



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM CIÊNCIA DO SOLO

DIAGNÓSTICO DE PROPRIEDADES EDÁFICAS EM ÁREAS
AGRÍCOLAS E DE FLORESTA COM ELEVADO TEOR DE MATÉRIA
ORGÂNICA NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO

MARCIO MATTOS DE MENDONÇA

Sob a Orientação da Professora

LÚCIA HELENA CUNHA DOS ANJOS

e Co-orientação do Professor

MARCOS GERVASIO PEREIRA

Tese submetida como requisito parcial para
obtenção do grau de ***Magister Scientiae*** em
Agronomia, Área de Concentração Ciência
do Solo.

Seropédica, Rio de Janeiro
Julho de 1999

**DIAGNÓSTICO DE PROPRIEDADES EDÁFICAS EM ÁREAS
AGRÍCOLAS E DE FLORESTA COM ELEVADO TEOR DE
MATÉRIA ORGÂNICA NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO**

Marcio Mattos de Mendonça

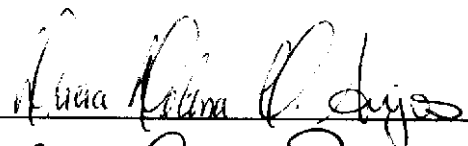
APROVADA EM: 22/07/1999

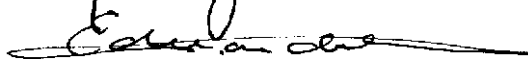
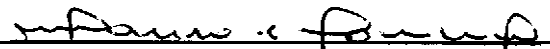
Profa. Lúcia Helena Cunha dos Anjos

Prof. Marcos Gervasio Pereira

Prof. Eduardo Lima

**Dr. Mauro da Conceição
EMBRAPA/CNPS**



Se o Planeta Terra fosse uma maçã,

Cortando essa maçã em 4, somente uma das partes ($1/4$) representa a área de terra. Os outros $3/4$ representam os oceanos e mares.

A metade da área de terra ($1/8$) não é habitável aos seres humanos: são desertos, regiões polares, etc. O outro $1/8$ é onde vivemos.

Se cortarmos esse $1/8$ em 4, três desses pedaços representam áreas montanhosas, pedregosas, frias demais ou com solo infértil e também as áreas ocupadas por cidades, rodovias, indústrias, etc.

Do outro pedaço ($1/32$), descasquemos a maçã com muito cuidado. A casquinha representa a fina crosta terrestre. Mas os solos agricultáveis são apenas uma camada de terra finíssima dessa casquinha, variando de 5 cm a poucos metros.

É dessa terra que todas as pessoas, animais e plantas dependem para se alimentar e ter vida.

A utopia é o ponto de partida de todo processo e o germe de um melhor futuro
(Roberto das Neves).

Ao meu filho Thiago,

Ao meu pai, Bruno,

Ao Grupo de Agricultura Ecológica, GAE,

Ao agricultor Shoji Tiba,

À todos que lutam por um
mundo com justiça econômica e social,

DEDICO.

Por uma Agricultura Ecológica.

AGRADECIMENTOS

À linda Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (pública e gratuita!!!).

Aos orientadores, professora Lúcia Helena Cunha dos Anjos e professor Marcos Gervasio, sem os quais o presente trabalho não teria saído.

À minha mãe Isis, por toda a criação e formação.

Ao meu pai Bruno, por ter acreditado em mim e pela força neste período difícil.

À Monike, pela companhia.

Ao meu filho Thiago, pela companhia e carinho.

Aos professores, Eduardo Lima (orientação, discussão dos dados e apoio desde a graduação), Luís Freire (orientação e apoio desde a graduação), Nelson Mazur (auxílios no computador), Raul de Lucena (exemplo de profissionalismo) e Ricardo Berbara.

Aos laboratoristas, Anselmo Boechat e Maria Helena, pelo auxílio e disposição sempre que preciso.

Aos colegas de pós graduação, Luís, Carlos Eduardo, Gustavo, Luciano Canellas, por todo apoio, incentivo e auxílio.

Aos alunos de graduação, Edson Marcio, Thaís, Erika, Luciano, pelo auxílio nas análises e coletas, e pela amizade.

Aos companheiros Dênis e Martin.

Aos amigos e familiares, para com os quais estive ausente.

Ao Erva Doce, pelo alimento maravilhoso e pelo “Espaço”.

Ao Núcleo de Orientação e Pesquisa Histórica de Santa Cruz (NOPH).

Ao pesquisador Mauro da Conceição (“sua tese foi meu livro de bolso”).

Ao agricultor Shoji Tiba, pelo auxílio incondicional em todos os momentos.

À todos aqueles que de alguma forma acompanharam esse trabalho.

A Deus,

MUITO OBRIGADO !

O ideal é ainda a alma de todas as realizações (Getúlio Vargas).
Todas as flores do futuro estão nas sementes de hoje (Provérbio chinês).

BIOGRAFIA

Marcio Mattos de Mendonça, nascido em 31 de outubro de 1972, na cidade do Rio de Janeiro, é Engenheiro Agrônomo formado pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro em janeiro de 1997.

Durante a graduação atuou junto ao Grupo de Agricultura Ecológica da UFRRJ. Foi monitor da disciplina Fertilidade do Solo no Departamento de Solos. Exerceu atividade como bolsista de iniciação científica (CNPq), junto à EMBRAPA/CNPAB durante o período de janeiro de 1995 a junho de 1996. Ingressou no curso de Mestrado em Agronomia - Ciência do Solo, na UFRRJ, em março de 1997. Desde abril de 1997 é coordenador e responsável técnico do Centro Ecológico Metodista Ana Gonzaga.

Índice Geral

BIOGRAFIA.....	V
RESUMO.....	XII
ABSTRACT.....	XIV

CAPÍTULO I

1- INTRODUÇÃO.....	1
2 - REVISÃO DA LITERATURA.....	3
2.1 – MATERIAL ORGÂNICO.....	3
2.1.1 – Definições e critérios para sua identificação.....	3
2.1.2 – Composição e transformações do material orgânico	11
2.1.3 – Propriedades e caracterização da fração húmica.....	14
2.2 - OCORRÊNCIA E GÊNESE DE SOLOS ORGÂNICOS.....	16
2.3 – CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS ORGÂNICOS.....	21
3- CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA.....	26
4 - MATERIAL E MÉTODOS	37
4.1 – SELEÇÃO DAS ÁREAS E CARACTERIZAÇÃO DOS PERFIS DE SOLOS.....	37
4.2 – MÉTODOS ANALÍTICOS.....	43
4.2.1 – Análises físicas	43
4.2.2 – Análises químicas.....	44
4.2.3 – Caracterização do material orgânico.....	47
4.3 - CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS.....	50
5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	51
5.1- CARACTERIZAÇÃO DOS PERFIS ESTUDADOS.....	51
5.1.1 – Propriedades morfológicas.....	51
5.1.2 – Propriedades físicas.....	57
5.1.3 – Propriedades químicas.....	64
5.2 - TESTES ESPECÍFICOS PARA SOLOS COM ELEVADO TEOR DE MATÉRIA ORGÂNICA.....	78
5.2.1 - Caracterização dos materiais orgânicos	78
5.2.2 - Interações entre propriedades específicas de solos orgânicos.....	88
5.3 - FRACIONAMENTO DA MATÉRIA ORGÂNICA	94
5.4 – PEDOGÊNESE.....	97
5.5 – CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS.....	98
CONCLUSÕES	101
BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....	103

CAPÍTULO II

1- INTRODUÇÃO.....	110
2 - REVISÃO DA LITERATURA.....	112
2.1- CARACTERIZAÇÃO DE SOLOS ORGÂNICOS.....	112
2.2- MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO E PROPRIEDADES EDÁFICAS.....	113
2.2.1- <i>Influência da matéria orgânica do solo nas propriedades físicas.....</i>	<i>114</i>
2.2.2- <i>Influência da matéria orgânica do solo nas propriedades químicas</i>	<i>116</i>
2.3- MATÉRIA ORGÂNICA E ORGANISMOS DO SOLO	119
2.4- MANEJO DE SOLOS RICOS EM MATÉRIA ORGÂNICA.....	121
2.4.1- <i>Subsidência.....</i>	<i>122</i>
2.4.2- <i>Preparo do solo e práticas culturais</i>	<i>123</i>
2.4.3- <i>Adubação e calagem.....</i>	<i>124</i>
3 - CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA.....	127
4 - MATERIAL E MÉTODOS	130
4.1 - CARACTERIZAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS E QUÍMICAS DAS TERRAS	130
4.2 – MÉTODOS ANALÍTICOS.....	131
4.2.1 – <i>Análises físicas</i>	<i>131</i>
4.2.2 – <i>Análises químicas.....</i>	<i>132</i>
4.3 - ANÁLISE FOLIAR.....	133
5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	135
5.1 - PROPRIEDADES FÍSICAS	135
5.2 - PROPRIEDADES QUÍMICAS	137
5.2.1 - <i>pH em água, KCl e CaCl₂.....</i>	<i>137</i>
5.2.2 - <i>Alumínio</i>	<i>140</i>
5.2.3 - <i>Macronutrientes e sódio</i>	<i>142</i>
5.2.4 - <i>Carbono orgânico e relações do complexo sortivo.....</i>	<i>147</i>
5.3 - MÉTODOS PARA RECOMENDAÇÃO DE CALAGEM.....	152
5.4 - ANÁLISE FOLIAR.....	154
CONCLUSÕES	156
CONSIDERAÇÕES FINAIS	158
BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....	160
ANEXOS.....	164

Índice de Figuras

FIGURA 1: PALUDIZAÇÃO E PROCESSO DE FORMAÇÃO DE SOLOS ORGÂNICOS. ALTERAÇÕES APÓS A DRENAGEM: A) ADIÇÃO DE NUTRIENTES E DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS AQUÁTICAS; B E C) DEPOSIÇÃO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS; D) RECOBRIMENTO COM ESPÉCIES FLORESTAIS; E) INSTALAÇÃO DE AGRICULTURA (BRADY, 1989, PÁG. 549).	20
FIGURA 2: CARTA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, COM DESTAQUE PARA A BAIXADA DE SEPETIBA (FONTE: GOES, 1942).	32
FIGURA 3: BALANÇO HÍDRICO, 1998 (FONTE: ESTAÇÃO ECOLOGIA AGRÍCOLA KM 47/PESAGRO-RJ).	33
FIGURA 4: .VISTA GERAL DAS ÁREAS DE PLANTIO DE MANDIOCA (PRIMEIRO PLANO) E COCO.	38
FIGURA 5: VISTA GERAL DA ÁREA DE FLORESTA SECUNDÁRIA.	39
FIGURA 6: PERFIL REPRESENTATIVO DA ÁREA DE PLANTIO DE COCO.	40
FIGURA 7: PERFIL REPRESENTATIVO DA ÁREA DE PLANTIO DE MANDIOCA.	41
FIGURA 8: PERFIL REPRESENTATIVO DA ÁREA DE FLORESTA SECUNDÁRIA.	42
FIGURA 9: RELAÇÃO ENTRE A DENSIDADE DO SOLO E A UMIDADE GRAVIMÉTRICA NOS SOLOS ESTUDADOS.	62
FIGURA 10: RELAÇÃO ENTRE O VOLUME TOTAL DE POROS E A UMIDADE GRAVIMÉTRICA NOS SOLOS ESTUDADOS.	63
FIGURA 11: VALORES DE PH EM KCL, CaCl_2 E ÁGUA, ANALISADOS IMEDIATAMENTE APÓS A COLETA DAS AMOSTRAS, COM UMIDADE DE CAMPO E EM AMOSTRAS SECADAS AO AR E ARMAZENADAS POR 4 SEMANAS, EM ÁREA DE PLANTIO DE COCO.	66
FIGURA 12: VALORES DE PH EM KCL, CaCl_2 E ÁGUA, ANALISADOS IMEDIATAMENTE APÓS A COLETA DAS AMOSTRAS, COM UMIDADE DE CAMPO E EM AMOSTRAS SECADAS AO AR E ARMAZENADAS POR 4 SEMANAS, EM ÁREA DE PLANTIO DE MANDIOCA.	67
FIGURA 13: VALORES DE PH EM KCL, CaCl_2 E ÁGUA, ANALISADOS IMEDIATAMENTE APÓS A COLETA DAS AMOSTRAS, COM UMIDADE DE CAMPO E EM AMOSTRAS SECADAS AO AR E ARMAZENADAS POR 4 SEMANAS, EM ÁREA DE FLORESTA SECUNDÁRIA.	68
FIGURA 14: RELAÇÃO ENTRE O VALOR T E C ORG. NAS AMOSTRAS DOS PERFIS DE SOLO.	73
FIGURA 15: RELAÇÃO ENTRE ACIDEZ EXTRAÍVEL E VALOR T NAS AMOSTRAS DOS PERFIS DE SOLO.	73
FIGURA 16: RELAÇÃO ENTRE ACIDEZ EXTRAÍVEL E VALOR T NOS PERFIS DE SOLO, EXCLUINDO-SE OS HORIZONTES HDP1 (ÁREA DE COCO), HDP1 E HJ3 (ÁREA DE MANDIOCA).	74

FIGURA 17: TEORES PERCENTUAIS DAS DIFERENTES FORMAS DE NITROGÊNIO NOS HORIZONTES SUPERFICIAIS.....	78
FIGURA 18: RELAÇÃO ENTRE C ORGÂNICO DETERMINADO PELOS MÉTODOS DA MUFLA (400°C) E DO DICROMATO DE POTÁSSIO, NAS AMOSTRAS DOS PERFIS DE SOLO.	81
FIGURA 19: COMPARAÇÃO ENTRE OS TEORES DE C ORGÂNICO DETERMINADO PELOS MÉTODOS DA MUFLA (400°C) E DO DICROMATO DE POTÁSSIO, EM ALGUNS HORIZONTES DOS PERFIS DE SOLO.....	81
FIGURA 20: REPRODUÇÃO DA PÁGINA 10YR DA CARTA DE CORES DE MUNSELL (MUNSELL SOIL COLOR CHARTS, 1954), COM OS IP () DETERMINADOS.....	86
FIGURA 21: CLASSIFICAÇÃO DOS MATERIAIS NOS HORIZONTES ESTUDADOS QUANTO À SUA NATUREZA MINERAL OU CLÁSTICA (■ COCO; ● MANDIOCA; ▲ FLORESTA SECUNDÁRIA).....	88
FIGURA 22: INTERAÇÃO ENTRE DENSIDADE DO SOLO E % DE MATERIAL MINERAL PARA OS PERFIS ESTUDADOS.....	89
FIGURA 23: INTERAÇÃO ENTRE DENSIDADE DO SOLO E % DE MATERIAL ORGÂNICO PARA OS PERFIS ESTUDADOS.....	90
FIGURA 24: RELAÇÃO ENTRE O ÍNDICE DE PIROFOSFATO E O TEOR DE FIBRAS ESFREGADAS.....	91
FIGURA 25: RELAÇÃO ENTRE A % MATERIAL MINERAL E O TEOR DE FIBRAS ESFREGADAS.....	92
FIGURA 26: RELAÇÃO ENTRE A AVALIAÇÃO DO TEOR DE FIBRAS PELOS MÉTODOS EXPEDITO DE VON POST E O DE FIBRAS ESFREGADAS.....	93
FIGURA 27: RELAÇÃO ENTRE A PERCENTAGEM DE ABSORBÂNCIA E O TEOR DE FIBRAS ESFREGADAS.....	94
FIGURA 28: VARIAÇÃO DOS TEORES DE ALUMÍNIO EM PROFUNDIDADE NAS ÁREAS EM ESTUDO, 1ª E 2ª COLETAS.....	141

Índice de Tabelas

TABELA 1: CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL ORGÂNICO DO SOLO ¹	11
TABELA 2: BALANÇO DAS CULTURAS DE COCO E MANDIOCA NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO, ANO DE 1995.....	28
TABELA 3: DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL RELATIVA DA PRODUÇÃO DE COCO E MANDIOCA EM FUNÇÃO DO TAMANHO DE PROPRIEDADES, NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO, ANO DE 1996.	29
TABELA 4: DADOS CLIMATOLÓGICOS PARA SEROPÉDICA E ÁREAS VIZINHAS - MÉDIA DOS ÚLTIMOS DEZ ANOS (1989 - 1998).....	32
TABELA 5: ALGUMAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DOS PERFIS ESTUDADOS.	53
TABELA 6: RESUMO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS ¹ DOS SOLOS NOS PERFIS ESTUDADOS.....	58
TABELA 7: RESULTADOS DE ANÁLISES QUÍMICAS DOS PERFIS ESTUDADOS.	71
TABELA 8: TEORES DE CORG., N TOTAL E RELAÇÃO C/N NOS PERFIS ESTUDADOS.....	76
TABELA 9: RESULTADOS DE ANÁLISES DE CORG. POR DIFERENTES MÉTODOS.	80
TABELA 10: CARACTERÍSTICAS ¹ DOS MATERIAIS ORGÂNICOS DOS PERFIS ESTUDADOS... ..	82
TABELA 11: DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL DAS FRAÇÕES ORGÂNICAS NA TFSA DOS HORIZONTES RICOS EM MATÉRIA ORGÂNICA.....	95
TABELA 12: HORIZONTES DIAGNÓSTICOS DOS SOLOS ESTUDADOS DE ACORDO COM CRITÉRIOS DO SISTEMA BRASILEIRO DE CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS ¹	99
TABELA 13: CLASSES DOS SOLOS SEGUNDO O SISTEMA BRASILEIRO DE CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS E O SISTEMA AMERICANO.	100
TABELA 14: EFEITOS DA ATIVIDADE DA FAUNA DO SOLO EM FUNÇÃO DO TAMANHO CORPORAL.....	120
TABELA 15: PROPRIEDADES FÍSICAS DOS SOLOS ESTUDADOS.	136
TABELA 16: VALORES DE pH EM ÁGUA, KCl e CaCl ₂ , NAS DUAS ÉPOCAS DE AVALIAÇÃO... ..	138
TABELA 17: RESULTADOS DE Ca+Mg, K e P, NAS DUAS ÉPOCAS DE AVALIAÇÃO.....	142
TABELA 18: VALORES DE CARBONO ORGÂNICO, NAS DUAS ÉPOCAS DE AVALIAÇÃO.	147
TABELA 19: RESULTADOS ¹ DE H+Al, VALORES S, T e V, NAS DUAS ÉPOCAS DE AVALIAÇÃO.....	149
TABELA 20: RECOMENDAÇÕES DA CALAGEM PELOS MÉTODOS DA EMBRAPA E DO IAC	

PARA AS ÁREAS AGRÍCOLAS ESTUDADAS.....	152
TABELA 21: TEORES DE NUTRIENTES EM TECIDO VEGETAL E NÍVEIS CRÍTICOS (N.C.) PARA AS CULTURAS DE COCO E MANDIOCA.	154
TABELA 22: DADOS ANALÍTICOS DO PERFIL PC, ÁREA DE PLANTIO DE COCO.	169
TABELA 23: DADOS ANALÍTICOS DO PERFIL PM, ÁREA DE PLANTIO DE MANDIOCA.....	170
TABELA 24: DADOS ANALÍTICOS DO PERFIL PF, ÁREA DE FLORESTA SECUNDÁRIA.....	173
TABELA 25: VALORES DE pH EM ÁGUA, KCl e CaCl₂, NAS DUAS ÉPOCAS DE AVALIAÇÃO....	175
TABELA 26: RESULTADOS DE Ca+Mg, K e P, NAS DUAS ÉPOCAS DE AVALIAÇÃO.....	176
TABELA 27: RESULTADOS DE H+Al, VALORES S, T e V, NAS DUAS ÉPOCAS DE AVALIAÇÃO.....	177
TABELA 28: RESULTADOS DE Ca, Mg, Al e Na, NAS DUAS ÉPOCAS DE AVALIAÇÃO.	178

**CAPÍTULO I - CARACTERIZAÇÃO DE SOLOS COM ELEVADO TEOR DE MATÉRIA
ORGÂNICA EM ÁREA AGRÍCOLA E DE FLORESTA NO MUNICÍPIO DO RIO DE
JANEIRO**

RESUMO

No Brasil, os solos orgânicos ocupam menos de 5% da área total, com predomínio em ambientes de várzeas mal drenadas. Apesar de sua grande importância agrícola, o conhecimento sobre esses solos é incipiente, dificultando o estabelecimento de critérios para a sua identificação no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Metodologias e critérios próprios são necessários para avaliação do potencial produtivo e recomendações de manejo. O objetivo deste trabalho foi a caracterização de perfis de solos e o diagnóstico de alterações em propriedades edáficas em áreas agrícolas e de floresta tropical de várzea, com elevado teor de matéria orgânica, no Rio de Janeiro (RJ).

Foram selecionadas áreas com plantio de coco (*Cocos nucifera*) e mandioca (*Manihot esculenta*) e com floresta tropical de várzea, pertencentes ao complexo de Solos Orgânicos, Semi Orgânicos e Glei Húmico e localizadas em Santa Cruz, zona oeste do Rio de Janeiro. Para caracterizar os solos, foram abertas trincheiras para descrição morfológica e coleta dos horizontes. Para avaliação de propriedades edáficas foram coletadas amostras

representativas, em duas estações do ano (verão e inverno de 1998), nas profundidades de 0-5 cm, para as físicas, e de 0-5, 5-10, 10-20 e 20-40 cm para fins de fertilidade. As análises foram realizadas segundo metodologia da EMBRAPA/CNPS. Os materiais de solo orgânicos foram caracterizados pelos seguintes métodos: a) Von Post, de determinação expedita; b) volumétrico, teor de fibras; c) colorimétrico, índice de pirofosfato (IP); d) fracionamento da matéria orgânica; e e) conteúdo de material mineral (%MM), densidade da matéria orgânica (DMO) e resíduo mínimo (RM), utilizando-se a mufla (400 °C) para combustão do material orgânico.

As propriedades dos solos diferiram em função do elevado conteúdo de matéria orgânica, do manejo das áreas e da drenagem. Os perfis nas áreas de coco e mandioca foram identificados como ORGANOSSOLOS TIOMÓRFICOS Sápricos, sendo o tiomorfismo a principal limitante ao uso agrícola, e o na área de floresta secundária como GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico. Os teores de elementos trocáveis e extraíveis foram em geral elevados. O íon que dominou o complexo sortivo foi o H^+ e os teores de Al^{+3} foram muito altos, apesar da calagem nas áreas cultivadas. A determinação do pH logo após a amostragem é recomendada em horizontes orgânicos e com tiomorfismo. Apesar dos níveis altos de nutrientes no solo, a análise de tecido vegetal nas culturas de coco e mandioca indicou deficiências, o que pode ser devido à imobilização e complexação de alguns elementos, ou limitações físicas e químicas ao desenvolvimento das raízes. A recomendação de adubação e calagem deve considerar as interações entre a fração orgânica e os íons e a capacidade de absorção de nutrientes pelas plantas.

ABSTRACT

Organic soils occupy less than 5% of Brazilian territory, distributing mainly in poorly drained low lands. Although they are very important for agriculture, the knowledge about organic soils is limited, and it is difficult to establish criteria for their identification in the Brazilian System of Soil Classification. Methods and criteria for organic soils are needed to evaluate their production potential and to recommend the proper management techniques. The objective of this study was to characterize soils with high organic matter content, and to identify changes in soil properties in areas with agriculture and forest coverage, in Rio de Janeiro (RJ).

Areas with coconut (*Cocos nucifera*), cassava (*Manihot esculenta*), and tropical forest were selected for the study. They were mapped as a complex of Organic, Semi-organic, and Humic Gley soils, and they were located in Santa Cruz, western region of Rio de Janeiro. Soil pits were dug to characterize the soil profiles, and to describe and to sample the soil horizons. To evaluate changes in soil properties representative samples were

collected in two periods of the year (summer and winter of 1998). The samples were taken in the 0-5 cm layer, for physical properties, and in the 0-5, 5-10, 10-20 and 20-40 cm layers for the chemical properties. The samples were analyzed according to EMBRAPA/CNPS procedures. The organic soil materials were characterized by the following methods. a) Von Post; b) Volumetric, fiber content; c) Colorimetric, index of pyrophosphate (IP); d) Fractionating of organic matter; and e) Mineral matter content (%MM), organic matter density (DMO), and minimum residue (RM), with combustion of the organic material by heating (400 °C) in a oven.

The soil properties varied according to the high level of organic matter, the land management, and the soil drainage. The profiles in the areas cultivated with coconut and cassava were identified as ‘ORGANOSSOLOS TIOMÓRFICOS Sápricos’, and the sulfuric horizon was the main restriction to crop production. The soil under forest coverage was identified as ‘GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico’. The soils had high levels of exchangeable and extractable ions. The exchange complex was dominated by H^+ , and the content of Al was also very high, even in the cultivated areas where lime was applied. pH of sulfuric and organic horizons should be measured right after sampling. Though the soil nutrient levels were high, the results from plant tissues indicated nutrient deficiency in the coconut and cassava crops. This may be due to nutrient immobilization and formation of complexes, or physical and chemical constraints to root development. The recommendation of liming and fertilizers should consider the interactions between the soil organic fraction and ions, and the plant capacity to absorb nutrients.

1- INTRODUÇÃO

Os solos orgânicos ocorrem em locais onde o acúmulo de matéria orgânica no solo é favorecido pela inibição da atividade microbiana, seja pelas condições de baixa oxigenação ou pelo clima frio. No Brasil, essa classe aparece principalmente em áreas de má drenagem, nas partes mais baixas da paisagem. Os solos orgânicos apresentam dispersão geográfica restrita, sendo registrados apenas em mapas ou cartas geológicas e pedológicas de escala maior que 1:250.000.

Muitos solos orgânicos estão localizados próximos a áreas urbanas e, pela sua maior aptidão para o cultivo de espécies anuais, são fundamentais no fornecimento de diversos produtos agrícolas para as comunidades adjacentes. Apesar de sua pequena representatividade em área, nas regiões onde ocorrem, possuem grande importância na manutenção de famílias de agricultores.

Ainda assim, poucos estudos tem sido feitos para caracterizar e apresentar

soluções de manejo para estes solos. O próprio Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, ainda busca critérios para uma melhor definição da classe dos Solos Orgânicos. Os métodos existentes na bibliografia técnica e científica, e aplicados para sua identificação, foram elaborados, na maioria, a partir de estudos concernentes a solos minerais; critérios diferenciados devem ser utilizados para caracterização de solos com elevado teor de matéria orgânica.

O presente trabalho tem como finalidade caracterizar solos com elevado conteúdo de matéria orgânica em área agrícola e de floresta tropical de várzea, no município do Rio de Janeiro (RJ).

2 - REVISÃO DA LITERATURA

2.1 – MATERIAL ORGÂNICO

2.1.1 – Definições e critérios para sua identificação

Matéria orgânica sob o ponto de vista químico, é toda a substância que apresenta em sua composição obrigatoriamente o carbono tetravalente, tendo suas quatro ligações completadas por hidrogênio, oxigênio, nitrogênio, enxofre ou outros elementos, e que é proveniente de corpos dos organismos vivos dos reinos animal e vegetal (Kiehl, 1985). Ao ser depositado no solo, este material pode ser submetido à vários ciclos de transformação conduzidos por uma infinidade de organismos como bactérias, fungos, actinomicetos, além de insetos e suas larvas, vindo a formar a matéria orgânica do solo (MOS).

Matéria orgânica do solo é então a fração orgânica do solo incluindo resíduos animais e vegetais, que foram transformados de tal forma que a fonte não é reconhecível,

resíduos microbianos e os produtos relativamente estáveis da sua decomposição (húmus) (Curi et al., 1993).

A matéria orgânica do solo representa um acervo de resíduos animais e vegetais parcialmente decompostos e também parcialmente sintetizados, em contínua decomposição resultante do trabalho de microorganismos do solo (Brady, 1989). Parte do carbono presente nos resíduos é liberado para a atmosfera como CO_2 e o restante passa a fazer parte da matéria orgânica, como um componente dinâmico do solo.

Camargo & Santos (1998) destacam a participação de organismos vivos, ao considerar que a matéria orgânica do solo engloba os resíduos vegetais em estágio variado de decomposição, a biomassa microbiana, as raízes e a fração mais estável denominada húmus.

Se discute ainda a inclusão ou não dos resíduos orgânicos superficiais como MOS, devido à sua grande importância na ciclagem de nutrientes, umidade e temperatura do solo, na infiltração de água, no controle da erosão e na atividade biológica.

Os métodos empregados na determinação da matéria orgânica em solos podem ser classificados em dois grupos: a) os que envolvem um processo de combustão quantitativo, com a determinação de carbono como CO_2 ; b) os que têm como base a redução do íon dicromato ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$) pela matéria orgânica. Esses processos têm sido chamados, respectivamente, de combustão por via seca e combustão por via úmida (Karam, 1993). Para fins de rotina em fertilidade do solo, os métodos de combustão por via úmida, introduzidos por Schollenberger (1927) e modificados por Walkley & Black (1934) e outros autores, têm sido os preferidos por dispensarem equipamentos complexos e pela rapidez de execução (Quaggio & Van Raij, 1979). Segundo Jakson (1976), a determinação do carbono orgânico

do solo pela oxidação do ácido crômico tem a vantagem de permitir uma separação satisfatória entre o húmus e as formas fortemente condensadas. Segundo Dias et al. (1991), ao produto desta extração deve-se denominar matéria orgânica oxidável, uma vez que a determinação do carbono orgânico total (métodos de combustão seca ou com captação do CO₂ desprendido) inclui as formas mais condensadas.

Os métodos por via seca envolvem a remoção do material orgânico pela combustão de uma amostra a temperatura média (375 a 600°C) em forno de mufla com regulação de temperatura (Karam, 1993).

Uma outra subdivisão dos métodos utilizados na determinação do carbono orgânico é apresentada por Nelson & Sommers (1982), que dividem os métodos em quatro grupos básicos: a) pela diferença entre o C total e o C inorgânico; b) pela determinação do C total após a remoção do C inorgânico; c) pela oxidação por dicromato sem uma fonte externa de aquecimento; e d) pela oxidação por dicromato juntamente com uma fonte externa de aquecimento. Van Raij et al. (1987) descrevem ainda dois métodos para determinar a matéria orgânica que se baseiam na oxidação do carbono orgânico do solo com uma solução de dicromato e ácido sulfúrico. O primeiro método, identificado como Walkley & Black modificado, determina o teor de carbono orgânico por titulação e, apesar de apenas cerca de 90 a 95% do C do solo ser oxidado, é considerado padrão. O segundo método utiliza colorimetria para medição do C e é tido como menos preciso.

O teor de matéria orgânica dos solos é comumente estimado pela multiplicação do teor de carbono orgânico por um fator. Baseando-se na premissa que a matéria orgânica possui 58% de carbono orgânico, o fator 1,724 vem sendo utilizado para esta conversão (Dias et al., 1991).

Uma definição quantitativa é adotada na taxonomia de solos, como atributo diagnóstico. Segundo esta definição, material orgânico é aquele constituído por 12% ou mais de carbono orgânico, quando a fração mineral contém 60% ou mais de argila; 8% ou mais de carbono orgânico se a fração mineral não contém argila e valores intermediários de carbono orgânico proporcionais aos teores de argila ($C \geq 8 + 0,067 \times \% \text{argila}$) (EMBRAPA / CNPS, 1997).

Mensurações do grau de decomposição da matéria orgânica são geralmente correlacionadas com um grande número de propriedades físicas e químicas dos solos. O grau de decomposição do material de solos orgânicos é então, uma propriedade importante para a sua classificação e avaliação do potencial para vários usos (Parent, 1980 apud Parent & Caron, 1993).

Para designar as turfas e/ou solos predominantemente orgânicos podem ser utilizadas as definições: "peat" e "muck". "Peat" é aquele solo com mais de 50% de matéria orgânica, usualmente em estado menos avançado de decomposição. "Muck" indica a presença de maior quantidade de material mineral e teores de matéria orgânica entre 20 e 50%, predominantemente em estado de decomposição mais avançado, no qual são pouco reconhecíveis as partes originais das plantas (Lepsch et al., 1990).

Cardoso (1984) baseando-se no estágio de decomposição do material orgânico na faixa subsuperficial define "muck" como material de solos com 20 a 35 % de matéria orgânica (solos com matéria orgânica bastante transformada). Aqueles com 35 a 65 % são classificados como intermediários, enquanto os de valores superiores a 65% constituem o "peat" ou turfa (matéria orgânica pouco transformada).

O grau de decomposição ou o grau de humificação dos materiais de solos

orgânicos são geralmente avaliados através do seu conteúdo de fibras¹ ou de húmus. Os conteúdos de fibras e húmus são duas partes complementares do material orgânico e podem ser separados ao se passar o material em peneiras de 60 ou 100 mesh. De acordo com o grau de decomposição do material vegetal original, três tipos básicos de material orgânico dos solos são distinguíveis: fíbrico, hêmico e sáprico. O material fíbrico é o menos decomposto e com fibras de origem vegetal facilmente identificáveis. Possui menor densidade do solo e maior teor de água quando saturado. O material hêmico apresenta fibras em estágio de decomposição intermediário, enquanto o material sáprico representa o estágio mais avançado de decomposição. Este material possui menor conteúdo de fibras e deve ter os maiores valores de densidade do solo e menor conteúdo de água quando saturado (Mc Kinzie, 1974; EMBRAPA/CNPS, 1999). Um dos aspectos importantes de se fazer essa distinção é que o material fíbrico possui uma capacidade de reter mais de mil vezes seu volume em água, enquanto o hêmico cerca de trezentas vezes e, o sáprico, ao redor de 200 vezes (Andriessse, 1984).

