

Respiração do solo de uma área revegetada de cerrado, em Cuiabá - MT

Gabriela Victória Corrêa da Silva, Carla Maria Abido Valentini, Rozilaine Aparecida Pelegrine Gomes Faria

Tecnóloga em gestão Ambiental, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, MT, Brasil
gabi_vic_@hotmail.com

Professora, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso – MT, Brasil
carla.valentini@blv.ifmt.edu.br; rozilaine.faria@blv.ifmt.edu.br

RESUMO

Objetivou-se analisar a respiração do solo ao longo do dia durante uma semana, em uma área de bosque revegetado no município de Cuiabá-MT. As coletas ocorreram de 26 a 30 de maio de 2014 no período de 8h às 17h, em frequência de tempo acumulado: 150; 300; 450 e 540 minutos. O método de coleta do efluxo de CO₂ utilizado foi armadilhas de álcalis e a análise química por titrimetria com solução aquosa de HCl. O experimento foi desenvolvido em DBC em esquema fatorial 4x5 (tempo e dias de coleta). Os valores da respiração do solo não diferiram estatisticamente quando comparados os tempos de coleta de CO₂ do solo ao longo do dia. Contudo, houve diferença estatisticamente significativa entre o primeiro e os demais dias e ocorreu interação entre os fatores tempos de coleta e dias de coleta. O primeiro dia apresentou a menor média de respiração do solo (80,51 mg.m⁻².h⁻¹), após eventos de chuva. O último dia de coleta de dados apresentou maior temperatura e menor umidade, com a maior média de efluxo de CO₂ (160,39 mg.m⁻².h⁻¹). Conclui-se que coletas realizadas posteriores a eventos de chuva subestimam a taxa de efluxo de CO₂ do solo.

Palavras-chave: Efluxo de CO₂. Umidade do Solo. Armadilha de álcalis. Atividade microbiana. Decomposição

ABSTRACT

The study aimed to analyze the soil CO₂ efflux throughout the day within one week in an area of vegetated grove in Cuiabá-MT. Samples were collected from May 26 to 30, 2014, from 8 am to 5 pm in accumulated time frequency: 150; 300; 450 and 540 minutes. The method used was alkali traps (KOH) and chemical analysis using titrimetry with aqueous HCl. The experiment was conducted in RBD in a 4x5 factorial scheme (time and days of collection). The soil respiration values were not statistically different when comparing the soil CO₂ collection times throughout the day. However, there was a statistically significant difference between the first and the other days and there was interaction between the time of collection and collection days factors. The first day had the lowest soil respiration average (80.51 mg.m⁻².h⁻¹) after rainfall events. The experiment variation coefficient was equal to 19.1%, and the first day had the lowest average carbon dioxide efflux (80.51 mg.m⁻².h⁻¹), as it was a day after rain events. The last day of data collection showed higher temperature and lower humidity, with the highest CO₂ efflux average (160.39 mg.m⁻².h⁻¹). It follows that collections performed after rainfall events underestimate the soil CO₂ efflux rate.

Key-words: CO₂ efflux. Soil moisture. Alkali trap. Microbial activity. Decomposition

1 Introdução

Com o avanço da urbanização, os ecossistemas terrestres vêm sendo perturbados pelas várias intervenções antrópicas, e isso interfere no sistema de ciclagem de matéria e energia. Entre essas ações, a retirada da cobertura vegetal é preocupante, porque, além da perda da biodiversidade, destacam-se a degradação acelerada do solo, a erosão e a redução da produtividade primária, ou seja, provoca modificações nas interações físicas e químicas do solo, na vegetação e conseqüentemente na atmosfera trazendo mudanças inesperadas no clima (PERLIN, 1992; LIRA et al., 1999; ARAUJO et al., 2008; VALENTINI et al., 2008; SILVA et al., 2010).

