

## VARIABILIDADE ESPACIAL DE CARBONO E NITROGÊNIO EM PRADARIA NA ESPANHA

INDIAMARA MARASCA<sup>1</sup>, CAROLINA BONINI DOS SANTOS<sup>2</sup>, ROSANE DA SILVA DIAS<sup>3</sup>,  
KLEBER PEREIRA LANÇAS<sup>4</sup>, ANTONIO PAZ TUCHO<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Graduanda em Agronomia, Faculdade Integradas de Bauru, 01421096200, marasca@fca.unesp.br;

<sup>2</sup> Professora Adjunta, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Campus Dracena, 01838218200, carolbonini@dracena.unesp.br;

<sup>3</sup> Doutoranda, Universidade de A Coruña, 034981167000, [rosanedias@udc.pri](mailto:rosanedias@udc.pri);

<sup>4</sup> Professor Titular, Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, Campus Botucatu, 01438807100, kplancas@fca.unesp.br;

<sup>5</sup> Professor Titular, Universidade de A Coruña, 034981167000, tucho@udc.es.

Apresentado no  
XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2015  
13 a 17 de setembro de 2015- São Pedro – SP, Brasil

**RESUMO:** Os problemas para se manejar solos originados com excesso de matéria orgânica e destinados a pastos para fim de pecuária refletem tanto em atributos químicos como físicos. A dúvida do produtor rural se estende conforme as variáveis solos e clima se modificam para cada país. Este trabalho teve como objetivo utilizar a ferramenta de geoestatística para informar espacialmente os valores de carbono e nitrogênio do solo. As análises foram feitas por um equipamento analisador de combustão elementar (Carlo Erba Instruments), pertencente a Universidade de A Coruña, Espanha, área experimental pertencente ao departamento de Ciências da Navegação e da Terra. Os dados foram analisados pela estatística descritiva e pela geoestatística, utilizando o programa "Geostatistics for the environmental sciences". A utilização de técnicas da geoestatística possibilita a análise espacial dos atributos físicos do solo sob pastagem, favorecendo seu detalhamento e a melhoria do diagnóstico.

**PALAVRAS-CHAVE:** atributos químicos do solo, nutrientes, geoestatística.

### VARIABILITY OF CARBON AND NITROGEN IN PRAIRIE IN SPAIN

**ABSTRACT:** The problems to handle soils originated with excess organic material and intended to livestock pastures to reflect both chemical and physical attributes. The question of the farmer stretches as the soil and climate Variables are modified for each country. This work aimed to use the geostatistical tool to inform espacialmente carbon values and soil nitrogen. The analyzes were made by an analyzer equipment elementary combustion (Carlo Erba Instruments), belonging to the University of A Coruña, Spain, experimental area belonging to the Department of Navigation and Earth Sciences. Data were analyzed using descriptive statistics and geostatistics, using the "Geostatistics for the environmental sciences". The use of geostatistical techniques enables spatial analysis of soil physical properties under pasture, favoring detailing and improved diagnosis.

**KEYWORDS:** chemicals attributes of soil, nutrients, geostatistics.

### INTRODUÇÃO

O carbono (C) acumula-se na atmosfera à taxa de 3,5 Pg ano<sup>-1</sup>, sendo a maior proporção resultante da queima de petróleo e carvão e da conversão de florestas tropicais para áreas de produção agrícola (PAUSTIAN et al., 2000).

De acordo com CHAPMAN & LEMAIRE (1996), cerca de 80% do nitrogênio presente na parte aérea, formada na primeira semana após o corte ou pastejo, podem ser provenientes da translocação a partir de raízes e hastes, sendo o restante proveniente da absorção via solo. Entretanto, o padrão de remobilização dessas reservas

nitrogenadas até novo tecido está associado à quantidade de nitrogênio presente no sistema solo-plantas (CORSI et al., 2001).

