

Foto: Gilvan Coimbra Martins



Efluxo de CO₂ do Solo em Terra Preta de Índio em Iranduba, AM

Ronaldo Ribeiro de Moraes¹
Aleksander Westphal Muniz²
Wenceslau Geraldes Teixeira³
Gilvan Coimbra Martins⁴

A demanda por informações sobre a emissão de dióxido de carbono (CO₂) pelos diferentes tipos de solo e seus usos tem aumentado à medida que aumentam os índices de acúmulo dos gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera, podendo ocasionar alterações no clima global (COSTA et al., 2008; IPCC, 2007). De maneira geral, em várias partes do mundo, são realizados estudos relacionados à influência e ao manejo de culturas e áreas florestais sobre as emissões de CO₂ pelos solos, com o propósito de conhecer os diferentes tipos de uso dos solos e suas emissões de gases de efeito estufa (BRITO et al., 2009; REN et al., 2007; ZHANG et al., 2006).

Segundo o IPCC (2007), os solos agrícolas podem atuar como dreno ou fonte de gases de efeito estufa dependendo do sistema de manejo a que forem submetidos. Esse fato ocorre por ser o processo da respiração do solo um processo primário, por meio do qual o CO₂ fixado pelas plantas terrestres

retorna para a atmosfera (ZANCHI et al., 2012). A emissão de CO₂ dos solos é o resultado final do metabolismo energético dos microorganismos, sendo essa emissão utilizada como indicadora da atividade microbiana do solo e do estágio de decomposição dos resíduos e da matéria orgânica do solo (MARSTORP, 1996).

Na Amazônia, os solos conhecidos como Terras Pretas de Índio (TPIs) apresentam uma característica muito peculiar: as altas concentrações de fósforo e de carbono estocado, além de fragmentos de cerâmicas e artefatos indígenas, os quais se encontram incorporados nos horizontes superficiais (TEIXEIRA et al., 2010; WOODS et al., 2009). Esses solos de origem antrópica são férteis e propícios à agricultura, sendo utilizados para esse fim pelas comunidades amazônicas (MAJOR et al., 2005). Apresentam ainda alta resiliência ao uso agrícola intensivo (TEIXEIRA; MARTINS, 2003).

¹Biólogo, doutor em Ciências Biológicas (Botânica), pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

²Engenheiro-agrônomo, doutor em Microbiologia Agrícola e do Ambiente, pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

³Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciências Naturais, pesquisador da Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ.

⁴Engenheiro-agrônomo, mestre em Ciência do Solo, pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Assim, o objetivo deste trabalho foi quantificar as emissões de CO₂ do solo de TPI e suas relações com os diferentes fatores abióticos no ambiente amazônico.

Material e Métodos

Descrição da área experimental

Os estudos das emissões do efluxo de CO₂ foram realizados no Campo Experimental do Caldeirão, localizado no Município de Iranduba, AM (coordenadas 3°15'S e 60°13'W). A área amostrada foi um Argissolo Amarelo com Horizonte A antrópico com histórico de uso intensivo de mais de 30 anos. Os estudos foram realizados numa área de TPI coberta com floresta secundária (TPIFS), numa área de TPI agriculturável (TPIA) e também em uma área denominada de Terra Mulata (TM), que apresenta menor espessura do horizonte A e estoque de carbono inferior a TPI. Essa área também estava em pousio com a predominância de poaceas do gênero *Brachiaria*. Em cada área foram marcados aleatoriamente cinco pontos (repetições) para a coleta de dados.

Quantificação do efluxo de CO₂

As emissões do efluxo de CO₂ dos solos de TPI foram quantificadas por meio de uma câmara dinâmica fechada de respiração do solo, acoplada ao medidor portátil de fotossíntese (CI-340 CID, Inc). As medidas foram realizadas em cinco pontos de amostragem para cada área (Figura 1), entre 8h e 11h, em campanhas intensivas de três dias consecutivos, no mês de agosto de 2008. Para a obtenção dos dados do efluxo de CO₂ dos solos, a câmara foi introduzida à profundidade de um centímetro e coletados os dados depois de aproximadamente 20 minutos. Concomitantemente à coleta dos dados do efluxo de CO₂, foram obtidos os dados da irradiância luminosa, temperatura do ar e da câmara, obtidos por sensores de temperatura e de luz acoplados à câmara de respiração (Figura 1).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey ($p < 0,01$). Procedeu-se também a análise de Correlação de Pearson entre a variável do efluxo de CO₂ e as demais variáveis dos fatores abióticos.

