

## Emissão de C-CO<sub>2</sub> em solos de região de clima tropical e subtropical: um ensaio de incubação por longo período<sup>(1)</sup>

Juliane Zuffo dos Santos<sup>(2)</sup>; João Carlos de Moraes Sá<sup>(3)</sup>; Clever Briedis<sup>(4)</sup>; Daiani Hartman<sup>(2)</sup>; Rafael Schimiguel<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos da Fundação Agrisus.

<sup>(2)</sup> Estudante de graduação; Universidade Estadual de Ponta Grossa; Ponta Grossa, PR; juliane\_zuffo@hotmail.com; hartman\_dai@hotmail.com; rschimiguel@hotmail.com; <sup>(3)</sup> Professor; Universidade Estadual de Ponta Grossa; Ponta Grossa, PR; jcmsa@uepg.br; <sup>(4)</sup> Estudante de Doutorado; Universidade Estadual de Ponta Grossa; Ponta Grossa, PR; cleverbriedis@yahoo.com.br.

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi avaliar a evolução da respiração do solo e sua relação com o C oxidado visando quantificar o C perdido durante 10 meses de incubação. O experimento foi conduzido em laboratório, com amostras coletadas em experimentos de Ponta Grossa (PG), Londrina (LDN) e Lucas do Rio Verde (LRV). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em fatorial 3x4, com três repetições. Os fatores foram: por três profundidades (0-20, 20-40 e 40-100 cm), e quatro níveis de C (0, 6, 12, 24 Mg ha<sup>-1</sup>). Cada tratamento foi incubado por dez meses. Em intervalos predeterminados foi feita a determinação da respiração basal do solo. Após o período de incubação, houve uma resposta positiva nas emissões de C-CO<sub>2</sub> devido as adições crescentes de resíduos vegetais, variando de 414 (LRV, camada de 40-100, adição de 0 Mg ha<sup>-1</sup>) a 6563 mg kg<sup>-1</sup> (PG, camada de 0-20, adição de 24 Mg ha<sup>-1</sup>). Houve uma relação linear positiva entre o conteúdo de C inicial das amostras com a emissão de C-CO<sub>2</sub>. Em todos os locais e camadas houve uma taxa de efluxo de C-CO<sub>2</sub> muito elevada nos primeiros dias de incubação, ocorrendo a estabilização ao longo do tempo. Relacionando o C oxidado com as emissões de C-CO<sub>2</sub> de todos os locais e camadas, encontramos uma relação linear positiva muito forte. Com isso, concluímos que os efluxos totais de C-CO<sub>2</sub> no solo estão diretamente relacionados as adições de resíduos ao sistema e ao conteúdo de COS.

**Termos de indexação:** Respiração do solo, carbono do solo, adição de resíduos.

### INTRODUÇÃO

A respiração do solo, se dá pelas liberações de gás carbônico para a atmosfera, decorrente de vários processos que ocorrem na serapilheira, superfície e camadas mais profundas do solo. A liberação de CO<sub>2</sub> está diretamente relacionada a decomposição da matéria orgânica e mineralização do húmus, e a velocidade de decomposição do material orgânico e a liberação do CO<sub>2</sub> está relacionada as características intrínsecas da própria matéria orgânica. A biomassa microbiana do solo é

definida como componente microbiano vivo do solo, sendo a principal responsável pela decomposição de resíduos orgânicos, pela ciclagem de nutrientes e pelo fluxo de energia dentro do solo (Jenkin Son & Ladd, 1981).

Quando se adiciona ao solo uma fonte de carbono, estimula-se a respiração microbiana. Contudo, os sistemas de manejo que aumentem a adição de resíduos vegetais e a retenção de C no solo se constituem em alternativas importantes para aumentar a capacidade de dreno biológico de C-CO<sub>2</sub> atmosférico e mitigação do aquecimento global (Amado et al., 2001; Lovato et al. 2004; Bayer et al., 2006; Zanatta et al. 2007; Costa et al., 2008).

