



EFLUXO NOTURNO DE CO₂ DO SOLO EM ÁREA DE CERRADO NO MUNICÍPIO DE CUIABÁ-MT

Carla Maria Abido Valentini¹, Conceição Angélica de Almeida²; Rozilaine Aparecida Pelegrine Gomes de Faria³; Dorival Pereira Borges da Costa⁴

1. Professora Dra, Instituto Federal de Mato Grosso, campus Cuiabá-Bela Vista (carla.valentini@blv.ifmt.edu.br)
2. Tecnóloga em Gestão Ambiental, Instituto Federal de Mato Grosso, campus Cuiabá-Bela Vista
3. Professora Dra, Instituto Federal de Mato Grosso, campus Cuiabá-Bela Vista
4. Professor Dr., Instituto Federal de Mato Grosso, campus Cuiabá-Bela Vista

Recebido em: 30/09/2014 – Aprovado em: 15/11/2014 – Publicado em: 01/12/2014

RESUMO

A produção de gás carbônico no interior do solo está relacionada às atividades biológicas, incluindo a respiração das raízes e a decomposição da matéria orgânica do solo pela atividade microbiana. A sua emissão é resultado da interação dos processos de produção e transporte desse gás no interior do solo. Tais processos são fortemente influenciados pelas condições micrometeorológicas do local. O objetivo deste trabalho foi estimar o efluxo noturno de CO₂ do solo em dois locais de um bosque revegetado com espécies do cerrado, no município de Cuiabá. Para a medição foi utilizada a metodologia química com armadilha de álcalis, e os tratamentos foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial (2 x 4), dois locais na área, quatro dias, com sete repetições. Os maiores valores de efluxo noturno de CO₂ ocorreram um dia após as precipitações ocorridas no período de avaliação, portanto, para avaliações mensais, de modo a não superestimar ou subestimar valores, deve-se evitar fazer medidas logo após eventos de chuva.

PALAVRAS-CHAVE: emissão de carbono; fluxos de carbono; respiração do solo.

EFFLUX CO₂ NIGHT SOIL IN THE AREA OF SAVANNAH IN CITY OF CUIABÁ-MT

ABSTRACT

The production of carbon dioxide in the soil is related to biological activities, including root respiration and decomposition of soil organic matter by microbial activity. The issue is a result of the interaction of the processes of production and transportation of this gas in the soil. Such processes are strongly influenced by micrometeorological site conditions. The aim of this study was to estimate the night soil CO₂ efflux in two places of a forest, revegetated with species of the cerrado, in the city of Cuiabá. To measure the chemical methodology with alkali trap was used, and the treatments were distributed in a completely randomized design in two locations in the area, 4 days, 7 reps with factorial (2 x 4). The highest values of nocturnal CO₂ efflux came a day after the precipitation occurring during the evaluation period, so for monthly assessments, so as not to overestimate or underestimate values, one should avoid taking measurements immediately after rain events.

KEYWORDS: carbon emissions; carbon fluxes; soil respiration.

INTRODUÇÃO

O maior reservatório de carbono da biosfera é representado pela matéria orgânica do solo, proveniente da decomposição, pelos macro e microrganismos de vegetais e animais mortos. Em média, o solo contém 2,5 vezes mais carbono orgânico que a vegetação e duas vezes mais carbono que a atmosfera (BATJES, 1998).

A produção de CO₂ no interior do solo ocorre devido a processos biológicos, como a decomposição dos resíduos orgânicos e a respiração dos organismos e raízes do solo, e é influenciada pela temperatura e umidade do mesmo. Além da produção de gás carbônico, faz parte do processo a emissão desse gás, que ocorre por meio do seu transporte do interior do solo até a superfície (SÁ et al., 2001).

SOUTO et al. (2007) citam que a magnitude das alterações na atividade microbiana, expressa pela liberação de CO₂, está relacionada com as variações climáticas. Nesse sentido, a influência de elementos climáticos como radiação solar, temperatura do ar e solo, umidade e precipitação sobre a emissão de CO₂ passam a ser um aspecto importante nesse contexto.

