

Caracterização Química da Manta Orgânica e da Matéria Orgânica Leve em Diferentes Tipos de Solo em uma Topossequência na Ilha de Algodal/Maiandeuá, PA¹
Chemical Characterization of the Organic Surface Layer and Light Organic Matter in Different Types of Soil in a Toposequence, in Algodal Island, Maiandeuá, Pará State¹

Maria de Lourdes P. Ruivo²

Idemê Gomes Amaral²

Mara Patrícia da Silva Faro³

Elton Luciano Costa Ribeiro²

André Luis Santos Guedes²

Maria Marly de Lourdes S. Santos³

Resumo: O estudo foi realizado na ilha de Algodal/Maiandeuá no nordeste do estado do Pará. Amostraram-se o solo e a manta orgânica ao longo de uma topossequência com solos e cobertura vegetal diversificados. A influência marinha e a cobertura vegetal mostraram-se importantes fatores de formação desses solos. A matéria orgânica leve foi a principal fonte de nutrientes para os solos.

Palavras - Chave: Solos litorâneos; Matéria orgânica; Ilha de Algodal/Maiandeuá.

Abstract: This paper shows the results of a survey in Algodal/Maiandeuá Island, Pará State Coastal Zone. Samples were collected from the organic surface layer (litter), light organic matter and soil (0 - 5 cm) along a toposequence with diversified soils and vegetation cover. Sea influence and vegetation cover revealed to be important agents in soil formation. Light organic matter proved to be the principal source of soil nutrient.

Key Words: Coastal soil; Organic matter; Algodal Island/Maiandeuá.

¹ Trabalho financiado com recursos do Fundo Estadual de Ciência e Tecnologia (FUNTEC) e do Programa Norte de Pós - graduação (PNOPG)

² Museu Paraense Emílio Goeldi. Coordenação de Ciências da Terra. Cx. Postal, 399. CEP 66.040 - 170, Belém - PA, Brasil. (ruivo@museu - goeldi.br) (idem@ museu - goeldi.br)

³ UFRA - Universidade Federal Rural da Amazônia. Cx. Postal, 917. CEP 66.077 - 530. Belém - PA, Brasil.

INTRODUÇÃO

A ilha de Algodual/Maiandeuá, município de Maracanã, é uma das áreas do estuário do estado do Pará de grande importância do ponto de vista ambiental e do ecoturismo. A ilha é constituída por ecossistemas frágeis representados por dunas, lagos, mangues e baixos terraços oriundos, principalmente, de materiais geológicos do quaternário sobre solos de baixa fertilidade (Amaral, 1998; Bastos, 1996). Apesar de apresentarem baixo potencial para agricultura, as zonas litorâneas são de grande importância do ponto de vista ambiental, por constituírem regiões de interface entre o mar e o continente, as quais representam papel fundamental na qualidade de vida do planeta. Em vista dessa situação, a ilha de Algodual/Maiandeuá foi transformada em APA (Área de Proteção Ambiental), através da lei estadual 5.621/90 (Amaral, 1998).

Os solos da ilha de Algodual/Maiandeuá são, na sua maioria, arenosos, salinos e de baixa fertilidade. A cobertura vegetal e a influência marinha são importantes fatores de formação dos solos. Essa última, também, é a responsável pelos maiores teores de K, Mg e Na no solo (Amaral, 1998; Ruivo *et al.*, 2000). Nesses solos, também a ocorrência de ácidos fúlvicos é maior que a dos ácidos húmicos, fato que está relacionado à acidez do solo e à baixa qualidade da matéria orgânica (Ruivo *et al.*, 2002a). A matéria orgânica do solo (MOS) constitui - se num componente importante da fertilidade do mesmo, exercendo múltiplos efeitos sobre suas propriedades físicas, químicas e biológicas, alterando - lhe, para melhor, o nível de fertilidade e produtividade (Mello *et al.*, 1989). A MOS aumenta a capacidade de troca de cátions (CTC) dos solos e, conseqüentemente, a retenção de nutrientes, favorecendo a absorção de alguns micronutrientes. Aumenta, também, a retenção de água, melhora a agregação e contribui para o desenvolvimento de microrganismos, sendo, portanto, fator preponderante na nutrição mineral das plantas, devido a seus efeitos sobre as propriedades do solo.

