

INGRID MARA BICALHO

FLUXO DE DIÓXIDO DE CARBONO E POTENCIAL DE MINERALIZAÇÃO DE
SERAPILHEIRA EM SOLOS SOB VEGETAÇÃO CLÍMAX DE CERRADO

Dissertação apresentada à Universidade Federal de
Uberlândia, como parte das exigências do Programa de Pós-
graduação em Agronomia – Mestrado, área de concentração
em Solos, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientador

Prof. Dr. Gilberto Fernandes Corrêa

UBERLÂNDIA
MINAS GERAIS – BRASIL
2010

INGRID MARA BICALHO

FLUXO DE DIÓXIDO DE CARBONO E POTENCIAL DE MINERALIZAÇÃO DE
SERAPILHEIRA EM SOLOS SOB VEGETAÇÃO CLÍMAX DE CERRADO

Dissertação apresentada à Universidade Federal de
Uberlândia, como parte das exigências do Programa de Pós-
graduação em Agronomia – Mestrado, área de concentração
em Solos, para obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 03 de junho de 2010.

Prof. Dr. Gilberto Fernandes Corrêa	UFU
Prof. Dr. Adão de Ferreira Siqueira	UFU
Prof. Dr. Carlos Eduardo Pellegrino Cerri	USP
Prof. Dr. Beno Wendling	UFU

Prof. Dr. Gilberto Fernandes Corrêa
ICIAG-UFU
(Orientador)

UBERLÂNDIA
MINAS GERAIS – BRASIL
2010

RESUMO

BICALHO, INGRID MARA. **Fluxo de dióxido de carbono e potencial de mineralização de serapilheira em solos sob vegetação clímax de Cerrado**. 2010. p. 46, Dissertação (Mestrado em Agronomia/Solos) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.¹

O trabalho foi conduzido em quatro classes de solos, a saber: Latossolo Amarelo distrófico (LAd), Latossolo Vermelho distroférico (LVdf), Neossolo Quartzarênico órtico (RQo) e Latossolo Amarelo ácrico (LAW), todos com vegetação do tipo cerrado. Foram coletadas quatro amostras por área, em duas profundidades (0-10 e 10-20 cm) e em três épocas (verão, inverno e primavera). Foram feitas análises químicas, físicas e bioquímicas para caracterização das amostras de solos e análises químicas da serapilheira. Os parâmetros avaliados foram: fluxo de CO₂, respiração microbiana, atividade de urease e β -glicosidase, percentual de decomposição de serapilheira e carbono orgânico total (COT). Os sítios analisados apresentaram diferenças expressivas quanto às propriedades químicas do solo. O solo LAW apresentou os maiores fluxos de CO₂ nas épocas e profundidades analisadas e o solo RQo os menores. Não foi observada correlação do fluxo com os teores de nutrientes na serapilheira. Na camada de 0-10 cm, o fluxo de CO₂ correlacionou-se positivamente com as variáveis de COT, N, K, C/N e C/P. A correlação na camada de 10-20 cm foi positiva para o COT e N. As adições de 0,1 e 1% de serapilheira não foram suficientes para determinar o potencial de mineralização do carbono. Apenas a adição de 10% mostrou resultados satisfatórios, tendo o solo LVdf apresentado o maior percentual e o RQo o menor. As maiores diferenças quanto a respiração nesses solos foram observadas quando da adição de 10% de serapilheira, com destaque para o solo RQo. O rendimento respiratório decresceu com aumento da quantidade de serapilheira adicionada, sendo que o solo LAd apresentou maior rendimento respiratório. As maiores diferenças no rendimento foram observadas na adição de 0,1% de serapilheira. Com relação a atividade enzimática, as maiores diferenças foram observadas na adição de 10% de serapilheira, sendo que o solo RQo apresentou maior atividade da enzima β -glicosidase e o solo LVdf apresentou maior atividade da enzima urease.

Palavras – chave: fluxo de CO₂, decomposição de serapilheira, respiração microbiana, atividade enzimática.

¹ Comitê Orientador: Gilberto Fernandes Corrêa – UFU (Orientador) e Adão de Siqueira Ferreira - UFU

ABSTRACT

BICALHO, INGRID MARA. **Flow of carbon dioxide and N mineralization potential of litter in soils under climax Savannah.** 2010, p. 46. Dissertation (Master's degree) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.¹

The study was conducted in four distinct classes of soils, namely Yellow Latosol (LAD), Hapludox (RH), Entisol (RQo) and Acrudox typical (LAW), all under savannah vegetation. Four samples were collected per area, in two depths (0-10 and 10-20 cm) and three seasons (summer, winter and spring). An analysis was made on soil chemical and physical and chemical analysis of litter and biochemical. The parameters were: the CO₂ flux, microbial respiration, activity of urease and β -glucosidase, the percentage of leaf litter decomposition and total organic carbon (COT). The sites analyzed showed significant differences regarding the chemical properties of soil. The LAW soil had the highest CO₂ fluxes in times and the minors observed for RQo. No correlation of flow with the concentration of nutrients in the litter. In layer 0 -10 cm, the flow of CO₂ was positively correlated with COT, N, K, C / N and C / P. The correlation in the layer 10-20 cm was positive for the COT and N. The additions of 0.1 and 1% of litter were not sufficient to determine the potential carbon mineralization, only the addition of 10% showed satisfactory results with soil RH presented the largest percentage and was observed for RQo. The major differences in respiration in these soils were observed after the addition of 10% of litter, especially for the RQo. The yield respiratory decreased with increased amount of litter added and the soil had the highest yield for LAD respiratory. The largest differences in yield were observed in the addition of 0.1% of litter. With respect to enzyme activity, the greatest differences were observed in the addition of 10% litter, and soil RQo showed higher activity of the enzyme β -glucosidase and soil RH showed higher activity of the enzyme urease.

Key - words: CO₂ flow, litter decomposition, microbial respiration, enzyme activity.

¹ Comitê Orientador: Gilberto Fernandes Corrêa – UFU (Orientador) e Adão de Siqueira Ferreira - UFU

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Uberlândia e seus professores e funcionários, pela disponibilização de recursos e outras contribuições;

À FAPEMIG, pela concessão da Bolsa de Estudos;

Ao Prof. Dr. Gilberto Fernandes Corrêa, pelo acolhimento, pela orientação, amizade, confiança e oportunidade de crescimento a mim proporcionada;

Ao Prof. Dr. Adão Siqueira Ferreira, pela orientação, dedicação, presteza, amizade, e conhecimento transmitido. Por mostrar que a persistência e a dedicação são a chave da pesquisa;

Ao Prof. Dr. Beno Wendling, pela ajuda de todas as horas, pela confiança e amizade;

Ao Prof. Dr. Carlos Eduardo Pellegrino Cerri, que se disponibilizou tão gentilmente a participar dessa Banca;

Ao meu esposo Ramon César, por sua presença em todos os momentos, por seu apoio, carinho e dedicação. Meu amor, eu não teria conseguido sem você. Obrigada!

À minha filha Maria Luiza, que surgiu durante esse Mestrado e que por me dedicar tanto à sua concretização, não pude acompanhá-la em seu primeiro ano de vida como gostaria, e a qual dedico toda minha vida.

Aos meus pais, pelo apoio incondicional, por cuidarem da minha filha tão bem como cuidaram de mim.

Aos meus irmãos Thomas, Isabele, Beatriz, Anna Karolina, Alexandre e Stephany, por existirem. O amor que tenho por vocês é algo impossível de se descrever!

À minha sogra Silvana, meu sogro Renê, meu cunhado Régis, a Vozinha e a Vovó, tia Dofina e tio Juarez que são uma parte muito importante da minha vida.

Aos amigos da minha vida, Milena, Angélica, Paula e Douglas, Patrícia, Rafael, Leopoldo, Isabel, Larissa, Suélen, João Paulo, Mariana e tantos outros que caminham ao meu lado. Amigos são irmãos escolhidos pelo coração.

Aos colegas e amigos do Labas e do Lamas, pela ajuda, conselhos e orientações.

Ao amigo Marco Aurélio, do LAMAS que está sempre pronto para ajudar, ouvir e aconselhar, suas palavras são sábias e você é um exemplo a seguir.

E a todos aqueles que de maneira direta ou indireta me ajudaram a chegar até aqui, seja com bons ou maus conselhos, tudo valeu a pena!

MUITO OBRIGADA!!!!

*À minha Florzinha, Maria Luiza,
meu presente de Deus...*

*Ao meu esposo, namorado,
amigo e eterno companheiro Ramon,
eu amo cada minuto ao seu lado.*

SUMÁRIO

RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	1
1.1 Objetivos.....	4
1.2 Objetivos específicos.....	4
REFERÊNCIAS.....	5
CAPÍTULO 1.....	6
RESUMO.....	7
1 INTRODUÇÃO.....	8
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	10
2.1 Local.....	10
2.2 Amostragem do solo e serapilheira.....	10
2.3 Análise do conteúdo de nutrientes do solo e serapilheira.....	11
2.4 Fluxo específico do CO ₂ no solo.....	11
2.5 Análises estatísticas.....	12
3 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	13
3.1 Atributos físicos e químicos e umidade do solo.....	13
3.2 Quantificação da massa e conteúdo de nutrientes da serapilheira.....	16
3.3 Fluxo específico do CO ₂ no solo.....	17
3.4 Correlação entre fluxo de CO ₂ e nutrientes no solo e na serapilheira.....	20
4 CONCLUSÕES.....	23
REFERÊNCIAS.....	24
CAPÍTULO 2.....	28
RESUMO.....	29
1 INTRODUÇÃO.....	30
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	32
2.1 Local de amostragem do solo.....	32
2.2 Serapilheira.....	32
2.3 Ensaio de mineralização.....	33
2.4 Atividade microbiana.....	33
2.5 Atividade de β glicosidase e urease.....	34
2.6 Análises estatísticas.....	34
3 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	35
3.1 Caracterização dos sítios de amostragem.....	35
3.2 Potencial de mineralização do carbono na serapilheira.....	36

3.3 Respiração microbiana no solo.....	37
3.4 Atividade de β glicosidase e urease.....	39
4 CONCLUSÕES.....	42
REFERÊNCIAS.....	43
CONSLUSÕES GERAIS.....	47

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

Tabela 1. Caracterização física, química, localização geográfica e classes de solos estudados.....	13
Tabela 2. Umidade dos solos nas três épocas de coleta.....	14
Tabela 3. Atributos químicos dos solos, nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm.....	15
Tabela 4. Quantidade de massa seca e conteúdo de nutrientes em serapilheira.....	16
Tabela 5. Taxa diária de fluxo específico de CO ₂ (mg CO ₂ .dia ⁻¹ .kg ⁻¹) nos solos, nas épocas de amostragem e nas camadas de 0-10cm e 10-20 cm.....	17

CAPÍTULO 2

Tabela 1. Caracterização granulométrica na camada de 0-10 cm, localização geográfica e classes de solos estudados.....	35
Tabela 2. Alguns atributos químicos dos solos, na profundidade de 0-10 cm.....	36
Tabela 3. Teores (g C kg ⁻¹ de solo) de COT inicial, COT final, taxa de mineralização (g C dia ⁻¹ kg ⁻¹ de solo) e percentual de mineralização na adição de 10% de resíduo aos solos.....	37
Tabela 4. Rendimento respiratório (%) do solo na camada de 0-10 cm, em relação à adição de resíduo da serapilheira, nos quatro solos estudados.....	39

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

FIGURA 1: Fluxo acumulado de CO₂ (mg CO₂.dia⁻¹.kg⁻¹) nos quatro solos estudados (Latossolo Amarelo distrófico, LAd; Latossolo Vermelho distroférico, LVdf; Neossolo Quartzarênico órtico, RQo; Latossolo Amarelo ácrico, LAw), nas três épocas de amostragens (primavera, verão e inverno) e nas duas profundidades avaliadas (0-10 cm - A, B, C - e 10-20 cm - D, E, F).....19

FIGURA 2: Correlação entre o fluxo de CO₂ e os nutrientes em serapilheira nos solos estudados (Latossolo Amarelo distrófico, LAd; Latossolo Vermelho distroférico, LVdf; Neossolo Quartzarênico órtico, RQo; Latossolo Amarelo ácrico, LAw), nas três épocas de estudo (primavera, verão e inverno), sendo representada pela média dos resultados, estes podem ser observados na tabela 4.....20

FIGURA 3: Correlação entre o fluxo de CO₂ (mg CO₂.dia⁻¹.kg⁻¹) e nutrientes nos solos estudados (Latossolo Amarelo distrófico, LAd; Latossolo Vermelho distroférico, LVdf; Neossolo Quartzarênico órtico, RQo; Latossolo Amarelo ácrico, LAw) e nas duas profundidades analisadas (0-10 cm e 10-20 cm). A quantidade total de amostras (n) abrange os quatro sistemas solo-vegetação, nas três épocas de amostragens.....22

CAPÍTULO 2

FIGURA 1: Taxa respiratória do solo em relação à quantidade de resíduo adicionado aos solos. Latossolo Amarelo distrófico, LAd; Latossolo Vermelho distroférico, LVdf; Neossolo Quartzarênico órtico, RQo; Latossolo Amarelo ácrico, LAw. Os valores médios da taxa respiratória encontram-se seguidos de seus respectivos desvios padrões (n=3). 38

FIGURA 2: Atividade de β-glicosidase em relação à quantidade de resíduo adicionado aos solos. Latossolo Amarelo distrófico, LAd; Latossolo Vermelho distroférico, LVdf; Neossolo Quartzarênico órtico, RQo; Latossolo Amarelo ácrico, LAw. Os valores

médios da atividade da enzima encontram-se seguidos de seus respectivos desvios padrões (n=3).....40

FIGURA 3: Atividade de urease em relação à quantidade de resíduo adicionado aos solos. Latossolo Amarelo distrófico, LAd; Latossolo Vermelho distroférico, LVdf; Neossolo Quartzarênico órtico, RQo; Latossolo Amarelo ácrico, LAw. Os valores médios da atividade da enzima encontram-se seguidos de seus respectivos desvios padrões (n=3). 41

1 INTRODUÇÃO GERAL

Em tempos de grande preocupação com alterações climáticas globais, resultantes do aumento da concentração de gases de efeito estufa na atmosfera, entre os quais, o gás carbônico (IPCC, 2001), parte das atenções está centrada sobre o solo e uso da terra. No entanto, existem poucas pesquisas relacionadas a microrganismos do solo e seus processos, limitando as informações necessárias particularmente aquelas referentes ao bioma Cerrado. Os processos bioquímicos são fundamentais ao funcionamento de todos os ecossistemas terrestres, pois todos os membros da cadeia alimentar são dependentes do solo como fontes de nutrientes, degradação e ciclagem da matéria orgânica e fluxo de energia por diversos níveis tróficos (DICK, 1994). Compreendendo os processos biológicos do solo com a utilização de indicadores de estresse do ecossistema, pode-se antecipar as estratégias e metodologias a serem aplicadas, visando promover a sua sustentabilidade.

