

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo deste trabalho será disponibilizado somente a partir de 02/03/2018.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA
CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

MARIA ELISA VICENTINI

**EMIÇÃO DE CO₂ DO SOLO EM ÁREAS DE FLORESTA PLANTADA NO
CERRADO DO MATO GROSSO DO SUL**

Ilha Solteira

2017

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA
CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA
MARIA ELISA VICENTINI**

**EMIÇÃO DE CO₂ DO SOLO EM ÁREAS DE FLORESTA PLANTADA NO
CERRADO DO MATO GROSSO DO SUL**

Dissertação, apresentada à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestra em Agronomia. Especialidade: Sistemas de Produção.

Orientador:

Prof Dr. Alan Rodrigo Panosso

Co-orientador:

Prof. Dr. Newton La Scala Júnior
Prof.Dra. Glaucia Amorim Faria

Ilha Solteira

2017

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

V633e Vicentini, Maria Elisa .
Emissão de co2 do solo em áreas de floresta plantada no Cerrado do Mato Grosso do Sul / Maria Elisa Vicentini. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2017
48 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia . Área de conhecimento: Sistema de Produção, 2017

Orientador: Alan Rodrigo Panosso
Co-orientador: Newton La Scala Júnior.
Inclui bibliografia

1. Coeficiente respiratório. 2. Eucalipto. 3. Pinus . 4. Mata Ciliar.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Ilha Solteira

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: EMISSÃO DE CO₂ DO SOLO EM ÁREAS DE FLORESTA PLANTADA
NO CERRADO DO MATO GROSSO DO SUL

AUTORA: MARIA ELISA VICENTINI

ORIENTADOR: ALAN RODRIGO PANOSSO

COORDENADOR: NEWTON LA SCALA JUNIOR

COORDENADORA: GLAUCIA AMORIM FARIA

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em AGRONOMIA,
especialidade: SISTEMAS DE PRODUÇÃO pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. ALAN RODRIGO PANOSSO
Departamento de Matemática / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Prof. Dr. MOREL DE PASSOS E CARVALHO
Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos / FEIS / UNESP - Ilha Solteira, SP

Prof. Dr. DANIEL DE BORTOLI TEIXEIRA
Departamento de Ciências Exatas / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Ilha Solteira, 02 de março de 2017

AGRADECIMENTOS

A Deus, toda glória e louvor. A minha família, principalmente à minha mãe Rejane, irmã Fernanda e tia Jenifer, por todo amor e incentivo sempre!

Ao meu orientador professor Doutor Alan Rodrigo Panosso, pela oportunidade de trabalho, aprendizado e por toda paciência!

Aos meus coorientadores: professora Doutora Glaucia Amorim Faria e professor Doutor Newton La Scala Júnior pela disponibilidade em ajudar!

Ao Prof. Dr. Mário Luiz Teixeira de Moraes, pela disponibilização das áreas estudadas.

Aos professores membros da banca de qualificação, Prof. Dr Bruno Éttore Pavan e Prof. Dr. Marcelo Carvalho Minhoto Teixeira Filho. Aos professores membros da banca de defesa, Prof. Dr. Morel de Passos e Carvalho e Prof. Dr. Daniel De Bortoli Teixeira, por todos os ensinamentos e contribuições para com esse estudo!

A companheira de trabalho Carla, aos colegas que muito ajudaram nas atividades de campo: Matheus, Welinton, Laís, Hellen e aos amigos Deyvison e Leandro. Obrigada!

A Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira-Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” pela oportunidade de realizar o mestrado e a todos os professores pelo conhecimento compartilhado e ensinamentos!

A coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior CAPES e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro e a FAPESP (Processo nº 2016/03861-5).

A todos que de alguma maneira contribuíram para a realização deste trabalho. Deus te abençoe!

RESUMO

O aumento da concentração de CO₂ na atmosfera terrestre foi a principal causa do aquecimento global, representando cerca de 60% das emissões totais de gases do efeito estufa. Neste trabalho objetivou-se caracterizar os padrões temporais de emissão de CO₂, temperatura, umidade e captura de O₂ do solo, bem como, suas relações em áreas de florestas plantadas de Eucalipto, Pinus e Mata ciliar reflorestada em um Latossolo Vermelho distrófico, no Bioma Cerrado, na região do município de Selvíria – MS. O estudo foi conduzido em três áreas reflorestadas localizadas no município de Selvíria–MS. As áreas experimentais consistiam em florestas plantadas com eucalipto (EU), mata ciliar (MA), pinus (PI). A emissão de CO₂ do solo foi registrada por meio do sistema LI-COR (LI-8100) e a determinação da absorção de O₂ do solo por meio do sistema UV Flux 25%. Os resultados da emissão de CO₂, temperatura, umidade e captura de O₂, foram avaliados por meio de medidas repetidas no tempo, por meio de modelos mistos e estatística descritiva. Realizou-se comparação de médias pelo teste de Tukey ao nível 5% de probabilidade. Calculou-se a razão entre o CO₂ emitido e O₂ consumido (RQ). As médias de emissão de CO₂ do solo nas áreas estudadas EU, MA, PI, foram de 5,61; 5,53 e de 4,06 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ respectivamente. O EO₂ não se diferenciou estatisticamente nas três áreas estudadas. A MA teve o maior valor de umidade do solo. A maior parte dos valores de RQ foram <1. A emissão total de CO₂, contabilizados em 193 dias de avaliação foram de 11,26 Mg ha⁻¹ para EU 10,99 Mg ha⁻¹, MA e 7,97 Mg ha⁻¹ PI que se diferiu significativamente ($p < 0,05$). As precipitações e a umidade do solo influenciaram nas variações das emissões de CO₂ do solo. Solos de florestas de Pinus emitem menos CO₂.

Palavras chave: Quociente respiratório. Eucalipto. Pinus e Mata ciliar.

ABSTRACT

The increase in CO₂ concentration in the Earth's atmosphere was the main cause of global warming, accounting for about 60% of total greenhouse gas emissions. The objective of this work was to characterize the temporal patterns of CO₂ emission, temperature, humidity and soil O₂ capture, as well as their relationships in areas of Eucalyptus, Pinus and Ciliary forest reforested in a dystrophic Red Latosol in the Biome Cerrado, in the region of the municipality of Selvíria - MS. The study was conducted in three reforested areas located in the municipality of Selvíria-MS. Experimental areas consisted of forests planted with eucalyptus (EU), riparian forest (MA), pinus (PI). The CO₂ emission from the soil was recorded using the LI-COR system (LI-8100) and the determination of soil O₂ uptake by means of the UV Flux 25% system. The results of CO₂ emission, temperature, humidity and O₂ capture were evaluated by means of repeated measures in time, by means of mixed models and descriptive statistics. Tukey's test was performed at a 5% probability level. The ratio of emitted CO₂ to O₂ consumed (RQ) was calculated. The mean CO₂ emission of the soil in the studied areas EU, MA, PI, was 5.61; 5.53 and 4.06. $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ respectively. EO₂ did not differ statistically in the three areas studied. MA had the highest soil moisture value. Most of the RQ values were <1. The total CO₂ emissions recorded in 193 days of evaluation were 11.26 Mg ha⁻¹ for EU 10.99 Mg ha⁻¹, MA and 7.97 Mg ha⁻¹ PI, which differed significantly ($p < 0, 05$). Rainfall and soil moisture influenced the variations of soil CO₂ emissions. Pinus forest soils emit less CO₂.

