



Correlação entre o fluxo de CO₂ e variáveis físicas numa floresta tropical sazonalmente seca no Semiárido paraibano

Correlation between CO₂ flow and soil physical variables in a seasonally dry tropical forest in the semi-arid region of Paraíba

MELO, David Marx Antunes¹; SILVA, Bruce Kelly da Nobrega²; COSTA JÚNIOR, Djailson Silva da²; VASCONCELOS, Erika Socorro Alves Graciano²; CUNHA, John Elton de Brito Leite³; PEREZ-MARÍN, Aldrin Martín²; SANTOS, Djail¹

¹ Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, david.ecoagro@gmail.com; ² Instituto Nacional do Semiárido; ³ Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, Universidade Federal de Campina Grande

RESUMO EXPANDIDO

Eixo Temático: Crise ecológica e mudanças climáticas: resistências e impactos na agricultura, nas águas e nos bens comuns

Resumo: A respiração do solo ou simplesmente denominado de Fluxo de CO₂ (FCO₂) é um dos principais processos que controlam o balanço de carbono em florestas secas. Contudo, ainda existem poucos estudos investigando a correlação entre FCO₂ com variáveis físicas do solo no semiárido brasileiro. Objetivou-se avaliar a correlação entre a respiração do solo variáveis físicas em uma floresta de Caatinga sob um Neossolo litólico. Com o levantamento da seguinte hipótese: a respiração do solo possui maior correlação com a umidade do solo e temperatura, respectivamente. A pesquisa foi realizada na Estação Experimental Professor Ignácio Salcedo, do Instituto Nacional do Semiárido - INSA, Campina Grande, Paraíba, Brasil, em um fragmento de floresta tropical sazonalmente seca, sob um Neossolo litólico. O FCO₂ foi aferido por meio de aparelho irga soil-flux, com medições diárias, com intervalo de aferição a cada hora, entre agosto de 2021 a agosto de 2022. Concomitantemente se aferiu a temperatura do solo, conteúdo de água no solo e potencial mátrico. As maiores correlações do FCO₂ ocorreram com o conteúdo de água no solo, com a temperatura do solo e potencial mátrico, respectivamente. Esta pesquisa contribui para o maior entendimento da variabilidade do fluxo de CO₂ no solo em florestas sazonalmente secas do tipo Caatinga, ainda muito escassas na literatura.

Palavras-chave: Caatinga; ferramentas multivariadas; respiração do solo; mudanças climáticas.

Introdução

No contexto do Semiárido brasileiro, onde os recursos hídricos são limitados e as temperaturas são elevadas, entender a correlação entre a respiração e os atributos físicos do solo é fundamental para a compreensão da dinâmica dos ecossistemas e para a predição dos efeitos das mudanças climáticas (FIGUEIREDO et al., 2017). A respiração do solo é definida como a liberação de dióxido de carbono (CO₂) proveniente da atividade metabólica dos organismos vivos presentes no solo, incluindo raízes, microrganismos e fauna do solo (RIBEIRO et al., 2016). Esses organismos vivos decompõem os restos vegetais, raízes mortas, fezes de animais e outros detritos presente no solo pelo processo chamado de mineralização. Durante



a mineralização, ocorre decomposição dos compostos orgânicos, liberando CO₂ como subproduto (LI et al., 2021).

A respiração do solo no Semiárido desempenha um papel fundamental para a manutenção da vida nessa região (HAN et al., 2019). A respiração do solo está intimamente ligada aos ciclos biogeoquímicos, como o ciclo do carbono e a disponibilidade de nutrientes para as plantas. Além disso, a respiração do solo é um indicador de atividade biológica e da saúde do ecossistema, sendo utilizada em estudos e estimativas da qualidade do solo, da fertilidade e do impacto das perturbações, como da mudança do uso da terra (FIGUEIREDO et al., 2017).

A correlação entre a respiração e os atributos físicos do solo, como a umidade e a temperatura, tem despertado interesse científico crescente, uma vez que pode fornecer informações valiosas sobre a resposta dos ecossistemas semiáridos às mudanças climáticas e auxiliar no desenvolvimento de estratégias de uso e manejo sustentável (LIMA et al., 2020). Além disso, a correlação pode fornecer mais informações sobre os processos ocorrentes no solo estudado, contribuindo com o maior entendimento da dinâmica do mesmo (SANTOS et al., 2020).

Objetivou-se avaliar a correlação entre a respiração do solo variáveis físicas em uma floresta de Caatinga sob um Neossolo litólico. Com o levantamento da seguinte hipótese: A respiração do solo possui maior correlação com a umidade do solo e temperatura, respectivamente.