O nitrogênio (N) é tido como componente essencial de aminoácidos e proteínas, ácidos nucléicos, hormônios e clorofila, dentre os compostos orgânicos essenciais à vida das plantas. O suprimento de nitrogênio através da fertilização é uma das maneiras de incrementar significativamente a produtividade das pastagens (RODRIGUES et al., 2007).

A variabilidade espacial das características químicas do solo ocorre naturalmente como consequência do processo de formação do solo, mas pode ser acentuada pelas ações antrópicas mediante o uso e manejo do solo (BROWN et al., 2000).

Por isso, a dinâmica da matéria orgânica – variações em função do manejo – deve ter como referência os solos em condições não perturbadas (vegetação natural), nas quais os fatores de formação do solo são determinantes (Jenny 1941).

Os solos classificados como Cambissolo Húmico são solos minerais não hidromórficos, constituídos por material mineral com horizonte B incipiente subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial. horizonte hístico com espessura inferior a 40cm. Solos com horizonte O hístico com menos de 40cm de espessura, ou menos de 60cm quando 50% ou mais do material orgânico for constituído de ramos finos, raízes finas, casca de árvores e folhas, parcialmente decompostos EMBRAPA (1999). Devido à heterogeneidade do material de origem, das formas de relevo e das condições climáticas, as características destes solos variam muito de um local para outro EMBRAPA (1999). Segundo JACOMINE (2001), os Cambissolos são solos bem drenados, moderadamente drenados a imperfeitamente drenados, quanto a granulometria, pela própria natureza do material de origem, há grande variação na textura, ocorrendo solos de textura média, siltosa, arenosa, argilosa e muito argilosa. E as propriedades químicas são muito variáveis, em função do material de origem e do clima. E de acordo com (ROCHA, 2005), Os Cambissolos podem ter alta a baixa saturação por bases e atividade química da fração coloidal e ciclagem de nutrientes nas porções mais superficiais do solo desempenha um papel fundamental na manutenção e desenvolvimento da cobertura arbustiva ou arbórea, sendo assim desejável a recomposição das áreas desflorestadas.

A relação C:N é um indicador importante da decomposição da matéria orgânica do solo, dando informação sobre o estado de humificação. Na decomposição da matéria orgânica dos solos a relação C:N é muito importante para a determinação da competição entre os nutrientes essenciais para a atividade dos microorganismos do solo LUCHESE et al. (2002).

De acordo com as características do solo o decréscimo na relação C:N com o aumento da profundidade no perfil pode ser mais ou menos acentuada, dependendo do solo COSTA (2004). A relação C:N afeta a disponibilidade de nitrogênio disponível no solo RAIJ (1983).

Devido as diversidades climáticas e pedológicas, surgem diferenças no que diz respeito a quantidade e qualidade de matéria orgânica do solo, pois o clima e natureza do solo como pH, textura e drenagem, interferem nos processos de humificação e na taxa de renovação do carbono do solo CERRI et al. (1997)

O efeito ativador, definido como a rápida mudança dos teores de carbono orgânico e/ou nitrogênio total dos solos, pode ser positivo (mineralização de C e N) pela adição de materiais de baixa relação C/N e/ou fertilizantes nitrogenados minerais, ou negativo (imobilização líquida) pela adição de materiais de alta relação C/N (BUSO e KLIEMANN, 2003).

De acordo com Marschner (1995), nas espécies C<sub>4</sub>, menos de 10% do N total das folhas são comprometidos na formação da enzima RuBP carboxilase (RuBisCO), e de 2 a 5% na formação da enzima PEP carboxilase, enquanto nas espécies C<sub>3</sub> a RuBisCO imobiliza de 20 a 30% do N total contido nos tecidos foliares. Além disso, a enzima RuBisCO representa aproximadamente 50% do total de proteínas solúveis contidas nas folhas de plantas C<sub>3</sub>, contra menos de 10% nas plantas C<sub>4</sub> e, por isso, há maior disponibilidade de N para a formação de novos tecidos vegetais em plantas C<sub>4</sub>, ao passo que nas plantas C<sub>3</sub> a RuBisCO funciona como reserva de N solúvel foliar (Pimentel, 1998).

