

BIOMASSA MICROBIANA E CARBONO LÁBIL COMO INDICADORES DE QUALIDADE DO SOLO NO JARDIM BOTÂNICO DA UFRRJ

Data de aceite: 01/04/2024

Matheus Corrêa de Oliveira

Estudante de graduação em Agronomia
(UFRRJ)

Isabella Silva Lopes

Estudante de Engenharia Florestal
(UFRRJ)

Ingryd Cardoso Estaky Cabral

Estudante de graduação em Engenharia
agrícola e ambiental (UFRRJ)

Cristiane Figueira da Silva

Pós doutoranda (PPGA–CS/UFRRJ)

Luiz Alberto da Silva Rodrigues Pinto

Doutorando (PPGA–CS/UFRRJ)

Marcos Gervasio Pereira

Professor do Departamento de Solos
(UFRRJ)

orgânico total em uma topossequência sob diferentes coberturas vegetais, no Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Foram coletadas amostras de terra na camada de 0–10cm em áreas de Argissolo Vermelho-Amarelo (terço superior da paisagem), Argissolo Amarelo (terço médio) e Planossolo Háptico (terço inferior) sob diferentes coberturas vegetais. Foi observada diferença para os teores de carbono da biomassa microbiana e carbono orgânico lábil nos diferentes terços da paisagem, com destaque para o terço médio da encosta. Esses resultados podem estar associados à posição da paisagem em função de uma maior influência do ao lençol freático, indicado efeito da umidade no solo nos teores de C-BMS e POXC.

PALAVRAS-CHAVE: indicadores de qualidade do solo, matéria orgânica do solo, topossequência

RESUMO: As áreas de parques naturais e jardins botânicos desempenham um papel essencial na conservação da biodiversidade e na prestação de serviços ecossistêmicos. Com base no exposto, o objetivo do estudo foi avaliar os teores de carbono da biomassa microbiana do solo (C-BMS) e carbono orgânico lábil (POXC), e os valores de seus respectivos índices em relação ao carbono

MICROBIAL BIOMASS AND LABILE CARBON AS INDICATORS OF SOIL QUALITY IN THE BOTANICAL GARDEN OF THE UFRRJ

ABSTRACT: Natural park areas and botanical gardens play an essential role in conserving biodiversity and providing

ecosystem services. Based on the above, the objective of the study was to evaluate the carbon contents of soil microbial biomass (C-BMS) and labile organic carbon (POXC), and the values of their respective indices in relation to total organic carbon in a toposequence under different vegetation covers, in the Botanical Garden of the Federal Rural University of Rio de Janeiro. Soil samples were collected in the 0–10cm layer in areas of Argissolo Vermelho-Amarelo (upper third of the landscape), Argissolo Amarelo (middle third) and Planosol Háplico (lower third) under different vegetation covers. A difference was observed in the carbon content of microbial biomass and labile organic carbon in the different thirds of the landscape, with emphasis on the middle third of the slope. These results may be associated with the position of the landscape due to a greater influence of the water table, indicated effect of soil moisture on C-BMS and POXC levels.

KEYWORDS: soil quality indicators, soil organic matter, toposequence

INTRODUÇÃO

Ambientes conservados, como parques naturais, possuem fundamental importância na preservação da biodiversidade local, além de serem indispensáveis prestadores de serviços ecossistêmicos, como a purificação do ar, absorção de água das chuvas, proteção do solo contra erosão e a fixação do carbono atmosférico (MUÑOZ; FREITAS, 2017). A matéria orgânica do solo (MOS) possui uma estreita relação com esses serviços ecossistêmicos, por ser importante contribuinte para a retenção de água e nutrientes no solo, além de cumprir um papel fundamental no estoque de carbono.

