na pastagem degradada e sistema silvipastoril respectivamente. O sistema silvipastoril apresenta maior quantidade de carbono em seu solo apresentando grande potencial como sumidouro de carbono para a atmosfera.

Termos de indexação: dinâmica do carbono, estoque de carbono, geoestatística.

Reflexão

A adoção de sistemas produtivos que aumentem a sustentabilidade do agroecossistema pela redução da emissão de gases do efeito estufa, têm sido foco de estudos mundiais para

atenuação dos efeitos negativos decorrentes das mudanças climáticas. O presente trabalho apresenta resultados promissores nesse contexto, pois, o sistema silvipastoril, com mais de 30 anos de conversão, mostrou-se eficaz na retenção de grandes quantidades de carbono no solo.

Introdução

O Brasil ocupa um papel de destaque no setor internacional pecuário visto que é responsável por 22 % da produção mundial de gado além de ter sido o maior exportador de carne bovina em 2016 (Florindo et al., 2018). Diante desse cenário houve um aumento em mais de 200 milhões de hectares em áreas de pastagem visto que a maioria do gado brasileiro é criada nessas áreas (Cederberg et al., 2009). Contudo esse aumento na produção de gado tem resultado na degradação das pastagens promovendo uma redução nos estoques de carbono dessas áreas o que por sua vez acarreta o aumento das perdas de carbono do solo via emissão de CO₂ (FCO₂) (Carvalho et al., 2014).

Uma das possíveis alternativas para mitigar esse efeito tem sido a adoção de sistemas conservacionistas tais como o sistema silvipastoril. Sistemas Silvipastoril ou iLPF são caracterizados pela integração da lavoura, pastagem e floresta em uma mesma área. Esse sistema apresenta um grande potencial para estocar carbono, reduzir as emissões de CO₂, otimizar a produção agropecuária criando assim um ambiente sustentável para o setor agropecuário (Carvalho et al., 2010).

Diante desse contexto o objetivo do presente trabalho foi estudar a variabilidade espacial da estabilidade do carbono em áreas com mais de 30 anos de conversão para sistema silvipastoril (aroeira + braquiária) e pastagem degradada (braquiária) por meio do fator k.

Material e métodos

O estudo foi conduzido nas áreas de pastagem degradada e sistema silvipastoril, pertencentes à Faculdade de Engenharia – UNESP, Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria – MS. As áreas de estudo eram cobertas por vegetação nativa até a década de 1970, porém em 1978 houve um desmatamento nessas áreas. A pastagem degradada foi cultivada com capim braquiária não sendo manejada desde então. Já a área que hoje abriga o sistema silvipastoril após o desmatamento passou a ser cultivada com culturas anuais; somente em 1987 houve a conversão para o sistema silvipastoril com o plantio da floresta de aroeira vermelha e o capim braquiária. O solo das áreas foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico (Santos et al., 2013). As avaliações de FCO₂ foram realizadas com o auxílio do sistema LI-COR (LI-8100) durante os meses de maio e junho de 2018 em malhas geoestatísticas contendo 69 pontos na pastagem degradada (PDr - plantio de capim braquiária) e 86 pontos no sistema silvipastoril (Silv - consorciação de aroeira + braquiária). O estoque de carbono do solo, na profundidade de 0,00 -0,20 m foi determinado por meio da seguinte equação: $EC = (CO \times Ds \times E) / 10$, onde: CO é o teor de carbono orgânico oxidável (g kg⁻¹), Ds é a densidade do solo (kg dm⁻³), e E é a espessura da camada equivalente, calculada a partir da densidade do solo da área de referência (Cerrado nativo).

A constante de decaimento do carbono, fator k, foi determinado pela seguinte equação:

$$k = (FC - CO_2) / EC$$

Em que: FC-CO₂ é a emissão de carbono do solo determinada nas áreas de estudo e EC: é o estoque de carbono do solo (Mg ha⁻¹). Para a comparação entre as médias foi utilizado o Test t ao nível a 5 % de significância, em seguida foi realizado o estudo da variabilidade

especial dos atributos estudados, realizando a modelagem dos variogramas experimentais seguido da confecção dos mapas espaciais.

