

ESTOQUES DE C E N E FRAÇÕES DA MATÉRIA ORGÂNICA EM SOLOS DO PARQUE NACIONAL DE ITATIAIA, RJ

Data de aceite: 01/04/2024

João Pedro Coumendouros Scott

Estudante de graduação em Agronomia
(UFRRJ)

Luciele Hilda da Silva Miranda

Estudante de graduação em Agronomia
(UFRRJ)

Matheus da Silva de Carvalho

Estudante de graduação em Agronomia
(UFRRJ)

Melania Merlo Ziviani

Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo (UFRRJ)

Marcos Gervasio Pereira

Professor do Departamento de Solos
(UFRRJ)

Lúcia Helena Cunha dos Anjos

Professora do Departamento de Solos
(UFRRJ)

RESUMO: O maior estoque de carbono terrestre está nos solos, fato que ressalta a importância do monitoramento desses estoques como ferramenta no combate e prevenção das mudanças climáticas. Particularmente, áreas montanhosas apresentam grande potencial de estoque

e sequestro de carbono no solo. O estudo das frações de carbono orgânico particulado (COP) e carbono orgânico associado aos minerais (COam) tem papel fundamental na compreensão desses estoques. O COP representa a fração de menor estabilidade e mais sujeita a mudanças, e o COam representa a fração mais transformada e mais protegida, devido à associação aos minerais do solo. Porém, essas áreas enfrentam frequente pressão devido às ações antrópicas, sendo o Parque Nacional de Itatiaia (PNI) um exemplo. O estudo teve como objetivo analisar quatro perfis de Cambissolos localizados no PNI, identificados como: Cambissolo Húmico Distrófico saprolítico (CHdsapro); Cambissolo Hístico Distrófico típico (CHdtípico3); Cambissolo Hístico Distrófico típico (Cldtípico1); e Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico (CXbdtípico1), para estudar a dinâmica dos teores e estoques de nitrogênio (N), carbono total (CT), COP e COam. Os conteúdos de COP foram superiores aos de Coam. O COP se destacou nos horizontes de constituição orgânica (O), enquanto o COam se destacou nos de horizontes constituição mineral (A). Conclui-se que o predomínio da fração mais lábil (COP) nos horizontes

superficiais indica a maior suscetibilidade e fragilidade desses ambientes, diante da ação do homem e das mudanças climáticas.

PALAVRAS-CHAVE: cambisols, hisstic horizon, organic carbon associated with minerals, particulate organic carbon, itatiaia national park.

CARBON AND NITROGEN AND SOIL ORGANIC MATTER FRACTIONS STOCKS IN SOILS FROM ITATIAIA NATIONAL PARK

ABSTRACT: The largest terrestrial carbon stock is in soils, a fact that highlights the importance of monitoring these stocks as a tool for combating and preventing climate change. Particularly, mountainous areas have great potential for storing and sequestering carbon in the soil. The study of the fractions of particulate organic carbon (CO_p) and organic carbon associated with minerals (CO_{am}) plays a fundamental role in understanding these stocks. CO_p represents the fraction with the least stability and most subject to change, and CO_{am} represents the most transformed and most protected fraction, due to its association with soil minerals. However, these areas face frequent pressure due to human actions, with Itatiaia National Park (PNI) being an example. The study aimed to analyze four Cambissolo profiles located in the PNI, identified as: Cambissolo Húmico Distrófico saprolítico (CHdsapro); Cambissolo Hístico Distrófico típico (CHdtípico3); Cambissolo Hístico Distrófico típico (Cldtípico1); e Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico (CXbdtípico1), to study the dynamics of the contents and stocks of nitrogen (N), total carbon (TC), CO_p and CO_{am}. The CO_p contents were higher than those of CO_{am}. CO_p stood out in horizons with organic constitution (O), while CO_{am} stood out in horizons with mineral constitution (A). It is concluded that the predominance of the most labile fraction (CO_p) in the surface horizons indicates the greater susceptibility and fragility of these environments, in the face of human action and climate change.

KEYWORDS: Inceptisol, histic horizon, organic carbon associated with minerals, particulate organic carbon, itatiaia national park.

INTRODUÇÃO

Na Convenção Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima realizada em Copenhage, Dinamarca, 2009, foi realizado um acordo entre 117 países e entidades internacionais tendo como meta o monitoramento dos estoques de carbono dos países em desenvolvimento, como o Brasil, com a intenção de combate e prevenção às mudanças climáticas (UNFCCC, 2009). Os solos constituem o maior estoque de carbono terrestre (FAO, 2022) possuindo potencial para contribuir com quatro dos objetivos de desenvolvimento sustentável estabelecidos pela Organização das Nações Unidas. Dois destes objetivos são a ação contra a mudança global do clima (Objetivo 13) e proteger, restaurar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres (Objetivo 15).

