



## Relação entre o efluxo de CO<sub>2</sub> e a biomassa de raízes do solo em área de *Vochysia divergens* Pohl no Pantanal <sup>(1)</sup>.

Ludymilla Barboza da Silva<sup>(2)</sup>; Luciana Sanches<sup>(3)</sup>;  
José de Souza Nogueira<sup>(4)</sup>; Jonathan Willian Zangeski Novais<sup>(5)</sup>,  
Nadja Gomes Machado<sup>(6)</sup>; Aryadne Márcia Aquino<sup>(7)</sup>.

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos do Processo CNPq Universal 476880/2010-6 e FAPEMAT Universal 006/2010.

<sup>(2)</sup> Professora; Universidade Estadual de Mato Grosso; Cáceres, Mato Grosso; <sup>(3)</sup> Professora; Universidade Federal de Mato Grosso, lsanches@hotmail.com; <sup>(4)</sup> Professor; Instituto Federal de Mato Grosso, <sup>(5)</sup> Professor; Universidade de Cuiabá; <sup>(6)</sup> Professora; Instituto Federal de Mato Grosso; <sup>(7)</sup> Doutoranda; Universidade Federal de Mato Grosso.

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi avaliar a relação entre o efluxo de CO<sub>2</sub> e a biomassa de raízes do solo em uma floresta com dominância de *Vochysia divergens* Pohl no Pantanal Mato Grossense, Brasil. Medidas mensais de efluxo de CO<sub>2</sub> do solo foram realizadas em 55 pontos durante dezembro de 2011 e março de 2013 utilizando um analisador de gás infravermelho portátil. A biomassa de raízes foi determinada em laboratório por meio de amostras de solo a profundidade de 10 cm. Por meio dos resultados, conclui-se que o efluxo de CO<sub>2</sub> do solo esteve correlacionado com a biomassa de raízes finas, entretanto outros fatores estiveram maior influência sobre o efluxo de CO<sub>2</sub> do solo.

**Termos de indexação:** área alagável, Cambará, respiração do solo.

### INTRODUÇÃO

O dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), de forma geral, é produzido no solo pelas raízes e organismos do solo e, em pequena escala pela oxidação de materiais que contem carbono no solo (Raich & Schlesinger, 1992). A respiração do solo origina-se da decomposição microbiana heterotrófica da matéria orgânica, da respiração autotrófica da rizosfera e da associação micorrízica (Hanson et al., 2000; Jurasinski et al., 2012).

O efluxo de CO<sub>2</sub> do solo constitui o segundo maior componente do ciclo global de carbono (Raich & Schlesinger, 1992) e maior reservatório terrestre de carbono nos ecossistemas (Dixon et al., 1994). Estimada entre 60 Pg C ano<sup>-1</sup> (Schlesinger, 1997) e 80 Pg C ano<sup>-1</sup> (Raich & Potter, 1995; Raich et al., 2002) a respiração do solo representa o segundo maior fluxo entre a superfície dos ecossistemas e a atmosfera (Raich et al., 2002). Devido à magnitude desse fluxo, pequenas mudanças na taxa de respiração do solo podem afetar significativamente a concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera (IPCC, 2001; Soe & Buchmann, 2005).

A contribuição da respiração das raízes no efluxo total de CO<sub>2</sub> possui ampla variação. Em ecossistemas florestais diversos, por exemplo, a

faixa está entre 10% e 90% (Hanson et al., 2000; Subke et al., 2006). Em uma floresta decídua localizada no sul da Alemanha, Moyano et al. (2008) observaram taxas de respiração de raízes finas representando até 44% do efluxo total de CO<sub>2</sub>. Já em uma fitofisionomia de Cerradão estudada por Butler et al. (2012) a contribuição da respiração autotrófica esteve entre 55% na estação úmida e 79% na estação seca. Valores menores foram encontrados por Redmann & Abouguendia (1978) em um ecossistema com dominância de *Agropyron dasystachyum* variando entre 17% e 26% de contribuição da respiração autotrófica (rizosfera) em relação à respiração total do ecossistema.

