



Carbono Orgânico Total e Lábil em Solos de uma Topossequência de Cambissolo Háplico e em Coprólitos de Minhoca ⁽¹⁾.

Flavia Gigliane Freitas Lima⁽²⁾; Eulene Francisco da Silva⁽³⁾; Diana Ferreira de Freitas⁽⁴⁾; Cleiton de Freitas Duarte⁽²⁾; Alzira Sonia Maia⁽²⁾; Eula Paula da S. Santos⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do PROPPG/UFERSA, Editais primeiros projetos.

⁽²⁾ Graduandos do Curso de Ecologia da Universidade Federal Rural do Semiárido, DCAT/UFERSA. Av. Francisco Mota, 572 - Bairro Costa e Silva, Mossoró RN, CEP: 59.625-900. claytonranyel@hotmail.com; flaviagfl@gmail.com; sonia_maia19@hotmail.com.

⁽³⁾ Professora da Universidade Federal Rural do Semiárido, DCAT/UFERSA. Av. Francisco Mota, 572 - Bairro Costa e Silva, Mossoró RN, CEP: 59.625-900. eulenesilva@ufersa.edu.br.

⁽⁴⁾ Professora da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada. Fazenda Saco, s/n. Serra Talhada PE, CEP 56903-970. freitasdf.solos@gmail.com

⁽⁵⁾ Graduanda do Curso de Agronomia da Universidade Federal Rural do Semiárido, DCAT/UFERSA. Av. Francisco Mota, 572 - Bairro Costa e Silva, Mossoró RN, CEP: 59.625-900. eulapaulasantos21@gmail.com

RESUMO: Variações nos atributos do solo dependem da posição do solo na paisagem e processos de drenagem, erosão e deposição, e organismos. Assim, o objetivo desta pesquisa foi comparar o carbono orgânico total, lábil e não lábil, de solos numa topossequência e, os dos coprólitos encontrados no terço médio. O experimento ocorreu na Universidade Federal Rural de Pernambuco, na Unidade Acadêmica de Serra Talhada, sendo as análises realizadas na Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Para o estudo, foram selecionados quatro perfis em topossequência em Cambissolos Háplicos. Os pontos amostrados foram: AP1 – topo; AP2 – terço médio; AP3 – terço médio, equidistantes lateralmente 600 m do AP2; AP4 – terço inferior. No terço médio do AP3, foi o local onde os coprólitos (COP 1, COP 2 e COP 3) e para efeito de comparação foram coletados os horizontes AB e o B, do mesmo local. Os coprólitos de minhoca, comparados aos horizontes A dos Cambissolos da topossequência concentram mais carbono orgânico total, lábil e não lábil. Sendo a magnitude desses efeitos mais observados nas frações recalitrantes como COT e CNL.

Termos de indexação: labilidade, minhoca, horizontes do solo.

INTRODUÇÃO

As variações nos atributos do solo são devidas a vários fatores, dentre eles a posição do solo na paisagem, drenagem do terreno, processos de erosão e deposição e desenvolvimento da vegetação (Cantón et al. 2003). Estudo realizado por Meireles et al. (2012) demonstrou que os solos oriundos de mesmo material de origem (basalto) apresentaram atributos físicos e químicos com comportamento dependente das formas do relevo.

Com o uso de técnicas estatísticas multivariadas, os autores distinguiram três diferentes ambientes, que equivalem às três superfícies geomórficas.

Segundo Anjos et al. (1998), as superfícies geomórficas definem as taxas de intemperismo, o grau de desenvolvimento do solo e o comportamento dos fluxos de água, que, por sua vez, coordenam os processos de iluviação e acúmulo de cátions. Portanto numa topossequência pode-se encontrar solos, ainda que com a mesma classificação com atributos diferentes. Outros atributos químicos que pode diferenciar na topossequência é o carbono orgânico total (COT), Santos et al. (2010) estudando o solo de uma topossequência de origem basáltica, na região de Batatais (SP), observaram que independente do perfil e tipo de solo, os teores de COT decrescem em profundidade, sendo o maior valor observado no horizonte A do Cambissolo (31,68 g kg⁻¹) encontrado no topo.

