

OS SOLOS DE UMA TOPOSEQUÊNCIA NA ILHA DE ALGODOAL/MAIANDEUA, NORDESTE DO ESTADO DO PARÁ, BRASIL: COMPOSIÇÃO QUÍMICA E PRODUÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA⁽¹⁾

Maria de Lourdes P. RUIVO⁽²⁾, Idême Gomes AMARAL⁽²⁾, Elton Luciano da C. RIBEIRO⁽³⁾, André Luis Santos GUEDES⁽³⁾

RESUMO - O estudo foi realizado na Ilha de Algodual/Maiandeuá no nordeste do Estado do Pará (00° 34' 35" S, 00° 40' 00" S e 47° 39' 35" WGr, 47° 31' 25" WGr) . Amostraram-se o solo e a matéria orgânica leve, nas profundidades de 0-5 cm, 5-10 cm e 10-20 cm, e a manta orgânica ao longo de uma toposequência com solos e cobertura vegetal diversificados. Não foram verificadas diferenças estatísticas entre os componentes químicos da fração ácido fúlvico nos solos estudados.

Palavras-chave: Solos Litoraneos, Gênese de Solos, Área de Proteção Ambiental

The Soils of a Toposequence in the Algodual/Mainadeua Island, Para State, Brazil: Chemical Composition and Organic Matter Production.

ABSTRACT - This paper shows the results of a survey in Algodual/Mainadeua Island, Pará State Coastal Zone (00° 34' 35" S, 00° 40' 00" S e 47° 39' 35" WGr, 47° 31' 25" WGr) . Samples were collected from the organic surface layer (litter), light organic matter and soil (depths 0-5 cm, 5-10 cm and 10-20 cm) along a toposequence with diversified soils and vegetation cover. There were no statistical differences between the chemical components of the fulvic acid fraction in the soils under study.

Key-words: Coastal Soil, Soil Genesis, Environmental Protection Area

Introdução

A área estuarina do Estado do Pará é importante do ponto de vista ambiental, comercial e de ecoturismo. Uma das áreas de maior importância, seja do ponto de vista ambiental ou de ecoturismo é a Ilha de Maiandeuá, uma área de proteção ambiental (APA), localizada no nordeste paraense (Fig. 1). Estudos geoambientais estão sendo realizados pelo Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG), dentro do Programa de Estudos Costeiros (PEC), a fim de estabelecer, entre outros objetivos, indicadores de sustentabilidade deste ecossistema.

Um dos indicadores mais usados na avaliação da sustentabilidade

dos ecossistemas terrestres é a matéria orgânica do solo (MOS), seja ela lábil (resíduos de plantas, formas orgânicas solúveis em água, matéria orgânica leve, biomassa microbiana e outras) ou estável (substâncias húmicas e outras). A MOS pode ser caracterizada pela análise dos seus componentes lábeis (não húmicos) e não lábeis (húmicos), os quais são os maiores reservatórios terrestres de carbono orgânico (Zeck *et al.*, 1997). A fração leve da matéria orgânica (MOL) constitui-se, principalmente de resíduos de plantas, porém resíduos de animais e microorganismos também podem estar presente em vários estágios de decomposição. Segundo Theng *et al.* (1989) esta fração pode conter 10-30% do C do solo. A MOL tem sido útil na