O objetivo deste trabalho foi analisar a evolução da respiração do solo e sua relação com o C oxidado, de cada tratamento, durante 10 meses de incubação, visando obter o C perdido durante o processo de decomposição.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido com solos provenientes de três localidades: Ponta Grossa (PG), PR (25°09'S - 50°09'W), Latossolo Vermelho Distrófico, clima mesotérmico, verões e invernos úmidos, invernos frios; Londrina (LDN), PR (23°11'S - 51°11'W), Latossolo Vermelho Eutroférico, clima Subtropical úmido, com verões quentes; e Lucas do Rio Verde (LRV), MT (13°00'S - 55°58'W), Latossolo Vermelho-Amarelo, clima Tropical úmido, com verões quentes e muito úmidos, inverno quente e seco.

O experimento foi inteiramente casualizado, ficando disposto em um fatorial 3x4 com três repetições. Os fatores foram: três profundidades (0-20, 20-40 e 40-100 cm), e quatro níveis de adição de C (0, 6, 12, 24 Mg ha<sup>-1</sup>) via resíduos de aveia.

Cada tratamento foi composto por 40 g de solo, os quais foram alocados em potes de 1 litro. Durante o período de incubação os potes com os tratamentos permaneceram em uma estufa com temperatura controlada a 30°C o solo foi mantido no nível da capacidade de campo. A respiração do solo foi realizada periodicamente até o período de 10 meses.

A determinação da respiração do solo foi pelo procedimento da captura do CO<sub>2</sub> através de uma solução constituída por uma solução alcalina (NaOH) e posteriormente a quantificação por titulação com ácido (HCl) (Jenkinson & Powlson, 1976) consistindo na mensuração através da diferença entre o volume de ácido necessário para neutralizar o hidróxido de sódio.

Nos intervalos predeterminados, os recipientes foram abertos e a solução titulada com HCl na presença de indicador ácido/base fenolftaleína. Após a leitura a mesma quantidade de NaOH foi repostada e os recipientes novamente fechados. Foi utilizado também um tratamento controle (sem exposição ao solo) para correção dos resultados dos demais tratamentos avaliados.

Após os 10 meses de incubação todos os resíduos maiores que 2 mm foram retirados e considerados como remanescente.

O conteúdo de COT inicial do solo foi determinado pelo método da combustão seca, utilizando um determinador elementar de C (TruSpec CN LECO® 2006, St. Joseph, EUA).

As relações entre as variáveis foi realizada através regressão linear. O nível de significância do coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>) foi encontrada através do programa JMP IN versão 3.2.1.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após 10 meses de incubação dos solos com o resíduo de aveia, observaram-se maiores taxas de emissão de CO<sub>2</sub> em função dos maiores aportes de resíduos. Em PG a emissão C-CO<sub>2</sub> acumulada variou de 2037 a 6563 mg kg<sup>-1</sup> na camada de 0-20 cm, de 728 a 5909 mg kg<sup>-1</sup> na camada de 20-40 e de 533 a 5612 mg kg<sup>-1</sup> na camada de 40-100 (Figura 1a,b,c). Em Londrina a variação foi de 817 a 5944 mg kg<sup>-1</sup> na camada de 0-20 cm, de 678 a 5330 mg kg<sup>-1</sup> na camada de 20-40 e de 444 a 5259 mg kg<sup>-1</sup> na camada de 40-100 (Figura 2a,b,c). Já em Lucas do Rio verde, as emissões de C-CO<sub>2</sub> acumuladas em 10 meses de incubação foram de 675 a 5263 mg kg<sup>-1</sup> na camada de 0-20 cm, de 663 a 5120 mg kg<sup>-1</sup> na camada de 20-40 e de 414 a 5121 mg kg<sup>-1</sup> na camada de 40-100 (Figura 3a,b,c). Nesse contexto, as menores emissões, de todos os locais e camadas, foram nos tratamentos sem adição de C via resíduos e as maiores emissões foram nos tratamentos com a maior adição (24 Mg ha<sup>-1</sup>). Embora as emissões de C-CO<sub>2</sub> represente a perda de carbono para atmosfera, ela representa também a atividade da biomassa microbiana (Lago et al., 2012), qual atua na transformação de compostos provindos do resíduo. Essa transformação dos resíduos aportados ao

sistema provoca, em um curto espaço de tempo, variações em formas mais lábeis de COS, principalmente na camada superficial (local de deposição dos resíduos em PD) (Briedis et al., 2012) e em um período mais longo a adição de resíduos provoca aumento no estoque total de COS (Sá et al., 2013). Sendo assim, a adição de carbono na forma de resíduo no sistema é fator determinante para a atividade microbiana e para o acúmulo de C no solo.