Particularmente, ambientes montanhosos que correspondem a áreas de grande diversidade e potencial de estoque e sequestro de carbono estão cada vez mais sob pressão, devido ao uso indevido e à competição por terras disponíveis para agricultura, em

virtude de suas limitações (FAO, 2015). Nesta situação, destaca-se o Parque Nacional de Itatiaia (PNI), um ambiente montanhoso com baixas temperaturas, fornecendo ambiente propício à formação de Cambissolos com horizontes de alto acúmulo de matéria orgânica (O hísticos e A húmicos), devido às condições que favorecem a preservação da matéria orgânica do solo (BARBOSA et al., 2018). O carbono orgânico presente no solo pode ser estratificado com o emprego do fracionamento granulométrico, obtendo-se o carbono orgânico particulado (CO_p), correspondendo à fração mais facilmente modificável, e à associada aos minerais (CO_{am}), em estágio mais avançado de transformação e mais estável (CAMPARDELLA;ELLIOT, 1992). A análise da distribuição do carbono orgânico e suas frações pode funcionar como um indicador das modificações que uma área está sendo submetida.

Diante do exposto, este estudo teve como objetivo a avaliação dos estoques de carbono e nitrogênio totais do solo e das frações orgânicas da matéria orgânica do solo (MOS) de Cambissolos no PNI, e fornecer informações sobre a fragilidade destes ambientes frente às mudanças climáticas.

MATERIAL E MÉTODOS

Os solos estudados foram coletados no PNI (23K, 531658/ 7528456 UTM Datum WGS 84), e classificados de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS (SANTOS et al., 2018). Maiores informações sobre as características dos solos podem ser encontradas em Costa (2019). No total, foram avaliados 4 perfis de Cambissolos, sendo classificados nas subordens Hístico, Húmico e Háplico. Tais perfis foram identificados como: Cambissolo Húmico Distrófico saprolítico (CHdsapro); Cambissolo Hístico Distrófico típico (CHdtípico3); Cambissolo Hístico Distrófico típico (Cl dtípico1); e Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico (CXbdtípico1) (Costa, 2019).

Após a descrição e coleta, as amostras foram secas ao ar, destorroadas e passadas por peneira de 2,00 mm de diâmetro de malha, obtendo-se assim a terra fina seca ao ar (TFSA), que foi utilizada para realizar o fracionamento granulométrico da MOS, obtendo-se assim as frações CO_p (carbono orgânico particulado) e CO_{am} (carbono orgânico associado aos minerais), de acordo com o método proposto por e Cambardella e Elliot (1992). Os valores de carbono total (CT), nitrogênio total (NT) e densidade do solo (Ds) foram extraídos de Costa (2019). O cálculo dos estoques foi realizado através do método proposto por Bernoux et al. (1998), a partir da multiplicação entre os valores das variáveis (NT, CT, CO_p e CO_{am}) (g kg⁻¹), Ds (Mg m⁻³) do horizonte, e a espessura do horizonte (m), em megagrama por hectare (Mg ha⁻¹).

Os resultados foram avaliados através do software estatístico C2 (JUGGINS, 2007), para gerar representações gráficas dos perfis, facilitando a visualização dos estoques, de acordo com os horizontes e a profundidade dos perfis.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De maneira geral, observou-se maiores valores dos teores de NT, CT, COp e Coam, nos horizontes superficiais (Tabela 1). O teor de N foi verificado em maiores valores nos horizontes superficiais, com diminuição gradual do seu valor, em profundidade. Em relação ao CT, observou-se maiores valores nos horizontes superficiais, com destaque para os horizontes de constituição orgânica. Quanto ao fracionamento granulométrico da MOS, os maiores valores da fração COp foram registrados nos horizontes de constituição orgânica, enquanto o COam predominou nos horizontes minerais (A).

Foi observado em relação aos estoques, que em todos os perfis os estoques de CT foram maiores que de N (Figuras 1 e 2). Para o estoque de CT, os maiores valores foram verificados nos horizontes superficiais de constituição orgânica, com exceção do perfil Cldtipico1. Com relação às frações de carbono, foi observado que os estoques de COp e COam são inversamente proporcionais. Nos horizontes de constituição orgânica, a fração COp predominou, enquanto COam assumiu a maior proporção nos horizontes minerais.

