



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS**

**CARACTERIZAÇÃO DA MATÉRIA ORGÂNICA DE DIFERENTES FORMAÇÕES  
FLORESTAIS NA RESERVA NACIONAL DA VALE, LINHARES-ES**

**VICTOR SATIRO DE MEDEIROS**

**Orientador:**

**Marcos Gervasio Pereira**

Serepédica, RJ.

Dezembro, 2008

**VICTOR SATIRO MEDEIROS**

**CARACTERIZAÇÃO DA MATÉRIA ORGÂNICA DE DIFERENTES FORMAÇÕES  
FLORESTAIS NA RESERVA NACIONAL DA VALE, LINHARES-ES**

Monografia a ser apresentada ao  
Departamento de Silvicultura da  
Universidade Federal Rural do Rio de  
Janeiro, como requisito parcial para a  
obtenção do título de Engenheiro Florestal.

**Orientador**

**Marcos Gervasio Pereira**

Seropédica, RJ

Dezembro, 2008

**CARACTERIZAÇÃO DA MATÉRIA ORGÂNICA DE DIFERENTES FORMAÇÕES  
FLORESTAIS NA RESERVA NACIONAL DA VALE, LINHARES-ES**

**Aprovada em 12 / 12 / 2008**

---

**Prof. Doutor. Marcos Gervasio Pereira**  
**Orientador**

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Instituto de Agronomia - Departamento de Solos

---

**Mestre em Agronomia – Ciência do Solo - Arcângelo Loss**

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Instituto de Agronomia - Departamento de Solos

---

**Doutora em Agronomia – Ciência do Solo – Erika Flávia Machado Pinheiro**

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Instituto de Agronomia - Departamento de Solos

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus pela vida e a oportunidade de vivê-la junto à natureza.

**MUITO OBRIGADO!!!**

## RESUMO

Este estudo teve como objetivo, caracterizar a matéria orgânica de um NEOSSOLO QUARTZARÊNICO e um ARGISSOLO AMARELO sob Mata de Mussununga e Floresta de Tabuleiro, respectivamente, na Reserva da Vale no município de Linhares, Espírito Santo. Foram abertas duas trincheiras em cada área, sendo coletados amostras de solos nas profundidades de 0-5, 5-10, 10-20, 20-40 e 40-60 cm, com duas repetições por trincheira. Nas amostras foram quantificados o carbono orgânico total do solo (COT) e realizado o fracionamento granulométrico, obtendo-se as frações matéria orgânica particulada (MOP) e matéria orgânica mineral (MOM), também realizou-se o fracionamento químico, separando as frações: ácidos húmicos (FAH); ácido fulvico (FAF) e humina (HUM). Posteriormente, determinou-se o carbono por oxidação nas frações granulométricas e húmicas. Os teores de COT variaram entre 5,24 e 20,59 g kg<sup>-1</sup>, para a área de ARGISSOLO, e entre 3,11 e 36,03 g kg<sup>-1</sup>, na área de NEOSSOLO QUARTZARÊNICO. Os maiores valores da matéria orgânica particulada (MOP), foram verificados nas camadas superficiais na área de Mussununga. Quanto às substâncias húmicas, a humina representou a maior parte dentre as demais frações, variando entre 1,33 e 13,04 g kg<sup>-1</sup>, para o ARGISSOLO AMARELO e 2,07 e 20,24 g kg<sup>-1</sup>, para o NEOSSOLO QUARTZARÊNICO. De maneira geral, os valores de matéria orgânica foram baixos, principalmente por ambos os solos apresentarem baixo conteúdo de argila. O alto percentual das substâncias húmica, cerca de 88% do COT, indica que às áreas estudadas possuem alta estabilidade da matéria orgânica, sendo a fração humina predominante e principal componente influenciador nesse processo.

Palavras chaves: Carbono orgânico, Matéria orgânica particulada, Mussununga.

## ABSTRACT

This study, to characterize organic matter from a PSAMENT and a Yellow Argisol under Mata, Mussununga and Forest Board, respectively, in Valley Reserve in the city of Linhares, Espírito Santo. Two trenches were opened in each area, and collected samples of soil at depths of 0-5, 5-10, 10-20, 20-40 and 40-60 cm, with two repetitions per trench. Samples were quantified the total soil organic carbon (TOC) and performed the size fractionation, resulting in the fractions particulate organic matter (MOP) mineral and organic matter (MOM), also took place the chemical fractionation, separating the fractions: humic acids (FAH), fulvic acid (FAF) and humin (HUM). Later, it was determined by the carbon oxidation in size and humic fractions. The contents of TOC ranged between 5.24 and 20.59 g kg<sup>-1</sup>, to the area of ARGISSOLO, and between 3.11 and 36.03 g kg<sup>-1</sup> in the area of PSAMENT. The highest values of particulate organic matter (MOP), were found in superficial layers in the area of Mussununga. As for humic substances, the humin accounted for the largest share among the remaining fractions, ranging between 1.33 and 13.04 g kg<sup>-1</sup> for the Yellow Argisol and 2.07 and 20.24 g kg<sup>-1</sup> for the Neosols Quartzarenic. Overall, the values of organic matter were low, mainly because both soils have low content of clay. The high percentage of humic substances, about 88% of TOC, indicates that the areas studied are highly stable organic matter, being the predominant fraction humin and principal component influencing this process.

Key words: organic carbon, particulate organic matter, Mussununga.

