

EVOLUÇÃO DE DIÓXIDO DE CARBONO EM LABORATÓRIO EM AMOSTRAS DE SOLO SOB DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO

Thais Melissa Dias dos Santos (*), Jean Sérgio Rosset, Luan Soares Bispo, Elias Faria, Carla Aparecida da Silva
* Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (thais.coletivo16@yahoo.com).

RESUMO

Objetivou-se neste trabalho avaliar a evolução de C-CO₂ (carbono mineralizável) em amostras de solos de diferentes áreas manejadas e vegetação nativa incubadas em laboratório. Foram avaliadas duas áreas manejadas além de uma área de referência (mata nativa - MN), perfazendo três sistemas diferenciados analisados em função do tempo de condução em delineamento inteiramente casualizado. As duas áreas manejadas compreendem: área de pastagem permanente (PA) e uma área que se encontrava com as mesmas condições da área de PA, porém em março de 2016 foi isolada, sendo efetuado o plantio de espécies arbóreas nativas (reflorestamento) para recuperação (área em recuperação – AR). Foram realizadas três coletas de solos nas camadas de 0-0,05, 0,05-0,1 e 0,1-0,2 m nos meses de março de 2016 (tempo zero), setembro de 2016 (6 meses) e março de 2017 (12 meses). Para a avaliação do C-CO₂ liberado em laboratório, foi utilizado o método proposto por Mendonça e Matos (2005), em que 50 g de solo foram colocados em recipientes de plástico de 5000 cm³, fechados hermeticamente. Os recipientes de plástico (4 repetições) foram dispostos em delineamento inteiramente casualizado em laboratório com temperatura mantida a 25 °C por meio de refrigeração. A cada recipiente foi adicionado um frasco contendo 30 mL de solução de NaOH 0,5 mol L⁻¹, para capturar o C-CO₂ e outro contendo 30 mL de H₂O (para manter a umidade constante). As medições de C-CO₂ foram feitas em intervalos de 24 h nos primeiros 7 dias, de 48 h entre o 8º e 17º dia e de 96 h até o 49º dia. Após a incubação (1º dia de avaliação) houve diferentes padrões de evolução de C-CO₂, variando de 8,0 a 9,5 mg de C-CO₂/50 g³ de solo nas amostras da primeira coleta, 9,0 a 10,0 mg C-CO₂/50 g de solo na segunda coleta e entre 7,2 e 8,3 mg C-CO₂/50 g de solo na terceira coleta. No 5º dia de incubação para a segunda e terceira coleta, as áreas de PA e AR apresentaram valores de liberações de C-CO₂(picos) variando entre 6,0 e 8,3 mg de C-CO₂/50g de solo, sendo superiores em comparação com a mata. Com o passar do tempo (1ª, 2ª e 3ª coleta) constatou-se maior número de picos de emissão de C-CO₂ na área em recuperação devido ao processo de recuperação natural devido a maior atividade biológica desta área após o isolamento e plantio de espécies florestais nativas em março de 2016.

PALAVRAS-CHAVE: Carbono mineralizável, respiração microbiana, qualidade do solo

INTRODUÇÃO

O dióxido de carbono (CO₂) em alta concentração na atmosfera tende a favorecer o desenvolvimento das plantas. Por ser um componente básico da fotossíntese, o aumento da concentração pode promover alterações no metabolismo, crescimento e processos fisiológicos das plantas (PRITCHARD; AMTHOR, 2005). As emissões oriundas do solo, associadas à perda de carbono (C) do solo via emissão de CO₂ em áreas agrícolas, frequentemente não são consideradas devido à sua grande variação no tempo e no espaço e por ser um fenômeno resultante de uma interação complexa das propriedades físicas, químicas, biológicas do solo e também das condições climáticas (SILVIA-OLAYA et al., 2013). Nesse sentido, a agricultura mundial é responsável pela emissão de quantidades significativas de CO₂, metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O) para atmosfera, contribuindo com 11, 47 e 58% do total das emissões antrópicas desses gases, respectivamente (IPCC, 2007).