Resultados e discussão

O sistema Silv apresentou maior aporte de carbono no solo devido aos maiores valores encontrado de estoque de carbono (EC) (**Tabela 1**). Beckert et al., 2016 encontraram maiores valores de EC em sistema silvipastoril em relação a pastagem. A deposição de resíduos vegetais das árvores em sistema silvipastoril contribui para o aumento do estoque de carbono nessas áreas em relação às áreas de pastagem (HOOSBEEK et al., 2018).

Tabela 1. Análise descritiva da emissão total de CO₂ (ET), estoque de carbono (EC) na profundidade de 0,00-0,20 m e fator de decaimento do carbono (fator k) nos sistemas estudados

	Silv		PDr	
	Média	CV	Média	CV
ET (Mg ha ⁻¹)	2,99 a	29,87	2,07 b	17,86
EC (Mg ha ⁻¹)	37,95 a	12,26	19,27 b	10,77
fator k	0,08 b	32,79	0,1	20,15

Além disso, essa área apresentou a maior emissão total de CO₂ (ET) (2,99 Mg ha⁻¹) quando comparada à pastagem degradada (PDr) (2,07 Mg ha⁻¹). Nessa situação, o carbono do solo é a principal fonte de energia para os microrganismos assim no Silv estes têm disponível maiores quantidades de carbono (SHRESTHA et al.,2018) resultando em uma maior liberação de CO₂, quando comparados a PDr. Ainda, essa área apresentou menores valores do fator k(0,08) em relação a PDr (0,10). O fator k é um indicativo da estabilidade do carbono no solo, dessa maneira quanto maior for o seu valor menor será a permanência do carbono no solo. Nesse sentido a PDr apresentou maior perda de carbono (19,27 Mg há⁻¹) em relação a Silv (37,95 Mghá⁻¹) pois apresentou maiores valores do fator k(0,10). Dessa maneira, apesar de apresentar maiores valores de ET, o Silv apresenta-se mais sustentável quando comparado à pastagem degradada, pois retém maiores quantidade de carbono no solo (menores valores do fator k).

Segundo a classificação proposta por Warrick & Nielsen (1980), no Silv o EC apresentou valores moderados de CV (12<CV<24) enquanto a ET e fator k apresentaram valores altos de CV (CV>24 %), na PDr os valores de CV foram moderados para ET e fator k, contudo baixo para o EC (<12 %) (Tabela 1).

Os modelos ajustados aos variogramas experimentais na sua maioria foram o exponencial (Tabela 2). Segundo a classificação proposta por Cambardella et al., 1994, todas as variáveis em estudo apresentaram valores de grau de dependência espacial entre moderado (0,25-0,75) e forte(<0,25) na áreas de estudo (Tabela 2). O fator k apresentou valores de alcance próximos em ambas às áreas de estudo (PDr=10,20 m e Silv=10,90 m) (Tabela 2).Para a ET a Silv apresentou maiores valores de alcance (24,20 m) em relação a PDr (16,60 m), indicando assim uma distribuição da ET mais homogênea e com maior continuidade espacial (Figura 2 c). Contudo, para o EC os valores de alcance foram menores na Silv (8,30m) (Tabela 2, Figura 2 b) indicando maior variabilidade espacial dessa área em relação à PDr (30,70 m) (Tabela 2, Figura 1 b).

Tabela 2. Parâmetros dos modelos ajustados aos variogramas experimentais nas áreas estudadas

Áreas	Modelo	C_0	C_0+C_1	a (m)	GDE
Emissão Total de CO ₂					
PDr	Gauss	0,0482	0,1334	16,6	0,3613
Silv	Esf	0,0904	0,2218	24,2	0,4075
Estoque de carbono					
PDr	Esf	0,33	3,553	30,7	0,0928
Silv	Gauss	4,15	15,98	8,3	0,2596
fator k					
PDr	Exp	0,0002	0,0004	10,2	0,5
Silv	Exp	0,0001	0,0002	10,9	0,5