Metodologia

A presente pesquisa foi realizada na Estação Experimental do Instituto Nacional do Semiárido (INSA), localizado no município de Campina Grande-PB. A área de pesquisa apresenta vegetação típica de Caatinga hipoxerófila decídua, pluviosidade média de 550 mm, com elevação de 490 m, o solo da área é classificado como NEOSSOLO LITÓLICO com textura franco-arenosa, pouco profundo (OLIVEIRA et al., 2021).

A respiração do solo foi medida utilizando um sistema automatizado de fluxo de CO₂, marca modelo do tipo (LI8150 - Multiplex, LI-COR Biosciences, Lincoln, NE, EUA). Suas aferições foram realizadas diariamente, de forma contínua, com intervalo a cada hora, durante o período de agosto de 2021 a agosto do ano de 2022.

O Conteúdo de Água no Solo (CAs), temperatura do solo (Ts) e potencial mátrico (PM) foram medidos por meio de placas de sensores (Data Logger) de três níveis de profundidade de 0-05 (1); 05-10 (2); e 10-20 (3) cm, no mesmo local de funcionamento das câmaras do IRGA.

Para analisar as relações de influência entre a temperatura do solo, conteúdo de água no solo e potencial mátrico com o FCO₂ do solo, ao longo do período



analisado utilizou-se o modelo de Correlação de Pearson e Análise de Componentes Principais (ACP) para investigar quais variáveis se correlacionaram. A realização de todos os procedimentos foi executada no software estatístico R versão 3.5.3.

Resultados e Discussão

A maior correlação positiva ocorrida entre as diferentes variáveis, foi para o CAs2 e CAs3 (05-10 e 10-20) cm e PM 10-20 cm (0,88) (Figura 1).

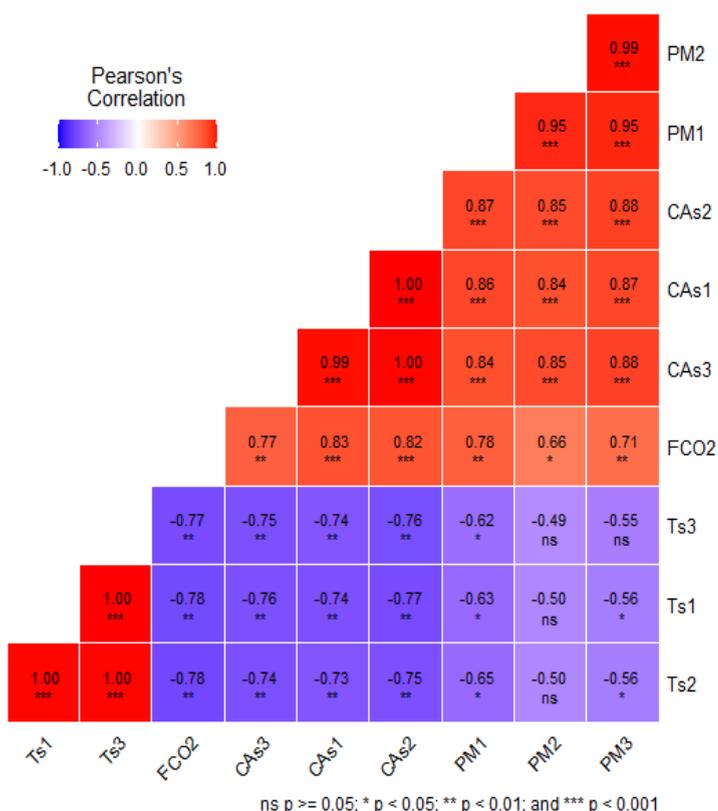


Figura 1. Correlograma de Pearson entre FCO₂, potencial mátrico do solo, conteúdo de água no solo e temperatura do solo em todas as profundidades 0-05 (1), 05-10 (2) e 10-20 (3).

Sobre o FCO₂, o mesmo obteve maior correlação positiva com a variável CAs nas respectivas profundidades de 0-5 cm (0,83) e 05-10 cm (0,82). Também houve correlação positiva entre o FCO₂ e o PM nas profundidades de 0-5 cm (0,78) e 10-20 cm (0,71), respectivamente.

Sobre as correlações negativas, a maior que houve foi entre o FCO₂ e a TS (-0,78) para ambas as profundidades de 0-5 e 5-10 cm. A TS na profundidade de 0-5 cm também se correlacionou negativamente com o CAs2 (-0,77).