Em ecossistemas naturais da Amazônia, a fertilidade dos solos é dependente do aporte de nutrientes absorvidos da atmosfera e da própria biomassa vegetal, devido ao elevado grau de intemperização desses solos. A decomposição dos resíduos vegetais ocorre através dos processos microbianos que oxidam e liberam nutrientes, que são essenciais à nutrição da biota do solo e das plantas. No ecossistema litorâneo em questão, as principais fontes de nutrientes para o solo são os sais contidos na água do mar (Amaral, 1998) e os resíduos da manta orgânica e da matéria orgânica leve (Ruivo *et al.*, 2000).

Embora importante, a matéria orgânica representa uma pequena fração do peso total dos solos minerais: 1% ou menos, em solos arenosos pobres e em solos de deserto a 12%, ou mais, em regiões de pradaria, variando de 20 a 30%, no mínimo, em solos orgânicos de acordo com a percentagem de argila, a 90% a 95% nos solos turfúcos (Fasbender, 1975, citado por Mello *et al.*, 1989). De um modo geral, os solos leves, arenosos são mais pobres em matéria orgânica que os solos argilosos.

A distribuição da matéria orgânica no perfil do solo depende, principalmente, do modo pelo qual se adiciona o material orgânico. Em florestas, a maior quantidade encontra - se na superfície porque a contribuição da serapilheira é maior que a das raízes, ficando uma proporção razoável destas localizadas superficialmente. Ao contrário dos solos que suportam gramíneas, a contribuição das raízes é grande e muitas dessas plantas têm sistema radicular profundo. Como elas apresentam ciclos relativamente curtos, há uma contínua adição de restos orgânicos ao solo devido à morte de raízes e, conseqüentemente, decrescendo bruscamente com a profundidade (Mello *et al.*, 1989).

A matéria orgânica nos solos consiste de uma mistura de resíduos de plantas e animais em diversas fases de decomposição. A matéria orgânica leve (MOL), nos solos, constitui - se, principalmente, de partes

de plantas, embora resíduos de animais e microrganismos possam estar presentes em diversos estágios de decomposição. Uma das atividades mais importantes de microrganismos do solo é a decomposição da matéria orgânica, com liberação de nutrientes para a solução do solo e sua absorção pelas plantas. Estudando o acúmulo de manta orgânica e matéria orgânica leve, em diferentes tipos de solos na ilha de Algodual/Maiandeuá, Ruivo *et al.*, (2002a) verificaram diferenças no acúmulo desse material que era dependente do tipo de solo, sendo que os Espodosolos foram os que apresentaram maior produção de matéria orgânica lábil (manta orgânica e a matéria orgânica leve). Este trabalho tem como objetivo avaliar as inter - relações entre os solos, a matéria orgânica e a manta orgânica ao longo de uma toposseqüência.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização e Caracterização da Área

A ilha de Maiandeuá está situada no município de Maracanã, nordeste do estado do Pará, entre os paralelos 00° 35' 03" e 00° 38' 29" de latitude sul e entre os meridianos 47° 31' 54" e 47° 34' 57" de longitude oeste de Greenwich. Limita - se ao norte com o Oceano Atlântico, ao sul com o canal de Mocooca, a leste com a baía de Maracanã e a oeste com a baía de Marapanim (Figura 1), estando esta enquadrada na Folha AS.23 - V - A - IV: Marapanim e constitui, juntamente com a ilha de Algodual, a Área de Proteção Ambiental (APA) de Algodual/Maiandeuá.

Os solos que ocorrem na ilha de Algodual/Maiandeuá são representados por cinco unidades taxonômicas dominantes: Argissolo Amarelo Distrófico, Espodosolo, Neossolo Fúlvico Sódico, Neossolo Flúvico Distrófico e Neossolo Flúvico Eutrófico, sob vegetação predominantemente de restingas (Amaral, 1998; Bastos, 1996).