Como a vegetação e seus efeitos sobre o solo são variáveis, parâmetros microbiológicos e bioquímicos do solo poderão se constituir em bons indicadores da funcionalidade dos ecossistemas. A vegetação exuberante do ecossistema mata, induz maiores modificações no solo que a campestre, alterando a produção e distribuição, bem como a dinâmica de transformação microbiana dos resíduos orgânicos depositados (RYAN; MCGARITY, 1983).

A sustentabilidade dos solos sob vegetação natural depende, portanto, da dinâmica da matéria orgânica e ciclagem de nutrientes, as quais são dinamizadas pela biomassa microbiana do solo. As propriedades biológicas e bioquímicas do solo, tais como atividade enzimática, taxa de respiração, fluxo de CO₂, são indicadores sensíveis que podem ser utilizados no monitoramento de alterações ambientais, sendo ferramentas para orientar o planejamento e a avaliação das práticas de manejo utilizadas. Avaliações destas propriedades, embora críticas para o entendimento do ecossistema, podem não refletir alterações na estrutura das comunidades microbianas, devido à elevada redundância fisiológica e as complexas relações entre comunidades particulares (KENNEDY; SMITH, 1995). Os processos de mineralização do C e N, por exemplo, apresentam alto grau de redundância, isto é, diferentes populações de microrganismos, podem, em diferentes condições ambientais, realizar esses processos. Atividades apresentando alto grau de redundância, dificilmente se correlacionam com alterações da

qualidade do solo, embora esses parâmetros sejam úteis na determinação das taxas de degradação de materiais orgânicos no solo (BROOKES, 1995).

Stenberg (1999) enfatiza que nenhum indicador individualmente conseguirá descrever e quantificar todos os aspectos da qualidade do solo, já que há uma relação entre todos os seus atributos. Assim, um número mínimo de indicadores deve ser selecionado. O critério para a seleção de indicadores relaciona-se, principalmente, com a utilidade em definir os processos do ecossistema. Estes integram as propriedades químicas, físicas e biológicas além da sensibilidade a fatores como manejo, poluição e variações climáticas.

A biomassa microbiana do solo, graças à sua atividade, expressa pela liberação de CO₂, atua na formação e estabilização de agregados e na ciclagem de nutrientes, além de ser considerada bioindicadora de qualidade de solo. O tamanho da comunidade microbiana e a sua atividade determinam a intensidade com que os processos bioquímicos acontecem. Sua avaliação dá indicações sobre a ciclagem da matéria orgânica podendo atuar como fonte e dreno de nutrientes, através dos processos de mineralização e imobilização. A atividade e a biomassa microbiana, por sua vez, são influenciadas, entre outros fatores, por temperatura, umidade, aeração e disponibilidade de substratos no solo (CATTELAN; VIDOR, 1990). A vegetação influencia diretamente a biomassa microbiana e, por isso, a sua eliminação ocasiona uma drástica queda da biomassa de carbono. Como revelam estudos envolvendo desmatamentos, essa redução está relacionada a modificações na estrutura do solo, bem como à quantidade e qualidade da matéria orgânica do solo (PFENNING et. al., 1992).

No Brasil, a região do Cerrado ocupa uma área de cerca de 21% do território nacional, com destaque na produção agrícola, incluindo produtos de exportação como soja e milho. A região é o segundo maior bioma brasileiro em diversidade de espécies vegetais e de microrganismos. Além disso, encontram-se, na Região do Cerrado, nascentes das quatro maiores bacias hidrográficas brasileiras (Amazônica, Tocantins-Araguaia, São Francisco e Paraná), contribuindo com o potencial hídrico do País. Neste trabalho foram escolhidos locais representativos desse bioma em áreas do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, com vegetação de cerrado.

Esse trabalho está dividido em dois capítulos, no qual o primeiro intitulado “Fluxo específico de CO₂ do solo e conteúdos de nutrientes em solos de referência no Cerrado” tratará das relações existentes entre as emissões de CO₂ pelo solo e o conteúdo

de nutrientes em serapilheira, bem como a atividade microbiana. Já o segundo capítulo, intitulado “Decomposição e mineralização do carbono de serapilheira em áreas de Cerrado: Atividade microbiana, β -glicosidase e urease”, irá tratar da influência da quantidade e qualidade da serapilheira na velocidade de decomposição desta pelos microrganismos, bem como a influência que essa exerce na atividade de enzimas como urease e β -glicosidase.

2 OBJETIVOS

1.1 *Objetivos Gerais*

Caracterizar atributos químicos, físicos e biológicos em quatro classes de solos sob vegetação clímax de cerrado, para sua possível utilização como indicadores de qualidade do solo em remanescentes de cerradão em sítios do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba.

1.2 *Objetivos Específicos*

- Avaliar quatro classes de solo através dos atributos bioquímicos: teores de matéria orgânica e nutrientes, detecção da atividade de enzimas, a exemplo da β -glicosidase e urease, como indicação do estado funcional dos solos;
- Determinar o potencial de decomposição da matéria orgânica nesses solos através de ensaios com diferentes quantidades de serapilheira,
- Determinar a atividade microbiana através da respiração basal e fluxo de CO_2 e suas relações com os solos e características do material vegetal.

REFERÊNCIAS

BROOKES, P. C. The use of microbial parameters in monitoring soil pollution by heavy metals. **Biology and fertility of Soils**, Berlin, DE: Springer Verlag, v.19, p.269 – 279, 1995.

CATTELAN, A. J., VIDOR, C. Flutuações na biomassa, atividade e população microbiana do solo, em função de variações ambientais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas - SP, v. 14, p.133- 142, 1990.

DICK, R. P. Soil enzyme activities as indicators of soil quality. In: Doran, J. W., Coleman, D. C., Bezdicek, D. F., Stewart, B. A. (Ed.). Defining soil quality for a sustainable environment. Madison: **American Society of Agronomy**, Whashington, US, p. 107 – 124, 1994.

Intergovernmental panel on Climate Change. Climate Change 2001: synthesis report – Summary for Policymakers, Third Assessment Report. **Cambridge University Press**. Cambridge, UK. 34 p., 2001.

KENNEDY, A. C., SMITH, K. L. Soil microbial diversity and sustainability of agricultural soils. **Plant and Soil**, The Hague, Holanda, v.170, p. 75 – 86, 1995.

PFENNING, L., EDUARDO, B. P., CERRI, C. C. Os métodos de fumigação-incubação e fumigação-extração na estimativa da Biomassa microbiana em solos da Amazônia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas – SP, v.16, p.31 – 37, 1992.

RYAN P. J., MCGARITY, J. W. The nature and spatial variability of soil properties adjacent to large forest eucalyptus. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, Wis, US, v.47, p.286 – 292, 1983.

STENBERG, B. Monitoring soil quality of arable land: Microbiological indicators. **Soil and Plant Science**, Copenhagen, DK, v. 49, p.1 – 24, 1999.

CAPÍTULO I

FLUXO ESPECÍFICO DE CO₂ DO SOLO E CONTEÚDOS DE NUTRIENTES EM SOLOS DE REFERÊNCIA NO CERRADO

RESUMO

As emissões de CO₂ do solo são um componente importante do ciclo global do carbono. No entanto, existem muitas incertezas sobre os fatores que afetam o processo, principalmente em solos tropicais. O objetivo desse trabalho foi estudar o fluxo de CO₂ específico do solo e sua relação com o conteúdo de nutrientes do solo e da serapilheira em quatro tipos de solo sob vegetação clímax de Cerrado. Para tal, foram escolhidos quatro tipos diferentes de solos, a saber: Latossolo Amarelo distrófico (LAd), Latossolo Vermelho distroférico (LVdf), Neossolo quartzarênico órtico (RQo) e Latossolo Amarelo ácrico (LAW), todos sob cerradão. Foram coletadas quatro amostras por área, em duas profundidades (0-10 e 10-20 cm) e em três épocas (verão, inverno e primavera). Estas amostras, bem como as de serapilheira, foram submetidas a análises químicas, físicas para a caracterização dos solos e biológicas para medição do fluxo de CO₂. Os solos analisados apresentaram pequenas diferenças no conteúdo de nutrientes. O solo LAW apresentou maiores valores de umidade, quando comparado aos demais solos estudados nas três épocas avaliadas (primavera, verão e inverno). Os maiores valores de COT foram encontrados em LAW e os menores em RQo, não ocorrendo diferenças quanto à época de avaliação. No inverno, observou-se maior quantidade de serapilheira, não havendo diferença entre os sítios (LAW, LVdf, LAd e RQo). Não foi observada correlação do fluxo de CO₂ com os teores de nutrientes na serapilheira. Na camada de 0-10 cm, o fluxo de CO₂ correlacionou-se positivamente com as variáveis COT, N, K, C/N e C/P. A correlação na camada de 10-20 cm foi positiva para o COT e N. Os resultados demonstram que o fluxo de CO₂ analisado nos diferentes sítios de estudo depende do tipo de solo e dos conteúdos de nutrientes, devendo ser estudados e ampliados a outros sítios de Cerrado.

Palavras chaves: matéria orgânica, atributos físicos e químicos, classes de solo, fluxo de CO₂, atividade microbiana.

1 INTRODUÇÃO

O fluxo de CO₂ do solo tem sido estudado nos últimos anos devido à preocupação com o efeito estufa, evidenciado pelos aumentos de dióxido de carbono (CO₂) na atmosfera. Em geral, o CO₂ liberado do solo é resultado da atividade bioquímica de organismos heterotróficos e autotróficos, incluindo os microrganismos e as raízes das plantas (SYLVIA et al., 1999; PAUL, 2007). Particularmente, a atividade de microrganismos, medida através da respiração do solo, ocorre principalmente devido à capacidade da microbiota em decompor e mineralizar a matéria orgânica do solo, o que resulta em fluxo de CO₂ específico do solo. Esse fluxo depende de fatores como quantidade e qualidade dos compostos orgânicos depositados no solo, bem como de outros fatores abióticos tais como atributos físicos e químicos dos solos (STOTSKY E NORMAN, 1961; LUO E ZHOU, 2006).

O conteúdo de nutrientes no solo é um dos fatores que regula a atividade microbiana do solo, resultando em taxa de fluxo de CO₂ específico dos ecossistemas terrestres. Conteúdos de nutrientes, como nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg), são de grande importância no fluxo de CO₂, devido às exigências das plantas e de microrganismos por estes nutrientes (SCHLESINGER E ANDREWS, 2000; CHAPIN et al., 2002). No entanto, a disponibilidade desses nutrientes depende do tipo de solo e das transformações decorrentes dos processos químicos, físicos e biológicos (MELO et al., 2005; PAUL, 2007). Em adição, o conteúdo de nutrientes no solo está também associado à quantidade e qualidade dos resíduos vegetais depositados sobre o solo em função da dinâmica de crescimento da vegetação durante as estações do ano (CHAPIN et al., 2002).

A matéria orgânica do solo (MOS) é um dos componentes de grande importância nos processos físicos, químicos e biológicos. Particularmente, a MOS atua como fonte de carbono (C) e energia aos microrganismos heterotróficos, tais como fungos, bactérias e protozoários. Uma porção deste carbono orgânico é liberada na forma de CO₂ para a atmosfera, como resultado do metabolismo dos organismos, significando, em parte, a mineralização do carbono ou a oxidação da MOS (SCHLESINGER; ANDREWS, 2000; LUO; ZHOU, 2006).

Em escala mundial, o fluxo de CO₂ do solo estimado está em torno de 75 a 80 Pg (1Pg = 10¹⁵ g) de CO₂ ao ano (RAICH POTTER, 1995; RAICH et. al., 2002) e representa cerca de 20 a 40% do total de CO₂ liberado para a atmosfera (RAICH;

SCHLESINGER, 1992; SCHIMEL et al., 1995). As medidas de decomposição da serapilheira são muito importantes para determinar não só o fluxo de carbono, como também o fluxo de nutrientes para o solo, principalmente em ecossistemas tropicais.

O Cerrado *latu senso*, ocupando aproximadamente 21% do território nacional, merece destaque nas atividades de produção agrícola e na biodiversidade de vegetação (KLINK; MACHADO, 2005). A vegetação do Cerrado brasileiro encontra-se sobre diferentes classes de solos, os quais são caracterizados como muito intemperizados e lixiviados. Mesmo assim, os solos apresentam diferentes padrões quanto às características físicas, químicas e biológicas, refletindo, diferentes capacidades de estoque de carbono, de nutrientes e emissão de CO₂, variáveis estas que podem sofrer impactos negativos em decorrência de modificações ambientais globais. Conhecer os fatores reguladores do fluxo de CO₂ é de fundamental importância na ecologia dos solos.

Este trabalho teve como objetivo estudar o fluxo de CO₂ específico do solo e sua relação com o conteúdo de nutrientes do solo e da serapilheira em quatro tipos de solo sob vegetação clímax de Cerrado.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local

A pesquisa foi realizada com amostras de quatro classes de solo coletadas nas regiões do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. As informações relacionadas à localização geográfica, classificação climática e atributos físicos e químicos dos solos estão descritos na tabela 1. As quatro áreas estudadas encontram-se em relevo plano a suave ondulado. A vegetação dos sítios selecionados é cerrado, constituída de diversas espécies como, por exemplo, o pau-terra-da-folha-larga (*Qualea grandifolia*), a sucupira preta (*Bowdichia virgilioides*), a sucupira branca (*Pterodon pubescens*), o piqui (*Caryocar brasiliense*), o barbatimão (*Stryphnodendron barbatimao*), o faveiro (*Dinorphanthra mollis*), o jatobá do campo (*Hymenaea stignocarpa*), a lixeira (*Curatella americana* L.) sem falar em uma grande variedade de gramíneas, bromeliáceas, orquidáceas e outras plantas de menor porte (EMBRAPA, 1982).

2.2 Amostragem do solo e serapilheira

As amostragens de solo foram realizadas em três épocas do ano, no verão (março), inverno (julho) e primavera (novembro) de 2009. Foram coletadas quatro amostras de solo em cada área, nas profundidades de 0-10 cm e 10-20 cm, totalizando 32 amostras por época. As amostras foram passadas em peneira de 4 mm. Uma porção de cada amostra foi seca ao ar e triturada em almofariz de porcelana, visando a determinação dos atributos físicos (Tabela 1) e químicos do solo (Tabela 3), conforme descrito por Embrapa (1997).

