

## Espacialização do Carbono e suas relações com a produtividade de culturas em solos sob plantio direto de longa duração

**Daniel Ruiz Potma Gonçalves<sup>(1)</sup>; João Carlos de Moraes Sá<sup>(2)</sup>; Allison José Fornari<sup>(3)</sup>;**  
**Flávia Juliana Ferreira Furlan<sup>(4)</sup>; Lucimara Aparecida Ferreira<sup>(4)</sup>**

<sup>(1)</sup> Acadêmico de doutorado; Universidade Estadual de Ponta Grossa; Ponta Grossa, Paraná; drpgonc@gmail.com; <sup>(2)</sup> Professor; Universidade Estadual de Ponta Grossa; <sup>(3)</sup> Gerente técnico; Agropecuária Lúcio Miranda; <sup>(4)</sup> Acadêmico de graduação; Universidade Estadual de Ponta Grossa.

**RESUMO:** O C orgânico do solo (COS) é reconhecidamente importante para a manutenção da fertilidade dos solos, porém, embora os benefícios do acúmulo de COS sobre a qualidade do solo sejam bem conhecidos, são escassas as informações referentes aos seus efeitos sobre a produtividade de culturas. Os objetivos deste estudo foram mapear os compartimentos de COS em uma fazenda manejada a 30 anos sob plantio direto, verificar quais são as variáveis que interferem na variação espacial do COS e analisar as relações entre os compartimentos do COS e a produtividade de culturas. Foram coletadas amostras nas principais classes de solos da fazenda e posições da paisagem. Foram analisados o COS, N total (NT), o C oxidado por permanganato (C-OXP) e o C extraído por água quente (C-EAQ). Os efeitos dos atributos do solo sobre o acúmulo de COS e dos compartimentos de COS sobre as produtividades das culturas foram acessados através de análises de principais componentes. O maior conteúdo de argila e a maior adição de fitomassa nos Latossolos e a formação de um ambiente anaeróbico nos Cambissolos foram os principais fatores que explicaram os maiores conteúdos de COS observados nos terços superior dos Latossolos e inferior dos Cambissolos. As produtividades de trigo e soja apresentaram correlação positiva com o COS e o (NT) e a produtividade de milho apresentou correlação positiva com o C-EAQ. As correlações positivas entre os compartimentos de COS e as produtividades de culturas confirmaram nossas hipóteses, demonstrando a importância do COS para as culturas agrícolas.

**Termos de indexação:** Carbono do solo; classes de solo; escala de fazenda.

### INTRODUÇÃO

O C orgânico do solo (COS) do solo exerce influência sobre suas propriedades químicas, físicas e biológicas, sendo assim, importante para a manutenção da fertilidade principalmente de solos tropicais (Lal, 2004). Porém, embora os benefícios

do acúmulo de COS sobre a qualidade do solo sejam bem conhecidos, ainda são escassas informações referentes aos seus efeitos sobre a produtividade de culturas.

Assim, os objetivos deste estudo foram mapear os compartimentos de COS em uma fazenda manejada há 30 anos sob plantio direto, verificar quais são as variáveis que interferem na variação espacial do COS e analisar as relações entre os compartimentos do COS e a produtividade de culturas.

### MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado na Fazenda Paiquerê, propriedade do Sr. Lúcio Miranda, localizada no município de Piraí do Sul/Arapoti. A escolha do local de estudo foi devido à existência de uma base de dados detalhada sobre os componentes da produção e atributos do solo, aliada ao longo período (30 anos) em plantio direto contínuo.

A altitude média da fazenda é de 970 m, o clima da região é classificado como cfb (classificação de Köeppen) e corresponde ao clima subtropical húmido, com estações bem definidas, com a temperatura média máxima de 25,9 °C e a média mínima de 13,5 °C e precipitação pluvial anual média entre 1524 e 1860 mm (IAPAR, 2014).

A sucessão/rotação de culturas na fazenda é descrita da seguinte forma: 1/3 da área da fazenda é ocupada com a sucessão Trigo /Soja, doravante designada de S1; 1/3 com a sucessão Trigo /Soja, doravante designada de S2 e 1/3 com a sucessão Aveia /Milho, doravante designada de S3. No ano seguinte, o grupo de talhões com a S1 dá lugar à S2 e assim sucessivamente.