O grau de decomposição pode ser determinado no campo, através do método de Von Post (Von Post, 1926, modificado por Stanek & Silc, 1977 apud Kampf & Schneider, 1989; Parent & Caron, 1993) e no laboratório, por métodos volumétricos, de dispersão mecânica e peneiramento, de centrifugação e colorimétricos (Lynn et al. 1974, Parent & Caron, 1993).

¹ Fibra pode ser definida como um fragmento ou pedaço de tecido vegetal, excluindo raízes vivas, que ficam retidas em peneira com abertura de 100 mesh (0,149mm). Fragmentos lenhosos que não podem ser amassados entre os dedos e têm tamanho maior que 2 cm na menor dimensão são excluídos desta definição (Mc Kinzie, 1974; EMBRAPA/CNPS, 1999).

Na determinação de campo, pelo método de Von Post, um dado volume do material de solo molhado é comprimido na mão e o comportamento deste material é então avaliado através da turbidez da suspensão que passa entre os dedos e o resíduo. O material é hêmico quando até 2/3 da amostra original escapa entre os dedos, e sáprico, quando menos de 1/3 permanece na mão. A liberação de um pouco só de água turva indica que o material orgânico tem caráter fíbrico (Kampf & Schneider, 1989). Os diferentes graus de decomposição do material orgânico são apresentados abaixo de acordo com a escala de Von Post (tradução segundo EMBRAPA/CNPS, 1997).

H1 - Completamente não humificada e sem a presença de “muck” (turfa decomposta); quando o material é apertado na mão libera somente água clara sem cor.

H2 - Quase completamente não humificada e sem a presença de “muck” (turfa decomposta); material apertado nas mãos libera água quase clara, porém bruno amarelada.

H3 - Pouco humificada ou com muito pouco “muck” (turfa decomposta); quando o material é apertado nas mãos libera água turva, a amostra original (material do tipo “peat”) não escapa entre os dedos e o resíduo nas mãos não é lamacento.

H4 - Pobrementemente humificada ou com alguma quantidade de “muck” (turfa decomposta); material que apertado nas mãos libera pouca água turva. O resíduo é pouco lamacento.

H5 - Turfa parcialmente humificada ou com considerável quantidade de “muck” (turfa decomposta). As estruturas das plantas são evidentes, porém obscuras. Quando o material é apertado nas mãos, um pouco da amostra original escapa entre os dedos juntamente com pouca quantidade de água turva. O resíduo nas mãos é pouco lamacento.

H6 - Turfa com algum grau de humificação ou com clara quantidade de “muck”

(turfa decomposta). As estruturas das planta são vagas. Quando o material é apertado nas mãos, quando muito, 1/3 do material original escapa entre os dedos. O resíduo é pouco lamacento, mas mostra as estruturas das planta mais claramente que a turfa não apertada.

H7 - Turfa completamente bem humificada ou com considerável quantidade de “muck” (turfa decomposta), na qual muitas das estruturas das plantas são contudo, discerníveis. Quando o material é apertado nas mãos, cerca da metade da amostra original escapa entre os dedos. Mesmo que separado da água, a amostra é densa, espessa, turbida e de cor muito escura.

H8 - Turfa bem humificada ou com considerável quantidade de “muck” (turfa decomposta). As estruturas das plantas são pouco aparentes. Quando o material é apertado nas mãos, cerca de dois terços do material original escapa entre os dedos. Mesmo que totalmente separada da água, a amostra é densa, espessa e túrbida. O resíduo vegetal consiste principalmente de filamentos de raízes mais resistentes.

H9 - Turfa quase completamente humificada ou “muck” propriamente dito, na qual dificilmente algumas estruturas de planta são aparentes. Quando o material é apertado nas mãos, quase todas as substâncias turfosas passam entre os dedos com um material lamacento homogeneizado.

H10 - Turfa completamente humificada ou “muck” propriamente dito, na qual as estruturas das plantas não são aparentes. Quando o material é apertado nas mãos, todas as substâncias turfosas passam entre os dedos.

Materiais classificados na escala de Von Post entre H1 e H3 são identificados como fíbricos, sendo méxicos aqueles entre H4 e H5 e húmicos, de H7 a H10 (Parent & Caron, 1993). Segundo EMBRAPA/CNPS (1999), as classes de 1 a 4 caracterizam material

orgânico fíbrico; as classes 5 e 6 identificam material orgânico hêmico; e as classes de 7 a 10 identificam material sáprico.

O grau de decomposição do material orgânico é também indicado pelo teor de fibras. Se o material é muito decomposto as fibras são quase ausentes. Por outro lado, se é pouco decomposto, a maior parte do volume, excluindo os fragmentos grosseiros, normalmente consiste de fibras. Para um grau moderado de decomposição, as fibras devem estar bastante preservadas, mas são facilmente quebradas ao serem esfregadas. Assim, através da porcentagem de fibras que não se desfazem ao serem esfregadas tem-se uma estimativa do grau de decomposição de materiais orgânicos (Mc Kinzie, 1974).

Para fins de classificação (Tabela1), materiais com <17% de fibras esfregadas são caracterizados como sáprico, valores entre 17 e 40 % de fibras caracterizam o material como hêmico, enquanto valores acima de 75% de fibras esfregadas representam material fíbrico (EMBRAPA/CNPS, 1999).

Um dos métodos de laboratório usados para expressar o grau de decomposição do material orgânico dos solos é o da determinação do grau de solubilidade do material em solução de pirofosfato de sódio (Lynn et al., 1974). A análise é feita através de leitura da cor do extrato de solo por comparação com padrões da carta de cores de Munsell (Munsell Soil Color Charts, 1954) ou em colorímetro. Dois índices são obtidos a partir destas determinações: o índice de pirofosfato (IP) e a porcentagem de absorbância (PA). Para facilitar a representação gráfica, o índice de pirofosfato é determinado através da subtração do croma pelo valor, obtidos na página 10 YR. Para propósitos taxonômicos, índices de pirofosfato de 5 ou mais (Tabela 1) indicam material fíbrico, enquanto índice de pirofosfato de 3 ou menos indicam material sáprico (Lynn et al., 1974). Através da porcentagem de

absorbância, obtida pela leitura em colorímetro, os materiais orgânicos podem ser classificados da seguinte forma: valores de $PA < 40$ identificam o material como “peat” e $PA > 60$ como “muck” (Parent & Caron, 1993).

Tabela 1: Classificação do material orgânico do solo¹.

Tipo de material orgânico	Teor de fibras esfregadas (Volume)	Índice de pirofosfato (Valor - croma)
Sáprico	$< 1/6$	< 3
Hêmico	Intermediário	Intermediário
Fíbrico	$> 3/4$ ou $> 2/5$ e $< 3/4^2$	---- > 5

(1) Adaptado de McKinzie, 1974.

(2) Se o IP for > 5

2.1.2 – Composição e transformações do material orgânico

Segundo Millar et al. (1951), as substâncias encontradas na matéria orgânica adicionadas ao solo podem ser divididas em: a) substâncias sem nitrogênio, que se constituem principalmente de C, H e O; incluem celulose e hemicelulose, carboidratos, ligninas, graxas, ceras, ácidos orgânicos, etc.; b) substâncias nitrogenadas, sobretudo proteínas que além do N contém C, H, O e podem também apresentar S, P, Fe e outros elementos e; c) constituintes inorgânicos ou minerais, principalmente compostos de P, Ca, Mg, K, Si, S. Estas diversas substâncias compõem as unidades estruturais dos tecidos e, segundo Jenkinson (1981) e Sastriques (1982), totalizam 10 a 25% da massa vegetal.

Brady (1989) divide a matéria orgânica do solo em dois grupos gerais: a) tecido original e seus equivalentes parcialmente decompostos e b) húmus. O tecido original inclui as raízes não decompostas e as copas dos vegetais superiores. Estes materiais são

submetidos à vigorosos ataques de organismos do solo, que os utilizam como fonte de energia e como material para elaboração dos tecidos.

Ceri (1984) por sua vez divide a matéria orgânica em dois grandes compartimentos: a matéria orgânica fresca, composta dos resíduos animais e vegetais depositados no solo e pela biomassa e fauna do solo e a matéria orgânica humificada.

A matéria orgânica do solo é constituída primordialmente pelas seguintes frações: uma fração macroscópica composta por resíduos orgânicos em vários estágios de decomposição; uma fração lábil associada com a biomassa microbiana, atuante nos processos de decomposição; uma fração humificada, resultante da transformação bioquímica dos resíduos e os rizodepósitos e/ou substâncias liberadas pelas raízes das plantas vivas. Cada um desses constituintes apresenta uma dinâmica particular, que advém em função de dois processos fundamentais: a mineralização e a humificação (Ceri & Moraes, 1992).

Bohn et al. (1985) distribuem os componentes orgânicos em função do seu tempo de permanência no solo em: a) resíduos vegetais em decomposição e biomassa associada, os quais são reciclados no mínimo em alguns anos; 2) metabólitos microbianos e constituintes de paredes celulares, que tornam-se estáveis no solo e possuem uma meia vida de 5 a 25 anos; e 3) frações resistentes datadas de 250 a 2500 anos ou mais.

A matéria orgânica bruta é submetida à transformações muito rápidas no solo. Não fosse assim, a superfície do globo terrestre estaria coberta por uma camada de material orgânico. O processo de transformação da matéria orgânica em ambientes aeróbicos pode ser resumido da seguinte maneira (Fanning & Fanning, 1989):

MOB + O₂ ® microorganismos ® CO₂ + húmus + produtos minerais.

A matéria orgânica humificada é normalmente mais rica em nitrogênio do que a matéria orgânica bruta, uma vez que a relação C/N é reduzida no processo de transformação. O material orgânico humificado continua sendo submetido à transformações e se não ocorrer novas adições no solo e houver condições favoráveis, todo o material orgânico será mineralizado, sendo liberado na forma de gás (CO_2) e água ou lixiviado como sais minerais (Fanning & Fanning, 1989).

Os diversos componentes dos materiais orgânicos incorporados ao solo apresentam diferentes graus de resistência à decomposição. Alguns são prontamente transformados pela ação dos microorganismos, outros são altamente resistentes (Mello et al., 1985). Segundo Brady (1989), a ordem crescente de resistência à decomposição das substâncias que compõe a matéria orgânica é a seguinte: 1) açúcares, amidos e proteínas simples; 2) proteínas brutas; 3) hemicelulose; 4) ligninas, gorduras e ceras.

Segundo Hissa (1990), a velocidade de transformação da matéria orgânica no solo depende da distribuição percentual, do grau de maturidade dos seus componentes químicos e da atuação de fatores edafo-climáticos. Devido à maior resistência da lignina ao ataque microbiano, quanto mais elevados forem os seus teores mais altos serão os coeficientes de humificação do material orgânico (fração do material original que permanece intacta após um período de decomposição de um ano).

Os produtos mais resistentes da transformação da matéria orgânica, quer os sintetizados pelos microorganismos, quer os modificados dos tecidos originais das plantas, são coletivamente chamados húmus. Este material, geralmente de cor preta ou marrom, de natureza coloidal e sem estrutura definida, apresenta resistência variável ao ataque microbiano (Mello et al., 1985; Brady, 1989).

Todo fator que modifica e influencia de alguma forma a atividade dos organismos do solo, conseqüentemente, afeta o processo de transformação da matéria orgânica e formação de húmus. As taxas de formação e acumulação, bem como a natureza química, dependem sobretudo da natureza dos resíduos e das condições nas quais a decomposição está se realizando (Conceição, 1989). Kononova (1975) definiu a reserva de húmus de um solo como produto do balanço entre as quantidades relativas formadas e decompostas anualmente, somadas ao húmus inicial do solo.

2.1.3 – Propriedades e caracterização da fração húmica

Segundo Mello et al. (1985), o húmus possui certas propriedades que o distingue dos resíduos dos quais se originou, quais sejam: a) pode reter quantidades consideráveis de água; b) participa das reações de troca de bases no solo; c) é praticamente insolúvel em água, embora uma parte possa permanecer em suspensão coloidal nesse líquido; e d) dissolve-se, em grande parte, em soluções alcalinas diluídas, especialmente à ebulição. Como produto da dissolução alcalina do húmus tem-se um extrato escuro, do qual grande parte se precipita quando a solução é neutralizada por ácidos minerais. Certos constituintes do húmus podem também se dissolver em soluções ácidas. Ainda devido à sua elevada CTC, o húmus atua como um sistema tampão. Segundo Brady (1989) sua capacidade de reter água e nutrientes excede consideravelmente àquela da argila.

Segundo Stevenson (1982), as substâncias húmicas são constituídas por uma série de compostos de coloração castanha ou preta, de elevado peso molecular, que são separadas com base em suas características de solubilidade e classificadas em:

- Humina - fração insolúvel em álcali.

- Ácidos Húmicos - fração de coloração escura extraída geralmente em meio alcalino (NaOH e $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$) e insolúvel em meio ácido diluído.
- Ácidos Fúlvicos - material colorido alcalino solúvel que permanece em solução após a remoção dos ácidos húmicos por acidificação.
- Ácidos Hematomelânicos - porção dos ácidos húmicos solúvel em álcool.

As diversas frações de substâncias húmicas extraídas com base nas características de solubilidade fazem parte de uma mistura heterogênea de moléculas polimerizadas com peso molecular variável entre algumas centenas e trezentos mil (Stevenson, 1982).

De maneira simplificada, o húmus do solo pode ser dividido em três constituintes: ácidos fúlvicos, ácidos húmicos e humina (Mello et al., 1985). Os chamados ácidos orgânicos são produzidos no processo de decomposição. Os ácidos fúlvicos que possuem peso molecular mais baixo são mais solúveis em água do que os ácidos húmicos, de peso molecular mais elevados. Os ácidos fúlvicos são aparentemente produzidos em maior quantidade em solos ácidos, talvez pela maior atuação de fungos do solo na decomposição do material orgânico (Fanning & Fanning, 1989).

Os ácidos fúlvicos apresentam grau de oxidação maior nos seus compostos e maior acidez total. É a fração humificada mais reativa porém com menor estabilidade. Isso favorece a formação de complexos mais solúveis e de menor peso molecular, interferindo de forma mais intensiva no meio ou, em outras palavras, pode facilitar o fenômeno de lixiviação de cátions e iluviação de argilas (Canellas, 1999).

2.2 - OCORRÊNCIA E GÊNESE DE SOLOS ORGÂNICOS

Solos orgânicos ocorrem desde áreas polares até tropicais, predominantemente em regiões úmidas. Apesar de possuírem uma larga distribuição, esses solos cobrem uma pequena extensão quando comparados a outras classes de solos, ocupando aproximadamente 1% da superfície das terras do globo terrestre (Fanning & Fanning, 1989).

Algumas distinções são feitas entre depósitos de turfa e solos orgânicos. O primeiro é considerado do ponto de vista geológico como um combustível de idade recente, resultante da decomposição de vegetais em ambiente aquoso (Petri & Fúlfaro, 1988). Esse material foi acumulado ao longo de ciclos geológicos em condições predominantemente anaeróbicas e então submetido à pressões quando recobertos por outros sedimentos, em geral de natureza mineral. Depósitos de turfas ocorrem em mais de 300 milhões de hectares ao longo do globo terrestre. Destes, 80% ocorrem em regiões frias do Canadá e da União Soviética (Brady, 1989). Ultimamente tem-se atentado para os depósitos orgânicos em regiões tropicais como fonte de energia.

Kampf & Schneider (1989) em estudo realizado no Estado do Rio Grande do Sul, observaram que várias áreas mapeadas geologicamente como turfeiras apresentaram solos Glei Húmico e Areias Quartzosas Hidromórficas com horizonte turfoso, confirmando que a definição pedológica do solo é mais específica que a de turfa.

Os solos orgânicos formam-se em locais onde o acúmulo superficial de matéria orgânica é favorecido pela inibição da atividade microbiana, seja pelas condições de baixa oxigenação ou pelo clima frio. Esta classe abrange 200 milhões de hectares no mundo, sendo 32 milhões de hectares nos trópicos (22 milhões na Ásia, 3 milhões na África e 7 milhões na América), dos quais, no Brasil há um milhão de hectares (Lopes, 1984).

No Brasil, estes solos ocorrem predominante em áreas de várzeas deprimidas, que apresentam lençol freático elevado ou que foram artificialmente drenadas. Na região do rio Ribeira do Iguape, litoral sul do Estado de São Paulo, existem cerca de 100 000 ha de solos orgânicos (Sakai et al., apud Lepsch et al., 1990). No Estado do Rio de Janeiro, as maiores extensões de solos orgânicos estão nos municípios de Campos dos Goytacazes, Quicamã, Macaé, Rezende e Rio de Janeiro. Neste último município eles ocupam uma área de 43 km², principalmente nos distritos de Jacarepaguá e Santa Cruz, o que representa apenas 3,41% dos solos segundo levantamento semidetalhado dos solos do município realizado pela EMBRAPA (EMBRAPA, 1980).

Segundo Bigarella (1984), o ambiente de fundo de vale é bastante complexo e revela o passado, representado por uma série de mudanças climáticas alterando suas condições ambientais e produzindo aspectos muito diferenciados. Os diversos fatores climáticos intervêm no regime dos rios e, em consequência, na hidrodinâmica das águas correntes produzindo depósitos característicos de cada regime. Ao se examinar uma várzea ou fundo de vale deve-se levar em consideração essas mudanças climáticas.

Sedimentos são depósitos de material sólido, formados por um meio móvel - vento, gelo ou água, na superfície da terra. Os sedimentos podem ser formados dentro ou fora da área onde há deposição final (Laporte, 1968). Esses depósitos são muito variáveis, sendo as duas fontes principais dessa variação, a origem das partículas componentes e o ambiente de deposição dessas partículas. Três fatores do ambiente devem ser considerados como responsáveis pela formação de materiais sedimentares: 1) a gênese das partículas sedimentares na fonte de produção; 2) o transporte e deposição dessas partículas no local de repouso definitivo; e 3) a transformação das partículas soltas. No caso de depósitos de

turfas, a formação do material depositado acontece no próprio local da deposição.

Em clima tropical, a formação de solos orgânicos se dá principalmente sob condições de insuficiente oxigenação, em áreas de baixada. Nestes casos, o processo de formação é fortemente influenciado pelo relevo, que condiciona o acúmulo de restos vegetais em ambientes saturados com água, várzeas alagadiças ou depressões pantanosas (banhados, brejos) (Bohn et al., 1985; Brady, 1989). Vegetais adaptados à estas condições prosperam, morrem e submergem, ficando cobertos pela água (Brady, 1989). Às massas vegetais depositadas nos fundos das depressões juntam-se também os esqueletos e demais restos de animais, suas dejeções e partes quitinosas de insetos, bem como material mineral trazido por enxurradas (Kiehl, 1985). A insuficiente circulação de oxigênio resulta na decomposição lenta da matéria orgânica, fazendo com que se acumule.

Dois tipos de materiais contribuem portanto para a formação dos depósitos orgânicos: vegetais crescidos emergindo ou sobrenadando na água e plantas existentes nos bordos da região alagada as quais depois passam a integrar os sedimentos orgânicos, em ambos os casos com a contribuição de sedimentos de materiais minerais oriundos dos terrenos à montante. Diferentes seqüências de plantas depositadas fazem com que a constituição dessas sucessivas camadas modifique-se com o decorrer do tempo. Os depósitos orgânicos mais comuns são os derivados de musgos, algas e plantas da família das esfagnáceas, ciperáceas e gramíneas (Kiehl, 1985). Segundo Andriesse (1984), as formações de solos orgânicos próximos à costa, sob influência marinha, apresentam características especiais, como por exemplo, a possibilidade de formar solos ricos em sulfetos e sulfatos

Segundo o diagrama (Figura 1) apresentado por Brady (1989), à medida que se sucedem as gerações vegetais, depositam-se nos pântanos e banhados diversas camadas de

resíduos orgânicos. Pequenas alterações de clima e de profundidade do lençol freático podem alterar a seqüência e o grau de decomposição das camadas de material orgânico, as quais podem mais tarde transformar-se em horizontes de solo (Brady, 1989). Assim, as características dos solos orgânicos, como daqueles em que há predominância das propriedades minerais, são em parte herdadas e em parte adquiridas.

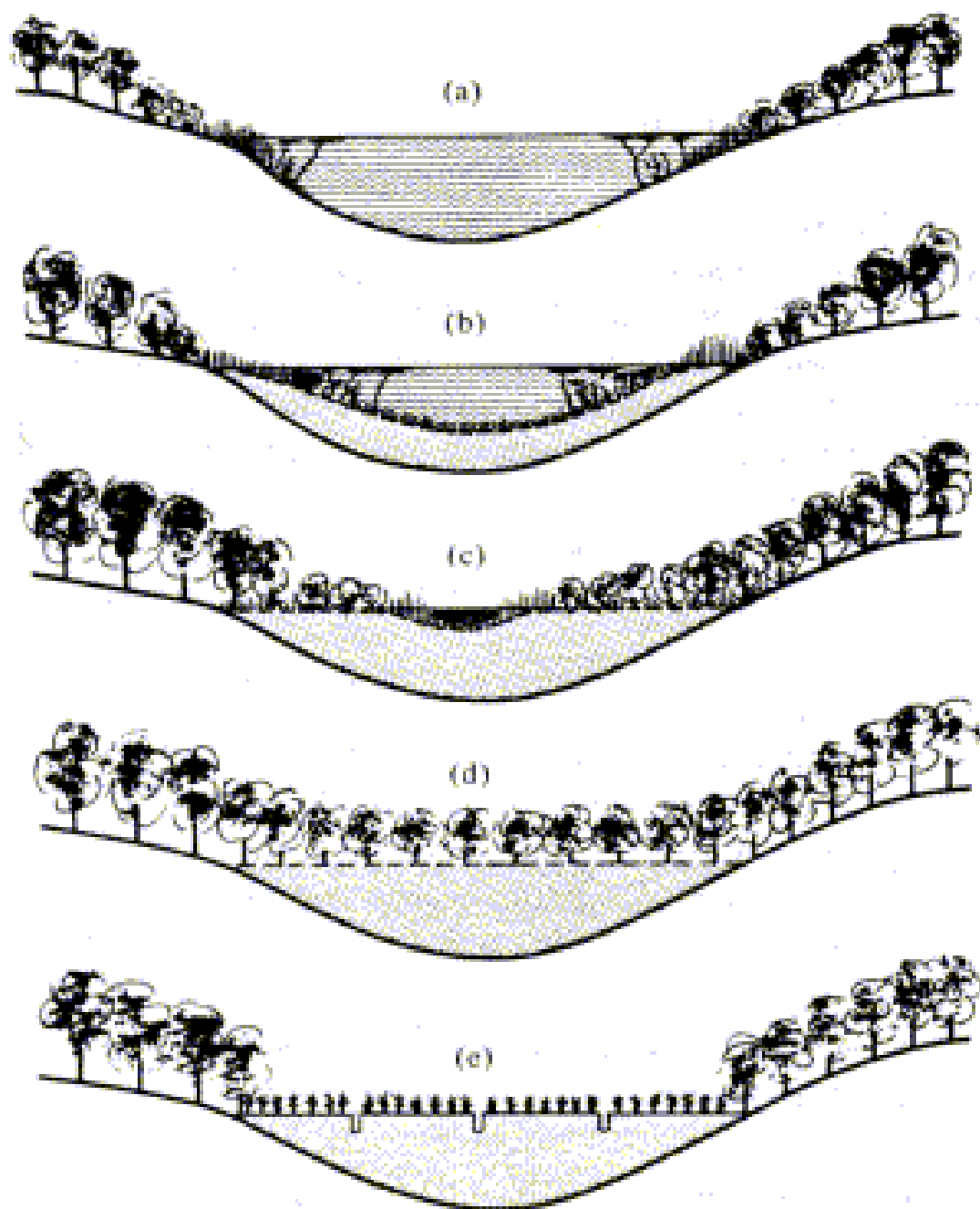


Figura 1: Paludização e processo de formação de Solos Orgânicos. Alterações após a drenagem: a) adição de nutrientes e desenvolvimento de plantas aquáticas; b e c) deposição de resíduos orgânicos; d) recobrimento com espécies florestais; e) instalação de agricultura (Brady, 1989, pág. 549).

Três são os processos que podem reduzir ou parar a decomposição do material orgânico no solo, fazendo com que este se acumule: ausência de oxigênio através de saturação por água, temperaturas muito reduzidas e dessecação extremo do material (Fanning & Fanning, 1989). Segundo Conceição (1989), para que haja o acúmulo de matéria orgânica no solo é necessário que a produção deste material exceda a sua destruição, o que pode ocorrer em ambientes de clima temperado ou frio onde baixas temperaturas inibam a atividade microbiana, ou em ambientes sujeitos à má drenagem.

Nos ambientes onde predomina um baixo potencial de oxi-redução, comum nas várzeas deprimidas, depressões e locais de surgente, a mineralização da matéria orgânica por organismos anaeróbicos é muito lenta. Nesses ambientes desenvolvem-se espécies vegetais típicas, cuja decomposição parcial dos resíduos resulta na acumulação de um húmus rico em lignina e proteínas de coloração preta. Esse húmus é de constituição muito heterogênea, seja pela diversificação do material vegetal depositado, ou pelas próprias modificações nele produzidas pela vegetação predominante. Com o correr dos anos, essas camadas de húmus poderão dar origem a horizontes de solos cujas características finais dentre outras, serão determinadas pela natureza do material vegetal que lhe deu origem e pelo tipo e grau de desenvolvimento (Almeida et al., 1983).

2.3 – CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS ORGÂNICOS

Os solos orgânicos estão em equilíbrio relativamente frágil com seu ambiente e qualquer alteração neste afeta significativamente as propriedades morfológicas, físicas e químicas dos solos. Por isso, a sua classificação deve adotar critérios diagnósticos que mudem pouco ou muito lentamente com o uso, além de permitir a predição do seu

comportamento. As características a serem selecionadas devem contribuir para: a) diferenciá-los dos solos minerais; b) indicar seu potencial de modificação quando drenados e cultivados; c) prever a qualidade do solo mineral residual; e d) permitir a avaliação da sua aptidão agrícola (MA/Provárzeas, 1984; Kampf & Schneider, 1989).

O sistema de classificação de solos americano (EUA, 1975; 1998) tem servido de base, para esta classe e outras, pela experiência e quantidade de observações acumuladas na elaboração da taxonomia e utilização dos solos.

Diversos critérios foram propostos por vários autores, ao longo dos anos para a classificação dos solos orgânicos como, características topográficas, características da vegetação de recobrimento, propriedades químicas, origem botânica, morfologia e processos genéticos (Mc Kinzie, 1974). A revisão destes levou à criação de um novo sistema baseado em critérios quantitativos e outros que pudessem ser determinados no campo por observações visuais ou simples testes de campo. Os critérios hoje adotados para identificação e classificação dos materiais orgânicos do solo, pelo Soil Survey Manual (EUA, 1993) são o resultado das modificações feitas ao longo dos anos.

Segundo os critérios taxonômicos adotados pelo sistema americano de classificação (EUA, 1998), um solo é considerado orgânico quando: a) possui material orgânico constituindo dois terços ou mais de sua espessura e contato litóide, aceitando horizontes minerais de até dez centímetros de profundidade ou, b) quando se encontra saturado com água pelo menos trinta dias no ano e possui espessura total de 60 cm ou mais, desde que seja constituído por fibras de musgos ou apresente densidade do solo úmido de $0,1 \text{ kg dm}^{-3}$. Além destas condições o solo será também classificado como orgânico se apresentar 40 cm ou mais consistindo de material sáprico ou hêmico ou fibrico, com menos

de três quartos do volume de fibras de musgo e uma densidade do solo úmido de $0,1 \text{ kg dm}^{-3}$ ou mais.

Na legenda de solos da FAO (FAO/UNESCO, 1974), os Solos Orgânicos são definidos pela presença de horizonte orgânico H com 40 cm ou mais de espessura (60 cm ou mais se o material orgânico consistir principalmente de esfagnum ou musgo ou se tiver densidade do solo menor do que $0,1 \text{ kg dm}^{-3}$) a partir da superfície do solo, ou cumulativo dentro de 80 cm. A espessura do horizonte H pode ser menor quando este estiver sobre rocha ou material de fragmento de rocha no qual os interstícios estão cheios por material orgânico.

Kampf & Schneider (1989), com base em análises de 16 perfis, constituindo 86 amostras de terra, e nas recomendações do Simpósio Nacional de Solos Orgânicos (MA/Provárzeas, 1984), sugeriram como subsídios para a classificação de Solos Orgânicos critérios que expressam qualidades da terra e conferem um caráter interpretativo à classificação. Para isso, propuseram a identificação de solos orgânicos para aqueles que apresentem uma espessura de 60 cm quando não drenados e de 40 cm quando drenados, teor de matéria orgânica igual ou superior a 20% em massa e densidade do solo igual ou inferior a $0,5 \text{ kg dm}^{-3}$. Horizontes H superficiais submetidos a prolongada drenagem e uso agropastoril podem apresentar Ds superior a $0,5 \text{ kg dm}^{-3}$.

Os Solos Orgânicos são diferenciados quanto ao teor de matéria orgânica em orto e para-orgânicos. Aqueles com teor de matéria orgânica igual ou superior a 65%, que apresentam densidade do solo igual ou menor do que $0,15 \text{ kg dm}^{-3}$ e, quando saturados podem conter mais de 500% de água, correspondendo à definição técnica de “peat” (Liong & Siong, 1979, apud Kampf & Schneider, 1989), são denominados de orto-orgânicos. Tais solos têm demonstrado severas restrições ao uso agrícola (Liong & Siong, 1979, apud

Kampf & Schneider, 1989; Andriesse, 1984). Os solos com teor de matéria orgânica entre 20 e 65 %, Ds entre 0,15 e 0,5 kg dm⁻³ e que podem conter de 150 a 500% de água são denominados para-orgânicos, correspondendo em parte à definição técnica de “muck”. Nesta classe, a aptidão agrícola é função do grau de decomposição da matéria orgânica.

O grau de decomposição identificado pelo teor de fibras mostrou ser um parâmetro útil para distinguir os solos no campo, além de afetar o conteúdo de água (Kampf & Schneider, 1989). Em função de tais aspectos, estes autores sugerem empregar, experimentalmente, o caráter sáprico, hêmico e fíbrico, em função da quantidade de material espremido retido na mão, até o aperfeiçoamento da técnica, apesar de sua utilidade para interpretar o potencial agrícola ser questionada (Andriesse, 1984). O caráter dominante em seção de controle entre 20 cm abaixo da superfície do solo e 1 m é o selecionado; em caso de equivalência de proporções de classes de fibras, ambas são adotadas.

O Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA/CNPS, 1999), ainda carece de testes dos critérios e parâmetros sugeridos para a caracterização da classe dos Solos Orgânicos, denominada ORGANOSSOLOS. O conceito apresentado para esta classe é o de “solos pouco evoluídos, constituídos por material orgânico proveniente de acumulações de restos vegetais em grau variável de decomposição, acumulados em ambientes mal a muito mal drenados, ou em ambientes úmidos de altitude elevada, que estão saturados por água por poucos dias no período chuvoso, de coloração preta, cinzenta muito escura ou marrom e com elevados teores de carbono orgânico” (EMBRAPA/CNPS, 1999).

Os ORGANOSSOLOS são definidos segundo EMBRAPA/CNPS (1999) pela “presença de horizonte O ou H hístico com teor de matéria orgânica $\geq 0,2$ kg kg⁻¹ de solo ($\geq$

20% em massa), com espessura mínima de 40 cm quer se estendendo em seção única a partir da superfície, quer tomado, cumulativamente, dentro de 80 cm da superfície do solo, ou com no mínimo 30 cm de espessura, quando sobrejacente a contato lítico”.

3- CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA

Histórico de ocupação e uso dos solos na região

A ocupação da Baixada de Sepetiba pelos colonizadores europeus remonta ao século XVI na busca pelo Pau-Brasil (*Caesalpinia echinata*).

O desenvolvimento da região confunde-se com o da Fazenda Santa Cruz (Freitas, 1985; NOPH, 1984, 1985), doada por Portugal, no início do século XVII, aos padres da Companhia de Jesus (Jesuítas). Já em 1729, os registros indicam a construção de obras e benfeitorias tais como desvios de rios, abertura de valas, construções de pontes, uma igreja, uma olaria, hospício, carpintaria, dezoito currais, casa de farinha, armazém, forno de cal, entre outras, contando fundamentalmente com a mão de obra escrava (Quarteirão, 1995/1996). Em pouco mais de um século, os jesuítas, e outros colonizadores, transformaram o ecossistema de brejos, várzeas, lagunas, pântanos e manguezais em terras habitáveis, com introdução da agricultura dentro dos modelos europeus e pastagens (Freitas,

1985; NOPH, 1984, 1985; Amador, 1997).

Com a expulsão dos jesuítas em 1759, a região passou por uma seqüência de períodos de decadência e esplendor (NOPH, 1984, 1985; Conceição, 1989). Nesta época, a agricultura da região baseava-se na mandioca para produção de farinha, cana-de-açúcar para produção de açúcar e aguardente, café nas serras e morros, além da criação de gado bovino. Somente no século XX, na década de 40, programas de governo restabeleceram as condições na região para moradia e atividades agrícolas, através da construção de um vasto sistema de canais para saneamento e drenagem em toda a Baixada de Sepetiba, com o objetivo de solucionar seus problemas das enchentes e da malária (Goes, 1942). Essa rede de canais alterou ainda mais a drenagem natural da região de Santa Cruz e adjacências.