Dentre as camadas avaliadas, observaram-se maiores efluxos de C-CO<sub>2</sub> na camada de 0-20 cm. Isso provavelmente devido ao maior conteúdo de carbono nessa camada de solo. Em PD o acúmulo maior de COS é na camada superficial devido o não revolvimento do solo e a manutenção da palhada na superfície (Sá e Lal, 2009). Essa hipótese foi confirmada pela relação linear positiva entre o conteúdo de C inicial das amostras com a emissão de C-CO<sub>2</sub> ( $y=36,8x+2320$ ;  $R^2=0,80^{***}$ ,  $n=9$ ) (Figura 4). De acordo com Siqueira et al. (1994), a respiração edáfica está diretamente relacionada à decomposição da matéria orgânica e mineralização do húmus.

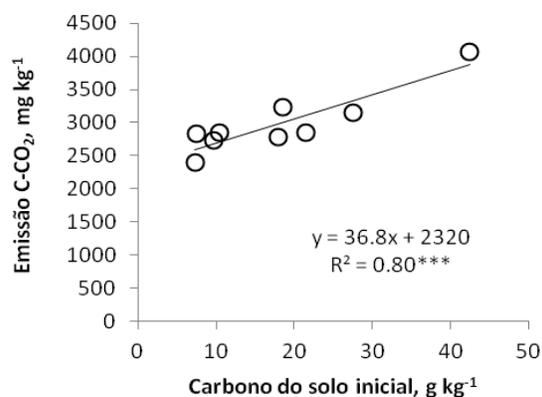
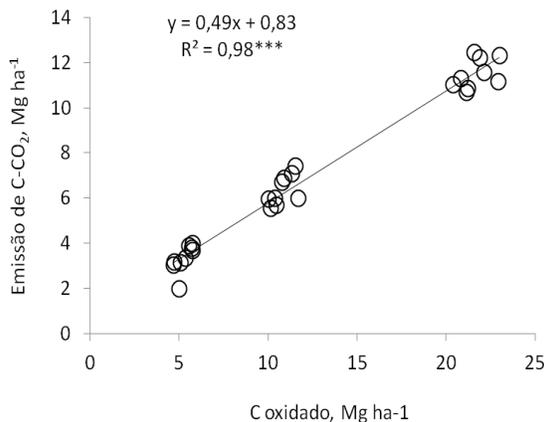


Figura 4 – Relação do carbono inicial (três solos e três profundidades distintas) com a emissão de C-CO<sub>2</sub> em um período de 10 meses de incubação.

Em todos os locais e camadas houve uma taxa de efluxo de C-CO<sub>2</sub> muito elevada nos primeiros dias de incubação, ocorrendo a estabilização ao longo do tempo. Esse maior efluxo inicial se deve a transformação, pela biomassa microbiana, de compostos mais lábeis como açúcares, amido e proteínas simples. Com o passar do tempo, esses compostos são consumidos restando os mais recalcitrantes, como gorduras, ligninas e compostos fenólicos, quais são de difícil transformação, diminuindo assim a atividade microbiana e a liberação de C-CO<sub>2</sub>.

De todo o C adicionado via resíduo, parte foi convertido como COS, parte permaneceu como C-remanescente e a outra parte foi emitida na forma de C-CO<sub>2</sub>. Relacionando o C oxidado (C adicionado – C remanescente) com as emissões de C-CO<sub>2</sub> de todos os locais e camadas encontramos uma relação linear positiva muito forte ( $y=0,49x+0,83$ ;  $R^2=0,98^{***}$ ) (Figura 5). Isso demonstra que 49% do C que foi oxidado foi emitido na forma de C-CO<sub>2</sub>.