O IFMT, campus Cuiabá-Bela Vista, possui um bosque que há mais de 20 anos sofreu extração da sua vegetação nativa por ações antrópicas e foi revegetado com espécies do Cerrado, sendo as mais importantes: *Jacaranda cuspidifolia*, *Anadenanthera macrocarpa*, *Myracrodruon urundeuva*, *Curatella americana* e *Astronium fraxinifolium*, com 63% dos valores de abundância (MORAIS et al., 2014). A revegetação de áreas degradadas estabiliza a área, protege o solo e garante a ele aporte de material orgânico, amenizando os fatores adversos à sucessão vegetal, constituindo-se em um importante processo recuperador (BROWN e LUGO, 1994; SILVA JÚNIOR et al., 1995).

Os três principais indicadores utilizados para medir a decomposição da camada de serapilheira, que junto com o solo formam o sítio da decomposição da matéria orgânica e da ciclagem de nutrientes (CORREIA e ANDRADE, 1999) são: a respiração do solo; o valor k-relacionado à quantidade de material que cai do dossel – “litterfall” – e a que está depositada sobre o solo – serapilheira; e as avaliações diretas através de medidas de perda de massa em sacos de tela para o estudo da decomposição – “litterbags” (ANDERSON e SWIFT, 1983).

A respiração do solo, que é a oxidação biológica da matéria orgânica a CO₂ pelos microrganismos aeróbios, é importante para o ciclo do carbono nos ecossistemas terrestres. A

avaliação da respiração do solo é a técnica mais frequente para quantificar a atividade microbiana e é positivamente relacionada com o conteúdo de matéria orgânica e com a biomassa dos microrganismos (ALEF e NANNIPIERE, 1995). Assim, pode-se medir indiretamente a atividade da biomassa microbiana do solo (NIELSEN e WINDING, 2002) através da liberação de CO₂ (MOREIRA e SIQUEIRA, 2006).

Como a medida da respiração do solo é bastante variável e dependente, principalmente da disponibilidade do substrato, umidade e temperatura (BROOKES, 1995), o objetivo neste trabalho foi analisar a respiração do solo por meio da medição da taxa de efluxo de CO₂ do solo ao longo do dia no período de uma semana, em uma área do bosque revegetado do IFMT – Campus Cuiabá – Bela Vista, verificando-se a influência das condições microclimáticas.

2 Material e métodos

2.1. Caracterização da Área de Estudo

O estudo foi realizado no Instituto Federal de Mato Grosso – Campus Cuiabá-Bela Vista (15°34'45,02''S e 56°03'45,78''O) em uma área revegetada de Cerrado, pertencente ao Parque Estadual Massairó Okamura a uma altitude de 207 metros. A área para coleta dos dados foi dividida em blocos, conforme a Figura 1.



Figura 1 - IFMT-Campus Cuiabá-Bela Vista. Destaque em amarelo da área de estudo e divisão dos blocos. Fonte: Google Maps, 2014 modificado

De acordo com Maitelli (2005) e Duarte (1995), o clima de Cuiabá, pela classificação de Koppen, é do tipo tropical continental, quente e semiúmido, registrando média anual em torno de 25 a 32 °C, com duas estações definidas pela distribuição das chuvas: estação chuvosa (primavera-verão) e estação seca (outono-inverno), com índice pluviométrico anual variante entre 1250 e 1500 mm. O trimestre mais chuvoso corresponde aos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, que concentram 60% da precipitação anual. O trimestre mais seco corresponde aos meses de junho, julho e agosto, quando é verificada precipitação média de 26 mm (CHIARANDA et al., 2012). A média anual de umidade relativa do ar é 69,9% (DUARTE, 1995).

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

2.1 Coleta de dados

O estudo foi realizado no período de 26 a 30 de maio de 2014 entre 8h e 17h, em frequência de tempo acumulado: 150; 300; 450 e 540 minutos. O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados (DBC) em esquema fatorial 4x5 (tempos de coleta e dias de coleta) com 4 blocos.

A medição da respiração do solo foi realizada por meio da divisão da área nos blocos com 4 armadilhas de álcalis cada. Essa armadilha de álcalis baseou-se no método desenvolvido por Walter e Haber (1957), adaptada por Grisi (1978), e constituiu-se de potes plásticos contendo 10 mL de solução aquosa de KOH 0,5N para a captação de CO₂

do solo. Os potes ficaram sobre suportes metálicos de 2 cm de altura. Sobre estes foram colocados baldes metálicos com 25,5 cm de diâmetro, cobrindo uma área de 510,69 cm² com as bordas enterradas a 2 cm de profundidade para evitar interação com a atmosfera (Figura 2).