De acordo com Amaral (1998), a área apresenta precipitação pluviométrica com valores anuais totais

elevados, podendo - se esperar, em termos médios, valores próximos a 3.000 mm. A distribuição das chuvas, ao longo dos meses, define dois períodos distintos: um bastante chuvoso (dezembro a maio), onde as precipitações são muito intensas, principalmente no trimestre fevereiro, março e abril, acarretando elevados excedentes hídricos, e o outro de chuvas bastante reduzidas (período de estiagem) que atinge os demais meses do ano, quando ocorre pronunciado *deficit* hídrico. A temperatura média anual é em torno de 27° C, com valores para as médias das máximas de 21,7° C e 25,2° C, respectivamente. Para a área em estudo, pode - se atribuir que as temperaturas médias mensais apresentam uma variação inferior a 5° C. Essa variação está associada à distribuição mensal das chuvas, ocorrendo, durante o período chuvoso, temperaturas máximas menos elevadas se comparadas ao período de estiagem.

A umidade relativa do ar atmosférico é muito elevada, com média anual de 80%, oscilando durante o ano entre 80 a 85%, com valores mais baixos nos meses de menor queda pluviométrica (Amaral, 1998). Na Tabela 1 estão listados os tipos de solo, cobertura vegetal e superfícies geomorfológicas.

Coleta e Preparo das Amostras de Solo

As coletas de amostras do solo e da manta orgânica foram feitas em novembro de 1998, ao longo de uma toposseqüência de 1350 m (Figura 2). Para determinação da matéria orgânica leve (MOL), foram coletadas amostras compostas de solo, à profundidade de 0-5 cm, constituídas de cinco amostras simples, com três repetições, coletadas ao acaso. As amostras foram quarteadas e, em uma parte do solo, foram determinados o valor do pH e os teores dos seguintes elementos: carbono orgânico total, fósforo, cálcio, potássio, sódio e alumínio trocáveis. Em outra parte, efetuou - se a extração da matéria orgânica leve (MOL), tomando - se 250 g de amostra de solo, da qual foi separada a