À mesma época, foram abertas novas rodovias e em 1938, instalado o Centro Nacional de Pesquisas Agronômicas e as Escolas Nacionais de Agronomia e Veterinária, com a finalidade de centralizar, coordenar e dirigir o ensino e as pesquisas agronômicas no país (Goes, 1942; Conceição, 1989; Goes, 1994).

Novos núcleos coloniais foram instalados com a divisão das grandes propriedades e sesmarias originais, proporcionando uma exploração intensiva. Este desmembramento das propriedades se deu principalmente devido ao fluxo de migrantes de outras regiões do Brasil e de japoneses para trabalhar na lavoura. Os imigrantes japoneses chegaram a partir de 1938, graças a um convênio firmado entre o governo brasileiro e a Cooperativa Agrícola Cotia, com o objetivo de intensificação da horticultura na região. Formaram a Colônia Agrícola Japonesa de Itaguaí e já no primeiro ano, vencendo as dificuldades de adaptação, cultivavam tomate, repolho, milho e arroz (NOPH, 1984, 1998; Quarteirão, 1993).

Associado à divisão das propriedades e a vinda de colonos, a proximidade ao Rio de Janeiro, grande centro consumidor, colocou a região em situação privilegiada. Algumas culturas passaram a ter destaque: laranja, banana, coco, manga, mamão, feijão, mandioca, batata inglesa, milho. Com o decorrer dos anos, a agricultura na região foi concentrando suas atividades na área de oleráceas, com destaque para a cultura do quiabo, mandioca e batata doce. Atualmente a cultura do coco vem sendo incentivada na região através de programas oficiais, sendo registrada uma produção de 1476 mil frutos no ano de 1995, segundo o IBGE (1999) (Tabela 2). Outras que apresentam bom destaque são: maxixe, pimentão, jiló, berinjela, folhosas e frutas: goiaba e jaca. Atualmente, 21% da produção de coco e 28% de mandioca do município do Rio de Janeiro é proveniente de micro-propriedades com menos de 10ha. A totalidade da produção de coco e 95% da produção de mandioca são oriundas de propriedades com menos de 50 ha (Tabela 3), o que demonstra a divisão das propriedades no município.

Tabela 2: Balanço das culturas de coco e mandioca no município do Rio de Janeiro, ano de 1995¹.

Índices	Coco	Mandioca
Área colhida	82 ha	1.100 ha
Quantidade produzida	1.476 mil frutos	17.600 ton.
Rendimento médio da produção	18.000 frutos/ha	16.000 kg/ha

¹ Fonte: IBGE, 1999.

Tabela 3: Distribuição percentual relativa da produção de coco e mandioca em função do tamanho de propriedades, no município do Rio de Janeiro, ano de 1996¹.

Área das propriedades	Coco	Mandioca
ha	%	
< 1	1	1
1 a <2	2	2
2 a <5	6	5
5 a <10	12	20
10 a <20	32	25
20 a <50	47	42
>50	-	5

¹ Fonte IBGE, 1999

Localização geográfica e hidrografia

A Baixada Fluminense é dividida em quatro regiões, das quais a Baixada de Sepetiba é a menor, ocupando 10% da área total. Atualmente, encontram-se na Baixada de Sepetiba diversos centros populosos como Guaratiba, Campo Grande, Santa Cruz, Itaguaí, Itacuruçá, Mangaratiba, Seropédica, Paracambi e Queimados.

A área em estudo localiza-se na zona rural de Santa Cruz, Zona Oeste do município do Rio de Janeiro, e está integrada na periferia do complexo da Baixada de Sepetiba, sudoeste do Estado (Figura 2), uma das poucas regiões onde os solos orgânicos são ainda usados intensamente para a produção agrícola (Conceição, 1989).

A bacia hidrográfica em que estão localizadas as áreas estudadas é constituída pelos vales do rios Guandú Açú, Itaguaí e outros pequenos cursos d'água que desembocam na Baía de Sepetiba. É limitada pela linha imaginária partindo de Pedra de Guaratiba

passando pelas serras da Prata do Cabuçu, de Madureira, do Gericinó, do Tinguá, de São Pedro, de Santana, do Catumbí, das Araras, do Caçador, de Leandro, de Itaguaçu e de Lajes, terminando na ponta de Mangaratiba (Goes, 1942; Conceição, 1989).

Clima

Segundo a classificação de Köppen, a região possui clima do tipo Aw (clima tropical de inverno seco e verão chuvoso), com três meses de seca, quente e úmido, com estação chuvosa no verão e estiagem no inverno. Alguns dados climatológicos da estação meteorológica da Ecologia Agrícola (km 47 – Pesagro-RJ/ Seropédica) são apresentados na tabela 4 e na figura 3. A temperatura média anual é da ordem de 23,3° C sendo os meses de janeiro e fevereiro os mais quentes, e os meses mais frios junho e julho. A umidade relativa do ar apresenta valores acima de 60% ao longo do ano. A precipitação média anual é de 1.280 mm.

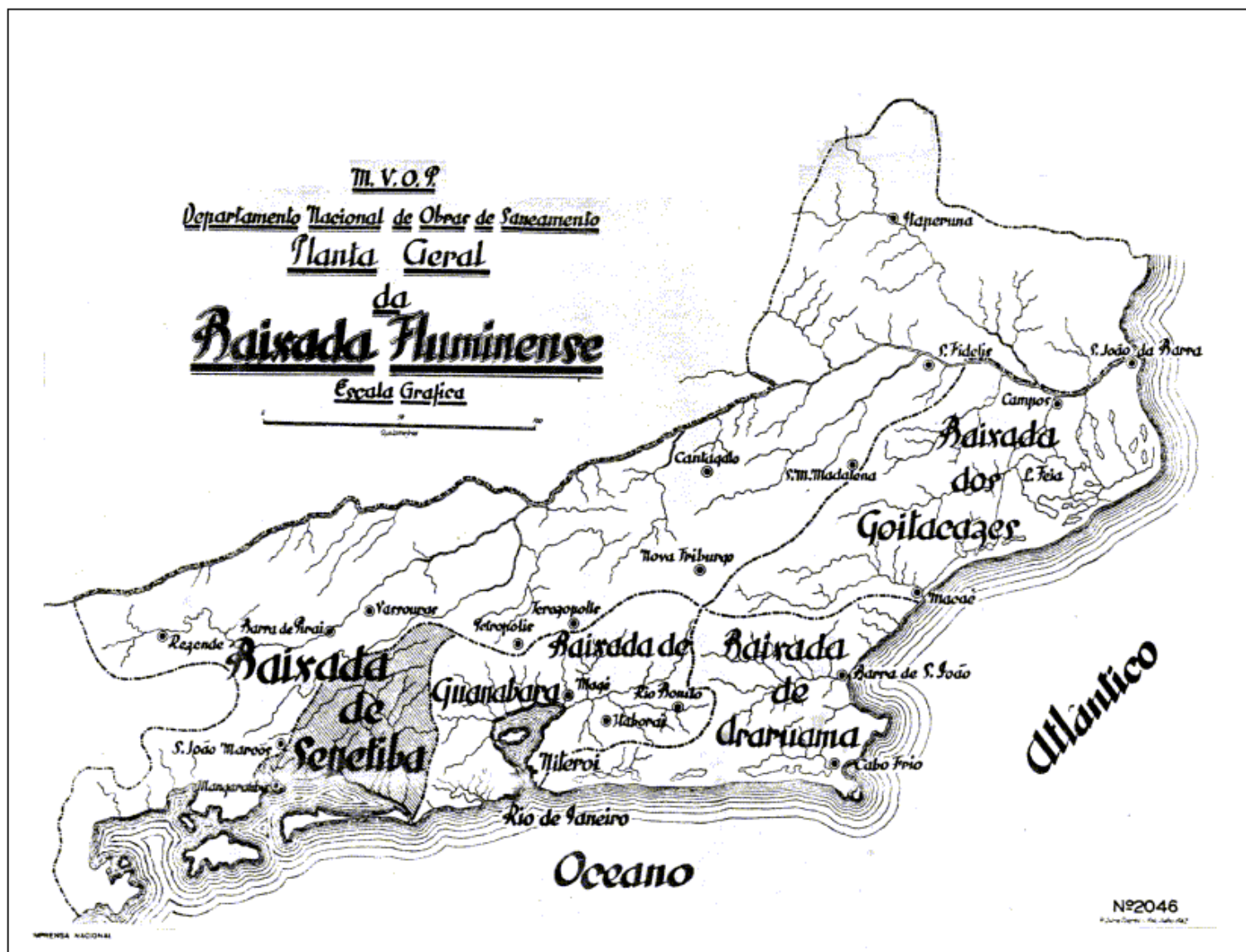


Figura 2: Carta do Estado do Rio de Janeiro, com destaque para a Baixada de Sepetiba (Fonte: Goes, 1942).

Tabela 4: Dados climatológicos para Seropédica e áreas vizinhas - média dos últimos dez anos (1989 - 1998)¹.

Mês	Temperatura do ar			UR ²	Ppt ²	Evap. ²	Ppt.– evap.	Insol. ²
	Média das máximas	Média das mínimas	Média compensada					
	----- °C -----			%	-----	mm	-----	hs
Jan.	32,9	23,4	27,3	67,8	183,3	141,3	42,0	196,6
Fev.	33,6	23,8	27,8	65,0	154,8	137,0	17,9	198,4
Mar.	31,6	22,8	26,4	69,7	169,6	120,1	49,9	181,8
Abr.	30,1	20,8	24,7	67,1	98,7	100,6	-1,9	189,1
Mai.	28,0	19,2	23,5	69,5	67,5	102,4	-34,9	188,9
Jun.	26,8	17,3	21,2	65,8	47,7	105,5	-57,8	198,4
Jul.	26,4	17,0	21,0	67,2	31,3	112,8	-81,5	172,6
Ago.	27,0	17,3	21,3	66,1	30,3	125,9	-95,6	169,7
Set.	27,0	17,9	21,7	68,6	96,2	114,4	-18,2	128,4
Out.	27,7	19,5	23,3	68,0	90,2	120,1	-29,9	154,5
Nov.	29,9	20,9	24,7	66,9	134,8	126,2	8,5	170,8
Dez.	31,7	22,1	26,1	66,5	175,9	143,2	32,7	193,2
TOTAL	-	-	-	-	1280,3	1449,5	-	2142,4

¹ Fonte: Estação Ecologia Agrícola Km 47 – Pesagro-RJ/ Seropédica.

² UR = umidade relativa do ar; Ppt. = precipitação, altura total; Evap. = evaporação total; Insol. = insolação total.

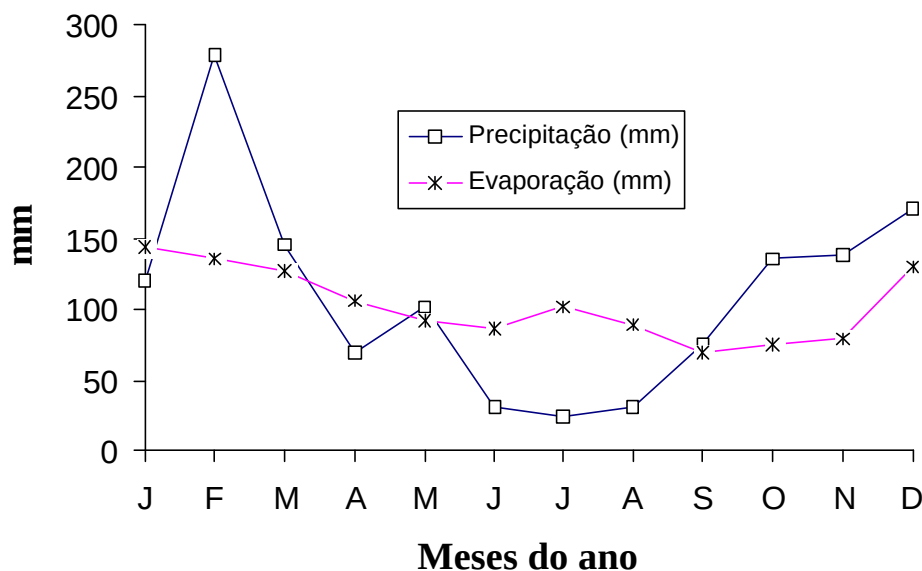


Figura 3: Balanço hídrico, 1998 (Fonte: Estação Ecologia Agrícola km 47/Pesagro-RJ)

Geomorfologia e Geologia

Componente de um pequeno setor costeiro do Planalto Atlântico Sudeste Brasileiro, o complexo da Baixada de Sepetiba e suas limitantes colino-serranas da Serra do Mar, apresentam os macro-condicionantes da área em estudo. Esses sistemas geomorfológicos, definidos como sistemas Encosta da Serra do Mar, Baixas Colinas e Baixada de Sepetiba, pelo arranjo espacial de suas formas de relevo e posicionamento geográfico refletem fundamentalmente a dominância de um controle geológico, principalmente no Terciário, cujas evidências morfoestruturais foram afeiçoadas pela atuação de eventos cíclicos climáticos e posteriormente, no Quaternário, por efeitos glácio-eustáticos, cujas fácies sedimentares foram se ajustando ao alicerce físico, proporcionado pelo embasamento fraturado. Subordinados a esses eventos fundamentais vigentes, condicionantes geodinâmicos (processos geomorfológicos) naturais e posteriormente

antrópicos, passaram a esculpturar e a definir as resultantes formas de relevo e, portanto, as feições geomorfológicas (Goes, 1994).

Goes (1994) divide as unidades geomorfológicas em três sistemas morfológicos:

a) Sistema das Encostas da Serra do Mar, formado como resultado morfológico da conjugação, no Cenozóico, das fases climáticas cíclicas, erosivas e deposicionais, formando um conjunto serrano colinoso, com escarpas escalonadas e alinhamentos de cristas e colinas subniveladas; b) Sistema de Colinas, representado pelo conjunto de colinas estruturais subniveladas, ora distribuídas no sopé da escarpa serrana em nível mais alto e direcionado, ora esporadicamente ao longo da baixada com um aspecto mais abatido; e c) Sistema de Baixada, ambiente deposicional representado pelo complexo da Baixada de Sepetiba, equivalente ao conjunto topográfico de menor cota embutido no compartimento estrutural da Serra do Mar. Sua individualização culminou a partir do final do Pleistoceno, com a definição gradativa de suas unidades deposicionais e do litoral da Baía de Sepetiba, associada à formação da Restinga da Marambaia.

O domínio das baixadas, pode ser dividido, do ponto de vista fisiográfico em: a) pequenas ondulações e b) planícies e várzeas, áreas topográficas mais deprimidas, constituídas por depósitos quaternários, nas quais se encontram os depósitos de materiais orgânicos, desenvolvidos em área de densa convergência fluvial, ambientes de má drenagem, que dão origem aos solos orgânicos. Trata-se da planície flúvio-lacustre (Conceição, 1989; Goes, 1994), que se junta com antigas faixas arenosas e a semi pantanosa planície flúvio marinha até o litoral, na qual se encontram a praia de sedimentos finos e a lama de fundo da baía (Goes, 1994).

A geologia da área é representada por rochas gnáissicas e graníticas pré

cambricas, rochas alcalinas cenozóicas, depósitos continentais cenozóicos, bem como sedimentos holocênicos fluviais, coluviais, marinhos e flúvio-marinhos (Amador, 1997).

Vegetação

A cobertura vegetal original da região é representada por espécies da Mata Atlântica, com domínio de floresta tropical subcaducifolia, cuja vegetação é caracterizada pela presença de plantas decíduas, que perdem as folhas durante a estação seca. Observa-se também florestas e campinas de várzeas, associadas às condições de terrenos muito úmidos, atualmente com poucos remanescentes e vegetação litorânea, quase que contínua ao longo do litoral, na qual estão incluídas as vegetações de praias, dunas, restinga e mangues.

Algumas espécies citadas por Alonso (1977) e Conceição (1989) associadas a floresta tropical subcaducifolia são: *Aspidosperma* sp (peroba), *Cedrela fissilis* (cedro), *Nectandra* sp (canela), *Sickingia* sp (araribá), *Himenaia* sp (jatobá), *Choristia* sp (paineira). Dentre a vegetação de praia, relacionada com solos arenosos litorâneos, sob a influência das marés e vagas, podem ser citadas *Iresine portulacoides*, *Panicum racemobum* (capim de areia), *Sporolobus virginicus* (grama de praia), *Ipomea* sp (campainha branca), *Canavalia obtusifolia* (feijão da praia), *Remina maritima* (alecrim da praia), *Ipomoea pes-caprae* (salsa da praia). As principais espécies associadas ao mangue são *Rizophora mangle* (mangue vermelho), *Avicenia tomentosa* (mangue siriúba) e *Ragunculara racemosa* (mangue branco). Nas restingas predominam os gêneros Eugênia, Nectandra, Psidium, Miconia, Piptadenia, Ocotea e Clusia, ocorrendo também uma certa riqueza de Bromeliáceas e Cactáceas.

A vegetação original da região praticamente cedeu lugar a pastagens e cultivos,

encontrando-se macegas arbóreas arbustivas principalmente em setores de encostas convexas. As formações vegetais de restinga e mangue permanecem em sua maior parte preservadas por estarem distribuídas em áreas reservadas da força militar brasileira.

4 - MATERIAL E MÉTODOS

4.1 – SELEÇÃO DAS ÁREAS E CARACTERIZAÇÃO DOS PERFIS DE SOLOS

Foram selecionadas áreas agrícolas, com as culturas de mandioca (*Manihot esculenta*) e coco (*Cocos nucifera* L.) (Figura 4), e área de floresta tropical secundária de várzea (Figura 5), identificadas como pertencentes ao complexo de Solos Orgânicos, Semi Orgânicos e Glei Húmico (EMBRAPA/SNLCS, 1980).

Em cada uma das áreas, foram abertas trincheiras para descrição morfológica e caracterização dos perfis dos solos (Figuras 6, 7 e 8), de acordo com a metodologia em uso pelo Centro Nacional de Pesquisas de Solos (CNPS/EMBRAPA) e preconizadas pela Sociedade Brasileira de Ciência dos Solos (SBCS) no Manual de Descrição e Coleta de Solos (Lemos & Santos, 1996).



Figura 4: Vista geral das áreas de plantio de mandioca (primeiro plano) e coco.



Figura 5: Vista geral da área de floresta secundária.

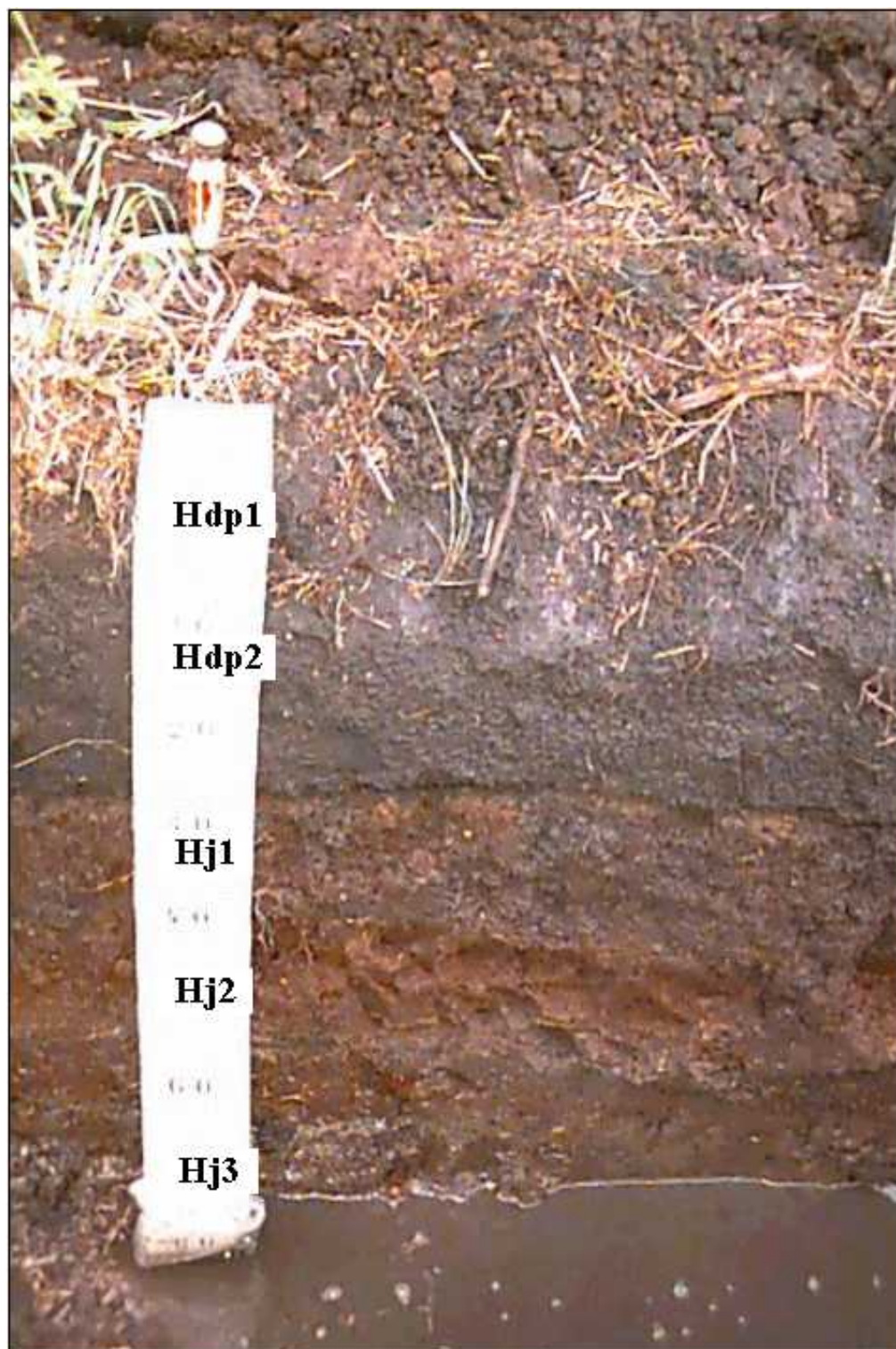


Figura 6: Perfil de solo na área de plantio de coco, Santa Cruz - RJ.



Figura 7: Perfil representativo da área de plantio de mandioca.



Figura 8: Perfil representativo da área de floresta secundária.

Os perfis foram georeferenciados com auxílio de GPS, estando localizados nas seguintes coordenadas geográficas: área de cultivo de coco - 22° 53' 11" S e 43° 47' 05" W, área de plantio de mandioca - 22° 53' 33" S e 43° 47' 28" W e, 23° 01' 20" S e 43° 47' 19" W na área de floresta secundária.

4.2 – MÉTODOS ANALÍTICOS

Foram coletadas amostras indeformadas dos horizontes superficiais e deformadas de todos os horizontes e camadas de solo. As amostras de terra foram secadas ao ar, destorroadas e passadas em peneira com malha de 2,0 mm, para obtenção da terra fina secada ao ar (TFSA).

As amostras de terra foram caracterizadas quanto às propriedades físicas e químicas segundo a metodologia recomendada no Manual de Métodos de Análises de Solos (EMBRAPA, 1997). Testes específicos para caracterização de material orgânico foram também realizados (Lynn et al., 1974, Carter, 1993). Os métodos analíticos utilizados estão descritos a seguir:

4.2.1 – Análises físicas

Composição granulométrica

A composição granulométrica revela a textura do solo, através da classificação das partículas de acordo com seus diâmetros. Para a determinação, as amostras foram dispersadas com NaOH 1 mol L⁻¹ e agitadas, em baixa rotação, por 16 horas, conforme modificação proposta por Rezende (1979). O teor de argila total foi determinado na suspensão pelo método da pipeta (Day, 1965). As frações areia grossa e areia fina foram separadas por tamisação, em peneiras de malhas 0,2 e 0,053 mm, respectivamente. O silte

foi obtido por diferença. Esta análise foi realizada somente nos horizontes minerais.

Argila dispersa em água

Foi determinada pelo método anterior, mas usando água destilada para dispersão.

Grau de flocculação (GF)

Calculado segundo a fórmula:

$$GF(\%) = [\text{argila total } (\%) - \text{argila dispersa em água } (\%) / \text{argila total } (\%)] \times 100$$

Densidade do solo (Ds)

É a relação entre a massa de uma amostra de solo seca a 110⁰C e a soma dos volumes ocupados pelas partículas sólidas e pelos poros. Foi determinada pelo método do anel volumétrico de Kopecky e é expressa em kg dm⁻³.

Densidade das partículas (Dp)

É a relação entre a massa do solo e o volume ocupado pelas suas partículas, excluindo-se o volume de poros. Foi determinada pelo método do álcool etílico e é expressa em kg dm⁻³.

Porosidade total (PT)

$$\text{Foi calculada através da fórmula: } PT (\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}) = (1 - D_s/D_p)$$

Umidade gravimétrica (Ug)

Uma amostra de solo foi pesada (PU) e colocada para secar em estufa a 105⁰ C por 24 horas. Após resfriada, foi novamente pesada para obtenção do peso seco (PS). A umidade gravimétrica foi calculada através da fórmula: $Ug (\%) = 100 (PU - PS) / PS$.

4.2.2 – Análises químicas

pH em água, KCl 1mol L⁻¹ e CaCl₂ 0,01 mol L⁻¹ (imediato e após 4 semanas).

Determinado potenciometricamente na suspensão solo-líquido de 1:2,5, com

tempo de contato não inferior a uma hora. Esta análise foi realizada imediatamente após a coleta das amostras, com umidade de campo, e em TFSA, quatro semanas após a data de coleta.

Cálcio e Magnésio trocáveis

Extraídos com solução de KCl 1 mol L^{-1} na proporção de 1:10, por complexometria. O teor de Ca + Mg foi determinado em presença de coquetel tampão pH 10 e titulado com EDTA $0,0125\text{ mol L}^{-1}$. O teor de Ca^{+2} foi determinado em presença de KOH 10%, e titulado com EDTA $0,0125\text{ mol L}^{-1}$. O Mg^{+2} foi obtido por diferença.

Potássio e Sódio trocáveis

Foram extraídos com solução de HCl $0,05\text{ mol L}^{-1}$ e H_2SO_4 $0,0125\text{ mol L}^{-1}$ na proporção solo-solução 1:10 e determinados por fotometria de chama.

Alumínio trocável

Foi extraído com solução de KCl 1 mol L^{-1} na proporção de 1:10 e determinado pela titulação do íon H^+ com NaOH $0,025\text{ mol L}^{-1}$.

Acidez extraível ($\text{H}^+ + \text{Al}^{+3}$)

Extraída com solução de acetato de cálcio $0,5\text{ mol L}^{-1}$, ajustada a pH 7,0 na proporção de 1:15 e determinada por titulação com NaOH $0,025\text{ mol L}^{-1}$.

Hidrogênio extraível (H^+)

Foi obtido pela diferença entre a acidez extraível e o alumínio trocável.

Fósforo assimilável

Foi extraído com solução de HCl $0,05\text{ mol L}^{-1}$ e H_2SO_4 $0,0125\text{ mol L}^{-1}$ e determinado por colorimetria, após a redução do complexo fosfomolibídico com ácido ascórbico em presença de sal de bismuto.

Valor S

Foi calculado pela soma dos teores de Ca, Mg, K e Na trocáveis.

Valor T

Calculado pela soma do valor S com a acidez extraível ($H^+ + Al^{+3}$).

Valor V

Calculado pela fórmula $V\% = 100 S/T$

Porcentagem de saturação por alumínio (% Al)

Foi calculada pela expressão: $100 \times Al^{+3} / \text{Valor S} + Al^{+3}$

Porcentagem de saturação por sódio (% Na)

Calculada pela fórmula $100 \times Na/T$

Condutividade elétrica

Determinada no extrato de saturação através de leitura em condutivímetro de leitura direta, é expressa em dS/m a 25°C.

Carbono orgânico (C org.)

Foi determinado pela oxidação da matéria orgânica pelo dicromato de potássio $0,2 \text{ mol L}^{-1}$ em meio sulfúrico e titulação pelo sulfato ferroso amoniacal $0,05 \text{ mol L}^{-1}$.

Nitrogênio Total (N total)

Determinado, segundo técnica de Kjeldahl, através da pesagem de 0,200g de solo, sendo o material digerido em presença de ácido sulfúrico e água oxigenada. Para aumentar a rapidez e eficiência da conversão do N orgânico em amoniacal, adicionou-se mistura catalisadora ($K_2SO_4 + Na_2SO_4 + Cu$). A destilação foi feita pelo arraste a vapor, recolhendo-se o condensado em solução de ácido bórico. A titulação foi feita com solução de ácido sulfúrico diluído.

Nitrogênio Nítrico (NO_3^-) e Amônio (NH_4^+)

Foi extraído com solução de KCl 2 mol L^{-1} e destilado em presença de MgO para a obtenção do NH_4^+ . A determinação do NO_3^- foi realizada posteriormente com adição de liga de Devard. Através da titulação do coletado com ácido sulfúrico obtiveram-se as quantidades das diferentes formas minerais.

Relação C/N

Calculada pela divisão dos teores de C org. pelo conteúdo de N total.

4.2.3 – Caracterização do material orgânico

Testes específicos para caracterização e classificação do material orgânico foram realizados segundo a metodologia desenvolvida por Lynn et al. (1974), também utilizados por Conceição (1989) e Parent & Caron (1993).

Conteúdo de Material Mineral (%MM)

Foi determinado pelo método da mufla, que consiste em incinerar o material orgânico de uma amostra de solo em mufla à temperatura de 400°C por 12 horas. A % MM foi calculada pela razão entre o peso seco a 400°C por 12 h e o peso seco de amostra de solo a 110°C por 24 h ($\% \text{MM} = \text{Peso seco a } 400^\circ\text{C} / \text{peso seco a } 105^\circ\text{C} \times 100$).

Densidade da Matéria Orgânica (DMO)

Calculada pela fórmula $\text{DMO} = \text{Ds} - [\text{Ds} \times (\% \text{MM}/100)]$

Resíduo Mínimo (RM)

Calculado através de $\text{RM} = (\text{Ds} - \text{DMO})/1,5^*$

* o fator 1,5 representa um valor médio para a densidade do solo após subsidência, como proposto por Lynn et al., 1974.

O grau de decomposição dos materiais orgânicos de solo foi determinado através de métodos de campo e laboratório.

Determinação expedita (método Von Post)

O método Von Post de determinação expedita consiste em pressionar na mão uma amostra de solo úmida e avaliar o líquido extraído e o resíduo, determinando a classe de decomposição de acordo com a escala de Von Post (item 2.1.1).

Método volumétrico (teor de fibras esfregadas)

O método volumétrico utilizado consistiu na separação do material fibroso do não fibroso através de peneiramento do material esfregado ou não. Para isso, uma pequena porção de material de solo (aproximadamente 5g) levemente umedecido foi empacotado em uma seringa de 5 ml cortada longitudinalmente. Após retirados o ar e a água, foi lido na escala o volume total de fibras e solo. O material foi então lavado em peneira com abertura de 100 mesh até o líquido escorrido estar claro, e novamente empacotado, procedendo-se à retirada de água e ar, como da primeira vez. O volume lido correspondeu às fibras não esfregadas. Para a determinação de fibras esfregadas, o material foi novamente lavado em peneira, esfregando-se levemente para a retirada de solo aderido às fibras, e repetido o procedimento anterior para leitura do volume. Os teores de fibras esfregadas e não esfregadas foram expressos em percentagem em relação ao material total (fibras e solo).

Para Solos Orgânicos em áreas com uso agrícola, que apresentam processo de secagem irreversível, o método deve ser realizado com cuidado, pois pequenos torrões de solo que não absorvem água podem ser mensurados como fibras.

Métodos colorimétricos

Dois métodos colorimétricos foram utilizados, um pela comparação com padrões da carta de Munsel (página 10YR) e o outro pela leitura em colorímetro na faixa de 550 nm.

Para a leitura em carta de Munsel, foi utilizada amostra medida em uma meia seringa, com volume de 2,5 ml, misturada com 1g de cristais de pirofosfato de sódio e 4 ml de água e deixada em contato por uma noite. Após este tempo, foi feita inserção de papel cromatográfico, que esfregado em outra tira idêntica para retirada do excesso de solução, foi comparada com os padrões na página 10YR da carta de cores de Munsel. O índice de pirofosfato foi calculado subtraindo-se o croma obtido do valor ($IP = \text{valor} - \text{croma}$).

A extração no método do colorímetro foi feita utilizando-se 0,5g de amostra secada ao ar e peneirada em peneira de 2mm, adicionando-se 50 ml de solução de pirofosfato de sódio e agitando-se por 18 hs à temperatura ambiente. A solução foi filtrada e diluída até 250 ml com água destilada. A absorbância foi lida em espectrofotômetro e multiplicada por 100, para representar percentagem de absorbância (PA).

Fracionamento da matéria orgânica

A caracterização das diferentes frações da matéria orgânica foi realizada segundo modificação no método desenvolvido por Kononova (1966) e Dabin (1976), resumida a seguir:

Em um tubo de centrífuga de 100 ml contendo 10 g de solo, os ácidos fúlvicos livres foram extraídos com 50 ml de ácido fosfórico 2 mol L⁻¹. Ácidos fúlvicos e húmicos foram obtidos a partir do precipitado no fundo da centrífuga, com 50 ml de solução de pirofosfato de sódio 0,1 mol L⁻¹ e hidróxido de sódio 0,1 mol L⁻¹. O tratamento do extrato

com ácido sulfúrico 1 mol L⁻¹ permitiu a separação dos ácidos fúlvicos, que permaneceram em solução, e dos ácidos húmicos que precipitaram. O resíduo no tubo da centrífuga representou a fração humina, que não é solúvel em ácidos ou em bases.