Fatores importantes influenciam a respiração do solo e inclui a temperatura do solo (Lloyd & Taylor, 1994; Rechstein et al., 2000; Fang & Moncrieff, 2001; Rechstein et al., 2003; Reth et al., 2005; Soe & Buchmann, 2005); o conteúdo de água no solo (Bunnell et al., 1977; Rechstein et al., 2005; Reth et al., 2005; Jurasinski et al., 2012; Butler et al., 2012); a produtividade primária líquida do ecossistema (Janssens et al., 2001); a qualidade do substrato (Raich & Schlesinger, 1992; Reth et al., 2005); o uso do solo (Rechstein et al., 2003; Rasilo et al., 2011), os regimes sazonais (Rasilo et al., 2011; Butler et al., 2012), a fauna, a flora, suas populações e dinâmica de comunidade acima e abaixo do solo (Rechstein et al., 2005; Reth et al., 2005; Jurasinski et al., 2012).

Fatores potenciais influenciam a variabilidade do efluxo de CO<sub>2</sub> do solo, por exemplo, a topografia (Raymant & Jarvis, 2000), a densidade ou biomassa de raízes (Rodeghiero & Cescatti, 2006), a quantidade e qualidade de matéria orgânica do solo (Scott-Denton et al., 2003; Epron et al., 2004), biomassa microbiana (Xu & Qi, 2001) e características da vegetação.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a relação entre o efluxo de CO<sub>2</sub> e a biomassa de raízes do solo em uma floresta com dominância de *Vochysia divergens* Pohl no Pantanal Mato Grossense, Brasil.

### MATERIAL E MÉTODOS



### Descrição do local de estudo

O estudo foi realizado em uma floresta com dominância de *Vochysia divergens* Pohl (16°29'S, 56°25'O, coordenadas de referência) com área de aproximadamente 115.000 m<sup>2</sup> localizada no Parque Baía das Pedras da Estância Ecológica do Serviço Social do Comércio (SESC) – Pantanal no município de Poconé, Mato Grosso, Brasil.

A vegetação possui dossel fechado com altura das árvores entre 10-20 m com aproximadamente 14 espécies lenhosas distribuídas em 13 famílias com diâmetro superior a 20 cm. As espécies com maior abundância relativa são *V. divergens* (33%), *Licania parvifolia* (17%) e *Mouriri elliptica* (15%). O diâmetro médio do tronco (na altura 1,3 m) das espécies lenhosas foi 28,36 cm, a densidade foi em média 839,98 indivíduos/ha, e a área basal média foi 66,16 m<sup>2</sup>/ha.

### Medidas de campo

O efluxo de CO<sub>2</sub> do solo foi medido por um sistema constituído por analisador de gás por infravermelho (IRGA, EGM-4 Environmental Gas Monitor for CO<sub>2</sub>, PP Systems, Hitchin, U. K.) conectado a uma câmara de respiração do solo (SRC-1, PP Systems, Hitchin, U. K.) com 1170 cm<sup>3</sup> que cobre 78,5 cm<sup>2</sup> de solo a cada medida. As medidas foram realizadas mensalmente para a análise da variação temporal e os dados de outubro foram utilizados para a análise da influencia da biomassa de raízes finas.

A medida da temperatura do solo na camada de 0-5 cm de profundidade foi realizada por meio de um termômetro digital tipo haste (Mod. AL-150C Precision, USA).

A umidade do solo foi medida na camada de 0-12 cm por meio de um sensor portátil tipo TDR (Hidrossense II Mod. CS620, Campbell Sci., EUA). O sensor tipo TDR (sigla em inglês, traduz-se Reflectometria no Domínio do Tempo).

Neste trabalho as estações foram classificadas em estação de cheia (janeiro, fevereiro e março), vazante (abril, maio e junho) seca (julho, agosto e setembro) e enchente (outubro, novembro e dezembro).

### Determinação da biomassa de raízes

Para analisar a relação entre o efluxo de CO<sub>2</sub> do solo e a biomassa de raízes finas superficiais foram realizadas medidas em 55 pontos em outubro de 2012, mês de estação seca.

A massa de raízes finas superficiais foi determinada por meio de um trado tipo TAI (Trado de Amostra Indeformada, Sonda Terra, Piracicaba,

Brasil) que retirou amostras indeformadas de solo em cilindros de inox com 100 cm<sup>3</sup>.