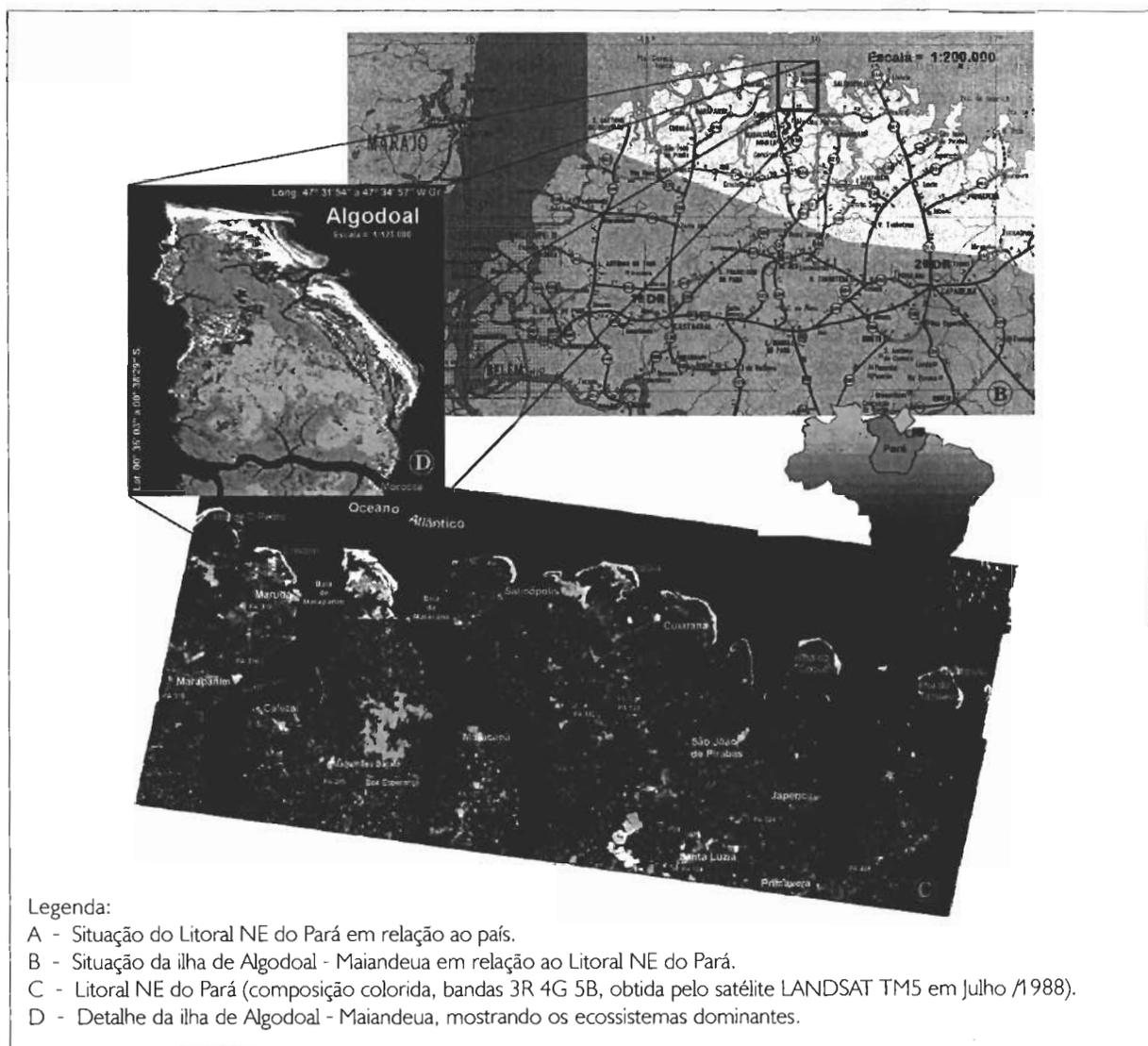


Figura 1. Mapa de Localização da Área de Estudo.

Fonte: Amaral, 1998.

Tabela 1. Tipos de solos, cobertura vegetal e superfícies geomorfológicas

Sítio	Solo	Cobertura Vegetal	Superfície Geomorfológica
3	Neossolo Flúvico Sódico (Apicum)	Gramínea	Planície Costeira Baixa
4	Espodossolo	Restinga	Planície Arenosa
4a	Espodossolo	Restinga	Planície Arenosa
5	Argissolo Amarelo Distrófico	Restinga	Baixo Planalto Costeiro
5a	Neossolo Flúvico Distrófico	Restinga	Baixo Planalto Costeiro
6	Neossolo Flúvico Eutrófico	Secundária	Baixo Planalto Costeiro

Fonte: Amaral (1998)

parte mineral da parte orgânica, por flotação em água, com auxílio de peneira de 0,25 mm. Após essa fase, a MOL foi seca em estufa e, posteriormente, analisada para os elementos determinados na manta orgânica.

A manta orgânica (MO) foi coletada em parcela 0,30 x 0,30 m, próxima dos locais onde foi amostrado o solo para a análise da MOL. Cada amostra foi composta por cinco amostras simples, com três repetições. A MO foi seca em estufa a 68 °C, por 48 horas, pesada e triturada. Tanto a MO com a MOL, após trituração, foram extraídas por meio de digestão nitroperclórica e sulfúrica, para determinação dos macro e micronutrientes (Ca, K, Mg, Fe, Zn e Cu).

Todas as análises químicas no solo, manta orgânica e MOL foram realizadas com base nos métodos analíticos preconizados pela Embrapa (1997) e os resultados foram analisados, estatisticamente, através de correlação linear simples (correlação de Pearson). Nas determinações relacionadas à biomassa microbiana, foi utilizado o procedimento da fumigação - extração para extrair o C e o N da biomassa, dosados, respectivamente, pelos métodos de Walkey - Black e Kjeldhall. A respiração do solo foi dosada em laboratório, segundo Jenkinson e Powlson (1976):

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Produção de Material Orgânico

A quantidade de material orgânico (MOL e MO) produzida nos sítios estudados é mostrada na Figura 3. Em geral, foram maiores no Espodossolo (Sítio 4). Os resultados sugerem uma relação entre tipo de cobertura vegetal, produção de material orgânico e superfície geomorfológica (Tabela 1 e Figura 3). A posição topográfica, aliada à cobertura vegetal e à influência salina, é indicada por Ruivo *et al.* (2002a) como um dos fatores primordiais na diferenciação desses solos. A influência da topografia na diferenciação desses compartimentos deve ser melhor investigada no futuro. Porém, não é nítida a relação entre MOL e MO, provavelmente em consequência das diferenças na contribuição dos resíduos da biomassa microbiana e da fauna do solo (importantes componentes da fração MOL) entre os sítios, como pode ser verificado na Figura 4, comparando - se os teores de C e N da biomassa microbiana e a atividade dos organismos (respiração basal) dada pela evolução do CO₂. Verifica - se uma grande variação entre as propriedades relacionadas à biomassa microbiana nos diferentes tipos de solos, provavelmente em decorrência da variação da textura e umidade entre os sítios, fatores importantes na variação da população microbiológica e faunística do solo (Ruivo *et al.*, 2002b; Barreiros, 2004).