### Amostragem e análises realizadas

Foram coletadas amostras nas principais classes de solos da fazenda (Latossolos Vermelhos (LV); Latossolos Vermelho-Amarelos (LVA); Cambissolos Háplicos (CX); Cambissolos Húmicos (CH); Neossolos Litólicos (CH+RL)) em duas posições na paisagem (Terços superior e inferior), em duas

profundidades (0-10 cm, 10-20 cm).

Foram analisados o COS e o NT utilizando um determinador elementar de C e N (Truspec CN LECO® 2006, St.Joseph, EUA), o C oxidado por permanganato (C-OXP) de acordo com a metodologia descrita em Weil, et al. (2003) e o C extraído por água quente (C-EAQ) de acordo com a metodologia descrita por Ghani et al. (2003).

Foi calculado o Índice de manejo de carbono de acordo com a metodologia proposta por Blair et al. (1995) e as variáveis COS e NT foram utilizadas para acessar a relação C/N do solo.

### Análise estatística

A interpretação das informações foi baseada em análises de principais componentes, considerando as médias das variáveis analisadas calculadas por classe de solo e posição na paisagem.

Para a realização das análises principais componentes foi utilizado o software R v. 3.1.2, e para a organização das informações georreferenciadas, foi utilizado o software QuantumGIS v. 2.6.0.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

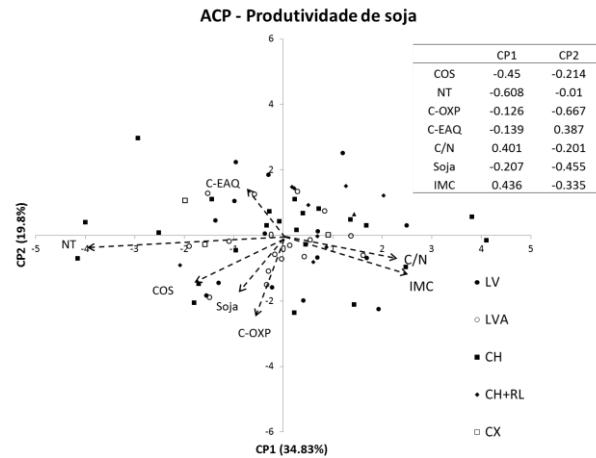
No terço superior dos Latossolos constatou-se maior conteúdo de COS, enquanto nos Cambissolos os maiores conteúdos foram identificados no terço inferior (Tabela 1).

O maior conteúdo de COS observado no terço superior dos LV pode ser explicado por: Maior teor de argila nessa classe (média de 65%) comparada às demais classes (médias de 60% para LVA, 52% para CH, 48% para CH+RL, 53% para CX). Tem sido reportado na literatura o efeito da argila no acúmulo de C. Wang et al. (2012) relatou que o coeficiente de correlação de Pearson entre o conteúdo de argila do solo e o COS foi de 0,40 ( $P < 0,001$ ), semelhante ao obtido neste trabalho que foi de 0,35 ( $P < 0,001$ ).

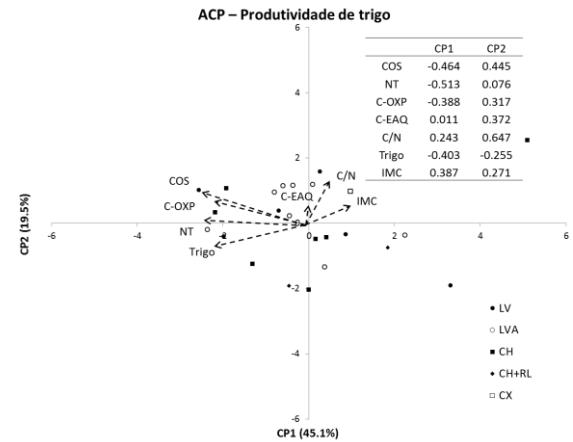
O maior aporte de matéria orgânica, causado pelo maior rendimento de culturas (dados não mostrados) observado nos LV.

O maior conteúdo de COS observado no terço inferior dos CX pode ser explicado pela dificuldade de oxidação do C devido à formação de ambientes anaeróbicos durante alguns períodos do ano.