A biomassa microbiana do solo (BMS) corresponde à fração viva e mais ativa da matéria orgânica do solo, participando de processos biológicos e bioquímicos do solo (PINTO et al., 2019). O carbono da biomassa microbiana do solo (C-BMS) é considerado um excelente indicador de qualidade do solo, pois é intensamente influenciado pelo manejo do solo e por condições ambientais (DIONÍSIO, 2016). Porém, somente o C-BMS não é suficiente para avaliar a biomassa microbiana do solo, diante disso, para uma melhor compreensão torna-se necessário a avaliação da fração ativa como um todo (SILVA, 2014). Em áreas de parque natural no Sudeste do Brasil, PINTO et al. (2019) observaram que BMS se mostrou mais sensível aos efeitos da sazonalidade (período seco e chuvoso) em comparação aos efeitos promovidos pelos diferentes tipos de cobertura vegetal.

O carbono orgânico lábil (POXC), por ser integrante de compostos orgânicos mais facilmente mineralizados pelos microrganismos, apresenta forte correlação com a biomassa microbiana do solo, sendo então, considerado como um potencial indicador desta (RANGEL et al., 2008). O POXC desempenha um papel significativo nas principais funções do solo, tais como no ciclo e na disponibilidade de nutrientes; na rotação e fornecimento de nitrogênio microbiano; na acumulação de carbono; e na agregação (WEIL; MAGDOFF, 2004). Também em áreas de parque natural no Sudeste do Brasil, SCHULTZ et al. (2019) verificaram maiores teores de POXC em agregados biogênicos oriundos de áreas de

vegetação arbórea sob Argissolo Vermelho-Amarelo. Segundo os autores, os resultados de POXC em conjunto aos dados de carbono orgânico particulado e associado aos minerais indicam que os agregados biogênicos favorecem a proteção e estabilização do carbono no solo, assim como se apresentam como potenciais reservatórios de nutrientes. Objetivou-se com o estudo, avaliar os teores de C-BMS e POXC, e os valores dos seus respectivos índices em relação ao carbono orgânico total em uma topossequência sob diferentes coberturas vegetais, no Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ).

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Jardim Botânico (JB) da UFRRJ, na Baixada Fluminense do estado do Rio de Janeiro, município de Seropédica, com coordenadas geográficas 22o 45' 48.74" latitude Sul e 43o 41' 19.01" longitude Oeste, com altitude próxima de 33 m. O clima é tropical úmido (Aw, de acordo com a classificação de Köppen) e o relevo suave ondulado.

A amostragem foi realizada com a distribuição de pontos em três áreas, localizadas numa topossequência, a saber: área 1 (terço superior) localiza-se na parte mais alta da paisagem e caracterizada pelas famílias Rubiácea, Lecythidaceae, Sapindaceae, Chrysobalanaceae e Fabaceae; área 2 (terço médio) é caracterizada pela predominância de Poaceae (gramíneas) rasteira e ausência de árvores; e área 3 (terço inferior) está localizada na parte mais baixa onde verificam-se árvores das famílias Euphorbiaceae, Fabaceae, Meliaceae, Myrtaceae e Sapotaceae. De acordo com PINHEIRO JUNIOR et al. (2022), as classes de solos apresentadas no terço superior, médio e inferior da paisagem, são respectivamente, Argissolo Vermelho-Amarelo, Argissolo Amarelo e Planossolo Háplico, classificados segundo SANTOS et al. (2018). Foi coletado e analisado amostras de solo em cada uma das áreas selecionadas, na camada de 0–10 cm profundidade, quatro amostras simples de solo para perfazer uma amostra composta, em um total de cinco amostras compostas por área. A coleta ocorreu no final do período chuvoso, no mês de março de 2023. Após a coleta, as amostras foram transportadas para o laboratório em condições de temperatura inferior a 4 °C, utilizando caixa térmica com gelo. No laboratório as amostras foram destorroadas e passadas por peneira de 2,00 mm de diâmetro de malha e acondicionadas em geladeira a 4 °C por uma semana, até o início das análises. A determinação da umidade do solo na ocasião da coleta foi realizada pelo método gravimétrico (Ug) (Tabela 1). O método da fumigação-extração foi utilizado para quantificar o carbono da biomassa microbiana do solo (C-BMS), descrito em DE-POLLI; GUERRA (1999). O quociente microbiano (qMic) foi calculado e obtido segundo Anderson et al. (1993). O carbono orgânico lábil do solo foi quantificado via oxidação com solução de KMnO_4 0,02 mol L⁻¹ (POXC) (CULMAN et al., 2012), e posteriormente, calculada a relação entre POXC e COT, expressa em porcentagem