O carbono orgânico nas diferentes frações foi dosado através da oxidação do material extraído, com dicromato de potássio em presença de ácido sulfúrico concentrado. O excesso de dicromato foi titulado contra sulfato ferroso amoniacal.

4.3 - CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS

A classificação dos solos foi realizada segundo normas e critérios apresentados pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA/CNPS, 1999) e segundo conceitos do Soil Survey Manual (EUA, 1993) e Keys to the Soil Taxonomy (EUA, 1998).

5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1- CARACTERIZAÇÃO DOS PERFIS ESTUDADOS

5.1.1 – Propriedades morfológicas

A tabela 5 mostra algumas das características morfológicas dos perfis de solos estudados. Apesar da proximidade dos perfis amostrados, ocorrem variações na morfologia dos solos das três áreas estudadas, principalmente quanto à seqüência e natureza dos horizontes, cor; e tipo, tamanho e grau de desenvolvimento da estrutura. Essas diferenças estão associadas à drenagem interna e à grande heterogeneidade dos sedimentos depositados em ambientes flúvio-marinhos.

As áreas cultivadas com coco e mandioca apresentam-se muito mal drenadas e, no momento da amostragem (24 de junho de 1998), o lençol freático situava-se a 75 centímetros

de profundidade. Já a área sob floresta secundária é mal drenada, não tendo sido alcançado o nível do lençol freático quando da abertura da trincheira (profundidade de 125 cm). Kampf & Schneider (1989), ao estudar Solos Orgânicos no Rio Grande do Sul, encontraram profundidades de lençol freático variando de 20 a 25 centímetros e de 1 metro para alguns perfis que foram drenados artificialmente.

Tipo e seqüência de horizontes

O perfil localizado na área de plantio de coco apresenta seqüência de horizontes: Hdp1, Hdp2, Hj1, Hj2, e Hj3. Os horizontes superficiais orgânicos possuem um elevado grau de decomposição (subscrito *d*) do material orgânico, indicado pela ausência de material com características de tecido original. As características originais destes horizontes foram modificadas pelas práticas agrícolas (subscrito *p*) de revolvimento do solo para incorporação de adubos e calcário, coveamento para o plantio da cultura de coco, e o trânsito de máquinas durante a época da colheita. A partir de 30 cm de profundidade observam-se horizontes orgânicos que possuem caráter tiomórfico, recebendo desta forma o subscrito *j*.

Semelhante à área de coco, a área sob cultivo de mandioca apresenta seqüência de horizontes orgânicos distribuídos ao longo do perfil. Os seguintes horizontes são observados nesta área: Hdp1, Hdp2, H, Hj1, Hj2, e Hj3. A principal diferença entre esta área e a primeira está na presença de um horizonte H entre os horizontes superficiais, influenciados pelo manejo agrícola, e os horizontes sulfídricos localizados em maior profundidade.

Tabela 5: Algumas características morfológicas dos perfis estudados.

Horiz	Prof. (cm)	Cor úmida (Munsell)	Textura ¹	Estrutura ²	Observações ³
Área de Plantio de Coco					
Hdp1	0-13	N 2,5/	Turfosa	mo.pq./me.gr	----
Hdp2	-29	N 3/	Turfosa	fr.me.gr.	----
Hj1	-53	7,5YR 4/6 mosq. N	Turfosa	MOdenso	Raízes apodrecidas
Hj2	-77	N 5/ mosq. 5Y 7/3 e 7,5YR 6/6	Turfosa	MOdenso	LF; restos vegetais intactos
Hj3	-85+	N 6/	Turfosa	MOdenso	Restos vegetais intactos
Área de Plantio de Mandioca					
Hdp1	0-15	N 2,5/	Turfosa	mo.pq./me.gr	----
Hdp2	-34	N 2/	Turfosa	fr.me.gr.	Aspecto endurecido
H	-50	N 3/ mosq. 5YR 5/6	Turfosa	MOdenso	----
Hj1	-70	N 3/ mosq. 5YR 5/6	Turfosa	MOdenso	----
Hj2	-98	N 3/	Turfosa	MOdenso	LF; troncos de 8cm diâm.
Hj3	-118	N 6/	Turfosa	MOdenso	----
Área de Floresta Secundária					
Ho	0-10	N 3/	Turfosa	fo.me./gd.gr.	----
A	-25	N 3/	mg	mo.me./gd.gr	----
CA	-44	N 6/ mosq. N 3/ 7,5YR 5/8 e 10YR 7/4	mg	maciça	----
Cg1	-66	10YR 6/1, mosq. 10YR 6/6	mg	maciça	----
Cg2	-105	N 6/ mosq. N 3/ e 7,5YR 5/8	fga	maciça	----
Cg3	-125	10YR 6/2	fga	maciça	Não alcançado o LF

¹Textura: mg=muito argilosa; fga=franco argilo arenosa; para os horizontes orgânicos foi utilizada a classe turfosa (Kampf & Schneider, 1989); ²Estrutura: fr=fraca; mo=moderada, fo=forte; pq=pequeno, me=médio, gd=grande; gr=granular; MOdenso=material orgânico denso; ³LF=lençol freático.

Diferindo das áreas cultivadas com coco e mandioca, a área de floresta secundária apresenta um horizonte superficial orgânico (H) sobrejacente aos horizontes minerais A, CA, Cg1, Cg2 e Cg3. Também o caráter tiomórfico não foi observado neste perfil. O processo de formação predominante é o de gleização, indicado pelo subscrito *g*.

Cor

Os horizontes superficiais do perfil da área de plantio de coco apresentam cores variando do preto (N 2,5/) ao cinzento muito escuro (N 3/), devido aos elevados teores de matéria orgânica. O horizonte Hj1 apresenta coloração bruno forte (7,5 YR 4/6) com mosqueado abundante, grande e distinto de coloração cinzenta escura (N 4/), indicando respectivamente presença de jarosita e de ferro reduzido em solução. O processo de oxidação da pirita levando a formação da jarosita, neste horizonte, deve-se à oscilação do lençol freático. No horizonte Hj2, observa-se a presença de mosqueado comum, médio, distinto de cor amarelo claro acinzentado (5Y 7/3) e pouco, médio, distinto de coloração amarelo-avermelhado (7,5 YR 6/6) em uma matriz cinzenta (N 5/). Neste horizonte verifica-se a redução do tamanho do mosqueado o que indica uma menor taxa de oxidação da pirita em jarosita. O horizonte Hj3, saturado com água no momento da descrição morfológica apresenta coloração cinzenta (N 6/).

Assim como na área de cultivo de coco, a área de plantio de mandioca apresenta horizontes superficiais de coloração preta, Hdp1 (N 2,5/) e Hdp2 (N 2/) devido ao elevado teor de matéria orgânica. Kampf e Schneider (1989) avaliando características de 16 perfis de Solos Orgânicos também encontraram cores pretas para os horizontes H (7,5YR 2/ ; 10YR 2/1 e 2,5Y 2/). Os horizontes H e Hj1 apresentam coloração cinzenta muito escura (N

3/), com mosqueado comum, pequeno e distinto de cores vermelho amareladas (5YR 5/6) nas áreas dos canais de raízes onde a oxigenação favoreceu a oxidação de ferro (Fe^{+2}) e pirita. Os horizontes Hj2 e Hj3, saturados por água no momento da descrição, assim como o Hj3 da área de plantio de coco, apresentam coloração cinzenta muito escura (N 3/) e cinzenta (N 6/) devido ao predomínio do ambiente de redução.

A área de floresta secundária apresenta coloração escura (N 3/) nos horizontes superficiais, também devido a influência do material orgânico. O horizonte transicional CA apresenta coloração cinzenta (N 6/) com mosqueado comum, médio e distinto e cinzento muito escuro (N 3/). Este tipo de mosqueamento deve-se às intrusões de material orgânico, ao longo de canais preenchidos de raízes pivotantes e secundárias de maior diâmetro ou canais de fauna, na matriz do horizonte C. Ainda neste horizonte destacam-se outros dois tipos de mosqueado devido à zonas de oxidação pela atividade das raízes, com colorações brunadas: comuns, pequenas e proeminentes de coloração bruno forte (7,5 YR 5/8) e pouco, médio e distinto de coloração bruno muito clara-acinzentado (10YR 7/4). Os horizontes subsuperficiais Cg1, Cg2 e Cg3 apresentam predominância de cores cinzentas (10YR 6/1, N 6/ e 10YR 6/2), respectivamente. Nos horizontes Cg1 e Cg2, observa-se a presença de mosqueado comum, grande e distinto de cor amarelo brunada (10YR 6/6); pouco, médio e distinto, cinzento muito escuro (N 3/); e comum, pequeno e proeminente, bruno forte (7,5 YR 5/8). Nestes horizontes as cores cinzentas escuras do mosqueado também devem-se à penetração de material orgânico, já as brunadas ocorrem em zonas de oxidação na área de maior influência do sistema radicular.

Classe Textural

Kampf & Schneider (1989) utilizaram para textura o termo turfosa. Em seu trabalho, a textura foi determinada pelo tato, acrescentando-se o termo genérico turfoso em lugar de "peat", "muck", "muck peat" e "mucky". Desta forma, as texturas ficaram: franco turfosa, turfosa, argila arenosa turfosa.

Para os horizontes orgânicos (com teor de Corg. a partir de $114,3 \text{ g kg}^{-1}$, determinado pelo método da mufla) das três áreas avaliadas, a classe textural foi denominada turfosa. Já os horizontes minerais do perfil da área coberta por floresta secundária, apresentaram sequência de textura muito argilosa (floresta secundária A, CA, Cg1) e franco argilo arenosa (horizontes Cg2 e Cg3). Esta grande variação da textura em camadas, representa diferentes momentos de sedimentação de materiais no processo de formação do solo.

Estrutura

A formação de estrutura é considerada entre outras características, uma evidência morfológica da pedogênese, resultante do processo de amadurecimento do solo quando da transformação dos sedimentos orgânicos em Solo Orgânico (Heuvelen et al., 1960; Pons, 1960, apud Kämpf & Schneider, 1989).

Os horizontes superficiais Hdp1 das áreas de plantio de coco e mandioca apresentam agregação do solo semelhantes, quais sejam: moderado grau de desenvolvimento dos agregados, tamanho variando de pequeno a médio e tipo granular. Para estes horizontes, o tipo de estrutura e o seu grau de desenvolvimento são devidos ao elevado conteúdo de matéria orgânica e ao seu grau de humificação. Já os horizontes subsuperficiais (Hdp2)

apresentam estrutura fraca, média e granular. Kämpf & Schneider (1989) estudando Solos Orgânicos no Rio Grande do Sul observaram estrutura do tipo blocos subangulares de tamanho médio e desenvolvimento moderado nos horizontes superficiais situados acima do lençol freático.

Na área de floresta secundária o horizonte superficial H apresenta estrutura forte, variando de média a grande de formato granular, enquanto o horizonte subsuperficial apresenta estrutura moderada, média a grande, granular. Os demais horizontes dos perfis de todas as áreas apresentam estrutura maciça ou com material orgânico denso, devido ao regime hídrico do solo que retarda o desenvolvimento de estrutura com agregação.

Observa-se uma redução do grau de desenvolvimento e no tamanho da estrutura nos horizontes superficiais das áreas agrícolas em relação à área de floresta secundária, em função do manejo agrícola.

5.1.2 – Propriedades físicas

As análises físicas indicam faixas de variação das propriedades, diferentes daquelas normalmente encontradas em solos minerais, demonstrando a influência da matéria orgânica nestas. Na tabela 6 são apresentados os resultados das análises físicas para os diferentes horizontes dos perfis estudados.

Densidade das Partículas (Dp)

Os valores de densidade das partículas variaram de $1,03 \text{ kg dm}^{-3}$ a $1,97 \text{ kg dm}^{-3}$, sendo o menor valor observado no horizonte Hj1 da área de cultivo de mandioca e o maior no horizonte CA da área de floresta secundária. Tibau (1984) cita que a densidade das partículas média dos solos minerais varia de 2,2 a $2,9 \text{ kg dm}^{-3}$ e para as turfas o valor é de

0,34 kg dm⁻³. Andriesse (1984) observou densidade das partículas variando de 1,4 a 1,8 kg dm⁻³, em Solos Orgânicos de uma floresta tropical localizada na Indonésia.

Nos perfis localizados nas áreas sob cultivo agrícola, verifica-se decréscimo dos valores de densidade das partículas em profundidade (1,44 kg dm⁻³ até 1,22 kg dm⁻³ na área de coco e 1,48 kg dm⁻³ até 1,03 kg dm⁻³ para a área de mandioca). Esta variação se deve ao aumento de material orgânico em profundidade nestas áreas. A área de floresta secundária, onde ocorre decréscimo do teor de material orgânico em profundidade, apresentou comportamento inverso, com densidade das partículas variando de 1,43 a 1,97 kg dm⁻³.

Tabela 6: Resumo das características físicas¹ dos solos nos perfis estudados.

Horiz.	Prof.	Dp	Ds	VTP	Ug
	cm	----kg dm ⁻³ ----		cm cm ⁻³	%
Área de Plantio de Coco					
Hdp1	0-13	1,44	0,77	0,47	48
Hdp2	-29	1,36	0,77	0,44	49
Hj1	-53	1,22	0,37	0,70	188
Área de Plantio de Mandioca					
Hdp1	0-15	1,48	0,66	0,55	54
Hdp2	-34	1,52	0,79	0,48	64
H	-50	1,09	0,41	0,62	163
Hj1	-70	1,03	0,26	0,75	276
Área de Floresta Secundária					
H	0-10	1,43	0,67	0,53	53
A	-25	1,67	0,78	0,53	50
CA	-44	1,97	1,02	0,48	40

¹ Dp= Densidade das partículas; Ds= Densidade do solo; VTP= Volume Total de Poros; Ug= Umidade gravimétrica.

Os maiores valores de densidade das partículas em superfície nas áreas de coco e mandioca devem-se à maior aeração, proporcionando maior oxidação da matéria orgânica.

Densidade dos Solos (Ds)

Os valores de densidade dos solos (Ds) variaram de 0,26 (mandioca, Hj1) a 1,02 kg dm⁻³ (floresta secundária, CA), menores do que os geralmente verificados em solos minerais. Segundo Cardoso (1984), a densidade dos Solos Orgânicos varia de 0,20 a 0,30 kg dm⁻³, enquanto para solos minerais esta é de 1,25 a 1,45 kg dm⁻³. Tibau (1984) cita que a densidade dos solos minerais pode variar de 1,2 a 1,7 kg dm⁻³, podendo diminuir em solos de origem turfosa. Oliveira et al. (1992) citam que a densidade de solos orgânicos é muito variável, dependendo do estágio de decomposição da matéria orgânica, aumentando à medida que ela atinge os estágios mais avançados. Segundo estes autores, valores extremos de 0,06 a 1,16 kg dm⁻³ podem ser encontrados, mas valores inferiores a 0,80 kg dm⁻³ são os mais comuns. Andriesse (1984) relata valores de densidade do solo muito baixos (0,04 a 0,4 kg dm⁻³) em ambiente de floresta na Indonésia, sobre Solos Orgânicos.

Na área cultivada com coco, os valores de densidade do solo decresceram em profundidade, variando de 0,77 kg dm⁻³ (Hdp1 e Hdp2) a 0,37 kg dm⁻³ (Hj1). Na área cultivada com mandioca, observa-se aumento de 0,66 kg dm⁻³ do horizonte Hdp1 para 0,79 kg dm⁻³ em Hdp2, possivelmente devido à efeitos antrópicos de inversão de camadas de solo para preparo de camalhões, com posterior decréscimo em profundidade, alcançando 0,26 kg dm⁻³ no horizonte Hj1, que apresenta material orgânico com reduzido grau de decomposição. Kampf & Schneider (1989) encontraram valores de Ds variando de 0,03 a 0,38 kg dm⁻³, sendo que os mais elevados foram observados nas camadas superficiais de perfis drenados artificialmente e cultivados, semelhante aos resultados ora apresentados. A área de floresta secundária apresentou comportamento inverso ao observado na área de plantio de coco,

variando desde 0,67 (H) até 1,02 kg dm⁻³ (CA) em profundidade. Os baixos valores de Ds encontrados devem-se à influência da matéria orgânica que, além de seu menor peso específico, proporciona maior porosidade nos solos ricos em matéria orgânica. Conceição (1989) trabalhando com Solos Orgânicos localizados na região de Santa Cruz (RJ), encontrou valores de densidade dos solos variando desde 0,29 a 0,98 kg dm⁻³ nos horizontes orgânicos.

Volume total de poros (VTP)

Os valores de porosidade dos solos variaram de 0,44 cm³ cm⁻³, no horizonte Hdp2 do perfil na área de plantio de coco, a 0,75 cm³ cm⁻³, na área de plantio de mandioca, horizonte Hj1. Segundo Tibau (1984), a porosidade de solos minerais de textura média varia em torno de 0,40 a 0,50 cm³ cm⁻³ e para terrenos turfosos pode atingir 0,60 cm³ cm⁻³. Andriesse (1984) encontrou valores de porosidade de 0,75 a 0,95 cm³ cm⁻³ em Solo Orgânico localizado em ambiente de floresta tropical na Indonésia.

As áreas sob cultivo de coco e mandioca apresentaram comportamento semelhante em relação à porosidade dos solos, com redução do horizonte superficial para o subsequente e posterior aumento em profundidade. Na área sob plantio de coco, o volume total dos poros variou de 0,47 cm cm⁻³ (Hdp1) para 0,44 cm³ cm⁻³ (Hdp2) elevando-se para 0,70 cm³ cm⁻³ no horizonte Hj1. Na área com plantio de mandioca, a variação foi de 0,55 cm³ cm⁻³ (Hdp1) para 0,48 cm³ cm⁻³ (Hdp2) e 0,75 cm³ cm⁻³ no horizonte Hj1. O decréscimo inicial nos valores de porosidade deve-se à influência do manejo agrícola.

Na área de floresta secundária, ocorreu pequeno decréscimo em profundidade nos valores de porosidade, de 0,53 cm³ cm⁻³ no horizonte A para 0,48 cm³ cm⁻³ no horizonte CA.

Este comportamento reflete o aumento dos valores de densidade do solo em profundidade observados nesta área.

Umidade Gravimétrica (Ug)

A umidade gravimétrica das amostras, expressas em porcentagem da massa seca a 105°C, representa o teor de água no momento da coleta (24 de junho de 1998).

Foi observado um aumento expressivo da umidade do solo em profundidade, nas áreas de plantio de coco e mandioca. Este aumento deve-se a influência do lençol freático, que nas áreas de cultivo encontrava-se a aproximadamente 75 cm de profundidade, quando da descrição morfológica dos perfis e coleta dos solos.

Na área de plantio de coco, a variação do conteúdo de umidade foi de 48 % (Hdp1) para 188 % (Hj1) e na área de plantio de mandioca, de 54 % (Hdp1) para 276 % (Hj1). Na área de floresta secundária, onde não foi alcançado o nível do lençol freático, este aumento não é observado, ocorrendo pequena redução nos valores encontrados, de 53 % para 40 %, do horizonte H para o CA, em função da redução do conteúdo de material orgânico.

Interações das propriedades físicas

Através das figuras 9 e 10 nota-se haver uma estreita correlação entre o conteúdo de umidade gravimétrica e a densidade do solo e entre a umidade e o volume total de poros. Estes dados são concordantes com os encontrados em Solos Orgânicos por Boelter (1974) e Conceição (1989).

A umidade decresce, seguindo tendência polinomial, paralela ao aumento da densidade do solo ($Ug = 598,08 Ds^2 - 1051,3 Ds + 499,76$). Para o horizonte Hdp2 da área

de mandioca, esta tendência não foi observada, pois a capacidade de retenção de água diminuiu devido à compactação deste horizonte.

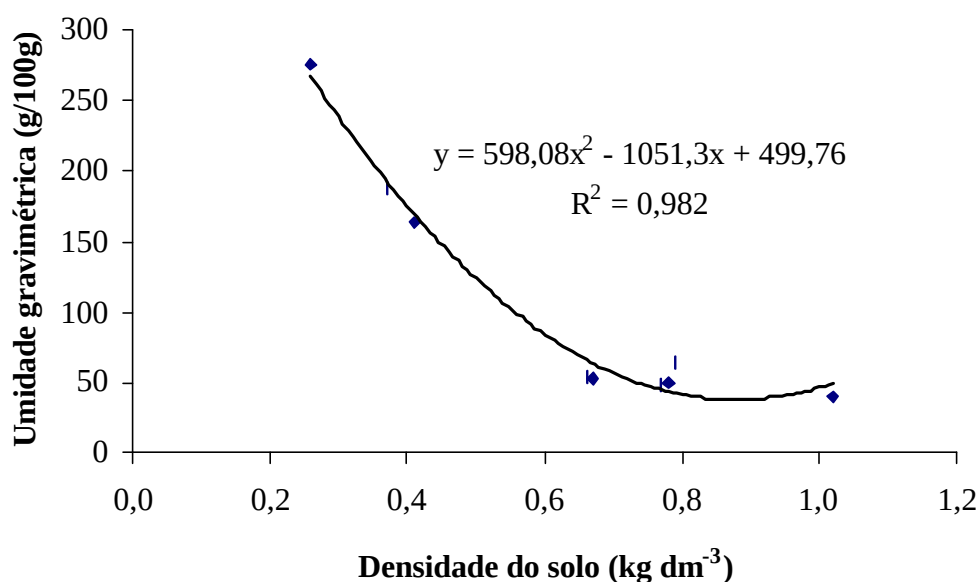


Figura 9: Relação entre a densidade do solo e a umidade gravimétrica nos solos estudados.

Kampf & Schneider (1989) observaram correlação similar ao avaliar o comportamento de 76 amostras de Solos Orgânicos no Rio Grande do Sul; já Conceição (1989) estudando Solos Orgânicos em Santa Cruz, Rio de Janeiro (RJ), encontrou uma relação linear entre a densidade dos solos e a umidade gravimétrica.

Na figura 10 é apresentada a relação entre a umidade gravimétrica e o volume total de poros. Pode-se observar que o conteúdo de umidade aumenta, seguindo tendência polinomial, em função do aumento do volume total de poros, segundo a equação ($U_g = 2656,8 \text{ VTP}^2 - 2407,9 \text{ VTP} + 591$). O horizonte H, na área de plantio de mandioca, teve comportamento distinto em função da influência do lençol freático no momento da coleta de amostras. Conceição (1989), estudando 19 horizontes de solos com elevado conteúdo de

matéria orgânica no município do Rio de Janeiro obteve relação linear ($U_g = 7,55 \times VTP - 428,75$) entre o conteúdo de água e o volume total de poros.

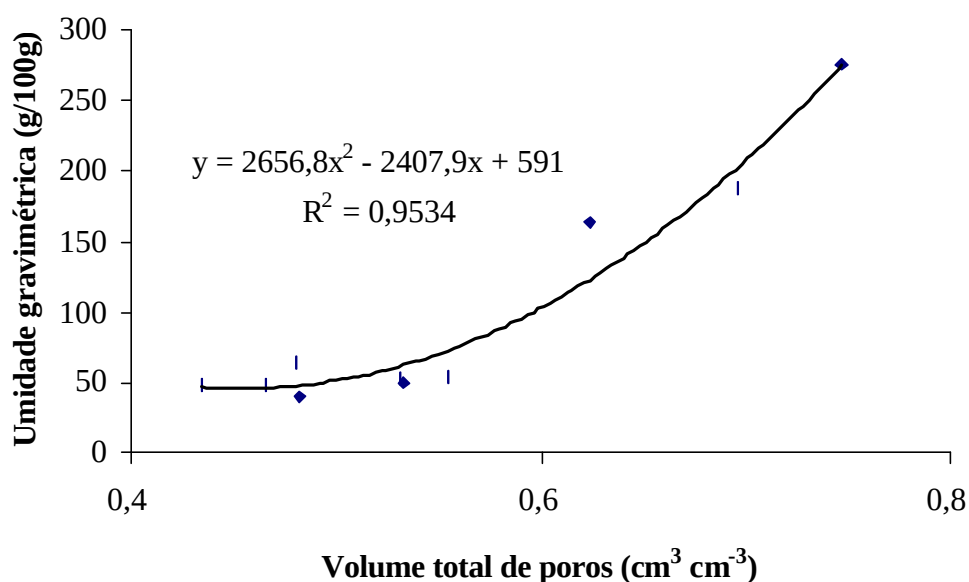


Figura 10: Relação entre o volume total de poros e a umidade gravimétrica nos solos estudados.

Em áreas de várzea úmida, onde predominam solos com elevado teor de matéria orgânica, a drenagem artificial pode alterar propriedades físicas diretamente influenciadas pelo teor de carbono orgânico, ao expor estes solos à condições de maior aeração aumentando a taxa de oxidação. As relações observadas, entre umidade do solo e as propriedades densidade do solo e porosidade, indicam que a alteração de características físicas consideradas benéficas dos Solos Orgânicos é uma função da intensidade de drenagem destes solos. Torna-se fundamental o estudo do nível adequado de drenagem para o seu melhor manejo agrícola.

5.1.3 – Propriedades químicas

Condutividade elétrica

A condutividade elétrica determinada nos horizontes Hj3 das áreas de plantio de coco e mandioca e Cg3 da área de floresta secundária foi de 23,3 dS/m, 11,4 dS/m e 0,3 dS/m respectivamente. Os elevados valores de condutividade elétrica encontrados nas áreas de cultivo de coco e mandioca são devidos à adição de sais por influência marinha e conferem a estas o caráter sálico (EMBRAPA/SNLCS, 1980). A área coberta por floresta secundária não apresenta esta característica.

pH em água, KCl, CaCl₂ - imediato e após 4 semanas

Os valores de pH obtidos pelas diferentes soluções e em distintos tempos de exposição ao ar das amostras de terra estão representados nas figura 11, 12, 13, 14, 15 e 16.

De maneira geral, constatou-se a mesma variação dos valores de pH em profundidade, independente da solução extratora utilizada ou do período em que foi realizada a análise (imediatamente ou após 4 semanas).

Na maioria dos horizontes estudados os valores de pH em água foram os mais elevados, apresentando em média 0,4 unidades de pH acima dos valores de pH em CaCl₂, tanto em pH imediato como avaliado após quatro semanas. Em relação ao pH em KCl 1 mol L⁻¹, a variação foi de 0,6 unidades de pH na avaliação imediata e 0,5 unidades na avaliação após quatro semanas. Lepsch et al. (1990), estudando Solos Orgânicos do Vale do Ribeira, verificaram que os valores de pH em água, KCl 1mol L⁻¹ e BaCl₂ 1mol L⁻¹ foram altamente correlacionados entre si. Em seu trabalho, encontraram para materiais orgânicos álicos

valores de pH em KCl 1mol L⁻¹ em média 0,95 unidades mais baixos que os de pH em água, e para materiais orgânicos álicos-sulfatados (tiomórficos), 0,25 unidades de pH mais baixos. Zelazny & Carlisle (1974) constataram em Solos Orgânicos da Flórida variações de pH em KCl 1mol L⁻¹ entre 0,4 e 0,7 unidades de pH mais baixos quando comparados às determinações realizadas em água.

As variações dos valores de pH em profundidade (Figuras 11 e 12) mostraram comportamento semelhante nas área de cultivo de coco e mandioca, decrescendo em profundidade a partir do horizonte superficial e mantendo-se estáveis nos horizontes tiomórficos Hj1, Hj2 e Hj3. Diferindo destas, a área de floresta secundária não apresentou variações expressivas dos valores de pH em função da profundidade (Figura 13).

De maneira geral, os valores de pH medidos em amostras de TFSA, 4 semanas após a coleta, foram menores que os medidos imediatamente após a coleta e com a umidade de campo. As maiores variações entre os valores de pH, para as diferentes soluções extratoras, foram observadas nos horizontes tiomórficos nas áreas de plantio de coco e mandioca. Lepsch et al. (1990) estudando amostras de Solos Orgânicos Tiomórficos da região do Vale do Ribeira de Iguape, SP, submetidas a sucessivos ciclos de secagem e reumedecimento, constatou grandes variações (2,28 unidades de pH na prof. de 100 a 150 cm e 1,42 unidades, de 80 a 120 cm prof.) no pH determinado em diferentes meios salinos após 3 semanas de secagem, em relação àqueles medidos imediatamente após a coleta.

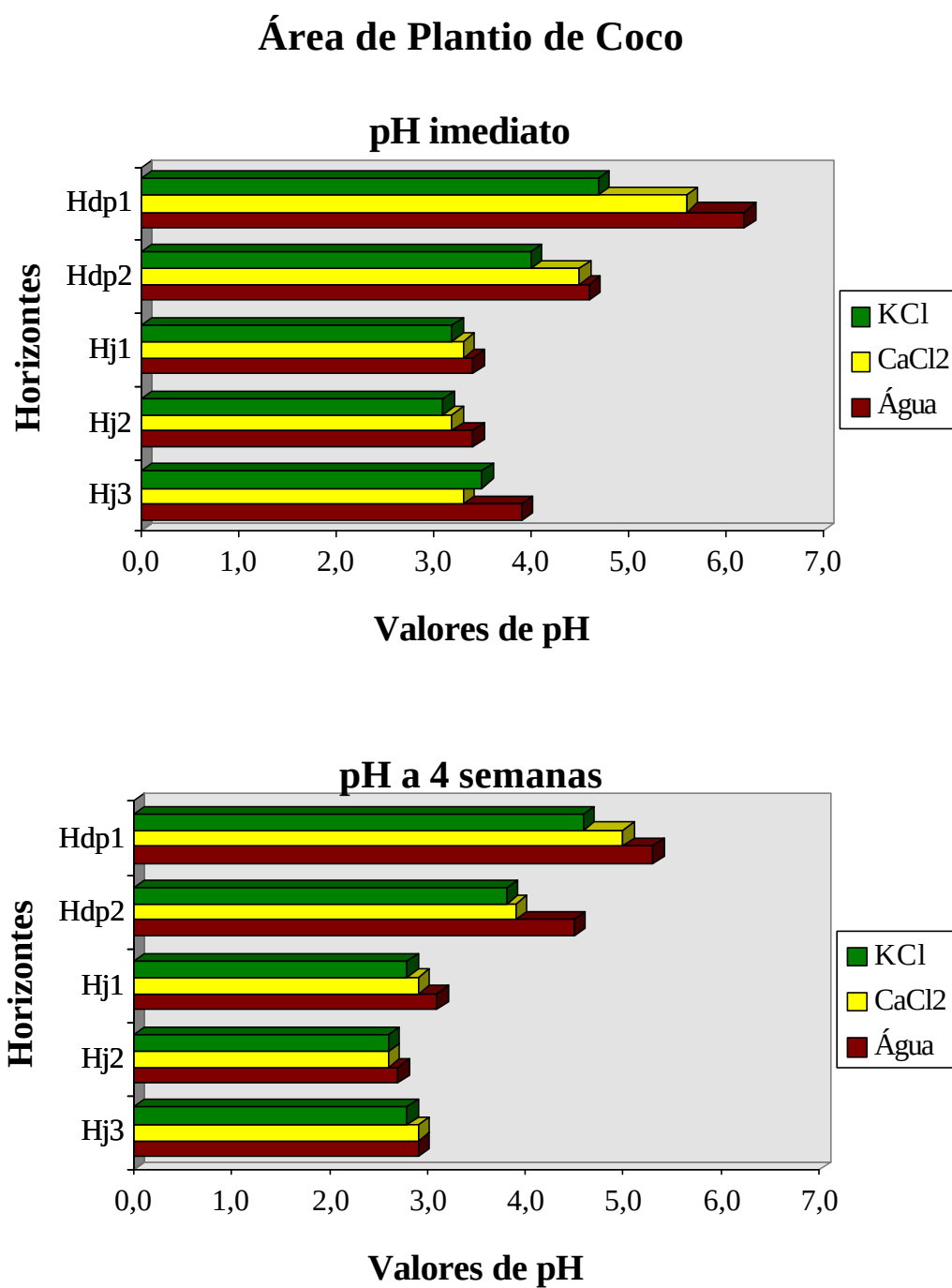


Figura 11: Valores de pH em KCl, CaCl₂ e água, analisados imediatamente após a coleta das amostras, com umidade de campo e em amostras secadas ao ar e armazenadas por 4 semanas, em área de plantio de coco.