¹Apoio Financeiro FUNTEC/SECTAN

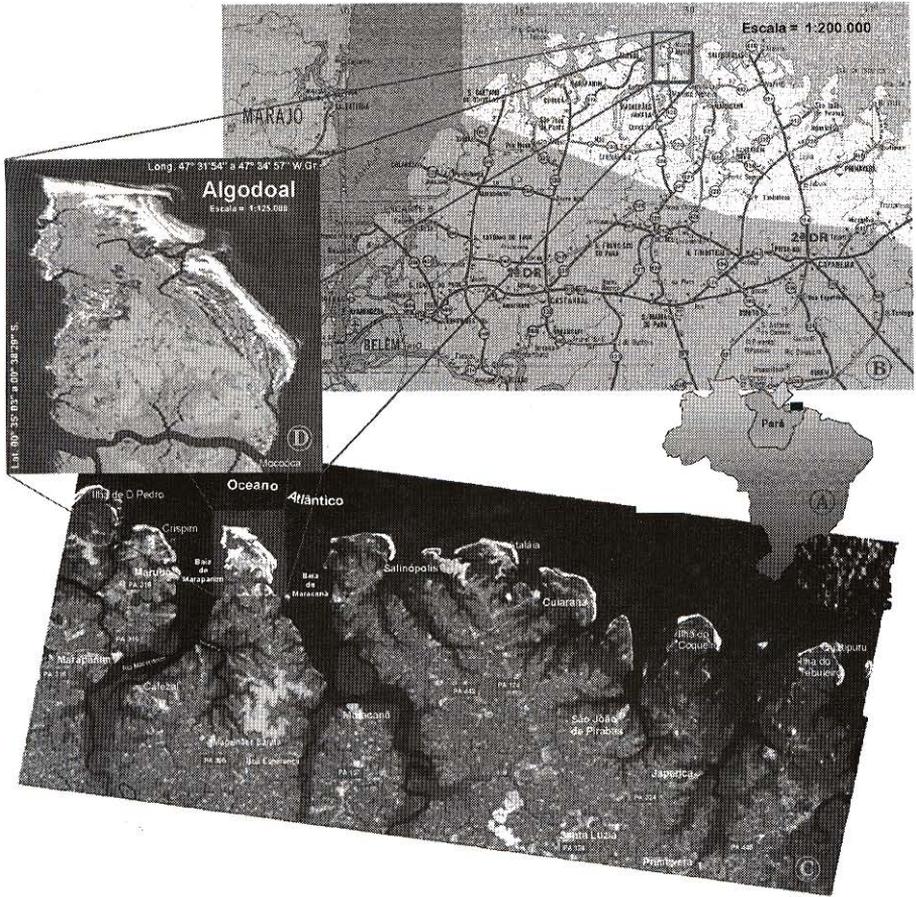
²Pesquisador, Departamento de Ecologia/MPEG e-mail: ruivo@museu-goeldi.br

³Bolsista de Iniciação Científica, Departamento de Ecologia/MPEG

caracterização da sustentabilidade e, ou recuperação de áreas degradadas (Ruivo, 1998 e Duda *et al.*, 1999).

A manta orgânica (MO), por recobrir a superfície do solo, não é

considerada MOS. Por sua importância na ciclagem de nutrientes e formação de húmus, esta camada é considerada como parte integrante do perfil do solo. A taxa de decomposição



Legenda:

- Ⓐ Situação do Litoral NE do Pará em relação ao país.
- Ⓑ Situação da Ilha de Algodal-Maiandeuá em relação ao Litoral NE do Pará.
- Ⓒ Litoral NE do Pará (Composição colorida, bandas 3R 4G 5B, obtida pelo Satélite LANDSAT TM5 em Julho/1988).
- Ⓓ Detalhe da Ilha Algodal-Maiandeuá, mostrando os ecossistemas dominantes.

Elaboração: Altair Pereira Samento - MPEGO/DEL

Figura 1. Ilha de Maiandeuá

da MO varia em função da qualidade do material vegetal e do teor de lignina (Anderson e Flanagan, 1994). Nos ecossistemas florestais pode está de acordo com a abundância, atividade e composição dos organismos do solo. Sales (2000), estudando a decomposição de folhas no estuário paraense, verificou que a diferença na composição florística não foi fator determinante na velocidade de decomposição dos tecidos vegetais e sim as características físico-químicas das folhas.

Durante os processos de decomposição microbiológica da matéria orgânica ocorre a formação de compostos de natureza heterogenea e complexa, denominadas “substâncias húmicas”, onde podem-se citar os ácidos húmicos, fúlvicos, himatomelânicos e huminas (Toledo, 1979). O fato das substâncias húmicas (SH) possuírem propriedades diferenciadas permite o seu estudo individualizado, especialmente das frações de ácidos fúlvicos e húmicos (Ceretta, 1996). A MOS tem papel fundamental na qualidade do solo, pois atua como reserva de nutrientes para a biota, como fonte de C, n P e S e outros nutrientes requeridos pelas plantas. Influencia o pH, a troca de cátions e aniões e, também, as propriedades físicas dos solos, tais como a agregação, porosidade e retenção de água (Gregorich *et al.*, 1994; Kononova, 1966).