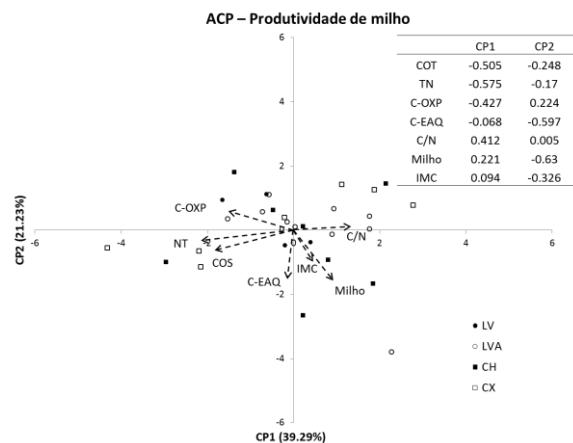
As produtividades de soja e trigo apresentaram correlação positiva com o conteúdo de COS e C-OXP (Figura 1 e Figura 2), enquanto o milho se correlacionou positivamente com o C-EAQ (Figura 3).



**Figura 1** - Análise de principais componentes realizada com as variáveis analisadas e a produtividade de soja.



**Figura 2** - Análise de principais componentes realizada com as variáveis analisadas e a produtividade de trigo.



**Figura 3** - Análise de principais componentes realizada com as variáveis analisadas e a produtividade de milho.



A alta correlação entre as produtividades de trigo e soja e o COS é um reflexo dos efeitos positivos do acúmulo de C no solo. A correlação positiva observada entre as produtividades de soja e trigo e o C-OXP pode ser um reflexo da mineralização de nutrientes. Embora a cultura da soja tenha autonomia pela fixação biológica de N, outros nutrientes liberados pelo processo de mineralização podem ter contribuído para o aumento da produtividade. Culman et al. (2013), verificaram correlação positiva entre a produtividade de milho e o C-OXP.

A correlação positiva observada entre a produtividade de milho e o C-EAQ pode ser um reflexo da mineralização de N, que é definida pelo NT no solo e pela atividade da biomassa microbiana que apresenta alta correlação com o C-EAQ (Ghani et al., 2003).

## CONCLUSÕES

A variação espacial do conteúdo de COS em escala de fazenda pode ser explicada por variações na textura do solo, pelo maior aporte de fitomassa em algumas áreas e pela dificuldade de oxidação do COS causada pela formação de ambientes anaeróbicos. Os comportamentos de COT apresentaram relações positivas com a produtividade das culturas na Fazenda Paiquerê, confirmado nossas hipóteses.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Universidade Estadual de Ponta Grossa pelo apoio e estrutura para a realização do trabalho, à Agropecuária Lúcio Miranda pelo apoio e disponibilização da área para amostragem, a toda a equipe do LABMOS pela disposição na execução dos trabalhos.

## REFERÊNCIAS

BLAIR, G. J.; LEFRAY, R. D. B.; LISLE, L. Soil Carbon Fractions Based on their Degree of Oxidation, and the Development of a Carbon Management Index for Agricultural Systems. *Australian Journal of Agriculture Research*, v.46, p.1459-66, 1995.

CULMAN, S. W.; SNAPP, S. S.; GREEN, J. M. et al. Short- and Long-Term Labile Soil Carbon and Nitrogen Dynamics Reflect Management and Predict Corn Agronomic Performance. *Agronomy Journal*, v.105, n.2, 2013.

GHANI, A.; DEXTER, M.; PERROTT, K. W. Hot-water extractable carbon in soils: a sensitive measurement for

determining impacts of fertilisation, grazing and cultivation. *Soil Biology & Biochemistry*, v. 35, p. 1231-1243, 2003.

IAPAR - ISTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ, disponível em: <http://www.iapar.br/>. Acesso em: 10 de dezembro de 2014.

LAL, R. Soil Carbon Sequestration Impacts on Global Climate Change and Food Security. *Science*, n.304, v.1623, 2004.

R Development Core Team R: A language and environment for statistical computing. ISBN 3- 900051-07-0, 2012.

WANG, S.; WANG, X.; OUYANG, Z. Effects of land use, climate, topography and soil properties on regional soil organic carbon and total nitrogen in the UpstreamWatershed of Miyun Reservoir, North China. *Journal of Environmental Sciences*, v.24, n.3, p.387–395, 2012.