Este trabalho teve como objetivo utilizar a ferramenta de geoestatística para informar especialmente os valores de carbono e nitrogênio do solo.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O trabalho foi realizado em uma área experimental da Universidad Da Coruña: Facultad De Ciências - Campus Zapateira, La Coruña, Espanha (Figura 1).



FIGURA 1. Visão geral do campo experimental e medição para referencialmente dos pontos.

O solo da área é classificado como um Cambissolo Húmico (FAO, 1994), as amostras foram coletadas de foram deformada, alocadas em sacos plásticos identificados (Figura 2).



FIGURA 2. Coleta de solo e identificação do ponto amostral para análises químicas.

As análises foram feitas por um equipamento analisador de combustão elementar (Carlo Erba Instruments), pertencente a Universidade de A Coruña, Espanha, área experimental pertencente ao departamento de Ciências da Navegação e da Terra. A malha amostral escolhida foi do tipo “homogênea” com medida de 10 x 50 m. Os dados foram analisados por meio da geoestatística com objetivo de quantificar o grau de dependência espacial, utilizando-se do variograma clássico de Matheron com auxílio do software GS+ (ROBERTSON, 2004).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise geoestatística (Tabela 1), mostraram que todos as rotações analisadas apresentaram dependência espacial na escala de amostragem adotada.

TABELA 1. Semivariograma e parâmetros de ajuste para carbono e nitrogênio em pradaria na Espanha.  
**Semivariogram and setting parameters for carbon and nitrogen in pasture in Spain**

Nutriente	Modelo	A (m)	C0	C0+C	IDE (%)	R2 (%)
N	Esférico	10,00	0,00	0,009	99	0,00
C	Exponencial	18,60	0,31	2,33	86	0,09

A: alcance; C0: efeito pepita; C0+C: patamar; IDE: índice de dependência espacial e R2: coeficiente de determinação múltipla do ajuste.

O mesmo modelo evidenciado para C neste trabalho foi encontrado por Sattler (2006) avaliando os atributos em áreas de pastagem utilizou-se o modelo esférico para Carbono Orgânico Total, com alcance 32,1 m, um R2 de 0,31 e IDE 0,67%. Este modelo foi utilizado também por Souza et al. (2004) para o teor de matéria orgânica no solo.

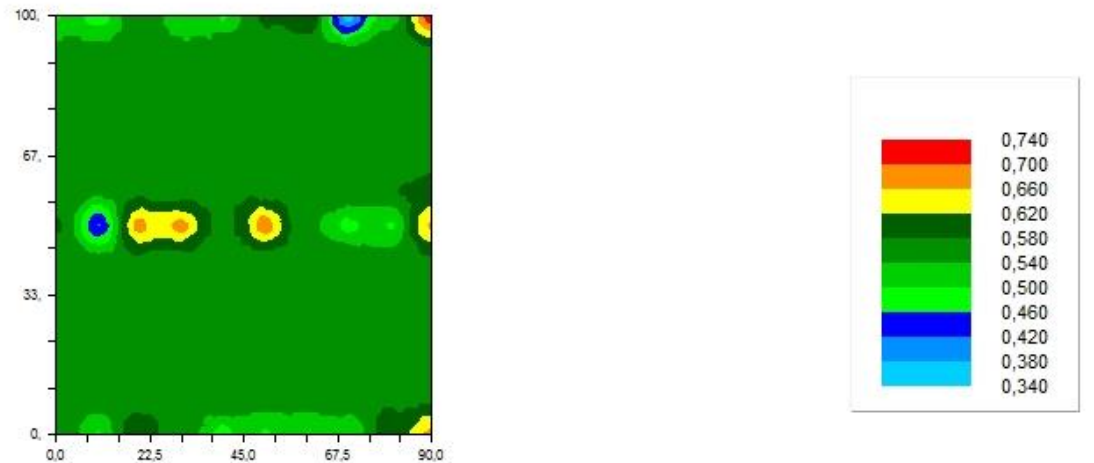
A variabilidade nas quantidades de carbono, nitrogênio e fósforo disponível no solo sob exploração agropecuária demonstram que não é necessário grande número de amostras compostas para fazer diagnóstico da fertilidade do solo. A degradação do solo pode ser avaliada de diversas maneiras. Um dos indicativos usados pode ser a perda de matéria orgânica do solo e, conseqüentemente, dos