Dentre os gases que causam o efeito estufa, o CO₂ é o que mais contribui para esse fenômeno, devido à grande quantidade emitida na atmosfera, sendo considerado o mais importante gás de efeito estufa (GEE) antropogênico. As emissões anuais de CO₂ na atmosfera aumentaram em 80% entre 1970 e 2004 (IPCC, 2007). As principais estratégias adotadas para a redução das emissões de CO₂ consistem na diminuição da queima de combustíveis fósseis, minimização do desmatamento e queimadas, manejo adequado do solo e, por fim, estratégias de maximização do sequestro de C no solo (CERRI et al., 2007).

A produção de CO₂ no interior do solo é basicamente um processo bioquímico diretamente relacionado à atividade biológica, como a respiração de raízes e a decomposição da matéria orgânica pela atividade microbiana, influenciada pela temperatura e umidade do solo (LAL, 2009).

A taxa de decomposição do material orgânico e a consequente liberação de C-CO₂ são determinadas principalmente pelas características intrínsecas da própria matéria orgânica do solo (MOS), tais como: relação C/N; teores de carboidratos, lignina; grau de agregação; características do solo (pH, teores de nutrientes e umidade) e também características ambientais (temperatura e precipitação) (DAVIDSON et al., 1998).

A liberação de CO₂ ou respiração edáfica está diretamente relacionada à decomposição da matéria orgânica e a mineralização da MOS (SIQUEIRA et al., 1994). Quando se adiciona ao solo fonte de C, estimula-se a respiração microbiana. Este padrão é observado pela adição de carboidrato simples, por exemplo, glicose, que é uma molécula pequena e com ligações simples, facilmente decomponível e que pode ser submetida a uma rápida metabolização pela população microbiana do solo, conseqüentemente induz prontamente a liberação de C-CO₂ para a atmosfera (FARIAS et al., 2005). Essa atividade microbiana, com conseqüentes inferências na qualidade do carbono pode ser avaliada por vários métodos. Dentre estes, destaca-se o C mineralizável que é quantificado a partir da evolução de CO₂, principalmente com o intuito de avaliar o carbono mineralizável, de maior labilidade, considerando que a matéria orgânica lábil está intimamente relacionada com a dinâmica de crescimento da microbiota do solo (GREGORICH; ZECH, 1990). Boas práticas de conservação e de manejo do solo, entre outros aspectos, têm objetivado a entrada de C no sistema solo (sequestro de C) em detrimento às perdas de C, como exemplo, na forma de CO₂ para a atmosfera devido ao desmatamento, queimadas, operações de aração e gradagem levando a uma maior oxidação da MOS.

OBJETIVOS

Avaliar a evolução de C-CO₂ (carbono mineralizável) em amostras de solos incubadas em laboratório de diferentes áreas manejadas e vegetação nativa.

METODOLOGIA

Foram avaliadas duas áreas manejadas além de uma área de referência (mata nativa - MN) sem ação antrópica, perfazendo três sistemas diferenciados analisados em função do tempo de condução em delineamento inteiramente casualizado. As duas áreas manejadas compreendem: área de pastagem permanente coast-cross (*Cynodon dactylon*), com lotação de bovinos de corte de 3,5 UA ha⁻¹, com de sinais visíveis de degradação (pastagem - PA) e uma área que se encontrava com as mesmas condições da área de PA, porém em março de 2016 foi isolada (cercada - para evitar que os bovinos entrem na área), sendo efetuado o plantio de espécies arbóreas nativas (reflorestamento) para recuperação (área em recuperação - AR).

Em cada área de estudo foram demarcadas quatro glebas de 400 m², nas quais foram realizadas as coletas das amostras de solo na camada de 0-0,05 m (camada mais sensível às alterações causadas pelos sistemas de manejo) no tempo zero (0) meses (março de 2016), após seis (6) meses (setembro de 2016) e doze (12) meses (março de 2017) (tempo este, sendo considerado em função do momento das práticas do isolamento e reflorestamento da AR, que ocorreu em março de 2016), cada gleba representou uma repetição. As amostras foram coletadas em quatro pontos (glebas-repetições), sendo que, cada amostra composta foi representada por cinco amostras simples dentro das áreas de estudo, sendo após armazenadas sobre refrigeração para posteriormente serem analisadas.