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABELAS	ix
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Matéria orgânica o solo	1
1.2 Decomposição da matéria orgânica	2
1.3 Substâncias húmicas	2
1.4 Reserva Nacional da Vale	3
2. MATERIAL E MÉTODOS	4
2.1 Localização, clima e vegetação	4
2.2 Solos	4
2.3 Estrutura da vegetação	5
2.4 Metodologia	7
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	9
3.1 Densidade do solo (Ds) e Estoque de Carbono	9
3.2 Matéria orgânica total	10
3.3 Matéria orgânica particulada	10
3.4 Fracionamento químico	11
4. CONCLUSÃO	13
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	14

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização da área de estudo, e detalhamento dos fragmentos florestais da região. Fonte: (JESUS & ROLIM, 2005).	4
Figura 2. Distribuição dos solos na Reserva Natural da Vale, Linhares-ES. Fonte. (JESUS & ROLIM, 2005).	5
Figura 3. Mapa da vegetação da Reserva Natural da Vale, Linhares-ES. Fonte (JESUS & ROLIM, 2005).	6
Figura 4. Visão do interior da mata de tabuleiro, RNV-Linhares-ES.	6
Figura 5. Vista parcial no interior da mata de Mussununga, RNV-Linhares-ES.	7
Figura 6. Imagens do produto do fracionamento químico, respectivamente, ácido fúlvico, ácido húmico e humina. Fonte. (FONTANA, 2001)	8
Figura 7. Densidades do solo em profundidade para as duas formações florestais.	9
Figura 8. Estoque de carbono orgânico em profundidade para as duas formações florestais.	10
Figura 9. Fração das substâncias húmicas e COT em profundidade no solo sob Floresta de Tabuleiro.	12
Figura 10. Fração das substâncias húmicas e COT em profundidade no solo sob Mata de Mussununga.	12

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Percentuais de matéria orgânica particulada e matéria orgânica mineral ao longo da profundidade de 0 a 60 cm para as duas formações florestais.

11

## 1. INTRODUÇÃO

A matéria orgânica do solo engloba os resíduos vegetais em estágio variados de decomposição, a biomassa microbiana, as raízes e a fração, denominada húmus (THENG et al., 1989).

Nos últimos anos, o estudo da matéria orgânica tem ganhado destaque, devido a crescente preocupação existente com a qualidade do meio ambiente. Essa preocupação incentivou o estudo da matéria orgânica devido ao seu papel decisivo em diversos aspectos relacionados ao solo e a água (BRONICK & LAL, 2005). A magnitude do efeito de acúmulo e estabilidade da matéria orgânica é sensivelmente influenciada pelas características edafoclimáticas (Bayer, et al., 2000) e as fitocoberturas presente nos solos. O mecanismo de decomposição é regulado principalmente por três grupos de variáveis: a natureza da comunidade decompositora ( os macros e microorganismos), as características do material orgânico que determinam sua degradabilidade (a qualidade do material) e as condições do ambiente (ABER & MELILO, 1991).

### 1.1. MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO

O material orgânico pode ser dividido em três grupos: Resíduos orgânicos, que apresentam material vegetal e / ou animal não decomposto ou parcialmente decomposto; biomassa viva do solo, que se refere ao material orgânico presente no protoplasma de organismos; húmus, que consiste nos compostos orgânicos presentes no solo, excluindo-se o material vegetal e animal decomposto e biomassa viva do solo (SANTOS & CAMARGO, 1999).

A matéria orgânica do solo (MOS) constitui o maior reservatório de carbono da superfície terrestre. Estima-se que os estoques estejam entre 1200 e 1500 Pg, superando, assim o estoque de carbono na biota (ANDERSON, 1995). Entretanto somente a informação de acúmulo de carbono não é suficiente para caracterizar uma situação de seqüestro de carbono. A estabilidade deste carbono no solo é um dado extremamente relevante, pois, caso o carbono esteja em estruturas mais lábeis facilmente será mineralizado retornando para atmosfera na forma de CO<sub>2</sub> (GIÁCOMO, 2007).

O aporte de material orgânico é determinado pela cobertura vegetal existente sobre o solo. Portanto, formações florestais mais densas fornecem maior quantidade de carbono orgânico para o solo.

Trabalhos na literatura têm demonstrado o efeito da MOS nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. Do ponto de vista agrícola, a MOS atua como fonte primária e reserva de nutrientes para as plantas, controle da temperatura do solo, influência na agregação, aeração e retenção de umidade do solo. Os efeitos da presença de MOS possuem maior importância em solos mal estruturados, de baixa fertilidade, ácidos e com presença elevada de alumínio como normalmente são os solos de Tabuleiros (BRITO, 2005).

O carbono orgânico particulado do solo (COP) corresponde à fração lábil do carbono orgânico, seu método de obtenção é simples e barato, sendo mais sensível, frente às mudanças de manejo do solo. LOSS (2007) observou que o COP mostrou-se mais adequado que o COT para evidenciar diferenças provenientes do efeito do tipo de cobertura florestal e forma de cultivo do solo.

A fração leve corresponde à MO livre, que representa de 10 a 30% do C orgânico (Silva & Resck, 1997). Os teores de C associados à fração leve (C-FL) ou COP, variam com o tipo de solo, clima e práticas de manejo adotadas e a FL é ciclada em menor tempo do que a MO como um todo (Janzen et al, 1992; Silva & Resck, 1997). A fração pesada engloba o C ligado aos minerais do solo e apresenta grau avançado de decomposição, também chamada de COM, estando associado as frações silte e argila.

As propriedades físicas do solo desempenham um papel fundamental na manutenção da

matéria orgânica do solo, principalmente nos trópicos. Nota-se que o teor de carbono está estreitamente relacionado com a textura do solo, tendendo a aumentar à medida que se eleva o teor o teor de frações granulométricas mais finas (FELLER, 1993). Logo, solos de textura arenosa contêm em geral, menores quantidades de carbono orgânico em comparação àqueles com textura mais fina. Solos de textura grosseira (arenosos), como os encontrados na região dos tabuleiros, os teores de MOS são baixos, em torno de  $10\text{g kg}^{-1}$  ou menores (SOUZA, 1996). Esses baixos níveis de COT são encontrados principalmente, pelo fato do carbono estar mais acessível ao ataque de microorganismo, que desfavorece o seu acúmulo no solo (CALEGARI, & MEDEIROS, 2001).

## **1.2. DECOMPOSIÇÃO DA MATÉRIA ORGÂNICA**

O processo de decomposição da matéria orgânica mantém a funcionalidade do ecossistema, possibilitando que parte do carbono incorporado na biomassa vegetal retorne a atmosfera como  $\text{CO}_2$  e outra parte, juntamente com elementos minerais, seja incorporada ao solo (OLSON, 1963; ODUM, 1969).