Fotos: Ronaldo Ribeiro de Moraes

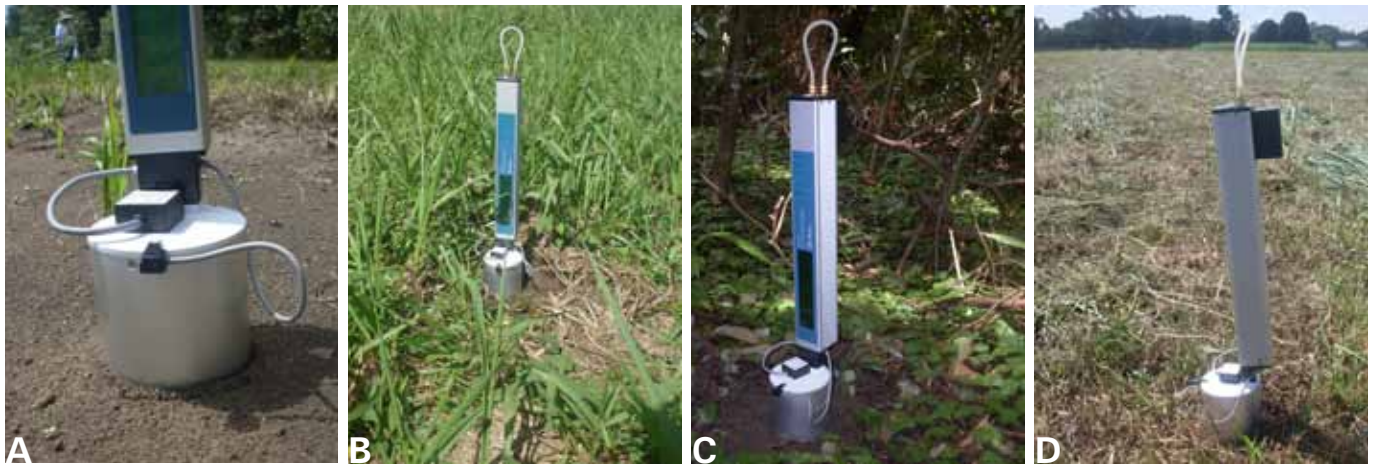


Figura 1. A) Detalhe do medidor portátil de fotossíntese (CI-340 CID, Inc) mostrando os sensores de temperatura e de luminosidade; B) Coleta de dados no solo de TPI sob área agriculturável (TPIA); C) Coleta de dados no solo de TPI sob área de floresta secundária (TPIFS); D) Coleta de dados no solo de Terra Mulata (TM).

Resultados e Discussão

Os fatores abióticos, a irradiância luminosa, temperatura ambiente e temperatura da câmara apresentaram valores inferiores na área de TPIFS, em comparação aos da TPIA e da TM. Esses resultados eram esperados, devido ao efeito do sombreamento, como pode ser observado pelos valores médios da irradiância na área de capoeira (Tabela 1).

O efluxo de CO₂ foi maior na área de TM do que na TPIFS. Já os valores do efluxo de CO₂ da TPIA

não diferiram da TPIFS e da TM (Tabela 1). Esses resultados divergem dos observados por Trujillo-Cabrera et al. (2007), nos quais não se verificou diferença entre o efluxo de CO₂ da TPI em relação aos solos adjacentes, com valores de 6,64 e 6,60 $\mu\text{mol.CO}_2 \text{ m}^2.\text{s}^{-1}$, respectivamente. Os mesmos autores reportam que apesar dos altos conteúdos de carbono nos solos de TPI, estes ainda conseguem fixar o carbono estocado, com a liberação de CO₂ para a atmosfera similar a outros tipos de solos adjacentes, sendo os mecanismos que controlam esse processo ainda desconhecidos.

Esse fato pode ser também observado nos estudos realizados por Zanchi et al. (2012) em outras classes de solos, onde é apresentada uma listagem adaptada de Sotta et al. (2004) sobre o efluxo de CO₂ com diferentes métodos e locais de coleta no Brasil (Manaus e Barcelos, AM; Reserva do Jarú, RO; Paragominas e Tapajós, PA; Rio Branco, AC; e Sinop, MT) e na Venezuela (San Carlos do Rio Negro), onde verificou-se efluxo médio de 4,30 $\mu\text{mol.CO}_2 \text{ m}^2.\text{s}^{-1}$, com taxas mínimas de 1,0 e máximas de 7,6 $\mu\text{mol.CO}_2 \text{ m}^2.\text{s}^{-1}$.