Keywords: Respiratory quotient . Eucalyptus. Pinus. Forest ciliary.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1	EMISSÃO DE CO ₂ DO SOLO EM ÁREAS DE FLORESTA.....	12
2.2	EMISSÃO DE CO ₂ E A SUA RELAÇÃO COM A TEMPERATURA E UMIDADE DO SOLO.....	14
2.3	SERAPILHEIRA NOS SISTEMAS FLORESTAIS	16
2.4	RELAÇÃO ENTRE EMISSÃO DE CO ₂ E ABSORÇÃO O ₂	17
3	MATERIAL E MÉTODOS	19
3.1	ÁREA EXPERIMENTAL.....	19
3.2	DETERMINAÇÃO DE EMISSÃO DE CO ₂	21
3.3	TEMPERATURA E UMIDADE DO SOLO	22
3.4	ABSORÇÃO DE O ₂	22
3.5	CÁLCULO DA ABSORÇÃO DE O ₂	23
3.6	CÁLCULO DO RQ.....	23
3.7	ANÁLISE DOS DADOS.....	23
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
4.1	RELAÇÃO ENTRE A EMISSÃO DE CO ₂ DO SOLO E ABSORÇÃO DE O ₂	28
4.2	EMISSÃO TOTAL DE CO ₂ E ABSORÇÃO DE O ₂ DO SOLO NO PERÍODO DE ESTUDO	30
4.3	ANÁLISE DE CORRELAÇÃO E REGRESSÃO LINEAR SIMPLES.....	32
5	CONCLUSÃO	33
	REFERÊNCIAS.....	34

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, devido às atividades antrópicas, as concentrações dos gases de efeito estufa têm aumentado na atmosfera, causando alterações no clima do planeta, com a retenção do calor e o aumento da temperatura global. Este fato provoca o aumento do nível do mar devido a maior taxa de derretimento das calotas polares, impactando nos recursos hídricos, bem como, no regime de chuvas, gerando desequilíbrio dos ecossistemas o que resulta na extinção de espécies animais e vegetais.

Aliada ao desmatamento, a agricultura é uma das principais responsáveis pela emissão dos gases de efeito estufa (GEE) e em especial o dióxido de carbono (CO_2). Segundo o relatório do painel Intergovernamental sobre Mudança do clima - (IPCC 2013), a agricultura, o desmatamento e as atividades pecuárias entre outros usos da terra, são responsáveis por um quarto de ($\sim 10\text{-}12 \text{ Gt CO}_2 \text{ eq ano}^{-1}$) do total de emissões, uma vez que, o manejo inadequado do solo pode levar a um rápido declínio dos estoques de carbono, colaborando para o aumento das emissões de CO_2 para atmosfera (LAL, 2005). Segundo Le Quere et al. (2015), o desmatamento apresentou 42% das emissões de CO_2 no Brasil em 2010. O bioma Cerrado é o segundo maior ecossistema da América do Sul, com extensão de 2 milhões de km^2 , perdendo apenas para a Amazônia. Quase metade da área de Cerrado (41,2%) foi convertida em pastagens ou áreas agrícolas, e apenas uma pequena parcela de (8,2%) é protegida por parques ou reservas indígenas (BRASIL, 2016).

Segundo Noojipady et al. (2017) os estoques de carbono no solo do Cerrado representam uma importante fonte nas emissões de GEE no Brasil. Uma das maneiras de auxiliar na mitigação das altas taxas de (GEE) para atmosfera é por meio do reflorestamento, dado que, o cultivo de florestas, principalmente nas regiões tropicais, tem sido apontado como meio eficiente no sequestro de carbono (C) devido ao acúmulo deste na madeira e aumento do estoque no solo (PULROLNIK et al., 2009). Segundo Gatto et al. (2011), os ecossistemas florestais representam uma das alternativas viáveis para mitigar o aumento da concentração de CO_2 na atmosfera, via fixação do C pelas árvores e seu armazenamento na biomassa e no solo.

Fatores como os atributos físicos e químicos do solo, umidade e temperatura influenciam na respiração do solo (BROOKES, 1995; LA SCALA et al., 2000; XU; QI 2001; EPRON et al., 2006; DAVIDSON; JASSENS, 2006; LAL, 2009; GRAF et al., 2012; SONG et al., 2013), e atuam diretamente na atividade microbiana e alteram a qualidade da matéria orgânica (BALL, 2013). No solo, a matéria orgânica, serapilheira disponível e os exsudados vegetais são transformados e mineralizados através de processos respiratórios, principalmente pelos microrganismos (DILLY, 2003). A respiração do solo e das raízes é responsável pelo maior fluxo de C dos ecossistemas para atmosfera (RAICH; SCHLESINGER, 1992; RYAN; LAW, 2005), constituindo-se um importante componente do ciclo global do carbono com uma emissão de $100 \text{ Pg C ano}^{-1}$ (BONDLAMBERTY; THOMSON, 2010). Para Kuzyakov (2006) e Vargas et al. (2010), a respiração do solo é composta pela respiração heterotrófica, a qual se refere à decomposição matéria orgânica do solo por bactérias e fungos; pela respiração das raízes, que contribui principalmente para a produção de CO_2 ; e respiração da fauna, uma vez que o CO_2 é produzido por microrganismos do solo por meio de processos metabólicos. A respiração do solo é impulsionada principalmente pela decomposição microbiana de matéria orgânica do solo e raiz de respiração (ADUAN; VILELA; KLINK, 2003; DAVIDSON; JANSSESNS, 2006), exsudados radiculares e serapilheira (RODEGHIERO et al., 2013). O aumento da oxidação da atividade microbiana tem o potencial de liberar carbono orgânico adicional para atmosfera, contribuindo para a emissão de gases do efeito estufa (MOCHAMED; TAYLOR; INUBUSHI, 2006). Na respiração aeróbia do solo, o CO_2 é produzido e o O_2 é consumido. Segundo Bookes (1995), a medida da respiração do solo é bastante variável e dependente, principalmente da disponibilidade do substrato, umidade e temperatura.

Diante do exposto a determinação da entrada (captura e ou absorção) de oxigênio nos solos (EO_2) é importante, pois pode ajudar na compreensão da relação entre as emissões de CO_2 do solo (FCO_2), especialmente em ambiente onde isso é impulsionado pela atividade microbiana aeróbia (STERN; BAISDEN; AMUNDSON, 1999). O conhecimento de como respiração do solo responde a deposição de serapilheira e fatores ambientais, principalmente em florestal tropical, é limitado (HAN, 2015) e existem poucas informações sobre as emissões de GEE provenientes de solos cultivados no Cerrado (CRUVINELA et al., 2011).

O objetivo desse trabalho foi caracterizar os padrões temporais de emissão de CO₂, temperatura, umidade e absorção de O₂ do solo bem como, suas relações, em áreas de florestas plantadas de eucalipto, pinus e mata ciliar reflorestada em um Latossolo Vermelho distrófico, no Bioma Cerrado.

5 CONCLUSÃO

A floresta de pinus no Cerrado apresentou os menores valores de emissão total de CO₂ (7,97 Mg ha⁻¹) ao longo dos 193 dias de estudo. Floresta de eucalipto teve uma emissão de (11,26 Mg ha⁻¹) e área de mata ciliar (10,99 Mg ha⁻¹).

A absorção de oxigênio foi semelhante nos três sistemas florestais. Os solos da área de pinus consomem mais O₂ do que liberaram CO₂.

A precipitação e a umidade do solo influenciaram nas variações das emissões de CO₂ do solo.