A evolução da matéria orgânica do solo (MOS) compreende as transformações ocorridas desde a incorporação da matéria orgânica fresca até a formação de frações humificadas, mais estáveis (Ácido fúlvico, Ácido húmico e humina), essas transformações foram separadas conceitualmente em dois processos básicos: A degradação ou mineralização, que corresponde à transformação primária do resíduo orgânico com liberação de  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{CH}_4$   $\text{CO}_2$ , e os demais íons dissociados, que irão formar solução do solo ou serão liberados por emissão para atmosfera. Outro processo é a humificação, que representa a transformação de material orgânico recentemente incorporado nas substâncias húmicas.

A matéria orgânica do solo pode ser dividida em uma fração lábil (biodegradável, leve), representando aproximadamente  $1/3$  do carbono orgânico total do solo, que apresente altas taxas de decomposição em um curto período de permanência no solo (THENG, et al, 1989). E sua principal função é o fornecimento de nutrientes as plantas através de sua mineralização e de energia e carbono ao microorganismos do solo (OADES, 1989). E uma fração humificada, mais complexa de maior estabilidade, que representa cerca de  $2/3$  do carbono orgânico do solo, possuindo maiores taxas de permanência no solo (THENG, et al, 1989), atuando principalmente nas condições físico-química do solo.

## **1.3. SUBSTÂNCIAS HÚMICAS**

O termo substâncias húmicas (SH) é utilizado para descrever materiais e frações orgânicas obtidas a partir do fracionamento químico da matéria orgânica com base em suas características de solubilidade em meio alcalino e ácido, (SILVA et al., 2000), as SH interagem com o material mineral, interferindo, assim, na dinâmica de nutrientes no sistema solo-planta, e exercem um papel primordial na manutenção da fertilidade do solo (MENDOZA, 1996).

Para extração dessas substâncias, foi utilizado o fracionamento químico da MOS, obtendo-se as frações; ácido húmico (FAH), ácido fúlvico (FAF) e Humina (HUM), sendo posteriormente determinado o teor carbono orgânico em cada uma delas.

As substâncias húmicas são consideradas o estágio final da evolução dos compostos de carbono no solo (STEVESON, 1994) e representam cerca de 30% a 85% do húmus do solo (KONONOVA, 1982), Além disso, estocam a maior parcela do compartimento de carbono estável da MOS.

#### **1.4. RESERVA NATURAL DA VALE**

A Reserva Natural da Vale (RNV), situada no município de Linhares (ES), junto á reserva Biológica de Soretama, representa um dos últimos remanescentes de floresta primária em toda a Mata Atlântica, sendo considerado um dos centros de alta diversidade biológica e de endemismo no Brasil (Peixoto & Silva, 1997). Possuindo cerca de 22.000 ha, a RNV representa um importante fragmento de mata atlântica no Brasil, formando com a REBIO de Sooretama, um significativo corredor florestal. Apresenta uma variada cobertura vegetacional, com as florestas de Tabuleiro e Mussununga, além do campo nativo, se destacando entre as demais formações florestais.

Os solos da RNV foram classificados em quatro classes de acordo com EMBRAPA, (1999): ARGISSOLO AMARELO, Espodossolo, Gleissolo e Neossolo Quartzarênico , além do Latossolo Amarelo, observado em recentes visitas na região. O ARGISSOLO AMARELO é dominante não só na RNV, mas em todo solo capixaba, formado por sedimentos do Grupo Barreiras, característico dessa região (JESUS & ROLIM, 2005)

Portanto, estudos nessa área, são de suma importância para a compreensão da estrutura e a complexidade desses ecossistemas.

Este trabalho teve como objetivo, quantificar o conteúdo de carbono orgânico, da matéria orgânica particulada e das substâncias húmicas (ácidos fúlvicos, húmicos e humina) em um Neossolo Quartzarênico em área de Mussununga e um ARGISSOLO AMARELO sob cobertura de Floresta de Tabuleiro, na Reserva da Vale em Linhares, Espírito Santo.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. LOCALIZAÇÃO, CLIMA E VEGETAÇÃO

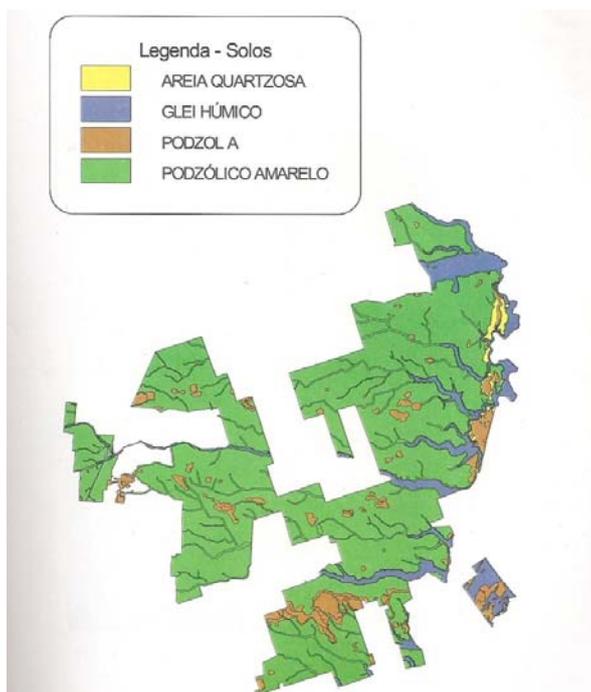
As áreas de estudo localizam-se na Reserva Natural da Vale (RNV). Geograficamente a Reserva situa-se entre os paralelos 19° 06 – 19° 18 de latitude sul e os meridianos 39° 45 – 40° 19 de longitude W Gr. (JESUS, 2001) (figura 1). O clima é classificado como tropical quente e úmido apresentando pluviosidade média anual de 1200 mm, (Köppen). A Floresta de Tabuleiro na RNV é classificada como Floresta Estacional Perenifólia, uma classificação intermediária entre a Floresta Ombrófila e Estacional Semidecídua do IBGE (Veloso et al., 1991). Para o estudo, foram selecionadas duas áreas distintas; uma área de ARGISSOLO AMARELO, sob Floresta de Tabuleiro e outra de Floresta de Mussununga em um Neossolo Quartzarênico.



**Figura 1.** Localização da área de estudo, e detalhamento dos fragmentos florestais da região. Fonte: (JESUS & ROLIM, 2005).