nutrientes nela contidos. Entre eles, o N é o mais afetado, já que a matéria orgânica é a sua principal fonte (SANTOS et al., 2010).

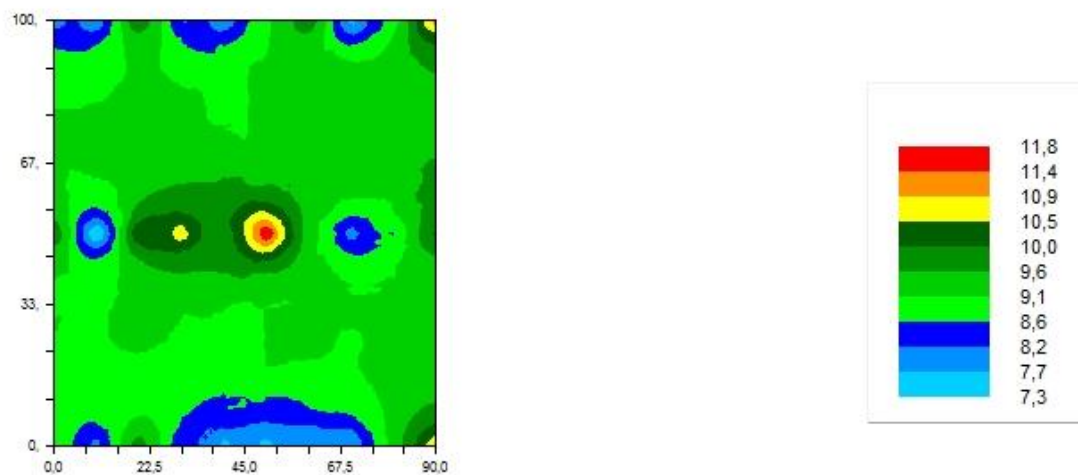
Quanto ao grau de dependência espacial (IDE), as duas rotações avaliadas apresentaram forte dependência espacial, segundo classificação de ZIMBACK (2001).

Entre as características desejáveis para a seleção de espécies de cobertura, destacam-se a produção de fitomassa e a capacidade de acumular N, pela fixação biológica ou pela absorção do nutriente no solo. Esses atributos, juntamente com a relação C/N da palhada, permitem estimar o potencial das plantas de cobertura em incrementar a oferta de N para as culturas sucessoras (Oliveira et al., 2002; Boer et al., 2007).

Na Figura 2, são apresentados os mapas temáticos para a distribuição espacial do nitrogênio e do carbono, construídos por krigagem ordinária.



(a)



(b)

FIGURA 3. Mapas de interpolção de nitrogênio (a) e do carbono (b) com valores em porcentagem (%) para área experimental da Universidade de A Coruña, Espanha.

O nitrogênio apesar de apresentar a dependência espacial mostra-se mais uniforme na sua distribuição dentro da área amostrada. No mapa de carbono, que apresenta maiores valores como se é esperado nessa relação (C/N), observa-se os diferentes níveis de concentração deste elemento. As gramíneas, pelo contrário, são de decomposição mais lenta e apresentam uma taxa C/N maior porque o conteúdo de nitrogênio (N) presente na massa verde é mais baixo.

