

## ACÚMULO DA EMISSÃO DE DIÓXIDO DE CARBONO EM LABORATÓRIO 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

Este trabalho teve como objetivo avaliar a emissão total de C-CO<sub>2</sub> (carbono mineralizável) em amostras de solo incubadas em laboratório proveniente de diferentes sistemas de manejo. 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 compreenderam: área de pastagem (PA) permanente 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) e setembro de 2016 (6 meses) e março de 2017 (12 meses). Para a avaliação do acúmulo de C-CO<sub>2</sub> 50 g de solo foram colocados em recipientes de plástico de 5000 cm<sup>3</sup>, 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<sup>-1</sup>, para capturar o C-CO<sub>2</sub> e outro contendo 30 mL de H<sub>2</sub>O. Foram anotadas as medições de C-CO<sub>2</sub> 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. Ao abrir os recipientes, fora retirado o frasco contendo NaOH. Decorrido o tempo, foi colocado outro frasco contendo 30 mL de NaOH 0,5 mol L<sup>-1</sup>, 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 BaCl<sub>2</sub> 0,05 mol L<sup>-1</sup> e três gotas de fenolftaleína 1%, sendo a amostra titulada em seguida com HCl 0,25 mol L<sup>-1</sup>. Após as análises laboratoriais foi realizado o cálculo de acúmulo de C-CO<sub>2</sub> de cada amostra incubada por 49 dias. Observou-se na primeira e segunda coleta a AR apresentou maiores emissões de C-CO<sub>2</sub> (carbono mineralizável). Houve diminuição da emissão C-CO<sub>2</sub> na AR quando se passou da primeira e segunda coleta para terceira coleta. Portanto houve maior atividade biológica representada pela emissão de C-CO<sub>2</sub> na área em processo de recuperação até seis meses após o isolamento da área, sendo que a diminuição da emissão após um ano reflete o início do processo de estabilização do carbono no solo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sequestro de carbono, efeito estufa, manejo do solo.

### INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, as atividades antrópicas têm provocado uma série de alterações na paisagem terrestre e, mais recentemente, na atmosfera. O aumento da emissão de gases de efeito estufa (GEE) e o consequente aquecimento global do planeta vêm acarretando a busca por estratégias que visem à redução das fontes desses gases. Sabe-se que alguns sistemas agrícolas ou condições de manejos adotados podem potencializar ou mitigar a emissão de GEE para a atmosfera. As principais estratégias para mitigar a emissão de GEE resultantes de atividades antrópicas consistem na menor utilização de combustíveis fósseis, redução das taxas de desmatamento e de queima de material vegetal, uso inadequado do solo e, por fim, estratégias de maximização do sequestro de carbono (C) no solo e na vegetação (CARVALHO et al., 2010).

De todo o C orgânico no solo, uma parte considerável encontra-se na forma de matéria orgânica do solo (MOS). Entretanto, o material orgânico no solo é facilmente decomposto quando se realizam práticas de manejo não conservacionistas, causando agravamento no efeito estufa, devido à liberação de GEE, como dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) e óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) (CERRI et al., 2007). Por outro lado, o aumento do estoque de MOS é um processo lento e necessita de um manejo adequado, notadamente em regiões de clima tropical, onde a taxa de decomposição é mais acentuada devido às altas temperaturas e umidade do solo (SIX et al., 2002).

Os solos contêm cerca de duas vezes mais carbono que a atmosfera (IPCC, 2007). Portanto, o equilíbrio entre as entradas e saídas de carbono orgânico do solo (COS) tem uma crítica influência sobre a concentração de CO<sub>2</sub> atmosférico. As mudanças no uso da terra são as atividades humanas de maior impacto sobre este equilíbrio. Lal (2006) relata que a magnitude das perdas de carbono pode chegar de 25 a 75%, dependendo dos níveis anteriores de uso da terra, manejo e clima. Melhor compreensão dos impactos do uso da terra no balanço de carbono terrestre do mundo é, portanto, uma condição necessária como parte do esforço global para mitigar a mudança climática.

O plantio de florestas tem demonstrado grande potencial para o sequestro de carbono no solo, uma vez que trata de um manejo de longo prazo, em que os teores de matéria orgânica tendem a estabilizar-se em um novo equilíbrio, acumulando diversas vantagens, como: aumento da biodiversidade, favorecimento da fauna do solo, aporte de matéria orgânica, menores perdas de solo, carbono orgânico e nutrientes pela erosão e aumento da capacidade de retenção de água no solo (CAMPANHA et al., 2009). No entanto, o fluxo de nutrientes pode sofrer importantes alterações, com impacto negativo sob o funcionamento da biomassa microbiana do solo (KASCHUK et al., 2011).

## OBJETIVOS

Avaliar a dinâmica da emissão total de C-CO<sub>2</sub> (carbono mineralizável) em amostras de solo incubadas em laboratório proveniente de diferentes sistemas de manejo.