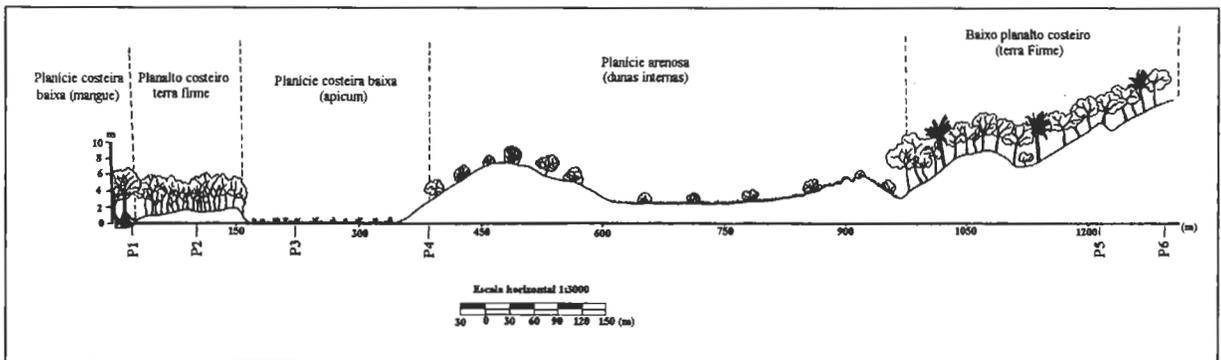


Figura 2. Representação Esquemática da Toposequência. Fonte: Amaral, 1998.

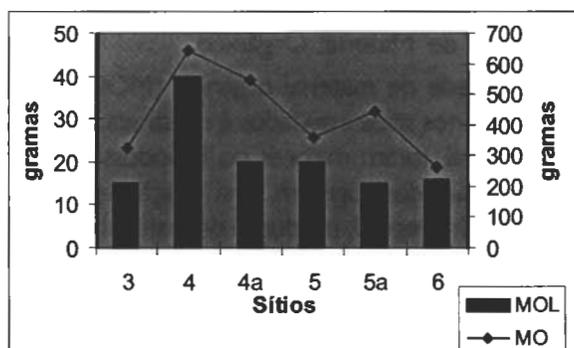


Figura 3. Produção de matéria orgânica leve (MOL) e manta orgânica (MO).

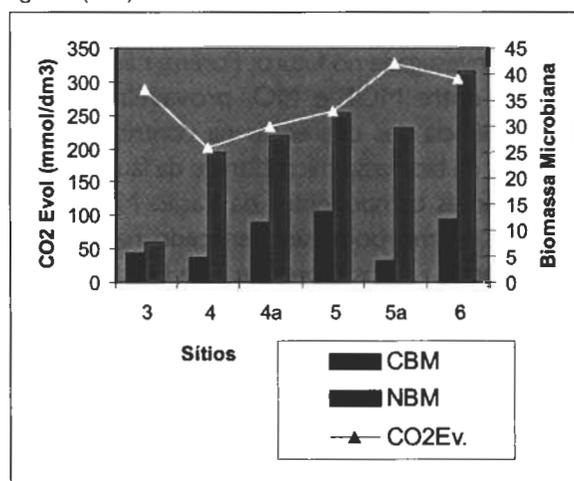


Figura 4. Teores médios do carbono (CBM = mg/dm³) e nitrogênio (NBM = mg/g) da biomassa microbiana e atividade biológica (CO₂ evoluído = mmol/dm³) no solo a 5 cm de profundidade.