A distribuição do C orgânico nos perfis evidencia a importância do relevo na dinâmica do C do solo, Balieiro et al. (2008) encontraram que os maiores teores de C nos solos foram os situados nos terços médio (Argissolo Amarelo, 75,4 g kg⁻¹) e superior (Argissolo Vermelho-Amarelo, 90,5 g kg⁻¹), atribuindo isso aos maiores percentuais de argila nesses perfis.

Os organismos também influenciam a dinâmica do solo, entre eles destacam-se as minhocas, formigas e cupins. As galerias e os coprólitos desses animais são definidos como estruturas biogênicas (Rossi et al., 2006) que causam alterações nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (Lafont, 2007).

Devido à ingestão de materiais minerais e orgânicos pelas minhocas geófagas, seus coprólitos podem conter maiores quantidades de C orgânico, N total e P inorgânico do que o solo. Fiuzza et al. (2011) observaram que os coprólitos de minhoca (*Chibui*



bari), comparados ao Argissolo Vermelho-Amarelo adjacente, concentram mais nutrientes (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , P) e COT, aumentam a respiração microbiana, a CTC e o pH e reduzem os teores de Al^{3+} .

Tendo em vista esses aspectos, o objetivo desta pesquisa foi comparar o carbono orgânico total, lábil e não lábil, de solos numa topossequência e os dos coprólitos encontrados no terço médio.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento ocorreu na Universidade Federal Rural de Pernambuco, na Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST-UFRPE) na Fazenda Saco, no Município de Serra Talhada – PE, (Latitude: $7^{\circ}59'S$, longitude: $38^{\circ}15'$ e altitude: 431 metros), Sertão de Pernambuco, em área de relevo suavemente ondulado. O clima da região é Semiárido, segundo a classificação de Köppen, é do tipo BSw h' (quente e seco), com precipitação média anual de 632 mm. A vegetação original é caatinga hiperxerófila. O solo da área é classificado como Cambissolo Háplico, de textura média à arenosa.

Para o estudo, foram selecionados quatro perfis em topossequência em Cambissolos Háplicos. As amostras deformadas dos horizontes selecionados, foram coletadas em forma de trincheira de 1,5 x 1,5 x 1,20 cm (largura, comprimento e profundidade, respectivamente). Os pontos amostrados foram: **AP1** – topo; **AP2** – terço médio; **AP3** – terço médio, equidistantes lateralmente 600 m do AP2; **AP4** – terço inferior.

Desde 1977 essas áreas em topossequência foram utilizadas pelo IPA (Instituto Agrônomo de Pernambuco) com as seguintes cultivares: cebola, tomate, milho, sorgo forrageiro (cultivar 467) e sorgo granífero (cultivar IPA 1011) e mamona. Alguns anos houve alternância entre milho e sorgo para forragem, e outros para a produção de semente. Desde 2005, até a data atual essas áreas encontram-se em pousio.

No terço médio AP3, foi o local onde encontraram-se atividades biológicas atuais, na forma de coprólitos de minhoca (dejetos), na superfície do solo, os quais formavam montículos de até 30 cm de altura na superfície do solo. Os coprólitos de minhoca estudados foram: **COP 1** em áreas com Plantas de Algaroba; **COP 2** áreas com plantas de NIM, **COP 3** em área experimental de Palma Forrageira + Algaroba. Para efeito de comparação foram coletados os horizontes **AB** e **B**, no mesmo local. Totalizando nove tratamentos. Os coprólitos foram coletados manual e individualmente, selecionando-se aleatoriamente,

sendo posteriormente destorroados e passados em peneiras de 2,0 mm.

As análises químicas foram realizadas na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) no Laboratório de Análise de Solo e Planta (LASAP/DCAT).