REFERÊNCIAS

- ADUAN, R. E.; VILELA, M. de F.; KLINK, C. A. **Ciclagem de carbono em ecossistema as terrestres: o caso do Cerrado brasileiro**. Brasília, DF: Embrapa Cerrados, 2003. 30 p.
- ALEXANDER, C. E.; CRESSE, M. S. An assessment of the possible impact of expansion of native woodland cover on the chemistry of Scottish freshwaters. **Forest Ecology and Management**, Netherlands, v. 73, n. 1, p. 1-27, 1995.
- ALI, M.; TAYLOR, D.; INUBUSHI, K. Effects of environmental variations on CO₂ efflux from a tropical peatland in eastern Sumatra. **Wetlands**, Netherlands, v. 26, n. 2, p. 612-618, 2006.
- ALMEIDA, A. C; SOARES, J. V. Comparação entre uso de água em plantações de *Eucalyptus grandis* e floresta ombrófila densa (Mata Atlântica) na costa leste do Brasil. **Revista Árvore**, Visoça, v. 27, n. 2, 159:170, 2003.
- ALMEIDA, A. C.; SOARES, J. V. Comparação entre o uso da água em plantações de *eucalyptus grandis* e floresta ombrófila densa (Mata Atlântica). **Revista Arvore**, Visoça, v. 27, n. 2, 159:170. 2003.
- ANDRADE, A.G.; CABALLERO, S. S. U.; FARIA, S. M. **Ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 22 p. (Série de documentos, 13).
- ANGERT, A; YAKIR, D; RODEGHIERO, M; PREISLER, Y; DAVIDSON, E .A; WEINER, T. Using O₂ to study the relationships between soil CO₂ efflux and soil respiration. **Biogeosciences**, Germany, v. 12, n. 16, p. 2089–2099, 2015.
- BALL, B. C. Soil structure and greenhouse gas emissions: a synthesis of 20 years of experimentation. **European Journal of Soil Science**, Chichester v. 64, n. 524, p. 357-373, 2013.
- BERTAN, C. R. **Produção e decomposição da serapilheira em sistemas florestais subtropicais no Sul do Brasil**. Erechim: URI, 2014. Disponível em: <http://www.uricer.edu.br/cursos/arq_trabalhos_usuario/2607.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2017.
- BERTANI G; ANDERSON, L.O.; ARAGÃO, L. E. O. C; FORMAGGIO, A. R. Quantificação da dinâmica de biomassa do solo nas áreas de sisonomia florestal dos Cerrados no Estado do Mato Grosso entre 1997 e 2010. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO- SBSR, 17., 2015, João Pessoa. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2015. p. 4442-4449. ISBN 978-85-17-0076-8. Disponível em: <<http://urlib.net/8JMKD3MGP6W34M/3JM4CQ2>>._Acesso em: 14 fev 2017.
- BERTOLINI, L. **Materiais de construção**. São Paulo: Oficina de Textos, 2016. p.414. Disponível em :

<<https://books.google.com.br/books?id=ciaPDAAQBAJ&pg=PT3&dq=BERTOLINI+Materiais+de+constru%C3%A7%C3%A3o.+Lugar+de+Publica%C3%A7%C3%A3o&hl=pt-BR&sa=X&ved=0ahUKEwjVj9uOq8fTAhXCEZAKHfDwAYgQ6AEIJzAA#v=onepage&q=BERTOLINI%20%20Materiais%20de%20constru%C3%A7%C3%A3o.%20Lugar%20de%20Publica%C3%A7%C3%A3o&f=false>>. Acesso em: 28 abr . 2017.

BERNOUX, M.; CARVALHO, M. S.; VOLKOFF, B.; CERRI, C. C. Brazil's soil carbon stocks. **Soil Science Society of America Journal**, Madison , v. 66, n. 3, p. 888-896, 2002.

BOND-LAMBERTY, B; THOMSON, A. A global database of soil respiration data. **Biogeosciences**, Goettingen , v. 7, n. 6, p. 1915-1926, 2010.

BRADY, N. C.; WEIL, R. R. **Elementos da natureza e propriedades dos solos**. Porto Alegre: Bookman, 2009. 704p

BRAGA, R. M.; DE SOUSA, F. F.; VENTURIN, N. ASSIS, B. F. Biomassa e atividade microbiana sob diferentes coberturas florestais. **Cerne**, Lavras, v. 22. n. 2, p. 137-143.

BRANDÃO, S. L.; LIMA, S. C. pH e condutividade elétrica em solução do solo, em áreas de pinus e Cerrado na Chapada, em Uberlândia (MG) . **Caminhos. da Geografia**, Uberlândia , v. 3,n. 6, p. 46:56, 2002.

BRAZIL. Third National Communication of Brazil to the United Nations Framework **Convention on Climate Change Brasilia**. [S.l.: s.n.], 2016. [Disponível em: <http://sirene.mcti.gov.br/documents/1686653/1706740/MCTI_SUMARIO+EXECUTIVO_ingles.pdf/3404490b-700d-4fe0-b877-6c3511994e69>._ Acesso em: 5. jan. 2017.

BREUER, L.; PAPEN, H; BUTTERBACH-BAHL, K. N₂O emission from tropical forest soils of Australia. **Journal of Geophysical Research**, Atmospheres , v. 105, n . 21, p. 6353–26367, 2000. Missão de N₂O de solos de florestas tropicais da Austrália.

BRITO, L. F.; MARQUES JÚNIOR, J.; PEREIRA, G. T.; SOUZA, Z. M.; LA SCALA, N. Soil CO₂ emission of sugarcane field as affected by topography. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 66, n. 1, p. 77-83, 2009.

BROOKES, D. C.The use of microbial parameters in monitoring soil pollution by heavy metals. **Biology Fertily Soils**, Berlin v. 19, n. 3, p. 269- 279, 1995.

BRUN, J. E.; BRUN, F. G. K.; MEYER, A. E.; SCHUMACHER, M.V.; TRÜBY, P. Variação da acidez do solo sob plantios de Pinus elliottii Engelm. de diferentes idades, na região central do Rio Grande do Sul. **Synergismuss Cyentifica**, Pato Branco, v. 4, n. 1, p. 25 - 27, 2009.

BUCHMANN ET AL, N.; BUCHMANN, D.; BONAL, T. S.; BARIGAH, J. M. GUEHL, J. R.; EHLERINGER. Insights in the carbon dynamics of tropical primary rainforests

using stable carbon isotope analyses. In: GOURLET-FLEURY, S.; GUEHL, J. M.; LAROUSSINIE, O. (Ed.). **Ecology and management of a neotropical rainforest**. France: Elsevier, 2004. p. 95–113.

BUNNELL, F. L.; TAIT, D. E. N.; FLANAGRAN, P. W.; VAN CLEVE, K. Microbial respiration and substrate weight loss, I, A general model of the influences of abiotic variables. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 9, n. 1, p. 33-40, 1977.

CALDEIRA, M.V.W; MARQUES, R.; SOARES, R. V; BALBINOT R,
Quantificação de serrapilheira e de nutrientes - Floresta Ombrófila Mista Montana - Paraná. **Revista Acadêmica Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v. 5, n. 2, p. 101-116, 2007.

CARVALHO, A. M. X; VALE, H. M.; FERREIRA, E. M; CORDERO, A. ,F. ,P.; BARROS, M. D. C. Atividade microbiana de solo e serrapilheira em áreas povoadas com *Pinus elliottii* e *Terminalia ivorensis*. **Rev. Brasileira de Ciência Solo**, Viçosa, v. 32, n. 4, p. 2709- 2716, 2008.

CHAVES, R. D. Q.; CORRÊA, G. F. Micronutrientes no sistema solo-*Pinus caribaea* Morelet em plantios apresentando amarelecimento das acículas e morte de plantas. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 6, p. 769- 778, 2003.

CHEN, X; CHEN, G; CHEN, L; CHEN, Y; LEHMANN, J; MCBRIDE, M. B; HAY, A. G.; Adsorption of copper and zinc by biochars produced from pyrolysis of hardwood and corn straw in aqueous solution. **Bioresource Technology**, Amsterdam , v. 102, n. 19, p. 8877–8884, 2011.

COUTINHO, R. P; IRQUIAGA, S.; BODDEY, R. M; ALVES, B.J.R.; TORRES, A. Q. A.; JANTALIA, C.P. Carbon and nitrogen stock and N₂O emissions in different land uses in the Atlantic Forest. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 2, p. 195- 203, 2010.

COOK, F. J.; , KNIGHT, D. J.H.; KELLIHER, F. M. Oxygen transport in soil and the vertical distribution of roots. **Australian Journal of Soil Research**, Clayton , v. 45, n.3., p. 101–110, p. 2007.

CRAWFORD, D. L.; LYNCH, J.M.; WHIPPS, J.L.; OUSLEY, M.A. Isolation and characterization of actinomycete antagonists of a fungal root pathogen. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v.11, n. 59, p. 3899:3905, 1993.

CRUVINEL, Ê. B. F.; BUSTAMANTE, M. M. D. C; KOZOVITS, A. R.; ZEPP, R. G. Emissions of NO, N₂O and CO₂ from the soil of crops in the Cerrado region of central Brazil. **Agriculture, ecosystems and the environment**, Amsterdam, v.144, n. 1, p. 29-40, 2011.