No Laboratório de Fisiologia Vegetal – FAMEV – UFMT as amostras foram secas em estufa de circulação forçada (Orion 520, FANEM, São Paulo, Brasil) a uma temperatura de 105 °C durante 72h. Após isso, cada amostra teve a fração de raízes cuidadosamente separadas com auxílio de pinças e peneiras para posterior pesagem em balança analítica (AD 500, Marte, Santa Rita do Sapucaí, Brasil).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A média anual do efluxo de CO<sub>2</sub> do solo para a floresta sazonalmente inundável foi 1,12±0,65 g CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup>. Houve sazonalidade (ANOVA, F=14,6; p=0,05) do efluxo de CO<sub>2</sub> do solo e os maiores valores coincidiram nas estações de transição vazante e enchente (Figura 1).

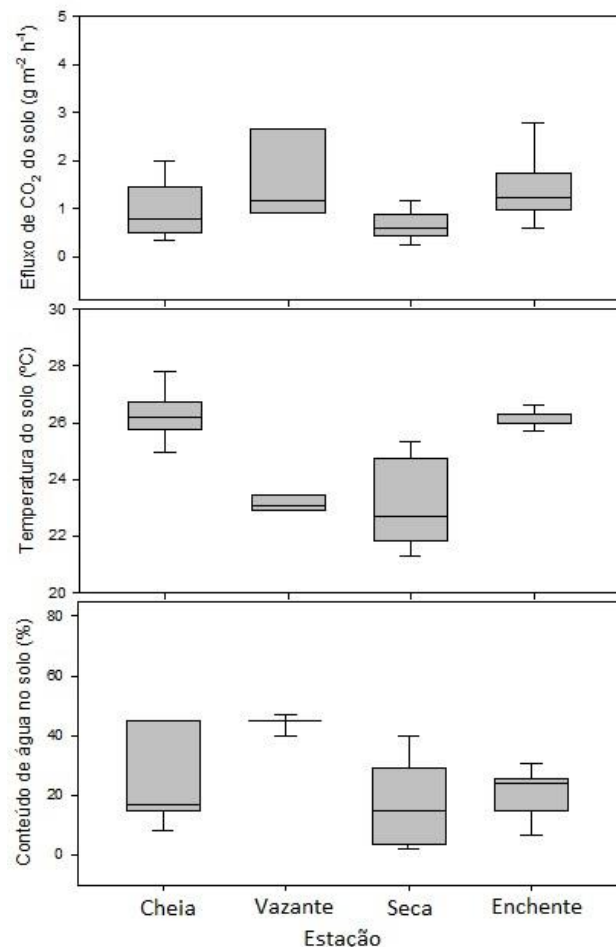


Figura 11. Box-Plot do efluxo de CO<sub>2</sub> do solo, temperatura do solo e umidade do solo nas estações cheia, vazante, seca e enchente.



A estação vazante apresentou coeficiente de variação superior às estações enchente, cheia e seca com coeficientes de variação 0,7 (vazante), 0,2 (cheia e seca) e 0,09 (enchente), respectivamente. A variação espaço temporal do efluxo de CO<sub>2</sub> do solo foi amplamente descrita na literatura para diversos ecossistemas (Subke et al., 2003; Vincent et al., 2006).

A temperatura do solo apresentou sazonalidade (ANOVA, F=74,7; p=0,002) com valores 11% superiores na estação cheia em relação à estação vazante, seca e enchente.

A sazonalidade do conteúdo de água no solo (ANOVA, F=10,3; p=0,03) foi definida por médias superiores a 30% nas estações cheia e vazante e menor que 20% nas estações seca e enchente. As faixas de umidade entre 20 e 30% ocorreram principalmente nas estações enchente.

A distribuição sazonal da precipitação desempenha um papel fundamental na taxa de respiração do solo, com maiores taxas no período de chuva. Tal processo deve-se a uma combinação de aumento da atividade microbiana associado ao crescimento da biomassa de raízes finas (Pinto et al., 2002). Variações no efluxo de CO<sub>2</sub> do solo não explicadas totalmente em escala temporal podem ser parcialmente compreendidas pela heterogeneidade espacial. A respiração do solo é proveniente da respiração da biota e das raízes presentes na camada superficial do solo e na serrapilheira.