Tabela 1: Conteúdos de Nitrogênio e Carbono Totais (NT e CT, respectivamente) e das frações Carbono orgânico particulado (COp) e carbono orgânico associado aos minerais (COam) dos perfis Cambissolo Húmico Distrófico saprolítico (CHdsapro); Cambissolo Hístico Distrófico típico (CHdtypico3); Cambissolo Hístico Distrófico típico (Cldtipico1); e Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico (CXbdtipico1)

SiBCS	Horizonte	NT	CT	COp	COam
		g kg ⁻¹			
CHdsapro	O	6,50	112,2	45,53	66,67
CHdsapro	A1	3,10	53,00	37,85	15,15
CHdsapro	A2	4,20	62,6	24,76	37,84
CHdsapro	Bi	0,50	26,1	8,08	18,02
CHdsapro	Bcr	0,60	6,6	4,65	1,95
CHdtypico3	O	4,50	84,5	67,94	16,56
CHdtypico3	A1	2,40	47,9	6,18	41,72
CHdtypico3	A2	2,00	41,1	5,34	35,76
CHdtypico3	AB	0,90	18,6	2,65	15,95
CHdtypico3	Bi	0,50	8,9	1,65	7,25
Cldtipico1	O	7,50	86,00	50,04	35,96
Cldtipico1	A1	6,70	75,50	27,67	47,83
Cldtipico1	A2	5,50	63,70	22,58	41,12
Cldtipico1	A3	3,90	48,30	9,56	38,74
Cldtipico1	Bi	1,70	22,00	3,15	18,85
Cldtipico1	BC	1,00	13,40	1,67	11,73
CXbdtipico1	O	9,70	127,30	74,23	53,07
CXbdtipico1	Bi1	4,40	59,60	16,08	43,52
CXbdtipico1	Bi2	2,60	37,00	2,63	34,37
CXbdtipico1	Cr	1,20	16,60	1,99	14,61

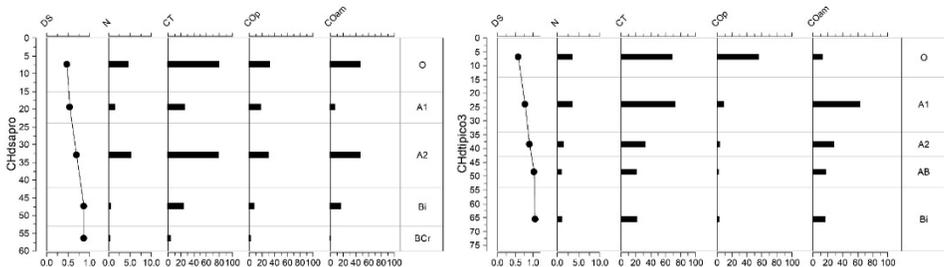


Figura 1: Densidade do solo (Ds), estoque de nitrogênio (N), estoque de carbono orgânico total (COT), carbono orgânico particulado (COP) e carbono orgânico associado aos minerais representados nos perfis de acordo com seus horizontes e profundidades. Sendo os perfis: Cambissolo Húmico Distrófico saprolítico (CHdsaprio) e Cambissolo Hístico Distrófico típico (CHdtipico3).

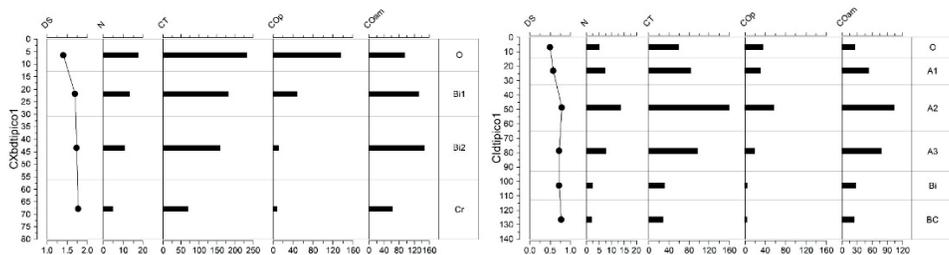


Figura 2: Densidade do solo (Ds), estoque de nitrogênio (N), estoque de carbono orgânico total (COT), carbono orgânico particulado (COP) e carbono orgânico associado aos minerais representados nos perfis de acordo com seus horizontes e profundidades. Sendo os perfis: Cambissolo Hístico Distrófico típico (Cldtipico1) e Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico (CXbdtipico1).

De maneira geral, os maiores valores de estoques de CT e N foram quantificados nos horizontes de maior espessura (Tabela 1). A espessura está diretamente relacionada ao cálculo dos estoques, fazendo com que os horizontes mais espessos possuam valores mais elevados.