### 2.2. SOLOS

Na figura 2 são apresentados os principais solos verificados na Reserva Nacional da Vale, no ecossistema dos Tabuleiros Costeiros. O principal solo (ARGISSOLO AMARELO) caracteriza-se como profundo, ácido, álico, com baixa capacidade de troca catiônica e presença de horizontes Coesos (JACOMINE, 1996; RIBEIRO, 1998; REZENDE, 2000; NASCIMENTO, 2001; e LIMA, et al, 2004). O termo coeso tem sido utilizado com significado de tenacidade (REZENDE, 2000), para caracterizar horizontes minerais subsuperficiais do solo que apresentam aumento de coesão entre as suas partículas. Tornando-se duro, muito duro ou extremamente duro quando seco e friável quando úmido (JACOMINE, 1996).



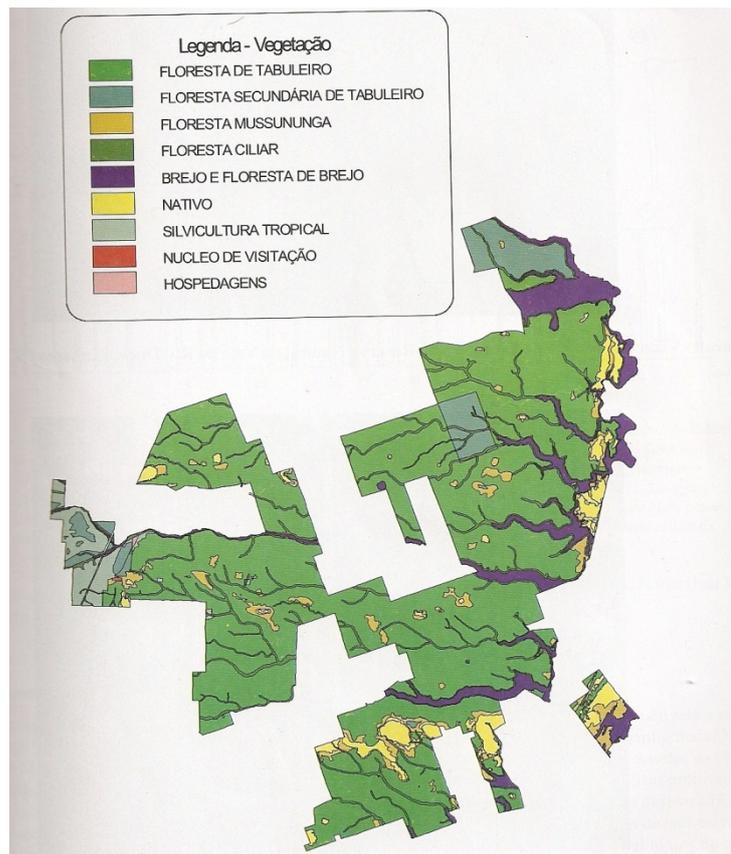
**Figura 2.** Distribuição dos solos na Reserva Natural da Vale, Linhares-ES. Fonte. (JESUS & ROLIM, 2005).

Com frequência o ARGISSOLO AMARELO é álico abrubtico, com horizonte A moderado, normalmente 20 cm e textura arenosa a média, e um B textural, com cerca de 1,2 a 2,0 m de profundidade e textura média a argilosa. A fração areia nos primeiros 20 centímetros chega facilmente a 80 a 90 %, sem pedregosidade. São solos bem lixiviados, com argila de baixa atividade e composição química pobre (EMBRAPA, 1999; GARAY ET AL., 1995; KINDEL, 2001).

Quanto ao Neossolo Quartzarênico, no geral, são solos originados de depósitos arenosos, apresentando textura areia ou areia franca ao longo de pelo menos 2 metros de profundidade. Esses solos são constituídos essencialmente de grãos de quartzo na fração areia, sendo, por conseguinte, praticamente destituídos de minerais primários pouco resistentes ao intemperismo, além de possuir baixa capacidade de agregação de partículas.

### 2.3. ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO

Na figura 5, é apresentada a distribuição da vegetação na Reserva Nacional da Vale. Quanto à estrutura de vegetação, a Floresta de Tabuleiros apresenta árvores de grande porte, com muitas atingindo 30 metros de altura formando um dossel pouco extratificado, apresentando sub-bosque raleado, ocupando cerca de 63% da RNV (Figura 4).



**Figura 3.** Mapa da vegetação da Reserva Natural da Vale, Linhares-ES. Fonte (JESUS & ROLIM, 2005).



**Figura 4.** Visão do interior da Mata de Tabuleiro, Reserva Natural da Vale, Linhares-ES.

Quanto à mata de mussununga (Figura 5), esta é constituída por florestas raleadas com

indivíduos de baixo porte e vegetação herbáceo-arbustiva bastante desenvolvida, geralmente apresentam-se sobre solo arenoso possuindo formato circular ou circundada por floresta de Tabuleiros, é notável a presença bromélias e palmeiras no seu interior.



**Figura 5.** Vista parcial no interior da mata de Mussununga, Reserva Natural da Vale, Linhares-ES.

#### 2.4. METODOLOGIA

Em cada uma das áreas foram abertas duas trincheiras sob cada formação florestal, até a profundidade de 100 cm, e nestas com o auxílio de um anel de kopecky, coletaram-se amostras indeformadas, nas profundidades de 0-5, 5 -10, 10-20, 20-40 e 40-60 cm em duplicata, para determinação a densidade do solo (DS). Após a coleta, as amostras foram secas em estufa a 106 ° celsius, e o teor de carbono orgânico total (COT) segundo as normas preconizadas por EMBRAPA (1997). Para o fracionamento químico da MOS foi utilizada a técnica de solubilidade diferencial (KONONOVA,1966), segundo modificações de BENITES et al. (2003), que consiste separação das frações por diferença de solubilidade.

O fracionamento das substâncias húmicas foi feito em triplicatas, segundo a técnica de solubilidade diferencial, utilizando-se os conceitos de frações húmicas estabelecidos pela Sociedade Internacional de Substâncias Húmicas, desenvolvidos por Swift (1996) e adaptado por Benites et al. (2003).