A amostragem da serapilheira foi realizada em quatro locais no mesmo período da amostragem em 2.500 cm² (50 x 50 cm). O resíduo vegetal, constituído de folhas, ramos finos, raízes finas, cascas de árvores, excluindo as partes vivas (EMBRAPA, 2006), foi secado em estufa de circulação forçada de ar a 60°C e pesado para aferir a produção de serapilheira nos quatro sítios de amostragem. Os resíduos secos foram triturados em moinho de aço inox para quantificação dos conteúdos de nutrientes.

2.3 Análise do conteúdo de nutrientes no solo e serapilheira

O conteúdo de nutrientes e carbono no solo e serapilheira foram determinados em relação à fração de massa seca do solo e serapilheira a 60°C (EMBRAPA, 1997). O conteúdo total de N, P, K, S, Ca e Mg, tanto no solo, como em serapilheira, foram extraídos conforme descrito pela Embrapa (1997). O carbono orgânico total (COT) do solo e da serapilheira foi determinado pela oxidação via úmida da matéria orgânica com $K_2Cr_2O_7$ em meio ácido e o excesso de dicromato foi titulado com solução de sulfato ferroso amoniacal (YEOMANS; BREMNER, 1988).

2.4 Fluxo específico de CO₂ do solo

O fluxo específico de CO₂ do solo foi realizado em condições de laboratório por 31 dias de incubação, com a estimativa de CO₂ liberado realizada conforme metodologia usual descrita por Stotzky (1965). Uma porção de 100g de solo (conforme coletado) foi transferida para frasco de vidro hermético de 500 mL. Um copo plástico (40 mL) contendo 10 mL de NaOH (1 mol L⁻¹) foi acondicionado dentro de cada frasco de incubação para a captura de CO₂. Os frascos foram hermeticamente fechados e mantidos em temperatura de ensaio de 25 ± 1 °C. A determinação do CO₂ liberado foi realizada aos 3, 10, 17, 24 e 31 dias após a instalação do experimento. Após cada período de incubação, foram retirados os copos plásticos dos frascos e nestes colocados 5 mL de BaCl₂.2H₂O (1 mol L⁻¹) e três gotas de fenolftaleína (1% em solução de etanol, 50%), sendo o excesso de NaOH titulado com HCl (0,5 mol L⁻¹). Novos copos plásticos com NaOH foram colocados nos frascos de vidro para subseqüentes períodos de incubação. A amostra do branco foi constituída em frasco sem a porção de solo. A quantidade do fluxo específico de CO₂ do solo foi estimada em mg de CO₂ kg⁻¹ de solo seco, usando o valor 44 (massa molecular do CO₂), descrito nos princípios de proporcionalidade de reação do CO₂ com hidróxido de sódio, conforme definido por Stotzky (1965).

2.5 Análises estatísticas

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo Teste de Tukey ($P < 0,5$). As variáveis de conteúdo de nutrientes no solo e na serapilheira foram correlacionadas com o fluxo específico de CO_2 do solo, sendo os valores de “r” testados (Teste t) a 5 % de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Atributos físicos, químicos e umidade do solo

A avaliação granulométrica dos solos (Tabela 1) mostra que os sítios LVdf e LAw apresentaram os maiores teores de argila, sendo classificados como muito argilosos, o LAd classificado como textura média e o RQo como arenoso. Os solos estudados apresentaram teores de argila de 11%, 29%, 74% e 85% nos solos RQo, LAd, LVdf e LAw, respectivamente. O conteúdo de argila no solo é importante nos processos químicos e biológicos devido à elevada superfície específica das argilas, o que pode resultar em diferentes potenciais de estoque de carbono e fluxo de CO₂ (NAVE et al., 2010, WENDLING et al., 2008).

TABELA 1: Caracterização física, química, localização geográfica e classes de solos estudados.

Atributos	Solos			
	LAd	LVdf	RQo	LAw
Fração Areia (g.kg ⁻¹)	700	230	890	80
Silte + Argila (g.kg ⁻¹)	300	770	110	920
Textura	Média	Muito argilosa	Arenosa	Muito argilosa
pH (H ₂ O) ^a	4,87 ± 0,12	5,18 ± 0,15	4,63 ± 0,20	4,90 ± 0,12
Classificação de Köppen	Aw	Aw	Aw	Cwa
Localização geográfica				
Latitude (S)	19° 12'16"	18°55'48"	18°52'48"	19°
Longitude (W)	48°7'48"	48°4'12"	50°1'48"	47°33'
Altitude (m)	940	855	515	1045
Classificação dos solos Brasileira ^b	LAd	LVdf	RQo	LAw
U. S. A. ^c	Typic Dystrustox	Rhodic Dystrustox	Ustoxic Quartzipsamment	Typic Acrustox

^a As médias dos valores de pH são os resultados das três amostragens do solo com os seus respectivos intervalos de confiança.

^b Classificação do solo segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 2006): Latossolo Amarelo distrófico típico, LAd; Latossolo Vermelho distroférico típico, LVdf; Neossolo Quartzarênico órtico, RQo; Latossolo Amarelo ártico típico, LAw.

^c Classificação do solo segundo a Soil Taxonomy (USA).

Para todos os sítios estudados (Tabela 1), o pH encontrado nas duas profundidades de amostragem foi inferior a 5,3, sendo esses solos classificados como fortemente ácidos (EMBRAPA, 2006). O RQo apresentou o menor valor de pH (4,6) e o LVdf, o maior (5,2). Em decorrência da semelhança dos valores de pH nos sítios

estudados, pode-se inferir que a acidez dos solos não é um fator que esteja regulando o fluxo de CO₂.

Com relação à umidade (Tabela 2), os solos diferiram estatisticamente em todas as épocas de amostragens, tendo maiores valores em LAw e menores em RQo. Os valores de umidade não diferiram quanto à época de amostragem nas camadas estudadas, porém observou-se que os solos LVdf e RQo tiveram maior conteúdo de umidade na camada de 10-20 cm na amostragem de inverno. Em contraste, os valores na camada de 0-10 cm do LAw são significativamente superiores aos encontrados na de 10-20cm. Em LVdf (verão), LAd (verão) e LAd (primavera), os valores de umidade na camada de 0-10 cm foram maiores do que na de 10-20 cm. A evaporação de água do solo pode ser afetada pela deposição de serapilheira em função das características de espécies vegetais subcaducifólias encontradas no Cerrado, interferindo no conteúdo de água do solo (FACELLI; PICKETT, 1991).

TABELA 2: Umidade dos solos avaliados nas três épocas de coleta.

Épocas	Solos			
	LAd	LVdf	RQo	LAw
Profundidade 0-10 cm				
Verão	16,99 c A*	24,35 b A*	8,81 d A	37,99 a A*
Inverno	14,43 c A	16,04 b A	4,31 d A	36,40 a A*
Primavera	15,68 c A*	19,69 b A	4,46 d A	41,08 a A*
Profundidade 10-20 cm				
Verão	15,30 c A	22,19 b A	8,37 d A	33,11 a A
Inverno	14,34 c A	30,33 b A*	5,38 d A*	30,72 a A
Primavera	12,95 c A	19,53 b A	5,54 d A	36,47 a A

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem entre si, de acordo com o Teste de Tukey, a 0,05% de significância. Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si, de acordo com o Teste de Tukey a 0,05% de significância.

* Valores de umidade significativamente diferentes, quando comparados na época de amostragem entre as duas profundidade

Os sítios analisados apresentaram diferenças expressivas quanto às propriedades químicas do solo (Tabela 3). Os teores de N_{total} e K foram maiores em LAw e menores em RQo, nas duas profundidades de amostragem destes solos. Em contraste aos demais nutrientes, o teor de P no solo foi menor em LAw, quando comparado com os demais tipos de solos nas duas camadas de amostragem. Os teores de K, Ca e Mg encontrados

para os solos estudados são classificados como muito baixos (CFSEMG, 1999). Os teores de nutrientes, de um modo geral, foram superiores na camada de 0-10 cm em todos os solos, quando comparados com a camada de 10 – 20 cm. Os maiores teores de nutrientes na camada superficial ocorreram devido ao efeito da deposição de serapilheira no solo. O conteúdo de nutrientes nessa camada, possivelmente, interferiu na atividade da microbiota do solo, resultando em diferentes taxas de fluxo de CO₂.

TABELA 3: Atributos químicos dos solos*, avaliados nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm.

Atributos	Solos			
	LAd	LVdf	RQo	LAW
Profundidade de 0-10 cm				
Fósforo total (mg. dm ⁻³)	14,87 ± 4,05	18,67 ± 2,82	35,07 ± 8,15	14,53 ± 3,14
P – Melich (mg. dm ⁻³)	2,23 ± 1,03	1,73 ± 0,90	7,27 ± 2,04	2,13 ± 0,78
K (mg. dm ⁻³)	27,00 ± 1,63	32,33 ± 9,43	15,00 ± 4,24	42,33 ± 2,05
K (cmolc.dm ⁻³)	0,07 ± 0,00	0,08 ± 0,02	0,04 ± 0,01	0,11 ± 0,01
Ca (cmolc.dm ⁻³)	0,13 ± 0,05	0,27 ± 0,05	0,17 ± 0,05	0,10 ± 0,00
Mg (cmolc.dm ⁻³)	0,10 ± 0,00	0,20 ± 0,00	0,10 ± 0,00	0,10 ± 0,00
Al (cmolc.dm ⁻³)	0,80 ± 0,16	0,43 ± 0,33	0,53 ± 0,05	0,87 ± 0,26
H+Al (cmolc.dm ⁻³)	5,57 ± 0,97	4,63 ± 1,23	2,97 ± 0,33	6,37 ± 1,08
COT (g. kg ⁻¹)	10,89 ± 0,33	12,46 ± 0,22	8,12 ± 1,14	29,88 ± 0,41
N total (g. kg ⁻¹)	1,46 ± 0,02	1,60 ± 0,02	1,27 ± 0,04	1,87 ± 0,07
Relação C/N	7,50	9,30	6,40	16,00
Profundidade de 10-20 cm				
Fósforo total (mg. dm ⁻³)	11,47 ± 2,17	17,33 ± 1,05	18,20 ± 0,22	10,67 ± 1,61
P – Melich (mg. dm ⁻³)	1,37 ± 0,54	1,20 ± 0,59	5,70 ± 3,40	1,17 ± 0,40
K (mg. dm ⁻³)	17,67 ± 0,47	17,67 ± 3,30	12,33 ± 1,70	21,00 ± 3,74
K (cmolc.dm ⁻³)	0,05 ± 0,00	0,04 ± 0,01	0,03 ± 0,00	0,05 ± 0,01
Ca (cmolc.dm ⁻³)	0,10 ± 0,00	0,10 ± 0,00	0,10 ± 0,00	0,10 ± 0,00
Mg (cmolc.dm ⁻³)	0,10 ± 0,00	0,10 ± 0,00	0,10 ± 0,00	0,10 ± 0,00
Al (cmolc.dm ⁻³)	0,53 ± 0,05	0,30 ± 0,14	0,83 ± 0,05	0,63 ± 0,05
H+Al (cmolc.dm ⁻³)	3,93 ± 0,12	3,93 ± 0,60	2,97 ± 0,34	5,80 ± 0,71
COT (g. kg ⁻¹)	8,48 ± 0,93	10,51 ± 0,83	7,26 ± 0,10	28,32 ± 0,48
N total (g. kg ⁻¹)	1,66 ± 0,06	1,53 ± 0,12	1,07 ± 0,05	1,85 ± 0,10
Relação C/N	5,00	6,00	7,00	15,00

*Os resultados obtidos são médias calculadas a partir de um grupo de três amostras que representam as épocas de amostragem (verão, inverno, primavera), visto não termos obtido diferenças significativas entre os parâmetros químicos com relação às épocas.

Os solos selecionados para este trabalho encontram-se fortemente dessaturados, estando os nutrientes essencialmente associados à matéria orgânica. Nestas condições os colóides orgânicos adsorveram as bases liberadas através da biodegradação da MOS, retendo-os na forma trocável, evitando perdas por lixiviação (Tabela 3).

Os valores de COT (Tabela 3) foram significativamente diferentes entre os solos nas duas profundidades. Na camada de 0-10 cm, o COT em LAW foi superior aos outros solos apresentando aumentos de 2,74; 2,39 e 3,68 vezes ao carbono encontrado nos

solos LAd, LVdf e RQo, respectivamente. Na camada de 10-20 cm, o LAw também apresentou maiores valores de COT, sendo observados aumentos na grandeza de 3,33; 2,69 e 3,9 vezes a quantidade encontrada em LAd, LVdf e RQo, respectivamente. Essas diferenças devem-se provavelmente a aspectos relacionados à diferente capacidade de proteção da MOS à ação decompositora dos microrganismos (OADES, 1984). Os solos argilosos, em geral, apresentam maiores conteúdos de COT em decorrência da interação da superfície da argila e os ácidos orgânicos (SANCHEZ, 1976; SILVA; MIELNICZUCK, 1997; LOVATO et al., 2004).

A estabilização do C no solo depende de vários fatores incluindo o clima, a quantidade e a qualidade de resíduos de plantas, fatores que afetam a atividade microbiana e atributos do solo que protegem a MOS contra o ataque de microrganismos, em especial, a textura, estrutura e a composição mineralógica do solo.

3.2 Quantificação da massa e conteúdo de nutrientes da serapilheira

O valor médio de massa seca das três épocas de amostragem foi maior em LAw e menor em RQo, em comparação aos demais locais amostrados (Tabela 4). Os resultados indicam também que no inverno existe uma maior deposição de material vegetal sobre o solo em todos os locais avaliados, em comparação às estações primavera e verão. De uma maneira geral, as plantas de cerrado são espécies sub-caducifólias, que no inverno perdem grande parte (cerca de 70%) de suas folhas para diminuir a necessidade de água, devido à diminuição da precipitação nesse período.

TABELA 4: Quantidade de massa seca e conteúdo de nutrientes em serapilheira *.