As regiões tropicais e subtropicais são caracterizadas pela incidência elevada de insolação e radiação solar, o que resulta em altas temperaturas. Em consequência, a velocidade de decomposição da matéria orgânica no solo é maior à medida que a temperatura aumenta, desprendendo gás carbônico que é levado para a atmosfera (BLEY JR., 1999).

A respiração do solo é um forte indicador da intensidade de decomposição. Essa intensidade mostra-se distinta no curso diário e anual e depende do clima e da atividade biológica no solo (SINGH & GUPTA, 1977). Assim, qualquer fator que altere as condições microclimáticas do solo e sua interface com a atmosfera pode afetar a taxa de respiração e o balanço de carbono em escala local e regional (VALIM et al., 2007).

A retirada da cobertura vegetal por atividades antrópicas, como ocorre frequentemente nas regiões brasileiras, provoca efeitos drásticos, seja pela diminuição da proteção do solo contra os raios solares e erosão, como também pela redução dos compostos orgânicos (TREVISAN et al., 2002). Essas práticas que contribuem para a adição ou a remoção de material vegetal do solo acarretam alterações na biomassa microbiana, as quais podem ser avaliadas quantificando-se o CO₂ produzido (MATTER et al., 1999).

A medida do efluxo de CO₂ da superfície do solo é provavelmente o método mais amplamente usado para estimar a taxa de respiração do solo *in situ* (RAICH et al., 1985). Diversos estudos têm se dedicado a essas medidas em vários biomas; no entanto, é difícil atingir um valor preciso devido às incertezas associadas aos vários métodos e à grande variedade espacial e temporal inerente à respiração do solo e fatores ambientais (NORMAN et al., 1997).

Apesar de muitos estudos optarem pelo uso dos métodos de covariância por vórtice turbulento ou por uso de câmaras fechadas que medem o efluxo de CO₂ por infravermelho (IRGAs) (DAVIDSON et al., 2002), métodos baseados na absorção de CO₂ usando solução álcali ou na forma sólida são comumente usados em laboratório e em estudos de campo, onde mostra grande sensibilidade acima do solo, além de serem econômicos (SOUTO et al., 2009).

No IFMT campus Cuiabá Bela Vista, há um bosque revegetado com espécies do Cerrado. Como já se passaram quase duas décadas que estas espécies foram plantadas no local, o objetivo deste trabalho foi estimar o efluxo

noturno de CO₂ do solo em dois locais da mesma área do bosque em estação chuvosa.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área em estudo

O estudo foi realizado em um fragmento de Cerrado, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso – IFMT, *campus* Cuiabá-Bela Vista (15°34'45,02"S e 56°03'45,78"O), pertencente ao Parque Estadual Massairo Okamura, no município de Cuiabá-MT (Figura 1).



FIGURA 1. IFMT *campus* Cuiabá Bela Vista. Destaque em vermelho para o fragmento de área do bosque estudado. (Fonte Google maps, 2014)

Conforme classificação de Koppen, o clima de Cuiabá é do tipo tropical continental, quente e semiúmido, com duas estações definidas pela distribuição das chuvas: estação chuvosa (primavera-verão) e estação seca (outono-inverno), com índice pluviométrico anual que varia de 1250 a 1500 mm. A média anual da umidade relativa do ar é de 69,9 %. e de temperatura entre 25 e 32°C (DUARTE, 1995; MAITELLI, 2005).

Os solos do Parque Massairo Okamura são do tipo Plintossolo Pétrico Concrecionário Distrófico típico e Latossolo vermelho-amarelo distrófico típico (GUARIM & VILA NOVA, 2008).

A vegetação representante da área pelo processo de revegetação é do bioma Cerrado. No levantamento florístico atual realizado no *campus* da área em estudo, foram amostrados 181 indivíduos, 18 famílias botânicas e 32 espécies, sendo as famílias mais comuns: Anacardiaceae, Rubiaceae e Fabaceae (MORAIS et al., 2014).