WEIL, R.R; ISLAM, K.R; STINE, M.A. et. al. Estimating active carbon for soil quality assessment: A simplified method for laboratory and field use. *American Journal of Alternative Agriculture*, v.18, p.3–17, 2003.

**Tabela 1** - Média do conteúdo de C orgânico do solo (COS), C nos compartimentos lábeis, N total (NT) e a relação C/N por classe de solo e posição na paisagem.

<b>Classe</b> <b>de</b> <b>Solo</b>	<b>Prof.</b> <b>de</b> <b>coleta</b>	Local de coleta das amostras em cada classe de solo							
		Terço superior				Terço inferior			
		COT	NT	C-OXP	C-EAQ	COT	NT	C-OXP	C-EAQ
		cm ----- g kg <sup>-1</sup> -----							
<b>LV</b>	0-10	40.8 <sup>±6.1§</sup>	0.26 <sup>±0.7</sup>	4.51 <sup>±1</sup>	0.78 <sup>±0.6</sup>	36.1 <sup>±5.3</sup>	0.20 <sup>±0.2</sup>	3.16 <sup>±1</sup>	0.55 <sup>±0.5</sup>
	10-20	35.7 <sup>±7.4</sup>	0.21 <sup>±0.7</sup>	3.95 <sup>±1</sup>	0.59 <sup>±0.6</sup>	32.4 <sup>±4.6</sup>	0.15 <sup>±0.3</sup>	3.07 <sup>±1.2</sup>	0.72 <sup>±0.8</sup>
<b>LVA</b>	0-10	36.7 <sup>±7.6</sup>	0.24 <sup>±0.4</sup>	4.59 <sup>±0.5</sup>	0.70 <sup>±0.6</sup>	39.7 <sup>±5.3</sup>	0.27 <sup>±0.5</sup>	3.73 <sup>±1.2</sup>	0.59 <sup>±0.3</sup>
	10-20	31.9 <sup>±9.0</sup>	0.17 <sup>±0.6</sup>	3.89 <sup>±0.5</sup>	0.63 <sup>±0.2</sup>	36.0 <sup>±5.1</sup>	0.23 <sup>±0.4</sup>	3.34 <sup>±1.4</sup>	0.47 <sup>±0.3</sup>
<b>CH</b>	0-10	37.2 <sup>±8.7</sup>	0.25 <sup>±0.1</sup>	4.35 <sup>±0.8</sup>	0.75 <sup>±0.2</sup>	35.0 <sup>±10.3</sup>	0.24 <sup>±0.9</sup>	4.36 <sup>±0.9</sup>	0.67 <sup>±0.4</sup>
	10-20	32.6 <sup>±6.8</sup>	0.20 <sup>±0.7</sup>	3.83 <sup>±0.5</sup>	0.64 <sup>±0.2</sup>	26.4 <sup>±10.6</sup>	0.16 <sup>±0.9</sup>	3.62 <sup>±0.8</sup>	0.34 <sup>±0.3</sup>
<b>CX</b>	0-10	37.7 <sup>±1.5</sup>	0.28 <sup>±0.1</sup>	4.86 <sup>±1.2</sup>	0.60 <sup>±0.2</sup>	44.9 <sup>±15.8</sup>	0.30 <sup>±0.1</sup>	4.73 <sup>±1</sup>	0.62 <sup>±0.1</sup>
	10-20	32.8 <sup>±12.3</sup>	0.20 <sup>±1.3</sup>	3.53 <sup>±0.1</sup>	0.45 <sup>±0.1</sup>	41.1 <sup>±20.8</sup>	0.26 <sup>±1.4</sup>	3.97 <sup>±0.4</sup>	0.57 <sup>±0.1</sup>
<b>CH+RL</b>	0-10	29,2 <sup>±0</sup>	2,3 <sup>±0</sup>	3,52 <sup>±0</sup>	0,70 <sup>±0</sup>	30,0 <sup>±9,3</sup>	2,0 <sup>±0,5</sup>	3,88 <sup>±0,2</sup>	0,43 <sup>±0,2</sup>
	10-20	28,9 <sup>±0</sup>	2,8 <sup>±0</sup>	3,33 <sup>±0</sup>	0,50 <sup>±0</sup>	26,4 <sup>±9,0</sup>	1,6 <sup>±0,6</sup>	3,62 <sup>±0,3</sup>	0,34 <sup>±0,1</sup>