Composição Química e Relações entre Solo, Matéria Orgânica Leve e Manta Orgânica

Os teores de Na, K e Mg, nos três compartimentos estudados (solo, MOL e MO), foram, em geral, mais elevados no sítio do Neossolo Flúvico Sódico (Apicum), provavelmente em virtude desse substrato apresentar uma alta salinidade (Prost, 1994), pois está sujeito à influência da maré. Esses altos teores de bases também conferem ao solo características de pH moderadamente ácido (Tabela 2).

Em geral, os micronutrientes na MOL e na MO são mais elevados nos sítios sob cobertura vegetal

de restinga (Tabelas 1 e 2). Os solos da ilha de Algodal/Maiandeuá são arenosos e podem conter mais metais pesados que os solos argilosos, dependendo do seu material de origem. Solos próximos ao litoral recebem contribuição de metais pesados trazidos pela água do mar carreados de outras partes da costa. A cobertura vegetal também pode estar contribuindo, pois nessas áreas existe uma vegetação que apresenta um certo teor em Cu em suas folhas que é denominada de vegetação cuprífera (informação verbal. Dr. Mário Jardim CBO/MPEG). Os metais, também, podem estar formando quelatos com a MOS, visto terem apresentado os maiores teores na matéria orgânica leve.

Os nutrientes mais ligados à cobertura vegetal, como C e P e, também, o Ca foram mais elevados nos sítios 4, 5 e 3 (Tabela 2). O sítio 3 é o Apicum, com cobertura vegetal de gramínea, que possui um vasto enraizamento. Isso faz com que o solo tenha mais C e P derivados da decomposição desse material. Nos sítios 4 (Espodossolo) e 5 (Argissolo Amarelo Distrófico), que estão sob vegetação de restinga, os nutrientes C e P são oriundos, predominantemente, da decomposição dos resíduos vegetais.

As inter - relações entre as características químicas da MOL, da MO e do solo são mostradas na Tabela 3. Verifica - se a existência de correlações sempre positivas. Isto é, aumentando um nutriente na MOL ou na manta, esse também aumenta no solo. No entanto, essa relação é mais evidenciada entre o solo e a MOL, tendo em vista os coeficientes lineares entre essas serem maiores, principalmente para o K e o Ca. Isso indica uma fonte alternativa, a da manta orgânica, provavelmente os sais depositados sobre as folhagens e consumidos pelos microorganismos, ou mesmo algum resíduo que fica na MOL, após a flotação em água.

Tabela 2. Valores máximos (Max) e mínimos (Min): pH e macronutrientes no solo*; macro e micronutrientes na matéria orgânica leve (MOL)*, na manta orgânica (MO)

pH		Ca		K		Mg		Na		Al		C		P	
Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min
5,9(3)	4,5(4)	10 (3)	0,5 (3)	0,87 (3)	0,08 (5a)	1,3 (3)	0,18 (5)	7,0 (3)	<0,5 (4,...6)	1,2 (4)	0,15 (5a)	7,0 (4)	2,5 (3)	9,5 (5)	4,0 (5a)
----- cmolc/dm ³ ----- Solo ----- (g/kg)															
Ca		K		Mg		Fe		Zn		Cu					
Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min				
11,0 (6)	1,5 (3)	0,14 (3)	0,01 (5)	4,5 (3)	1,0 (5a)	22 (3)	1 (4)	36 (4a)	5 (4)	30 (4 e 5)	10 (4 e 4a)				
----- mg/kg -----															
MOL															
Ca		K		Mg		Fe		Zn		Cu					
Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min				
1,2 (6)	1,8 (3)	0,34 (3)	0,01 (5)	24 (3)	2,5 (5)	34(5)	0,15 (4)	180 (5)	15 (6)	11 (4 e 5)	5 (4)				

Obs: () sítios; * profundidade de 0 - 5 cm



Tabela 3. Correlação linear simples entre os elementos da matéria orgânica leve (MOL) e da manta orgânica (MO) com os elementos do solo.