Para a extração dos ácidos húmicos e fúlvicos foi utilizada solução de NaOH 0,1 mol L<sup>-1</sup> na relação solo:extrator de 1:10 p/v, utilizando-se 1,0 g de solo e um tempo de contato de 24 h.

A separação entre o extrato alcalino e o resíduo foi feita por centrifugação a 5.000 g (FCR<sub>média</sub>) por 30 min. Foram realizadas três lavagens do resíduo com a mesma solução, adicionando-se os extratos aos anteriormente reservados. O resíduo foi recolhido e reservado para determinação de carbono na forma de humina (HUM). O extrato alcalino teve o pH ajustado para (1,0 ± 0,1) com solução aquosa de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 20% e que foi decantado por 18 h. O H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> foi utilizado em vez de HCl, a fim de evitar interferências do ânion cloreto no processo de determinação do carbono nas frações por métodos titulométricos.

O precipitado, fração ácido húmico (C-FAH), foi separado da fração solúvel por centrifugação a 5.000 g (FCR<sub>média</sub>) por 5 min, rediluído em solução NaOH 0,1 mol L<sup>-1</sup> e seu volume aferido para 50 mL, com água destilada. A porção solúvel no extrato acidificado, fração

ácido fúlvico (C-FAF), teve seu volume aferido para 50 mL, utilizando-se água destilada. A determinação quantitativa de carbono nos extratos das frações ácido fúlvico e ácido húmico foi feita utilizando alíquotas de 5 mL de extrato e 2,5 mL de dicromato de potássio e mantendo-se a relação 1:2 solução:ácido sulfúrico. As concentrações de dicromato de potássio utilizadas foram de 0,5 e 1,0 mol L<sup>-1</sup> para frações ácido fúlvico e ácido húmico, respectivamente, calculadas de forma que 10 a 75% do oxidante foi consumido na reação, mantendo a titulação dentro da faixa linear de correlação com o teor de carbono.



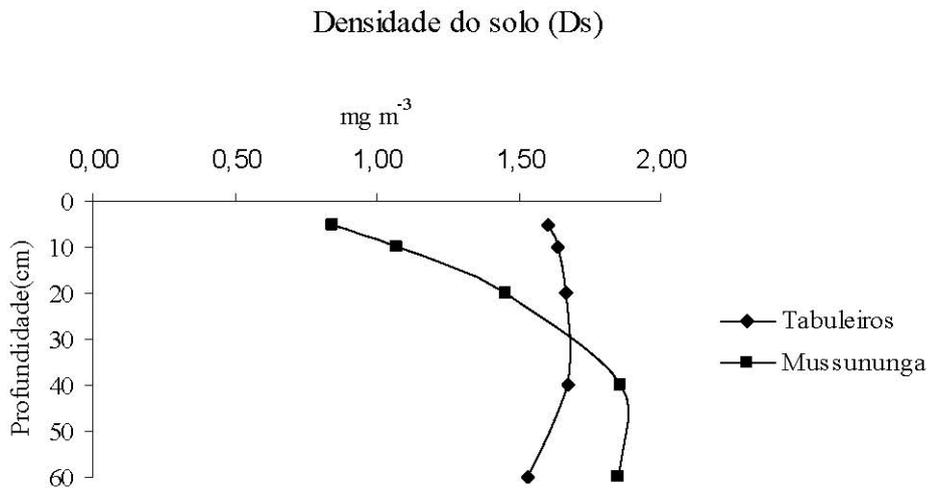
**Figura 6.** Imagens do produto do fracionamento químico, respectivamente, ácido fúlvico, ácido húmico e humina. Fonte (FONTANA, 2001).

Para o fracionamento físico da matéria orgânica foi utilizado o método granulométrico proposto por Cambardella & Elliot (1992). Aproximadamente 20 g de solo e 70 mL de solução de hexametáfosfato de sódio (5 g L<sup>-1</sup>) foram homogeneizadas durante 15 horas em agitador horizontal. A seguir, a suspensão foi passada em peneira de 53 µm com auxílio de jato de água. O material retido na peneira, que consiste na matéria orgânica particulada, foi seco em estufa a 50°C, quantificado em relação a sua massa, moído em gral de porcelana e analisado em relação ao teor de C orgânico. O carbono orgânico associado aos minerais foi calculado pela diferença entre o carbono orgânico total e da matéria orgânica particulada.

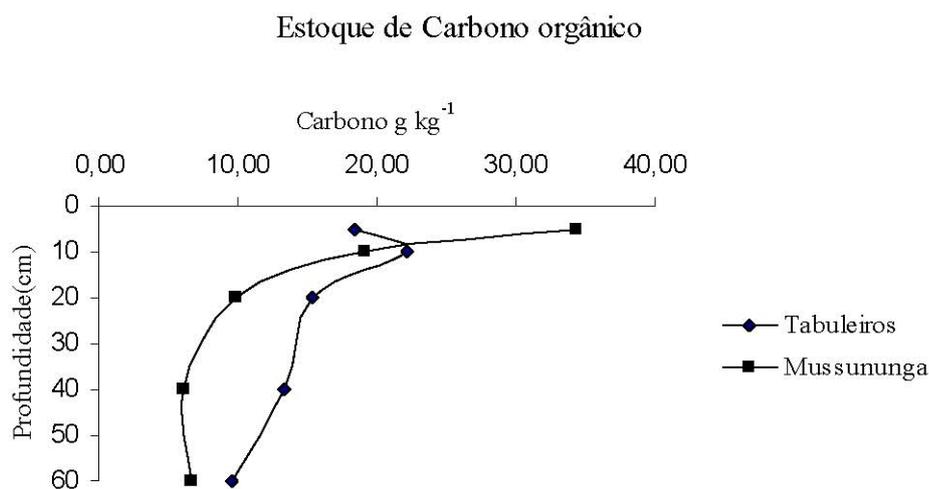
### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. DENSIDADE DO SOLO (Ds) e ESTOQUE DE CARBONO