Coleta de dados

O experimento foi realizado no período chuvoso, entre os dias 28 a 31 de outubro de 2013 no horário compreendido entre as 17 horas até as 7 horas do dia seguinte. A escolha do horário à noite, justifica-se pela temperatura do solo, principalmente na superfície, oscilar menos e assim pode-se observar melhor e de

forma comparativa o efeito dos tratamentos (LIRA, 1999). As medidas de efluxo de CO_2 do solo foram realizadas em dois locais da área escolhida com sete repetições cada e mais uma testemunha (branco) que foi usada para controle, visto que, além do terreno possuir uma declividade, os locais considerados “de cima” (local 1) e “de baixo”(local 2) foram respectivamente o mais próximo e o mais distante às instalações prediais do *campus*.

Metodologia

Para realizar a medição foi utilizada a metodologia química com armadilha de álcalis, descrita por GRISI (1978). Para tal, foram escolhidos aleatoriamente 10 pontos em cada local (local 1 e 2) da área. Em cada ponto foi colocado um suporte metálico de 2cm de altura, e sobre o mesmo foi colocado um recipiente plástico contendo 10 mL de solução aquosa de KOH a 0,5N. Este recipiente foi coberto com campânula plástica fosca com 25,5cm de diâmetro, sendo suas bordas enterradas a 2cm de profundidade no solo. A área de captação do efluxo de CO_2 foi de 510,69 cm^2 para cada repetição. Após 14 horas de permanência no local, as campânulas foram retiradas, e os recipientes foram rapidamente fechados e levados ao laboratório de Química Analítica do IFMT-campus Cuiabá-Bela Vista (Figura 2).



FIGURA 2. Campânulas na área de coleta de efluxo de CO_2 do solo. (Fonte: autores)

A quantificação do CO_2 desprendido do solo foi feita mediante titulação do KOH remanescente nos recipientes, com uma solução de HCl a 0,1N e os indicadores fenolftaleína e posteriormente metil-orange até seus respectivos pontos de viragem (Figura 3).



FIGURA 3. Quantificação do CO₂ captado do solo por titulação.
(Fonte: autores)

A massa de CO₂ desprendido por unidade de área e tempo (mg. m⁻². h⁻¹), foi calculada considerando a massa de CO₂ total desprendida no período de permanência debaixo da campânula e sua área de abrangência, como mostra a equação a seguir:

$$\text{CO}_2 \text{ (mg m}^{-2} \text{ h}^{-1}\text{)} = \frac{(\text{VA}-\text{VB}) \text{ NHCl} \times \text{Eq CO}_2 \times 10^4 \times 4/3}{\text{A} \times \text{T}}$$

Em que:

VB: diferença dos volumes do ácido clorídrico gasto na titulação do branco com os dois indicadores;

VA: diferença dos volumes do ácido clorídrico gasto na titulação da amostra com os dois indicadores;

NHCl : normalidade do ácido clorídrico = 0,1;

Eq CO₂: equivalente grama do CO₂ = 22;

A: área de abrangência da campânula

10⁴: transformação da área para m²

T: tempo de coleta horas.

4/3: fator que corrige o valor do efluxo de CO₂ que pelo método químico é subestimado em 25%.

Durante o período experimental foram registradas no local as temperaturas do ar e do solo com termômetro analógico. A umidade do solo foi avaliada pelo método gravimétrico, mediante a coleta de amostras a 5 cm de profundidade. Os dados pluviométricos e de umidade relativa do ar foram obtidos do site do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia).

Análise de dados

Os dados de efluxo CO₂ do solo foram avaliados pela análise fatorial com dois fatores: posição na área (parte de cima e de baixo) e tempo (quatro dias medidos) com sete repetições. Na realização da análise estatística foi empregado o Software Assistat versão 7.7 beta (SILVA, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da análise de variância aplicada aos valores de respiração do solo, observou-se que o fator “posição na área” não foi significativo assim como o efeito de interação posição na área x tempo; o fator “tempo” foi altamente significativo ao nível de 1% de probabilidade, ou seja, a variação de efluxo de CO₂ do solo foi nitidamente diferente nos dias medidos, não havendo necessidade de utilização de duas posições na área para avaliar esta variação.

Na Tabela 1 são apresentadas as análises médias realizadas dos dois fatores pelo Teste de Tukey a 1% de probabilidade.

TABELA 1. Médias de efluxo de CO₂ do solo de acordo com os fatores analisados.