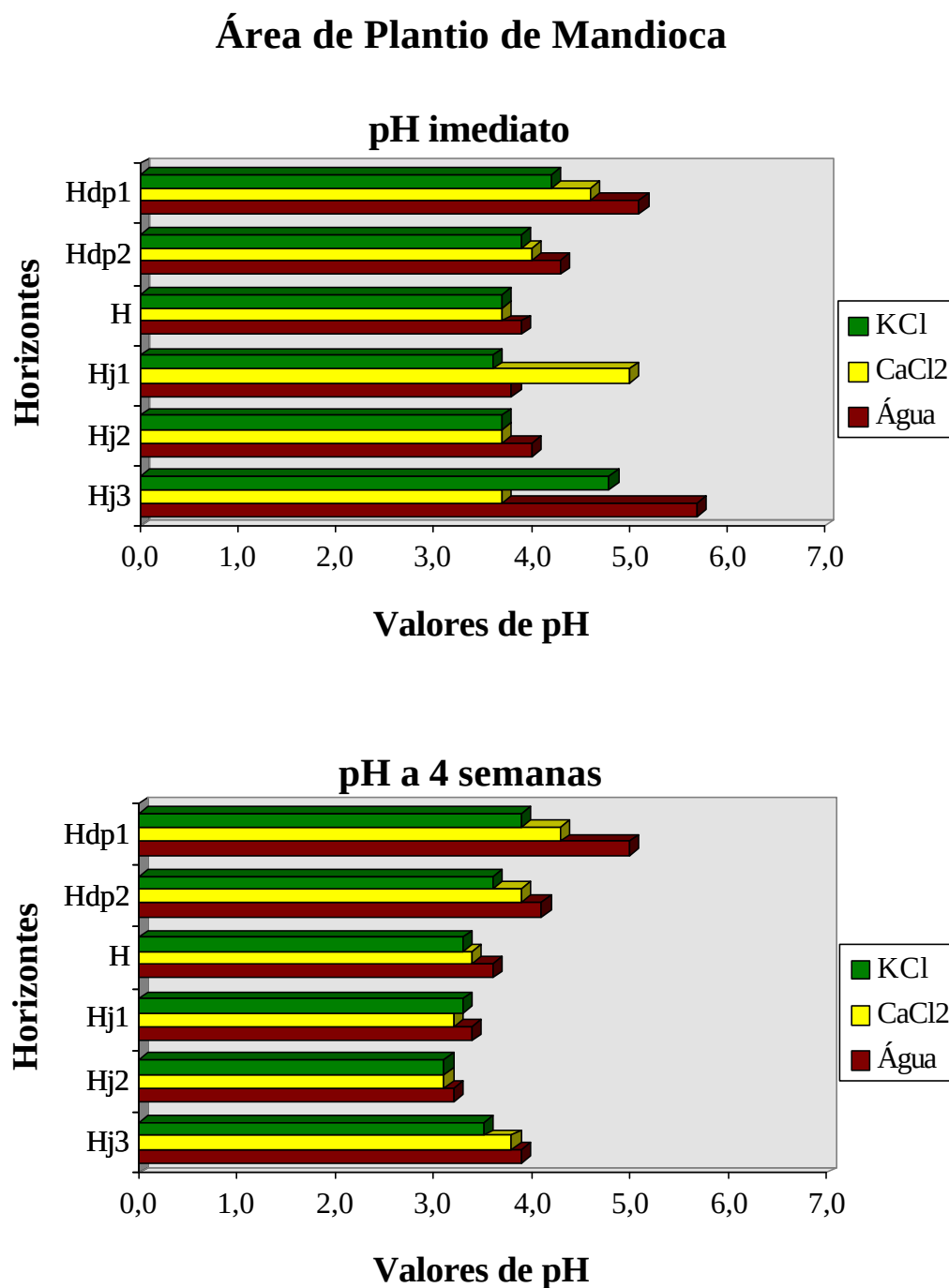


Figura 12: Valores de pH em KCl, CaCl₂ e água, analisados imediatamente após a coleta das amostras, com umidade de campo e em amostras secadas ao ar e armazenadas por 4 semanas, em área de plantio de mandioca.

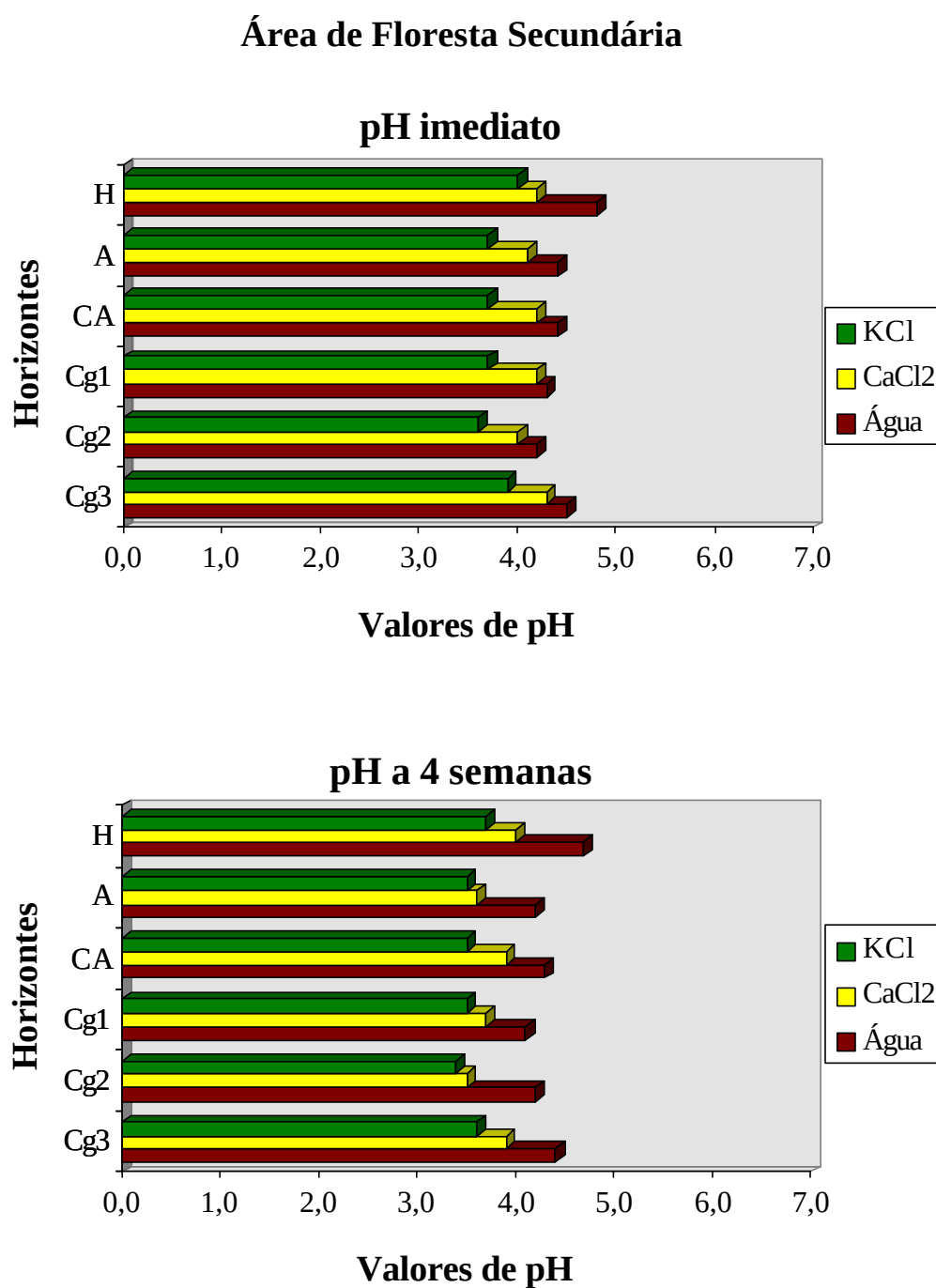


Figura 13: Valores de pH em KCl, CaCl₂ e água, analisados imediatamente após a coleta das amostras, com umidade de campo e em amostras secadas ao ar e armazenadas por 4 semanas, em área de floresta secundária.

Nos horizontes do perfil localizado na área de floresta secundária, pode-se notar pequena variação dos valores de pH obtidos imediatamente e após quatro semanas (Figura 13).

Foi observada uma estreita relação entre os valores de pH e o caráter tiomórfico nos perfis sob plantio de coco e mandioca, evidenciando a importância desta característica diagnóstica para Solos Orgânicos. A redução do valor do pH medido imediatamente após a coleta e depois de 4 semanas, nos horizontes que apresentaram caráter tiomórfico, demonstra a necessidade de se considerar os métodos de avaliação desta propriedade e os impactos da drenagem artificial nos Solos Orgânicos Tiomórficos.

Elementos trocáveis e extraíveis

Na tabela 7 são apresentados os resultados das análises químicas dos perfis de solos avaliados. De maneira geral o conteúdo de elementos químicos trocáveis e extraíveis é mais elevado quando comparado aos solos minerais, podendo ser observada uma grande variação nesses teores entre profundidades e coberturas vegetais.

Em todas as áreas o íon que domina o complexo sortivo é o hidrogênio (H^+), com valores variando de $6,1 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, no horizonte Cg2 da área de floresta secundária, a $50,0 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, no horizonte Hj2 da área de plantio de mandioca.

Os teores de Al^{+3} variaram de $0,1 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, no horizonte Hdp1 da área sob cultivo de coco, a $19,9 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, no horizonte Hj2 da mesma área. Os valores de Al^{+3} nas áreas cultivadas com coco e mandioca apresentaram comportamento similar, aumentando em profundidade até o horizonte Hj2. Nos horizontes Hj3 o conteúdo de Al^{+3} decresce, o que está relacionado a um aumento nos teores de Ca^{+2} e Mg^{+2} e redução dos valores de H^+ .

Em todas as áreas os teores de Ca^{+2} e Mg^{+2} apresentaram-se altos nos horizontes superficiais, decrescendo em profundidade, com posterior aumento no último horizonte (Hj3, áreas de coco e mandioca, e Cg3, área de floresta secundária), em função do lençol freático. Nas primeiras áreas, os maiores valores destes elementos devem-se as práticas de calagem realizadas para a implantação e/ou condução das culturas. Para a área de floresta, estes maiores valores na superfície devem-se a deposição de material feita pela vegetação (floresta tropical subcaducifólia de várzea) com posterior ciclagem de nutrientes.

A relação Ca/Mg apresentou valores menores do que um, indicando maiores teores de Mg^{+2} em relação ao Ca^{+2} , para a maioria dos horizontes estudados. Os baixos valores desta relação podem ser devidos à influência de sais presentes no lençol freático associada à natureza flúvio-marinha dos sedimentos minerais.

Os maiores teores de potássio foram verificados no perfil representativo da área de plantio de mandioca, com destaque para o valor de $28,1 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ (horizonte Hdp1) refletindo os efeitos de recente adubação, já que no local de amostragem o talhão de mandioca foi recentemente substituído pelo plantio de coco.

Todas as áreas apresentam comportamento semelhante quanto à distribuição dos teores de K em profundidade. Observam-se valores elevados nos horizontes superficiais, com progressiva redução em profundidade, até a zona de influência do lençol freático, onde os teores voltam a aumentar em função da adição subsuperficial. Nas áreas de plantio de coco e mandioca, os elevados valores em superfície refletem os efeitos da adubação potássica, enquanto na área de floresta secundária o maior valor expressa o efeito da ciclagem de nutrientes.

Tabela 7: Resultados de análises químicas dos perfis estudados.

Horiz.	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Al ⁺³	H ⁺ + Al ⁺³	H ⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S	Valor T	P	Valor V	Sat. Al	Sat. Na
----- cmolc kg ⁻¹ -----								mg kg ⁻¹		----- % -----			
Área de Plantio de Coco													
Hdp1	12,0	13,0	0,1	18,0	17,9	2,4	0,17	27,6	45,7	56	60	0	0,4
Hdp2	7,0	7,5	2,3	34,3	32,0	0,9	0,05	15,5	49,8	39	31	13	0,1
Hj1	1,9	2,9	14,5	61,2	46,7	2,6	0,26	7,7	68,9	4	11	65	0,4
Hj2	1,6	4,2	19,9	61,8	41,9	2,4	0,26	8,5	70,3	4	12	70	0,4
Hj3	2,1	8,1	13,3	42,0	28,7	3,2	0,36	13,6	55,7	4	25	49	0,5
Área de Plantio de Mandioca													
Hdp1	9,8	4,8	0,6	29,3	28,7	28,1	0,16	42,8	72,2	78	59	2	0,2
Hdp2	4,8	3,7	4,5	38,3	33,8	7,9	0,21	16,6	54,9	11	30	21	0,4
H	2,4	2,6	8,4	51,4	43,0	3,0	0,37	8,4	59,7	2	14	50	0,6
Hj1	2,0	2,2	8,1	52,8	44,7	3,8	0,61	8,1	60,9	4	13	50	0,1
Hj2	2,8	4,4	13,3	63,3	50,0	3,2	0,79	10,5	73,8	8	14	56	0,1
Hj3	7,8	14,7	1,4	18,9	17,5	13,2	0,66	35,8	54,7	4	65	4	0,1
Área de Floresta Secundária													
H	4,2	4,6	2,5	20,8	18,3	2,4	0,09	11,3	32,2	7	35	18	0,3
A	2,8	4,6	4,4	28,1	23,7	1,2	0,14	8,8	36,8	3	24	34	0,4
CA	2,4	6,8	2,9	10,9	8,0	0,7	0,25	10,2	21,1	2	48	22	1,2
Cg1	1,8	5,7	4,4	17,1	12,7	0,9	0,30	8,7	25,8	1	34	34	1,2
Cg2	1,2	2,5	3,1	9,2	6,1	0,7	0,18	4,6	13,8	2	33	40	1,3
Cg3	2,2	4,5	2,8	11,8	9,0	1,0	0,20	7,9	19,7	2	40	27	1,0

Os teores de fósforo apresentaram-se elevados nos horizontes superficiais (56 mg kg⁻¹ no plantio de coco e 78 mg kg⁻¹ na área de plantio de mandioca) em função da adubação fosfatada, diminuindo em profundidade. Na área de floresta secundária, observa-se apenas um ligeiro aumento no horizonte H devido à contribuição da serrapilheira.

Em todos os perfis, observam-se elevados valores de soma de bases, variando de 4,6 cmol_c kg⁻¹, no horizonte Cg2 da área de floresta secundária, a 42,8 cmol_c kg⁻¹ no horizonte Hdp1 da área de cultivo de mandioca. Nas áreas cultivadas com coco e mandioca, as práticas de adubação potássica e calagem vem favorecendo a elevação do valor S nos horizontes superficiais.

A saturação por bases (Valor V%) variou entre 11%, horizonte Hj1 área de plantio de coco, e 65 % no horizonte Hj3 da área de plantio de mandioca. As áreas de coco e mandioca apresentaram comportamento similar, sendo observados elevados valores V% nos horizontes superficiais em função das práticas de adubação e calagem, com redução progressiva até a zona de influência do lençol freático. Nas áreas cultivadas, a maior mineralização da matéria orgânica em superfície, conduz à diminuição da acidez extraível e, consequentemente, ao aumento do grau de saturação por bases.

Na zona de influência permanente do lençol freático, além da adição dos sais, a redução do teor de carbono orgânico promove diminuição da acidez extraível, o que contribui para uma elevação do valor V%, podendo atingir valores superiores aos verificados nos primeiros horizontes, o que pode ser observado no horizonte Hj3 da área de plantio de mandioca.

A área de floresta secundária, quando comparada às demais, apresentou distribuição mais homogênea da saturação por bases em profundidade.

A capacidade de troca catiônica do solo (Valor T), apresentou valores variando entre 13,8 a 73,8 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, respectivamente para os horizontes Cg2 área de floresta secundária e Hj2 área de plantio de mandioca. Para os solos estudados pode-se observar a existência de correlação positiva ($r^2 = 0,79$) entre o Valor T e o conteúdo de carbono orgânico (Figura 14).

Para todas as áreas estudadas, foram avaliadas correlações entre o valor T e a acidez extraível ($\text{H}^+ + \text{Al}^{+3}$) (Figura 15). Na área de plantio de coco, a variação do valor T acompanha os valores de acidez extraível, com exceção do horizonte Hdp1, onde a elevada soma de bases ($27,6 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$), resultante da adubação e calagem, contribuiu para a elevação do valor T. O mesmo comportamento foi observado na área de plantio de mandioca, com exceção do primeiro e do último horizontes (Hdp1 e Hj3), onde o elevado valor S, em função das práticas de adubação (Hdp1) e adição pelo lençol freático (Hj3), reduz a participação da acidez extraível na capacidade de troca catiônica do solo. Para a área de floresta secundária, de maneira geral, o valor T acompanha a distribuição de $\text{H}^+ + \text{Al}^{+3}$ em profundidade. Excluindo-se os horizontes onde ocorre a adição de cátions via fertilizantes ou pelo lençol freático (Figura 16), observa-se uma relação positiva e direta entre o Valor T e a acidez extraível ($\text{H}^+ + \text{Al}^{+3}$).

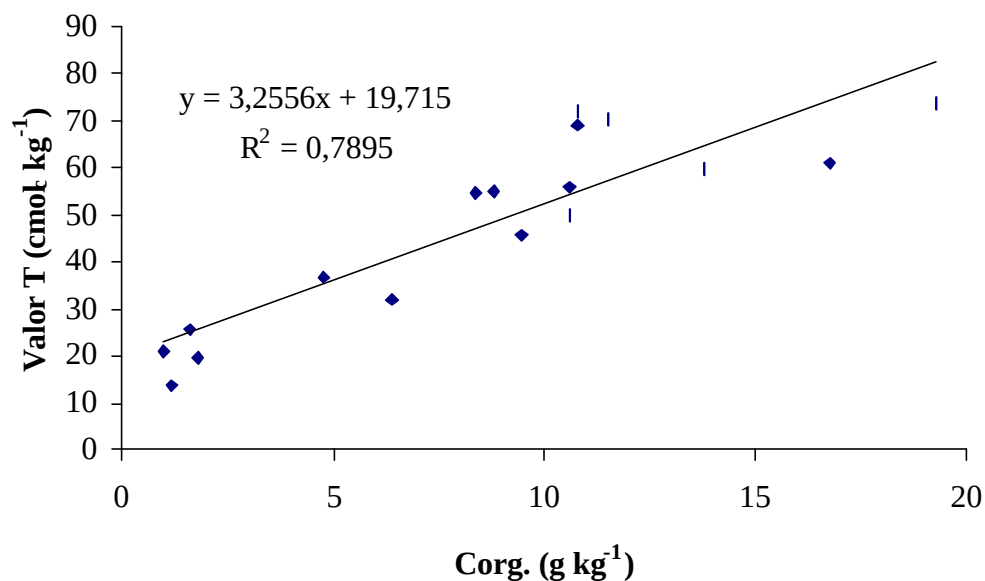


Figura 14: Relação entre o Valor T e C org. nas amostras dos perfis de solo.

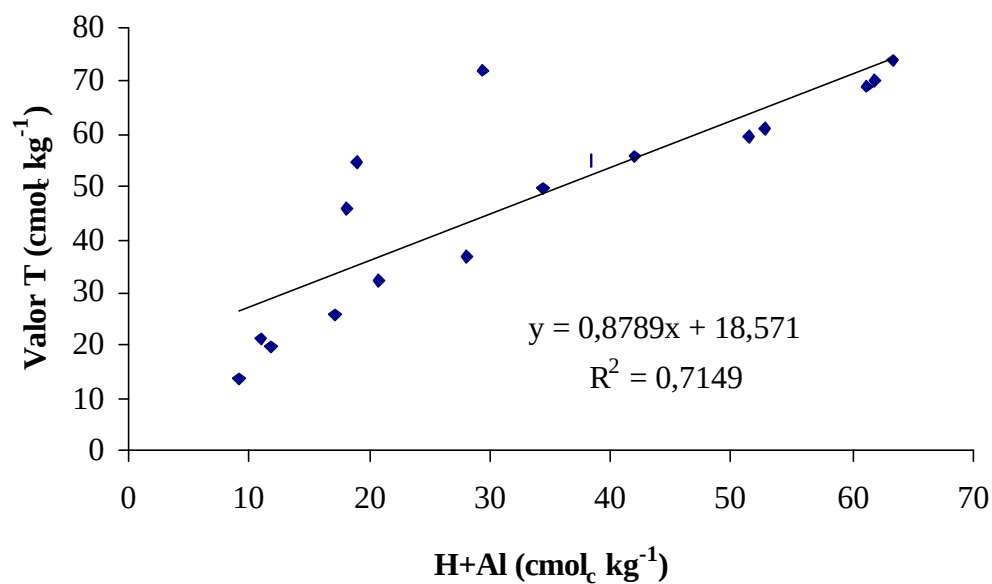


Figura 15: Relação entre acidez extraível e Valor T nas amostras dos perfis de solo.

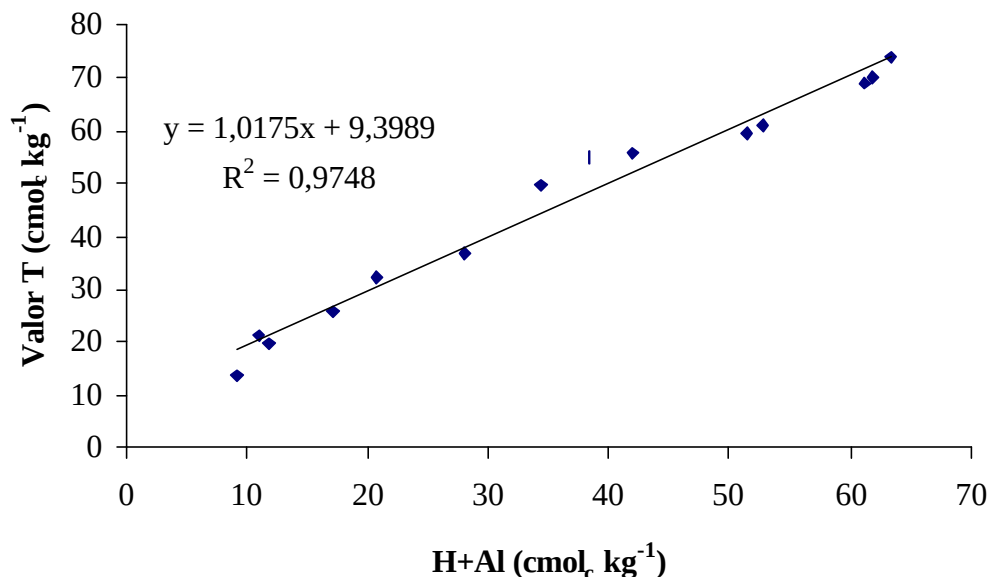


Figura 16: Relação entre acidez extraível e Valor T nos perfis de solo, excluindo-se os horizontes Hdp1 (área de coco), Hdp1 e Hj3 (área de mandioca).

Os valores para saturação por alumínio variaram de 0 a 70% (Hdp1 da área sob cultivo de coco e Hj2 da mesma área, respectivamente). As áreas cultivadas com coco e mandioca apresentaram comportamento similar com relação à saturação por alumínio, aumentando em profundidade até o horizonte Hj2 e decrescendo consideravelmente no horizonte Hj3, onde pode ser observado um aumento na soma de bases. A área de floresta secundária apresenta variação irregular em profundidade para a saturação por alumínio.

A saturação por sódio variou de 0,1% (Hdp2, área de cultivo de coco e Hj1, Hj2 e Hj3, área de cultivo de mandioca) a 1,3%, no horizonte Cg2 do perfil da área sob floresta secundária. Os valores mais elevados de saturação por sódio são observados nos horizontes onde a capacidade de troca de cátions é menor (floresta secundária CA, Cg1, Cg2 e Cg3). A distribuição em profundidade da saturação por sódio é diferente entre as diversas áreas. A

área sob cultivo de coco apresenta distribuição mais ou menos constante. Por sua vez, na área de plantio de mandioca os teores de saturação por sódio aumentam gradualmente da superfície para o horizonte H e então diminuem em profundidade. Inversamente, a área de floresta secundária apresenta elevação em profundidade do teor de saturação por sódio. Em nenhuma das áreas os valores de saturação por sódio indicam condições de sodicidade.

Carbono Orgânico e Nitrogênio

Os teores de carbono orgânico, determinados pelo método Walkley & Black (1934) variaram entre 10,4 e 193,2 g kg⁻¹, no horizonte CA da área de floresta secundária e no horizonte Hj2 da área de plantio de mandioca, respectivamente (Tabela 8).

Na área de plantio de coco observa-se uma distribuição uniforme dos teores de carbono orgânico em profundidade (Tabela 8), constatando-se apenas um pequeno decréscimo no horizonte superficial (Hdp1), provavelmente devido a sua maior aeração e conseqüente maior taxa de mineralização da matéria orgânica. Para a área de cultivo de mandioca verifica-se um decréscimo do teor de carbono orgânico do horizonte Hdp1 para o Hdp2, devido ao tipo de manejo dado à cultura, cultivo em camalhões, que promove a inversão das camadas do solo. A partir deste horizonte, os teores de carbono orgânico aumentam em profundidade até o horizonte Hj2, com posterior decréscimo para o horizonte Hj3, o qual mostra maior participação do material mineral. No perfil sob a área de floresta secundária verificou-se distribuição normal de carbono orgânico, com redução dos seus teores em profundidade.

Tabela 8: Teores de Corg., N total e relação C/N nos perfis estudados.

	C org.	N Total	C/N
	----- g/kg ⁻¹ -----		
	Área de Plantio de Coco		
Hdp1	95,4	1,82	53
Hdp2	106,0	1,82	58
Hj1	107,5	1,26	85
Hj2	115,1	1,47	78
Hj3	105,7	1,12	94
	Área de Plantio de Mandioca		
Hdp1	108,4	1,96	55
Hdp2	88,2	1,75	50
H	138,2	2,24	62
Hj1	168,3	2,87	59
Hj2	193,2	2,24	86
Hj3	83,9	0,84	100
	Área de Floresta Secundária		
H	64,2	1,75	37
A	47,8	1,19	40
CA	10,4	0,42	25
Cg1	16,5	0,56	29
Cg2	11,7	0,28	42
Cg3	18,3	0,35	52

Com relação ao nitrogênio total nos solos, houve tendência para diminuição em profundidade nos teores. A área de plantio de coco apresentou variação de 1,82 g kg⁻¹ (horizonte Hdp1) para 1,12 g kg⁻¹ (horizonte Hj3). A área de plantio de mandioca apresentou distribuição irregular em profundidade, variando de 1,96 g kg⁻¹ (horizonte Hdp1) para 2,87 g kg⁻¹ (horizonte Hj1) e 0,84 g kg⁻¹ (horizonte Hj3). Na área de floresta secundária a variação foi de 1,75 g kg⁻¹ (horizonte H) para 0,28 g kg⁻¹ (Horizonte Cg2) e 0,35 g kg⁻¹ (horizonte Cg3). Apesar de ter havido tendência a decrescer em profundidade, a diminuição mais expressiva nos teores de N total ocorreu para os horizonte Hj3 da área de mandioca e CA da área de floresta secundária. Estes são horizontes que apresentaram expressiva redução nos

teores de carbono orgânico, sugerindo que a redução nos teores de nitrogênio acompanhou a redução nos teores de matéria orgânica nos solos (Tabela 8).

A relação carbono/nitrogênio variou de 25 (horizonte CA da área de floresta secundária) a 100 (horizonte Hj3 da área de plantio de mandioca). A relação C/N tendeu a aumentar em profundidade nos perfis das áreas de plantio de coco e mandioca, em virtude do aumento nos teores de carbono orgânico e da menor taxa de mineralização da matéria orgânica. Os elevados teores da relação C/N nos horizontes Hj1, Hj2 e Hj3, na área de coco, e Hj2 e Hj3, na área de mandioca, indicam diferenças na natureza do material orgânico destes horizontes, consequentemente, este material apresentaria maior resistência à decomposição. Na área de floresta secundária, a relação C/N apresentou valores em geral mais baixos e com distribuição em profundidade irregular. Esse comportamento reflete as variações do material de origem (sedimentos flúvio-marinhos) e fases distintas de adição de material orgânico ao longo do tempo.

Os teores de nitrogênio (Figura 17) em sua forma amoniacal (NH_4^+) variaram de 0,04 g kg⁻¹ (horizonte Hdp2 da área de plantio de coco) a 0,90 g kg⁻¹ (área de mandioca, Hdp1). Para o nitrogênio nítrico (NO_3), a variação foi de 0,02 g kg⁻¹ (área de plantio de coco, horizonte Hdp2) a 0,29 g kg⁻¹ (horizonte Hdp2 da área de plantio de mandioca). O nitrogênio total avaliado nos perfis variou de 0,28 g kg⁻¹ no horizonte Cg2 da área de floresta secundária a 2,87 g kg⁻¹ (horizonte Hj1 da área de cultivo de mandioca) (Tabela 8).

Nas três áreas estudadas, a soma das formas amoniacal e nítrica decresceu do horizonte superficial para o subsuperficial (Figura 17). Na área de plantio de coco, estas formas somadas representavam 58% do nitrogênio total no horizonte Hdp1, sendo reduzidas para 4% no horizonte Hdp2. Na área de plantio de mandioca o decréscimo foi de 55% para

22%, do horizonte Hdp1 para o horizonte Hdp2, enquanto na área de floresta secundária, variou de 23% no horizonte H para 14% no horizonte subjacente. A tendência para que haja diminuição percentual do nitrogênio amoniacal e nítrico sugere que, em profundidade, este se encontra em outras formas menos disponíveis.

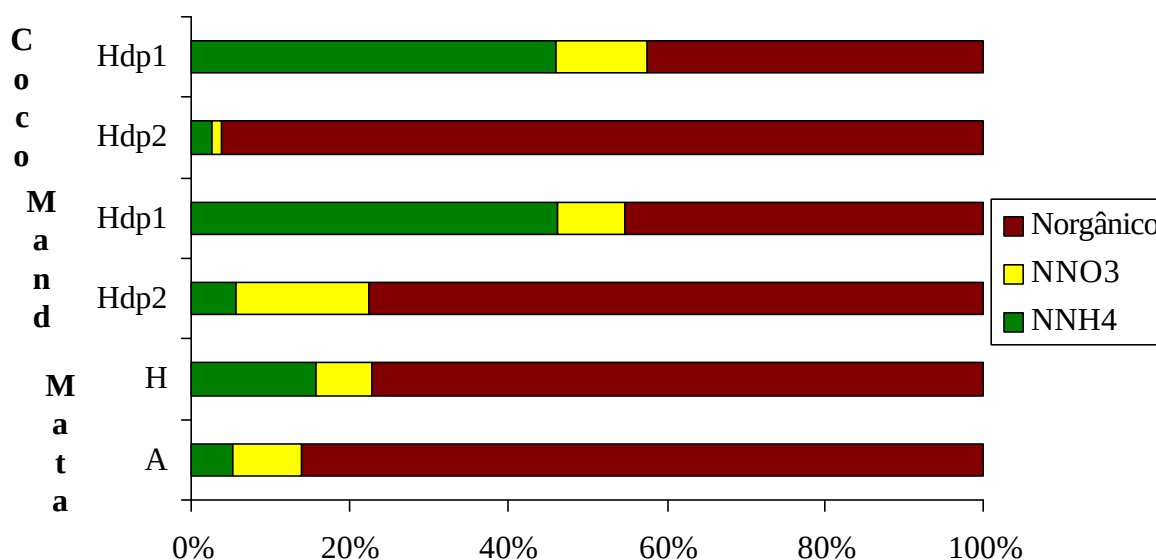


Figura 17: Teores percentuais das diferentes formas de nitrogênio nos horizontes superficiais.

5.2 - TESTES ESPECÍFICOS PARA SOLOS COM ELEVADO TEOR DE MATÉRIA ORGÂNICA

5.2.1 - Caracterização dos materiais orgânicos

Para caracterização dos materiais de solos com elevado teor de matéria orgânica foram determinados os teores de carbono orgânico por diferentes métodos e utilizadas diferentes técnicas de avaliação do grau de decomposição do material orgânico. Esta estratégia foi utilizada visando avaliar métodos adaptados à caracterização especificamente de solos com elevado teor de matéria orgânica, muitas vezes diferentes daqueles utilizados em solos minerais.

Comparação de métodos para determinação de Carbono orgânico

O teor de carbono orgânico foi dosado pelos métodos do dicromato de potássio (Walkley & Black, 1934), tradicionalmente empregado na rotina de análises da maioria dos laboratórios de análise de solos no Brasil e pelo método da mufla (Lynn et al., 1974), visando avaliar a eficácia de determinação e correlações entre os métodos. Os teores de carbono orgânico, determinados pelo método da mufla variaram de 37,1 g kg⁻¹ (área de floresta secundária, horizonte Cg3) a 342,6 g kg⁻¹ (área de plantio de mandioca, horizonte Hj2) (Tabela 9). Os teores de carbono orgânico mais elevados foram observados em ambos os métodos no horizonte Hj2 da área de plantio de mandioca.

Observou-se uma relação direta entre o teor de carbono orgânico obtido pelos dois métodos ($R^2=0,94$), apresentada nas figuras 18 e 19. A equação que define essa relação é $\text{Corg. (Mufla)} = 1,5012 \text{ Corg. (Dicromato)} + 25,645$. Com o uso desta equação podem ser transformados os resultados obtidos de um método para o outro nas condições avaliadas.

A partir dos teores de carbono orgânico determinados pelo método da mufla foram determinados os teores de material orgânico e mineral dos solos em estudo, utilizando-se o fator 0,1724 para multiplicação. O conteúdo de material orgânico dos solos variou de 6,4% no horizonte mineral Cg3 da área de floresta secundária a 59,1% no horizonte Hj2 da área de plantio de mandioca. Na maioria dos horizontes estudados o conteúdo de material orgânico ultrapassa 20%.

Tabela 9: Resultados de análises de Corg. por diferentes métodos.

Horiz.	Espessura	MM¹	MO¹	C.org²	C.org³
	cm		%		g kg ⁻¹
Área de Plantio de Coco					
Hdp1	13	69,4	30,6	177,6	95,4
Hdp2	16	67,5	32,6	188,8	106,0
Hj1	24	62,8	37,2	215,9	107,5
Hj2	24	70,7	29,3	169,9	115,1
Hj3	>8	72,2	27,8	161,0	105,7
Área de Plantio de Mandioca					
Hdp1	15	69,4	30,6	177,4	108,4
Hdp2	19	73,9	26,1	151,4	88,2
H	16	62,2	37,8	219,4	138,2
Hj1	20	49,0	51,0	295,6	168,3
Hj2	28	40,9	59,1	342,6	193,2
Hj3	20	80,0	20,0	115,8	83,9
Área de Floresta Secundária					
H	10	80,3	19,7	114,3	64,2
A	15	83,3	16,7	96,7	47,8
CA	19	87,2	12,8	74,1	10,4
Cg1	22	86,6	13,4	78,0	16,5
Cg2	39	93,1	6,9	40,3	11,7
Cg3	20	93,6	6,4	37,1	18,3

¹ Material mineral e material orgânico calculados por teor de C org².x 0,1724

² C orgânico determinado pelo método da mufla (Lynn et al., 1974).