(PorcPOXC). Para avaliação da fertilidade do solo, outra parte das amostras, foi seca ao ar, destorroada e passada por peneira de 2 mm. Foram realizadas as seguintes análises químicas: a) pH em água); b) Ca^{2+} , Mg^{2+} , Al^{3+} c) P, K⁺e Na⁺; d) H+Al, e e) carbono orgânico total pela oxidação via úmida, segundo Teixeira et al. (2017). A partir dos dados obtidos foram calculados o Valor S (soma dos teores de cálcio, magnésio, potássio e sódio) e o Valor T. O estudo foi analisado estatisticamente em esquema unifatorial em delineamento inteiramente casualizados. Os dados CBM, qMic, POXC e PorcPOXC foram analisados quanto a normalidade dos resíduos e a homocedasticidade das variâncias por meio dos testes de SHAPIRO-WILK;BARTLETT, respectivamente. As variáveis que não apresentarem distribuição normal ou homogeneidade foram transformadas de acordo com o teste de Box-Cox e foram novamente testadas. Na sequência, os dados foram submetidos à análise de variância com aplicação do Teste de F (ANOVA) quando os pressupostos de normalidade e homogeneidade foram atendidos (variáveis transformadas ou não) e suas médias comparadas pelo teste de Tukey. Algumas variáveis não atenderam os pressupostos da análise de variância mesmo após transformação, nesses casos, foram analisadas pelo teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis mais diferença mínima significativa de Fisher (LSD) com correção de Bonferroni. Adicionalmente foi realizada a análise de componentes principais (APC) baseada na matriz de correlação de Pearson, a partir dos dados de CBM, qMic, POXC, PorcPOXC, Ugc, COT e frações granulométricas. Todos os testes estatísticos foram realizados à 5% de significância pelo Software R (R CORE TEAM, 2020).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi observada diferença para os teores de C-BMS e POXC nos diferentes terços da paisagem, sendo os maiores teores verificados no terço médio da paisagem(Tabela 1). Esses resultados podem estar associados à posição da paisagem em relação ao lençol freático, fornecendo condições de umidade adequadas para uma maior atividade dos organismos. ESPINDOLA et al. (2001) correlacionou a elevação do C-BMS à elevação da temperatura do ar e da precipitação pluviométrica, inferindo que essas condições seriam favoráveis ao aumento da BMS.

Tabela 1: Biomassa microbiana e carbono lábil do solo numatopossequência sob diferentes coberturas vegetais, no Jardim Botânico da UFRRJ.

Ponto	Ug	C-BMS ⁽¹⁾	qMic ⁽²⁾	POXC ⁽¹⁾	PorPOXC ⁽¹⁾
	%	---- mg kg ⁻¹ ----	----- % -----	---- mg kg ⁻¹ ----	----- % -----
Superior	9,28	199,68 ab	0,69 a	674,84 b	2,30 b
Médio	14,35	288,42 a	1,08 a	997,45 a	3,65 a
Inferior	4,55	136,36 b	0,71 a	644,43 b	3,50 a
CV%		45,40	47,70	17,40	18,60

Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem as áreas avaliadas. ⁽¹⁾ANOVA + Teste de Tukey sem transformações de dados a 5% de probabilidade; e ⁽²⁾ANOVA + Teste de Tukey com transformações de dados a 5% de probabilidade. ⁽³⁾Teste de Kruskal-Wallis + diferença mínima significativa de Fisher (LSD) com correção de Bonferroni. Ug: Umidade gravimétrica do solo na ocasião da coleta; C-BMS: Carbono da biomassa microbiana do solo; qMic: Quociente microbiano; POXC: Carbono lábil oxidável por permanganato de potássio; PorPOXC: Porcentagem de POXC no carbono orgânico total.