Para cada tempo de medida utilizou-se o mesmo sistema e um testemunho (branco), cujo pote permaneceu vedado hermeticamente.



Figura 3 - Armadilha de álcalis: balde metálico e pote contendo KOH para captação de CO₂ do solo sobre suporte metálico. Fonte: autores

Durante a coleta de dados houve as medições de temperatura do solo e ar por meio de termômetro analógico. Mediram-se a umidade do ar e a quantidade de chuva local por meio de um psicrômetro e pluviômetro artesanais respectivamente, conforme sugestões obtidas em site (www.pontociencia.org.br).

Os dados obtidos dos instrumentos artesanais foram comparados ao do município pelo site do INMET. A determinação da umidade do solo foi realizada pelo método gravimétrico coletando-se solo a 5 cm de



Figura 2 - a. Termômetro analógico; b. Psicrômetro artesanal; c. Coleta de solo; d. Pluviômetro artesanal. Fonte: autores

profundidade nos mesmos tempos de coleta de dados da respiração do solo. Na Figura 3, são apresentados os instrumentos utilizados em campo.

2.2 Análise Química

Após o tempo determinado de permanência no solo, os potes com 10 mL da solução de KOH 0,5N foram recolhidos e tampados imediatamente e levados ao laboratório de Química Analítica do IFMT para procedimento da análise química por titrimetria.

Na análise usou-se como titulante a solução de HCl 0,1N e os indicadores fenolftaleína 5% e metilorange 5%, observando-se os seus pontos de viragem.

A obtenção de CO₂ desprendido por unidade dia e tempo (mg m⁻² h⁻¹), foi calculada considerando a massa de CO₂ total desprendida no período de permanência debaixo dos baldes e sua área de abrangência, como mostra a equação a seguir (GRISI, 1978).

$$CO_2 \text{ (mg m}^{-2}\text{ h}^{-1}\text{)} = \frac{(VA - VB) NHCl \times Eq CO_2 \times 10^4 \times 4}{AxT \times 3}$$

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 do balde em cm²

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%.

2.3 Análise de dados

Os dados que não apresentaram normalidade e homocedasticidade foram transformados conforme equação \sqrt{x} .

As médias foram submetidas à ANOVA e, quando significativas, analisadas por teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

A partir da correlação entre os dados foi verificado qual modelo de regressão poderia explicar o comportamento dos dados.

Todas as análises estatísticas foram executadas no software Assistat versão 7.7 beta (SILVA, 2013).

3 Resultados e discussão

Os dados foram transformados para as análises e apresentaram normalidade pelo teste de Lilliefors e homogeneidade pelo teste de Cochran.

O fator 1 (dias de coleta) foi altamente significativo ao nível de 1% de probabilidade (Tabela 1), o fator 2 (tempos de coleta) não foi estatisticamente significativo (Tabela 2).

Tabela 1 - Média dos valores de respiração do solo por dia (Fator 1)

Dias	Valores médios de respiração do solo (mg.m ⁻² .h ⁻¹)
26/05/2014	80,50981 b
27/05/2014	120,06269 a
28/05/2014	150,61668 a
29/05/2014	145,18175 a
30/05/2014	160,39736 a

Médias seguidas com a mesma letra minúsculas não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade

Tabela 2 - Média dos valores de respiração do solo por tempo (Fator 2)

Tempo (min)	Valores médios de respiração do solo (mg.m ⁻² .h ⁻¹)
150	130,73032 a
300	118,43845 a
450	145,56210 a
540	130,68376 a

Médias seguidas com a mesma letra minúsculas não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade

Houve interação significativa ao nível de 5% de probabilidade entre os fatores 1 e 2. Conforme apresentado na Tabela 3 houve apenas no primeiro dia uma média de respiração do solo menor para o primeiro tempo de medição (150 min), ao contrário dos outros dias. Já no 2º tempo, 300min, a média foi estatisticamente igual em todos os dias. Para o tempo de 450min os valores foram iguais e maiores nos três primeiros dias em relação ao 4º e 5º dias, que foram iguais e tiveram menor emissão de gás carbônico. Para

o 4º tempo de medição (540min) a média foi igual e menor no 1º, 2º e 4º dias, e igual e maior nos 3º e 5º dias. Entretanto, no 1º, 2º, 3º e 5º dias, as médias foram iguais em todos os tempos e no 4º dia foi menor apenas no tempo de 540min. Pinto-Junior et al. (2009) analisou, em seu trabalho, que a redução ou aumento na média da respiração do solo tem relação com o preenchimento dos poros afetando a atividade aeróbica, o que provavelmente sugere que a precipitação possa influenciar o efluxo de CO₂ do solo.

Tabela 3 - Médias dos valores de efluxo CO₂ com interação entre os fatores (Dias e Tempos)

D	T			
	T1	T2	T3	T4
1	49,3972bA	89,6043aA	91,1360bA	91,9018bA
2	132,1089aA	119,4723aA	129,4284bA	99,2412bA
3	172,3159aA	131,5345aA	111,3026bA	187,3138aA
4	143,5966aA	141,2990aA	201,8010aA	94,0304bB
5	156,2331aA	110,2822aA	194,1425aA	180,9317aA

CV (%) = 19,10. Fator 1 (D): Dia e Fator 2 (T): Tempo. Na vertical, médias seguidas com a mesma letra minúsculas não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Na horizontal, médias seguidas com a mesma letra maiúscula não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade

Na Tabela 4 são apresentadas as médias diárias de variáveis micrometeorológicas: umidade do solo e ar,

temperatura do solo e ar e precipitação, coletados e medidos durante os dias de coleta.

Tabela 4 - Médias diárias das variáveis microclimáticas coletadas no local durante período de estudo

DATAS	Umidade do solo (%)	Temperatura do solo (°C)	Temperatura do ar (°C)	Precipitação (mm)	Umidade do ar (%)
26/05/14	18,03	13,5	21	0,0	81
27/05/14	17,35	13,25	21,25	0,5	81,25
28/05/14	13,38	13	22,5	0,0	71,5
29/05/14	10,14	15	26,25	0,0	71
30/05/14	9,20	16,25	29,5	0,0	52,5

A média de respiração do solo do primeiro dia foi menor e diferente dos demais dias medidos. Isto se deve ao fato de que nos dias anteriores a esta data houve precipitações. Nos dias 23/05 e 24/05, houve registro de chuva de 18 mm e 38 mm, respectivamente, acarretando assim os menores valores de emissão de gás carbônico para o dia 26/05/2014.

Quando ocorrem precipitações, o solo expulsa os gases nele contido e em seguida faz uma barreira impedindo a emissão de CO₂, fenômeno observado por Zanchi et al. (2003). Logo após o evento da chuva há um grande aumento do efluxo do CO₂, uma vez que a água, quando drenada para o solo, força a saída do CO₂ ali presente nos poros. Após algumas horas, há uma queda brusca nos dados de respiração do solo, que se dá devido a uma camada de proteção que a água faz nele e evita assim a emissão para a atmosfera. Esta emissão vai sendo tornando maior à medida que a água vai evaporando e drenando para o lençol freático, pois os poros ficam livres e voltam a emitir o gás carbônico em maior quantidade.

O fato das medidas de respiração do solo serem estatisticamente iguais nos tempos de exposição das armadilhas de álcalis (KOH) durante o tempo de 150, 300, 450 e 540 minutos, mostrou que para os dias de coleta não haveria necessidade de que a coleta de efluxo de CO₂ fosse realizada o dia todo. Todavia, não se pode tomar isso como uma regra geral, visto que na semana de coleta registraram-se as menores médias de temperatura do ar do mês de maio, com temperaturas mínimas entre 18,6 a 20,1°C, atípicas para o local. As médias de temperatura máxima estiveram entre 28,2 a 28,6°C, o que também mostrou uma amplitude térmica maior do que a média anual. Segundo Nimer (1988), a região não apresenta grandes variações sazonais, uma vez que há predominância de médias diárias relativamente elevadas durante o ano todo, com sua amplitude apresentando valor de 4°C (BRASIL, 1997).