Para a análise dos teores de carbono total, as amostras de solo foram secas ao ar, destorroadas, trituradas em almofariz e passadas em peneira com malha de 0,210 mm. O Carbono orgânico total (COT) foi determinado segundo o método de oxidação via úmida, com aquecimento externo, descrito por Yeomans & Bremner (1988). O N total foi realizado pelo método Kjeldahl.

Para a determinação do teor de C oxidado por KMnO_4 , que é o carbono lábil (CL), pesou-se 1 g de solo, sendo posteriormente colocados em tubo de centrifuga de 50 mL, juntamente com 25 mL de solução de KMnO_4 ($0,033 \text{ mol L}^{-1}$) (Shang & Tiessen, 1997). Esta solução foi agitada em agitador horizontal a 130 rpm por 1 hora e centrifugada a 960 g por cinco minutos. Após a centrifugação, pipetou-se 100 μL do sobrenadante em tubos de ensaio e o volume foi completado com 10 mL de água destilada. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro em comprimento de onda de 565 nm, sendo o CL determinado a partir da equação da curva padrão. O carbono não lábil (CNL) foi obtido pela diferença do CL e carbono orgânico total.

Os dados foram submetidos às análises de variância e as médias analisadas por meio de Tukey a 5% de probabilidade utilizando o programa computacional o SAEG 9.1 (Ribeiro Júnior & Melo, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na **tabela 1** encontram-se as médias referentes aos teores de carbono orgânico total (COT), lábil (CL), não lábil (CNL) e os suas respectivas relações dos horizontes A de 4 perfis e coprólitos de minhoca encontrados no horizonte A do perfil 3, além do horizonte AB e B do mesmo perfil.

Analisando o COT observou-se que os maiores teores de COT foram encontrados nos coprólitos de minhoca com a cobertura vegetal de Palma Forrageira + Algaroba (COP 3 - $1,78 \text{ dag kg}^{-1}$) e Plantas de Algaroba (COP 1 - $1,45 \text{ dag kg}^{-1}$), seguido por Plantas de NIM (COP 2 - $1,12 \text{ dag kg}^{-1}$). Isto equivale a um aumento de aproximadamente 144, 99 e 53%, respectivamente, em relação ao horizonte AP3 ($0,73 \text{ dag kg}^{-1}$) no qual foram encontrados os coprólitos. Provavelmente, o aumento nos teores de COT, em relação ao solo, deve-se ao fato de que, as minhocas geófagas



ingerem materiais minerais e orgânicos, e em seu trato digestivo ocorre uma mistura que influencia nos seus coprólitos, os quais podem conter maiores quantidades de C orgânico. Neste experimento observou-se também que a quantidade de C foi maior nas áreas de Algaroba e Palma Forrageiras. Estas áreas estão inseridas num ambiente mais sombreado, o que pode ter aumentado a atividade das minhocas, contribuindo para esse aumento.

Os recursos adicionados ao material ingerido pelas minhocas permanecem nos excrementos, aumentando as taxas de mineralização de nutrientes por curto período de tempo, até que os coprólitos comecem a secar e, então, a decomposição da matéria orgânica, a mineralização de nutrientes e a atividade microbiana tende a estabilizar, atingindo, muitas vezes, níveis inferiores aos observados no solo não ingerido, contribuindo para aumento de C (Brown et al., 2000). Essa sequência de eventos é importante para a regulação da matéria orgânica, para o estoque de C no solo e para a formação de macro e microagregados (Pulleman et al., 2004; Lavelle et al., 2006).

Em estudo realizado no Sudoeste da Nigéria, Oyedele et al. (2006) verificaram nos coprólitos de minhocas (*Hyperiodrilus africanus*) que houve um significativo enriquecimento em bases trocáveis, matéria orgânica, saturação por bases e CTC. Em Rio Branco no Acre, Fiuza et al (2011) observaram que os coprólitos de *Chibui bari*, comparados ao solo adjacente, concentraram nutrientes (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , P) e COT, além, de aumentar a respiração microbiana, a CTC e o pH e reduzir os teores de Al^{3+} .