A média taxa de raízes foi 2,0 g dm<sup>-3</sup> a uma profundidade de 0 a 10 cm. A relação entre o efluxo de CO<sub>2</sub> do solo e biomassa das raízes finas foi negativamente correlacionada (r=-0,6; p=0,04), indicando que ao aumentar a taxa de biomassa de raízes houve uma diminuição do efluxo de CO<sub>2</sub> do solo. Tanto a biomassa como o crescimento de raízes finas são considerados fatores responsáveis pela manutenção e aumento do padrão espacial do efluxo (Hanson et al., 2000). A respiração das raízes finas ocupam faixas entre 5% e 50% (Anderson, 1992) do efluxo de CO<sub>2</sub> do solo, e similarmente a este estudo Coleman et al. (2000) também não encontraram variação espacial significativa entre a biomassa de raízes finas e o efluxo de CO<sub>2</sub> do solo. Valores superiores de biomassa de raízes finas em florestas temperadas inundáveis foram reportados por Vincent et al. (2006) e Hertel & Leuschner (2002) e a variação espacial das raízes finas não explicaram as variações no efluxo de CO<sub>2</sub> do solo. A produtividade da floresta é dependente da superfície de raízes vivas para aquisição de água e nutrientes essenciais.

## CONCLUSÕES

Conclui-se que o efluxo de CO<sub>2</sub> do solo esteve correlacionado com a biomassa de raízes finas, entretanto outros fatores estiveram maior influência sobre o efluxo de CO<sub>2</sub> do solo.

## REFERÊNCIAS

- ANDERSON, J. M. Responses of soils to climate change. *Adv. Ecol. Res.*, 22:163–210, 1992.
- BUNNELL, F. L.; TAIT, D. E. N.; FLANAGAN, P. W. Microbial respiration and substrate weight loss – II. A model of the influences of chemical composition. *Soil Biology & Biochemistry*, 9: 41–47, 1977.
- BUTLER, A.; MEIR, P.; SAIZ, G.; IPES, L. M.; MARIM, B. S.; GRACE, J. Annual variation in soil respiration and its component parts in two structurally contrasting woody savannas in Central Brazil. *Plant and Soil*, 352:129-142, 2012.
- COLEMAN, M. D.; DICKSON, R. E.; ISEBRANDS, J. G. Contrasting fine-root production, survival and soil CO<sub>2</sub> efflux in pine and poplar plantations. *Plant and Soil*, 225:129-139, 2000.
- DIXON, R. K.; BROWN, R. A.; HOUGHTON, A. M.; SOLOMON, M. C.; TREXLER, M. C.; WISNIEWSKI, J. Carbon pools and flux of global ecosystems. *Science*, 263:185-190, 1994.
- EPRON, D.; NOUVELLON, Y.; ROUPSARD, O.; MOUVONDY, W. MABIALA, A.; SAINT-ANDRÉ, L.; JOFFRE, R.; JOURDAN, C.; BONNEFOND, J. M.; BERBIGIER, P.; HAMEL, O. Spatial and temporal variations of soil respiration in a Eucalyptus plantation in Congo. *Forest Ecology Management*, 202:149-160, 2004.
- FANG, C.; MONCRIEFF, J. B. The dependence of soil CO<sub>2</sub> efflux on temperature. *Soil Biology & Biochemistry*, 33:155-165, 2001.
- HANSON, P. J.; EDWARDS, N. T.; GARTEN, C. T.; ANDREWS, J. A. Separating root and soil microbial contributions to soil respiration: a review of methods and observations. *Biogeochemistry*, 48:115–146, 2000.
- HERTEL, D.; LEUSCHNER, C. A comparison of four different fine root production estimates with ecosystem carbon balance data in a Fagus quercus mixed forest. *Plant & Soil*, 239:237-251, 2002.
- IPCC. Climate change 2001: the scientific basis. Cambridge University Press, Cambridge, 881 p., 2001.
- JANSENS, I.A.; LANKREIJER, H.; MATTEUCCI, G. et al. Productivity overshadows temperature in determining soil and ecosystem respiration across European forests. *Global Change Biology*, 7:269-278, 2001.
- JURASINSKI, G.; JORDAN, A.; GLATZEL, S. Mapping soil CO<sub>2</sub> efflux in an old-growth forest using regression kriging with estimated fine root biomass as ancillary data. *Forest Ecology and Management*, 263:101-113, 2012.
- LLOYD, J.; TAYLOR, J. A. On the temperature dependence of soil respiration. *Functional Ecology*, 8: 315-323, 1994.
- MOYANO, F. E.; KUTSCH, W. L.; REBMANN, C., 2008. Soil respiration fluxes in relation to photosynthetic activity in broad-leaf and needle-leaf forest stands. *Agricultural Forest Meteorology*, 148:135–143.