A taxa de respiração do solo é um indicador de atividade microbiana do solo, aumentando linearmente com a temperatura (SUBKE et al., 2003). Como a saída de gás carbônico depende das reações metabólicas efetuadas por microorganismos, vale a ressalva de que, quanto menor a temperatura, mais lentamente as reações químicas acontecem.

De acordo com Panosso et al., (2007) a temperatura e umidade do solo são importantes fatores de controle da variabilidade de emissão de CO₂ em solos e podem ser modificadas após uma precipitação.

A umidade teve uma moderada correlação negativa com a respiração do solo, $r = -0,6037$, ou seja, são variáveis inversamente proporcionais.

Valentini et al. (2014a) observaram nesta mesma área, em período chuvoso, a influência da precipitação na emissão de CO₂ noturno. Como no período noturno a amplitude térmica foi pequena, o molhamento do solo fez com que houvesse variação significativa da respiração do solo nos dias medidos.

Em estudo realizado nesta mesma área com produção e acúmulo de serapilheira, observou-se que no mês de maio, período de transição chuvoso-seco, houve baixa produção e acúmulo de serapilheira no bosque (VALENTINI et al., 2014b). Isto corrobora com o fato de não ter havido variações significativas da respiração do solo proveniente da decomposição do material depositado nele pelos microorganismos entre os dias medidos, ficando a cargo da precipitação a explicação das pequenas diferenças.

Coelho (2005) também encontrou na região Amazônica, na transição da estação seca-chuvosa, uma relação negativa entre a taxa de respiração e umidade do solo. A autora associou tal fato à saturação do solo, que forma uma barreira impedindo a liberação de CO₂ resultante da decomposição de matéria orgânica e da respiração das raízes.

Como o padrão de variância da emissão de CO₂ do solo foi estatisticamente igual em todos os horários de coleta, mas com

variação quando se analisou o primeiro e os demais dias, foi feita a análise de regressão dos valores de respiração do solo diários x dias de coleta.

O resultado foi altamente significativo ao nível de 1% para a regressão linear. Na Figura 4 é apresentada a análise dos dados médios diários de respiração do solo

versus data de coleta, assim como a equação da regressão e o coeficiente de determinação. Observou-se que os valores médios da respiração do solo variam linearmente com as datas de coleta e este aumento é explicado em 83% pela equação obtida, conforme equação sugerida para o modelo.

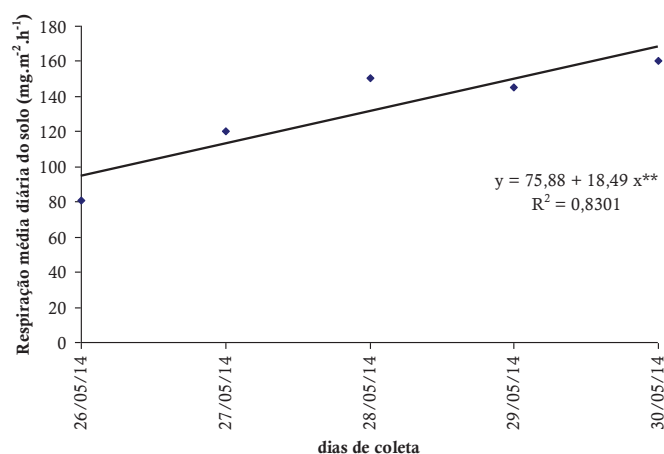


Figura 4 - Representação gráfica da equação de regressão para a análise de efluxo médio diário de CO₂ *versus* dias de coleta. ** Significativo, a 1% de probabilidade