Característica (mg.m ⁻² .h ⁻¹)	Localização		Tempo (dias coletados)				CV (%)
	L1	L2	T1	T2	T3	T4	
Efluxo de CO ₂	84 A	79 A	144 a	31 c	22 d	131 b	11,5

L₁- local 1 ; L₂- local 2; T₁- 28/10/13; T₂- 29/10/13; T₃- 30/10/13; T₄- 31/10/13; CV:coeficiente de variação.Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade

Na Tabela 2 são apresentadas as temperaturas médias do ar e do solo, a umidade média relativa do ar, a umidade do solo e a precipitação nos dias de coleta.

TABELA 2. Dados micrometeorológicos do município de Cuiabá (Temperaturas máxima e mínima e umidade relativa do ar) e do local de coleta (temperatura e umidade do solo).

Datas	Temperatura média do ar (°C)		Umidade relativa do ar (%)		Variação Temperatura do solo (°C)	Precipitação (mm)	Umidade do solo (%)
	Max	Min	Max	Min			
28/10/13	22,6	33,7	44	93	27-24	0	61,54
29/10/13	24,5	35,9	40	89	28-25	0	32,63
30/10/13	22,8	29,7	60	89	25-24	2,6	47,83
31/10/13	24,4	34,2	40	89	25	0	40,12

A variabilidade do efluxo de CO₂ do solo dentro de um ecossistema pode ser descrita através do coeficiente de variação (CV). Neste estudo o CV igual a 11,5%, ou seja, um bom resultado para um trabalho de campo. Entretanto, apenas o coeficiente de variação não é suficiente para a comparação entre os fluxos de CO₂ de diferentes estudos, isso devido à falta de padronização no esquema experimental. Neste experimento o enfoque foi direcionado à variação do efluxo de CO₂ do solo em relação às variáveis micrometeorológicas locais.

A análise dos dados de efluxo de CO₂ mostrou que apesar das medidas terem acontecido na mesma semana, num período que marca o início das chuvas na região, os quatro dias tiveram valores estatisticamente diferentes (Tabela 1).

No dia de início do experimento (28/10/13) não choveu, mas no dia anterior (27/10/13) ocorreu uma precipitação de 36,8 mm, o que representou 26,4 % da chuva do mês todo que foi de 139,4 mm. Esta quantidade de chuva no mês de outubro é considerada elevada para o local, se comparada a outubro do ano de 2012 que foi de 39,2 mm. O regime de precipitação na região apresenta dois períodos distintos: um chuvoso, que vai de outubro a abril, e outro seco, que vai de maio a setembro. O trimestre mais chuvoso corresponde aos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, concentrando 60% da precipitação anual, com o mês de janeiro apresentando o maior índice pluviométrico, com valores superiores a 200 mm. O trimestre mais seco corresponde aos meses de junho, julho e agosto, quando verifica-se precipitação média de 26 mm, com o mês de agosto apresentando o menor índice pluviométrico, com valores inferiores a 10 mm (CHIRANDA et al., 2012).

Importante ressaltar que o mês de outubro é o que apresenta maior valor médio de temperatura (25°C) na Depressão Cuiabana e também é o mês que apresenta maior valor de temperatura máxima diária, 30 a 34°C (MUSIS, 1997). Pelo fato das coletas terem sido efetuadas do início do período noturno até a manhã do dia seguinte, não houve muitas variações na temperatura do ar e na temperatura do solo.

Analisando o efluxo de CO₂ do solo com as variáveis apresentadas, pode-se observar que os maiores valores ocorreram um dia após a precipitação no local. Nos dias 28/10 (T1) e 31/10 (T4), um dia após as chuvas ocorreram as médias de 144 e 131 mg.m⁻².h⁻¹ respectivamente. No dia 28/10 a umidade do solo estava em 61,54%, o que confirma que o solo ainda tinha uma boa retenção hídrica. ZANCHI et al. (2003) observaram que logo após o evento da chuva houve um grande aumento do efluxo do CO₂, isto porque a água quando drenada para o solo força a saída do CO₂ ali presente nos poros, e após algumas horas há uma queda brusca nos dados de efluxo, que se dá devido a uma camada de proteção que a água faz no solo, evitando assim a emissão para a atmosfera. Esta emissão vai se tornando maior à medida que a água vai evaporando e drenando para o lençol freático, pois assim os poros ficam livres e voltam a emitir o efluxo em maior quantidade.