Com relação ao carbono lábil e não lábil constatou-se também aumento nestas frações nos coprólitos. Em relação ao horizonte AP3 (2,04 g kg^{-1}), o aumento no CL foi de 44, 42 e 22% para os coprólitos sob Algaroba, Palma Forrageira + Algaroba e NIM, respectivamente. O aumento nesta fração é importante pois o CL se correlaciona com o carbono oxidado pelos microrganismos do solo, e sendo este carbono abundante nos coprólitos, também serve, quando mineralizados, para liberação mais rápida de nutriente. Esta fração é também importante para estabilidade de agregados (Schimiguel, 2014).

Nos coprólitos e horizonte AP3 do Cambissolo onde os mesmos foram encontrados, não houveram diferenciação em termos percentuais de CL:COT, a não ser para o horizonte AP1 no topo da topossequência, o qual apresentou menor carbono na fração lábil em detrimento das frações mais resistentes à oxidação microbiana (15,14 %). Em geral os valores percentuais do CL em relação ao COT foram baixos comparados a outros estudos em que estes valores variam 25% (Shang & Tiessen,

1997) a 50% (Blair et al., 1995), exceto para o horizonte B do AP3 (31,74 %).

O aumento nas frações mais recalcitrantes foram ainda maiores como o observado pelo CNL. Em relação ao AP3 (5,26 g kg^{-1}) o aumento foi de 120, 183 e 66% para os coprólitos sob Algaroba, Palma Forrageira + Algaroba e NIM, respectivamente. Analisando a relação entre CL:CNL não houve diferença estatística significativa provavelmente devido ao alto coeficiente de variação das amostras (47,57 %). Quanto a sensibilidade das frações em detectar diferenças Blair et al. (1995), ao avaliar solos da Austrália e do Brasil, constataram que o cultivo agrícola (trigo em rotação com leguminosas e cana-de-açúcar) resultou em maior redução do CL (63,3%), em comparação àquelas observadas para o CNL (39,3%) e o COT (44,9%), todavia neste experimento observou-se que as maiores variações ocorreram no carbono não lábil e total que o carbono lábil.

CONCLUSÕES

Os coprólitos de minhoca, comparados aos horizontes A dos Cambissolos da topossequência concentram mais carbono orgânico total, lábil e não lábil. Sendo a magnitude desses efeitos mais observados nas frações recalcitrantes como COT e CNL.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à UFERSA e CNPq por meio dos Editais Primeiros Projetos (PROPPG/UFERSA) pelo apoio financeiro e concessão de bolsa de iniciação científica.

REFERÊNCIAS

BALIEIRO, F.C.; OLIVEIRA, W.C.; PEREIRA, M.G.; ANJOS, L. H.C.; PICCOLO, M.C.; JACCOUD, C.F. Fertilidade e carbono do solo e uso da água pelo eucalipto numa topossequência em Seropédica, RJ. Revista Árvore, 32 (1): 153-162, 2008.

BLAIR, G.J.; LEFROY, R.D.B.; LISLE, L. Soil carbon fractions based on their degree of oxidation, and the development of a carbon management index for agricultural systems. Australian Journal of Agricultural Research, 46:1459- 1466, 1995.

BROWN, G.G.; BAROIS, I. & LAVELLE, P. Regulation of soil organic matter dynamics and microbial activity in the drilosphere and the role of interactions with other edaphic functional domains. Eur. J. Soil Biol., 36:177-198, 2000.

CANTÓN, Y.; SOLÉ-BENET, A.; LÁZARO, R. Soilgeomorphology relations in gypsiferous materials of



the Tabernas Desert (Almería, SE Spain). *Geoderma*, 115 (2): 193-222, 2003.

FIUZA, S.S.; KUSDRA, J.F. & FURTADO, D.T. Condição química e atividade microbiana em coprólitos de *Chibui bari* (OLIGOCHAETA) e no solo adjacente. *R. Bras. Ci. Solo*, 35:723-728, 2011.