Os valores de qMic não diferiram entre si. Entretanto, os valores do atributo no terço médio (sob influência das espécies da família *Poaceae*) foram 36 e 34% mais elevados em comparação as áreas do terço superior e terço inferior, respectivamente. Os resultados encontrados podem estar associados à maior quantidade de carbono aportado no solo em profundidade por essas espécies. O sistema radicular abundante das gramíneas possui elevada capacidade em liberar exsudatos radiculares no solo, contribuindo para a manutenção dos terrores de matéria orgânica (SILVA JÚNIOR et al., 2009). As maiores porcentagens de POXC (PorcPOXC) foram quantificadas nas áreas do terço médio da encosta, indicando a importância dessa fração solúvel de carbono no conjunto total de carbono orgânico do solo.

Verificou-se através da análise de componentes principais, que esta apresentou variância acumulada para as componentes principais (PC) 1 e 2 de 68.3%. Através da análise da Figura 1, foi possível observar a separação das áreas, sendo formados três grupos distintos, terço médio (1º; quadrante superior direito); terço inferior (2º, quadrante superior esquerdo) e terço superior (3º; quadrante inferior esquerdo).

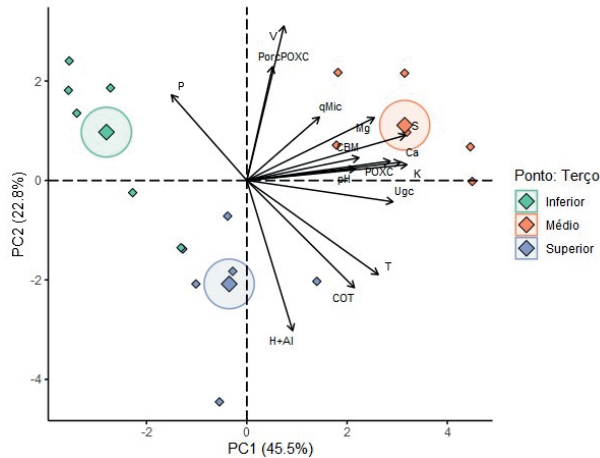


Figura 1: Análise de componentes principais integrando as variáveis numatopossequência sob diferentes coberturas vegetais, no Jardim Botânico da UFRRJ. C-BMS: Carbono da biomassa microbiana do solo; qMic: Quociente microbiano; POXC: Carbono lábil oxidável por permanganato de potássio; PorPOXC: Porcentagem de POXC no carbono orgânico total; Ug: Umidade gravimétrica; COT: Carbono orgânico total; pH: Acidez ativa; Ca²⁺: Cálcio trocável; Mg²⁺: Magnésio trocável; H+Al: Acidez potencial; K⁺: Potássio trocável; P: Fósforo disponível; S: Soma de bases; T: Capacidade de troca catiônica a pH 7,0; e V: Saturação de bases.

As variáveis que mais contribuíram (valores de correlação $-0,70 \geq r \geq 0,70$) para a formação do PC1 (45,5%; eixo primário) foram valor S (0,92), K⁺ (0,92), Ca²⁺ (0,90), Ug (0,85), POXC (0,84), valor T (0,77), Mg²⁺ (0,74) e C-BMS (0,70). Essas variáveis estão mais associadas ao terço médio da encosta (Figura 1), reforçando a diferença dessa área em comparação as demais com base nos resultados da biomassa microbiana e carbono lábil (Tabela 1). O valor V (0,91), PorPOXC (0,67) e H+Al (-0,88) foram as variáveis discriminantes que auxiliaram na construção do PC2 (22,8%, eixo secundário).