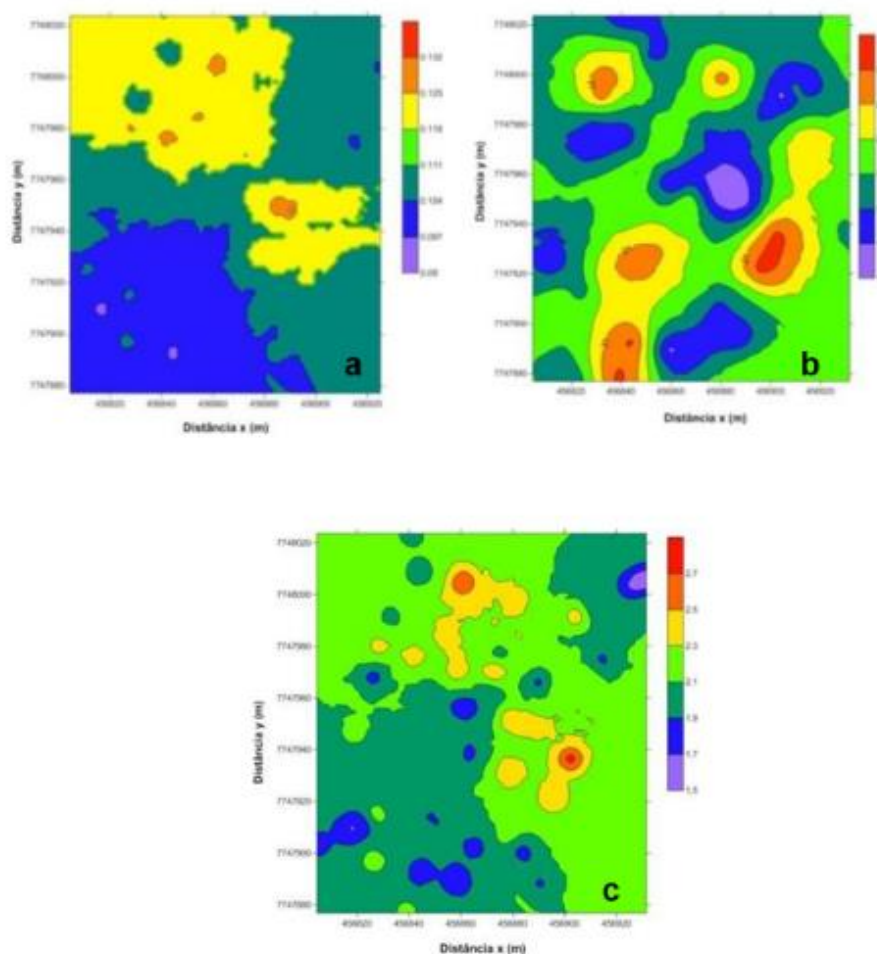


Figura 1. Mapas da variabilidade espacial do fator k (a), estoque de carbono (EC) (b) na profundidade de 0,00-0,20 m e emissão total de CO₂ (ET) (c) da pastagem degradada.