Atributos	Solos			
	LAd	LVdf	RQo	LAw
Massa seca (kg.m ⁻²)				
Verão	1,72	1,32	1,36	1,88
Inverno	2,25	2,30	2,36	2,36
Primavera	1,27	1,93	1,02	1,84
Média	1,75	1,85	1,58	2,03
COT (g.kg ⁻¹)	389,05 ± 18,23	312,93 ± 10,89	344,22 ± 17,41	380,17 ± 16,72
N (g.kg ⁻¹)	12,70 ± 2,28	13,05 ± 1,18	12,83 ± 0,45	13,83 ± 2,29
Relação C/N	31	24	27	27
Ca (g.kg ⁻¹)	5,22 ± 0,39	7,92 ± 0,60	7,63 ± 0,75	5,11 ± 0,83
Mg (g.kg ⁻¹)	1,50 ± 0,08	1,98 ± 0,22	1,59 ± 0,10	1,28 ± 0,29
K (g.kg ⁻¹)	0,83 ± 0,14	1,13 ± 0,26	0,75 ± 0,08	0,71 ± 0,07
S (g.kg ⁻¹)	1,07 ± 0,07	1,72 ± 0,16	0,89 ± 0,05	1,44 ± 0,26
P (g.kg ⁻¹)	0,58 ± 0,07	0,93 ± 0,06	0,64 ± 0,04	0,77 ± 0,11

* Os teores de nutrientes foram obtidos a partir de médias feitas entre as épocas de coleta, visto não haver diferenças estatísticas significativas entre as mesmas. Dados obtidos a partir de um conjunto total de 4 amostras por solo, totalizando, ao fim das três épocas, 12 amostras.

Os teores de nutrientes não apresentaram diferenças significativas, quando comparadas as serapilheiras dos diferentes locais. A quantificação dos nutrientes na serapilheira indicou a seguinte ordem: N > Ca > Mg > S > K > P, para os solos estudados, com exceção do P em relação ao K do LAw. Essa mesma sequência de nutrientes foi observada por Schumacher et al. (2003), em estudo que não incluiu o S.

3.3 Fluxo específico de CO₂ do solo

Os sistemas solo-vegetação apresentaram padrões de liberação acumulada de CO₂ bastante diferentes, principalmente quando se compara o fluxo de CO₂ na camada de 0-10 cm (Tabela 5, FIGURA 1). De uma maneira geral, o sítio LAw apresentou o maior fluxo acumulado de CO₂, tanto nas diferentes épocas estudadas, como também nas diferentes profundidades (FIGURA 1), enquanto que o RQo apresentou o menor.

TABELA 5: Taxa diária de fluxo específico de CO₂ (mg CO₂.dia⁻¹.kg⁻¹) nos solos, nas épocas de amostragem e nas camadas de 0-10cm e 10 -20 cm.

Época	Solos			
	LAd	LVdf	RQo	LAw
Profundidade 0-10 cm				
Verão	32,69 B b	31,27 B a	11,45 C b	71,76 A a
Inverno	49,21 A a	34,56 B a	23,44 B a	51,84 A b
Primavera	37,23 B b	34,56 B a	29,67 B a	61,11 A ab
Média	39,71 B	33,46 C	21,52 D	61,57 A
Profundidade 10-20 cm				
Verão	13,10 B b	13,40 B b	11,49 B b	34,28 A a
Inverno	31,64 A a	29,35 A a	20,36 B a	38,87 A a
Primavera	14,97 B b	17,51 AB b	15,89 B a	24,61 A b
Média	19,90 B	20,09 B	15,91 C	32,59 A

Valores calculados no período de 31 dias de incubação do ensaio do fluxo de CO₂ do solo conforme regressão linear dos dados contidos no GRÁFICO 1.

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma linha diferem entre si, de acordo com o Teste de Tukey, a 0,05% de significância. Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si, de acordo com o Teste de Tukey a 0,05% de significância.

A taxa diária de fluxo de CO₂, na camada de 0 - 10 cm, foi maior no verão e na primavera, para o LAw, e no inverno, para LAd e LAw. Na camada de 10 - 20 cm, a taxa de liberação de CO₂ no inverno foi significativamente superior aos resultados obtidos no verão e primavera, em todos os locais (Tabela 5). No período de inverno, o

maior fluxo pode estar associado à maior deposição de serapilheira (Tabela 4), sendo substrato para a atividade microbiana.

O aumento da queda de folhas no inverno em área de cerrado como mostrado na tabela 4, é influenciado por fatores climáticos como hidroperiodicidade, temperatura e radiação solar, sendo a precipitação um dos fatores mais importantes no controle dos processos ecológicos relacionados ao despejo de biomassa ao solo (Liu, et. al., 2004) e consequentemente ao fluxo de CO₂ (Tabela 5, FIGURA 1). O fluxo de CO₂ em ecossistemas tem sido relacionado principalmente com fatores abióticos, tais como temperatura e umidade (SCHLESINGER; ANDREWS, 2000; NAVE et al., 2010; INCLÁN et al., 2010).

A camada de 0-10 cm apresentou valores de taxa diária de fluxo de CO₂ de 1,89, 1,35, 1,67 e 1,99 vezes maior, quando comparado com os encontrados na camada de 10-20 cm nos sítios LAw, RQo, LVdf e LAd, respectivamente. Isso ocorre devido à maior quantidade de MOS nas camadas mais superficiais do solo, a qual é fonte de carbono e energia para a microbiota heterotrófica do solo, refletindo, consequentemente, em maiores valores médios de fluxo de CO₂.

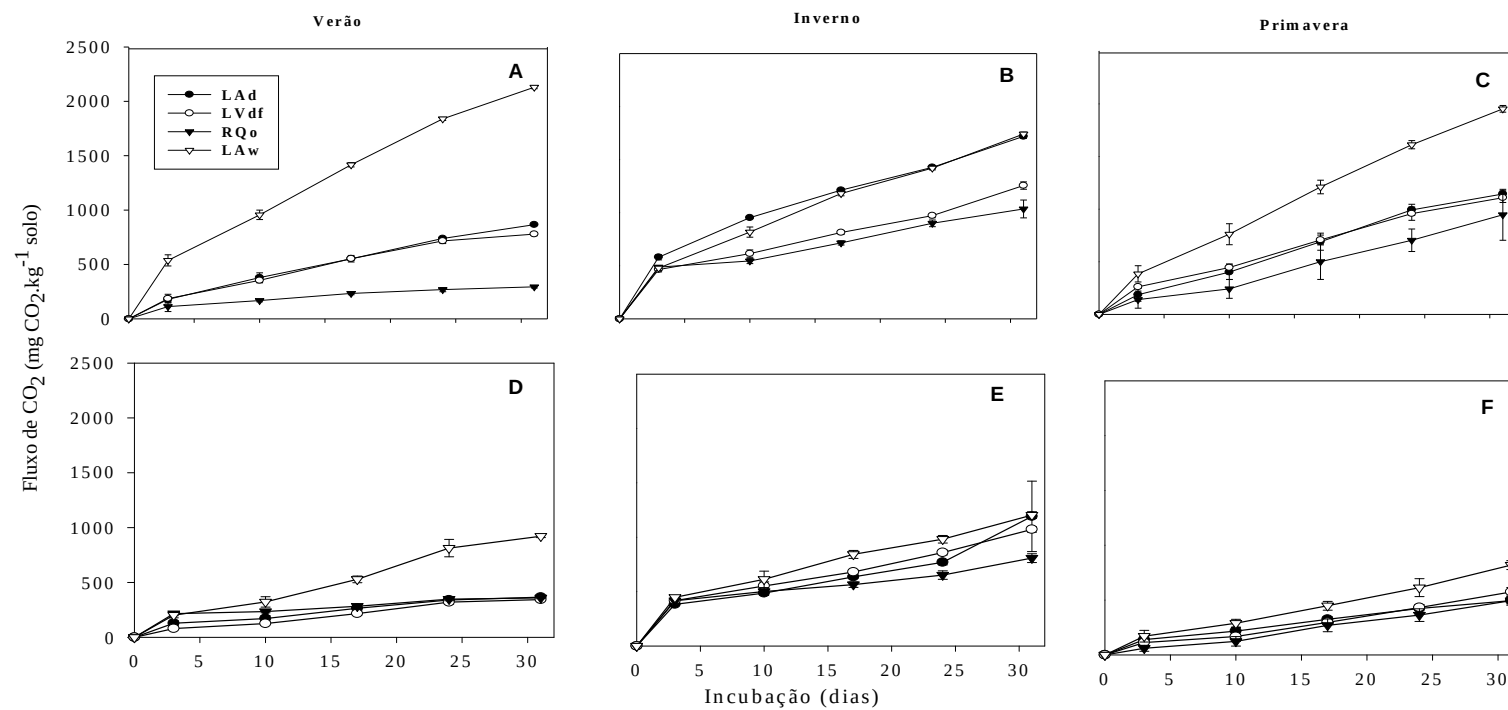


FIGURA 1: Fluxo acumulado de CO₂ (mg CO₂.dia⁻¹.kg⁻¹) nos quatro solos estudados (Latossolo Amarelo distrófico, LAd; Latossolo vermelho distroférrico, LVdf; Neossolo Quartzarênico órtico, RQo; Latossolo Amarelo ácrico, LAw), nas três épocas de amostragens (primavera, verão e inverno) e nas duas profundidades avaliadas (0-10 cm - A, B, C - e 10-20 cm - D, E, F).

3.4 Correlação entre o fluxo de CO₂ e os nutrientes na serapilheira e no solo

Foi observada correlação significativa positiva entre o carbono da serapilheira e o fluxo de CO₂ (FIGURA 2), porém o valor de r é baixo ($r = 0,25$, $p < 0,0003$). Esta correlação pode estar associada à qualidade da serapilheira como fonte de carbono e energia aos microrganismos, refletindo na taxa de fluxo de CO₂. Para os estoques de nutrientes presentes na serapilheira, não foram observadas correlações significativas com o fluxo de CO₂. Isso demonstra que as variações de nutrientes das serapilheiras avaliadas não resultam em correlação com o fluxo de CO₂ (FIGURA 2).

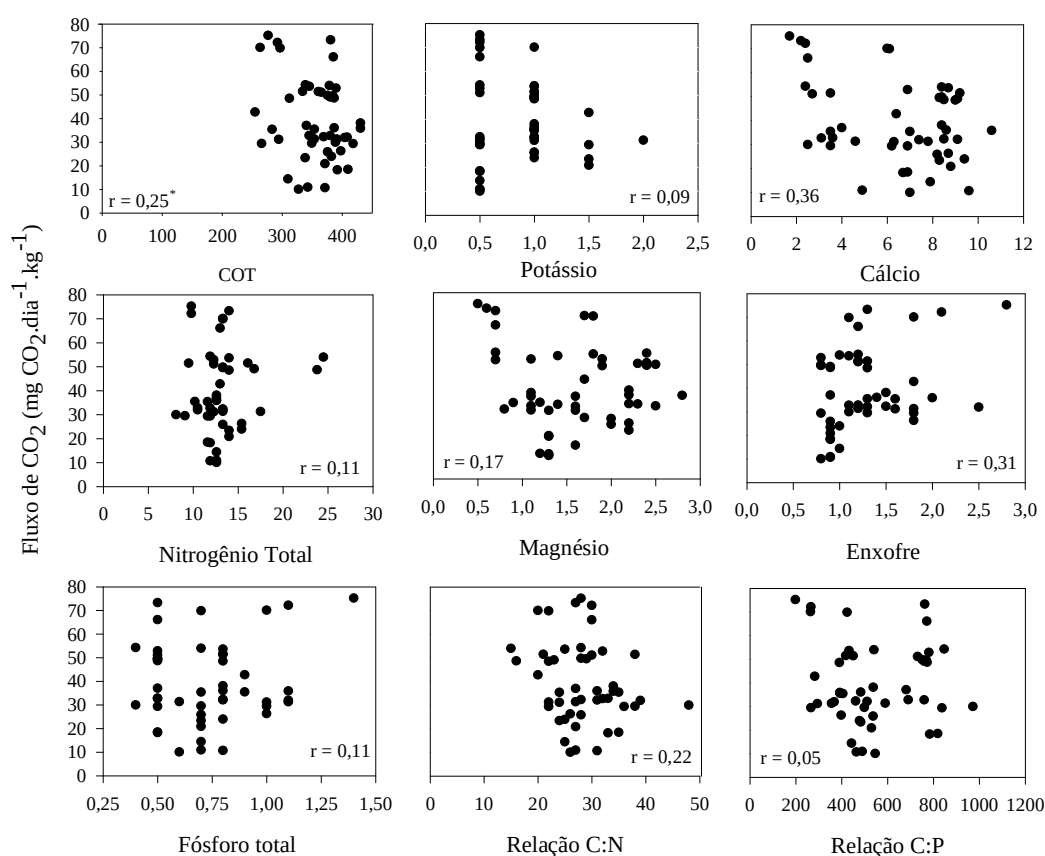


FIGURA 2: Correlação entre o fluxo de CO₂ e os nutrientes em serapilheira nos solos estudados (Latossolo Amarelo distrófico, LAd; Latossolo Vermelho distroférico, LVdf; Neossolo Quartzarênico órtico, RQo; Latossolo Amarelo ácrico, LAw), nas três épocas de estudo (primavera, verão e inverno), sendo representada pela média dos resultados, estes podem ser observados na tabela 4.

* Correlação significativa para $P < 0,01$ com $n = 32$.

Houve correlação significativa entre o fluxo de CO₂ e os teores de COT no solo, e a relação C:N nas camadas de 0-10 e 10-20 cm, além dos nutrientes N_{total} e K e da relação C:P na camada de 0-10 cm (FIGURA 3). Os demais nutrientes avaliados no solo

não foram correlacionados com o fluxo de CO_2 . Os dados demonstram que o fluxo de CO_2 no solo é afetado pelos conteúdos de carbono, nitrogênio e potássio, sugerindo que o conteúdo de nutrientes no solo tem maior influência do que o conteúdo de nutrientes na serapilheira. Isso pode estar associado a diferentes capacidades do solo em transformar os nutrientes provenientes da deposição da serapilheira.

Os dados demonstram também que as relações C/N e C/P atuam na regulação da taxa de fluxo de CO_2 , com destaque para a camada de 0 - 10 cm, com valores de “ γ ” superiores a 0,60. Alguns estudos tem mostrado que a atividade respiratória no solo se correlaciona com o conteúdo de COT e N (Inclán et al., 2010), porém quanto à relação C/P, os estudos ainda são escassos.