D'ANDRÉA, A.; FONSECA, A.; SILVA, M. L. N.; FREITAS, D. A. F.; CURI, N.; SILVA, C. A. Variabilidade espacial do fluxo de CO₂ do solo em povoamento de eucalipto. **Floresta**, Curitiba, v. 41, n. 2, p. 407- 422, 2011.

DARENOVA, E.; PAVELKA, M.; MACALKOVA, L. Spatial heterogeneity of CO₂ efflux and optimization of the number of measurement positions. **European Journal of Soil Biology**, Paris, v. 75, n. 4 p. 123–34, 2016. Doi: 10.1016/j.ejsobi.2016.05.004.

DAVIDSON, E. A.; JANSSENS, I. A. Temperature sensitivity of soil carbon decomposition and feedbacks to climate change. **Nature**, London, v. 440, n. 7081, p. 165-173, 2006.

DAVIDSON, E. A.; BELK, E.; BOONE, R. D. Soil water content and temperature as independent or confounded factors controlling soil respiration in a temperate mixed hardwood forest: **Global Change Biology**, Malden, v. 4, n. 2, p. 217-227, 1998.

DEMATTE, J. L. I. **Levantamento detalhado de solos do Campus Experimental de Ilha Solteira**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”; 1980. 131. p.

DE BIANCHI, M.; SCORIZA, R. N.; CORREIRA, M. E. F. Influência do clima na dinâmica de serrapilheira em uma floresta estacional semidecidual. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 14, n. 2, p. 97-101, 2016. .

DE MELO, J. T.; RESCK, D. V. S. **Retorno, ao solo, de nutrientes de serrapilheira de pinus no Cerrado do Distrito Federal**. Brasília: [s.n.], 2002. p. 20. Disponível em: <[www.http://bbeletronica.cpac.embrapa.br/2002/bolpd/bolpd_75.pdf](http://bbeletronica.cpac.embrapa.br/2002/bolpd/bolpd_75.pdf)>. Acesso em : 22. jan. 2017.

DÍAZ-PINÉS, E.; SCHINDLBACHER, A.; GODINO, M.; KITZLER, B.; JANDL, R.; ZECHMEISTER-BOLTENSTERN, S.; RUBIO, A. Effects of tree species composition on the CO₂ and N₂O efflux of a Mediterranean mountain forest soil. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 384, n. 1-2, p. 243-257, 2014.

DILLY, O. Regulation of the respiratory quotient of soil microbiota by availability of nutrients. **FEMS Microbial Ecology**, New York, v. 43, n. 3, p. 375-381, 2003.

DILLY, O. Microbial respiratory quotient during basal metabolism and after glucose amendment 446 in soils and litter. **Soil Biology e Biochemistry**. Oxford, v. 33 117-127, 2001.

DUIKER, S. W.; LAL, R. Carbon budget study using CO₂ flux measurements from a no till system in central Ohio. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 54, n. 1-2, p. 21-30, 2000.

EPRON, D.; BOSC, A.; BONAL, D.; FREYCON, V. Spatial variation of soil respiration across a topographic gradient in a tropical rain forest in French Guiana. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 22, n. 5, p. 565:574, 2006.

EPRON, D.; NOUVELLON, Y.; ROUPSARD, O.; MOUVONDY, W.; MABIALA, A.; SAINT-ANDRÉ, L.; JOFFRE, R.; JOURDAN, C.; BONNEFOND, J.; BERBIGIER, P.;

HAMEL, O. Spatial and temporal variations of soil respiration in a Eucalyptus plantation in Congo. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 202, n. 1, p. 149-160, 2004.

FANG, C.; MONCRIEFF, J. B.; GHOLZ, H. L.; CLARK, K. L. Soil CO₂ efflux and its spatial variation in a Florida slash pine plantation. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 205, n. 2, p. 135–146, 1998.

FEARNSIDE, P. M. **A floresta amazônica nas mudanças globais**. Manaus: INPA, 2003. 134 p.

FERREIRA, M. M. Caracterização física do solo. In: LIER, Q. J. van. (Ed). **Física do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2010. p. 1-27.

FIGUEIREDO, E. B. D.; PANOSSO, A. R.; BORDONAL, R. D. O.; TEIXEIRA, D. D. B.; BERCHIELLI, T. T.; LA SCALA, N. Soil CO₂–C emissions and correlations with soil properties in degraded and managed pastures in southern Brazil. **Land Degradation & Development**, West Sussex, 2016. Disponível em :< <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ldr.2524/full>> .Acesso em: 28.abr .1017.

GALFORD, G. L; MELILLO, J. M.; KICKLIGHTER, D. W.; CRONIN, T. W; CERRI, C. E. ; , MUSTARD, J. F.; CERRI, C. C. Emissions of greenhouse gases from alternative deforestation futures and agricultural management in southern Amazonia. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Nova York., v. 107, n. 46, p. 19.649-19.654, 2010.

GALLON, M. M. P. ; SANCHES, L.; PAULO, S. R. de. Fluxo e perfil de dióxido de carbono no dossel uma floresta tropical de transição amazônica. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São José dos Campos v. 21, n. 3, p. 79-88, 2006.

GAMA-RODRIGUES, E. F. da et al. Carbon, nitrogen and activity of microbial biomass in soil under eucalypt plantations. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 893-901, 2005.

GAMA-RODRIGUES, E. F.; GAMA-RODRIGUES, A. C. Biomassa microbiana e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G. A.; SILVA; L. S.; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. O. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2. ed. Porto Alegre: Metropole, 2008. p. 159-170.

GATTO, A; NAIRAM, B.; NOVAIS, F.; FERREIRA, S. . R.; LEITE, R. I; GARCIA, H.; VILLANI, E; MERCÊS, A. Estoque de carbono na biomassa de plantações de eucalipto na região centro-leste do estado de Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 895-905. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622011000500015>>. Acesso: 5 jan. 2017.

GIACOMO, G.; ANGELO, F.; FABIO, B.; STEFANO, B.; RICCARDO, M. Measurements of soil carbon dioxide emissions from two maize agroecosystems at harvest under different tillage conditions. **The Scientific World Journal**, Egypt, v. 2,

n. 14, p. 141345. Disponível em:

<<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4228971/>>. Acesso: 28. abr . 2017.

GIDDENS, K. M.; PARFITT, R. L.; PERCIVAL, H. J. Comparison of some soil properties under *Pinus radiata* and improved pasture. **Journal of Agricultural Research**, New Zealand, v. 40, n. 3, p. 409-416, 1997.

GILL, J. L. **Design and analysis of experiments in the animal and medical sciences**. Ames: The Iowa State University, 1987. p. 411.

GLINSKI, J.; STEPNIOWSKI, W. **Soil aeration and its role for plants**. Boca Raton: CRC, 1985. 229 p.

GRAAE, B. J.; OAKLAND, R. H. Influence of historical, geographical and environmental variables on understory composition and richness in Danish forest. **Journal of Vegetation Science**, New York, v. 15, n. 4 , p. 465–474.

GRAF, A.; HERBST, M.; WEIHERMÜLLER, L.; HUISMAN, J. A.; PROLINGHEUER, N.; BORNEMANN, L.; VEREECKEN, H. Analyzing spatiotemporal variability of heterotrophic soil respiration at the field scale using orthogonal functions. **Geoderma**, Amsterdam, v. 181–182, n. 2, p. 91–101, 2012.

GRITSCH, C.; ZIMMERMANN, M.; ZECHMEISTER-BOLTENSTERN, S. Interdependencies between temperature and moisture sensitivities of CO₂ emissions in European land ecosystems. **Biogeosciences** , Goettingen, v. 12, n.2 , p. 5981- 5993.

GUARESCHI, R. F.; PEREIRA, M. G.; PERIN, A. Deposição de resíduos vegetais, matéria orgânica leve, estoques de carbono e nitrogênio e fósforo remanescente sob diferentes sistemas de manejo no Cerrado goiano. **Revista. Brasileira, Ciência de Solo**, Viçosa, v. 36, n. 2 , p. 909-920, 2012.

GUREVITCH, J.; SCHEINER, S. M.; FOX, G. A. **Ecologia vegetal-2**. Porto Alegre: Artmed , 2009. 918 p.