As análises foram realizadas nos três tempos de coleta (zero, seis e doze meses). Para a avaliação do C-CO₂ liberado em laboratório, foi utilizado o método proposto por Mendonça e Matos (2005), em que 50 g de solo foram colocados em recipientes de plástico de 5000 cm³, fechados hermeticamente, com umidade do solo ajustada para 65% da capacidade de campo. Os recipientes de plástico (4 repetições) foram dispostos em delineamento inteiramente casualizado em laboratório. A cada recipiente foi adicionado um frasco contendo 30 mL de solução de NaOH 0,5 mol L⁻¹, para capturar o C-CO₂ e outro contendo 30 mL de H₂O (para manter a umidade constante).

As medições de C-CO₂ foram feitas em intervalos de 24 h nos primeiros 7 dias, de 48 h entre o 8º e 17º dia e de 96 h até o 49º dia, conforme efetuado por Loss (2011). Ao abrir os recipientes, fora retirado o frasco contendo NaOH, tomando-se o cuidado para deixar cada recipiente contendo solo aberto por 15 minutos para que ocorra a troca do ar. Decorrido o tempo, foi colocado outro frasco contendo 30 mL de NaOH 0,5 mol L⁻¹, e fechando hermeticamente o recipiente para nova incubação. Foram pipetados 10 mL da solução de NaOH (previamente incubada com o solo) para erlenmeyer de 125 mL, sendo em seguida adicionado 10 mL de solução de BaCl₂ 0,05 mol L⁻¹ e três gotas de fenolftaleína 1%, sendo a amostra titulada em seguida com HCl 0,25 mol L⁻¹. O cálculo do C-CO₂ evoluído foi apresentado em mg de C-CO₂/50g de solo, durante o intervalo utilizado no monitoramento da amostra.

Em delineamento inteiramente casualizado a análise estatística foi realizada através da análise de variância com teste F e, quando da obtenção de resultado significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey (p<0,05) através da utilização do programa GENES (CRUZ, 2006). Esse tratamento estatístico foi realizado com os dados diários dos tratamentos.

RESULTADOS

A Figura 1 demonstra o padrão de evolução de carbono mineralizável (C-CO₂) nas amostras de solos incubadas em laboratório no 1º, 2º, 3º, 4º, 5º, 6º, 7º, 9º, 11º, 13º, 15º, 17º, 21º, 25º, 29º, 33º, 37º, 41º, 45º e 49º dias nos três tratamentos e coletas realizadas.

Mudanças na quantidade e qualidade da MOS sob diferentes formas de manejo do solo, tem influência da quantidade e atividade microbiana com reflexos na evolução de C-CO₂. Logo após a incubação (1º dia de avaliação) houve diferentes padrões de evolução de C-CO₂, variando de 8,0 a 9,5 mg de C-CO₂/50 g de solo nas amostras da primeira coleta, 9,0 a 10,0 mg C-CO₂/50 g de solo na segunda coleta e entre 7,2 e 8,3 mg C-CO₂/50 g de solo na terceira coleta. Esse padrão revela o consumo imediato de carbono lábil prontamente disponível para o ataque microbiano, o que, posteriormente pode influenciar nos processos de humificação e estabilização do carbono no solo ao longo do tempo (LOSS et al., 2009).

Para a terceira coleta, esses menores valores de emissão de C-CO₂ no primeiro dia de incubação do solo evidencia, especialmente na AR, ao longo do tempo, após 12 meses do isolamento e plantio de espécies arbóreas nativas, aumento na estabilização do carbono do solo, resultando na diminuição de emissão de C-CO₂.

