

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
MATO GROSSO**

CAMPUS CUIABÁ - BELA VISTA

DEPARTAMENTO DE ENSINO

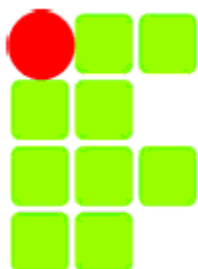
COORDENAÇÃO DOS CURSOS SUPERIORES

CURSO DE TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL

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

CONCEIÇÃO ANGÉLICA DE ALMEIDA

**CUIABÁ-MT
JULHO/ 2014**



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
MATO GROSSO**

CAMPUS CUIABÁ - BELA VISTA

DEPARTAMENTO DE ENSINO

COORDENAÇÃO DOS CURSOS SUPERIORES

CURSO DE TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL

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

**Trabalho de conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial do
curso de Graduação Tecnológica em
Gestão Ambiental do Instituto Federal
de Educação Ciência e Tecnologia de
Mato Grosso, para obtenção de Título
de Tecnólogo em Gestão Ambiental.**

Orientadora: Prof^a Dr^a Carla Maria Abido Valentini

**CUIABÁ-MT
JULHO/ 2014**

Divisão de Serviços Técnicos. Catalogação da publicação na fonte. IFMT/Campus Bela Vista
Biblioteca Francisco de Aquino Bezerra

A447e

ALMEIDA, Conceição Angélica de

Efluxo de CO₂ noturno do solo em área de Cerrado no município de Cuiabá – MT.
Conceição Angélica de Almeida – Cuiabá, IFMT: O autor, 2014.

44f il.

Orientador: Prof.^a Dr.^a Carla Maria Abido Valentini

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia de Mato Grosso. Campus Cuiabá - Bela Vista. Curso Superior de
Tecnologia em Gestão Ambiental.

1. Respiração do solo. 2. Fluxos de carbono. 3. Efluxo de CO₂. I. Valentini, Carla
Maria Abido II. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Mato Grosso.

CDD: 631.44.98172

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

Trabalho de Conclusão de Curso Superior em Tecnologia em Gestão Ambiental, submetido à Banca Examinadora composta pelos Professores do Programa de Pós-Graduação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso - Campus Cuiabá Bela Vista, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Graduado.

Aprovado em 18 de julho de 2014.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a Dr^a Carla Maria Abido Valentini
Orientadora:

Prof. Ms. Eliane Dias de Almeida
(Membro da Banca)

Prof.Dr. Dorival Pereira Borges da Costa
(Membro da Banca)

**CUIABÁ-MT
JULHO/ 2014**

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	7
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	8
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	12
4. CONCLUSÃO.....	15
5. REFERÊNCIAS.....	16

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

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 emissão desse gás é resultado da interação dos processos de produção e transporte desse gás no interior do solo. Tais processos são fortemente influenciados pelas condições de micrometeorológicas do local. O objetivo deste trabalho foi estimar o efluxo de CO₂ noturno do solo em dois locais da mesma área de um bosque, revegetado com espécies do cerrado, no do IFMT- campus Cuiabá-Bela Vista em estação chuvosa. Para a medição foi utilizada a metodologia química com armadilha de álcalis, e os tratamentos foram distribuídos em delineamentos inteiramente casualizados em esquema fatorial (2 x 4), 2 locais na área, 4 dias, com 7 repetições. Os maiores valores de efluxo de CO₂ ocorreram um dia após as precipitações ocorridas no período de avaliação, portanto 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.

Palavras-chave: respiração do solo; fluxos de carbono; efluxo de CO₂

ABSTRACT

The production of carbon dioxide in the soil is related to the biological activities, including root respiration and decomposition of soil organic matter by microbial activity. The emission of this gas is the result of the interaction of the processes of production and transportation of this gas in the soil. Such processes are strongly influenced by local conditions micrometeorological. The aim of this study was to estimate the CO₂ efflux night soil at two sites in the same area of a forest, revegetated with species of the cerrado, in the IFMT-campus Cuiabá-Bela Vista in rainy season. To measure the chemical methodology with alkali trap was used, and treatments were distributed in a completely randomized design in 2 places in the area, four days, with 7 replicates factorial (2 x 4). The highest values of CO₂ efflux came a day after the rainfall during the period of review, therefore the water content of the soil interferes with soil CO₂ efflux, either by reduction of aerobic respiration, such as the physical effect of preventing the passage CO₂.

Keywords: soil respiration; carbon fluxes; CO₂ efflux

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 está relacionada às atividades biológicas, incluindo a respiração das raízes e a decomposição da matéria orgânica do solo pela atividade microbiana. A emissão de CO₂ é resultado da interação dos processos de produção e transporte desse gás no interior do solo. Tais processos são fortemente influenciados pelas condições de temperatura e umidade do mesmo (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.