No que diz respeito a maior correlação entre as variáveis ter sido entre o CAs e PM (Figura 1), tudo indica que esta relação se deu por conta está diretamente ligado ao



conteúdo de umidade no solo, logo, quanto maior o conteúdo de água no solo maior será seu potencial matricial (SETIA et al., 2013). O FCO_2 , teve sua maior correlação foi com CAs por conta da umidade no solo ser a principal variável que influencia diretamente no processo de respiração no solo (HAN et al., 2019). A correlação negativa entre o FCO_2 e a TS ocorreu por conta que quanto maior a temperatura, ocorre a redução da inibição da respiração autotrófica e heterotrófica no solo, principalmente nas camadas mais superficiais do solo onde é recebida maior calor latente por meio dos raios solares (RIBEIRO et al., (2016).

Em outro estudo, Santos et al., (2020) avaliando o FCO_2 por meio de correlograma de Pearson, também obteve correlação positiva entre o FCO_2 e conteúdo de água no solo e negativa para a temperatura do solo, entre os anos de 2013 e 2014 numa floresta tropical sazonalmente seca no Semiárido de Alagoas. Em outra avaliação utilizando as correlações de Pearson, Lima et al., (2020) também obteve correlação positiva entre o FCO_2 e CAs (0,97 $p < 0,05$) e negativa para TS (0,76 $p < 0,05$). Sobre este último valor, por ter sido realizado numa floresta tropical sazonal seca de caatinga com as mesmas características edafoclimáticas, o valor foi praticamente o mesmo deste mesmo estudo.

A correlação entre o FCO_2 e o PM, possivelmente se deu por conta do potencial mátrico está intimamente relacionado ao potencial hídrico no solo, Setia e Marschner (2013), no semiárido Australiano e Li et al., (2021) no semiárido na China tiveram relação significativa entre o FCO_2 e o PM. A correlação negativa entre TS e CAs é explicada pelo aumento da temperatura aumentar a evaporação do solo diminuindo a umidade.

Sobre a análise de componentes principais no geral as duas dimensões apresentaram explicação para 94,2% dos dados. Na dimensão 1, houve explicação em 80,8% para os dados das variáveis FCO_2 , CAs e PM para todas as profundidades. O FCO_2 do solo obteve maior aproximação com a variável de CAs. Houve forte correlação entre os vetores de CAs e suas três profundidades 0-05, 05-10 e 10-20. Para a dimensão 2, houve explicação para 13,4% dos dados, para a variável de TS para todas as profundidades. O número dentro do biplot representa o período de coleta dos dados, sendo os meses do ano.

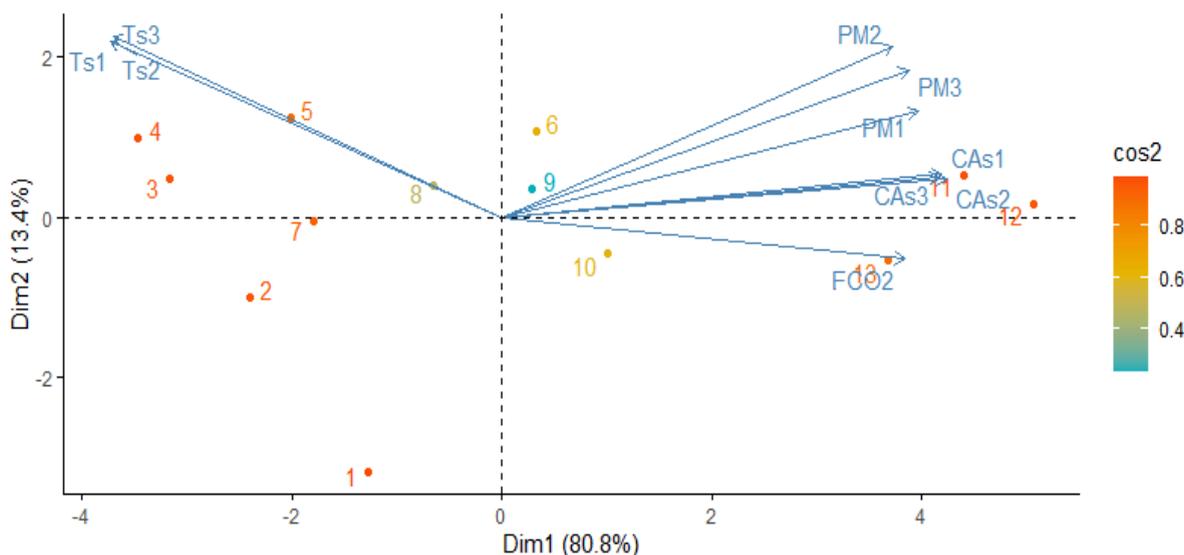


Figura 2. Bi-plot de dispersão entre as variáveis FCO₂, potencial mátrico, conteúdo de água e temperatura do solo em todas as profundidades 0-05 (1), 05-10 (2) e 10-20 (3).