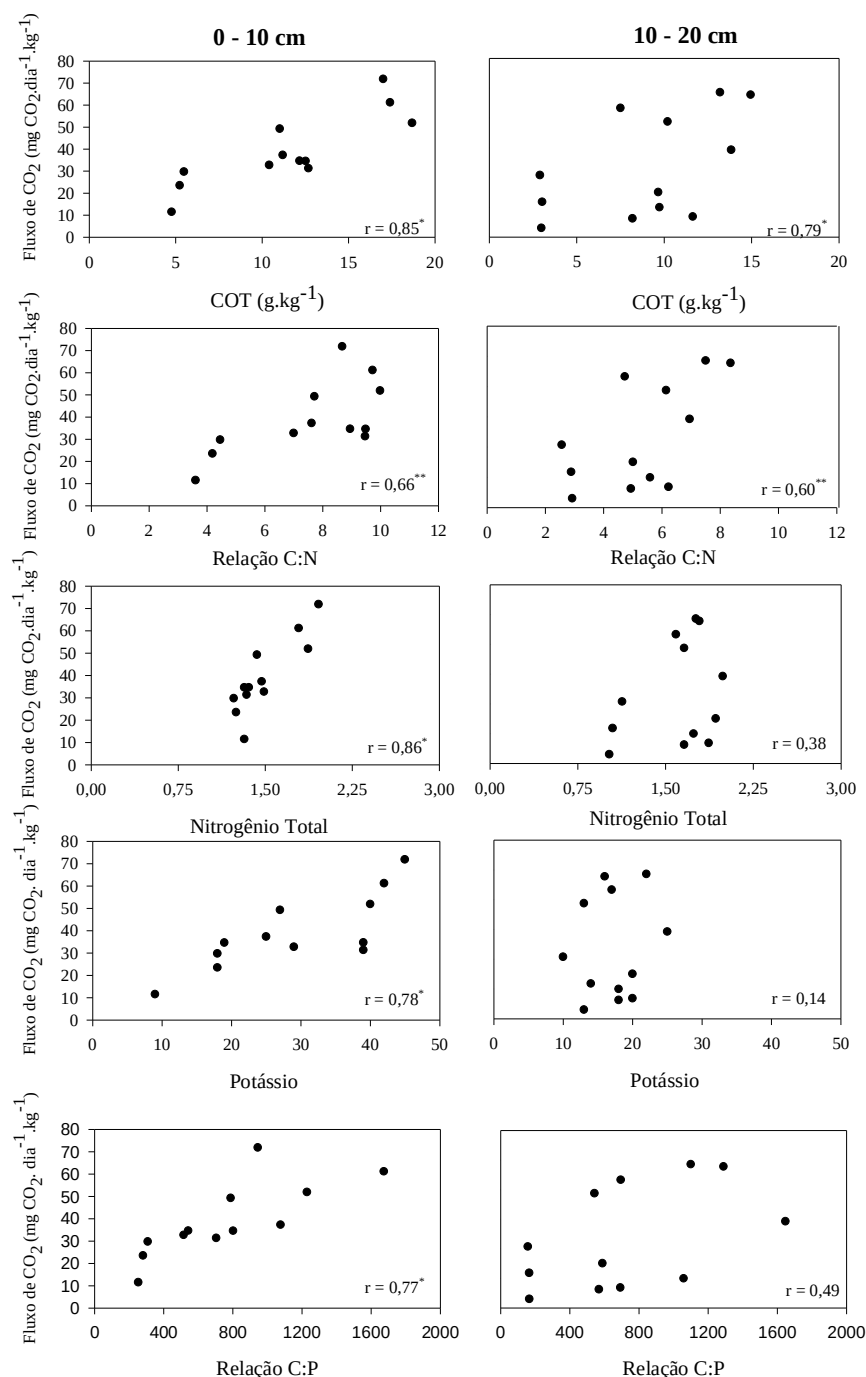


FIGURA 3: Correlação entre o fluxo de CO₂ (mg CO₂.dia⁻¹.kg⁻¹) e nutrientes nos solos estudados (Latossolo Amarelo distrófico, LAd; Latossolo Vermelho distroférico, LVdf; Neossolo Quartzarênico órtico, RQq; Latossolo Amarelo ácrico, LAw) e nas duas profundidades analisadas (0-10 cm e 10-20 cm). A quantidade total de amostras (n) abrange os quatro sistemas solo-vegetação, nas três épocas de amostragens.

* Correlação significativa para $P < 0,01$ com $n = 12$.

** Correlação significativa para $P < 0,05$ com $n = 12$.

4 CONCLUSÕES

Os solos analisados se diferenciam quanto à textura, o que influenciou nos teores de carbono orgânico encontrado e, conseqüentemente, na atividade dos microrganismos. O Latossolo Amarelo ácrico (LAW) se destacou entre os demais solos, com relação ao fluxo específico de CO₂. Esse foi maior no inverno quando a quantidade de serapilheira depositada sobre o solo também foi maior. O fluxo específico de CO₂ correlacionou-se positivamente com os teores de COT, N, K e com as relações C/N e C/P, na camada de 0-10 cm do solo, e os teores de COT e N, na camada de 10-20 cm. Já com relação aos nutrientes da serapilheira, não foram observadas correlações significativas à exceção do C.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ V., V. H., NOVAIS, R. F. DE, BARROS, N. F. DE, CANTARUTTI, R. B., LOPES, A. S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: Ribeiro, A. C., Guimarães, P. T. G., Alvarez V., V. H. (Ed.), **Recomendações para o uso de corretivos e Fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do solo do Estado de Minas Gerais. p. 25-36, 1999.

BRAY, J.R., GORHAM, E. Litter production in forests of the world. **Advances in Ecological Research**, London, GB, v. 2, p.101-157, 1964

CHAPIN, F. S., MATSON, P. A., MOONEY, H. A. **Principles of terrestrial ecosystem ecology**. Library of Congress cataloging, 436 p, 2002.

CLARK, D.A., BROWN, S., KICHLIGHTER, D.K., CHARMBERS, J.Q., THOMLINSON, J.R., NI, J., HOLLAND, E.A. Net primary production in tropical forests: An evaluation and synthesis of existing field data. **Ecol., Appl.**, Amsterdam, NL, v. 11, p. 371 – 383, 2001.

DELLITI, W.B.C., MEGURO, M., PAUSAS, J.G. Biomass and mineral mass in a “cerrado” ecosystem. **Revista Brasileira de Botânica**, Campinas - SP, v. 29, p.531 – 540, 2006.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação dos Solos. **Levantamento de média intensidade dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras do Triângulo Mineiro**. Rio de Janeiro, 1982. 526 p. (Boletim de Pesquisa I).

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 2. ed. Rio de Janeiro. 212 p, 1997.

EMBRAPA. Centro nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2 ed. Rio de Janeiro. 306 p., 2006.

ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. **Natural Resources Conservation Service**: Soil Survey staff. Soil taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. Washington, 169 p, 1999.

FACELLI, J. M., PICKETT, S. T. A., Plant litter: its dynamics and effects on plant community structure. **The Botanical Review**, Fort Worth, Tex, 57(1): 1-32, 1991.

INCLÁN, R., URIBE, C., DE LA TORRE, D., SÁNCHEZ, D. M., CLAVERO, M. A., FERNÁNDEZ, A. M., MORANTE, R., CARDENÁ, A., FERNÁNDEZ, M., RUBIO, A. Carbon dioxide fluxes across the Sierra de Guadarrama, Spain. **European Journal Forest Research**, New York, US, v. 129, p. 93 – 100, 2010.

KLINK, C.A., MACHADO, R.B. Conservation of Brazilian Cerrado. **Conservation Biology**, Boston, Mass, US, v.19, p.707 – 713, 2005.

LIU, C., WESTMAN, C. J., BERG, B., KUTSCH, W., WANG, G. Z., MAN, R., ILVESNIEMI, H. Variation in litterfall climate relationships between coniferous and broadleaf forests in Eurasia. **Global Ecol.and Biogeogr**, Oxford, Inglaterra, GB, v. 13, p.105 – 114, 2004.

LOVATO, T., MIELNICZUK, J., BAYER, C., VEZZANI, F. Carbon e nitrogênio adicionados e sua relação com o rendimento do milho e estoques desses elementos no solo em sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas – SP, v. 28, p.175 – 187, 2004.

LUO, Y, ZHOU, X. **Soil Respiration and the environment**. Academic Press. Burligton, USA. 316 p, 2006.

MELO, V. F., CORRÊA, G. F., RIBEIRO, A. N., MASCHIO, P. A., Cinética de liberação de potássio e magnésio pelos minerais da fração argila de solos do Triângulo mineiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas – SP, v. 29, p.533-545, 2005.

MOREIRA, F. M. S., SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e Bioquímica do solo**. Lavras: UFLA, 625 p., 2002.

NAVE L. E., VANCE, E. D., SWANSTON, C. W., CURTIS, P. S. Harvest impacts on soil carbon storage in temperate forests. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, NL, v.259, p. 857 – 866, 2010.

OADES, J. M. Soil organic matter and structural stability: mechanisms and implications for management. **Plant and Soil**, The Hague, Holanda, NL, v.76, p.319 – 337, 1984.

PAUL, E.A. **Soil Microbiology, ecology, and biochemistry**, 3 th ed. Academic Press, New York, 2007.

RAICH, J. W., POTTER, C. S. Global patterns of carbon dioxide emissions from soils. **Global Biogeochemical Cycles**, Whashington, US: American Geophysical Union, v.9, p.23-36, 1995.

RAICH, J. W., POTTER, C. S., BHAGAWATI, D. Interannual variability in global soil respiration, . **Global Change Biology**, Oxford, Inglaterra, GB: Blackwell Science, 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**, Stockholm, SE: Svenska Geofysiska Foreningen v.44B, p.81-89, 1992.

SANCHEZ, P. A., **Properties and management of soils in the tropics**. New York: Wiley, p. 162 – 183, 1976.

SCHIMEL, J., BALSER, T. C., WALLENSTEIN, M. Microbial stress-response physiology and its implications for ecosystem, function. **Ecology**, Amsterdam, NL, v.88 p.1386 – 1394, 1995.

SCHLESINGER, W. H., ANDREWS, J. A., Soil respiration and the global carbon cycle. **Biogeochemistry**, Dordrecht, Holanda, NL: Kluwer ACademic Publishers, v.48 p.7 – 20, 2000.

SCHUMACHER, M.V., BRUN, E.J., RODRIGUES, L.M., SANTOS, E.M. DOS. Retorno de nutrientes via deposição de serapilheira em um povoamento de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.) no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Árvore**, Viçosa – MG: Sociedade de Investigações Florestais, v.27 p.791-798, 2003.

SILVA, I. F., MIELNICZUK, J. Avaliação do estado de agregação do solo afetado pelo uso agrícola. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas – SP, v.21 p.313 – 319, 1997.

STOTZKY, G. Microbial respiration. In: BLACK, C. A., ed. Methods of soil analysis. Madison, **American Society of Agronomy**, Whashington, US: American Society of Agronomy, v.2, p.1550 – 1570, 1965.

STOTZKY, G., NORMAN, A. G.. Factors limiting microbial activities in soil. Archives of microbiology. **Archives of microbiology**, Berlin, DE: Springer, v.40, p.341 – 369, 1961.

SYLVIA, D. M., FHRMANN J. J., HARTEL, P. G., ZUBERER, D. A. **Principles and applications of soil microbiology**. Prentice Hall, 550 p, 1999.

WENDLING, B., JUCKSCH, I., MENDONÇA, E. S., NEVES, J. C. L., SILVA, I. R., COSTA, L.M., Organic-Matter Lability and Carbon- Management Indexes in Agrosylvopasture System on Brazilian Savannah. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, US: Marcel Dekker, v.39, p.1750 – 1772, 2008.

YEOMANS J., BREMNER, J. M. A rapid and precise method four routine determinations of organic carbon in soil. **Commun Soil Sci Plant Anal**, Madison, Wis., US, v.19, p.1467 – 1476, 1988.

CAPÍTULO II

DECOMPOSIÇÃO E MINERALIZAÇÃO DO CARBONO DE SERAPILHEIRA EM ÁREAS DE CERRADO: ATIVIDADE MICROBIANA, β -GLICOSIDASE E UREASE

RESUMO

A ciclagem de nutrientes, fundamental para a manutenção das florestas, envolve desde a deposição de material orgânico, sua decomposição e disponibilização de nutrientes para os vegetais superiores. Todos esses processos são regulados por fatores bióticos e abióticos relacionados à sustentabilidade do ambiente. O objetivo deste trabalho foi verificar, em quatro solos, todos dessaturados, se as mudanças texturais e as pequenas variações químicas podem alterar os padrões de decomposição e a atividade microbiana no solo. A pesquisa foi realizada com amostras de quatro classes de solo coletadas na região do Triângulo Mineiro e do Alto Paranaíba (Latossolo Amarelo distrófico, LAd; Latossolo Vermelho distroférico, LVdf; Neossolo Quartzarênico órtico, RQo; Latossolo Amarelo ácrico, LAw), durante a primavera de 2009. As quatro áreas estudadas encontram-se em relevo plano a suave ondulado. A vegetação, nos quatro sítios, é de cerradão. Os solos apresentam diferenças marcantes nos conteúdos de argila e menos relevantes no teor de nutrientes, com destaque para os solos LAw e RQo. Os maiores teores de COT foram encontrados em LAw e os menores em RQo. As adições de 0,1 e 1% de serapilheira não foram suficientes para determinar o potencial de mineralização do carbono. Apenas a adição de 10% mostrou resultados satisfatórios, tendo o solo LVdf apresentado o maior percentual de mineralização e o RQo o menor. As maiores diferenças quanto a respiração nesses solos foram observadas quando da adição de 10% de serapilheira, com destaque para o solo RQo. O rendimento respiratório decresceu com aumento da quantidade de serapilheira adicionada, sendo que o solo LAd apresentou maior rendimento respiratório. As maiores diferenças no rendimento foram observadas na adição de 0,1% de serapilheira. O solo RQo apresentou maior atividade de enzima β -glicosidase, sendo as maiores diferenças observadas na adição de 10% de serapilheira. Com relação à enzima urease, o solo LVdf se destacou em relação aos demais, principalmente na dose de 10% de serapilheira.

Palavras-chave: rendimento respiratório, textura do solo, matéria orgânica, respiração microbiana, atividade enzimática.

1 INTRODUÇÃO

Em ecossistemas florestais, a serapilheira proveniente da queda de resíduos senescentes da parte aérea das plantas na superfície do solo e sua gradativa decomposição têm papel fundamental na manutenção da sustentabilidade dos biomas (OADES, 1984; WERTH et. al., 2008 e STEENWERTH et. al., 2008). Em sistemas tropicais, os solos pertencentes ao bioma cerrado, de forma geral, apresentam baixa fertilidade natural por serem bastante intemperizados. Neste aspecto, os resíduos orgânicos depositados no solo representam a maior fonte de nutrientes para o crescimento vegetal, em decorrência dos processos de decomposição e mineralização dos restos orgânicos (SEASTED; CROSSLEY, 1984). Esses processos ocorrem devido à atividade de organismos heterotróficos (micro e macro-fauna bem como a microflora) do solo, cujas atividades são de vital importância na ciclagem e manutenção da produção vegetal (PAUL, 2007).