Este trabalho teve como objetivo apresentar os resultados preliminares da caracterização ds substâncais húmicas (AH e AF), as produções de manta orgânica e matéria orgânica leve, e suas relações com cada tipo de solo, em uma toposseqüência na Ilha de Maiandeuá/Pará.

Material e Métodos

Caracterização da Área:

O estudo foi realizado na Área de Proteção Ambiental (APA) da Ilha de Algadoal/Maiandeuá localizada na Zona Costeira do Estado do Pará (Fig. 1). O clima regional pode ser enquadrado como tropical quente e úmido, com médias anuais de temperatura em torno de 27,7^o C e precipitação em torno de 3000 mm/ano. A distribuição de chuvas ao longo dos meses define dois períodos distintos: um chuvoso, que se estende de dezembro a maio; e um período de estiagem nos demais meses do ano.

A vegetação que predomina na ilha é a restinga (Bastos, 1996). A intervenção antrópica, porém, tem modificado bastante essa paisagem natural cedendo lugar à formações secundárias (capoeiras) e a introdução de pastagens e culturas de subsistência, especialmente mandioca. Os perfis descritos para esse estudo, situados ao longo de um transecto, foram caracterizados morfológica, física, química, mineralogicamente e classificados por Amaral *et al.*(2000) como Argissolo Amarelo Distrófico, Espodossolo Hidromórfico, Neossolo Flúvico e Neossolo Flúvico Sódico (designado localmente de apicum, que é um termo popular que designa solo salino maiores detalhes em Amaral, 1998).

Metodologia de Coleta e Análises:

Amostras compostas de solo a partir de cinco amostras simples, com

03 repetições foram coletadas em 6 perfis de solos (Tab. 1) nas profundidades de 0-5 cm, 5-10 cm e 10-20 cm, situados ao longo de uma topossequência com cerca de 1370 m de extensão. A descrição morfológica e a classificação dos solos constam em Amaral *et al.* (2000).

Após transformadas em terra fina seca ao ar, subamostras foram conservadas em geladeira a 4º C. Foram determinados o índice de acidez, teores de carbono orgânico, fósforo disponível e os cátions trocáveis (Ca, Mg, Na e K) (EMBRAPA, 1997). Realizou-se a extração dos ácidos orgânicos e subsequente a separação dos ácidos: ácido fúlvico (AF) e ácido húmico (AH) (Costa, 1992).

A manta orgânica (MO) foi coletada em parcelas de 0,30 x 0,30 m, cada amostra composta por cinco amostras simples, com três repetições, coletadas próximo aos locais onde foram amostrados os solos. A determinação da produção de matéria orgânica leve (MOL) foi realizada a partir de cinco amostras simples, com três repetições, coletadas nas profundidades citadas anteriormente. A parte mineral foi separada da parte

orgânica por flotação em água com auxílio de tamis de 0,25 mm e submetidas a seis lavagens consecutivas. Ambas foram secas em estufa, a 68º C por 48 h para obtenção do peso da matéria seca e analisadas quimicamente para alguns macro (Ca, K, Mg) e micronutrientes (Fe, Zn e Cu) (EMBRAPA, 1997).

Os resultados das análises do AF foram analisados estatisticamente através do teste de Student ao nível de 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

A MOL diminuiu em profundidade atingindo valores muito baixos em alguns perfis. Os sítios 4 e 4A (Espodossolo Hidromórfico), apresentaram maiores quantidades de MOL nas três profundidades, também, apresentaram as maiores quantidades de MO. A análise das características químicas dos solos na topossequência mostra que os perfis 4 e 4A também apresentaram, em geral, teores de C, N, P mais elevados que os demais (Tab. 2), estimando-se assim uma maior mineralização da matéria orgânica.