Porém percebeu-se também que no dia 31/10, dois dias após uma alta precipitação a média do efluxo de CO₂ do solo foi para 31 mg.m⁻².h⁻¹ e houve uma queda de quase 50% da umidade em relação ao dia anterior. No dia 30/10, quando as medidas ocorreram após a chuva o valor foi de 22 mg m⁻².h⁻¹, o menor valor medido. A precipitação pluviométrica e a água de percolação afetam o transporte de gás por deslocar fisicamente o ar nos espaços porosos do solo, por transportar gases atmosféricos dissolvidos para o solo e por transportar horizontal e verticalmente os gases do solo em soluções. Estes processos podem levar a um aumento ou supressão do efluxo de gás após a chuva (GLINSKI & STĘPNIEWSKI, 1985).

A primeira supressão pode ser explicada pelo fato de que, segundo LINN & DORAN (1984) a respiração microbiana do solo é limitada pela restrição de difusão de O₂ (oxigênio necessário para a respiração aeróbica) através dos poros quando o solo encontra-se muito úmido e, por outro lado, limitando também na condição seca, devido à restrição da solubilidade de substratos de carbono orgânico, que constitui a fonte de energia para os microrganismos heterotróficos.

O baixo valor do efluxo de CO₂ no dia com chuva, provavelmente, deveu-se ao fato de que o excesso de água no solo causa uma barreira para a troca de O₂ ou CO₂, ou ambos, entre solo e atmosfera, provocando uma queda do efluxo de CO₂ (BUNNELL, 1977). No primeiro instante a água expulsa o ar dos poros e ocupa o seu lugar, depois pela ação da gravidade é drenada e no seu lugar entra o ar renovado (LUCHESE, 2001). A difusão de gases na água é 10⁴ vezes menor do que no ar, então os espaços dos poros com a água, ou isolados por lâminas de água representam barreiras efetivas para o transporte do gás mesmo que a porosidade total do solo preenchida se mantenha alta (SOTTA, 1998) Segundo ROSS (1989), o alto conteúdo de água do solo interfere no fluxo de CO₂ do solo, tanto pela redução da atividade respiratória aeróbica, que é a principal responsável pela emissão de CO₂ do solo, como pelo efeito físico de real impedimento à passagem do CO₂ até atingir a interface solo-atmosfera (BRANDÃO, 2012).

Para PANOSSO et al. (2007) a temperatura e a umidade do solo são os principais fatores de controle da variabilidade da emissão de CO₂ em solos e essas podem ser modificadas rapidamente após um molhamento como as precipitações. MEIR et al. (1996) encontraram para a floresta tropical em Rondônia, sudoeste da Amazônia, que a temperatura à 5 cm de profundidade é responsável por 76-88% da variação temporal do efluxo de CO₂, porém este parâmetro não foi o principal neste estudo, visto que as medidas foram feitas no período noturno e que não houve variações significativas da temperatura do solo.

A maior atividade microbiana, representada pela maior produção de CO₂ está diretamente relacionada à umidade do solo (ALVES et al., 2006). SOUTO et al. (2004) encontraram maior produção de CO₂ no período noturno, quando comparado com o período diurno e atribuíram este resultado as menores oscilações da temperatura no período noturno, garantindo melhores condições para os microrganismos do solo.

CONCLUSÕES

Os maiores valores de efluxo de CO₂ ocorreram um dia após as precipitações ocorridas no período de avaliação.

O conteúdo de água do solo interfere no efluxo de CO₂ do solo, tanto pela redução da atividade respiratória aeróbica, como pelo efeito físico de impedimento à passagem do CO₂.

Deve-se evitar fazer medidas de efluxo de CO₂ logo após eventos de chuva no local para que não se tenha valores subestimados.

REFERÊNCIAS

ALVES, A. R.; SOUTO, J. S.; DOS SANTOS, R. V.; CAMPOS, M. C. C. DECOMPOSIÇÃO de resíduos vegetais de espécies da Caatinga, na região de Patos, PB. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. v.1, n. único, p.57-63, 2006.