CONCLUSÕES

Os teores de carbono da biomassa microbiana e carbono orgânico lábil foram maiores no terço médio da paisagem, sob influência das espécies da família *Poaceae*.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio da CAPES, CNPq, FAPERJ, PPGA-CS/UFRRJ e Jardim Botânico/UFRRJ.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, J. P. E.; DOMSCH, K. H. **The metabolic quotient of CO_2 (qCO_2) as a specific activity parameter to assess the effects of environmental condition, such as pH, on the microbial of forest soil.** Soil Biology and Biochemistry, v. 25, n. 3, p. 393-395, 1993.
- CULMAN SW, FREEMAN M, & SNAPP SS. (2012) **Procedure for the determination of permanganate oxidizable carbon.** Kellogg Biological Station-Long Term Ecological Research Protocols, Hickory Corners, MI.
- DE-POLLI, H.; GUERRA, J.G.M. **Determinação do carbono da biomassa microbiana do solo: Método da fumigação-extração.** Seropédica: Embrapa-CNPAB, p. 10, 1997.
- DIONÍSIO, J. A.; PIMENTEL, I. C.; SIGNOR, D. Biomassa microbiana. 2016.
- ESPINDOLA, J. A. A.; ALAMEIDA, D. L.; GUERRA, J. G. M.; SILVA, E. M. R. **Flutuação sazonal da biomassa microbiana e teores de Nitrato e amônio de solo coberto com Paspalum notatum em um Agroecossistema.** Revista Floresta e Ambiente, v. 8, n.1, p.104 - 113, 2001.
- MUÑOZ, Angelica Maria Mosquera; DE FREITAS, Simone Rodrigues. **Importância dos Serviços Ecosistêmicos nas Cidades: Revisão das Publicações de 2003 a 2015.** Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, v. 6, n. 2, p. 89-104, 2017.
- PINHEIRO JUNIOR, C R.; PEREIRA, MG.; GOMES, G H J.; CABREIRA, V W.; CEDDIA, B M.; FREIRE, O M. **Solos do Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.** In: Pesquisas no Jardim Botânico da UFRRJ. Rio de Janeiro: Edur, 2022. 274p
- PINTO, L. A. S. R.; LIMA, S. S.; PEREIRA, M. G.; ZIVIANI, M. M.; ASSUNÇÃO, S. A.; ROSSI, C. Q.; SILVA, C. F.; SANTOS, O. A. Q.; SCHULTZ N. **Biomassa microbiana como indicador de qualidade do solo sob diferentes coberturas vegetais.** In: Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável 2.2 ed.: Atena Editora, v.2, p. 184-195, 2019.
- SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 3. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2013.
- SCHULTZ N.; PINTO, L. A. S. R.; LIMA, S. S.; ZIVIANI, M. M.; ASSUNÇÃO, S. A.; PEREIRA, M. G. **Agregação do solo e atributos químicos em áreas com diferentes coberturas vegetais** In: Características do Solo e sua Interação com as Plantas 2.2 ed.: Atena Editora, v.2, p. 1-12, 2019.
- SILVA JÚNIOR ML et al. 2009. Carbon content in Amazonian Oxisols after Forest conversion to pasture. Revista Brasileira de Ciência do Solo 33: 1603-1611.
- SILVA, M. S. **Uso de indicadores biológicos para avaliação da qualidade do solo sob cultivo de culturas agroenergéticas em Pedro Afonso, Tocantins.** 2014. 80f. Tese (Mestrado em Agroenergia). Universidade Federal do Tocantins. Palmas, 2014.
- WEIL, R. R.; MAGDOFF, F. **Significance of soil organic matter to soil quality and health.** Magdoff F. & Weil RR (Eds.), Soil Organic Matter in Sustainable Agriculture, CRC Press, Boca Raton, FL. 2004:1-43.