HASHIMOTO, S.; TANAKA, N.; SUZUKI, M.; INOUE, A.; TAKIZAWA, H.; KOSAKA, I.; TANAKA, K.; TANTASIRIN, C.; TANGTHAM, N. Soil respiration and soil CO₂ concentration in a tropical forest. **Journal of Forestry Research**, Harbin v. 9, n. 4, p. 75–79, 2004.,

HÖGBERG, P.; NORDGREN, A.; ÅGREN, G. Carbon allocation between tree root growth and root respiration in boreal pine forest. **Oecologia**, Germany, v. 132, n. 4, p. 579–581, [200-].

HOLANDA, A. C. et al . Decomposição da serapilheira foliar e respiração edáfica em um remanescente de caatinga na Paraíba. **Revista. Árvore**, Viçosa , v. 39, n. 2, p. 245-254, Apr. 2015 Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622015000200245&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 28 abr 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/0100-6762201500020000>

HOUGHTON, R. A. Changes in the storage of terrestrial carbon since 1850. In: LAL, R.; KIMBLE, J.; LEVINE, E.; STEWART, B. A. (Ed.). **Soils and global change**. Boca Raton: CRC Lewis Publishers, 1995. p. 45-65. Disponível em:

<<http://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=pc&id=557017&biblioteca=C&busca=autoria:%22T.%22&qFacets=autoria:%22T.%22&sort=&paginacao=t&paginaAtual=9>>. Acesso em: 5 jan. 2017.

JASSAL, R. S; BLACKA, T. A.; NESIC, Z.; GAUMONT-GUAY D, Using automated nonsteady-state chamber systems for making continuous long-term measurements of soil CO₂ efflux in forest ecosystems. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 161, n. 4, p. 57– 65, [200-].

JONG VAN LIER, Q. de. Oxigenação do sistema radicular: uma abordagem física. **Revista. Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa , v. 25, n. 1, p. 233-238, mar. 2001 . Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?scrip=sci_arttext&pid=S0100-06832001000100025&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 18 abr. 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832001000100025>.

SILVA JUNIOR, J. de A. et al . Fluxos de CO₂ do solo na floresta nacional de Caxiuanã, Pará, durante o experimento ESECAFLOR/LBA. **Revista Brasileira Meteorologia**, São Paulo , v. 28, n. 1, p. 85-94, mar. 2013 . Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-77862013000100009&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 15 abr. 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-77862013000100009>.

KANG, S.; DOH, S.; LEE, D.; LEE, D.; JIN, V. L.; KIMBALL, J. Topographic and climatic controls on soil respiration in six temperate mixed-hardwood forest slopes, Korea. **Global Change Biology**, Malden, v. 9, n. 3, p. 1.427-1.437, 2003.

KAO, W. Y.; CHANG, K. W. Soil CO₂ efflux from a mountainous forest-grassland ecosystem in central Taiwan. **Botanical Studies**, Taiwan, v. 50, n. 3, p. 337-342, 2009.

KELLER, M.; VARNER, R.; DIAS, J. D.; SILVA, H.; CRILL, P.; DE OLIVEIRA JUNIOR, R. R. C.; ASNER, G. P. Soil-atmosphere exchange of nitrous oxide, nitric oxide, methane, and carbon dioxide in logged and undisturbed forest in the Tapajos National Forest, Brazil. **Earth Interactions**, Washington, v. 9, n. 23, p. 1-28, [200-].

KIM, D. G.; MU, S.; KANG, S.; LEE, D. Factors controlling soil CO₂ effluxes and the effects of rewetting in adjacent deciduous, coniferous, and mixed forests in Korea. **Soil Biology & Biochemistry**, Oxford, v. 42, n. 4, p. 576–585, 2010.

KLEIN, V. A.; VIEIRA, M. L.; DURIGON, F. F.; MASSING, J. P.; FÁVERO, F. Porosidade de aeração de um Latossolo Vermelho e rendimento de trigo em plantio direto escarificado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 2, p. 365-371, 2008.

KUMAR, S. **Respiratory Quotient (RQ)**: study notes. [S.l.: s.n., 200-]. Disponível em: <<http://www.biologydiscussion.com/respiration/respiratory-quotient-rq-study-notes/15210>>. Acesso em: 5 jan. 2017.

KUZYAKOV, Y. V.; LARIONOVA, A. A. Contribution of rhizomicrobial and root respiration to the CO₂ emission from soil (a review). **Eurasian Soil Science**, Moscow, v. 39, n. 7, p. 753-764, [200-].

KIZHA, A. R.; HAN, Han-Sup. Processing and sorting forest residues: Cost, productivity and managerial impacts. **Biomass and Bioenergy**, Oxford, v. 93, n. 3 p. 97-106, 2016.

LA SCALA, N. et al. Fractal dimension and anisotropy of soil CO₂ emission in an agricultural field during fallow. **International Agrophysics**, Poland, v. 23, n. 4, p. 353-358, 2009.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. **Climate change 2013: mitigation**. Geneva: [s.n.], 2014. . Contribution of Working Group III. Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WGIAR5_SPM_brochure_en.pdf>. Acesso: 28 abr.2017.

INKOTTE, J.; MAFRA, Á. L.; RIOS, P. D. Â.; BARETTA, D; VIEIRA, H. C. **Deposição de serapilheira em reflorestamentos de eucalipto e florestas nativas nas regiões Planalto e Oeste do Estado de Santa Catarina**. Piracicaba: [s.n.], 2015. Disponível em: <<http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr106/cap02.pdf>>. Acesso em: 5 jan 2017.

IQBAL, J.; LIN, S.; HU, R.; FENG, M. Temporal variability of soil-atmospheric CO₂ and CH₄ fluxes from different land uses in mid-subtropical China. **Atmospheric Environment**, Oxford, v. 43, n. 37, p. 5865-5875, 2009.

IAMAGUTI, J. L.; MOITINHO, M. R.; TEIXEIRA, D. D.; BICALHO, E. D. S.; PANOSSO, A. R.; LA SCALA, N. Preparo do solo e emissão de CO₂, temperatura e umidade do solo em área canavieira. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 19, n. 5, p. 497–504, 2015.

JURY, W. A.; GARDNER, W. R.; GARDNER, W. H. **Soil physics**. 5. ed. New York: John Wiley & Sons, 1991. 328 p.

GAMA-RODRIGUES, E. F. da; BARROS, N. F.; VIANA, A. P.; SANTOS, G. A. Alterações na biomassa e na atividade microbiana da serapilheira e do solo, em decorrência da substituição de cobertura florestal nativa por plantações de eucalipto, em diferentes sítios da região Sudeste do Brasil. **Revista. Brasileira. Ciência de Solo**, Viçosa, v. 32, n. 2, p. 1489-1499, 2008.

GRAND, S.; RUBIN, A.; VERRECCHIA, E. P.; E VITTOZ, P. Variation in soil respiration across soil and vegetation types in an alpine valley. **PloS one**, San Francisco , v. 11, n. 9, p. 2016. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5042455/>>. Acesso em: 28 abr 2017.

LAL, R. Forest soils and carbon sequestration. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam , v. 4, n. 220, p. 242–258, 2005.

LAL, R. Challenges and opportunities in soil organic matter research. **European Journal of Soil Science**, West Sussex , v. 60, n. 2, p. 158–169, 2009.

LAL, R. World cropland soils as a source or sink for atmospheric carbon. **Advances in Agronomy**, Madison . 71, n. 2, p. 145-191, 2000.

LA SCALA, N.; MARQUES JÚNIOR, J.; PEREIRA, G. T.; CORÁ, J. E. Short-term temporal changes in the spatial variability model of CO₂ emissions from a Brazilian bare soil. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 32, n. 10, p. 1459-1462, 2000.

LA SCALA JUNIOR, N.; LOPES, A.; MARQUES JUNIOR, J.; PEREIRA, G. T. Carbon dioxide emissions after application of tillage systems for a dark red latosol in southern Brasil. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 62, n. 3-4, p. 163-166, 2001.

LA SCALA, N.; BOLONHEZI, D.; PEREIRA, G. T. Short-term soil CO₂ emission after conventional and reduced tillage of a no-till sugar cane area in southern Brazil. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 91, n. 1-2, p. 244-248, 2006.