No 5º dia de incubação para a segunda e terceira coleta, as áreas de PA e AR apresentaram valores de liberações de C-CO₂ (picos) variando entre 6,0 e 8,3 mg de C-CO₂/50g de solo, sendo superiores em comparação com a mata que manteve uma variação de 4,5 a 6,8 mg de C-CO₂/50 g, respectivamente, para as duas coletas (Figura 1). Esta reação pode-se ser explicado devido ao padrão médio da ação dos microorganismos em relação a MOS estável presente na área de MN, enquanto as que a área de PA ainda apresentava manejo de pastejo e, principalmente a AR estava em processo de regeneração dos seus processos edáficos. Essa resposta rápida, representada pelos picos de emissão de C-CO₂ reflete a sensibilidade desta análise em detectar mudanças rápidas nas formas de manejo do solo com a prática de isolamento da impedindo o acesso de bovinos e o plantio de espécies arbóreas nativas na AR, fazendo com que houvesse maior atividade dos microrganismos em determinados dias específicos. Isso é corroborado com o trabalho de Araújo e Monteiro (2007), no qual indicam que os microrganismos possuem a capacidade de dar respostas rápidas a mudanças na qualidade do solo.

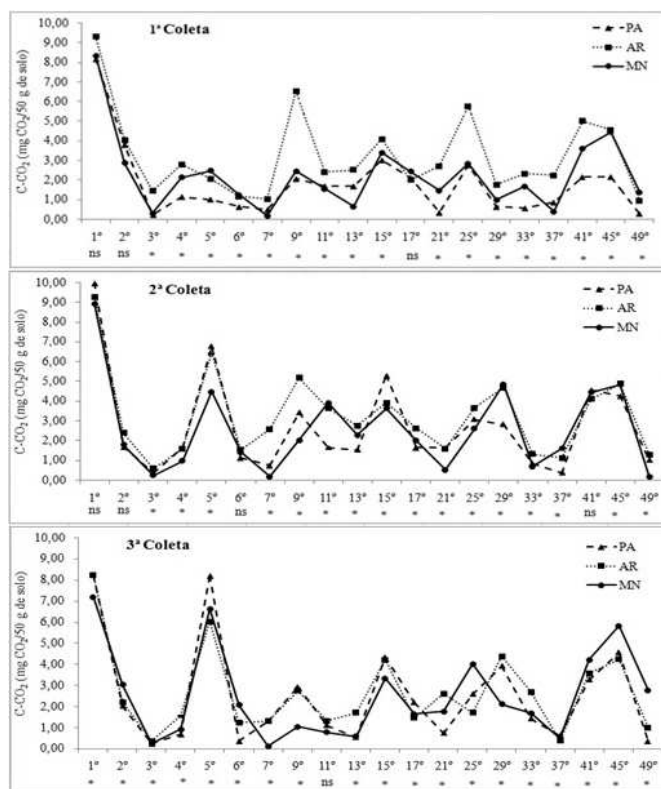


Figura 2: Evolução diária de C-CO₂ nas amostras de solos incubadas até os 49 dias de avaliação, nos diferentes tratamentos avaliados. * = significativo pelo teste Tukey a 5%; ns = não significativo pelo teste F a 5%.

Especificamente no 9º e 25º dia, para as três coletas, a AR se destacou, apresentando maiores picos de emissão de C-CO₂; sendo que na primeira coleta o padrão desta evolução de C-CO₂ foi o maior dentre as três coletas, emitindo até 6,7 mg de C-CO₂/50 g de solo. Em relação à MN nestes mesmos dias para as três coletas, não houveram grandes diferenças nos padrões de emissão de C-CO₂. Estes picos de C-CO₂ são conhecidos como efeito “*priming*” em que a estimulação da atividade microbiana pela adição de resíduos orgânicos e/ou maior disponibilidade de MOS prontamente decomponível (menor relação C/N) favorece a aceleração da decomposição da MOS (KUZYAKOV et al., 2000) aumentando a evolução de C-CO₂.