O acúmulo de serapilheira na superfície do solo é resultado da quantidade de material que cai da parte aérea e da taxa de decomposição dos resíduos vegetais, refletindo-se em estoque de carbono na matéria orgânica, fluxo de carbono para atmosfera e disponibilidade de nutrientes às plantas. O acúmulo de serapilheira é regulado, principalmente, por fatores como a natureza da comunidade decompositora, características do material orgânico e as condições físico-químicas do ambiente (ABER; MELILO, 1978; SWIFT et. al., 1979; LEKHA; GUPTA, 1989). Além disso, a dinâmica de funcionamento dos diferentes tipos do solo é afetada por condições climáticas das regiões, tais como precipitação e temperatura (CHAPIN et. al., 2002 e KJØLLER et. al., 2002).

A decomposição da serapilheira é uma sequência de processos de compartimentalização de resíduos, como a celulose, hemicelulose e lignina, mediada principalmente pela atividade de microrganismos decompositores, os quais liberam enzimas extracelulares hidrolíticas no solo (SYLVIA et al., 1999; PAUL, 2007). Estes organismos são responsáveis pelos processos de decomposição e ciclagem de nutrientes, ora promovendo a mineralização de compostos orgânicos e a liberação de nutrientes, ora imobilizando-os em sua biomassa (SEASTED; CROSSLEY, 1984). Quantificar os indicadores envolvidos na transformação do carbono e liberação de nutrientes, a exemplo da β -glicosidase e urease, é de fundamental importância em bioquímica do solo (ALEF; NANNIPIERI, 1995; PAUL, 2007). É importante salientar que as

condições climáticas, geográficas ou características pedológicas afetam as comunidades de microorganismos e, como consequência, a atividade extracelular de degradação através dos sistemas enzimáticos microbianos (CRIQUET et al. 2002, ANDERSSON et al., 2004).

A atividade de microrganismos é geralmente medida em termos metabólicos, através de indicadores como CO₂ liberado e atividade enzimática. O CO₂ liberado, conhecido como respiração microbiana do solo, é o parâmetro mais utilizado para determinar o índice de atividade no solo, podendo ser usado como importante indicador de mineralização e do ciclo do carbono no solo (SYLVIA et al., 1999; PAUL, 2007). A respiração microbiana, particularmente, é regulada por fatores como qualidade e quantidade de resíduos orgânicos, temperatura, umidade, estrutura da comunidade microbiana e estrutura física do solo (PAUSTIAN et al., 2000, PAUL, 2007). A determinação da taxa de respiração é importante para compreender o processo de mineralização e, portanto, o ganho de nutrientes e carbono no solo (ANDERSON, 1982).

O objetivo deste trabalho foi verificar, comparativamente, o potencial de decomposição e mineralização da serapilheira em quatro classes de solo sob vegetação de cerrado. Nesta perspectiva, foi avaliado a atividade de enzimas (urease e β -glicosidase) e o padrão de decomposição e mineralização da serapilheira através da respiração microbiana e determinação do Carbono Orgânico Total (COT).

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Locais e amostragens dos solos

A pesquisa foi realizada com amostras de quatro tipos de solo coletados na região do Triângulo Mineiro e do Alto Paranaíba. Os dados de caracterização dos locais encontram-se na tabela 1. As quatro áreas analisadas encontram-se em relevo plano a suave ondulado.

As amostragens dos solos foram realizadas na primavera (novembro) de 2009. Foram coletadas quatro amostras de solo (amostras simples), em cada classe de solo, na profundidade de 0-10 cm, totalizando 16 amostras. As amostras foram passadas em peneira de 4 mm. Uma porção da amostra foi seca ao ar e triturada em almofariz de porcelana, visando a determinação da textura do solo (Tabela 1) e de alguns atributos químicos (Tabela 2), conforme metodologia da Embrapa (1997). O restante das amostras de solo, em condições naturais de coleta, foi homogeneizado e armazenado a 4°C, para posteriormente ser utilizado no ensaio de respiração microbiana e mineralização da matéria orgânica.

2.2 Serapilheira

A amostragem da serapilheira foi realizada no mesmo período da amostragem do solo, em área de 2.500 cm² (50 x 50 cm). O resíduo vegetal, constituído de folhas, ramos finos, raízes finas, cascas de árvores, excluindo as partes vivas (EMBRAPA, 2006), foi secado em estufa de circulação forçada de ar a 60°C. O conteúdo de nutrientes da serapilheira foi determinado em relação à fração de massa seca a 60°C. A análise química da serapilheira, realizada conforme procedimento descrito pela Embrapa (1997), apresentou a seguinte constituição em massa seca: carbono orgânico, 356 g. kg⁻¹; Nitrogênio, 13,10 g. kg⁻¹; Fósforo, 0,73 g. kg⁻¹; Potássio, 0,85 g. kg⁻¹ e Enxofre, 1,28 g. kg⁻¹. O conteúdo destes nutrientes não foi diferente entre as serapilheiras dos sítios amostrados, sendo utilizada a mistura em igual proporção na avaliação dos ensaios de mineralização e de atividade microbiana.

2.3 Ensaio de mineralização

Para montagem do ensaio, a umidade do solo foi padronizada em 30% e a temperatura controlada a 25°C. Foram utilizadas quatro doses de serapilheira (0%; 0,1%; 1% e 10%), que foram incorporadas a amostras de 50g de solo. Para cada dose foram feitas três repetições de laboratório, totalizando 12 amostras por solo. As taxas e percentuais de mineralização foram calculados a partir da diferença entre o carbono orgânico inicial e o final, após 10 dias de incubação, determinado pela oxidação por via úmida da matéria orgânica com $K_2Cr_2O_7$ em meio ácido, sendo que o excesso de dicromato foi titulado com solução de sulfato ferroso amoniacal (YEOMANS; BREMNER, 1988).

2.4 Atividade microbiana

A respiração microbiana do solo foi realizada em condições de laboratório pela quantificação de CO_2 liberado em 10 dias de incubação, conforme metodologia usual descrita por Stotzky (1965). Porção de 50g de solo foi transferida para frascos de vidro hermético de 200 mL. Um copo plástico (40 mL) contendo 10 mL de NaOH (1 mol L^{-1}) foi acondicionado dentro de cada frasco de incubação para a captura de CO_2 . Os frascos foram hermeticamente fechados e mantidos em temperatura de ensaio de 25°C. A determinação do CO_2 liberado foi realizada aos 2, 5 e 10 dias após a instalação do experimento. Após cada período de incubação, foram retirados os copos plásticos dos frascos e nestes colocados 5 mL de $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ (1 mol L^{-1}) e três gotas de fenolftaleína (1% em solução de etanol, 50%), sendo o excesso de NaOH titulado com HCl ($0,5 \text{ mol L}^{-1}$). Novos copos plásticos com NaOH foram colocados nos frascos de vidro para subseqüentes períodos de incubação. A amostra do branco foi constituída em frasco sem a porção de solo. A respiração do solo foi estimada em mg de $CO_2 \text{ kg}^{-1}$ de solo seco, usando o valor 12 (massa molar do C) descrito nos princípios de proporcionalidade de reação do dióxido de carbono com hidróxido de sódio conforme definido por Stotzky (1965). Ao final dos dez dias, as amostras foram armazenadas em temperatura de 4°C para posterior análise da atividade enzimática.

2.5 Atividade de β -glicosidase e urease

A atividade da β -glicosidase foi feita em substrato sintético de *p*-nitrofenil- β -D-glicopiranosídeo e quantificada de acordo com Eivazi e Tabatabai (1988). Foi pesado 1 g de solo por amostra. Essas foram colocadas em tubo Falcon de 50 ml e acrescentados 4 ml de solução tampão universal modificado (pH 6,0) e foram acrescentados também 1 ml de solução *p*-PNG. As amostras foram incubadas por duas horas em banho-maria, a uma temperatura de 37°C. Em seguida, foram acrescentados 1mL de CaCl_2 (0,5 M) e 4 mL de NaOH (0,5 M). Foram retirados 1,5 ml e centrifugados a 5.000 rpm por 10 minutos. A leitura foi feita em espectrofotômetro no comprimento de onda de 464 nm.

A enzima urease foi quantificada a partir da quantidade de N - NH_4 liberada de acordo com metodologia de Guan et. al. (1986). Pesou-se 5 g de solo por amostra, colocando-as em tubo Falcon de 50 ml, aos quais acrescentou-se 5 ml de solução tampão citrato (pH 6,7) e 5ml de solução de uréia (10%). No controle, colocou-se apenas a solução tampão citrato. As amostras foram incubadas por 3 horas e a uma temperatura de 37°C. Em seguida, os tubos foram preenchidos com água destilada até a marca de 50 ml, sendo retirados 1,5 ml para centrifugação a 5.000 rpm e durante 10 minutos. Essa alíquota foi utilizada para leitura em espectrofotômetro com comprimento de onda de 578 nm.

2.6 Análises estatísticas

Os dados são apresentados com valores médios seguidos dos intervalos de confiança, a 5% de probabilidade. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas, pelo Teste de Tukey, com níveis de separação de 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Caracterização dos sítios de amostragem

De acordo com a textura, o solo LAd foi classificado como textura média, os solos LVdf e LAw como muito argilosos e o RQo como arenoso (Tabela 1). A análise textural dos solos é importante na caracterização da capacidade tampão dos solos devido a esses atributos interferirem, tanto nas características químicas (Tabela 2), como biológicas (Tabela 3), alterando os potenciais dos processos de decomposição dos resíduos orgânicos (CHAPIN et. al, 2002; CAYUELA et al., 2009).

TABELA 1: Caracterização granulométrica na camada de 0 – 10 cm, localização geográfica e classes de solos estudados.

Atributos	Solos			
	LAd	LVdf	RQo	LAw
Fração Areia (g.kg^{-1})	700	230	890	80
Silte + Argila (g.kg^{-1})	300	770	110	920
Textura	Média	Muito argilosa	Arenosa	Muito argilosa
pH (H_2O) ^a	$4,87 \pm 0,12$	$5,18 \pm 0,15$	$4,63 \pm 0,20$	$4,90 \pm 0,12$
Classificação de Köppen	Aw	Aw	Aw	Cwa
Localização geográfica				
Latitude (S)	19° 12' 16"	18° 55' 48"	18° 52' 48"	19°
Longitude (W)	48° 7' 48"	48° 4' 12"	50° 1' 48"	47° 33'
Altitude (m)	940	855	515	1045
Classificação dos solos Brasileira ^b	LAd	LVdf	RQo	LAw
U. S. A. ^c	Typic Dystrustox	Rhodic Dystrustox	Ustoxic Quartzipsamment	Typic Acrustox

^a Classificação do solo segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 2006): Latossolo Amarelo distrófico, LAd; Latossolo Vermelho distroférico, LVdf; Neossolo Quartzarênico órtico, RQo; Latossolo Amarelo ácrico, LAw.

^b Classificação do solo segundo a Soil LAwonomy (USA).

Os solos são ácidos com baixo conteúdo de nutrientes (Tabela 2). Os solos, foco desse estudo, são muito intemperizados constituídos essencialmente por caulinita e óxidos de ferro e alumínio, o que leva a apresentar baixa fertilidade natural (RESENDE et al, 1999). Em relação a isso, observa-se que o RQo apresentou o maior teor de fósforo disponível ($6,3 \text{ mg.dm}^{-3}$), o que está associado a sua baixa capacidade de retenção de fosfato. Os latossolos estudados apresentaram uma disponibilidade de fósforo semelhante.

TABELA 2: Alguns atributos químicos dos solos, na profundidade de 0-10 cm.

Atributos	Solos			
	LAd	LVdf	RQo	LAW
COT (g. kg ⁻¹)	11,20	12,17	9,46	30,02
N total (g. kg ⁻¹)	1,47	1,36	1,23	1,79
Fósforo total (mg. dm ⁻³)	10,40	18,00	18,40	15,20
P – Melich (mg. dm ⁻³)	1,1	1,2	6,3	1,1
K (mg. dm ⁻³)	25	39	18	42
Relação C:N	8	9	8	17
pH (H ₂ O)	4,9	5,1	4,8	4,9

Os resultados obtidos são médias calculadas a partir de um grupo de quatro repetições de campo obtidas na amostragem realizada na Primavera nos quatro sítios (Latossolo Amarelo distrófico, LAd; Latossolo Vermelho distroférrico, LVdf; Neossolo Quartzarênico órtico, RQo; Latossolo Amarelo ácrico, LAW), na camada de 0-10 cm de profundidade.

Um contraste expressivo entre os solos estudados está no COT, sendo os maiores valores encontrados em LAW e os menores, em RQo (Tabela 2). A determinação do COT é importante devido às contribuições da matéria orgânica do solo (MOS) na melhoria das características físicas, tais como a formação de agregados, porosidade, além de contribuir na retenção de água (ZENG et. al., 2010). Além disso, a MOS contribui com melhorias dos atributos químicos, tais como aumento de CTC e o estoque de nutrientes, os quais podem interferir sobre a atividade biológica e, conseqüentemente, sobre a capacidade do solo em realizar os processos bioquímicos, a exemplo da decomposição e mineralização do carbono (CAYUELA et. al., 2009; ZENG et. al., 2010).

3.2 Potencial de mineralização do carbono da serapilheira

As adições de serapilheira (0,1 e 1% do volume de solo) não foram suficientes na determinação da mineralização pela microbiota dos solos analisados, devido não ocorrer diferenças no conteúdo de carbono, quando comparado com o controle, no período de 10 dias de incubação. A explicação para isso está no fato de que ao final dos 10 dias todo o carbono adicionado foi mineralizado. O potencial de mineralização foi determinado apenas na adição de 10 % (Tabela 3), sendo observado diferenças expressivas entre os sítios de estudo, com maiores valores (taxa e percentual de mineralização) obtidos em LVdf e os menores em RQo (Tabela 3).

TABELA 3. Teores (g C kg^{-1} de solo) de COT inicial, COT final, taxa de mineralização ($\text{g C dia}^{-1} \text{ kg}^{-1}$ de solo) e percentual de mineralização na adição de 10% de resíduo aos solos.