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.

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).

Estudos para se medir a respiração do solo tem sido conduzidas em vários biomas, no entanto é difícil atingir um valor preciso devido às incertezas associadas dos vários métodos associados e a 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, que pertence ao Parque Estadual Masssiao Okamura 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 de CO₂ noturno do solo em dois locais da mesma área de bosque em estação chuvosa.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área em estudo

O estudo foi realizado em um fragmento de Cerrado, município de Cuiabá-MT, no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do estado 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 (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; MAITELLLI, 2005).

Os solos do Parque Massairo Okamura tem as seguintes características: Plintossolo Pétrico Concrecionário Distrófico típico, textura média muito cascalhenta e argilosa muito cascalhenta, relevo suave ondulado e ondulado; Latossolo vermelho-amarelo distrófico típico, textura média e argilosa, relevo suave ondulado, ambos moderado, fase Cerrado Tropical Subcaducifólio (GUARIM & VILA NOVA, 2008).

A vegetação representante da área, tanto a original, quanto a recuperada pelo processo de revegetação é uma representação do bioma Cerrado na área urbana de Cuiabá. Além das frequentes gramíneas são encontradas espécies arbóreas/arbustivas características do Cerrado como Barbatimão (*Dimorphandra mollis*), Cumbarú (*Dipterix alata*), Embaúba (*Cecropia sp*), Jenipapo (*Genipa americana*), Chico magro (*Guazuma ulmifolia*), Pata de vaca (*Bauhinia sp*), Açoita cavalo (*Luehea paniculata*), dentre outras espécies. No levantamento florístico atual realizado no campus foram amostrados 181 indivíduos, 18 famílias botânicas e 32 espécies, sendo as espécies mais comuns: Anacardiaceae, Rubiaceae e Fabaceae (MORAES et al., 2014).

Coleta de dados

O experimento foi conduzido no período chuvoso, nos dias 28, 29, 30 e 31 de outubro de 2013 das 17 horas até as 7 horas do dia seguinte. Isto foi feito porque, à noite, a temperatura do solo, principalmente na superfície, oscila menos e 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 7 repetições cada e mais um testemunha (branco) que foi usada para controle, visto que, além do terreno possuir uma declividade, as partes consideradas “de cima” (local 1) e “de baixo”(local 2) foram respectivamente a mais próxima e a mais distante aos prédios construídos do campus.

Metodologia

Para realizar a medição foi utilizada a metodologia química com armadilha de álcalis, descrita por Grisi (1978). Para tal, foram distribuídos na área experimental, nos dois locais de coleta, suportes metálicos, sobre os quais foram colocados recipientes de plástico com 10 ml de KOH a 0,5 N. Estes conjuntos foram então encobertos por campânulas (baldes plásticos com 25,5 cm de diâmetro) cobrindo uma área de 510,69 cm^2 , com as bordas enterradas a aproximadamente 2 cm do solo. Após 14 horas de permanência no local, as campânulas foram retiradas, e os recipientes foram rapidamente tampados e levados ao laboratório de Química Analítica do IFMT-campus Cuiabá-Bela Vista(Figura 2).



Figura 2. Campânulas (baldes plásticos) na área de coleta de efluxo de CO_2 do solo.

A quantificação do CO₂ 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.

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 abaixo:

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

Em que:

VB: diferença dos volumes do ácido clorídrico gastos 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 (4 dias medidos) com 7 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 e que 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, mas não haveria necessidade de usarmos 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 5% de probabilidade. As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si.

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

Característica	Localização na área		Tempo (dias coletados)				CV (%)
	L ₁	L ₂	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	
Efluxo de CO ₂ (mg m ⁻² h ⁻¹)	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 da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey.

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 (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 (oC)	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 será dado sobre a variação do efluxo de CO₂ do solo em relação às variáveis micrometeorológicas locais.

Os dados de efluxo de CO₂ mostram 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, considerada elevada, 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 e 31/10, um dia após a 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 microorganismos heterotróficos.

O baixo valor do efluxo de CO₂ no dia com chuva 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 ser 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.

CONCLUSÃO

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.

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. Mimimizing 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.; STEPNIEWSKI, 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.

CORREIA, K. G.; SANTOS, T. S.; ARAUJO, K. D.; SOUTO, J. S.; FERNANDES, P. D. Atividade microbiana do solo em quatro estágios sucessionais da caatinga no município de Santa Terezinha, Paraíba, Brasil. **Revista Engenharia Ambiental**, v. 6, n. 3, p. 534-549, 2009.

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.

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.

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, **Turrialba**, 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.

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 BRASILEIRA, 2003, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza-CE, 2003. p.631-632.