Tabela 1. Parâmetros físicos coletados em área de TPI na Campo Experimental do Caldeirão, no Município de Iranduba, AM, sob diferentes usos da terra: Terra Preta de Índio (TPIFS) coberta com floresta secundária; Terra Preta de Índio (TPIA) numa área agriculturável; e Terra Mulata (TM).

Parâmetro	TPIFS	TPIA	TM
EFL ($\mu\text{mol. CO}_2 \text{ m}^2.\text{s}^{-1}$)	3,04 B	3,46 AB	5,16 A
IL ($\mu\text{mol.m}^2.\text{s}^{-1}$)	38,75 B	601,98 A	520,52 A
TAM (°C)	26,96 B	30,10 A	29,56 A
TCM (°C)	25,48 B	27,72 A	28,76 A
RP (MPa)	1,34 A	1,31 A	1,06 A
UR (%)	29,16 A	30,98 A	27,72 A

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem pelo teste Tukey ($p < 0,01$).

Abreviações: EFL (Efluxo de CO₂), IL (Irradiância luminosa); TAM (Temperatura ambiente); TCM (Temperatura da câmara); RP (Resistência à penetração); UR (Umidade relativa do solo).

Tabela 2. Correlação de Pearson entre os dados do Efluxo de CO₂ (EFL) e o dados de Irradiância luminosa (IL), Temperatura ambiente (TAM), Temperatura da câmara (TCM), Resistência à penetração (RP) e Umidade relativa do solo (UR) coletados numa área de TPI na Estação Experimental do Caldeirão, no Município de Iranduba, AM.

	IL	TAM	TCM	RP	UR
EFL	0,2494 ^{ns}	0,4196 ^{ns}	0,1582 ^{ns}	0,0331 ^{ns}	0,0451 ^{ns}

^{ns} Não significativo a 1% e 5%.

De acordo com alguns trabalhos, esses fluxos na Amazônia são mais influenciados pela sazonalidade de precipitação, e, conseqüentemente, pelas diferenças da umidade do solo, as quais exercem influência direta sobre a atividade dos microorganismos, que são os principais produtores de CO₂ nos ecossistemas (TRUJILLO-CABRERA et al., 2007; TRUMBORE et al., 1995).

Estudos realizados por Zanchi et al. (2012) utilizando vários procedimentos metodológicos para analisar o efeito ambiental dos ecossistemas sobre o efluxo de CO₂, na reserva de Cueiras e de Campina, ambas em Manaus, AM, verificaram que o efluxo de CO₂ foi controlado pela temperatura do solo, apresentando uma correlação de 90% encontrada pela análise de regressão.

Avaliando-se o efeito dos fatores abióticos sobre as taxas do efluxo de CO₂, observou-se que não houve correlação significativa (Tabela 2). Isso indica que o efluxo de CO₂ dos ambientes distintos não está sendo influenciado pelas condições de luminosidade e temperatura (ambiente e da câmara) reportadas no momento da coleta dos dados, apesar de estas apresentarem diferenças entre os ambientes (Tabela 1).

Conclusões

Nas condições deste estudo, o efluxo de CO₂ em TPI sob floresta secundária foi inferior ao da TM, sem diferenças destes para o solo de TPI agriculturável, evidenciando que os solos de TPI, apesar da quantidade diferenciada de carbono estocado, apresenta efluxo de CO₂ similar aos demais tipos de solos, mesmo com a intervenção antrópica por meio da agricultura.

Referências

- BRITO, L. F.; MARQUES JÚNIOR, J.; PEREIRA, G. T.; SOUZA, Z. M.; SCALA JÚNIOR, N. L. Soil CO₂ emission of sugarcane fields as affected by topography. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 66, n. 1, p. 77-83, jan./fev. 2009.
- COSTA, F. S.; BAYER, C.; ZANATTA, J. A.; MIELNICZUK, J. Estoque de carbono orgânico no solo e emissões de dióxido de carbono influenciadas por sistemas de manejo no sul do Brasil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 323-332, jan./fev. 2008.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - IPCC. **Climate change 2007: synthesis report**. Summary for policymakers, 2007. 22 p. Disponível em: <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_spm.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2009.

MAJOR, J.; DITOMMASO, A.; LEHMANN, J.; FALCÃO, N. P. S. Weed dynamics on Amazonian Dark Earth and adjacent soils of Brazil. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 111, n. 1-4, p. 1-12, Dec. 2005.