Os teores de Na, K e Mg, nos três compartimentos estudados (solo,

Tabela 1. Classes de solos, cobertura vegetal e superfície geomorfológica

Sítio	Solo	Cobertura Vegetal	Superfície Geomorfológica
3	NEOSSOLO FLÚVICO Sódico (Apicum)	Gramínea	Planície Costeira Baixa
4	ESPODOSSOLO HIROMÓRFICO	Restinga	Planície Arenosa
4a	ESPODOSSOLO HIROMÓRFICO	Restinga	Planície Arenosa
5	ARGISSOLO AMARELO Distrófico	Restinga	Baixo Planalto Costeiro
5a	NEOSSOLO FLÚVICO	Restinga	Baixo Planalto Costeiro
6	NEOSSOLO FLÚVICO	Secundária	Baixo Planalto Costeiro

MOL e MOG), foram, em geral, mais elevados no sítio do Neossolo Flúvico Sódico (Apicum), conferindo a este substrato uma alta salinidade (Prost, 1994), pois está sujeito à influência da maré. Estes altos teores de bases também conferem ao solo características de pH moderadamente ácido (Tab. 2).

Os nutrientes mais ligados à cobertura vegetal, como C e P e, também, o Ca foram mais elevados nos sítios 4, 5 e 3 (Tab. 2). O sítio 3 é o Apicum, com cobertura vegetal de gramínea, que possui um vasto enraizamento. Isto faz com que o solo tenha mais C e P derivados da decomposição deste material. Nos sítios 4 (Espodosolo Hidromórfico) e 5 (Argissolo Amarelo Distrófico), ambos sob vegetação de restinga, estes nutrientes são oriundos da cobertura vegetal e dos tecidos da biomassa microbiana (resultados não apresentados neste trabalho).

Em geral, os micronutrientes também são mais elevados nos sítios

sob cobertura vegetal de restinga (Tab. 3). Os solos da ilha de Algodão/ Maiandeuá são arenosos (Amaral, 1998). Solos arenosos podem conter contêm mais metais pesados que os solos argilosos, dependendo do seu material de origem. Solos litorâneos podem conter maiores contribuições de metais pesados trazidos pela água do mar carreados de outras partes da costa. A cobertura vegetal também pode estar contribuindo, pois nestas áreas existe uma vegetação que apresenta um teor de Cu mais elevado 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.

Em geral, ocorrem maiores teores de AF em relação aos AH (Figs 1 e 2), sendo que existe uma tendência dos AF aumentarem com o decréscimo da profundidade (Guedes & Ruivo, 1999). Os solos nos sítios 4 e 4A apresentam teores de ácidos hímicos mais elevados em relação aos demais e

Tabela 2. Valores máximos e mínimos do pH e teores dos macro e micronutrientes na matéria orgânica leve (MOL), na manta orgânica (MO) e no solo

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

Obs: () sítios; * profundidade de 0-5 cm; unidades na MOL/ MO: Ca, K, Mg, Cu, Zn, Fe (mg/kg); unidades no solo: Ca, Mg, K, Na, Al (cmolc/dm²), C(g/kg), P(mg/dm²).

Tabela 3. Produção de matéria orgânica leve (MOL) e matéria orgânica (MO); características químicas do solo nos sítios estudados