LE QUÉRÉ, C.; MORIARTY, R.; ANDREW, R. M.; PETERS, G. P.; CIAIS, P.; FRIEDLINGSTEIN, P.; BODEN, T. A. Global carbon budget 2014. **Earth System Science Data**, Germany, v. 7, n. 1, p. 47-85, 2015.

LEON, E.; VARGAS, R.; BULLOCK, S.; LOPEZ, E.; PANOSSO, A. R.; LA SCALA, N. Hot spots, hot moments, and spatio-temporal controls on soil CO₂ efflux in a waterlimited ecosystem. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 77, n.4, p. 12–21, 2014.

LEPSCH, I. F. **19 lições de pedologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. 456 p.

LILIENFEIN, J. et al. Soil acidification in *Pinus caribaea* forests on Brazilian savanna Oxisols. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam , v. 128, n 2, p. 145-157, 2000.

LIMA, R. P.; FERNANDES, M. M.; FERNANDES, M. R. D. M.; MATRICARDI, E. A. T. Aporte e decomposição da serapilheira na Caatinga no sul do Piauí. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 22, n.1, p. 42-49. 2015.

LIVESLEY, S. J.; KIESE, R.; MIEHLE, P.; WESTON, C. J.; BUTTERBACH-BAHL, K.; ARNDT, S. K. Soil-atmosphere exchange of greenhouse gases in a Eucalyptus marginata woodland, a clover-grass pasture, and Pinus radiata and Eucalyptus globulus plantations. **Global Change Biology**, Oxford, v. 15, n. 4, p. 425–440.

LOBO, P. C.; JOLY, C. A. Aspectos ecofisiológicos da vegetação de mata ciliar do sudeste do Brasil. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO-FILHO, H. F. (Org.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo: Fapesp, 2000. p. 143-157.

LOPES, M. I. M. S.; VUONO, Y. S.; DOMINGOS, M. Serapilheira acumulada na Floresta da Reserva Biológica de Paranapiacaba, sujeita aos poluentes atmosféricos de Cubatão, SP. **Hoehnea**, São Paulo, v. 17, p. 59-70, 1990.

LUO, Y.; ZHOU, X. **Soil respiration and the environment**. Burlington: Academic Press, 2006. p.328.

MANDE, H. K.; ABDULLAH, A. M.; ARIS, A. Z.; NURUDDIN, A. A. A comparison of soil CO₂ efflux rate in young rubber plantation, oil palm plantation, recovering and primary forest ecosystems of Malaysia. **Polish Journal of Environmental Studies**, Olsztyn, v. 23, n. 5, p. 1649-1657 2014.

MATHEUS, M. T. Sequestro de carbono sob a óptica florestal no Brasil. **Revista Trópic - Ciências Agrárias e Biológicas**, Chapadinha, v. 6, n.3, p. 104-116. 2012.

MACHADO, M. R; RODRIGUES, F. C. M. P.; PEREIRA, M. G. Produção de serapilheira como bioindicador de recuperação em plantio adensado de revegetação. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 143-151, 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622008000100016>>_Acesso em: 5. Jan. 2017.

MANTOVANELLI, B. C.; CAMPOS, M. C. C.; ALHO, L. C.; SILVA, P. C. D. S.; SILVA, D. A. P.; CUNHA, J. M. D. ; SOARES, M. D. R. distribuição espacial da emissão de CO₂ e atributos do solo sob campo nativo na Região de Humaitá, Amazonas. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 28, n. 2, p. 273-284, 2016

METCALFE, D. B.; MEIR, P.; ARAGAO, L. E. O. C.; MALHI, Y.; Da Costa, A. C. L.; BRAGA, A.; WILLIAMS, M. Factors controlling spatio-temporal variation in carbon dioxide efflux from surface litter, roots, and soil organic matter at four rain forest sites in the eastern Amazon, **Journal of Geophysical Research: Biogeosciences**, Goettingen , v. 112, n. 2, 2007.

MOITINHO, M. R.; PADOVAN, M. P.; PANOSSO, A. R.; TEIXEIRA, D. D. B.; FERRAUDO, A. S.; LA SCALA, N. On the spatial and temporal dependence of CO₂ emission on soil properties in sugarcane (*Saccharum spp.*) production. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 148, n. 4, p. 127–132, 2015.

MURPHY, M.; BALSER, T.; BUCHMANN, N.; HAHN, V.; POTVIN, C. Linking tree biodiversity to belowground process in a young tropical plantation: impacts on soil CO₂ flux. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 255, n. 7, p. 2577–2588, 2008.

N..... JUNIOR, L. S.; PANOSSO, A. R.; PEREIRA, G. T.; GONZALEZ, A. P.; MIRANDA, J. G. V. Fractal dimension and anisotropy of soil CO₂ emission in an agricultural field during fallow. **International Agrophysics** Poland, v. 23, n. 4, p. 353–358, 2009.

NOOJIPADY, P.; MORTON, C. D.; MACEDO, N. M.; VICTORIA, C. D.; HUANG, C.; GIBBS, K. H.; BOLFE, L. E. Forest carbon emissions from cropland expansion in the Brazilian Cerrado biome. **Environmental Research Letters**, Bristol, v. 12, n. 2, p. 025004, 2017.

NUNES, P. C. **Influência do efluxo de CO₂ do solo na produção de forragem numa pastagem extensiva e num sistema agrosilvopastoril**. 2003. 68 f. Dissertação (Mestrado)- Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2003.

OERTEL, C.; MATSCHULLAT, J.; ZURBA, K.; ZIMMERMANN, F.; ERASMI, S. Greenhouse gas emissions from soils— A review. **Chemie der Erde – Geochemistry**, Muenchen, v. 76, p. 327–352, 2016.

OKUMURA, M. H.; PASSOS, A.; NADER, B.; DE TOMI, G. Improving the monitoring, control and analysis of the carbon accumulation capacity in Legal Reserves of the Amazon forest. **Journal of Cleaner Production**, Amsterdam, v. 104, n. 3, p. 109–120, 2015.

PANOSSO, A. R.; PEREIRA, G. T.; MARQUES JÚNIOR, J.; LA SCALA JUNIOR, N. Variabilidade espacial da emissão de CO₂ em latossolos sob cultivo de cana-deaçúcar em diferentes sistemas de manejo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 28, n.3, p. 227–236, 2008.

PANOSSO, A. R.; MARQUES, J.; MILORI, D. M. B. P.; FERRAUDO, A. S.; BARBIERI, D. M.; PEREIRA, G. T.; LA SCALA, N. Soil CO₂ emission and its relation to soil properties in sugarcane areas under Slash-and-burn and Green harvest. **Soil Tillage & Research**, Amsterdam, v. 111, n. 2, p. 190–196, 2011..

PANOSSO, A. R.; MARQUES JR, J.; PEREIRA, G. T.; LA SCALA JR, N. Spatial and temporal variability of soil CO₂ emission in a sugarcane area under green and slashand-burn managements. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 105, n. 2, p. 275–282, 2009.

PANOSSO, A. R.; RIBEIRO, C. E. R.; ZANINI, J. R.; PAVANI, L. C.; PEREIRA, G. T.; LA SCALA, N. Variabilidade espacial da emissão de CO₂, da temperatura e umidade de um latossolo desprovido de vegetação sob diferentes lâminas de molhamento. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 4, p. 1017-1034, 2009.

PINTO JUNIOR, B; SACNCHES, O.; DALMOLIN, A. C; SOUZA DE, N. J. Efluxo de CO₂ do solo em floresta de transição Amazônia Cerrado e em área de pastagem. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 39, n. 4, p. 813-821, 2009.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais**. Barueri: NBL, 2002. 541p.

POURBAKHTIAR, A.; POULSEN, T. G.; WILKINSON, S.; BRIDGE, J. W. Effect of wind turbulence on gas transport in porous media: experimental method and preliminary results. **European Journal of Soil Science**, Chichester, v. 68, n. 1, p. 48-56, 2017.