MARSTORP, H. Interactions in the microbial use of soluble plant components in soil. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 22, n. 1-2, p. 45-52, Apr. 1996.

REN, X.; WANG, Q.; TONG, C.; WU, J.; WANG, K.; ZHU, Y.; LIN, Z.; WATANABE, M.; TANG, G. Estimation of soil respiration in a paddy ecosystem in the subtropical region of China. **Chinese Science Bulletin**, v. 52, n. 19, p. 2722-2730, Oct. 2007.

SOTTA, E. D.; MEIR, P.; MALHI, Y.; NOBRE, A. D.; HODNETT, M. G.; GRACE, J. Soil CO₂ efflux in a tropical forest in the Central. Amazon. **Global Change Biology**, Oxford, v. 10, n. 5, p. 601-617, May 2004.

TEIXEIRA, W. G.; MARTINS, G. C. Estabilidade de agregados como indicador da qualidade física do solo em terra preta de índio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29., 2003, Ribeirão Preto. **Solo: alicerce dos sistemas de produção**. Ribeirão Preto: UNESP: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003. 1 CD-ROM.

TEIXEIRA, W. G.; MARTINS, G. C.; MACEDO, R. S.; NEVES JUNIOR, A. F.; MOREIRA, A.; BENITES, V. de M.; STEINER, C. As propriedades físicas e hídricas dos horizontes antrópicos das terras pretas de índio na Amazônia Central. In: TEIXEIRA, W. G.;

KERN, D. C.; MADARI, B. E.; LIMA, H. N.; WOODS, I. W. (Ed.). **As terras pretas de índio da Amazônia: sua caracterização e uso deste conhecimento na criação de novas áreas**. Manaus: EDUA/Embrapa Amazônia Ocidental, 2010. p. 243-251.

TRUJILLO-CABRERA, L.; LUIZÃO, F. J.; LEHMANN, J.; MARQUES, P. A. Fluxos de CO₂ em ecossistemas de florestas secundárias sobre solos antropogênicos e adjacentes na Amazônia Central. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 8., 2007, Caxambu. **Ecologia no tempo de mudanças globais**. São Paulo: Sociedade de Ecologia do Brasil, 2007.

TRUMBORE, S. E.; DAVIDSON, E. A.; CAMARGO, P. B.; NESPTAD, D. C.; MARTINELLI, L. A. Belowground cycling of carbon in forests and pastures of Eastern Amazonia. **Global Biogeochemical Cycles**, Washington, DC, v. 9, n. 4, p. 515-528, Dec. 1995.

WOODS, W. I.; TEIXEIRA, W. G.; LEHMAN, J.; STEINER, C.; WINKLERPRINS, A.; REBELLATO, L. (Ed.). **Amazonian dark earths: Wim Sombroek's vision**. Berlin: Springer, 2009. 502 p.

ZANCHI, F. B.; WATERLOO, M. J.; KRUIJT, B.; KESSELMEIER, J.; LUIZÃO, F. J.; MANZI, A. O.; DOLMAN, A. J. Soil CO₂ efflux in central Amazonia: environmental and methodological effects. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 42, n. 2, p. 173-184, jun. 2012.

ZHANG, D.; SUN, X.; ZHOU, G.; YAN, J.; WANG, Y.; LIU, S.; ZHOU, C.; LIU, J.; TANG, X.; LI, J.; ZHANG, Q. Seasonal dynamics of soil CO₂ effluxes with responses to environmental factors in lower subtropical forest of China. **Science in China Series D: Earth Sciences**, Beijing, v. 49, n. 2, Supl., p. 139-149, Nov. 2006.

Comunicado Técnico, 112

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na: **Embrapa Amazônia Ocidental**
Endereço: Rodovia AM 010, Km 29 - Estrada Manaus/Itacoatiara
Fone: (92) 3303-7800
Fax: (92) 3303-7820
<http://www.cpa.embrapa.br>
www.embrapa.br/fale-conosco/sac/

1ª edição

1ª impressão (2015): 300

Comitê de publicações

Presidente: Celso Paulo de Azevedo.

Secretária: Gleise Maria Teles de Oliveira.

Membros: Maria Augusta Abtíbol Brito de Sousa, Maria Perpétua Beleza Pereira e Ricardo Lopes.

Expediente

Revisão de texto: Maria Perpétua Beleza Pereira

Normalização bibliográfica: Maria Augusta Abtíbol B. de Sousa

Editoração eletrônica: Gleise Maria Teles de Oliveira