³ C orgânico determinado pelo método do dicromato de potássio (Walkley & Black, 1934).

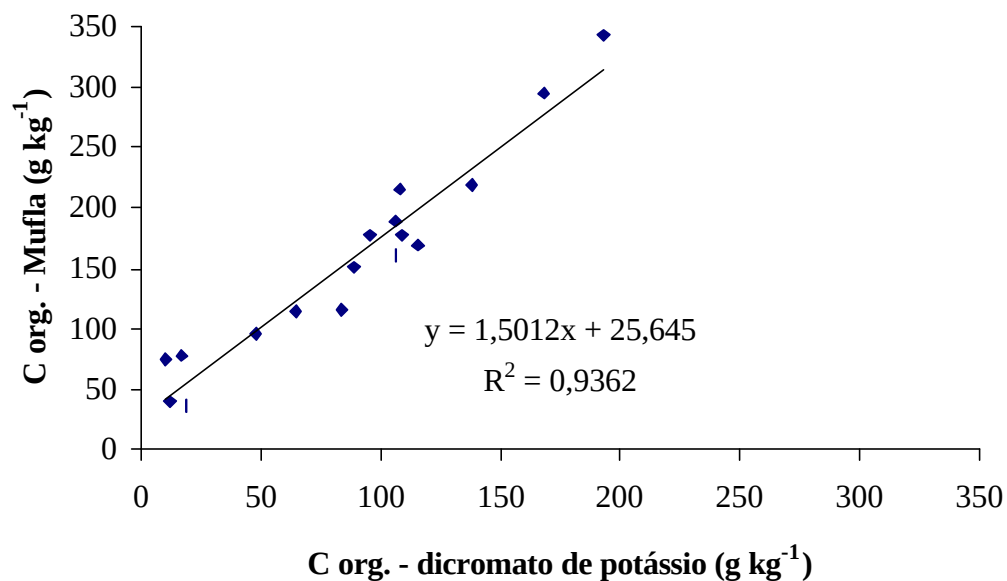


Figura 18: Relação entre C orgânico determinado pelos métodos da Mufla (400°C) e do dicromato de potássio, nas amostras dos perfis de solo.

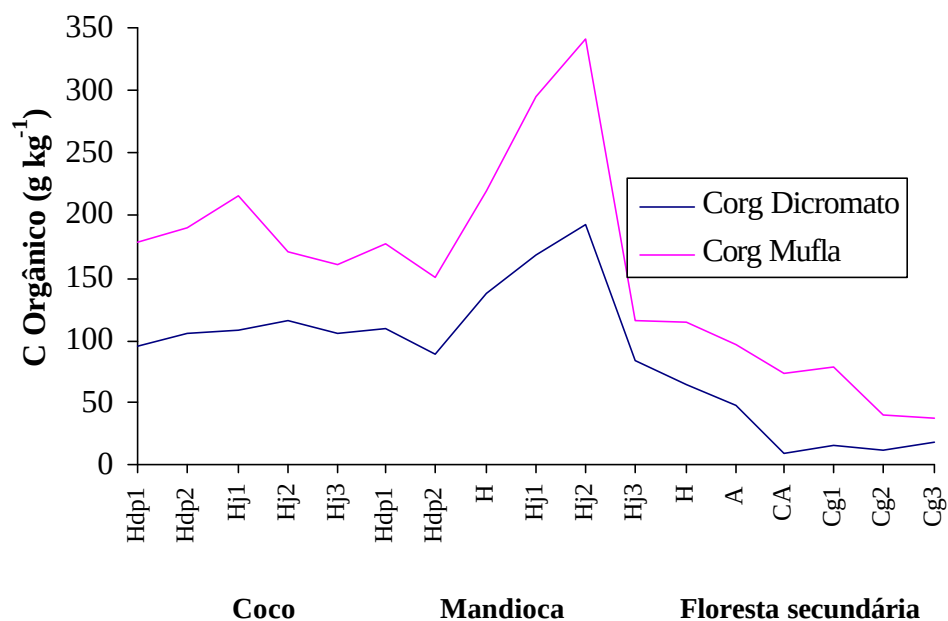


Figura 19: Comparação entre os teores de C orgânico determinado pelos métodos da Mufla (400°C) e do dicromato de potássio, em alguns horizontes dos perfis de solo.

Características específicas dos materiais orgânicos

Na tabela 10 são apresentados os resultados de análises específicas de solos com elevado teor de matéria orgânica.

Tabela 10: Características¹ dos materiais orgânicos dos perfis estudados.

Horiz.	Prof.	Ds	DMO	RM	Von Post	Cor 10YR	IP	Fibras Esfregadas	MM
	cm	---kg dm ⁻³ ---		cm cm ⁻³				----- % -----	
Área de Plantio de Coco									
Hdp1	0-13	0,77	0,24	0,36	9	2/1	1	0	69,4
Hdp2	-29	0,77	0,25	0,35	9	2/1	1	0	67,5
Hj1	-53	0,37	0,14	0,15	3	3/2	1	3	62,8
Hj2	-77	-	-	-	5	3/1	2	15	70,7
Hj3	-85+	-	-	-	3	4/1	3	16	72,2
Área de Plantio de Mandioca									
Hdp1	0-15	0,66	0,20	0,31	7	2/2	0	3	69,4
Hdp2	-34	0,79	0,21	0,39	7	3/1	2	traços	73,9
H	-50	0,41	0,16	0,17	8	2/1	1	traços	62,2
Hj1	-70	0,26	0,13	0,08	8	2/1	1	5	49,0
Hj2	-98	-	-	-	4	2/1	1	20	40,9
Hj3	-118	-	-	-	5	4/1	3	10	80,0
Área de Floresta Secundária									
H	0-10	0,67	0,13	0,36	6	4/2	2	0	80,3
A	-25	0,78	0,13	0,43	-	-	-	-	83,3
CA	-44	1,02	0,13	0,59	-	-	-	-	87,2
Cg1	-66	-	-	-	-	-	-	-	86,6
Cg2	-105	-	-	-	-	-	-	-	93,1
Cg3	-125	-	-	-	-	-	-	-	93,6

¹Ds= Densidade do solo; DMO= Densidade da Matéria orgânica {DMO=Ds-[Ds x (%MM/100)]}; RM= Resíduo Mínimo (RM= (Ds-DMO)/1,5); IP= Índice de Pirofosfato (IP= Valor – cromatográfico); MM= Conteúdo de material mineral (MM= Peso seco a 400°C/peso seco a 105°C x100).

Densidade da Matéria Orgânica (DMO)

Os valores de densidade da matéria orgânica (DMO), para as diferentes áreas, variaram de 0,13 a 0,25 kg dm⁻³. Nas áreas de cultivo de coco e mandioca observa-se uma redução da DMO em profundidade, demonstrando o efeito da ação antrópica nos horizontes superficiais, conduzindo à mineralização da matéria orgânica, favorecendo dessa forma o processo de subsidência.

A área de coco apresentou valores de 0,24 e 0,25 kg dm⁻³ respectivamente para os horizontes Hdp1 e Hdp2, diminuindo para 0,14 kg dm⁻³ no horizonte Hj1. Na área de plantio de mandioca, os valores de DMO nos horizontes superficiais foram 0,20 e 0,21 kg dm⁻³ (Hdp1 e Hdp2) respectivamente, diminuindo para 0,16 kg dm⁻³ no horizonte H, já a área de floresta secundária apresentou valor 0,13 kg dm⁻³, constante em profundidade. Kampf & Schneider (1989), trabalhando com Solos Orgânicos obtiveram valores de DMO situados entre 0,03 e 0,23 kg dm⁻³, com uma média de 0,096 + ou - 0,033 kg dm⁻³, sendo os valores maiores que 0,11 kg dm⁻³ de horizontes H superficiais drenados e cultivados. Lynn et al (1974) relataram que valores acima de 0,15 kg dm⁻³ corresponderam a solos cultivados, o que corrobora os valores encontrados para os horizontes superficiais nas áreas de plantio de coco e mandioca.

Resíduo Mínimo (RM)

O resíduo mínimo (RM) representa a constituição mineral do material de solo através de uma estimativa da proporção entre a espessura residual e a original (Kampf & Schneider, 1989). Nas áreas estudadas, esta propriedade variou entre 0,08 cm cm⁻¹ a 0,59 cm cm⁻¹. Para as áreas de cultivo de coco e mandioca, os maiores valores de RM foram

observados nos horizontes superficiais diminuindo em profundidade. Estes maiores valores de RM nos horizontes superficiais, $0,36 \text{ cm cm}^{-1}$ (Hdp1), área de coco e $0,31 \text{ cm cm}^{-1}$ (Hdp1) na área de mandioca devem-se ao processo de oxidação da matéria orgânica iniciado a partir da drenagem das áreas, e que vem sendo acelerado em cada ciclo de cultivo, evidenciando acentuado grau de mineralização da matéria orgânica nestas áreas. Conceição (1989) observou valores de RM variando de 0,34 a $0,49 \text{ cm cm}^{-1}$ para os horizontes superficiais de solos com elevados teores de matéria orgânica, indicando um elevado grau de subsidência dos mesmos.

Determinação Von Post

Segundo a classificação dos materiais quanto ao grau de decomposição pelo método expedito de Von Post, ocorre variação desde H3 a H9 da escala padrão, o que significa materiais com características variando de fíbrico até sáprico (EMBRAPA, 1998). Os materiais de solo provenientes da área cultivada com coco foram classificados como fíbricos, horizontes Hj1 e Hj3; hêmico, horizonte Hj2 e sápricos os demais. Nesta área onde o solo foi preparado para o plantio e posteriormente não mais revirado, os horizontes superficiais mais expostos à oxigenação e portanto mais favorecidos à decomposição são aqueles com maior grau de decomposição segundo este índice. A partir de 30 centímetros de profundidade, os materiais são classificados como hêmicos e fíbricos, materiais menos decompostos.

Comportamento semelhante ocorre na área cultivada com mandioca: horizontes mais decompostos à superfície e aqueles menos decompostos em profundidade. Nesta área, o horizonte Hj2 é classificado como fíbrico, Hj3 como hêmico e os demais sápricos. A

principal diferença para a área cultivada com coco está na profundidade dos horizontes com diferente grau de decomposição. Como a cultura da mandioca requer revolvimento do solo após cada ciclo da cultura e preparo de camalhões, os horizontes mais decompostos estendem-se até maior profundidade. Estes resultados se opõem àqueles obtidos por Kampf & Schneider (1989), que encontraram, em solos do Rio Grande do Sul, camadas fíbricas ocorrendo normalmente até 50 cm de profundidade, sobrejacentes a camadas mais decompostas. Na área de floresta secundária, apenas o horizonte H foi classificado como hêmico, enquanto os demais não foram avaliados por serem minerais (Tabela 10).

Índice de Pirofosfato (IP)

Os valores encontrados para o índice de pirofosfato variaram de 0 (área de mandioca Hdp1) a 3 (área de coco Hj3 e área de mandioca Hj3), o que confere a todos os materiais a denominação sáprico (Figura 20). Este índice mostra que os materiais orgânicos dos solos estudados apresentam avançado estágio de decomposição.

Teor de fibras esfregadas

O teor de fibras esfregadas variou de 0 (horizontes Hdp1 e Hdp2 da área de plantio de coco e horizontes H da área de floresta secundária) a 20% (horizonte Hj2 da área de plantio de mandioca). Nas áreas de Solos Orgânicos (plantio de coco e mandioca), o teor de fibras esfregadas aumenta em profundidade confirmando a descrição morfológica dos perfis (Anexo). Na área de floresta secundária, não foram observadas fibras no horizonte H.

Os reduzidos teores de fibras esfregadas nos horizontes superficiais das áreas de cultivo de coco e mandioca representam avançado estágio de decomposição do material orgânico, refletindo o manejo dado a estas áreas.

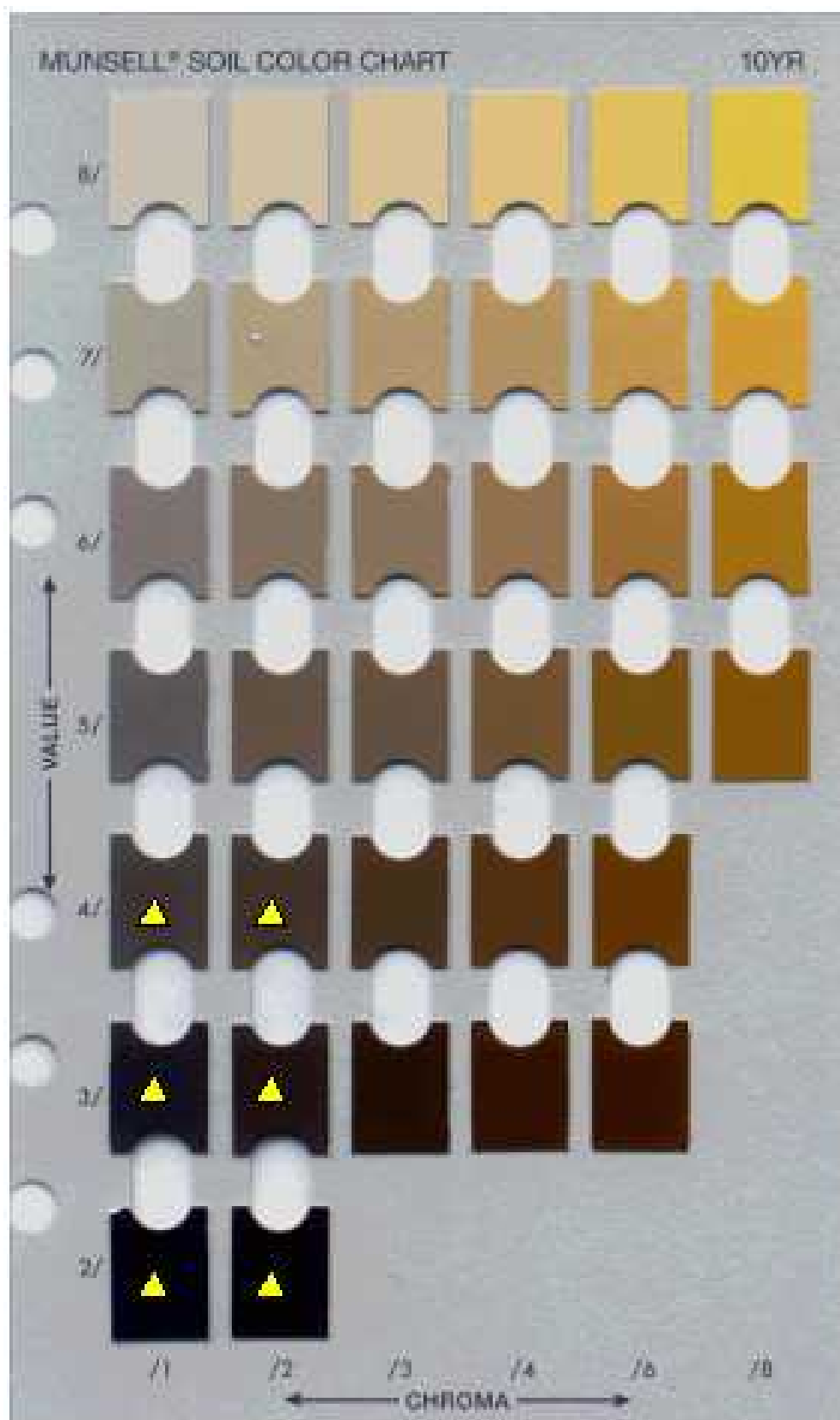


Figura 18: Reprodução da página 10YR da carta de cores de Munsell (Munsell Soil Color Charts, 1954) com os IP () determinados.

Material Mineral (%MM)

Através do conteúdo de material mineral dos solos, pode ser definida a sua natureza mineral ou clástica. O conteúdo de material mineral dos solos em estudo determinado pelo método da mufla variou de 40,9%, horizonte Hj2 da área de plantio de mandioca identificado como material não clástico, a 93,6%, horizonte Cg3 do perfil da área de floresta secundária classificado como material mineral.

Segundo esta classificação (Figura 21), a área de cultivo de coco apresenta materiais clásticos (horizontes Hdp1, Hdp2 e Hj1) e minerais ou orgânicos (horizontes Hj2 e Hj3). Na área de plantio de mandioca, ocorre grande variação quanto à natureza dos materiais. Os horizontes Hdp1 e H apresentam natureza clástica, enquanto o horizonte Hdp2 é mineral ou orgânico. Esta variação deve-se ao tipo de manejo dado à cultura, com revolvimento do solo para preparo e feitura dos camalhões. Os horizontes Hj1 e Hj2 apresentam natureza não clástica, pela qual sugere-se que nessas camadas não tenha ocorrido processo de sedimentação mineral intenso. Já o horizonte Hj3, mineral, mostra-se como interface das camadas orgânicas do solo para a camada mineral subjacente. Por sua vez, a área de floresta secundária apresenta materiais minerais distribuídos ao longo do perfil.

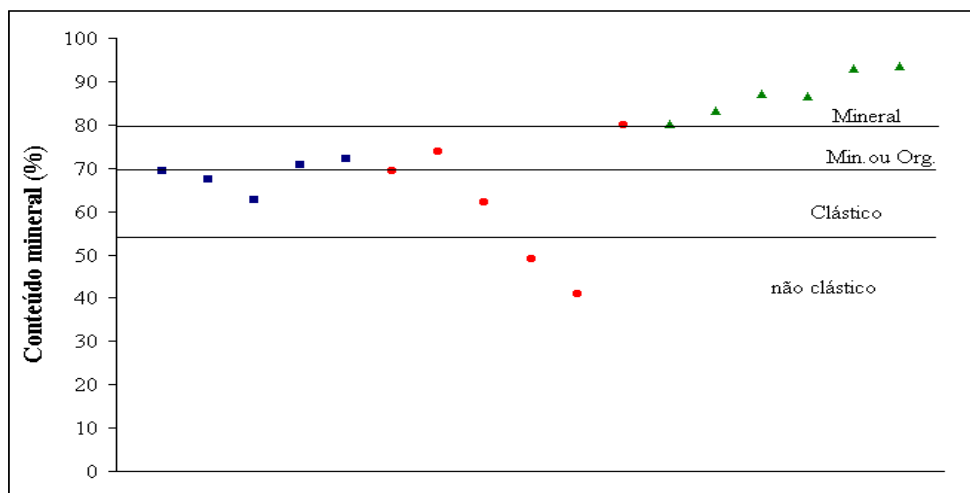


Figura 21: Classificação dos materiais nos horizontes estudados quanto à sua natureza mineral ou clástica (■ coco; ● mandioca; ▲ floresta secundária).

5.2.2 - Interações entre propriedades específicas de solos orgânicos

Densidade do solo x teor de material mineral e orgânico

O material mineral é mais pesado do que o material orgânico e por isso exerce influência sobre Solos Orgânicos elevando a sua densidade. Os contrastes da densidade do solo com os teores de material orgânico e mineral determinados pelo método da mufla são mostrados nas figuras 22 e 23. A densidade dos solos aumenta exponencialmente com o teor de material mineral excetuando-se nos horizontes Hdp1 e Hdp2 da área de mandioca e Hdp1 e Hdp2 da área de coco, que não acompanharam estas correlações (Figura 22). Isto se deve à maior compactação dos solos em superfície, nas áreas sob manejo agrícola pela ação antrópica, elevando a sua densidade. Resultados semelhantes foram encontrados por Lynn et al. (1974), utilizando 183 amostras de solos.

Por outro lado, a densidade dos solos diminui exponencialmente com o aumento do teor de material orgânico (Figura 23), resultados semelhantes aos encontrados por Kampf

& Schneider (1989). Os horizontes Hdp1 e Hdp2 da área de mandioca e Hdp1 e Hdp2 da área de coco, onde a ação antrópica influenciou na compactação do solo, não acompanharam esta correlação. Para estes horizontes foram encontrados valores entre $0,66 \text{ kg dm}^{-3}$ (mandioca Hdp1) a $0,79 \text{ kg dm}^{-3}$ (mandioca Hdp2), mais altos do que os esperados para a densidade do solo, que para acompanharem a curva deveriam ter obtido valores entre 0,45 a $0,60 \text{ kg dm}^{-3}$.

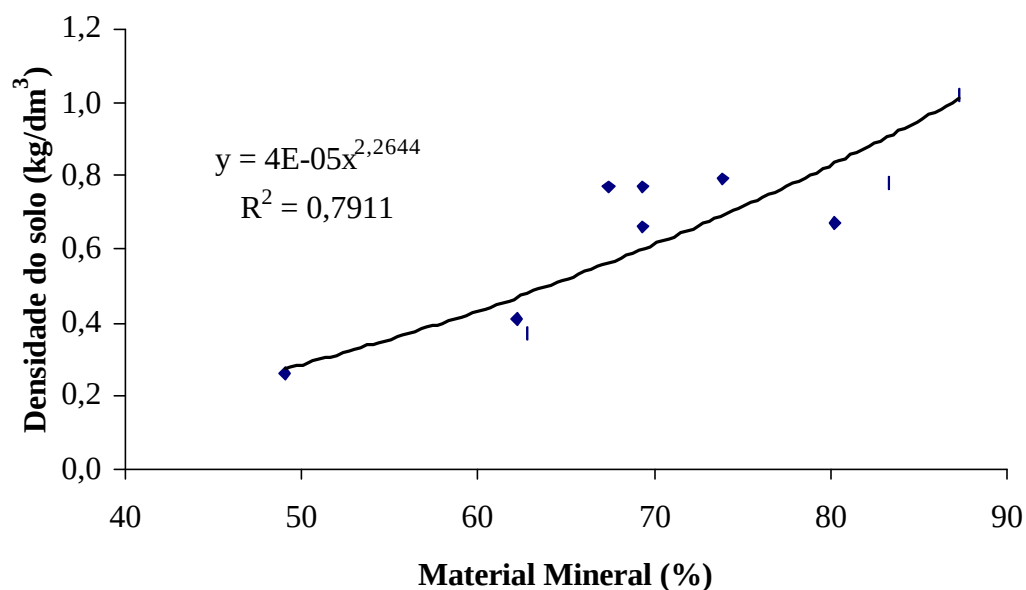


Figura 22: Interação entre densidade do solo e % de material mineral para os perfis estudados.

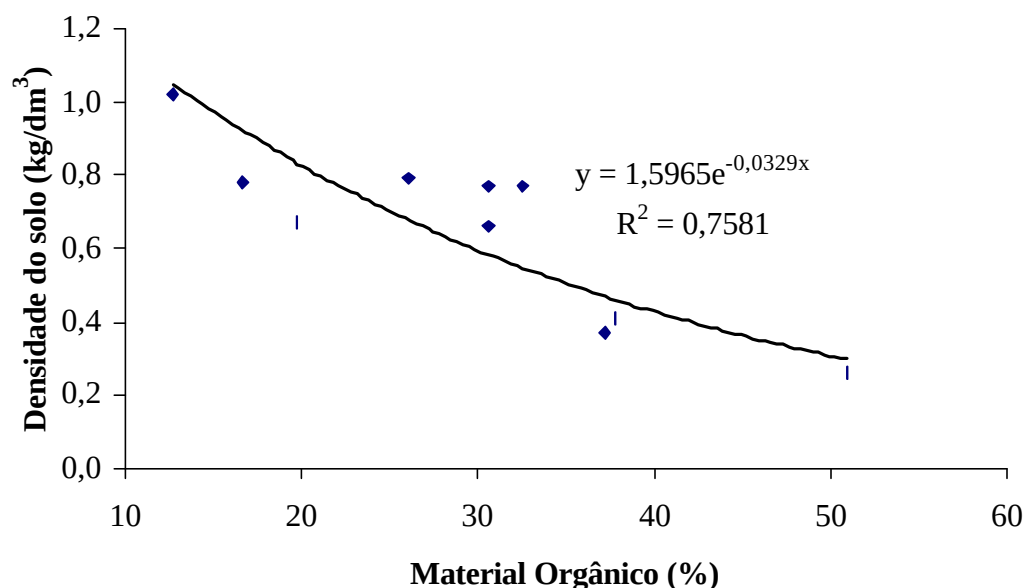


Figura 23: Interação entre densidade do solo e % de material orgânico para os perfis estudados.

Teor de fibras esfregadas x índice de pirofosfato

O teor de fibras esfregadas quando contrastado com o índice de pirofosfato, permite a comparação dos métodos químicos e físicos de avaliação do grau de decomposição. Áreas correspondendo aos materiais sáprico, hêmico e fíbrico estão separadas por linhas sólidas na figura 24. Onze dos doze horizontes estudados classificam-se como sápricos e somente o horizonte Hj2 da área de mandioca como hêmico, através do teor de fibras esfregadas. Pelo emprego do índice de pirofosfato, todos os horizontes estudados possuem características de material sáprico ($IP < 3$).

Pelos critérios de taxonomia em uso pelo Soil Taxonomy, para o material ser classificado como sáprico ou fíbrico é necessário que se enquadre nestas classes atendendo os padrões de ambos os métodos, caso contrário será hêmico (Lynn et al., 1974; EUA,

1998). Assim sendo, o horizonte Hj2 da área de plantio de mandioca foi o único classificado como hêmico e os demais, como sápricos (Figura 24). Estes resultados demonstram que a maioria dos solos em estudo apresentam materiais orgânicos em estágio avançado de decomposição, o que é explicado pelos processos de drenagem e o contínuo uso de solos orgânicos na região para fins agrícolas. O material do horizonte orgânico H da área de floresta secundária é classificado como sáprico.

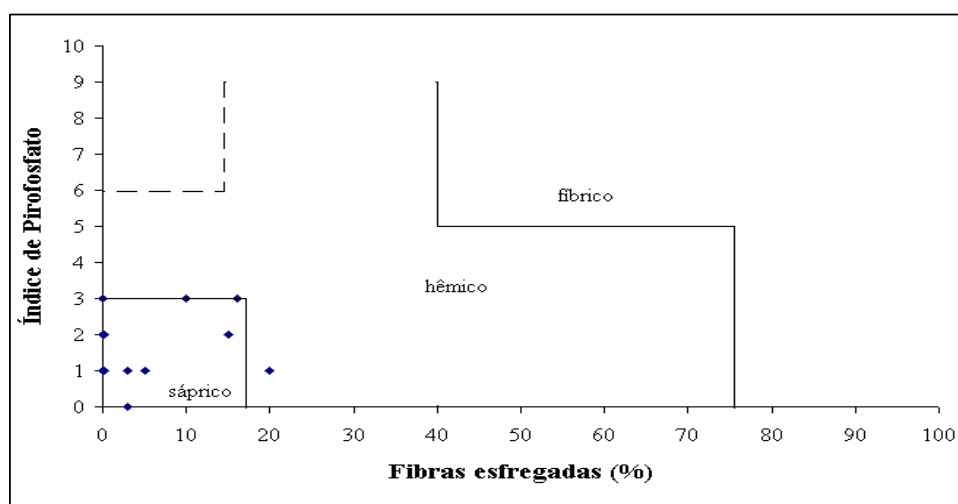


Figura 24: Relação entre o índice de pirofosfato e o teor de fibras esfregadas.

Teor de fibras esfregadas x conteúdo de material mineral

O teor de fibras esfregadas é normalmente o índice utilizado para representar o grau de decomposição dos materiais orgânicos e pode ser associado com o conteúdo de material mineral do solo. À medida que decresce o teor de fibras, é esperado um aumento no conteúdo de material mineral. A relação entre os teores de fibras esfregadas e material mineral dos solos estudados está mostrada na figura 25. Os materiais caracterizados como sápricos, estágio mais avançado de decomposição do material orgânico, foram classificados desde não clástico (horizonte Hj1 da área de mandioca) a mineral (horizontes Hj3 da área de

plantio de mandioca e H da área de floresta secundária), quanto ao conteúdo de material mineral. O material hêmico (Horizonte Hj2 da área de plantio de mandioca), estágio intermediário de decomposição, foi classificado como não clástico. Conceição (1989) encontrou resultados parecidos com estes em estudos realizados na mesma região.

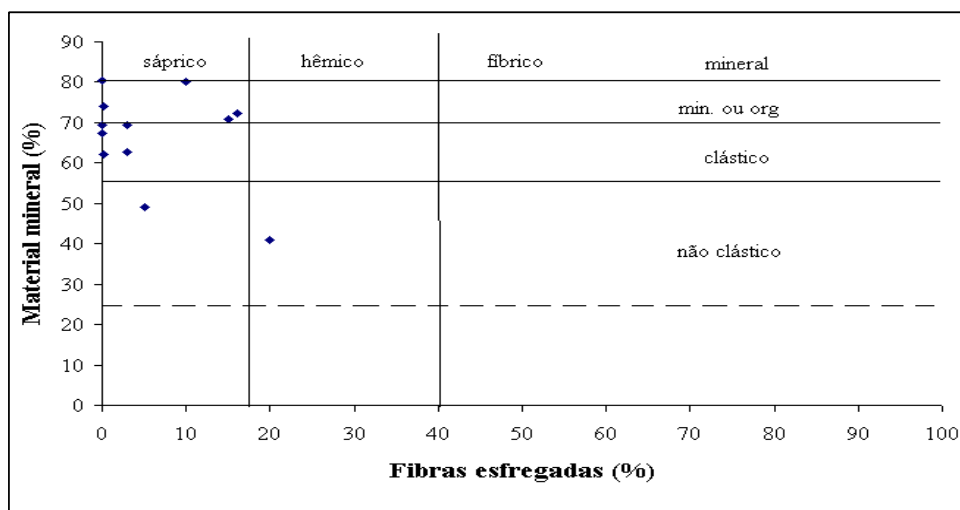


Figura 25: Relação entre a % material mineral e o teor de fibras esfregadas.

Teor de fibras esfregadas x determinação de Von Post

O teor de fibras esfregadas e o grau de humificação determinado de forma expedita pelo método de Von Post representam dois métodos de avaliação do grau de decomposição do material orgânico dos solos e devem apresentar correlação inversa. De uma forma geral, os horizontes que possuem maior grau de humificação pela escala de Von Post apresentaram menores teores de fibras esfregadas (Figura 26).

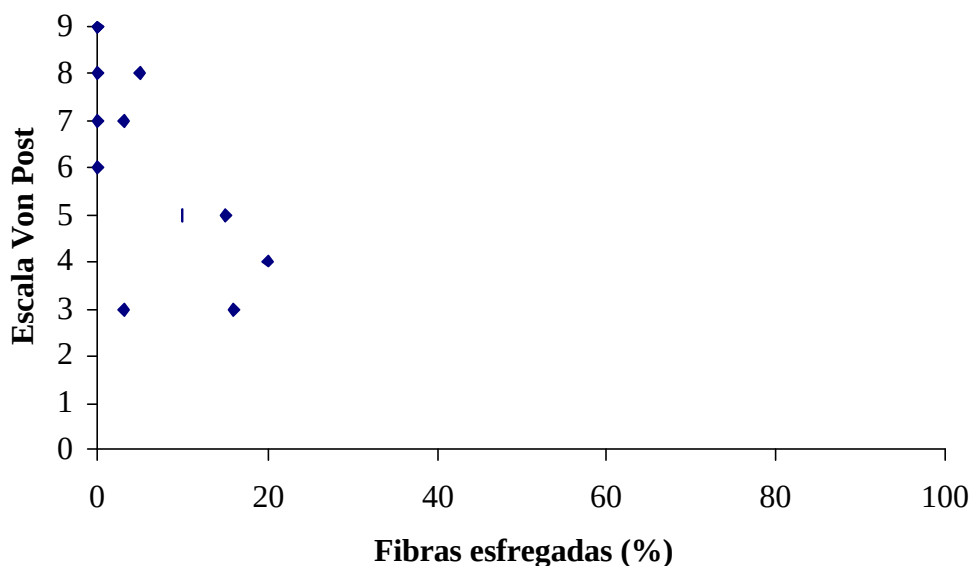


Figura 26: Relação entre a avaliação do teor de fibras pelos métodos expedito de Von Post e o de fibras esfregadas.

Teor de fibras esfregadas x percentagem de absorbância

O teor de fibras esfregadas e a percentagem de absorbância representam métodos físicos e químicos de avaliação do grau de decomposição do material orgânico dos solos. Quanto maior a percentagem de absorbância, maior o grau de decomposição dos materiais orgânicos. Assim espera-se que o contraste desses dois índices mostre uma relação inversa (quanto maior o teor de fibras esfregadas, menor deve ser a PA). De maneira geral, há tendência para que esta relação ocorra nos horizontes estudados. (Figura 27).