PULROLNIK, K.; BARROS, N. D.; SILVA, I. R.; NOVAIS, R. F; BRANDANI, C. B. Estoques de carbono e nitrogênio em frações lábeis e estáveis da matéria orgânica de solos sob eucalipto, pastagem e Cerrado no vale do Jequitinhonha-MG. **Revista Brasileira Ciência Solo**, Viçosa, v. 33, n. 5, p. 1125-1136, 2009.

RAICH, J. W; SCHLESINGER, W. H. O fluxo global de dióxido de carbono na respiração do solo e sua relação com a vegetação eo clima. **Tellus B Chemical and Physical Meteorology**, Hoboken, v. 44, n. 2, p. 81-99. Doi: 10.1034 / j.1600-0889.1992.t01-1-00001.x. WOS: A1992HT38900001. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1034/j.1600-0889.1992.t01-1-00001.x/full>>. Acesso: 28 abr. .2017.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2011. ISBN 3-900051-07-0. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em: 5. Jan. 2017.

RYAN, M. G.; LAW, B. E. Interpreting, measuring and modeling soil respiration. **Biogeochemistry**, Dordrecht, v. 73, n. 1, p. 3-27, 2005.

REICHARDT, K.; TIMM, L. C. **Solo, planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações**. Barueri: Manole, 2004. 478 p.

REICOSKY, D. C.; ARCHER, D. W. Moldboard plow tillage depth and short-term carbon dioxide release. **Soil Tillage & Research**, Amsterdam , v. 94, n.2, p. 109-121, 2007.

RIBEIRO, C.; CORTEZ, N.; MARTINS, A.; AZEVEDO, A.; MADEIRA, M. Decomposição de agulhas de Pinus pinaster e de folhas de Eucalyptus globulus em regiões do interior e do litoral de Portugal. **Revista Ciência Agrária**, Recife, v. 30, n. 2, p. 144- 158, [200-].

RODEGHIERO M, HEINEMEYER A, SCHRUMPF M, BELLAMY P. **Determination of changes in soil carbon stocks. in soil carbon dynamics:** in Integrated methodology. [S.l.]: Cambridge University Press, 2009.

RODEGHIERO, M.; CHURKINA, G.; MARTINEZ, C.; SCHOLTEN, T.; GIANELLE, D.; CESCATTI, A. Components of forest soil CO₂ efflux estimated from $\Delta^{14}\text{C}$ values of soil organic matter. **Plant and soil**, Dordrecht, v. 364, n.3, p. 55- 68, 2013.

ROBERTS, J. M. **Effects of temperature on soil respiration:** a brief overview. Wallingford: Center for Ecology and Hydrology, [200-]. 45 p.

ROVIRA, P.; VALLEJO, V. Ramón. Labile and recalcitrant pools of carbon and nitrogen in organic matter decomposing at different depths in soil: an acid hydrolysis approach. **Geoderma**, Amsterdam, v. 107, n. 1, p. 109-141, 2002.

ROWLINGS, D.; GRACE, P.; KIESE, R.; WEIER, K. Environmental factors controlling temporal and spatial variability in the soil-atmosphere exchange of CO₂, CH₄ and N₂O from an Australian subtropical rainforest. **Global Change Biology**, Oxford, v. 18, n.4, p. 726–738, 2012.

SAVAGE, K.; PHILLIPS, R.; DAVIDSON, E. High temporal frequency measurements of greenhouse gas emissions from soils. **Biogeosciences**, Goettingen, , v. 11, n. 10, p. 2709, 2014.

SIGNOR, D. P; MAGALHÃES L. L ; CERRI, C. E. P. Emissões de gases de efeito estufa pela deposição de palha de cana-de-açúcar sobre o solo. **Bragantia**, Campinas, v. 73, n. 2, p. 113-122, 2014.

SILVA, J. E.; RESCK, D. V. S. Matéria orgânica do solo. In: VARGAS, M. A. T.; HUNGRIA, M. (Ed.). **Biologia dos solos dos Cerrados**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1997. p. 467:524

SILVA, J. E.; RESCK, D. V. S.; CORAZZA, E. J. ; VIVALDI, L. Carbon storage in clayey oxisol cultivated pastures in the “Cerrado” region, Brazil. **Agriculture, ecosystems & environment** , Amsterdam, v. 103, n. 3, p. 357- 363, 2004.

SILVA, C. **Variação temporal do efluxo de dióxido de carbono (CO₂) do solo em sistemas agroflorestais com palma de óleo (*Elaeis guineensis*) na Amazônia Oriental**. 2014. 61 f. Dissertação (Mestrado)– Universidade Federal do Pará, Belém, 2013.

SILVA, L. S.; CAMARGO, F. A. O.; CERETTA, C. A. Composição da fase sólida orgânica do solo. In: MEURER, E. J. **Fundamentos de química do solo**. 2. ed. Porto Alegre: Genesis, 2004. p. 73:99.

SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. D. S.; GRISI, B. M.; HUNGRIA, M.; ARAUJO, R. S. **Microrganismos e processos biológicos do solo:** perspectiva ambiental. [S.l.]: EMBRAPA-SPI, 1994.142 p.

SIQUEIRA NETO, M.; PICCOLO, M. de C.; FEIGEL, B. J.; VENZKE FILHO, S. de P.; CERRI, C. E. P.; CERRI, C. C. Rotação de culturas no sistema plantio direto em Tibagi (PR). II - Emissões de CO₂ e N₂O. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, n. 2., p.1023-1029, 2009.

SCHLESINGER, W. H. The global carbon dioxide flux in soil respiration and its relationship to vegetation and climate. **Tellus**, v. 44B, n. 2, p. 81-99, 1992.

SILVA-OLAYA, A. M.; CERRI, C. E. P.; LA SCALA JUNIOR., N.; DIAS, C. T. S.; CERRI, C. C. Carbon dioxide emissions under different soil tillage systems in mechanically harvested sugarcane. **Environmental Research Letters**, Bristol, v. 8, n. 1, p. 1-8, 2013.

SCHWARTZ, R. C.; BAUMHARDT, R. L.; EVETT, S. R. Tillage effects on soil water redistribution and bare soil evaporation throughout a season. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 110, n. 2, p. 221–229, 2010.

SCHWENDENMANN, L.; VELDKAMP, E.; BRENES, T.; O'BRIEN, J. J.; MACKENSEN, J. Spatial and temporal variation in soil CO₂ efflux in an old-growth neotropical rain forest, La Selva, Costa Rica. **Biogeochemistry**, Dordrecht, v. 64, n. 1, p. 111-128, 2003.

SCHINDLBACHER, A.; ZECHMEISTER-BOLTENSTERN, S.; GLATZEL, G.; JANDL, R. Winter soil respiration from an Austrian mountain forest. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 146, n. 3, p. 205-215, 2007.

SIGNOR, D.; PISSIONI, L.; LORENTZ, M.; CERRI, C. E. PELLEGRINO. Emissões de gases de efeito estufa pela deposição de palha de cana-de-açúcar sobre o solo. **Bragantia**, Campinas, v. 73, n. 2, p. 113–122, 2014.

SILVA JÚNIOR, J. A. et al. Fluxos de CO₂ do solo na floresta nacional de Caxiuanã, Pará, durante o experimento ESECAFLOR/LBA. **Revista brasileira de meteorologia**, São Paulo, v. 28, n. 1, p. 85-94, mar. 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-77862013000100009&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 15 abr 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-77862013000100009>.

SMITH, K. A.; BALL, T.; CONEN, F.; DOBBIE, K. E.; MASSHEDER, J.; REY, A. Exchange of greenhouse gases between soil and atmosphere: interactions of soil physical factors and biological processes. **European Journal of Oral Sciences**, Hoboken, v. 2 n. 54, p. 2003. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1351-0754.2003.0567.x/abstract>>. Acesso: 29. Abri.2017.

SMART, D. R.; PENUELAS, J. Short-term CO₂ emissions from planted soil subject to elevated CO₂ and simulated precipitation. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 3, n. 28, , p. 247- 25, 2005.