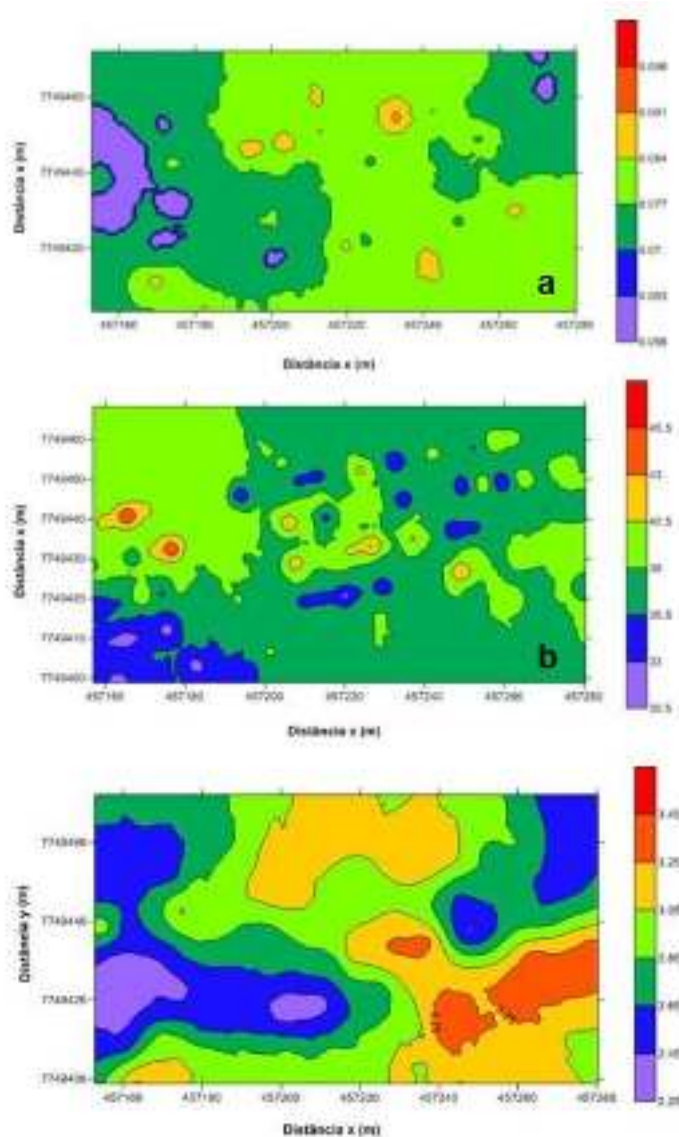


Figura 2. Mapas da variabilidade espacial do fator k (a), estoque de carbono (EC) (b) na profundidade de 0,00-0,20 m e emissão total de CO₂ (ET) (c) do sistema silvipastoril.

Conclusões

Os menores valores do fator k observados no sistema silvipastoril indicam que o carbono é mais estável nessa área assim esse uso do solo apresenta maior potencial em acúmulo de carbono em relação à pastagem degradada.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo a Pesquisa do estado de São Paulo (Processo FAPESP nº 2017/17532-6).

Referências

BECKERT, M.R.; SMITH.,P.; LILLY.,A.; STEPHEN J. CHAPMAN.,S.J. Soil and tree biomass carbono sequestration potential of silvopastoral and woodland-pasture systems in North East Scotland. **Agroforest System**, v. 90, p. 371–383, 2016.

CAMBARDELLA, C. A.; MOORMAN, T. B.; NOVAK, J. M.; PARKIN, T. B.; KARLEN, D. L.; TURCO, R. F.; KONOPKA, A. E. Field-scale variability of soil properties in central Iowa soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 58, n. 5, p. 1501-1511, 1994.

CERRI, C.E.P., BERNOUX, M., CERRI, C.C. Crop-pasture rotation: a strategy to reduce soil greenhouse gas emissions in the Brazilian Cerrado. **Agriculture Ecosystem & Environment**, Amsterdam, v.183, p.167- 175, 2014.

CARVALHO, J. L. N.; RAUCCI, G. S.; CERRI, C. E. P.; BERNOUX, M; FEIGL, B. J.; WRUCK, F. J.; CERRI, C. C. Impact of pasture, agriculture and crop-livestock systems on soil C stocks in Brazil. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 110, n. 1, p. 175-186, 2010.

CEDERBERG,C.; MEYER, D.; FLYSJÖ, A. Life cycle inventory of greenhouse gas emissions and use of land and energy in Brazilian beef production. SIK Report No 792. The Swedish Institute for Food and Biothecnology, 2009. 77p.

FLORINDO,T,J.;MFLORINDO,G.I.B.;TALAMINI,E.;COSTA, J.S.; LÉIS, C.M.; TANG, W.Z.; SHULTZ, G.;KULAY,L.;PINTO, A.T.;RUVIARO, C.F. **Journal of Cleaner Production**, v.196, p.1379-1389, 2018.

HOOSBEEK, M. R.; REMME, R. P.; RUSCH, G. M. Trees enhance soil carbon sequestration and nutrient cycling in a silvopastoral system in south-western Nicaragua. **Agroforest System**, v.92, p. 263–273, 2018.

SHRESTA, B.M.; CHANG, S. X.; BORK, E. W.; CARLYLE, C. N. Enrichment Planting and Soil Amendments Enhance Carbon Sequestration and Reduce Greenhouse Gas Emissions in Agroforestry Systems: A Review. **Forests**, Switzerland. v. 9, n.369, p. 1-18, 2018.

SANTOS, H.G. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. 353 p.

WARRICK, A.W.; NIELSEN, D.R. Spatial variability of soil physical properties in the field. In: HILLEL, D. (Ed.). **Applications of Soil Physics**. New York: Academic Press, 1980. p. 319-344.