## METODOLOGIA

Foram coletadas amostras de solo em diferentes áreas no município de Mundo Novo, Mato Grosso do Sul, Brasil. O clima da região é subtropical (Cfa), com período de chuvas de outubro a março. A temperatura média do mês mais frio esta entre 14 e 15°C, com ocorrência de geadas. Segundo levantamento detalhado de solos do estado de Mato Grosso do Sul (SEMAC, 2011), as áreas do estudo se encontram sob Argissolo Vermelho-Amarelo, textura arenosa (EMBRAPA, 2013).

Foram estudadas duas áreas manejadas além de uma área de referência (mata nativa - MN) sem ação antrópica, perfazendo no total 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<sup>-1</sup>, 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 m<sup>2</sup>, nas quais foram realizadas as coletas das amostras de solo 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 da prática do reflorestamento da AR, que ocorreu em março de 2016), cada gleba representou uma repetição. As amostras foram coletadas nas quatro pontos (glebas-repetições), sendo que cada amostra composta foi representada por cinco amostras simples dentro das áreas de estudo, na camada de 0-0,05 m, sendo armazenadas sobre refrigeração para posteriormente serem analisadas.

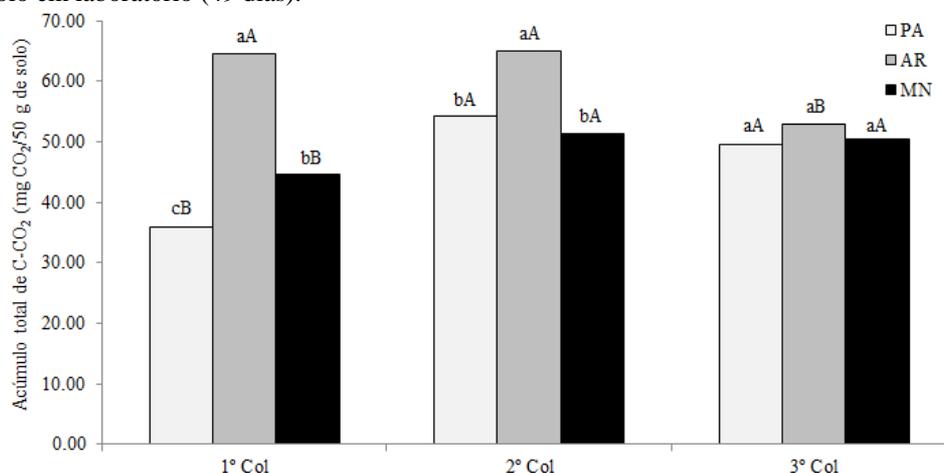
As análises foram realizadas nos três tempos de coleta (zero, seis e doze meses). Para a avaliação do acúmulo de C-CO<sub>2</sub>, foi utilizado o método proposto por Mendonça e Matos (2005), em que 50 g de solo foram colocados em recipientes de plástico de 5000 cm<sup>3</sup>, fechados hermeticamente, 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<sup>-1</sup>, para capturar o C-CO<sub>2</sub> e outro contendo 30 mL de H<sub>2</sub>O (para manter a umidade constante).

As medições de C-CO<sub>2</sub> 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, foi 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<sup>-1</sup>, 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 BaCl<sub>2</sub> 0,05 mol L<sup>-1</sup> e três gotas de fenolftaleína 1%, sendo a amostra titulada em seguida com HCl 0,25 mol L<sup>-1</sup>. O cálculo do C-CO<sub>2</sub> evoluído foi apresentado em mg de C-CO<sub>2</sub>/50 g de solo, durante o intervalo utilizado no monitoramento da amostra, sendo posteriormente calculado o valor final de emissão de C-CO<sub>2</sub> de cada amostra ao final dos 49 dias de incubação.

Após o cálculo de acúmulo de C-CO<sub>2</sub> de cada amostra incubada por 49 dias, 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).

## RESULTADOS

A Figura 1 representa a emissão acumulada de C-CO<sub>2</sub>, nas diferentes áreas avaliadas, em função do período total de incubação do solo em laboratório (49 dias).



**Figura 1: Acúmulo de C-CO<sub>2</sub> (mg CO<sub>2</sub>/50g de solo) durante 49 dias de incubação nas diferentes áreas avaliadas. Médias seguidas de mesma letra maiúscula em cada área por coleta, e minúscula entre as áreas em cada coleta não diferem estatisticamente pelo teste Tukey (5%). PA: Pastagem; AR: Área em recuperação; MN: Mata nativa.**

Quando se avalia as diferentes áreas na mesma coleta, observa-se que na primeira e segunda coleta a AR apresentou maiores emissões de C-CO<sub>2</sub> (carbono mineralizável), com valores chegando a 65,00 mg CO<sub>2</sub>/50g de solo na segunda coleta. Estes resultados podem ser devidos aos altos teores de carbono orgânico total (COT); também devido à presença de maiores teores de carbono lábil do solo (LOSS et al., 2010). De acordo com Bayer et al. (2002), a concentração de resíduos vegetais recentes na superfície do solo acelera a entrada de compostos orgânicos metabolizáveis, sendo às vezes maior até que a capacidade dos microrganismos do solo em metabolizá-los, o que contribui para o acúmulo de C-CO<sub>2</sub>; justificando os maiores acúmulos de C-CO<sub>2</sub> em relação a MN. Somente na terceira coleta não houve diferenças significativas em todas as áreas avaliadas.