Ao longo dos dias observou-se um aumento da temperatura do ar e do solo e uma diminuição das umidades de ambos. Pinto-Junior et al. (2009) acrescenta que pequenas mudanças nos fatores microclimáticos são suficientes para causar grandes variações no efluxo de CO₂. No dia 27/05 ocorreu uma precipitação durante a madrugada de valor 0,5 mm, medida no pluviômetro implantado no local. A velocidade de infiltração de água no solo é inversamente proporcional à precipitação pluvial, isto é, quando há ocorrência de pequenas quantidades de chuva a infiltração atinge velocidades maiores do que no período em que ocorrem mais eventos de chuva (COSTA et al., 2006). Neste período houve diminuição da umidade e aumento da temperatura do solo, porque não houve precipitação. Parte da água evaporou, mas uma parte percolou e fez com que o CO₂ se deslocasse e saísse dos poros do solo.

Vale lembrar que temperatura maior e umidade menor favorecem a velocidade das

reações microbianas do solo. Araújo et al. (2007) acrescentaram que a velocidade de decomposição da matéria orgânica no solo é influenciada pela temperatura uma vez que, à medida que esta aumenta, até determinados níveis, mais gás é desprendido.

4 Conclusões

Os valores de efluxo de CO₂ do solo foram estatisticamente iguais nos tempos acumulados de 150; 300; 450 e 540 minutos, mas houve diferença entre os dias medidos.

O primeiro dia teve a menor média respiração do solo (80,51 mg.m⁻².h⁻¹), dia após eventos de chuva. O último dia, com maior temperatura e menor umidade, teve a maior média (160,39 mg.m⁻².h⁻¹), o que corroborou com a correlação moderada negativa entre a variável e a umidade do solo (r= -0,6).

Referências

ALEF, K.; NANNIPIERI, P. **Methods in applied soil microbiology and biochemistry**. London: Academic Press, 1995. 576p.

ANDERSON, J.M. & SWIFT, M.J. Decomposition in tropical forests. In: SUTTON, S.L.; WHITMORE, T.C. & CHADWICK, A.C., eds. **Tropical rain forest: ecology and management**. London, Blackwell Scientific, 1983. p.287-309.

ARAÚJO, K. D.; ANDRADE, A. P.; RAPOSO, R. W. C.; ROSA, P. R. O.; PAZERA JUNIOR, E. Perdas de CO₂ do solo e variabilidade temporal das condições climáticas no semi-árido paraibano. **Revista RA'E GA**, n. 13, p. 99-107, 2007.

ARAUJO, K. D.; PARENTE, H. N.; CORREIA, K. G.; ANDRADE, A. P.; DANTAS, R. T.; PEREIRA, W. E. Emissões de CO₂ sob Área de Caatinga no Semi-árido da Paraíba. **Revista Geoambiente on-line**, n. 10, p. 204-213, 2008.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. **Plano de conservação da Bacia do Alto Paraguai: diagnóstico dos meios físicos e biótico**. Meio físico. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, Programa Nacional do Meio Ambiente, 1997. v. 2, t. 1. 334p

BROOKES, P.C. The use of microbial parameters in monitoring soil pollution by heavy metals. **Biology and Fertility of Soils**, v.19, p. 269-279, 1995.

BROWN, S.; LUGO, A.E. Rehabilitation of tropical lands: a key to sustaining development. **Restoration Ecology**. n.2, v.2, p. 97-111, 1994.

COELHO, M. M. **Estudo da respiração do solo em floresta de transição no sudoeste da Amazônia**. Dissertação (Mestrado), Programa de pós-graduação em Física Ambiental,

Universidade Federal de Mato Grosso. 51p. 2005.

CORREIA, M.E.F; ANDRADE, A.G. Formação de serrapilheira e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G.A; CAMARGO, F.A. de. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Genesis, 1999. p.209-214.

COSTA, A.C.L.: BRAGA, A. P.; GONÇALVES, P.H.L.; COSTA, R.F.; SILVA JUNIOR, J.A.; MALHI, Y. S.; ARAGÃO, L.E.O.C.; MEIR, P. Estudos hidrometeorológicos em uma floresta tropical chuvosa na Amazônia – PROJETO ESECAFLOR. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.21, n.3b, 283-290, 2006.