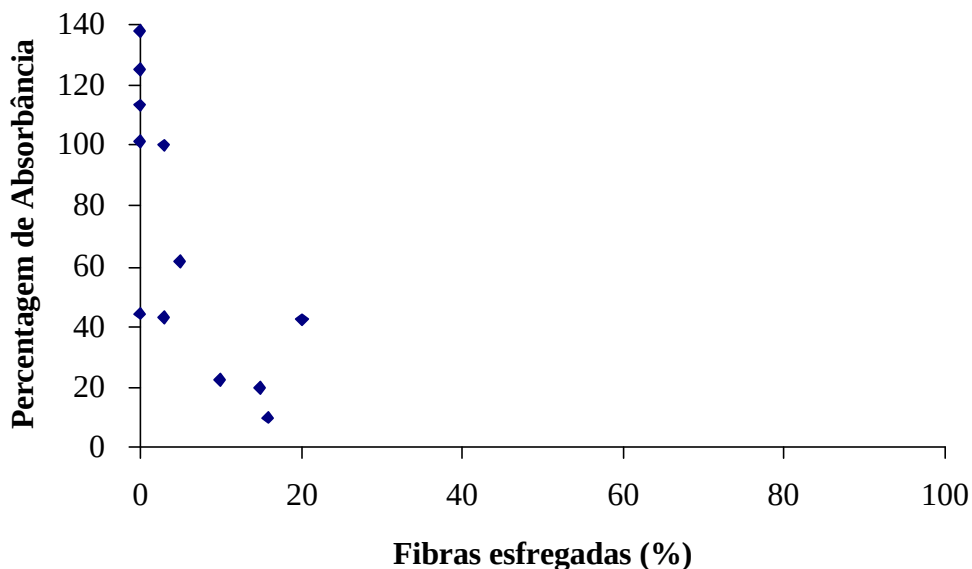


Figura 27: Relação entre a percentagem de absorbância e o teor de fibras esfregadas.

5.3 - FRACIONAMENTO DA MATÉRIA ORGÂNICA

As distribuições percentuais das diferentes frações da matéria orgânica determinadas na fração TFSA do solo, são apresentadas na tabela 11.

O carbono orgânico não humificado constitui a maior parte do carbono orgânico total dos solos, representando de 25,5% na área de floresta secundária (horizonte H) a 74,7% no horizonte Hdp2 da área com cultivo de coco. Esta fração pode ser constituída por biopolímeros recalcitrantes e moléculas orgânicas de constituição definida, como por exemplo aminoácidos, ceras ou graxas, que não são solubilizadas pelo extrator utilizado ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 + \text{NaOH } 0,1 \text{ mol L}^{-1}$). Tais resultados estão coerentes com as citações de Lucas () e Peixoto et al. (1997) para a distribuição dos principais constituintes da matéria orgânica dos solos.

Tabela 11: Distribuição percentual¹ das frações orgânicas na TFSA dos horizontes ricos em matéria orgânica.

Horiz.	C org. não Humificado ²	C org. humificado			Humina
		AF	AH	AH/AF	
Área de Plantio de Coco					
Hdp1	64,7	1,8	0,4	0,22	33,1
Hdp2	74,7	1,4	0,3	0,21	23,6
Hj1	65,3	1,5	3,4	2,26	29,8
Hj2	50,0	1,8	2,2	1,22	46,0
Hj3	68,7	1,1	0,2	0,18	30,0
Área de Plantio de Mandioca					
Hdp1	47,1	1,1	0,6	0,54	51,2
Hdp2	60,1	1,9	0,8	0,42	37,2
H	81,2	1,7	0,4	0,24	16,7
Hj1	67,3	1,2	1,3	1,08	30,2
Hj2	65,4	0,7	1,2	1,71	32,7
Hj3	43,6	0,7	0,6	0,86	55,1
Área de Floresta Secundária					
H	25,5	2,3	0,2	0,09	72,0

¹ % da fração orgânica em relação ao C orgânico total (100%).

² C orgânico não humificado obtido por diferença entre C orgânico total (100%) e C orgânico humificado (AF + AH + Humina).

Estes resultados mostram que a matéria orgânica dos solos estudados encontra-se em estágio parcial de decomposição, devido ao predomínio de condições de má drenagem das áreas, o que diminui a velocidade de transformação dos resíduos orgânicos depositados ao solo, pela ação de distintos grupos microbianos. Na área de floresta secundária, onde o fator drenagem é menos limitante, encontra-se o maior teor de carbono orgânico humificado.

Com relação ao carbono orgânico humificado, a fração insolúvel (huminas) representa a maior parte (cerca de 90%) das diferentes frações orgânicas, o que significa cerca de 17% (área de plantio de mandioca, horizonte H) a 72% (área de floresta secundária, horizonte H) do carbono orgânico total. Ácidos fúlvicos e húmicos representam de 0,7 a 2,3% (áreas de plantio de mandioca, Hj2 e Hj3, e floresta secundária, H) e 0,2 a

3,4% (áreas de floresta secundária, H, e plantio de coco, Hj3, e plantio de mandioca, Hj1) respectivamente.

Esses resultados confirmam a concepção de Jacquín (1976), sobre as reações de condensação e oxidação (de compostos orgânicos com perdas de moléculas de água) para formação de macromoléculas húmicas reativas (AF e AH). Essas reações ocorrem principalmente em ambientes bem drenados, com a participação de microorganismos do solo. Nos ambientes estudados, é encontrada menor percentagem de AH e AF na distribuição dos perfis. Em profundidade não há distribuição regular para as diferentes frações nos perfis analisados, o que é resultante da má drenagem diminuindo a velocidade de transformações no solo no processo de formação.

A maior participação de humina em relação às demais frações humificadas representa a predominância da via de herança no processo de humificação. Estes resultados ratificam a definição de Duchafour (1977), de formação da humina hereditária, em ambientes desfavoráveis à atividade microbiana como turfas e solos alagados.

A relação AH/AF variou de 0,09 (área de floresta secundária, H) a 2,26 (área de coco, Hj1). A relação AH/AF indica a qualidade do material humificado, podendo fornecer informações importantes sobre a dinâmica deste material no solo. Alguns autores sugerem que a relação próxima a 1,0 (um) caracterize material de qualidade ótima, que permitiria o estabelecimento de propriedades físicas e químicas favoráveis ao desenvolvimento de plantas (Canellas, 1999). Entretanto, esse comportamento não foi observado para os perfis estudados, indicando húmus de baixa qualidade agrícola para as culturas.

Quando comparados os horizontes superficiais das áreas estudadas, notam-se valores mais elevados e mais próximos a um, da relação AH/AF, nas áreas de cultivo em

comparação à área de cobertura florestal. O que indica maiores teores de ácidos húmicos em relação aos ácidos fúlvicos nas áreas sob manejo agrícola quando comparadas à área de floresta. Desta forma, na área de floresta secundária, o material orgânico é menos estável, mais reativo.

5.4 – PEDOGÊNESE

Apesar de todas as áreas avaliadas encontrarem-se localizadas na mesma posição de paisagem, área plana de baixada, o processo de acúmulo de matéria orgânica para formação dos horizontes orgânicos ocorreu de maneira diferenciada em cada uma das áreas. Nas áreas de plantio de coco e mandioca, os horizontes orgânicos foram formados a partir da deposição de material orgânico, em épocas anteriores, sob condições de drenagem impedida, sendo o relevo e a vegetação (que atua como material de origem) os principais fatores de formação para a evolução destes solos. Nestas condições, a baixa taxa de oxigenação e/ou as condições de anaerobiose reduziram a velocidade da decomposição da matéria orgânica, fazendo com que esta se acumulasse, em um processo de paludização. A partir da drenagem da região, os diferentes materiais orgânicos acumulados passaram a formar camadas de solos de origem essencialmente orgânica (H) sobre os sedimentos minerais.

Na área de floresta secundária o horizonte superficial (H) é formado nas condições atuais, em função da elevada taxa de deposição de material decíduo adicionado pela floresta, sob ambiente de drenagem impedida. Neste caso, o fator mais importante para que houvesse acúmulo do material orgânico foram os organismos (pela adição de serrapilheira). O horizonte A foi formado a partir da oxidação do material mineral sob

influência dos organismos do solo em zona aerada do perfil. O horizonte CA é uma transição de A para C, com características predominantes de C. Já os horizontes glei (g) foram formados sob condições de predomínio de anaerobiose pela elevação do lençol freático, em presença de fontes de carbono para que ocorresse o processo de redução.

5.5 – CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS

Para a classificação dos solos em estudo (Tabelas 12 e 13) foram utilizados os critérios sugeridos pela EMBRAPA/CNPS (1999) e de acordo com critérios de Keys to Soil Taxonomy (EUA, 1998).

Para a definição das classes de solos no sistema brasileiro, primeiramente foram determinados os horizontes diagnósticos, que estão apresentados na tabela 12. As áreas de plantio de coco e mandioca apresentam horizonte diagnóstico superficial H hístico uma vez que possuem seqüência de horizontes orgânicos H perfazendo mais do que 40 cm de espessura. Para a avaliação dos teores de carbono orgânico foram considerados os valores obtidos pelo método da mufla (400⁰C por 12 horas).

A área de floresta secundária possui horizonte H, que no entanto, não pode ser caracterizado como diagnóstico uma vez que não possui um mínimo de 20 cm de espessura. O horizonte diagnóstico superficial da área recoberta com floresta secundária é o A moderado.

Tabela 12: Horizontes diagnósticos dos solos estudados de acordo com critérios do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos¹.

Áreas	Horizonte diagnóstico superficial	Horizonte diagnóstico subsuperficial
Coco	H Hístico	Sulfúrico
Mandioca	H Hístico	Sulfúrico
Floresta secundária	A Moderado	C glei

¹ EMBRAPA - CNPS, 1999.

O horizonte diagnóstico subsuperficial das áreas de plantio de coco e mandioca é o sulfúrico, uma vez que apresentam camadas de material orgânico de espessura maior do que 15 cm com valores de pH em água iguais ou menores do que 3,5, mostrando evidências de que o baixo pH deve-se a presença de materiais sulfídricos (jarosita e colorações amareladas), resultantes da macro drenagem realizada em toda a região, oxidando materiais orgânicos e minerais ricos em sulfetos de origem marinha.

A área de floresta secundária apresenta horizonte diagnóstico subsuperficial C glei, com evidências de processos de redução tais como: colorações cinzentas na matriz do solo, que apresenta estrutura maciça, e mosqueados brunados e amarelo brunados na zona de oscilação do lençol freático e de maior atividade do sistema radicular. O horizonte Cg apresenta argila de atividade baixa ($CTC < 27 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$), determinando a classificação Tb. A saturação por bases é menor do que 50%, conferindo o caráter distrófico.

Os solos das áreas de cultivo de coco e mandioca são classificados como ORGANOSSOLOS TIOMÓRFICOS Sápricos típicos e o solo da área de floresta secundária classifica-se como GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico (Tabela 13).

Assim como para a definição das classes de solos pelo sistema brasileiro, foram determinados os horizontes diagnósticos através dos atributos diagnósticos próprios do sistema americano de classificação de solos (EUA, 1975; EUA, 1998). Para as áreas de coco e mandioca, os solos incluem-se na classe Typic Sulfosaprist e os solos da área de floresta secundária classificam-se como Humaqueptic Fluvaquents (Tabela 13).

Tabela 13: Classes dos solos segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos¹ e o Sistema Americano².

Área	Classes de solos	
	Sistema Brasileiro	Sistema Americano
Coco	ORGANOSSOLO TIOMÓRFICO Sáprico típico	Typic Sulfosaprist
Mandioca	ORGANOSSOLO TIOMÓRFICO Sáprico típico	Typic Sulfosaprist
Floresta secundária	GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico	Humaqueptic Fluvaquents

1 EMBRAPA - CNPS, 1999.

2 Keys to Soil Taxonomy, EUA (1998).

CONCLUSÕES

1. Ocorreram diferenças nas propriedades morfológicas, físicas e químicas dos perfis avaliados, em função do elevado conteúdo de matéria orgânica, do manejo diferenciado das áreas e da drenagem dos solos.
2. Os perfis nas áreas de plantio de coco e mandioca apresentaram caráter tiomórfico em profundidade, recebendo o subscrito *j* em seus horizontes subsuperficiais. Nos horizontes Hj3, em ambas as áreas, foi também observada condutividade elétrica superior a 10 dS/cm, o que lhes confere o caráter sálico. Essas características são limitantes ao crescimento de culturas agrícolas de sistema radicular profundo.
3. Os valores de pH em água foram os mais elevados, seguidos pelo pH em CaCl_2 e pH em KCl. O pH medido imediatamente após a coleta, com umidade de campo foi menor do que o avaliado em TFSA, 4 semanas após a coleta. As maiores variações foram obtidas nos horizontes tiomórficos, o que demonstra a importância de se considerar esta característica na classificação dos ORGANOSSOLOS.
4. De maneira geral, o conteúdo de elementos trocáveis e extraíveis foi mais elevado do que aqueles observados em solos minerais. O íon que domina o complexo sortivo é o H^+ . Os

teores de alumínio foram muito elevados, mas podem estar complexados à matéria orgânica não expressando seu potencial de toxidez às raízes dos vegetais.

5. De acordo com os diversos métodos de avaliação do grau de decomposição do material orgânico (Von Post, IP, PA, fibras esfregadas), a maioria dos horizontes avaliados apresenta característica de material sáprico (estágio mais avançado de decomposição). Este resultado condiz com a realidade das áreas avaliadas, há anos sendo manejada com agricultura.
6. O método de determinação de Corg. pela mufla tem boa correlação com o método padrão Walkley-Black, e aparentemente é mais eficiente na determinação do C org., sendo recomendado para a identificação de ORGANOSSOLOS. O teor de material orgânico, determinado pelo método da mufla, e a densidade do solo apresentaram relação direta e são recomendados como índices para classificação.
7. Pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, os solos das áreas de coco e mandioca são classificados como ORGANOSSOLOS TIOMÓRFICOS Sápricos típicos, e o da área de floresta secundária é identificado como GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico. De acordo com o sistema americano os solos das áreas de coco e mandioca são classificados como Typic Sulfosaprists e o da área de floresta como Humaqueptic Fluvaquents.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- ALMEIDA, J.R. de; BARUQUI, F.M.; BARUQUI, A.M.; MOTTA, P.E.F. da. Principais solos de várzeas do Estado de Minas Gerais e suas potencialidades agrícolas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.9, n.105, 70-78, 1983.
- ALONSO, M.T.A. Vegetação. In: FUNDAÇÃO IBGE, RIO DE JANEIRO, RJ. **Geografia do Brasil, região Sudeste**. Rio de Janeiro, 1977. V.5, p.91-118.
- AMADOR, E.da S. **Baía de Guanabara e ecossistemas periféricos: homem e natureza**. Edição do autor, Rio de Janeiro, 1997. 539p.
- ANDRIESSE, J. Uso de solos orgânicos em condições tropicais e subtropicais aliado às possibilidades brasileiras. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE SOLOS ORGÂNICOS, Curitiba, 1984. **Anais**. Curitiba: MA / Provárzeas Nacional, Embrater, Seag - Paraná e Acarpa / Emater - Paraná, 1984. p.11-34.
- BIGARELLA J.J. Ambiente de fundo de vale. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE SOLOS ORGÂNICOS, Curitiba, 1984. **Anais**. Curitiba: MA / Provárzeas Nacional, Embrater, Seag - Paraná e Acarpa / Emater - Paraná, 1984. p.49-54.
- BOELTER, D.H. The hidrologic characteristics of undrained Organic Soils in Lake States. In: AANDAHL, A.R.; BUOL, S.W.; HILL, D.E.; BAILEY, H.H. (eds.). **Histossols their characteristics, classification, and use**. Madison: Soil Science Society of America, 1974. p.33-45.
- BOHN, H.L.; McNEAL, B.L.; O'CONNOR, G.A. **Soil chemistry**. Nova Iorque, John Willey, 1985. 338p. 2ª ed.
- BRADY, N.C. **Natureza e propriedade dos solos**. Rio de Janeiro: Livraria Freitas Bastos, 1989. 898p. Tradução de: The nature and properties of soils.
- CAMARGO, F.A.O.; SANTOS, G.A. Macromoléculas e substâncias húmicas. In: SANTOS, G.A.; CAMARGO, F.A.O. (Eds.). **Matéria orgânica em ecossistemas tropicais e subtropicais - fundamentos e aplicações**. Porto Alegre: Universal Ed., 1998.
- CANELAS, L.P. **Avaliação de características físico-químicas de ácidos húmicos**. Seropédica: UFRRJ, 1999. 164p. (Tese de Doutorado).
- CARDOSO, A. Caracterização e classificação dos solos orgânicos. SIMPÓSIO NACIONAL

- DE SOLOS ORGÂNICOS, Curitiba, 1984. **Anais**. Curitiba: MA / Provárzeas Nacional, Embrater, Seag - Paraná e Acarpa / Emater - Paraná, 1984. p.55-62.
- CARTER, M.R. (Ed.) **Soil Sampling and Methods of Analysis**. Canadá: Canadian Society of Soil Science, Lewis publishers, 1993. 471p.
- CERI, C.C. Física de solos orgânicos, comportamento e transformações da matéria orgânica. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE SOLOS ORGÂNICOS, Curitiba, 1984. **Anais**. Curitiba: MA / Provárzeas Nacional, Embrater, Seag - Paraná e Acarpa / Emater - Paraná, 1984. p.71-76.
- CERRI, C.C.; MORAES, J.F.L. de Consequências do uso e manejo do solo no teor de matéria orgânica. In: ENCONTRO SOBRE MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO, Botucatu, 1992. **Anais**. Botucatu: UNESP, 1992. p.26-36.
- CONCEIÇÃO, M. **Natureza do húmus e caracterização de solos com elevado teor de matéria orgânica da região de Itaguaí - Santa Cruz, RJ**. Seropédica: UFRRJ, 1989. 169p. (Tese de Mestrado).
- CURI, N.; LARACH, J.O.I.; KAMPF, N.; MONIZ, A.C.; FONTES, L.E.F. **Vocabulário de ciência do solo**. Campinas: SBSCS, 1993. 90p.
- DABIN, B. Méthode d'extraction et de fractionnement des matières organiques du sol. Application a quelques études pédologiques et agronomiques dans les sols tropicaux. **Chah Orston**, sér pédol., v.,4, p.287-97, 1976.
- DAY, P.R. Particle fractionation and particle size analysis. In: BLACK, C.A. **Methods of soil analysis**. Agronomy, Washington. Part I, 9: 545-567, 1965.
- DIAS, L.E.; JUCKSCH, I.; RICCI, M.S.F.; ALVAREZ, V.H. Comparação de diferentes métodos de determinação de carbono orgânico em amostras de solos. **R. bras. Ci. Solo**, Campinas, v.15, n.2, p. 157-162, 1991.
- DUCHAFOUR, P.H. Dynamique de la matière organique. In: **Pedologie 1. Pédogenèse et classification**. Masson, Paris, 1977. p.28-67.
- EMBRAPA - SERVIÇO NACIONAL DE LEVANTAMENTO E CONSERVAÇÃO DE SOLOS. **Levantamento semidetalhado do município do Rio de Janeiro, RJ**. Rio de Janeiro: EMBRAPA / SNLCS, 1980. 389 p. (Boletim técnico, 66).

- EMBRAPA / CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SOLOS. **Manual de métodos de análises de solos.** Rio de Janeiro: EMBRAPA / CNPS, 1997. 212p. 2ª edição. ISBN 85-85864-03-6.
- EMBRAPA / CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SOLOS. **Sistema brasileiro de classificação de solos. 4ª aproximação.** EMBRAPA/CNPS, Rio de Janeiro, 1997. 169p.
- EMBRAPA / CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SOLOS. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** EMBRAPA/CNPS, Rio de Janeiro, 1999.
- EUA, SOIL SURVEY STAFF. **Soil taxonomy, a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys.** Washington, DC: Department of Agriculture. Soil Conservation Service, 1975. 754p. (USDA. Agriculture Handbook, 436).
- EUA, SOIL SURVEY STAFF. **Soil survey manual.** Washington, DC: Department of Agriculture. Soil Conservation Service, 1993. 437p. (USDA. Agriculture Handbook, 18). 2ª ed.
- EUA, SOIL SURVEY STAFF. **Keys to soil taxonomy.** Washington, DC: Department of Agriculture. Natural Resources Conservation Service, 1998. 326p.
- FANNING, D.S. & FANNING, M.C.B. **Soil morphology, genesis, and classification.** EUA: John Wiley & Sons, 1989. 395p.
- FAO / UNESCO. **Soil map of the world 1:5.000.000 legend.** Roma, 1v., 1974. 193p.
- FREITAS, B. **Santa Cruz, Fazenda jesuítica, real, imperial.** Rio de Janeiro, 1985. 287p.
- GOES, H. de A. **A baixada de Sepetiba.** Rio de Janeiro: Departamento Nacional de Obras de Saneamento, 1942. 374p. (Relatório da Baixada de Sepetiba).
- GOES, M.H. de B. **Diagnóstico ambiental por geoprocessamento do Município de Itaguaí (RJ).** Rio Claro: UNESP, 1994. 529 p. (Tese de Doutorado).
- HISSA, H.R. **Dinâmica da matéria orgânica em solos Glei pouco húmico cultivados com arroz inundado no vale do São João (RJ).** Seropédica: UFRRJ, 1990. p. (Tese de Mestrado).
- IBGE - SISTEMA IBGE DE RECUPERAÇÃO AUTOMÁTICA. **www.sidra.ibge.gov.br/temas.** Internet, 10/05/1999.

- JACQUIN, F.; CHOULIARAS, N. **Evolution de la matière organique dans une rendizine et son interference sur une classification genetique des humus.** Nancy, França, Laboratoire Matière organique et environnement E.N.S.A.I.A., 1976. p. 241-246. Extrait de "Science du sol Bulletin de l'A.F.E.S.". n.4.
- JAKSON, M.L., **Análisis químico de suelos.** Barcelona: Ediciones Omega, 1976. 662 p. 3ª ed.
- JENKINSON, D.S. The fate of plant and animal residues in soil. In: GREENLAND, D.J.; HAYES, M.H.B. **The chemistry of soil process.** Nova Iorque, John Wiley, 1981. p.505-561.
- KAMPF, N.; SCHNEIDER, P. Caracterização de solos orgânicos do Rio Grande do Sul: propriedades morfológicas e físicas como subsídios à classificação. **R. bras. Ci. Solo**, Campinas, v.13, n.2 , p.227-236, 1989.
- KARAM, A. Chemical properties of Organic Soils. In: CARTER, M.R. (ed.). **Soil Sampling and Methods of Analysis.** Canadá: Canadian Society of Soil Science, Lewis publishers, 1993. p. 459-471.
- KIEHL, E.J. **Fertilizantes orgânicos.** Piracicaba: Editora Agronômica Ceres Ltda, 1985. 492p.
- KONONOVA, M.M. **Soil organic matter.** Nova Iorque: Pergamon Press, 1966. 555p. 2ª ed.
- KONONOVA, M.M. Humus of virgin and cultivated soils. In: GIESEKING, J.E. (ed.). **Soil components.** Nova Iorque: Springer-Verlag, 1975. v.1 p.475-526.
- LAPORTE, L.F. **Ambientes antigos de sedimentação.** São Paulo: Editora Edgar Blucher Ltda, 1968. 146p. Tradução de: Ancient environments.
- LEMOES, R.C.; SANTOS, R.D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo.** Campinas: SBCE, 1996. 84p. 3ª edição
- LEPSCH, I.F.; QUAGGIO, J.A.; SAKAI, E.; CAMARGO, O.A.; VALADARES, J.M.A. da S. **Caracterização, classificação e manejo agrícola de solos orgânicos do vale do Rio Ribeira de Iguape, SP.** Campinas: Instituto Agronômico, 1990. 58p. (Boletim técnico, 131).
- LOPES, A.S. Química dos solos orgânicos. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE SOLOS

- ORGÂNICOS, Curitiba, 1984. **Anais**. Curitiba: MA / Provárzeas Nacional, Embrater, Seag - Paraná e Acarpa / Emater - Paraná, 1984. p.63-70.
- LUCAS, R.E. **Organic Soils (Histossols) Formation, distribution, physical and chemical properties and management for crop production**.
- LYNN, W.C.; MC KINZIE, W.E.; GROSSMAN, R.B. Field laboratory tests for characterization of histosols. In: AANDAHL, A.R.; BUOL, S.W.; HILL, D.E.; BAILEY, H.H. (eds.). **Histossols their characteristics, classification, and use**. Madison: Soil Science Society of America, 1974. p.11-20.
- MA/PROVÁRZEAS NACIONAL; EMBRATER; SEAG-PR; ACARPA/EMATER-PR. Simpósio Nacional de Solos Orgânicos, Curitiba, 1984. **Anais**. 113p.
- MC KINZIE, W.E. Criteria used in Soil Taxonomy to classify organic soils. In: AANDAHL, A.R.; BUOL, S.W.; HILL, D.E.; BAILEY, H.H. (eds.). **Histossols their characteristics, classification, and use**. Madison: Soil Science Society of America, 1974. p.1-10.
- MELLO, F. de A.F.; SOBRINHO, M. de O.C. do BRASIL; ARZOLLA, S.; SILVEIRA, R.I.; COBRA NETTO, A.; KIEHL, J. de C. **Fertilidade do solo**. São Paulo: Nobel, 1985. 400p. 3ª edição.
- MILLAR, C.E.; TURK, L.M.; FOTH, H.D. **Fundamentals of soil science**. Nova Iorque: John Wiley & Sons, Inc., 1951. 491p. 4ª edição.
- MUNSELL COLOR COMPANY, **Munsell Soil Color Charts**. Maryland, USA, 1954
- NELSON, D.W.; SOMMERS, L.E. Total carbon, organic carbon and organic matter. In: PAGE, A.L. et al. (eds.). **Methods of soil analysis**. Madison: American Society of Agronomy, 1982. part.2, p.539-579. 2ª ed.
- NOPH A fazenda de Santa Cruz no tempo dos jesuítas. Rio de Janeiro: **NOPH**, set/out.1984 n.11 p.12, nov.1984 n.12 p.10, dez.1984 n.13 p.8, jan.1985 n.14 p.17, fev.1985 n.15 p.17 (periódico). (Transcrição de "História da Companhia de Jesus no Brasil. Padre Serafim Leite -S.J.)
- NOPH Japoneses em Santa Cruz. Rio de Janeiro: **NOPH**, abril, 1984. n.7 p.5 (periódico). (autor: Sinvaldo do N.Souza)

- OLIVEIRA, J.B. de; JACOMINE, P.K.T.; CAMARGO, M.N. **Classes gerais de solos do Brasil: guia auxiliar para seu reconhecimento**. Jaboticabal: Funep, 1992. 201p. 2ª edição.
- PARENT, L.E.; CARON, J. Physical properties of Organic Soils. In: CARTER, M.E. (ed.). **Soil Sampling and Methods of Analysis**. Canada: Canadian Society of Soil Science, 1993. p.441-458.
- PEIXOTO, R.T.dos G. **Matéria orgânica e dinâmica das cargas elétricas dos solos: processos e consequências**. 1997.
- PESAGRO - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA - DEPARTAMENTO NACIONAL DE METEOROLOGIA ESTAÇÃO AGRÍCOLA KM 47. **Observações meteorológicas**, 1989-1998.
- PETRI, S.; FÚLFARO, V.J. **Geologia do Brasil**. São Paulo: T.A.Queiroz Ed., 1988. 631p.
- QUAGGIO, J.A.; VAN RAIJ, B. Comparação de métodos rápidos para a determinação da matéria orgânica em solos. **R. bras. Ci. Solo**, v.3, n.3, p.184-187, 1979.
- QUARTEIRÃO 55º Aniversário da colônia agrícola japonesa de Santa Cruz. Rio de Janeiro: **NOPH**, novembro/dezembro, 1993. n.5 p.5 (periódico bimensal). (autor: Kukiko Murami Miyata).
- QUARTEIRÃO A importância do negro na imperial Fazenda Santa Cruz. Rio de Janeiro: **NOPH**, nov./dez., 1995 / jan./fev.1996. n.15 p.3 (periódico). (autor: Sinvaldo do N. Souza)
- QUARTEIRÃO Saga japonesa em Santa Cruz (1938/1998). Rio de Janeiro: **NOPH**, novembro/dezembro, 1998. N.30 p.8-9 (periódico bimensal). (autor: Shoji Tiba)
- REZENDE, J.O. **Consequências da aplicação de vinhaça sobre algumas propriedades físicas de um solo aluvial (estudo de um caso)**. Piracicaba: ESALQ, 1979. (Tese de Doutorado).
- SASTRIQUES, F.O. **La materia organica de los suelos de Cuba**. La Habana, Cuba, Academia de Ciência de Cuba, Instituto de Suelos, 1982. 190p.
- SCHOLLENBERGER, C.J. A rapid approximate method of determining soil organic matter. **Soil Sci.**, Madison, v.24: p.65-68, 1927.

- STEVENSON, F.J. **Humus chemistry**. Nova Iorque: John Wiley & Sons, 1982. 443p.
- TIBAU, A.O. **Matéria orgânica e fertilidade do solo**. São Paulo: Nobel, 1984. 220p. 3ª edição.
- VAN RAIJ, B.; QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, H.; FERREIRA, M.E.; LOPES, A.S.; BATAGLIA, O.C. **Análise química do solo para fins de fertilidade**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. 170p.
- WALKLEY, A.; BLACK, I.A. An examination of the Degtareff method for determining soil organic matter, and proposed modification of the chromic acid, titration method. **Soil Sci.**, Madison, v.37: p. 29-38, 1934.
- ZELAZNY, L.W.; CARLISLIE, V.W. Physical, chemical, elemental, and oxygen-containing functional group analysis of selected Florida Histossols. In: AANDAHL, A.R.; BUOL, S.W.; HILL, D.E.; BAILEY, H.H. (eds.). **Histossols their characteristics, classification, and use**. Madison: Soil Science Society of America, 1974. p.63-78..

**CAPÍTULO II - DIAGNÓSTICO DE PROPRIEDADES EDÁFICAS EM ÁREAS
AGRÍCOLAS E DE FLORESTA COM ELEVADO TEOR DE MATÉRIA ORGÂNICA NO
MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO**

1- INTRODUÇÃO

O elevado teor de matéria orgânica dos Solos Orgânicos confere-lhes características físicas, químicas e biológicas próprias. Algumas delas resultam em efeitos contrastantes com os observados em solos minerais. Como exemplo, os elevados teores de alumínio e baixos valores de pH, características indesejáveis em solos minerais, geralmente têm menor impacto negativo no desenvolvimento das plantas, devido ao elevado poder tampão da matéria orgânica.

Quanto às características físicas, normalmente são observados nos Solos Orgânicos baixos valores de densidade do solo e das partículas, elevadas porosidade e

superfície específica. Propriedades consideradas favoráveis para o desenvolvimento de culturas agrícolas. Acrescenta-se a isto uma elevada taxa de atividade biológica, quando drenados artificialmente.

Apesar de seu potencial e das características edáficas peculiares, a utilização dos Solos Orgânicos para fins agrícolas não tem levado em consideração a fragilidade desses solos, desperdiçando a sua aptidão natural e causando prejuízos ambientais e econômicos.

A drenagem artificial, as práticas de cultivo e o manejo dos Solos Orgânicos, expondo o material orgânico à aeração excessiva tem levado ao processo definido como subsidência, que consiste na perda gradativa de matéria orgânica bruta. O uso de critérios de recomendação de adubação e calagem desenvolvidos para solos minerais tem levado à introdução de íons que não são utilizados pelas culturas, devido às características de tamponamento e adsorção da matéria orgânica. Além de não serem absorvidos pelas culturas, a aplicação de doses elevadas de alguns nutrientes pode aumentar a atividade biológica no solo, acelerando o processo de queima da matéria orgânica e com gasto desnecessário de insumos agrícolas.

Metodologias e critérios diferenciados daqueles adotados para solos minerais devem ser utilizados, para avaliação do potencial produtivo e para elaboração de recomendações de adubações e calagens em solos com elevado teor de matéria orgânica.

Este trabalho teve como objetivo realizar um diagnóstico de propriedades edáficas em áreas agrícolas e de floresta tropical de várzea, com elevado teor de matéria orgânica, no município do Rio de Janeiro (RJ).

2 - REVISÃO DA LITERATURA

2.1- CARACTERIZAÇÃO DE SOLOS ORGÂNICOS

Andriesse (1984) divide os Solos Orgânicos em: a) Solos Orgânicos ombrógenos, identificados como aqueles que estão acima do nível dos rios e são considerados de má qualidade e pobres em nutrientes, pois a única fonte de nutrientes é a própria reciclagem dos Solos Orgânicos; e b) Solos Orgânicos topógenos, identificados como aqueles que podem ainda ser inundados pela água dos rios. Esses Solos Orgânicos são normalmente ricos em nutrientes, pois os recebem seja da água dos rios, ou do material mineral.

A classificação dos Solos Orgânicos em função da riqueza de nutrientes, ainda segundo Andriesse (1984), resulta em três classes de Solos Orgânicos: a) eutróficos, ricos em nutrientes; b) mesotróficos, nível intermediário; e c) oligotróficos, pobres em nutrientes. Segundo Lopes (1984), à medida que aumenta a profundidade no Solo Orgânico, há uma

diminuição do teor de nutrientes, exceto quando o material mineral subjacente é de caráter básico.

Andriess (1984) ressalta que toda vez que um Solo Orgânico é drenado, ocorrem mudanças graduais, tanto na sua parte biológica quanto nas propriedades químicas, físicas e físico-químicas. Desta forma, muitas vezes análises de solos realizadas com pequeno intervalo de tempo podem dar resultados contrastantes, porque o sistema é muito dinâmico. Segundo este autor, os Solos Orgânicos são completamente diferentes dos minerais e os métodos analíticos devem ser distintos entre os tipos de solos.