PROF	MOL	M.O ¹	C ²	N ²	CTC ²	S ²	P ²	pH	V ²	m ²	Solo	Vegetação
...cm g(g Kg ⁻¹)mmol.kg ⁻¹	...	mg dm ⁻³	(H ₂ O)	...%	...		
Sítio 3												
0-5	15,18										NEOSSOLO FLÚVICO Sódico	Campos Salmos
5-10	1,27	326,4	7,3	0,5	110,0	83,0	7	3,4	75	11		
10-20	0,64											
Sítio 4												
0-5	39,6										ESPODOSSOLO HIDROMÓRFICO	Restinga Abustiva Aberta
5-10	9,89	642,69	29,2	1,4	132,0	43,0	11	5,0	33	7		
10-20	4,09											
Sítio 4A												
0-5	19,79										ESPODOSSOLO HIDROMÓRFICO	Restinga Abustiva Aberta
5-10	5,8	546,48	13,7	0,9	180,7	163,7	19	5,5	91	0		
10-20	3,38											
Sítio 5												
0-5	19,53										ARGISSOLO AMARELO Distrófico	Vegetação Secundária (capoeira)
5-10	1,93	356,69	7,2	0,4	42,2	11,2	2	4,7	26	26		
10-20	0,87											
Sítio 5A												
0-5	14,9										NEOSSOLO FLÚVICO Distrófico	Vegetação Secundária (capoeira)
5-10	2,73	442,08	14,5	0,8	47,9	15,9	2	4,4	20	20		
10-20	2,58											
Sítio 6												
0-5	16,99										NEOSSOLO FLÚVICO Distrófico	Vegetação Secundária (capoeira)
5-10	2,8	264,36	19,4	1,1	99,2	55,2	5	4,7	56	5		
10-20	2,76											

Obs: (2) média ponderada até 20 cm

pH variando de fortemente a moderadamente ácido. Nos sítios 5, 5A e 6, os valores dos ácidos fúlvicos não diferem significativamente entre si, porém são mais altos do que os verificados nos sítios 4 e 4A. Naqueles solos o pH apresenta-se extremamente ácido (Tab. 4; Figs 1 e 2).

Estudos indicam que quanto mais ácidos os solos maiores teores de ácidos fúlvicos são encontrados. Martins *et al.* (1989), encontraram em solos do nordeste paraense, uma relação entre maior acidez e a presença de maiores teores de ácidos fúlvicos no solo. Isto pode estar ligado a qualidade da matéria orgânica (estrutura e composição química das substâncias húmicas).

Não foi verificada diferença significativa entre os componentes químicos analisados na fração ácido fúlvico (AF), com exceção do sítio 4 (Espodosolo) que apresentou os menores teores de AF, entre todos os solos. Numericamente é neste solo que ocorre também os maiores teores de C no AF (Tab. 4).

Os sítios do Espodosolo, principalmente o 4, foram os que apresentaram produção de biomassa vegetal (MO e MOL), teores de nutrientes (S, N, P e C) e ácidos húmicos mais elevados em relação aos demais. Nestes sítios estima-se que a mineralização seja maior que a decomposição da matéria orgânica. Por outro lado, o Neossolo Flúvico Sódico (3) e Neossolo Flúvico (6) apesar de serem de carácter eutrófico (carácter dado mais pelo elevado teor de Na, do que pela presença dos demais nutrientes, que concorre para elevar a saturação em bases (Amaral, 1998)) apresentam baixa produção de biomassa vegetal e baixos teores de ácidos húmicos (6). O Espodosolo localiza-se em um relevo que varia de plano a suavemente ondulado. Por outro lado, o Neossolo Flúvico Sódico esta posicionado na parte mais baixa e plana da toposequência (Fig. 1), sendo periodicamente inundado e salinizado pela influência da água do mar. A cobertura vegetal, a posição

Tabela 4. Valores médios de alguns elementos da composição química do Ácido Fúlvico (AF) extraído dos diferentes tipos de solos da APA de Algodal – PA.

Sítio	Solos	Teores e Composição do AF			
		AF	CO	CTC	AT
		(%)	(g/Kg ⁻¹)	(cmolc/dm ⁻¹)	
5a	NEOSSOLO FLÚVICO	99,0a	3,11a	5,94a	0,90b
6	NEOSSOLO FLÚVICO	99,0a	3,16a	3,22a	0,51a
5	ARGILOSOLO AMARELO Distrófico	98,8ab	3,52a	4,91a	0,27a
4	ESPODOSSOLO HIDROMÓRFICO	98,2ab	3,17a	4,84a	0,21a
4a	ESPODOSSOLO HIDROMÓRFICO	97,7b	3,90a	3,86a	0,44a

Obs: Médias seguidas de mesma letra, na vertical, não diferem estatisticamente pelo teste de Student ao nível de 5% de probabilidade; CO: carbono orgânico total; CTC: capacidade de troca de cátions; AT: acidez total

topográfica e a influência da maré aparecem, neste caso, como os principais fatores de diferenciação dos solos.