Solo	MOL			MO		
	Mg	K	Ca	Mg	K	Ca
Mg	0,98+	-	-	0,94+	-	-
K	-	0,43***	-	-	0,21***	-
Ca	-	-	0,91+	-	-	0,04+

Obs: + Significativo ao nível de 10% de probabilidade; *** + significativo ao nível de 0,01% de probabilidade

A cobertura vegetal, além de favorecer a atividade de microrganismos, é responsável pelo aporte da matéria orgânica ao solo que, por meio de sua mineralização, concorre para maior disponibilidade de nutrientes para as plantas. Os resíduos orgânicos são os principais componentes de retorno de C ao solo, sendo, portanto, de grande relevância na ciclagem de nutrientes e de carbono. Ruivo (1998) verificou que a composição química da manta orgânica e da matéria orgânica leve é importante para a manutenção da qualidade do solo, tanto em termos de nutrientes imobilizados na biomassa microbiana, como na adição destes nutrientes ao solo.

CONCLUSÕES

1. A matéria orgânica leve é a principal fonte de nutrientes para os solos estudados.
2. Nos solos estudados, a cobertura vegetal e a influência marinha são importantes fatores de formação deles. Esta última, também, é a responsável pelos maiores teores de K e Na no solo, principalmente no Neossolo Flúvico Sódico (Apicum).

REFERÊNCIAS

- AMARAL, I. G. 1986. *Caracterização de solos de uma toposseqüência na Ilha de Maiandeuá - PA*. 86 f. Dissertação (mestrado). Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, 1998.
- BARREIROS, J. A. P. 2004. *Inventário da araneofauna (aracnídea, Araneae) de serapilehira na Estação Científica Ferreira Penna, Melgaço, Pará*. Dissertação (mestrado em zoologia), Universidade Federal do Pará.
- BASTOS, M. N. C. 1996. *Caracterização das formações vegetais da restinga da princesa, Ilha de Algodual - Pará*. 261f. Tese (doutorado em Ciências Biológicas). Belém, Universidade Federal do Pará.
- EMBRAPA. 1997. *Manual de análises químicas*. Rio de Janeiro, n. p.
- JENKINSON, D. S.; POWLSON, D. S. 1976. Residual effects of soil fumigation on soil respiration and mineralization. *Soil Biol. Biochem.*, v. 2, p. 99 - 108.
- MELLO, F. A. F.; SOBRINHO, M. O. C. B.; ARZOLLA, S.; SILVEIRA, R. I., NETTO, A. C., KIEHL, J. C. 1989. *Fertilidade do solo*. São Paulo, Nobel, 399 p.
- PROST, M. T. R. C. 1994. *O litoral nordeste do estado do Pará: dinâmica atual e aplicação do sensoriamento remoto. Municípios de Marapanim, Maracanã e Salinópolis*. Relatório. Belém: MCT/CNPQ/MPEG, 55 p. (Programa de Estudos Costeiros).
- RUIVO, M. L. P. 1998. *Vegetação e características do solo como indicadores de reabilitação de áreas mineradas na Amazônia Oriental*. 99 f. Tese (doutorado em solos e nutrição de plantas). UFV, Viçosa.
- RUIVO, M. L. P.; AMARAL, I. G.; GUEDES, A. L. S.; RIBEIRO, E. L. C. 2000. Caracterização e produção de matéria orgânica (lábil e estável) em uma toposseqüência na Ilha de Algodual/Mainandeuá, nordeste do estado do Pará. In: *Mangrove 2000, Artigos Completos*, Recife, CD - Room.
- RUIVO, M. L. P.; AMARAL, I. G.; GUEDES, A. L. S.; RIBEIRO, E. L. C. 2002. Os solos de uma toposseqüência na Ilha de Algodual/Maiandeuá, nordeste do estado do Pará, Brasil: composição química e produção de matéria orgânica. *Acta Amazon.*, v. 32, n. 2, p. 257 - 266.
- RUIVO, M. L. P.; PEREIRA, S. B.; BUSSETI, E. P.; COSTA, R. F.; QUANZ, B.; NAGAISHI, T. Y.; OLIVEIRA, P. J.; MEIER, P.; MAHLI, Y.; COSTA, A. L.; GRACE, J. 2002. Propriedades do solo e fluxo de CO₂ em Caxiuanã, Pará: Experimento LBA - ESECAFLOR. In: KLEIN, E. L.; VASQUEZ, M. L.; ROSA - COSTA, L. T. *Contribuições à Geologia da Amazônia*, v. 3. Belém, SBG - Núcleo Norte, p. 291 - 299. ISBN: 95 - 88692 - 02 - 3.

Recebido: 23/01/2002

Aprovado: 03/03/2004