Santos (2007) constatou que as médias da relação C:N em Cambissolo nas diferentes tipologias vegetais em diferentes profundidades. Notou-se que a maior relação C:N em Cambissolo foi encontrada na fase inicial herbácea-arbustiva (H) com proporção de 13,15 e a menor em pastagem (P) com 10,46 na profundidade 0-5 cm. Na profundidade 5-10 cm a maior relação C/N foi encontrada na fase inicial herbácea-arbustiva (H) com 12,04 e a menor em pastagem (P) com 10,44. Quando comparadas às tipologias série inicial herbácea-arbustiva apresentou a maior relação C:N em todas as profundidades, este fato se deu provavelmente pela presença de água em volume maior do que solo sob outras tipologias. E à medida que aumenta a profundidade no perfil de solo as médias para relação C:N em Cambissolo tendem a diminuir, exceto em pastagem (P) onde na profundidade 40-100 cm apresenta a maior média de relação C:N.

As frações da matéria orgânica do solo que mais contribuíram para o estoque de carbono e nitrogênio nos solos estudados foram a húmida, o ácido húmico, o ácido fúlvico e a matéria orgânica leve. A biomassa microbiana do solo teve pouca contribuição para os estoques de C e N do solo (PULROLNIK et al., 2009).

Estoques de C e N na fração leve da MOS aumentaram na superfície (0-0,10 m) do solo cultivado com eucalipto após a pastagem, porém a mudança no uso não influenciou no estoque de C na biomassa microbiana do solo com o aumento do tempo de cultivo (LIMA et al., 2006).

## CONCLUSÕES

A utilização de técnicas da geoestatística possibilitaram a análise espacial dos atributos físicos do solo sob pastagem, favorecendo seu detalhamento e a melhoria do diagnóstico.

## REFERÊNCIAS

- BOER, C.A.; ASSIS, R.L.; SILVA, G.P.; BRAZ, A.J.B.P.; BARROSO, A.L.L.; CARGNELUTTI FILHO, A.; PIRES, F.R. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura na entressafra em um solo de cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.42, p.1269-1276, 2007.
- BROWN, S.; SCHREIER, H.; SHAH, P. B. Soil phosphorus fertility degradation: a Geographic Information System-based assessment. *J. Environ. Qual.*, n.29, p.1152-1160, 2000.
- BUSO, W.H.D. e KLIEMANN, H.J. Relações de carbono orgânico e de nitrogênio total e potencialmente mineralizável com o nitrogênio absorvido pelo milho. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 33 (2): 97-105, 2003.
- CERRI, C. C.; BERNOUX, M.; FEIGL, B. J.; PICCOLO, M. Ciclo de Carbono Amazônia e Mudanças Globais. *Anais do 2º Encontro Brasileiro Sobre Substâncias Húmicas*. São Carlos, 1997.
- CHAPMAN, D.; LEMAIRE, G. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A.W. (Ed.). *The ecology and management of grazing systems*. Guilford: CAB International, 1996. p. 3-36.
- CORSI, M.; MARTHA JR., G. B.; PAGOTTO, D. S. Sistema radicular: dinâmica e resposta a regimes de desfolha. In: *A PRODUÇÃO ANIMAL NA VISÃO DOS BRASILEIROS*, 2001, Piracicaba. *Anais... Piracicaba: FEALQ*, 2001. p. 838-852.
- COSTA, J. B. Caracterização e Constituição do Solo. 7ª ed. Lisboa, Ed. Fundação Calouste, 2004.
- EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 1999.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO. *Soil map of the World. Revised Legend*. Rome: FAO, 1994. 119p. (World soil resources report, 60).
- JACOMINE, P. K. T. Solos Sob Matas Ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; FILHO, H. F. L. *Matas Ciliares conservação e recuperação*. 2ª ed. Edusp/FAPESP, São Paulo, 2001.
- JENNY, H. 1941. *Factors of soil formation*. McGraw-Hill, New York. 281p.
- LIMA, A. M. N. et al. Soil organic carbon dynamics following afforestation of degraded pastures with eucalyptus in southeastern Brazil. *Forest Ecology and Management*, Amsterdam, v. 235, n. 1-3, p. 219-231, 2006.
- LUCHESE, E. B.; FAVERO, L. O. B.; LENZI, E. *Fundamentos da Química do Solo Teoria e Prática*. 2ª ed. Freitas Bastos, Rio de Janeiro, 2002.
- MARSCHNER, H. *Mineral nutrition of higher plants*. 2nd ed. London: Academic Press, 1995. 889p.
- OLIVEIRA, T.K. de; CARVALHO, G.J. de; MORAES, R.N. de S. Plantas de cobertura e seus efeitos sobre o feijoeiro em plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.37, p.1079-1087, 2002.
- PAUSTIAN, K.; SIX, J.; ELLIOTT, E.T. & HUNT, H.W. Management options for reducing CO<sub>2</sub> emissions from agricultural soils. *Biogeochemistry*, 48:147-163, 2000.
- PIMENTEL, C. *Metabolismo de carbono na agricultura tropical*. Rio de Janeiro: Edur, 1998. 159p