SMITH, P.; JANZEN, H.; MARTINO, D.; ZUCONG, Z.; KUMAR, P.; MCCARL, B. A.; OGLE, S.; O'MARA, F.; RICE, C.; SCHOLLES, B.; SIROTENKO, O.; HOWDEN, M.;

MCALLISTER, T.; GENXING, P.; ROMANEKOV, V.; SCHNEIDER, U. A.; TOWPRAYOON, S.; WATTENBACH, M.; SMITH, J. Greenhouse gas mitigation in agriculture. **Philosophical transactions of the Royal Society of London**, London, v. 363, n. , 2, p. 789-813, 2008.

SONG, X.; YUAN, H.; KIMBERLEY, M. O.; JIANG, H.; ZHOU, G.; WANG, H. Soil CO₂ flux dynamics in the two main plantation forest types in subtropical China. **Science of the Total Environment** , Amsterdam, v. 444,n. 1, p. 363-368. 2013.

SOTTA, E. D.; MEIR, P.; MALHI, Y.; NOBRE, A. D.; HODNETT, M.; GRACE, J. Soil CO₂ efflux in a tropical forest in the central Amazon. **Global Change Biology**, Oxford, v. 10, n. 2, p. 601-617, 2004.

SOTTA, E. D.; VELDKAMP, E.; GUIMARÃES, B. R.; PAIXÃO, R. K.; RUIVO, M. L. P. ; ALMEIDA, S. S. Landscape and climatic controls on spatial and temporal variation in soil CO₂ efflux in an Eastern Amazonian rainforest, Caxiuanã, Brazil. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 237, n. 2, p. 57-64, 2006.

STERN, L.; BAISDEN, W. T.; AMUNDSON, R. Processes controlling the oxygen isotope ratio of soil CO₂: Analytic and numerical modeling. *Geochimica et Cosmochimica*. **Acta at ScienceDirect**, Oxford , v. 63, n. 2, p. 799- 814, 1999.

TANG, X .; LIU, S .; ZHOU, G .; ZHANG, D .; ZHOU, C. Sodium-atmospheric exchange of CO₂, CH₄ and N₂O in three subtropical forest ecosystems in southern China. **Global Change Biology**, Oxford , v. 12, n. 3, p. 546-560, 2006.

TAVARES, R. L. M.; SIQUEIRA, D. S.; PANOSSO, A. R.; CASTIONI, G. A. F.; SOUZA, Z. M. D.; SCALA JUNIOR, N. L. Soil management of sugarcane fields affecting CO₂ fluxes. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 73, n. 6, p. 543-551, 2016.

VALENTINI, C. M. A.; SANCHES, L.; PAULO, S. R. de; VOURLITIS, G. L.; NOGUEIRA, J. S.; PINTO JÚNIOR, O. B.; LOBO, F. de A. Soil respiration and aboveground litter dynamics of a tropical transistional forest in northwest Mato Grosso, Brazil. **Journal of Geophysical Research**, Hoboken, v. 113, G00B10, 2008. doi:10.1029/2007JG000619.

VAN DER WERF, G. R.; MORTON, D. C.; DEFRIES, R. S.; OLIVIER, J. G.; KASIBHATLA, P. S.; JACKSON, R. B.; RANDERSON, J. T. CO₂ emissions from forest loss. **Nature Geoscience**, London, v. 2, n. 11, p. 737-738, 2009..

VARGAS, R.; CARBONE, M. S.; REICHSTEIN, M.; BALDOCCHI, D. D. Frontiers and challenges in soil respiration research: from measurements to model-data integration. **Biogeochemistry**, Dordrecht, v. 102, n.2, p. 1–13, 2011.

WANG, W.; PENG, S.; WANG, T.; FANG, J.; Winter soil CO₂ efflux and its contribution to annual soil respiration in different ecosystems of a forest-steppe ecotone, north China. **Soil Biology & Biochemistry**, Oxford, v. 42, n. 3, p. 451–458, 2010.

WARRICK, A. W.; NIELSEN, D. R. Spatial variability of soil physical properties in the field. In: HILLEL, D. (Ed.) **Applications of soil physics**. New York: Academic Press, 1980. p. 319:344.

WINTER, HANNA M. **Temperature and moisture effects on respiration in the organic horizon of a Pacific Northwest forest soil**. . Bellingham: [s.n.], 2014. . p. 373.

WWU Masters Thesis Collection. Disponível em : <<http://cedar.wwu.edu/wwuet/373>>. Acesso em: 5 jan. 2017.

WANG, J.; LIU, Q. Q.; CHEN, R. R.; LIU, W. Z.; SAINJU, U. M. Soil carbon dioxide emissions in response to precipitation frequency in the Loess Plateau, China. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 96, n. 4, p. 288–295, 2015.

USSIRI, A. N.; LAL, R. Long-term tillage effects on soil carbon storage and carbon dioxide emissions in continuous corn cropping system from an alfisol in Ohio. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 104, n. 1, p. 39-47. 2009.

XU, L. ; BALDOCCHI, D. D.; TANG, J. How soil moisture, rain pulses, and growth alter the response of ecosystem respiration to temperature. **Global Biogeochemical**, Hoboken, v. 18, n. 4, 2004.

XU, M; CHEN, J; QI, Y. Growing-season temperature and soil moisture along a 10 km transect across a forested landscape. **Climate Research**, Oldendorf, v. 22, n. 4, p. 57- 72, 2002.

XU, M.; QI, Y. Soil-surface CO₂ efflux and its spatial and temporal variations in a young ponderosa pine plantation in northern California. 2001. **Glob Change Biology**, Chichester, v. 7, n. 6, p. 667-677, 2001.

XU, X.; SHI, Z.; LI, D.; REY, A.; RUAN, H.; CRAINE, J. M.; LUO, Y. Soil properties control decomposition of soil organic carbon: Results from data-assimilation analysis. **Geoderma**, Amsterdam , v. 262, n. 4, p. 235- 242, 2016.

XU, M.; QI, Y. Soil-surface CO₂ efflux and its spatial and temporal variations in a Young ponderosa pine plantation in northern California. **Global Change Biology**, O Chichester, v. 7, n. 6, p. 667-677, 2001.

YANG, K.; ZHU, J. Impact of tree litter decomposition on soil biochemical properties obtained from a temperate secondary forest in Northeast China. **Journal of Soils and Sediments** , Heidelberg, v.15, n. 3, p. 13–23, 2015.

YANG, Y.; CHEN, G.; GUO, J.; XIE, J.; WANG, X. Soil respiration and carbon balance in a subtropical native forest and two managed plantations. **Plant Ecology**, Dordrecht , v. 193, n. 4, p. 71–84, 2007.

YIN, S.; ZHANG, X.; PUMPANEN, J.; SHEN, G.; XIONG, F.; LIU, C. Seasonal variation in soil greenhouse gas emissions at three age-stages of dawn redwood (*metasequoia glyptostroboides*) stands in an alluvial Island, Eastern China. **Forests**, Cambridge I, v. 7, n. 1, p. 256, 2016.

ZANCHI, F. B.; ROCHA H. R.; FREITAS, H. C.; KRUIJT, B.; WATERLOO, M. J.; MANZI, A. O. Measurements of soil respiration and simple models dependent on moisture and temperature for an Amazonian southwest tropical forest. **Biogeosciences**, Goettingen, v. 6, p. 6147-6177, 2009.

ZHAO, Y.; WANG, Y. Z.; XU, Z. H.; AND FU, L. Impacts of prescribed burning on soil greenhouse gas fluxes in a suburban native forest of south-eastern Queensland, Australia. **Biogeosciences**, Goettingen, v. 12, n. 4, p. 6279-6290, 2015. doi:10.5194/bg-12-6279-2015.

ZHOU, Z.; ZHANG, Z.; ZHA, T.; LUO, Z.; ZHENG, J.; SUN, O. J. Predicting soil respiration using carbon stock in roots, litter and soil organic matter in forests of Loess Plateau in China. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 57, n. 4, p. 135-143, 2013.

ZURBA, K. **Is short rotation forestry biomass sustainable?** Germany: [s.n.], 2016. Disponível em: <http://www.qucosa.de/recherche/frontdoor/?tx_slubopus4frontend%5bid%5d=urn:nbn:de:bsz:105-qucosa-212162>. Acesso em: 5 jan 2016.