Em relação a soma dos estoques dos horizontes de cada perfil, COam apresentou maior valor que COP, sendo exceção a esse padrão o perfil Cldtipico3. No perfil CXbdtipico1, foram verificados os maiores valores para todos os atributos avaliados, com os valores mais altos de CT (233,80 Mg ha⁻¹), N (17,82 Mg ha⁻¹) e COP (136,33 Mg ha⁻¹) no horizonte O, e a fração Coam no horizonte Bi2 (149,28 Mg ha⁻¹). Com relação aos valores dos estoques nos perfis, como um todo, os maiores valores foram todos observados no perfil CXbdtipico1, com os valores de N, CT, COP e COam 47,70; 647,85; 205,43 e 442,42 Mg ha⁻¹, respectivamente.

A diferença dos resultados encontrados para os estoques de COP e COam pode ser explicada pela natureza das duas frações. O COam é a fração que se associa às partículas de silte e argila, sendo mais estável devido à proteção coloidal exercida pelos minerais. Já o COP é a fração orgânica que assume tamanho de areia do solo, sendo menos estável,

e estando relacionada à recente deposição de material orgânico no solo (LAVALLE et al., 2020; CAMBARDELLA; ELLIOT, 1992; ROSSI et al., 2012).

Os estoques de nitrogênio, carbono e das frações da MOS quantificados nestes solos atesta a importância destes ambientes como armazenadores de carbono, e os altos valores de estoque da fração menos protegida (COP) nos horizontes mais superficiais destaca a fragilidade destes ecossistemas. Os resultados obtidos demonstram a importância e necessidade do monitoramento dos estoques de carbono e da manutenção de ambientes como estes, para a diminuição da liberação de carbono para a atmosfera, e dessa forma auxiliar no combate contra as mudanças climáticas globais, contribuindo para a preservação de ecossistemas únicos e biodiversos.

CONCLUSÕES

Os valores dos estoques de nitrogênio e das frações de carbono orgânico em Cambissolos no Parque Nacional de Itatiaia destacam a importância desse ambiente no que se refere ao sequestro e armazenamento de carbono. Isso ressalta a importância da conservação dessas áreas, para alinhar com os objetivos propostos pela ONU, em relação ao desenvolvimento sustentável.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi realizado com o apoio da CAPES; CNPq, FAPERJ, PPGA-CS, UFRRJ e do Parque Nacional de Itatiaia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, A. S., SANTOS, G. B., DIAS, E. S., SIQUEIRA, E. S., SILVA, J. R., BARBOSA, V. D. Principais fatores condicionantes da formação e implicações para uso de Cambissolos em São Desidério, Oeste da Bahia. *Revista Espinhaço*, 2018.

BERNOUX, M., ARROUAYS, D., CERRI, C., VOLKOFF, B., JOLIVET, C., 1998. Bulk densities of Brazilian Amazon soils related to other soil properties. *Soil Science Society of America Journal*, 62(3), 743–749.

CAMBARDELLA, C.A.; ELLIOTT, E.T. Methods for physical separation and characterization of soil organic matter fractions. *Geoderma*, v. 56, p. 449-457, 1992.

COSTA, E.M. **Caracterização de solos e avaliação da vulnerabilidade de ambientes no parque nacional de Itatiaia, Brasil**. 2019. 137 p. Dissertação (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Ciência do Solo, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2019.

JUGGINS, S. C2 Version 1.5 User Guide. Software for Ecological and Palaeoecological Data Analysis and Visualisation. Newcastle University, Newcastle upon Tyne, UK, p. 73, 2007.

LAVALLEE, J.M.; SOONG, J.L.; COTRUFO, M.F. Conceptualizing soil organic matter into particulate and mineral-associated forms to address global change in the 21st century. **Global Change Biology**, v. 26, p. 261-273, 2020.

Report of the Conference of the Parties on its fifteenth session, held in Copenhagen from 7 to 19 December 2009. Addendum. Part Two: Action taken by the Conference of the Parties at its fifteenth session. Copenhagen: United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). Conference of the Parties (COP), 2009-. Disponível em: < <https://unfccc.int/documents/6103> >. Acesso em: 2 nov. 2022

ROSSI, C.Q. et al. Frações lábeis da matéria orgânica em sistema de cultivo com palha de braquiária e sorgo. *Revista Ciência Agronômica*, v. 43, n. 1, p. 38-46, 2012.

SANTOS, H.G. et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed. revisada e ampliada. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

Technical report Global Soil Organic Carbon Sequestration Potential Map. Rome: Food and Agriculture Organization (FAO), 2022-. ISBN 978-92-5-135897-9. Disponível em: < doi.org/10.4060/cb9002en >. Acesso em: 3 nov. 2023.

Understanding Mountain Soils: A contribution from mountain areas to the International Year of Soils 2015. Itália, Roma: Food and Agriculture Organization (FAO), 2015-. ISBN 978-92-5-108804-3. Disponível em: < <https://www.fao.org/3/i4704e/i4704e.pdf> >. Acesso em: 3 nov. 2023