PULROLNIK, K.; BARROS, N.F.; SILVA, I.R.; NOVAIS, R.F.; BRANDANI, C.B.; Estoques de carbono e nitrogênio em frações lábeis e estáveis da matéria orgânica de solos sob eucalipto, pastagem e cerrado no Vale do Jequitinhonha – MG. R. Bras. Ci. Solo, 33:1125-1136, 2009.

RAIJ, B. V. Avaliação da Fertilidade do Solo. 2 ed. Piracicaba: Instituto da Potassa & Fosfato, 1983.

ROBERTSON, G. P. GS+: geostatistics for the environmental sciences: GS+ user's guide. Plainwell: Gamma Desing Software, 2004. 152 p.

ROCHA, H. O.; CARDOSO, A.; SCHIMIDLIN, D.; ROCHA, A. J. Levantamento De Solos da Reserva Rio Cachoeira In: SPVS (Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental). Plano de Manejo da Reserva Natural Rio Cachoeira. Vol. 1, Encartes I, II e III. Curitiba, 2005.

RODRIGUES, R.C.; MOURÃO, G.B.; VALINOTE, A.C.; HERLING, V.R. Reservas orgânicas, relação parte aérea-raiz e C-N e eliminação do meristema apical no capim-xaraés sob doses de nitrogênio e potássio. Ciência Animal Brasileira, v. 8, n. 3, p. 505-514, jul./set. 2007.

SANTOS, A.C.; SALCEDO, I.H.; CANDEIAS, A.L.B. Variabilidade espacial da fertilidade do solo sob vegetação nativa e uso agropecuário: estudo de caso na microbacia Vaca Brava – PB. Revista Brasileira de Cartografia N° 62/02, 2010.

SANTOS, E. Carbono, nitrogênio e relação c/n em gleissolo e cambissolo sob diferentes tipologias vegetais na área de ocorrência da floresta ombrófila densa, Antonina – PR. 2007. 178 f. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, 2007.

SATTLE, M.A. Variabilidade espacial de atributos de um Argissolo Vermelho-amarelo sob pastagem e vegetação nativa na bacia hidrográfica do Itapemirim. 98 f. 2006. Dissertação, Universidade Federal do Espírito Santo, 2006.

SOUZA, Z. M.; MARQUES JUNIOR, J.; PEREIRA, G. T.; BENTO, M. J. C. Variabilidade espacial de atributos físicos de um Latossolo Vermelho sob cultivo de cana-de-açúcar. Rev. Bras. de Eng. Agríc. e Amb, Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 51-58, 2004.

ZIMBACK, C. R. L. Análise espacial de atributos químicos de solos para fins de mapeamento da fertilidade do solo. 2001. 114 f. Tese (Livre-Docência) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.