BATJES, N. H. Mitigation of atmospheric CO₂ concentration by increased carbon sequestration in the soil. **Biology and Fertility of Soils**, New York, v.27, p.230-235, 1998.

BLEY JR., C. Erosão Solar: riscos para a agricultura nos trópicos. **Ciência Hoje**, v.25, n.148, p.24-29, 1999.

BRANDÃO, A.B. **Dinâmica temporal do efluxo de CO₂ do solo em área de cerrado no Pantanal Mato-grossense**. 59p. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental) - Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2012.

BUNNELL, F.L.; TAIT, D.E.N.; FLANAGRAN, P.W.; VAN CLEVE, K. Microbial respiration and substrate weight loss-I: A general model of the influences of abiotic variables. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 9, p. 33-40, 1977.

CHIARANDA, R.; RIZZI, N. E.; COLPINI, C.; SOARES, T. S.; SILVA, V. S. M. Análise da precipitação e da vazão da bacia do Rio Cuiabá. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 7, n. 1, p. 117-122, 2012.

DAVIDSON, E.A.; SAVAGE, K.; VERCHOT, L.V.; NAVARRO, R. Minimizing artifacts and biases in chamber-based measurements of soil respiration. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.113, p.21-37, 2002.

DUARTE, D. H. S. **O Clima como parâmetro de projeto para a Região de Cuiabá**. 1995, 214 f. Dissertação (Mestrado), Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

GLIŃSKI, J.; STĘPNIEWSKI, W **Soil aeration and its role for plants**.CRC Press: Boca Raton, FL. 1985. 229 p.

GUARIM, V. L. M. S; VILANOVA, S. R. F. (Org.). **Parques urbanos de Cuiabá, Mato Grosso**: Mãe Bonifácia e Massairo Okamura. Cuiabá: Entrelinhas/Edufmt, 2008, 112p.

GRISI, B. M. Método químico de medição da respiração edáfica: alguns aspectos técnicos. **Ciência e Cultura**, v.30, n.1, p.82-88, 1978.

LINN, D.M.; DORAN, J.W. Effects of water-filled pore space on carbon dioxide and nitrous oxide production in tilled and nontilled soils. **Soil Science Society of America Journal**, v. 48, n. 6, p. 1267-1272, 1984.

LIRA, A. C. S. de. **Comparação entre povoamento de eucalipto sob diferentes práticas de manejo e vegetação natural de cerradão, através da respiração, infiltração de água e mesofauna do solo**. 1999. 70 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999.

LUCHESE, E.B.; BORTOTTI, F; LENZI, E. **Fundamentos da química do solo**. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 2001.182 p.

MAITELLI, G. T. **Interações atmosfera-superfície: o clima**. In: MORENO, G; TEREZA HIGA, T.C.S; MAITELLI, G.T. (Org.). Geografia de Mato Grosso Território, Sociedade, Ambiente. Cuiabá: Entrelinhas, p. 238-249, 2005.

MATTER, U. F.; SILVA, M. S.; COSTA, L. A. M.; PELÁ, A.; SILVA, C. J.; DECARELI, L.; ZUCARELLI, C. Avaliação da biomassa microbiana em solo cultivado com três

espécies de adubo verde de verão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 27, Brasília, 1999. **Anais...**Brasília: SBCS, 1999. CD-ROM

MEIR, P.; GRACE, J.; MIRANDA, A.; LLOYD, J. **Soil respiration in Amazônia and in cerrado in central Brazil. Amazonian Deforestation and Climate.** eds. J. C. H. Gash, C. A. (eds.), Amazon Deforestation and Climate, John Wiley and Sons, Chichester, UK, 319-330p, 1996.

MORAIS, R. F; VALENTINI, C. M. A.; CORRÊA, B. M. B. Composição florística e características estruturais e ecológicas de um fragmento revegetado de cerrado em área urbana no município de Cuiabá- MT. **Múltiplos Olhares sobre a Biodiversidade III.** ISBN: 978-85-8148-684-0. *in press.*

MUSIS, C. R. **Caracterização climatológica da Bacia do Alto Paraguai.** 1997. 65p. Dissertação Mestrado. Cuiabá: Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 1997.