Os valores de  $D_s$  para o ARGISSOLO AMARELO variaram de 1,47 a 1,81  $Mg\ m^{-3}$ , valores bastante próximos aos verificados por PAIVA et al. (2000) em trabalhos com solos de Tabuleiros na Bahia. Estudando Argissolos Amarelos na Reserva de Sooretama também SÁ *et al* (2003) observaram elevados valores de  $D_s$ . Esses elevados valores de densidade, indicam a característica de coesão, freqüentemente observada nestes solos. Já os valores de  $D_s$  para o Neossolo Quartzarênico apresentaram uma maior variação, valores entre 0,85 e 1,97  $Mg\ m^{-3}$ . Valores de  $D_s$  abaixo de 1,0 foram observados nas camadas superficiais, devido à forte influência da serapilheira. Já nas camadas mais profundas, a relevante participação da fração areia, contribuiu para o aumento da  $D_s$  sendo os valores observados superiores aos verificados para o Argissolo. Quanto ao estoque de carbono, o ARGISSOLO AMARELO apresentou valores variando de 9,73 a 22,15  $g\ kg^{-1}$  de carbono orgânico enquanto que, o Neossolo Quartzarênico apresentou maior variação, mesmo comportamento observado anteriormente, com valores variando de 6,05 a 34,30  $g\ kg^{-1}$ . Os altos valores de densidade do solo sob Floresta de Tabuleiros, características tradicionais destes solos, chamados também de solos coesos, contribuiu para valores elevados de estoque de carbono, não refletindo no valor real do COT.



**Figura 7.** Densidade do solo em profundidade para as duas formações florestais



**Figura 8.** Estoque de carbono orgânico em profundidade para as duas formações florestais.

### 3.2. CARBONO ORGÂNICO TOTAL

Para os valores de COT, foi observada uma grande variação dos teores entre as diferentes coberturas vegetais. Valores de COT entre 5,24 e 20,59 g kg<sup>-1</sup>, para a área de ARGISSOLO AMARELO, sob Floresta de Tabuleiro e entre 3,11 e 36,03 g kg<sup>-1</sup>, na área de Neossolo Quartzarênico sob Floresta de Mussununga (Figura 7). Quanto à distribuição em profundidade do COT, em ambas as áreas, verifica-se um decréscimo dos valores de COT. Para as áreas de ARGISSOLO AMARELO, esta diminuição ocorre de maneira gradual, enquanto que na área de Neossolo Quartzarênico, devido aos elevados valores de COT nos primeiros centímetros, verifica-se uma diminuição brusca a partir dos 10 cm de profundidade. Esta diferença pode ser atribuída aos maiores valores de argila em profundidade, que ocorrem nos Argissolos, favorecendo a estabilização da matéria orgânica, e desta forma contribuindo para uma maior uniformidade dos valores de COT ao longo do perfil.

### 3.3. MATÉRIA ORGÂNICA PARTICULADA

Quanto à matéria orgânica particulada (MOP) (Figura 8), observa-se o mesmo comportamento verificado para o COT. Os valores de MOP variaram de 3,51 a 13,93 g kg<sup>-1</sup> para a área de ARGISSOLO AMARELO e de 1,02 a 22,75 g kg<sup>-1</sup> para a área de Neossolo Quartzarênico. Para a área de ARGISSOLO, constata-se uma distribuição regular desta fração da matéria orgânica em profundidade. Na área de Mussununga, sob Neossolo Quartzarênico, foram verificados maiores valores de matéria orgânica particulada (MOP) nas camadas superficiais, em decorrência da grande presença de serapilheira observada na área, possivelmente explicada pela baixa taxa de transformação desta, já que grande parte da fração foliar depositada apresenta textura coreácea, a qual é frequentemente verificada em espécies de restinga. Além disto, verifica-se na área de Mussununga a presença de bromélias, palmeiras e outras espécies xerófilas, que podem estar depositando material de maior resistência à decomposição.

Não foi observado padrão de distribuição dos percentuais de MOM/MOP em profundidade para ambos os solos.

**Tabela 1.** Percentuais de matéria orgânica particulada e matéria orgânica mineral ao longo da profundidade de 0 a 60 cm para as duas formações florestais.

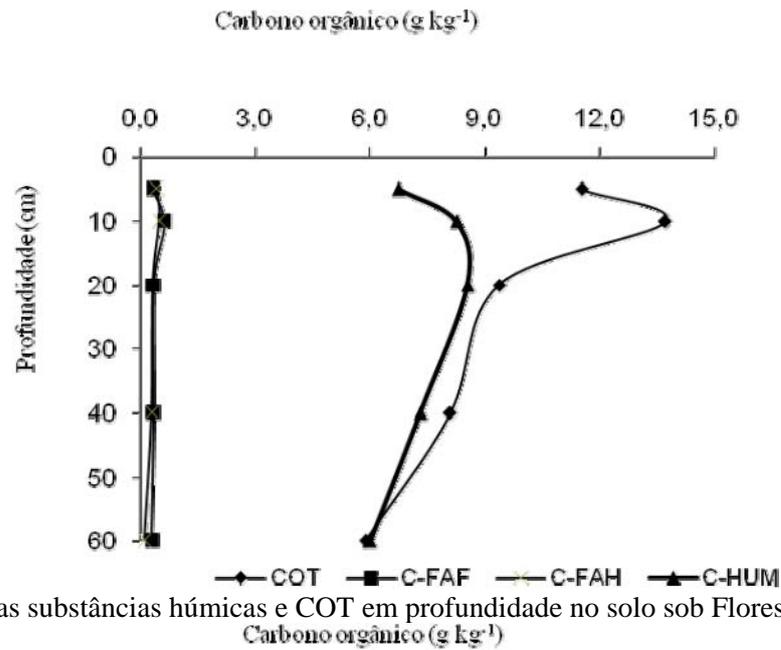
Floresta de Tabuleiros			
Profundidade (cm)	MOP (%)	MOM (%)	MOT (%)
5	55	45	100
10	62	38	100
20	85	15	100
40	80	20	100
60	69	31	100