No 45º dia ocorreu o último pico (aumento seguido de diminuição) de C-CO₂ das três áreas, nos três tempos (1ª, 2ª e 3ª coleta), sendo verificando estabilização da evolução de C-CO₂ (Figura 1). Este padrão é ocasionado pelo consumo da MOS por meio da microbiota (CARVALHO et al., 2008). Estes microorganismos ao se alimentarem da MOS disponível, liberam C-CO₂, culminando nos picos observados. Entretanto, quando eles morrem por falta de MOS mais lábil, a evolução de C-CO₂ diminui; acarretando na estabilização da respiração microbiana.

CONCLUSÕES

Com o passar do tempo (zero, seis e doze meses) constatou-se maior número de picos de emissão de C-CO₂ na área em recuperação devido ao processo de recuperação natural, disponibilizando maior quantidade matéria orgânica do solo acarretando maior atividade microbiana.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ARAÚJO, A. S. F.; MONTEIRO, R. T. R. Indicadores biológicos de qualidade do solo. **Bioscience Journal**, v. 23, n. 3, p. 66-75, 2007.
2. CARVALHO, A. M.; VALE, H. M.; FERREIRA, E. M.; CORDEIRO, A. F.; BARROS, N. F.; y COSTA, M. D. Atividade microbiana de solo e serapilheira em áreas povoadas com *Pinus elliottii* *Terminaliaivorensis*. **Rev. Bras. Ci. Solo** 32:2709 2716, 2008.
3. CERRI, C. E. P.; SPAROVEK, G.; BERNOUX, M.; EASTERLING, W. E.; MELILLO, J. M.; CERRI, C. C. Tropical Agriculture and global warming impacts and mitigation options. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 64, n.1, p. 83-89, 2007.
4. CRUZ, C. D. **Programa genes:biometria**. Ed. Viçosa: UFV, 2006. 382 p.
5. DAVIDSON, E. A.; BELK, E.; BOONE, R. D. Soil water content and temperature as independent or confounded factors controlling soil respiration in a temperate mixed hardwood forest. **Global Change Biology**, v. 4, n. 4, p. 217-227, 1998
6. FARIAS, E. P.; ZONTA, E.; SANTOS, G.; SANTOS, G. A.; CANELLAS, L. P. Aporte de carbono solúvel pelo sistema radicular de arroz e sua influência nos teores de substâncias húmicas de um Latossolo Vermelho-Amarelo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 29, n. 6, p. 875-882, 2005.
7. GREGORICH, E. G.; ZECH, W. Turnover of carbon through the microbial biomass in soils with different textures. **Soil Science Society of America Journal**. Madison, v. 12, n. 1, 1990.
8. IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III. Fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate chnge**. Cambridge: Cambridge University Press, United Kingdom and New York, 2007. 863p.
9. KUZYAKOV, Y., FRIEDEL, J. K., STAHR, K., 2000. Review of mechanisms and quantification of priming effects. **Soil Biology & Biochemistry** 32, 1485 e 1498.
10. LAL, R. Challenges and opportunities in soil organic matter research. **European Journal of Soil Science**, Oxford, v. 60, n. 2, p. 158–169, 2009.
11. LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; FERREIRA, E. P.; SANTOS, L. L.; BEUTLER, S. J.; FERRAZ JÚNIOR, A. S. L. Frações oxidáveis do carbono orgânico do solo em sistema de aléias sob Argissolo Vermelho-Amarelo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 4, p. 867-874, 2009.
12. LOSS, A. **Dinâmica da matéria orgânica, fertilidade e agregação do solo em áreas sob diferentes sistemas de uso no cerrado goiano**. 2011. 122 p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2011.
13. MENDONÇA, E. S.; MATOS, E. S. **Matéria orgânica do solo: métodos de análises**. Ponte Nova: D & M Gráfica e Editora Ltda, p. 107, 2005.
14. PRITCHARD, S. G.; AMTHOR, J. S. (2005) *Crops and environmental change*. Binghamton. Food Products Press.
15. SILVA-OLAYA, A. M.; CERRI, C. E. P.; LA SCALA, N.; DIAS, C. T. S.; CERRI, C. C. Carbon dioxide emissions under different soil tillage systems in mechanically harvested sugarcane. **Environmental Research Letters**, v. 8, n. 1, p. 1-8, 2013.



-
16. 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.