Verificou-se que houve diminuição da emissão C-CO<sub>2</sub> na AR quando se passou da primeira e segunda coleta para terceira coleta. Esse maior efluxo inicial se deve a transformação, pela biomassa microbiana, decompostos 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> (SIQUEIRA et al., 1994). Com o isolamento e plantio de espécies nativas para recuperação edáfica e vegetativa da AR, com o passar do tempo, após 12 meses e emissão de C-CO<sub>2</sub> total diminuiu. Esse fato pode estar relacionado a AR não sofrer com ações antrópicas há 12 meses, sendo assim, as etapas do processo de humificação podem ter sido beneficiadas, ou seja, o carbono do solo foi se estabilizando, o que resulta, na maior proporção de frações mais estáveis e de maior estabilidade estrutural (ARAÚJO et al., 2011).

## CONCLUSÕES

Houve maior atividade biológica representada pela emissão de C-CO<sub>2</sub> na área em processo de recuperação até seis meses após o isolamento da área, sendo que a diminuição da emissão após um ano reflete a estabilização do carbono no solo o que, em longo prazo, pode contribuir para aumento dos teores e estoques de carbono desta área, com consequentes melhorias nos demais atributos edáficos relacionados ao carbono.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ARAÚJO, E. A.; KER, J. C.; MENDONÇA, E. S.; SILVA, I. R.; OLIVEIRA, E. K. Impacto da conversão floresta - pastagem nos estoques e na dinâmica do carbono e substâncias húmicas do solo no bioma Amazônico. *Acta Amazonica*, v.41, n.1, p.103-114, 2011.
2. BAYER, C.; MARTIN-NETO, L.; MIELNICZUK, J.; SAAB, S. C.; MILORI, D. M. B. P.; BAGNATO, V. S. Tillage and cropping system effects on soil humic acid characteristics as determined by electron spin resonance and fluorescence spectroscopies. *Geoderma*, v. 105, p. 81-92, 2002.

3. CAMPANHA, M. M.; NOGUEIRA, R. S.; OLIVEIRA, T. S.; TEIXEIRA, A. S.; ROMERO, R. E. Teores e estoques de carbono no solo de sistemas agroflorestais e tradicionais no semiárido brasileiro. Sobral: **EMBRAPA**; 2009. Circular Técnica n. 42.
4. CARVALHO, J. L. N.; AVANZI, J. C.; SILVA, M. L. N.; MELLO, C. R. d.; CERRI, C. E. P. Potencial de sequestro de carbono em diferentes biomas do Brasil. **Rev. Bras. Ciênc. Solo** [online] vol.34 no.2 Viçosa Mar./Apr. 2010.
5. 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. **Sci. Agric.**, 64:83-99, 2007.
6. CRUZ, C. D. **Programa genes: biometria**. Ed. Viçosa: UFV, 2006. 382 p.
7. IPCC - **Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III. Fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change**. Cambridge: Cambridge University Press, United Kingdom and New York, 2007. 863p.
8. EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília: Embrapa. p.353, 2013.
9. KASCHUK, G.; ALBERTON, O.; HUNGRIA, M. Quantifying effects of different agricultural land uses on soil microbial biomass and activity in Brazilian biomes: inferences to improve soil quality. **Plant and Soil**. 2011; 338(1-2): 467-481. [http:// dx.doi.org/10.1007/s11104-010-0559-z](http://dx.doi.org/10.1007/s11104-010-0559-z).
10. LAL, R. Soil carbon sequestration in Latin America. In: LAL, R.; CERRI, C.C.; BERNOUX, M.; ETCHEVERS, J. & CERRI, C.E.P. Carbon sequestration in soils of Latin America. New York, **Haworth Press**, 2006. p.49-64.
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.; PEREIRA, M. G.; SCHULTZ, N.; ANJOS, L. H.; y Silva, E. M. Quantificação do carbono das substâncias húmicas em diferentes sistemas de uso do solo e épocas de avaliação. **Bragantia**69(4):913 - 922. 2010.
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. SEMAC- Secretaria de Estado, Meio Ambiente, do Planejamento, da Ciência e Tecnologia. **Caderno Geoambiental das Regiões de Planejamento do MS**. p.394, 2011.
15. SIQUEIRA, J.O.; MOREIRA, F.M.S.; GRISI, B.M.; HUNGRIA, M. & ARAUJO, R.S. **Microrganismos e processos biológicos no solo: Perspectiva ambiental**. Embrapa -SPI, Brasília. 1994. 142p. .
16. SIX, J.; FELLER, C.; DENEFF, K.; OGLE, S.M.; MORAES, J.C. & ALBRECHT, A. Soil organic matter, biota and aggregation in temperate and tropical soils – Effects of no-tillage. **Agronomie**, 22:755-775, 2002.