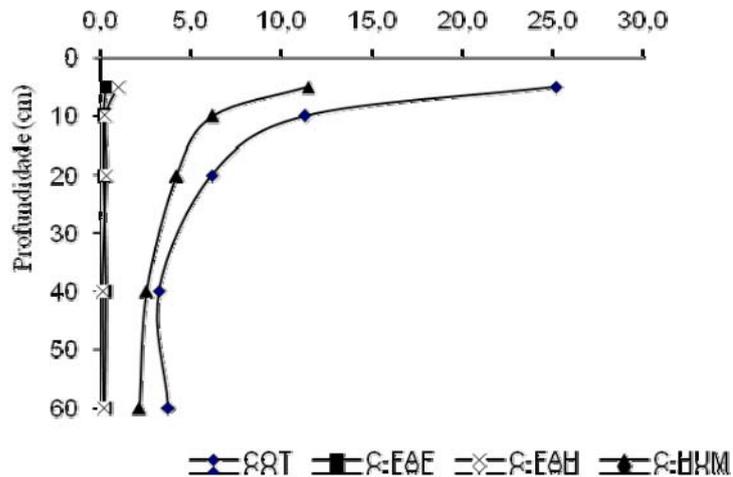
Mata de Mussununga			
Profundidade (cm)	MOP (%)	MOM (%)	MOT (%)
5	57	43	100
10	60	40	100
20	80	20	100
40	46	54	100
60	30	70	100

### 3.4. FRACIONAMENTO QUIMICO

Os teores de carbono correspondentes às frações húmicas são apresentados nas Figuras 9 e 10. Para as diferentes classes de solos e coberturas avaliadas, verifica-se o predomínio da fração humina, dentre as frações húmicas, com valores variando entre 1,33 e 13,04 g kg<sup>-1</sup> de solo, para o ARGISSOLO AMARELO e valores entre 2,07 e 20,24 g kg<sup>-1</sup> de solo, para o NEOSSOLO QUARTZARÊNICO. Para a fração ácido húmico, os valores estiveram entre 0,1 e 0,95 g kg<sup>-1</sup>, na a área de Tabuleiro, e 0,09 e 1,49 g kg<sup>-1</sup>, na a área de NEOSSOLO QUARTZARÊNICO. Dentre as substâncias húmicas, os menores valores de carbono foram verificados para a fração ácido fúlvico, tanto na área de Tabuleiros quanto na área de Mussununga. Estudando a distribuição das substâncias húmicas em áreas de pasto, floresta de tabuleiro e plantio de cana-de-açúcar, em solos de Tabuleiros no município de Campos de Goytacazes (RJ), FONTANA et al., 2001, também encontraram maiores valores da fração humina dentre as frações orgânicas. Para o ARGISSOLO AMARELO, o predomínio da fração humina pode ser decorrente da forte interação entre esta e a fração argila do solo, promovendo uma maior resistência à decomposição desta fração



**Figura 9.** Fração das substâncias húmicas e COT em profundidade no solo sob Floresta de Tabuleiros.  
Carbono orgânico (g kg<sup>-1</sup>)



**Figura 10.** Fração das substâncias húmicas e COT em profundidade no solo sob Mata de Mussununga.

No geral, os valores de carbono orgânico na área de Floresta de Tabuleiros foram baixos, indicando uma rápida ciclagem de nutrientes, associado á uma baixa retenção, característica de ambos os solos. Kindell, 2001, estudando serrapilheira na RNV, encontrou rápida troca da matéria orgânica para solos de tabuleiros capixabas. E quanto á área de mussununga, a baixa proteção, aliada a lenta transformação da matéria orgânica, devido ao material de mais difícil decomposição, contribuem para os baixos valores de carbono em profundidade, contrastando com os altos valores de carbono na superfície, sustentados por um fornecimento, mesmo que reduzido, mais constante da serrapilheira.

#### 4. CONCLUSÃO

Os altos valores de estoque de carbono do solo de ARGISSOLO AMARELO, explicados pelos altas densidades encontradas neste solo, não refletiram no valor real de COT, indicando que a quantificação por este método não seja adequado para os solos coesos dos Tabuleiros Costeiros.

As maiores quantidades de carbono orgânico, encontradas nos solos sob formação de Mussununga, estão associadas principalmente a deposição de material mais resistente à decomposição, corroborando para o acúmulo de serrapilheira e uma débil transformação da matéria orgânica, concentrando quantidades significativas de carbono orgânico nas camadas mais superficiais.

O alto percentual da fração humina, média de cerca de 92% do COT no ARGISSOLO AMARELO, indica que a área sob a floresta de Tabuleiros possui alta estabilidade do carbono orgânico armazenado. Quanto ao NEOSSOLO QUARTZARÊNICO, verifica-se que 80% do COT está contido na fração humina, evidenciando a menor transformação da matéria orgânica, na área dessa cobertura.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABER, J.D.; MELILO, J.M. Terrestrial ecosystems. Orlando: Reinhart & Winston, 1991. 428p.
- ANDERSON, D. W. Decomposition of organic matter and carbon emission from soils. In: LAL, J. LEVINE, E. 7 STWART, B. A., eds. Soil and global change. Boca Raton CRC press, 1995. P. 165-175.
- ANDREAUX, F. Humus in word soils. In: PICCOLO, A. (Ed.) Humic substances in terrestrial eocsystems. Amsterdam: Elsevier, 1996. P 45-100.
- BENITES, V. M., MADARI, B., MACHADO, P. L. O. de A. Extração e fracionamento quantitativo de substâncias Húmicas do solo: Um procedimento simplificado de baixo custo. Rio de Janeiro: Embrapa solos, 2003. 7p. (Embrapa solos. Comunicado técnico, 16).
- BRITO, R. J., Indicadores de qualidade do solo em ambientes de Tabuleiros Costeiros na região norte fluminense, RJ – 2005. 88f.; il.
- BRONICK, C. J., LAL, R. Soil structure and management: a review. Geoderma, v. 124, p. 3-22, 2005.
- CAMBARDELLA, C.A. & ELLIOT, E.T. Particulate organic-matter changes across a grassland cultivation sequence. Soil Sci. Soc. Am. J., 56:777-783, 1992.
- CALEGARI, A., MEDEIROS, G. B. DE. Utilização de práticas biológicas na recuperação de camadas superficiais adensadas/compensadas. IN: WORKSHOP COESÃO EM SOLOS DOS TABULEIROS COSTEIROS. Aracaju, 2001 **Anais....**, Aracaju. EMBRAPA Tabuleiros Costeiros. 2001. P. 243-259.
- COSTA, F, S. ; ALBUQUERQUE, J, A; BAYER,C; FONTOURA, S, M, V; & WOBETO,c. Propriedades físicas de um latossolo Bruno afetadas pelo sistema de plantio direto e preparo convencional. R. bras. C1. solo, 27:527-535, 2003.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. 2. ed.atual. Rio de Janeiro, (EMBRAPA-CNPS. documentos; 1), 1997. 212 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro, 1999. 412p.
- FELLER, C. Organic inputs, soil organic matter end functional soil organic compartments in low- activity clay soils in tropical zones. In: mulongov, K., Merckx, R. Soil organic matter dynamics and sustainability in tropical agriculture. Leuven: willey- sayce, 1993. p. 77-88.
- FONTANA, A., PEREIRA, M.G. NASCIMENTO, G. B.N., ANJOS, L. H. C. A. EBLING, A.G. Matéria orgânica em solos de tabuleiros na região Norte Fluminense-RJ. **Floresta ambiente**, v.