Os números agrupados na dimensão 1, principalmente os mais próximos dos vetores de CAs dizem respeito aos meses da estação chuvosa. Os números no centro do radar apresentam o momento de transição do período seco para o chuvoso. Já os valores da dimensão 2, agrupados nos vetores de temperatura do solo, representam os meses da estação seca.

Para a ACP (Figura 2), na dimensão 1, a correlação positiva entre as variáveis de fluxo de CO₂, conteúdo de água e potencial mátrico reforça ainda mais a relação chave que ocorre entre a umidade com a respiração do solo. Os vetores de potencial mátrico tiveram correlação com conteúdo de água por conta da oferta de água em estado livre para ser absorvida nas partículas sólidas do solo.

Para a dimensão 2, a correlação negativa ocorrida entre os vetores de temperatura do solo com o fluxo de CO₂ e conteúdo de água no solo por serem variáveis com processos de ocorrência de maneira inversa proporcionalmente. Sobre a utilização do método de componentes principais para avaliação do FCO₂, conteúdo de água, temperatura do solo, Figueiredo et al., (2016) utilizou o método ACP para avaliação de diferentes manejos em pastagens no sudeste brasileiro, no qual, em seu estudo, o mesmo obteve correlação do FCO₂ com a temperatura e não com a umidade, se diferenciando do resultado desta pesquisa.

Os valores iniciais da ACP estão representando o início da coleta dos dados na transição do período chuvoso para o seco. Tal processo pode ser notado com a transição dos números representando a variação sazonal do início de coleta dos dados no período seco, tendo a mudança para o centro do biplot representando o fim do período seco para o período chuvoso, se relacionando com o CAs e FCO₂.



Conclusões

O estudo revelou que a maior correlação do fluxo de CO₂ do solo foi com o conteúdo de água no solo na profundidade de 0-5 cm, em seguida a temperatura do solo e o potencial mátrico, respectivamente.

Referências bibliográficas

FIGUEIREDO, Eduardo B.; PANOSSO, Alan R.; BORDONAL, Ricardo de O.; TEIXEIRA, Daniel de B.; BERCHIELLI, Telma T.; SCALA JR, Newton La. Soil CO₂ emissions and correlations with soil properties in degraded and managed pastures in southern Brazil. **Land Degrad Dev.** V. 28, 1263-73. 2017.

HAN, Chunxue; YU, Ruihong; LU, Xixi; DUAN, Limin; SINGH, Vijay P.; LIU, Tingxi. Interactive effects of hydrological conditions on soil respiration in China's Horqin sandy land: An example of dune-meadow cascade ecosystem. **Sci. Total Environ.** 651:3053-63. 2019.

LI, Yuan; CLOUGH, Timothy J.; MOINET, Gabriel Y. K.; WHITEHEAD, David. Emissions of nitrous oxide, dinitrogen and carbon dioxide from three soils amended with carbon substrates under varying soil matric potentials. **Eur J Soil Sci.** 72:2261–2275. 2021.

LIMA, José R. de S.; SOUZA, Rodolfo M. S.; SANTOS, Eduardo S. dos; SOUZA, Eduardo S. de; OLIVEIRA, Jéssica E. S.; MEDEIROS, Érika V. de; PESSOA, Luiz G. M.; ANTONINO, Antônio C. D.; HAMMECKER, Claude. Impacts of land use changes on soil respiration in the semiarid region of Brazil. **Rev Bras Cienc. Solo.** 44:0200092. 2020.

OLIVEIRA, Michele L. de; SANTOS, Carlos A. C. dos; Oliveira, Gabriel de; PEREZ MARIN, Aldrin. M.; SANTOS, Celso A. G. Effects of human-induced land degradation on water and carbon fluxes in two different Brazilian dryland soil covers. **Science of the Total Environment.** 792, 148458. 2021.

RIBEIRO, Kelly; et al. SOUSA-NETO, Eráclito R.; CARVALHO JÚNIOR, João A.; LIMA, José R. de S.; MENEZES, Rômulo S. C.; DUARTE-NETO, Paulo J.; GERRA, Glauce da S.; OMETTO, Jean P. H. B. Land cover changes and greenhouse gas emissions in two different soil covers in the Brazilian Caatinga. **Sci Total Environ.** 571:1048-57. 2016.

SANTOS, Élida M. C. ARAÚJO, Kallianna D.; SOUZA, Mayara A.; GOMES, Danúbia L.; LIRA, Elba dos S. Relief and edaphoclimatic conditions as influencing agents of CO₂ release in Alagoas Caatinga, Brazil. **Soil Research.** 58(3) 306-313. 2020.



SETIA, R.; MARSCHNER, P. Impact of total water potential and varying contribution of matric and osmotic potential on carbon mineralization in saline soils. **European Journal of Soil Biology**. 56-95-100. 2013.