**Figura 5** – Relação do C oxidado com C emitido na forma de C-CO<sub>2</sub> em solos de três locais e três profundidades.

### CONCLUSÕES

Os efluxos totais de C-CO<sub>2</sub> no solo estão diretamente relacionados as adições de resíduos ao sistema e ao conteúdo de COS.

As emissões de C-CO<sub>2</sub> no solo são elevadas no início do processo de decomposição e tendem a estabilizar-se com o passar do tempo.

### AGRADECIMENTOS

A Fundação Agrisus pelo apoio financeiro ao projeto.

### REFERÊNCIAS

AMADO, T.J.C.; BAYER, C.; ELTZ, F.L.F. & BRUM, A.C.R. Potencial de culturas de cobertura em acumular carbono e nitrogênio no solo no plantio direto e a melhoria da qualidade ambiental. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 25:189-197, 2001.

BAYER, C.; MARTIN-NETO, L.; MIELNICZUK, J.; PAVINATO, A. & DIECKOW, J. Carbon sequestration in two Brazilian Cerrado soils under no-till. *Soil & Tillage Research*, 86: 237-245, 2006.

BRIEDIS C.; SÁ, J.C.M.; DE CARLI, R.S.; ANTUNES, E.A.P.; SIMON, L.; ROMKO, M.L.; ELIAS, L.S. & FERREIRA, A.O. Particulate soil organic carbon and stratification ratio increases in response to crop residue decomposition under no-till. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 36:1483-1490, 2012.

COSTA, F.S.; BAYER, C.; ZANATTA, J.A. & MIELNICZUK, J. Estoque de carbono orgânico no solo e emissões de dióxido de carbono influenciadas por sistemas de manejo no sul do Brasil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32:323-332, 2008a.

JENKINSON, D.S & LADD, J.N. Microbial biomass in soil: measurement and turnover. In: PAUL, E.A. & LADD, J.M. (eds). *Soil biochemistry*, vol.5. New York, Marcel Decker, 1981. p.425-417.

JENKINSON, D.S. & POWLSON, D.S. The effects of biocidal treatments on metabolism in soil. V. A method for measuring soil biomass. *Soil Biology & Biochemistry*, 8:209-213, 1976.

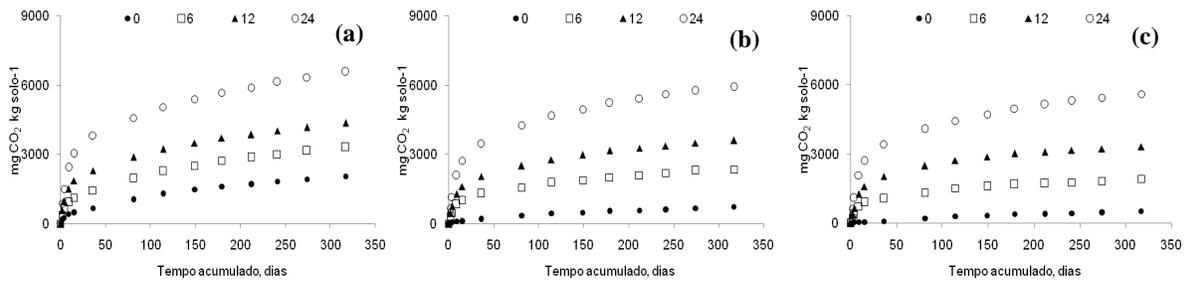
LAGO, W.N.M.; LACERDA, P.C.L. & NEUMANN, M.R.B. Indicadores de qualidade dos solos na microbacia do Ribeirão Extrema, Distrito Federal: Parte II *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 16:721-729, 2012.

LOVATO, T.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C. & VEZZANI, F. Adição de carbono e nitrogênio e sua relação com os estoques no solo e com o rendimento do milho em sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 28:175-187, 2004.