Solos	COT inicial	COT final	Taxa de mineralização	% mineralização
LAd	$54,65 \pm 0,26$ C	$29,36 \pm 0,82$ A	$2,53 \pm 0,08$ C	$46,28 \pm 1,29$ BC
LVdf	$57,46 \pm 0,09$ B	$17,99 \pm 2,79$ B	$3,95 \pm 0,27$ A	$68,69 \pm 4,85$ A
RQo	$45,62 \pm 0,26$ D	$27,71 \pm 2,53$ A	$1,79 \pm 0,25$ D	$39,28 \pm 5,32$ C
LAW	$60,73 \pm 0,40$ A	$27,96 \pm 0,21$ A	$3,27 \pm 0,30$ B	$53,95 \pm 0,04$ B

Dados obtidos a partir de um grupo de três repetições por amostra, representando os conteúdos iniciais e finais de COT (Carbono Orgânico Total) no solo e os potenciais de mineralização inerentes a cada ecossistema (Latossolo Amarelo distrófico, LAd; Latossolo Vermelho distroférrico, LVdf; Neossolo Quartzarênico órtico, RQo; Latossolo Amarelo ácrico, LAW), na camada de 0-10 cm de profundidade. Médias seguidas de letras maiúsculas na mesma coluna diferem entre si, de acordo com o teste de Tukey, a 0,05 de significância.

O solo LVdf, quando comparado as demais solos, apresentou valores (taxa e percentual de mineralização) relativamente maiores. A diferença encontrada pode estar relacionada à capacidade da microbiota em utilizar a serrapilheira adicionada em função da estrutura da comunidade microbiana e a textura desse solo. Pode-se dizer que um solo bem agregado é hábitat para muitos microrganismos, onde se tem a integridade física da sua matéria orgânica (HEAL et al., 1997; MOREIRA; SIQUEIRA, 2002). Em relação ao sítio RQo, a taxa e o percentual de mineralização foram menores em relação aos demais sítios, principalmente o LVdf. Nesse solo, caracterizado como arenoso, é esperado menor população microbiana já que essa é favorecida pela quantidade de COT que promove a agregação do solo e consequentemente a proteção da MOS.

3.3 Respiração microbiana do solo

As taxas respiratórias da microbiota variaram de 13,1 a 179,5 $\text{mg C-CO}_2 \text{ dia}^{-1} \text{ kg}^{-1}$ solo, quando da adição do resíduo de serrapilheira. As adições de 1 e 10% de serrapilheira resultaram em aumentos significativos na taxa de respiração dos solos, não se observando aumentos significativos, quando da adição de 0,1% dos resíduos (FIGURA 1). Entre os solos analisados, o RQo se destacou quando da adição de 10% em relação aos demais solos, apresentando os maiores aumentos de respiração. É válido destacar que a estrutura desse solo permite maior aeração, o que favorece a atividade microbiana expressa aqui pela respiração.

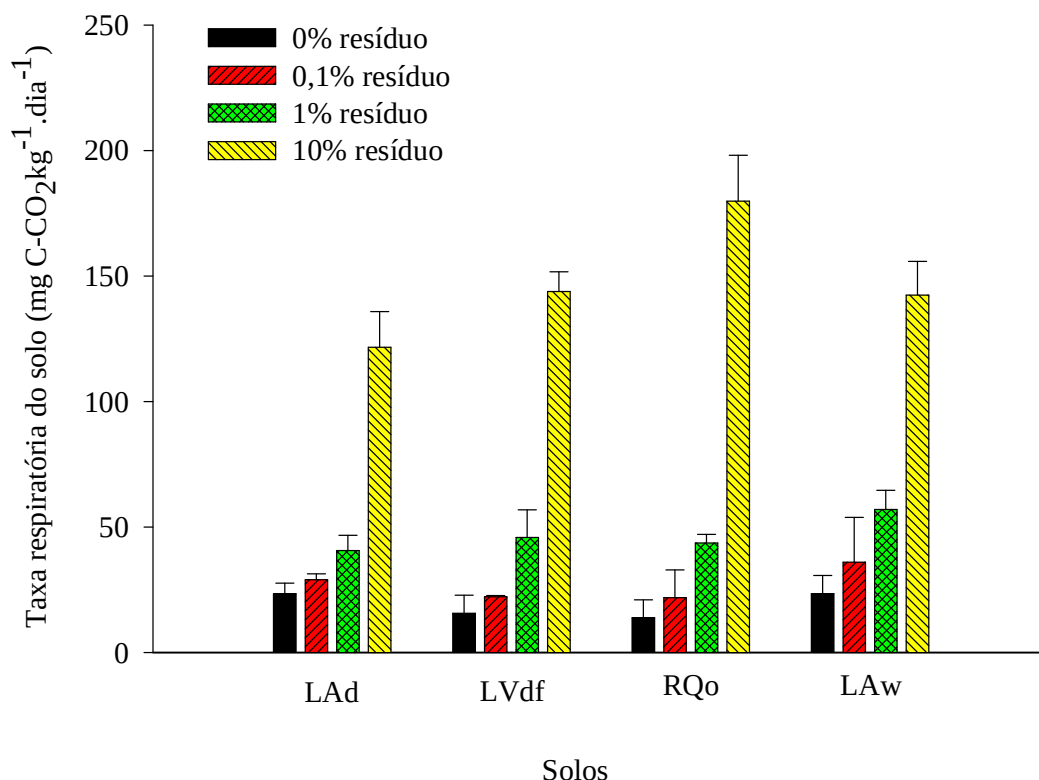


FIGURA 1: Taxa respiratória do solo em relação à quantidade de resíduo adicionado aos solos. Latossolo Amarelo distrófico, LAd; Latossolo Vermelho distroférrico, LVdf; Neossolo Quartzarênico órtico, RQo; Latossolo Amarelo ácrico, LAw. Os valores médios da taxa respiratória encontram-se seguidos de seus respectivos desvios padrões (n=3).

A respiração microbiana correlaciona-se positivamente com a matéria orgânica do solo, mas observa-se que o sítio RQo, com exceção do P, possui os menores valores de pH, N, K, COT e, conseqüentemente, a MOS. Devido a estes fatores limitantes, de natureza abiótica, a sua capacidade de conversão de carbono em biomassa é menor. Insam e Domsch (1988) relatam que, na medida em que determinada biomassa microbiana se torna mais eficiente, menos carbono é perdido na forma de CO₂ pela respiração e uma fração significativa de carbono é incorporada à biomassa microbiana. Desta forma, considerando a mesma constituição da comunidade microbiana, uma biomassa microbiana “eficiente” teria menor taxa de respiração em relação a uma biomassa “ineficiente”. Embora tenha-se observado um aumento expressivo da respiração microbiana, também nos demais solos (LAd, LVdf e LAw), as suas características abióticas permitem que sua microbiota seja mais eficiente na

mineralização dos compostos orgânicos, sugerindo que uma fração significativa do carbono orgânico liberado esteja sendo incorporada na constituição da biomassa.

Os rendimentos respiratórios nos quatro solos estudados diminuíram expressivamente, em decorrência da adição de serapilheira (Tabela 4), isto é, quanto maior aplicação dos resíduos, menor o rendimento.

TABELA 4: Rendimento respiratório (%) do solo na camada de 0 – 10 cm, em relação à adição de resíduo da serapilheira, nos quatro solos estudados.

Doses	Solos			
	LAd	LVdf	RQo	LAW
0%	--	--	--	--
0,1%	55,4 ± 10,3 A a	38,6 ± 12,7 B a	39,0 ± 12,1 B a	47,59 ± 2,9 A a
1%	7,77 ± 1,12 A b	4,58 ± 0,50 A b	5,07 ± 2,06 A b	7,91 ± 3,39 A b
10%	2,14 ± 0,13 A b	1,12 ± 0,11 A b	1,53 ± 0,02 A b	1,82 ± 0,28 A b

Médias dos rendimentos respiratórios seguidas de seus respectivos desvios padrões. Atividade respiratória determinada em dez dias de incubação, a 25°C após a adição dos resíduos em cada solo (Latossolo Amarelo distrófico, LAd; Latossolo Vermelho distroférrico, LVdf; Neossolo Quartzarênico órtico, RQo; Latossolo Amarelo ácrico, LAW) na camada de 0-10 cm de profundidade. Médias seguidas de letras maiúsculas na mesma linha diferem entre si de acordo com o teste de Tukey, a 0,05 de significância. Médias seguidas por letras minúsculas na mesma coluna diferem entre si, de acordo com o teste de Tukey, a 0,05 de significância.

Quando da adição de 0,1% de serapilheira, os sítios de estudo tiveram comportamentos significativamente diferentes, mas na adição das demais doses isso não ocorreu, ou seja, não foram observadas diferenças entre os solos. De uma maneira geral, o solo LAd apresentou maior rendimento respiratório, enquanto que o LVdf apresentou o menor (Tabela 4), embora esse solo tenha apresentado os maiores potenciais de mineralização (taxa e percentual) (Tabela 3). Tal fato pode estar associado à capacidade da microbiota desse solo converter CO₂ de maneira mais eficiente, já que esse solo sendo muito argiloso (Tabela 1) oferece melhores condições de desenvolvimento da biomassa microbiana.

3.4 Atividade da β -glicosidase e urease

Eivazi e Tabatai (1988) descrevem que a atividade da β -glicosidase possui correlação significativa com a matéria orgânica do solo e atua tanto na hidrólise da celobiose, como também de oligossacarídeos, liberando glicose que servirá como fonte de energia para os microrganismos. Os dados obtidos neste trabalho estão de acordo

com os autores acima citados. Na figura 2, observa-se que à medida que se aumentam as doses de serapilheira, há um aumento na quantidade de p-nitrofenol (PNF) liberado.

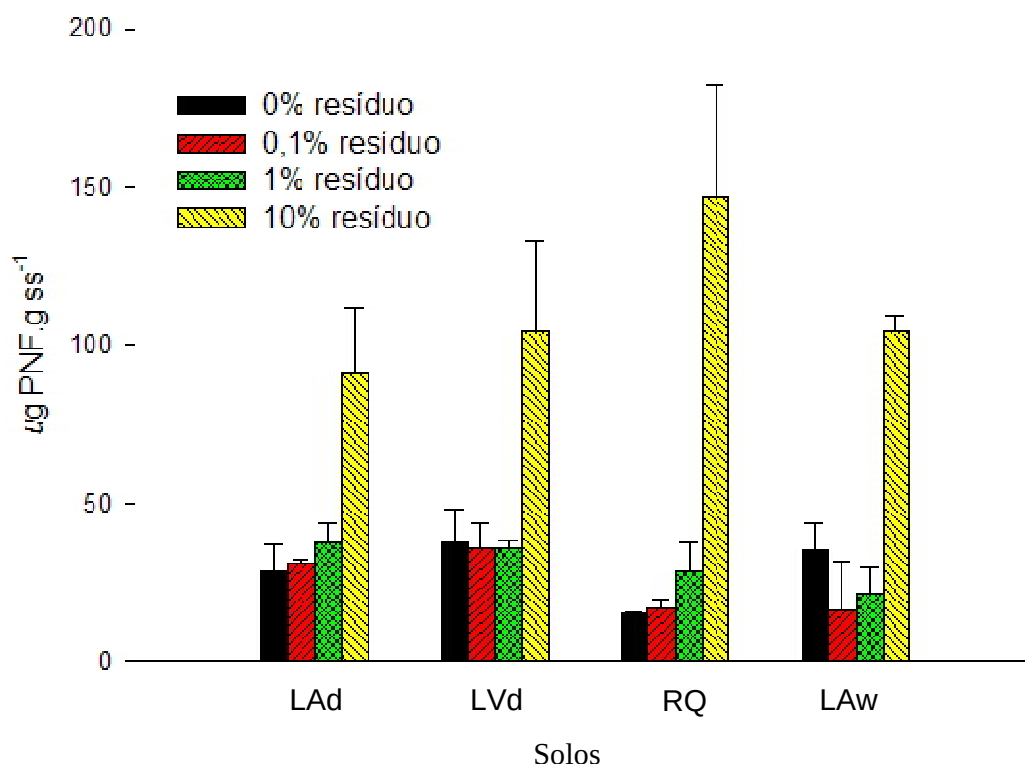


FIGURA 2: Atividade de β -glicosidase em relação à quantidade de resíduo adicionado aos solos. Latossolo Amarelo distrófico, LAd; Latossolo Vermelho distroférico, LVd; Neossolo Quartzarênico órtico, RQ; Latossolo Amarelo ácrico, LAw. Os valores médios da atividade da enzima encontram-se seguidos de seus respectivos desvios padrões (n=3).

O solo RQo (FIGURA 2) mostrou atividade superior da enzima β -glicosidase (avaliada pelos teores de p-nitrofenol - PNF) na dose máxima, em relação aos demais sítios avaliados. Observa-se (Tabela 2) que o teor de fósforo (P) disponível no RQo é bem superior (cerca de 6 vezes maior) que nos demais solos, o que, não pode ser desprezado nessa consideração. Outro fator a ser levado em consideração é o maior arejamento em razão da textura arenosa, que favorece a entrada de ar no solo e consequentemente a atividade microbiana. De modo geral, os dados obtidos mostram que esses solos possuem alto potencial de atividade da β -glicosidase. Esse alto potencial encontrado deve estar relacionado com o alto teor de material orgânico encontrado nesses solos.