Conclusões

Os sítios do Espodossolo foram

os de maior produção de matéria orgânica lábil,

Os maiores teores de ácidos fúlvicos estão relacionados a acidez do solo e a baixa qualidade da matéria orgânica.

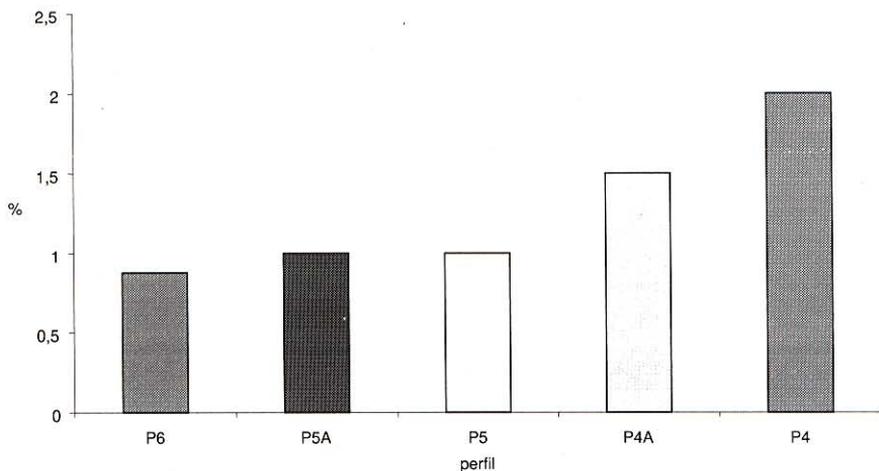


Figura 1: Teores de ácido húmico no solo: média ponderada à 20 cm

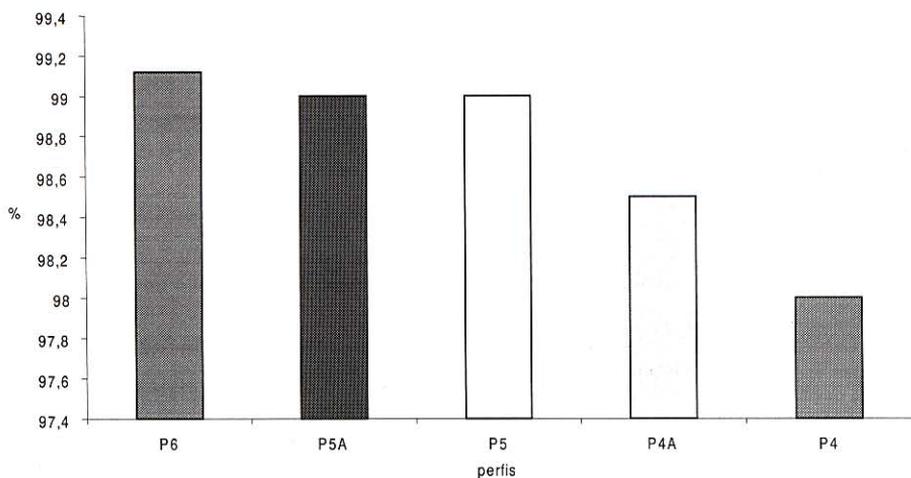


Figura 2. Teores de ácido fúlvico no solo: média ponderada à 20 cm

A maior parte do carbono total do solo vem das substâncias húmicas fornecido a ele pela fração ácido fúlvico.