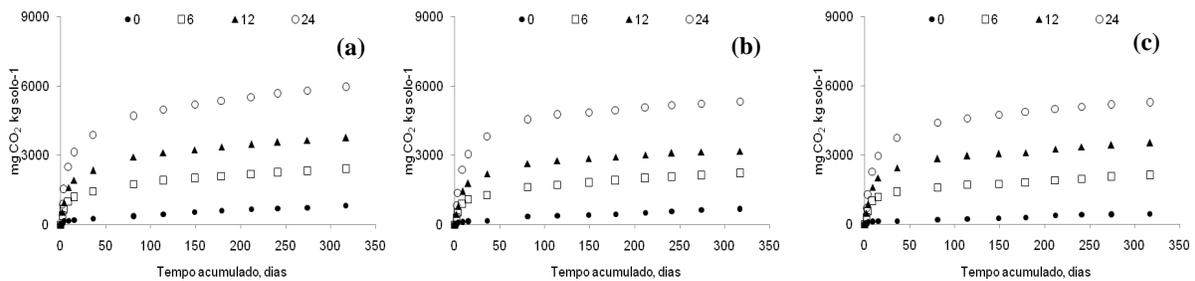
SÁ, J.C.M. & LAL, R. Stratification ratio of soil organic matter pools as an indicator of carbon sequestration in a tillage chronosequence on a Brazilian Oxisol. *Soil & Tillage Research*, 103:46-56, 2009.

SÁ, J.C.M.; SÉGUY, L.; TIVET, F.; LAL, R.; BOUZINAC, S.; BORSZOWSKI, P.R.; BRIEDIS, C.; SANTOS, J.B.; HARTMAN, D.C.; BERTOLONI, C.G.; ROSA, J. & FRIEDRICH, T. Carbon depletion by ploughing and its restoration by no-till cropping systems in Oxisols of sub-tropical and tropical agro-ecoregions in Brazil. *Land Degradation & Development*, 2013. Accepted Article. doi: 10.1002/ldr.2218

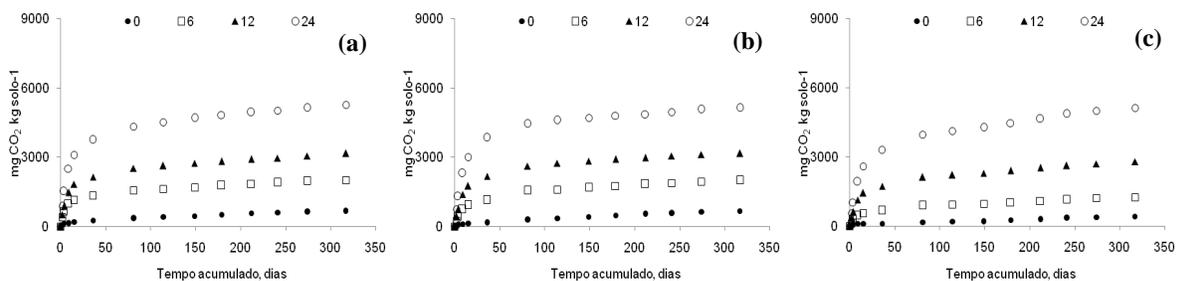
SIQUEIRA SIQUEIRA, J.O., MOREIRA, F.M.S., GRISI, B.M., HUNGRIA, M. & ARAÚJO, R.S. Microrganismos e processos biológicos do solo: perspectiva ambiental. Embrapa, Brasília, 1994. p.142.



**Figura 1** – Relação da emissão de CO<sub>2</sub> por tempo acumulado, no município de Ponta Grossa nas profundidades de (a) 0-20; (b) 20-40; (c) 40-100, em um ensaio de incubação.



**Figura 2** – Relação da emissão de CO<sub>2</sub> por tempo acumulado, no município de Londrina nas profundidades de (a) 0-20; (b) 20-40; (c) 40-100, em um ensaio de incubação.



**Figura 3** – Relação da emissão de CO<sub>2</sub> por tempo acumulado, no município de Lucas do Rio Verde nas profundidades de (a) 0-20; (b) 20-40; (c) 40-100, em um ensaio de incubação.