- PINTO, A. D.; BUSTAMANTE, M. M. C.; KISSELLE, K.; BURKE, R.; ZEPP, R.; VIANA, L.T.; VARELLA, R. F.; MOLINA, M. Soil emissions of N<sub>2</sub>O, NO, and CO<sub>2</sub> in Brazilian Savannas: Effects of vegetation type, seasonality, and prescribed fires. *Journal of Geophysical Research-Atmospheres*, 107:57- 57, 2002.
- RAICH, J. W.; POTTER, C. S. Global patterns of carbon dioxide emissions from soils. *Global Biogeochemical Cycles*, 9:23-36, 1995.
- RAICH, J. W.; POTTER, C. S.; BHAGAWATI, D. Interannual variability in global soil respiration, 1980–94. *Global Change Biology*, v.8, p. 800-812, 2002.
- RAICH, J. W.; SCHLESINGER, W. H. The global carbon dioxide flux in soil respiration and its relationship to vegetation and climate. *Tellus*, 44: 81-99, 1992.
- RASILO, T.; OJALA, A.; HUOTARI, J.; PUMPANEN, J. Rain Induced Changes in Carbon Dioxide Concentrations in the Soil–Lake–Brook Continuum of a Boreal Forested Catchment. *Vadose Zone Journal*, 11: 1-14, 2011. doi:10.2136/vzj2011.0039
- RAYMANT, M. B.; JARVIS, P. G. Temporal and spatial variation of soil CO<sub>2</sub> efflux in a Canadian boreal forest. *Soil Biology Biochemistry*, 32: 35-45, 2000.
- REDMANN, R. E.; ABOUGUENDIA, Z. M. Partitioning of Respiration from Soil, Litter and Plants in a Mixed-Grassland Ecosystem. *Oecologia*, 36: 69-79, 1978.
- REICHSTEIN, M.; BEDNORZ, F.; BROLL, G.; KATTERER, T. Temperature dependence of carbon mineralization: conclusions from a long-term incubation of subalpine soil samples. *Soil Biology & Biochemistry*, 32: 947–958, 2000.
- REICHSTEIN, M.; REY, A.; FREIBAUER, A. et al. Modelling temporal and large-scale spatial variability of soil respiration from soil water availability, temperature and vegetation productivity indices. *Global Biogeochemical Cycles*, v. 17:11-15, 2003. doi: 10.1029/2003GB002035.
- REICHSTEIN, M.; SUBKE, J.; ANGELI, A. C.; TENHUNEN, J. D. Does the temperature sensitivity of decomposition of soil organic matter depend upon water content, soil horizon, or incubation time? *Global Change Biology*, 11:1754–1767, 2005. doi: 10.1111/j.1365-2486.2005.01010.x
- RETH, S.; REICHSTEIN, M.; FALGE, E. The effect of soil water content, soil temperature, soil pH-value and the root mass on soil CO<sub>2</sub> efflux – A modified model. *Plant and Soil*, v268: 21-33, 2005.
- RODEGHIERO, M.; CESCATTI, A. Indirect partitioning of soil respiration in a series of evergreen forest ecosystems. *Plant Soil*, 284: 7-22, 2006.
- SCHLESINGER, W. H. *Biogeochemistry: an analysis of global change*. San Diego: Academic Press, CA, 565 p., 1997.
- SCOTT, D. A.; PROCTOR, J.; THOMPSON, J. A semi-evergreen forest on Maracá Island II: Litter and nutrient cycling. In: Hemming J. *The Rainforest Edge: Plant and Soil Ecology of Maracá Island, Brazil*. p.30-45, 1992.
- SOE, A. R. B.; BUCHMANN, N. Spatial and temporal variations in soil respiration in relation to stand structure and soil parameters in an unmanaged beech forest. *Tree Physiology*, 25:1427-1437, 2005.
- SUBKE, J.A., INGLIMA, I., COTRUFO, M.F., 2006. Trends and methodological impacts in soil CO<sub>2</sub> efflux partitioning: a meta analytical review. *Global Change Biology*, 12: 921–943.
- VINCENT, G.; SHAHRIARI, A. R.; LUCOT, E.; BADOT, P.; EPRON, D. Spatial and variations in soil respiration in a temperate deciduous forest with fluctuating water table. *Soil*