8,n. 1, p. 114-119, jan/dez. 2001.

GARAY, I.; KINDEL, A.; JESUS, R.M. Diversity of húmus forms in the atlantics foresty ecosystems (Brazil): The tableland Atlantic forest. **Acta Oecologica**, v.16. p.553-570, 1995.

JACOMINE, P. K. T. Distribuição geográfica, características e classificação dos solos coesos dos Tabuleiros Costeiros In: REUNIÃO TÉCNICA SOBRE SOLOS COESOS DOS TABULEIROS COSTEIROS, 1996. Cruz das Almas, BA..... Aracajú – SE: EMBRAPA-CPATC, EMBRAPA-CNPF/EAUFBA, 1996.

JANZEN, H.H.; CAMPBELL, C.A.; BRANDT, S.A.; LAFOND, G.P.; TOWNLEY-SMITH, L. Light-fraction organic matter in soils from longterm crop rotations. **Soil Science Society of America Journal**, v.56, p.1799-1806, 1992.

JESUS, R.M. ROLIM, S.G. Fitossociologia da mata atlântica de tabuleiro. Boletim SIF, nº 19.

JESUS, R. M. Manejo florestal: Impactos da exploração na estrutura da floresta e sua sustentabilidade econômica. Campinas, 2001. 244p. Tese (doutorado) – Universidade de Campinas.

LIMA, H. V., SILVA, A. P., JACOMINE, P. T. K., ROMERO, R. E., LIBARD, P.L. Identificação e caracterização de solos coesos no estado do ceará. R. Bras. Ci. Solo, v. 28, p. 467-476, 2004.

KINDEL, A. A fragmentação real: heterogeneidade de remanescentes florestais e valor indicador das formas de humos. Tese (doutorado), UFRJ, Rio de Janeiro, 2001.

KONONOVA, M. M. Soil organic matter. Pergamon press, London, 450p, 1966.

KONONOVA, M. M, Matéria orgânica del suelo; su nature, propiedades y métodos de investigacion. Barcelona: Oikos-Tau, 1982. 365 p.

MENDOZA, H. N. Efeitos de sistemas de colheitas dos canaviais sobre propriedades químicas e biológicas em solos de Tabuleiros no Espírito Santo. Rio de Janeiro. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 113p. 1996.

NASCIMENTO, G. B. do. Caracterização dos solos e avaliação de propriedades edáficas em ambientes de Tabuleiros Costeiros da região Norte Fluminense, RJ. Seropédica, 2001. 162 p. Originalmente apresentado como dissertação de mestrado, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

REZENDE, J. De O. Solos coesos dos Tabuleiros Costeiros: limitações agrícolas e manejo. Salvador:SEAGRI-SPA, série estudos Agrícolas 1. 2000. 117p

RIBEIRO, L. P. Os Latossolos Amarelos do Recôncavo Baiano: Gênese, Evolução e Degradação. Salvador-BA: SEPLANTEC, CADCT, 1998. 98p.

ODUM, E.P. The strategy of ecosystems development. Science, 164:262-270, 1969.

OLSON, J.S. Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological

systems. Ecology, 44:322-331, 1963.

PAIVA, A. Q., SOUZA, L. S., RIBEIRO, A. C. Propriedades físico-hídricas de solos de uma topossequência de Tabuleiro do Estado da Bahia. **Pesq. Agropec. Bras.**, vol. 35, n. 11, p. 2295-2302, nov. 2000.

PEIXOTO, A.L.; SILVA, I.M. Tabuleiros forests of northern Espírito Santo, south-eastern Brazil. In: DAVIS, S.D.; HEYHOOD, V.H.; HERRERA-MACBRYDE, O.; VILLA LOBOS, J.; HAMILTON, A.C. (eds.) Centres of plant diversity: A Guide and strategy for their Conservation. WWF/IUCN. 1997. P. 369-372.

SÁ, R. C. PEREIRA, M. G.; FONTANA, A. Características físicas e químicas de solos de Tabuleiros em Sooretama (ES). **Rev. Flor. Amb.**, v. 10, n. 2, p. 95-99, ago./dez. 2003.

SILVA, L. S.; CAMARGO, F. A. O.; CERRETA, C. A. Composição da fase sólida orgânica do solo.

SILVA, J.E.; RESCK, D.V.S. Matéria orgânica do solo. In: Vargas, M.T.; Hungria, M. (Ed.). **Biologia dos solos dos Cerrados**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1997. p.465-524.

SOUZA, L. S. Uso e manejo dos solos dos Tabuleiros Costeiros. In: REUNIÃO TÉCNICA SOBRE SOLOS COESOS DOS TABULEIROS COSTEIROS, 1, Cruz das Almas, 1996. **Anais...** Aracaju: EMBRAPA-CPATC, EMBRAPA-CNPMF/EAUFBA, 1996. P. 36-75.

THENG, B.K.G.; TATE, K.R. & SOLLINS, P. Constituents of organic matter in temperate and tropical soil. In: COLEMAN, d, c.; OADES, J.M. & UEHARA, G. Dynamics of organic matter in tropical ecosystems. Honolulu, University of Hawaii, 1989. p 5-31.