LAFONT, A. Effects of the earthworm *Pontoscolex corethrurus* on banana plants infected or not with the plant-parasitic nematode *Radopholus similis*. *Pedobiologia*, 51:311-318, 2007.

LAVELLE, P.; PASHANASI, B.; CHARPENTIER, F.; GILOT, C.; ROSSI, J. P.; DEROUARD, L.; ANDRE, J.; PONGE, J. F. & BERNIER, N. Effects of earthworms on soil organic matter and nutrient dynamics at a landscape scale over decades. In: EDWARDS, C.A., ed. *Earthworm ecology*. 2.ed. Boca Raton, CRC Press, 2004. p.145-160.

MEIRELES, T. H.; MARQUES JÚNIOR, J.; CAMPOS, MCC; PEREIRA, G.T. Relações solo-paisagem em topossequência de origem basáltica. *Pesq. Agropec. Trop.* 42(2): 129-136, 2012.

OYEDELE, D.J.; SCHJONNING, P. & AMUSAN, A.A. Physicochemical properties of earthworm casts and uningested parent soil from selected sites in southwestern Nigeria. *Ecological Engineering*, 28:106-113, 2006.

PULLEMAN, M.M. & MARINISSEN, J.C.Y. Physical protection of mineralizable C in aggregates from longterm pasture and arable soil. *Geoderma*, 120:273-282, 2004.

RIBEIRO JÚNIOR, J. I.; MELO, A. L. P. Guia prático para utilização do SAEG. Viçosa-MG: UFV, 2008. 288p.

ROSSI, J.P.; HUERTA, E.; FRAGOSO, C.; LAVELLE, P. Soil properties inside earthworm patches and gaps in a tropical grassland. *Eur. J. Soil Biol.*, 42:284-288, 2006.

SHANG, C.; TIESSEN, H. Organic matter lability in tropical Oxisol: Evidence from shifting cultivation, chemical oxidation, particle size, and magnetic fractionations. *Soil Science*, 162(11):795-807, 1997.

SCHIMIGUEL, R.; SÁ, J.C.M.; BRIEDIS, C.; HARTMAN, D. C., ZUFFO, J. Estabilidade de agregados do solo devido a sistemas de cultivo. *Synergismus scyentifica*, UTFPR, 09(1): 1-5, 2014.

YEOMANS, J.C. & BREMNER, J.M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. *Communications in Soil Science Plant Analysis*, 13:1467-1476, 1988.

Tabela 1. Teores de Carbono Orgânico Total (COT), Lável (CL), Carbono não Lável (CNL) do horizonte A de uma topossequência de Cambissolo háplico e coprólito de minhoca encontrado no horizonte A do perfil 3.

Perfis de solo e coprólitos	COT (dag kg ⁻¹)	CL (g kg ⁻¹)	CNL (g kg ⁻¹)	CL:CNL %	CL:COT %
AP1	0,74 c	1,12 c	6,28 c	17,83 a	15,14 b
AP2	0,54 cd	0,93 c	4,47 c	20,81 a	17,22 ab
AP3	0,73 c	2,04 b	5,26 c	38,78 a	27,95 ab
AP4	0,69 c	1,13 c	5,77 c	19,58 a	16,38 ab
COP1 (AP3)	1,45 ab	2,93 a	11,57 b	25,32 a	20,21 ab
COP2 (AP3)	1,12 b	2,49 ab	8,71 bc	28,59 a	22,23 ab
COP3 (AP3)	1,78 a	2,90 a	14,9 a	19,46 a	16,29 ab
AB (AP3)	0,64 cd	1,57 c	4,83 c	32,51 a	24,53 ab
B (AP3)	0,46 c	1,46 c	3,14 c	46,49 a	31,74 a
CV (%)	16,81	23,89	20,81	47,57	47,57

Médias seguidas de mesma letra na coluna não difere pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. AP = Horizonte A, perfil 1, 2, 3 e 4. B = Horizonte B, COP = Coprólitos de minhoca.