Bibliografia citada

- Amaral, I.G. 1998. *Caracterização de solos de uma topossequência na Ilha de Maiandeu-PA*. Belém: Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, 86p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). 86p.
- Amaral, I.G.; Rodrigues, T.E.; Senna, C. ; Ruivo, M.L.P. 2000. Caracterização Pedológica de uma topossequência em ambiente litorâneo. In: Mangrove 2000, *CD-Room dos Artigos Completos*, Recife.
- Anderson, J.M., Flanagan, P.W. 1994. Biological processes regulating organic matter dynamics in tropical soils. In: Doran, J.W., Coleman, D.C., Bezdick, D.F., Stewart, B.B., (Eds.) *Defining soil quality for sustainable environmental*. Madison, SSCA/ASA, p.97-123. (SSCA Special Publication Number, 35).
- Bastos, M. de N. do C. 1996. *Caracterização das formações vegetais da restinga da Princesa, Ilha de Algodão-Pará*. Belém: Universidade Federal do Pará, 261p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas).
- Ceretta, C.A. 1996 *Substâncias húmicas do solo no contexto do plantio direto e da sustentabilidade*. In: I Encontro Brasileiro sobre Substâncias Húmicas. *Anais*, Belém.
- Costa, C.A.C. 1992. *Estudo de Adsorção e Remoção de Substâncias Húmicas por Sulfato de alumínio em Águas de Abastecimento*. São Carlos-SP, Universidade Federal de São Carlos/ Departamento de Química), 329p, (Tese de Doutorado).
- Duda, G.P., Campello, E.F.C., Mendonça, E.S., Loures, J.L., Mpanzo, D. 1999. Avaliação da dinâmica de matéria orgânica do solo para caracterização de áreas degradadas. Viçosa. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*,
- Embrapa. 1997. *Manual de análises químicas*. EMBRAPA, Rio de Janeiro, 212p.
- Gregorich, E.G.; Carter, M.R.; Angers, D.A.; Monreal, C.M.; Ellert, B.H. 1994. Towards a minimum data set to assess soil organic matter quality in agricultural soils. *Canadian Journal of Soil Science*, 74:367-385.
- Guedes, A. L. C.; Ruivo, M. L. P. 1999. Caracterização de substâncias húmicas em uma topossequência na Ilha de Algodão/ Maiandeu-PA. IN: Seminário de Iniciação Científica FCAP e EMBRAPA, *Resumos Expandidos*, Belém, p. 238-239.
- Martins, P.F.S., Cerri, C.C. , Andreux, F., Volkoff, B. 1989. O solo de um ecossistema natural de floresta localizado na Amazônia oriental. II. fracionamento da matéria orgânica do horizonte A. *Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi*. Série Ciências da Terra, Belém, 1(2):79-89.
- Prost, M.T.R. da C. 1994. *O litoral nordeste do estado do Pará: dinâmica atual e aplicação do sensoriamento remoto*. Municípios de Marapanim, Maracanã e Salinópolis. Relatório Final, Belém. MCT/ CNPQ/MPEG, 55p. (Programa de Estudos Costeiros)
- Ruivo, M.L.P. 1998. *Vegetação e características do solo como indicadores de reabilitação de áreas mineradas na Amazônia Oriental*. Viçosa: UFV, 101p. (Tese de Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas).
- 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 topossequência na Ilha de Algodão/Mainadeua, nordeste do estado do Pará. In: Mangrove 2000, *CD-Room dos Artigos Completos*, Recife.
- Sales, M. E. da C. 2000. *Decomposição de Folhas de espécies de mangues na região de São Caetano de Odivelas, costa nordeste do Pará*. Belém: Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, 54p. Dissertação (Mestrado em Agronomia).
- Theng, B. K. G.; Tate, K. R.; Sollins, P. 1989. Constituents of organic matter interperate and tropical soils. In: Coleman, D. C. ; Oades, J. M.; Uehara, G. (eds) *Dynamics of soil organic matter in tropical ecosystems*

tems. Hawaii, Niftal project, p.5-32.

Toledo, A .P.P. 1976. *Contribuição ao Estado Físico-químico do ácido húmico extraído de sedimento*. Instituto de Química da Universidade de São Paulo. São Paulo. (Dissertação de Mestrado). 88p.

Zech, W., Senesi, N., Guggenberg G., Kaiser, K., Lehmann, J., Miano, T. M., Miltener, A, Schroth, G. 1997. Factors controlling humification and mineralization of soil organic matter in the tropics. *Geoderma*, Amsterdam, 79:117-161.

Aceito para publicação em 18/04/2002