NORMAN, J. M. KURCHARIK, C. J.; GROWER, S. T.; BALDOCCHI, D. D.; CRILL, P. M.; RAYMENT, M.; SAVAGE, K.; STRIEGL, R. G. A comparasion of six methods for measuring soil-surface carbon dioxide fluxes. **Journal of Geophysical Research**, v. 102, p. 28771-28777. 1997.

PANOSSO, A. R.; SCALA JÚNIOR, N. L. A; PEREIRA, G. T.; ZANINI, J. R. Uso dekrigagem ordinária e co-krigagem para estimar a emissão de CO₂ do solo após molhamento. In: XXXI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Gramado. **Anais...** Gramado, SBCS, CDROM. 2007.

RAICH, J.; EWEL, J.; OLIVEIRA, M. Soil CO₂ efflux in simple and diverse ecosystems on vulcanic soil in Costa Rica, **Turialba**, v. 35, n.1, p.32-42, 1985.

ROSS, S. **Soil Processes: A systematic approach.** Routledge, New York, U.S.A. 1989. 444p.

SÁ, J.C.M.; CERRI, C.C.; DICK, W.A.; LAL, R.; VENZKE FILHO, S.P.; PICCOLO, M.C.; FEIGL, B.J. Organic mater dynamics and carbon sequestration rates for a tillage chronosequence in a Brazilian Oxisol. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, v. 65, p.1486-1499, 2001.

SILVA, F.A.S. (2013). **ASSISTAT - Software: statistical assistance.** Versão 7.7 beta.

SINGH, J.S., GUPTA, S.R. Plant decomposition and soil respiration in terrestrial ecosystems. **Botanical Review**, v. 43, p. 449-528, 1977.

SOUTO, P. C.; BAKKE, I. A.; SOUTO, J. S.; OLIVEIRA, V. M. Cinética da respiração edáfica em dois ambientes no semi-árido da Paraíba, Brasil. **Revista Caatinga**, v. 22, n.3, p. 52-58, 2009.

SOUTO, P. C.; OLIVEIRA, F. L. N. de; ARAÚJO, E. N de; JESUS, C. A. C. de; LIMA, A.N. ; SOUTO, J. S. Comparação do fluxo de CO₂ entre áreas de plantio de sombreiro (*Elitoria fairchildiana*) e de acerola (*Malpighia glabra* L.). In: FERTBIO, Lages, **Anais...**Lages, SBCS, 2004. CD-ROM.

SOUTO, P. C.; SOUTO, J. S.; SANTOS, R. V. dos; SALES, F. das C.; LEITE, R. de A.; SOUSA, A. A. de. Decomposição da serapilheira e atividade microbiana em área de caatinga. In: XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO. Gramado. **Anais...** Gramado, SBCS, 2007. CD-ROM.

SOTTA, E.D. **Fluxo de CO₂ entre solo e atmosfera em floresta tropical úmida da Amazônia Central**. 87p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 1998.

TREVISAN, R.; MATTOS, M. L. T.; HERTER, F. G. Atividade microbiana em argissolo vermelho-amarelo distrófico típico coberto com aveia preta (*Avena* sp.) no outono, em um pomar de pessegueiro. **Científica Rural**, v. 7, n. 2, p. 83-89. 2002.

VALIM, E. ; MIRANDA, V. T.; SILVA, J. S. O.; SILVA, M. R. S.; BUSTAMANTE, M. M. C.; KOZOVITS, A. R. Respiração do solo em resposta à fertilização com N e P e às variações de temperatura e umidade do solo e do ar em área de cerrado senso restrito. In: VIII Congresso de Ecologia do Brasil, Setembro de 2007. **Anais...**Caxambu – MG, 2007. p. 1-3.

ZANCHI, F.B.; ROCHA, H.R.; KRUIJT, B.; CARDOSO, F.L.; DEUS, J.A.; AGUIAR, L.J.G. Medição do efluxo de CO₂ do solo: monitoramento com câmaras automáticas sobre floresta e pastagem em Rondônia. In: VI CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 2003, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza-CE, 2003. p.631-632.