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

GUARIM, V. L. M. S; VILANOVA, S. R. F. (Org.). **Estudo do Parque Massairo Okamura**. In: Parques urbanos de Cuiabá, Mato Grosso: Mãe Bonifácia e Massairo Okamura. Cuiabá: Entrelinhas/Edufimt, 2008. p. 71-77.

GRISI, B. M. Método Químico da Respiração Edáfica: Alguns Aspectos Técnicos. **Ciência e Cultura**, v. 30, p. 82-88, 1978.

LIRA, A. C. S.; POGGIANI, F.; GONÇALVES, J. L. M. Respiração do solo sob eucalipto e cerradão. **Scientia Florestalis**, n. 56, p. 15-28, 1999.

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.

MORAIS, R. F; VALENTINI, C. M. A.; CORRÊA, B. M. B. **Composição florística e características estruturais e ecológicas da vegetação de um fragmento revegetado de**

Cerrado em área urbana no município de Cuiabá-MT. In: Múltiplos olhares sobre a biodiversidade. Volume III. Pasa, M. C. (org) Paco Editorial, 2014. p. 185-204.

MOREIRA, F. M. de S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e Bioquímica do Solo.** 2.ed. Lavras: Ufla, 2006. 729p.

NIELSEN, M. N.; WINDING, A. **Microorganisms as indicators of soil health.** Denmark, National Environmental Research Institute, 2002. 84p.

NIMER, E. Desertificação: realidade ou mito? **Revista Brasileira de Geografia.** Ano 50, n.1, p. 7-39, 1988.

PANOSSO, A. R.; SCALA JÚNIOR, N. LA; PEREIRA, G. T.; ZANINI, J. R. Uso de krigagem ordinária e co-krigagem pra estimar a emissão de CO₂ do solo após molhamento. In: XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, Gramado. **Anais...** Gramado, SBCS, 2007. CD-ROM.

PERLING, J. **História das florestas: a importância da madeira no desenvolvimento da civilização.** Rio de Janeiro, Ed. Imago, 1992. 490 p.

PINTO-JUNIOR, O. B.; SANCHES, L.; DALMOLIN, A. C.; NOGUEIRA, J. S. Efluxo de CO₂ do solo em floresta de transição Amazônia Cerrado e em área de pastagem. **Revista Acta Amazônica,** v. 39, n.4, p. 813 – 822, 2009.

SILVA JUNIOR, M.C.; SACRANO, F.R. & SOUZA CARDEL, F. Regeneration of an Atlantic Forest formation in the undertory of a *Eucllyptus grandis* plantation in southeastern Brazil. **Journal of Tropical Ecology,** v.11, p.147-152,1995.

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

SILVA, R. B.; SANTOS, A. C.; BATISTA, R. B. Respiração Edáfica como indicativo da qualidade do solo em três Agrossistemas. **Enciclopédia Biosfera,** v.6, n. 11, p. 1-15. 2010.

VALENTINI, C. M. A.; ESPINOSA, M. M.; PAULO, S. R. Estimativa do Efluxo de CO₂ do Solo, por meio de regressão múltipla, para floresta de Transição no Noroeste de Mato Grosso. **Revista Cerne,** v. 14, n. 1, p. 9-16, 2008.

VALENTINI, C.M.A; ALMEIDA, C. A; FARIA, R. A. P. G.; COSTA, D. P. G. Efluxo de CO₂ noturno do solo em área de cerrado no município de Cuiabá-MT. **Enciclopédia Biosfera,** v.10, n.19; p. 942-952, 2014a.

VALENTINI, C.M.A; SOARES, G. S. ; SANTANA, R. A.; GUIMARÃES, A. F. S.; SILVA, A. H. B. Produção, acúmulo e decomposição de serapilheira em uma área revegetada do Parque Estadual Massairó Okamura em Mato Grosso. **Revista Holos,** v.5, ano. 30; p. 211-221, 2014b.

WALTER, H. & W. HABER. Uber die Intensitat der Bodenatmung mit Bemerkungen zu den Lundegardhschen. **Werten. Ber. Dtsch. Bot. Ges,** v. 70, p.275- 282, 1957.

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