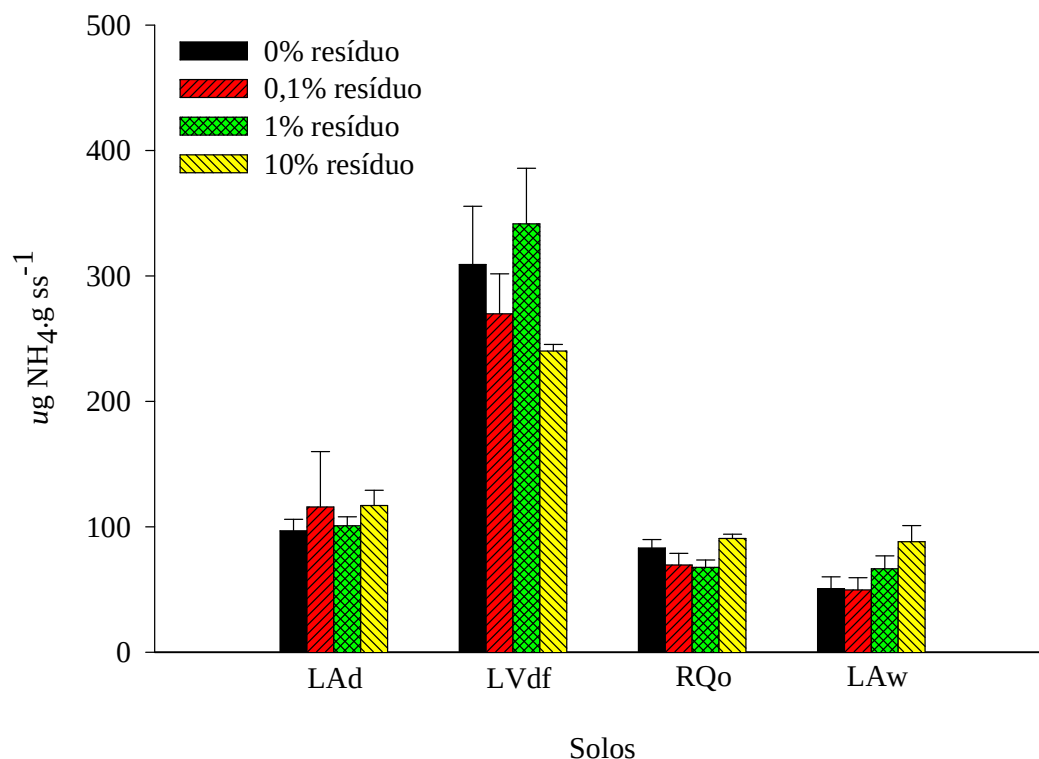


FIGURA 3: Atividade de urease em relação à quantidade de resíduo adicionado aos solos. Latossolo Amarelo distrófico, LAd; Latossolo Vermelho distroférrico, LVdf; Neossolo Quartzarênico órtico, RQo; Latossolo Amarelo ácrico, LAw. Os valores médios da atividade da enzima encontram-se seguidos de seus respectivos desvios padrões (n=3).

Dentre os quatro solos estudados, a maior atividade da urease foi observada no solo LVdf. Este solo apresentou-se superior aos demais em todas as doses adicionadas (FIGURA 3). Ao observar a tabela 3, constata-se que o percentual de mineralização desse solo foi superior em relação aos demais. Tal resultado confirma o encontrado para a enzima urease. Uma taxa de mineralização maior implica consequentemente em maior atividade dessa enzima, já que ela é a precursora da mineralização do nitrogênio no solo. É importante ressaltar a influência que atributos químicos, assim como cobertura vegetal, exercem sobre a atividade microbiana e consequentemente sobre o processo de mineralização do nitrogênio.

4 CONCLUSÕES

A adição de serapilheira altera de maneira significativa a atividade microbiana, mas com esse trabalho concluímos que adições menores de serapilheira, como por exemplo, 0,1 e 1% em relação ao volume de solo, não são suficientes para determinar o potencial de mineralização do carbono, sendo que apenas a adição de 10% de serapilheira mostrou resultados satisfatórios. O solo LVdf apresentou maior percentual e o solo RQo o menor, porém esse solo, em razão de características físicas, apresentou maior atividade respiratória, quando da adição de 10% do resíduo.

O rendimento respiratório decresceu com o aumento da quantidade de serapilheira, sendo maior, quando da adição de 0,1%, e tendo o solo LAd apresentado o maior rendimento. A atividade enzimática foi influenciada pela adição de serapilheira, observando-se que, quando da adição de 10% do resíduo, a atividade foi maior em todos os solos, sendo que o solo RQo apresentou maior atividade da enzima β -glicosidase e o LVdf a maior atividade da urease.

REFERÊNCIAS

- ABER, J. D., MELILO, J. M. **Terrestrial ecosystems**. Orlando: Reinhart Winston. 428 p, 1978..
- AERTS, R. Climate, leaf litter chemistry and leaf litter decomposition in terrestrial ecosystems: a triangular relationship. **Oikos**, Buenos Aires, AR, v.79, p.439–449, 1997.
- AERTS, R., DE CALUWE, H. Initial litter respiration as indicator for long-term leaf litter decomposition of *Carex* species. **Oikos**, Buenos Aires, AR, v.80 p.353–361, 1997.
- ALEF, K., NANNIPIERI, P. (Ed.). **Methods in applied soil microbiology and biochemistry**. London: Academic Press, p. 576, 1995.
- ANDERSON, J. P. Soil Respiration. In: Page, A. L., Miller, R. H., Keeney, D. R. (Ed.) **Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties**. Ed. 2. Madison, p. 831 – 871, 1982.
- ANDERSSON, M., KJØLLER, A., STRUWE, S. Microbial enzyme activities in leaf litter, humus and mineral soil layers of European forests. **Soil Biol. Biochem**, Elmsford, NY, US, v.36, p.1527–1537, 2004.
- CAYUELA, M.L., SINICCO, T., MONDINI, C. Mineralization dynamics and biochemical properties during initial decomposition of plant and animal residues in soil. **Appl. Soil Ecol**, Amsterdam, NL, v.41, p.118–127, 2009.
- CHAPIN, F. S., MATSON, P. A., MOONEY, H. A. **Principles of terrestrial ecosystem ecology**. Library of Congress cataloging. 436 p, 2002.
- CRQUET, S., TAGGER, S., VOGT, G., LE PETIT, J. Endoglucanase and b-glycosidase activities in an evergreen oak litter: annual variation and regulating factors. **Soil Biol. Biochem**, Elmsford, NY, US, v.34, p.1111–1120, 2002.
- EIVAZI, F. TABATAI, M.A. Glucosidases and galactosidases in soils. **Soil Biology and Biochemistry**, Elmsford, NY. v.20, p.601-606, 1988.
- EMPRESA BRASILEIRA DE EPSQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação dos Solos. **Levantamento de média intensidade dos**

solos e avaliação da aptidão agrícola das terras do Triângulo Mineiro. Rio de Janeiro, 1982. 526 p. (Boletim de Pesquisa I).

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de Métodos de Análise de Solo.** 2. ed. Rio de Janeiro. 212 p, 1997.

GUAN, S. Y., ZHANG, D. S., ZHANG, Z. M., Eds. Soil enzymes and its methodology. 1. ed.; **Agricultural Press:** Beijing, p. 274–338, 1986.

HADAS, A., KAUTSKY, L., GOEK, M., KARA, E.E. Rates of decomposition of plant residues and available nitrogen in soil, related to residue composition through simulation of carbon and nitrogen turnover. **Soil Biol. Biochem**, Elmsford, NY, v.36, p.255–266, 2004.

HEAL, W., ANDERSON, J.M., SWIFT, M.J. Plant litter quality and decomposition: An historical overview. In: Cadisch, G., Giller, K.E. (eds.). **Driven by nature: Plant litter quality and decomposition.** Wallingford: CAB International, 409 p, 1997.

INSAM, H. DOMSCH, K. H. Relationship between soil organic carbon and microbial biomass on chronosequences of reclamation sites. **Microbial ecology**, New York, US, v.15, p.177 – 188, 1988.

KJØLLER, A.H., STRUWE, S. Fungal communities, succession, enzymes and decomposition. In: Burns, R.C., Dick, R.P. (Eds.), **Enzymes in the Environment: Activity, Ecology and Applications.** Marcel Dekker, Inc., New York, Basel, 266–284 p., 2002.

LEKHA, A., GUPTA, S. R. Decomposition of *Populus* and *Leucaena* leaf litter in an agroforestry system. **Environmental Science and Forestry**. New York, v.15, p.97 – 108, 1989.

LIU, P., SUN, O.J., HUANG, J., LI, L., HAN, X. Non-additive effects of litter mixtures on decomposition and correlation with initial N and P concentrations in grassland plant species of Northern China. **Biol. Fertil. Soils**. v.44 p.211–216, 2007.

MAFONGOYA, P.L., BARAK, P., REED, J.D. Carbon, nitrogen and phosphorus mineralization of tree leaves and manure. **Biol. Fertil. Soils**, Berlin, DE, v.30, p.298–305, 2000.

- MELILLO, J.M., ABER, J.D., MURATORE, J.F. Nitrogen and lignin control of hardwood leaf litter decomposition dynamics. **Ecology**, Amsterdam, NL, v.63, p.621–626, 1982.
- MOREIRA, F. M. S., SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e Bioquímica do solo**. Lavras: UFLA, 625 p., 2002.
- MUNGAI, N.W., MOTAVALLI, P.P. Litter quality effects on soil carbon and nitrogen dynamics in temperate alley cropping systems. **Appl. Soil Ecol.**, Amsterdam, NL, v.31, p.32–42, 2006.
- OADES, J. M. Soil organic matter and structural stability: mechanisms and implications for management. **Plant and Soil**, The Hague, Holanda, NL, v.76 p.319 – 337, 1984.
- PAUL, E.A. **Soil Microbiology, ecology, and biochemistry**, 3 th ed. Academic Press, New York, 2007.
- PAUSTIAN, K., SIX, J., ELLIOT, E.T., HUNT, H.W. Management options for reducing CO₂ emissions from agricultural soils. **Biogeochemistry**, Dordrecht, Holanda, NL, v.48, p.147–163, 2000.
- PRITCHETT, W. L. **Properties and management of forest soils**. New York: John Wiley. 550 p., 1979.
- RAIESI, F. Carbon and N mineralization as affected by soil cultivation and crop residue in a calcareous wetland ecosystem in Central Iran. **Agric. Ecosyst. Environ.**, Madison, US, v.112, p.13–20, 2006.
- RESENDE, M.; CURI, N.; RESENDE, S.B.; CORRÊA, G.F. **Pedologia: bases para distinção de ambientes**. 3 ed. Viçosa: NEPUT, 338 p., 1999.
- SARIYILDIZ, T., ANDERSON, J.M., KUCUK, M. Effects of tree species and topography on soil chemistry, litter quality, and decomposition in Northeast Turkey. **Soil Biol. Biochem.**, Elmsford, NY, v.37, p.1695-1706, 2005.
- SEASTED, T.R., CROSSLEY, D.A. The influence of arthropods on ecosystems. **BioScience**, Tokyo. v.34, p.157 – 161, 1984.
- SMITH, J.L., PAPENDICK, R.I., BEZDICEK, D.F., LYNCH, J.M. Soil organic matter dynamics and crop residue management. In: Metting, Jr. F.B. (Ed.), *Soil Microbial*

Ecology: Application in Agricultural and Environmental Management. Marcel Dekker, New York, p. 65–94, 1993.

STEENWERTH, K., BELINA, K.M. Cover crops enhance soil organic matter, carbon dynamics and microbiological function in a vineyard agroecosystem. **App. Soil Ecol.**, Amsterdam, NL, v.40, p.359–369, 2008.

STOTZKY, G. Microbial respiration. In: Black, C. A., ed. **Methods of soil analysis.** Madison, American Society of Agronomy, v.2, p.1550 – 1570, 1965.

SWIFT, M. J., HEAL, O. W., ANDERSON, J. M. **Decomposition in terrestrial ecosystems.** Berkeley: University of California Press. 372 p, 1979.

SYLVIA, D. M., FHRMANN J. J., HARTEL, P. G., ZUBERER, D. A. **Principles and applications of soil microbiology.** Prentice Hall, 550 p., 1999.

TEKLAY, T., NORDGREN, A., NYBERG, G., MALMER, A. Carbon mineralization of leaves from four Ethiopian agroforestry species under laboratory and field conditions. **Appl. Soil Ecol.**, Amsterdam, NL, v.35, p.193–202, 2007.

VANLAUWE, B., NWOKE, O.C., SANGINGA, N., MERCKX, R. Impact of residue quality on the C and N mineralization of leaf and root residues of three agroforestry species. **Plant Soil**, The Hague, Holanda, NL, v.183, p.221–231, 1996.

WERTH, M., KUZYAKOV, Y. Root-derived carbon in soil respiration and microbial biomass determined by ^{14}C and ^{13}C . **Soil Biol. Biochem.**, Elmsford, NY, v.40, p.625–637, 2008.

YEOMANS J., BREMNER, J. M. A rapid and precise method four routine determinations of organic carbon in soil. **Commun Soil Sci Plant Anal**, New York, US, v.19, p.1467 – 1476, 1988.

ZENG, DE- HUI, MAO, R., CHANG, S. X., LI, LU-JUN, YANG, D. arbon mineralization of tree leaf litter and crop residues from poplar-based agroforestry systems in Northeast China: A laboratory study. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, NL, v.44, p.133 – 137, 2010.

CONCLUSÕES GERAIS

As propriedades do solo, sejam elas químicas ou físicas, afetam a atividade microbiana e consequentemente os processos biológicos que ocorrem no solo. Assim como já é preconizado na literatura, o clima marcado pelas estações do ano também interfere nessa atividade. Como proposto, os solos apresentam diferentes conteúdos de argila e nutrientes, além do teor de COT, com destaque para o Law (maiores teores) e para o RQo (menores). A umidade também foi maior no LAw, quando comparado aos demais solos estudados nas três épocas avaliadas (primavera, verão e inverno). Também como era de se esperar, no inverno, observou-se maior quantidade de serapilheira, não havendo diferença entre os sítios (LAw, LVdf, LAd e RQo).

Não foram observadas correlações entre o fluxo de CO₂ e o conteúdo de nutrientes da serapilheira, em razão da quantidade de serapilheira já incorporada ao solo. Com relação aos nutrientes na camada de 0 – 10 cm, o fluxo de CO₂ correlacionou-se positivamente com os teores de COT, N, K, C/N e C/P. A correlação na camada de 10 – 20 cm foi positiva para o COT e N.

A adição de resíduo, em tamanhos diminutos, acelerou a atividade microbiana, sendo que as adições de 0,1 e 1% de serapilheira não foram suficientes para determinar o potencial de mineralização do carbono, já que esse foi totalmente mineralizado. Apenas a adição de 10% mostrou resultados satisfatórios, tendo o solo LVdf apresentado o maior percentual e o RQo o menor. A respiração, de uma maneira geral, acompanhou a adição de doses crescentes de serapilheira, sendo que as maiores taxas de respiração nesses solos foram observadas quando da adição de 10% de serapilheira, com destaque para o solo RQo.

Com relação ao rendimento respiratório, ocorreu decréscimo com o aumento da quantidade de serapilheira adicionada, em virtude da maior eficiência ou evolução da comunidade microbiana, sendo que o solo LAd apresentou maior rendimento respiratório na adição de 0,1% de serapilheira.

A atividade enzimática, que também é um modo de expressar a atividade microbiana, acompanhou de maneira positiva o aumento das doses de serapilheira, em que o solo RQo apresentou maior atividade de enzima β -glicosidase, sendo as maiores diferenças observadas na adição de 10% de serapilheira. O solo LVdf apresentou maior

atividade da enzima urease, e os maiores valores observados deram-se com a adição de 10% de serapilheira.