Segundo Lopes (1984), uma análise química total em Solos Orgânicos engloba tanto os elementos existentes na estrutura orgânica não decomposta como os daquelas em decomposição e humificadas. O autor salienta ainda a importância da análise de solos como ferramenta para avaliação de Solos Orgânicos, e sugere que as amostragens devem ser feitas em diversas camadas (0-20, 20-40 e 40-60 cm pelo menos). Entretanto, admite que a interpretação desses resultados analíticos não é simples, uma vez que não há padronização estabelecida, dependendo da experiência do avaliador com Solos Orgânicos. O mesmo é válido para a análise foliar, que é uma ferramenta útil mas que também depende de calibração.

2.2- MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO E PROPRIEDADES EDÁFICAS

Considerando o conceito de fertilidade do solo que envolve a interação dinâmica de propriedades físicas, químicas e biológicas favoráveis ao desenvolvimento das culturas, a matéria orgânica é o componente de maior importância em solos tropicais intemperizados. A matéria orgânica do solo contribui para o fornecimento de nutrientes às culturas, na

retenção de cátions, na complexação de elementos tóxicos e de micronutrientes, na infiltração e retenção de água, na aeração e para a atividade da biomassa microbiana do solo. A dinâmica de nutrientes e as características químicas e físicas dos Solos Orgânicos são condicionadas pela fração orgânica.

2.2.1- Influência da matéria orgânica do solo nas propriedades físicas

Estrutura e aeração

A maioria dos compostos orgânicos reagem com partículas de argilas minerais, participando na formação e estabilidade de agregados do solo, tornando os solos mais friáveis e mais fáceis de serem trabalhados. O desenvolvimento de estrutura do tipo granular resulta em um aumento da macroporosidade, o que facilita a movimentação de ar e de água na zona radicular e oferece melhores condições para a emergência das plântulas e desenvolvimento das raízes. Além desse efeito, a fração orgânica possui grande capacidade de adsorção de água, aumentando de volume quando úmida e contraindo-se quando seca. Essa mudança de volume é um dos mecanismos de formação de agregados nos solos ricos em matéria orgânica (Mello et al., 1985; Peixoto, 1997).

Paladini e Mielniczuk (1991) constataram que a cobertura vegetal pode alterar o percentual de agregados no solo. Os autores obtiveram boa correlação entre agregados maiores que 2,0 mm e carbono orgânico do solo na profundidade de 0 a 2,5 cm, indicando que compostos orgânicos podem ter atuado na formação e estabilização desses agregados.

A matéria orgânica humificada funciona como agente cimentante, contribuindo para a agregação dos solos. Segundo Kiehl (1985), nos solos arenosos, o húmus é mais eficiente que a argila na formação de agregados estáveis, devido à associação da atividade

dos microorganismos e da fauna do solo e da vegetação, fatores que sempre aparecem associados à presença de matéria orgânica.

Densidade do solo

Por ser pouco densa, em relação aos minerais do solo, e por favorecer a formação de agregados, a matéria orgânica reduz a densidade do solo. (Kiehl, 1985; Mello et al., 1985). De maneira geral, solos com elevados valores de densidade do solo têm maior compactidade (por compactação ou adensamento), menor grau de estruturação e porosidade e, conseqüentemente, maiores restrições para o crescimento das plantas. Segundo Kiehl (1985), solos ricos em matéria orgânica (orgânicos, húmíferos ou turfosos) apresentam densidade do solo variando de 0,6 a 0,8 kg/dm³, bem menos densos do que solos minerais.

Retenção de umidade

Segundo Ceri (1984), a matéria orgânica em Solos Orgânicos pode reter até 20 vezes o seu peso em água. Assim, tanto o húmus como os demais constituintes da matéria orgânica aumentam muito a capacidade de retenção de água dos solos. O húmus atua de duas maneiras: 1) adsorvendo, ele mesmo, grande quantidade de água (4 a 6 vezes o seu próprio peso); e 2) promovendo a agregação das partículas minerais (Kiehl, 1985; Mello et al., 1985).

Cor do solo

A cor de um solo depende, em grande parte, da natureza e da quantidade de matéria orgânica que o mesmo possui, tendendo esta a conferir uma tonalidade mais escura

(Mello et al., 1985). Os materiais orgânicos originais podem ser cinzentos, brunos ou avermelhados, mas, no processo de decomposição, transformam-se em compostos de coloração escura (Cardoso, 1984).

2.2.2- Influência da matéria orgânica do solo nas propriedades químicas

Capacidade de troca de cátions (CTC)

Os cátions por terem carga positiva são atraídos pelas cargas negativas geradas pelos grupos funcionais existentes nas superfícies dos componentes dos solos. Portanto, a capacidade de um solo em adsorver cátions depende da quantidade e qualidade dos minerais e da matéria orgânica existente (Peixoto, 1997). As substâncias húmicas que compõem a matéria orgânica do solo possuem CTC elevada, oriunda das cargas negativas dos grupos carboxílicos e fenólicos que apresentam um átomo de hidrogênio dissociável ligado ao oxigênio (Kiehl, 1985).

No processo de troca de bases o húmus tem muito maior poder sortivo que a argila, variando de 300 a 1700 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, representando um grande percentual da CTC total do solo (Mello et al., 1985). Por outro lado, os colóides inorgânicos como a caulinita apresentam CTC de 3 a 15 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, sendo sua ação iônica vinte a trinta vezes menor do que a do húmus, o que explica porque a matéria orgânica do solo apresenta contribuição significativa na CTC do solo, ainda que esteja em quantidade bem baixa em relação à argila (Tibau, 1984; Kiehl, 1985; Peixoto, 1997). Vários estudos (Pavan et al., 1985; Sposito, 1989a) comprovam o efeito da presença de matéria orgânica no aumento da CTC do solo.

pH e acidez extraível

Grande parte das turfas apresenta elevada acidez, com valores de pH de 3,5 a 4,5, e ao contrário do que ocorre em solos minerais, em Solos Orgânicos o pH está muito mais relacionado ao teor de ácidos orgânicos do que ao alumínio (Andriesse, 1984).

A matéria orgânica é uma fonte de prótons H^+ que tendem a acidificar os solos. Tal acidificação reflete de modo mais acentuado nos valores de acidez extraível que no pH do solo. Principalmente quando há grandes variações no teor de C org., a variação na acidez ativa (pH) é menor e, às vezes, não se observa relação de dependência entre C orgânico e concentração de H^+ da solução do solo (Tibau, 1984).

É comum pressupor que a hidrólise do cátion alumínio seja responsável por grande parte da acidez trocável. Essa afirmativa é adequada para a grande maioria dos horizontes dos solos minerais, onde normalmente a quantidade de hidrogênio trocável, em situações de pH superior a 4,0 é extremamente pequena (Coulter, 1969). Para material orgânico, entretanto, boa parte desta acidez deve-se provavelmente à extração, pela solução salina ($KCl\ 1\ mol\ L^{-1}$), de moléculas orgânicas com radicais carboxílicos. Ainda, em Solos Orgânicos Tiomórficos ocorre a formação de ácido sulfúrico pela oxidação de sais de enxofre, e este é indiferenciadamente titulado como acidez extraível (Lepsch et al., 1990).

Poder tampão

A elevada CTC da fração húmus e a baixa dissociação de íons H^+ dos ácidos orgânicos e fenóis conferem à matéria orgânica do solo uma alta capacidade de tamponamento. Assim sendo, quanto maior o teor de matéria orgânica de um solo, maior será sua resistência à mudança de pH. Isso faz com que as quantidades de calcário necessárias para reduzir a acidez excessiva dos solos aumentem com o teor de matéria orgânica dos

mesmos (Kiehl, 1985; Mello et al., 1985).

Solubilização e disponibilidade de nutrientes

Da transformação da matéria orgânica resultam vários ácidos, minerais e orgânicos, que são agentes da solubilização de minerais do solo, aumentando assim a liberação de nutrientes antes em formas insolúveis. A matéria orgânica também afeta a disponibilidade de nutrientes. Em presença de altos teores de resíduos vegetais a atividade biológica se intensifica e diminui o teor de oxigênio do ar do solo; com isso, elementos como o Fe e Mn que em solos bem arejados ocorrem nas formas oxidadas (Fe^{3+} e Mn^{3+}), não aproveitáveis pelas plantas, poderão ser reduzidos a Fe^{2+} e Mn^{2+} que são formas absorvíveis pelas plantas.

Outro processo pelo qual a matéria orgânica pode assegurar a disponibilidade de nutrientes no solo é pela formação de complexos. Isso ocorre por exemplo com os elementos Fe, P e B. Deve-se ressaltar que devido à sua alta CTC, a matéria orgânica retém em forma trocável todos os cátions essenciais (e também os não essenciais) às plantas, evitando ou reduzindo muito as perdas por lixiviação na água gravitacional dos elementos liberados dos minerais do solo, ou da matéria orgânica em decomposição (Kiehl, 1985; Mello et al., 1985). Desta forma, a manutenção ou aumento dos teores de matéria orgânica é fundamental na retenção de nutrientes e diminuição da sua lixiviação.

Por outro lado, a matéria orgânica é a grande reserva de alguns nutrientes no solo. Não há outra maneira de se armazenar nitrogênio no solo a não ser na forma orgânica. As formas minerais amoniacal (NH_4^+) e nítrica (NO_3^-) estão sujeitas a perdas por volatilização ou lixiviação, se não forem logo absorvidas pelos vegetais (Kiehl, 1985). Quanto ao fósforo,

a matéria orgânica funciona também como uma importante reserva, contendo geralmente de 15 a 80 % do fósforo total encontrado no solo (Almeida, 1979; Kiehl, 1985). Com relação ao enxofre, 50 a 70 % do total encontrado nos solos está na forma orgânica (Kiehl, 1985).

Além disso, se na definição de matéria orgânica do solo forem considerados os microorganismos vivos, uma grande quantidade de elementos como cálcio e potássio encontram-se imobilizados, formando suas estruturas corpóreas.

2.3- MATÉRIA ORGÂNICA E ORGANISMOS DO SOLO

A importância biológica e bioquímica da matéria orgânica do solo é evidenciada pelo fato de que ela influi no crescimento e no desenvolvimento de microorganismos e da fauna do solo, agentes responsáveis pela ciclagem dos nutrientes das plantas, dando-lhes um meio físico e químico mais favorável e provendo-as com fonte de energia e de elementos essenciais (Mello et al., 1985). O estudo da matéria orgânica envolve o conhecimento da parte biológica, com suas múltiplas divisões em micro, meso e macrofauna, e da fração húmica, sede de processos da mais alta significação pedológica (Tibau, 1984).

A biota do solo inclui milhares de espécies, representando todos os cinco reinos bióticos. Morfologicamente, a fauna do solo consiste de um grupo diverso de organismos que variam de tamanho, a partir de poucos micrômetros (protozoa) até vários centímetros ou mais (minhocas e diversas espécies de diplopodas próprias das florestas tropicais). Assim, a fauna é classificada tradicionalmente, com base nas dimensões corporais em microfauna, mesofauna e macrofauna. Mais recentemente, considerando-se aspectos fisiológicos tais como o regime alimentar, também pode ser classificada em saprófagos, fitófagos e predadores. O tamanho da fauna e seu modo de vida, especialmente sua mobilidade e sua

estratégia de alimentação determinam como os processos do solo são influenciados por esses organismos (Pinheiro, 1996). A quantificação da fauna do solo em abundância, diversidade ou atividade pode servir de indicador da qualidade do próprio solo (Linden et al., 1994) (Tabela 14).

Tabela 14: Efeitos da atividade da fauna do solo em função do tamanho corporal¹.

	CICLO DE NUTRIENTES	ESTRUTURA DO SOLO
Microflora	Cataboliza a M.O. Mineraliza e imobiliza os nutrientes	Produce compostos orgânicos que formam agregados Hifas envolvem partículas favorecendo agregação
Microfauna	Regula populações de bactérias e fungos Altera as taxas de “turnover”	Podem afetar a estrutura de agregados
Mesofauna	Regula as populações de fungos e microfauna Altera as taxas de “turnover” Fragmenta os resíduos de plantas	Produce “pelets” fecal Cria bioporos Promove a humificação
Macrofauna	Fragmenta os resíduos de plantas Estimula a atividade microbiana	Mistura partículas orgânicas e minerais Redistribui a M.O. e microorganismos Promove a humificação Produce “pelets”fecais

¹ Hendrix et al., 1990

Dentre os organismos do solo que dependem da constante adição de material orgânico, destacam-se as minhocas. As minhocas se alimentam pela ingestão de materiais de solo, retirando diretamente da matéria orgânica os nutrientes essenciais. O seu tubo digestivo é um verdadeiro laboratório bioquímico, promovendo a assimilação dos compostos minerais, tais como: fósforo, potássio e micronutrientes, inclusive o molibdênio. Dentro do seu tubo digestivo os compostos nitrogenados orgânicos são transformados em nitratos e ainda dispõe de glândulas calcíferas que concentram o cálcio que por ele transita. Por fim, as minhocas dejetam húmus perfeitamente elaborado, riquíssimo em nutrientes e com teor

médio de 13% de matéria orgânica. Há ainda a realçar a função das minhocas de homogeneizar as diversas camadas de terra e na formação de agregados com elevada estabilidade (Tibau, 1984).

Dentre os diversos grupos de microorganismos, as bactérias destacam-se como grupo mais numeroso, seguidas dos actinomicetos. No entanto, quando se determina a biomassa dos diferentes grupos, geralmente os fungos superam as bactérias e actinomicetos, por apresentarem estruturas de tamanhos significativamente maiores (Cardoso, 1992).

A totalidade dos fungos e a grande maioria das bactérias, protozoários e outros componentes da fauna do solo são quimiorganotróficos (heterotróficos), necessitando de compostos orgânicos como fonte de energia e de carbono celular (Cardoso, 1992). Nesse grupo enquadram-se todos os microorganismos decompositores, responsáveis pela mineralização da matéria orgânica e pela ciclagem de nutrientes vegetais.

Catelan e Vidor (1990) estudando o efeito de algumas culturas e o aporte de matéria orgânica sobre a população microbiana de um Podzólico Vermelho-Escuro, observaram que os sistemas com maior produção vegetal e grande acúmulo de resíduos na superfície do solo apresentaram as maiores populações bacterianas na camada de 0 a 5cm. Já as populações fúngicas e de actinomicetos não foram grandemente afetadas.

2.4- MANEJO DE SOLOS RICOS EM MATÉRIA ORGÂNICA

O manejo de Solos Orgânicos é bastante complexo. A partir do momento em que a drenagem permite a entrada de oxigênio no sistema eles começam a mudar suas características físicas, químicas e biológicas.

2.4.1- Subsidiência

Com a drenagem artificial dos Solos Orgânicos para o cultivo agrícola, ocorre rápida oxidação da matéria orgânica com diminuição de volume e gradativo aumento da densidade do solo e das partículas, modificando suas características originais, no processo definido como subsidiência.

A velocidade de subsidiência depende da natureza do material orgânico, da sua capacidade de adsorção de água e da proporção de material mineral no solo (Conceição, 1989). O potencial de drenagem contínua é ligado ao conteúdo de solo mineral e à taxa de oxidação do material orgânico. Este depende diretamente da intensidade de drenagem, quanto maior for a profundidade dos drenos maior a subsidiência, com rápida perda de nível. A subsidiência é muito mais rápida nos primeiros anos e depois tende a haver um equilíbrio, diminuindo a sua velocidade (Andriesse, 1984).

Para o manejo adequado de Solos Orgânicos, devido ao fenômeno da subsidiência, é necessário estudar um perfil de solo muito mais profundo, porque pode-se perder um metro de espessura com rapidez (Cardoso, 1984). Além disto, Andriesse (1984) chama atenção para o problema da desidratação irreversível e formação de compostos hidrofóbicos. Dependendo da profundidade de drenagem, os raios solares podem secar tanto o material, formando grumos de turfa, que ele não terá condição de se rehidratar, suprimindo as valiosas características físicas e hídricas dos solos ricos em matéria orgânica, com redução de seu potencial de uso agrícola.

Segundo Andriesse (1984), é fundamental o conhecimento do subsolo e o nível em que o lençol freático se encontra para não se incorrer nos erros de manejo freqüentemente observados.

2.4.2- Preparo do solo e práticas culturais

Solos Orgânicos estão em equilíbrio relativamente frágil com seu ambiente, e qualquer alteração neste, como o rebaixamento do nível de água, produz mudanças que afetam significativamente suas características morfológicas, físicas e químicas e, conseqüentemente, seu comportamento diante do uso agrícola (Kampf & Schneider, 1989).

A aeração abundante favorece a ação de muitos microorganismos, entre os quais aqueles que oxidam a matéria orgânica. Já a aeração deficiente prejudica a sua decomposição. Assim, todas as práticas agrícolas que concorrem para aumentar o teor de oxigênio no solo (aração, gradagem, etc.) têm o efeito de acelerar a decomposição da matéria orgânica e até mesmo de reduzir o teor de húmus (Mello et al., 1985).

Sob vegetação natural, o conteúdo de matéria orgânica do solo estabiliza-se em função das taxas de adição e de transformação; o uso agrícola altera este equilíbrio. A utilização de métodos de preparo com intenso revolvimento do solo e sistemas de produção com baixa adição de resíduos vegetais promove a redução acentuada nos conteúdos de matéria orgânica do solo. A alteração nas taxas de adição e de perdas de matéria orgânica resulta numa variação nos seus conteúdos que após um longo tempo de manejo constante tende a um novo equilíbrio (conteúdo estável). As taxas de transformação de matéria orgânica são afetadas principalmente pelas práticas de aração e gradagem do solo, devido à influência que estas exercem sobre a temperatura, umidade e aeração do solo, ruptura de agregados, grau de fracionamento e incorporação dos resíduos culturais e cobertura do solo (Bayer & Mielniczuk, 1997a).

A perturbação antrópica de um sistema estável (solo + cobertura vegetal) normalmente impõe perdas de carbono orgânico maiores do que ganhos. Este balanço resulta

na redução do teor de matéria orgânica ao longo do tempo e na degradação da qualidade do solo, quanto ao desempenho de suas funções de manter a produtividade biológica e a qualidade ambiental.

À medida que a matéria orgânica vai sendo decomposta, aumenta a compacidade do solo, com maior retenção de água e menor permeabilidade ao ar e à água, favorecendo a acumulação de compostos tóxicos orgânicos. Então, para permitir uma melhor oxigenação destes solos e também a eliminação de compostos tóxicos, torna-se necessário modificar os métodos de preparo do solo.

A queimada de resíduos vegetais, outra prática largamente adotada, interfere no teor de matéria orgânica do solo e na biota, fazendo com que decresça a sua atividade metabólica (Cardoso, 1992).

2.4.3- Adubação e calagem

A acidez potencial e a determinação dos níveis de fertilidade do solo são aspectos importante no uso agrícola dos Solos Orgânicos. Alguns estudos têm sido feitos para conhecer os problemas no manejo de tais solos, principalmente os resultantes da subsidência após a drenagem e a necessidade de doses altas de calcário (Lepsch et al., 1990).

Os métodos para recomendações de calagem e adubações foram desenvolvidos para solos minerais e devem ser modificados para atender às características próprias dos Solos Orgânicos e atenuar a sua degradação. O elevado conteúdo de matéria orgânica presente nestes solos lhes confere uma CTC muito alta e grande poder tampão, sendo necessário doses muito altas de calcário para corrigir a acidez e elevar o pH do solo, em

relação às recomendadas para solos minerais.

Ao serem adicionadas grandes doses de calcário para a correção da acidez em Solos Orgânicos ocorre um aumento da atividade microbiana e, conseqüentemente, da taxa de decomposição e mineralização da matéria orgânica, bem como do seu grau de subsidência (Andriessse, 1984; Lopes 1984)

Normalmente não há necessidade de fazer a calagem do Solo Orgânico de forma a alcançar os níveis de pH considerados ideais para os solos minerais. Uma das razões é a facilidade e possibilidade que o alumínio tem de ser complexado com os radicais carboxílicos e fenólicos da matéria orgânica, resultando na remoção do alumínio trivalente da solução do solo, mesmo diante de baixos valores de pH (Lopes, 1984).

Lepsch et al. (1990) citam a baixa disponibilidade de alguns micronutrientes, sobretudo zinco, cobre, manganês e ferro, após a calagem de Solos Orgânicos. Segundo Andriessse (1984), com a drenagem dos solos ricos em matéria orgânica, no processo da transformação dos polímeros orgânicos de cadeias longas em moléculas orgânicas de cadeias curtas, compostos mais simples, ocorre a quelação de micronutrientes que são então translocados ou perdidos do perfil do solo.

Os principais estudos sobre o manejo de adubos fosfatados em solos brasileiros, normalmente se referem aos problemas de fixação de P por óxidos de Fe e Al presentes nos solos intemperizados, como algumas classes de Latossolos. Nos Solos Orgânicos, existem dados de outros países que mostram, num estágio inicial de uso agrícola, lixiviação de P, com doses de apenas 300 quilos de superfosfato simples (Lopes, 1984).

Para o monitoramento da qualidade dos solos orgânicos, de forma que possam ser sugeridas modificações nos sistemas de manejo usados pelos agricultores e evitar a

degradação dos mesmos, é necessário definir atributos de solo e do ambiente sensíveis ao manejo e de fácil determinação.

3 - CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA

As terras agrícolas selecionadas para o estudo, situadas no município do Rio de Janeiro, vêm sendo cultivadas com mandioca (*Manihot esculenta*), com aplicação de adubação e calagem, drenagem e plantio em camalhões. Como uso mais recente, na mesma propriedade, foi introduzida a cultura do coco (*Cocos nucifera*), que vem se expandindo na região. A área de floresta tropical de várzea, situada próxima às áreas de agricultura, encontra-se em estágio secundário de sucessão.

ÁREA DE PLANTIO DE COCO

A área cultivada com coco, ocupa uma quadra de 2,7 ha, com 542 plantas. Anteriormente esta área era utilizada em rotação de culturas com mandioca e batata doce. Tais culturas vinham recebendo doses continuadas de calagem e adubação mineral.

As mudas de coco foram plantadas em 21 de novembro de 1992, recebendo aproximadamente 200g de termofosfato por cova como adubação inicial. Nos primeiros anos após plantio, foi mantido consórcio de culturas coco e aipim. As primeiras flores da cultura de coco surgiram com mais ou menos 4 anos após plantio

A primeira adubação após o plantio foi realizada em 08 de março de 1997 (quase 5 anos mais tarde). A partir desta, a área recebeu calagens e adubações N:P:K com intervalos aproximados de três meses; aplicados na projeção da copa, na base de 1 kg de calcário ou formulado por planta. A partir de agosto de 1997, a cultura recebeu aplicações continuadas de agrotóxicos, com frequência aproximada de dois meses, para controle de pragas. O controle de ervas invasoras vem sendo realizado na coroa com auxílio de herbicida, três vezes ao ano. Em novembro de 1998 foi instalado o sistema de microaspersão para irrigação da área.

A produtividade aproximada é de cerca de 30 frutos por planta por ano (6.000 frutos/ha). Na área existem plantas que não estão em produção, o que reduz muito a média. O agricultor considera como principais problemas na área a falta de adubação inicial e deficiência de água.

Área de plantio de mandioca

O cultivo de mandioca ocupa uma área de aproximadamente 2 hectares, que foi utilizada anteriormente para cultivo de batata doce, em sistema de rotação de culturas. Após cada ciclo de cultura, para o preparo do solo, a terra é arada e gradeada, incorporando calcáreo dolomítico, na base de duas toneladas por hectare. O plantio é feito em canteiros altos (camalhões) de aproximadamente 30 cm, que são preparados com trator. Após quinze

dias em repouso do solo, as manivas de mandioca são plantadas e é aplicado herbicida para controle de ervas invasoras. Foi distribuído material orgânico proveniente da fermentação da cevada, resíduo da indústria de cerveja, na área que não recebia continuamente adubação mineral ou orgânica.

A produtividade agrícola no ano de avaliação das propriedades edáficas foi em torno de 7500 kg de raízes de mandioca por hectare. Segundo observação do próprio agricultor "esse ano deu aipim fino em toda a região". Em anos de boa colheita foram colhidos 15.000 kg/ha.

4 - MATERIAL E MÉTODOS

4.1 - CARACTERIZAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS E QUÍMICAS DAS TERRAS

Para a avaliação do nível de fertilidade das terras, decorrente das diferentes formas de uso - cultivos de coco e mandioca e cobertura florestal - e variações sazonais, foram realizadas análises químicas e físicas dos solos, em duas épocas do ano, verão e inverno. As diferentes áreas foram divididas em 5 setores, considerados repetições de campo, nos quais foram feitas amostragens de solo. A coleta das amostras na área de plantio de coco, foi realizada fora da projeção das copas e na área de plantio de mandioca, entre os camalhões, visando evitar efeitos de adubações recentes.

Com relação às propriedades físicas, para avaliação da distribuição dos agregados estáveis em água foram coletadas 3 amostras simples, na profundidade de 0-5 cm, formando uma amostra composta por setor. Para determinação da densidade do solo foram utilizadas 3 amostras indeformadas por setor, coletadas em anel de Köpek, de volume igual a

50cm³, na profundidade de 0 a 5 cm (EMBRAPA, 1997).

Para a avaliação das propriedades químicas, foram coletadas 10 amostras simples por setor formando uma amostra composta, nas profundidades de 0-5; 5-10; 10-20 e 20-40 cm. As amostras de terra foram secadas ao ar, destorroadas e passadas em peneira de 2,0 mm de abertura de malha, para obtenção de terra fina seca ao ar (TFSA). Nestas amostras compostas foram quantificados os teores de potássio, fósforo assimilável, carbono orgânico, cálcio, magnésio, sódio, acidez trocável, alumínio extraível, pH em água, KCl e CaCl₂. Foram ainda determinados a saturação por bases, o valor S e o valor T do solo e as saturações por alumínio e sódio (EMBRAPA, 1997).

4.2 – MÉTODOS ANALÍTICOS

As amostras de terra foram caracterizadas quanto às propriedades físicas e químicas segundo a metodologia recomendada no Manual de Métodos de Análises de Solos (EMBRAPA, 1997), cujos métodos analíticos estão resumidos a seguir:

4.2.1 – Análises físicas

Densidade do solo (Ds)

Determinada pelo método do anel volumétrico de Kopecky, expressa em kg dm⁻³.

Estabilidade dos agregados (DMP)

Determinada pelo método por via úmida. Representa a quantidade e distribuição do tamanho dos agregados que são estáveis em água. Expressa através do diâmetro médio ponderado dos agregados (DMP), em mm.

4.2.2 – Análises químicas

pH em água, KCl 1mol L⁻¹ e CaCl₂ 0,01 mol L⁻¹ (imediato e após 4 semanas).

Determinado potenciométricamente na suspensão solo-líquido de 1:2,5, com tempo de contato não inferior a uma hora . Foi realizado imediatamente após a coleta das amostras, com umidade de campo, e em TFSA, quatro semanas após a data de coleta.

Cálcio e Magnésio trocáveis

Extraídos com solução de KCl 1mol L⁻¹ na proporção de 1:10, por complexometria. O teor de Ca + Mg foi determinado em presença de coquetel tampão pH 10 e titulado com EDTA 0,0125 mol L⁻¹. O teor de Ca⁺² foi determinado em presença de KOH 10%, e titulado com EDTA 0,0125 mol L⁻¹. O Mg⁺² foi obtido por diferença.

Potássio e Sódio trocáveis

Foram extraídos com solução de HCl 0,05 mol L⁻¹ e H₂SO₄ 0,0125 mol L⁻¹ na proporção solo-solução 1:10 e determinados por fotometria de chama.

Alumínio trocável

Foi extraído com solução de KCl 1mol L⁻¹ na proporção de 1:10 e determinado pela titulação do íon H⁺ com NaOH 0,025 mol L⁻¹.

Acidez extraível (H⁺ + Al⁺³)

Extraída com solução de acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹, ajustada a pH 7,0 na proporção de 1:15 e determinada por titulação com NaOH 0,025 mol L⁻¹.

Hidrogênio extraível (H⁺)

Foi obtido pela diferença entre a acidez extraível e o alumínio trocável.

Fósforo assimilável

Foi extraído com solução de HCl 0,05 mol L⁻¹ e H₂SO₄ 0,0125 mol L⁻¹ e

determinado por colorimetria, após a redução do complexo fosfomolibdídico com ácido ascórbico em presença de sal de bismuto.

Valor S

Foi calculado pela soma dos teores de cálcio, magnésio, potássio e sódio trocáveis.

Valor T

Calculado pela soma do valor S com a acidez extraível ($H^+ + Al^{+3}$).

Valor V

Calculado pela fórmula $V\% = 100 S/T$

Porcentagem de saturação por alumínio (% Al)

Foi calculada pela expressão: $100 \times Al^{+3} / \text{Valor S} + Al^{+3}$

Porcentagem de saturação por sódio (% Na)

Calculada pela fórmula $100 \times Na/T$

Carbono orgânico (C org.)

Foi determinado pela oxidação da matéria orgânica pelo dicromato de potássio $0,2 \text{ mol L}^{-1}$ em meio sulfúrico e titulação pelo sulfato ferroso amoniacal $0,05 \text{ mol L}^{-1}$.

4.3 - ANÁLISE FOLIAR

Para a avaliação do estado nutricional das plantas, foram realizadas análises foliares nas áreas de cultivo de coco e mandioca no mês de julho de 1997. Para a cultura do coco, foram amostradas 15 plantas, das quais foram coletados três folíolos de cada lado da parte central da folha nº 14. Dos folíolos, somente os dez centímetros centrais foram aproveitados, sendo retirada a nervura central e os bordos do limbo (Ferreira et al., 1998).

Para a cultura da mandioca, foram amostradas 20 plantas, das quais foram retiradas doze folhas do terço médio (3 folhas de cada lado acompanhando os 4 pontos cardeais), conforme recomendação do professor Eduardo Lima (informação pessoal).

Após secagem em estufa e moagem, as amostras foram enviadas para o laboratório de Fertilidade da Estação de Pesquisa Dr. Leonel Miranda, UFRRJ, em Campos dos Goytacazes. Foram determinados os teores dos elementos N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn e Mn, segundo metodologia de Tedesco et al. (1995).

5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 - PROPRIEDADES FÍSICAS

Os resultados de análises físicas dos solos (Ds e DMP), realizados na profundidade de 0 a 5 centímetros, mostraram pouca variação entre áreas e épocas do ano (Tabela 15).

A densidade dos solos variou de $0,72 \text{ kg dm}^{-3}$ (área de floresta secundária, 2ª coleta) a $0,85 \text{ kg dm}^{-3}$ (área de cultivo de coco, 2ª coleta). Estes resultados são concordantes com aqueles da caracterização dos perfis na camada superficial, inferiores aos normalmente observados em solos minerais. Não ocorreram diferenças significativas entre coberturas vegetais e entre épocas do ano, mostrando que os elevados teores de matéria orgânica encontrados condicionam esta característica do solo.

Tabela 15: Propriedades físicas¹ dos solos estudados.

Área	Ds		DMP	
	kg dm ⁻³		mm	
	1 ^a coleta	2 ^a coleta	1 ^a coleta	2 ^a coleta
Coco	0,83 A a	0,85 A a	4,66 A a	4,63 AB a
Mandioca	0,78 A a	0,76 A a	4,70 A a	4,21 B b
Floresta secundária	0,73 A a	0,72 A a	4,86 A a	4,86 A a

¹ Entre áreas, médias seguidas por letras maiúsculas iguais e entre épocas, médias seguidas de letras minúsculas iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Quanto aos valores de diâmetro médio ponderado dos agregados, ocorreram variações de 4,21 mm (área sob cultivo de mandioca, 2^a coleta) a 4,86 mm (área de floresta secundária, 1^a e 2^a coletas). Não houveram variações significativas entre as áreas de cultivo de coco e floresta secundária e para as mesmas áreas entre épocas de avaliação. A única variação significativa encontrada entre épocas foi observada na área cultivada com mandioca, que apresentou diminuição (de 4,70 para 4,21mm) no diâmetro médio ponderado, da primeira para a segunda coleta.

Diferindo de solos minerais onde as propriedades físicas refletem o manejo adotado, e portanto podem ser utilizadas como indicadores de qualidade do solo, para Solos Orgânicos o elevado teor de matéria orgânica tampona as variações nestas propriedades e não deve ser recomendado como índice para avaliação de manejo. Este fato pôde ser constatado pela pouca variação nas propriedades físicas observadas entre áreas e épocas de avaliação.

Nuerberg (1983, apud Souza, 1993), estudando a influência da adição de material orgânico sobre as propriedades físicas dos solos, não observou resposta à incorporação de

material orgânico ao solo, nos valores de porcentagem de agregados estáveis em água. O autor atribuiu esse resultado às boas características físicas do solo trabalhado, devido ao seu elevado teor de matéria orgânica estável e em decomposição.

5.2 - PROPRIEDADES QUÍMICAS

Os resultados de análises químicas das áreas estudadas foram comparados com os critérios adotados para interpretação de análises químicas do Manual de Adubação do Estado do Rio de Janeiro (Almeida et al., 1988).

5.2.1 - pH em água, KCl e CaCl₂

Assim como para os resultados de avaliação do pH nas amostras do perfil, em geral, os valores encontrados de pH em água foram os mais elevados, seguidos pelos valores em CaCl₂ e KCl (Tabela 16).

Quanto à época, em geral não ocorreram variações significativas de valores de pH, para as áreas de cultivo de mandioca e floresta secundária. Na área sob plantio de coco, os valores de pH decresceram com variação significativa da 1^a para a 2^a época de avaliação (exceções para pH em água, 5 a 10 cm; pH KCl, 20 a 40 cm). Nesta área, apesar de terem ocorrido variações significativas, a amplitude de variação foi pequena. Esta variação pode ter ocorrido devido à adição de fertilizantes minerais entre as duas coletas, associada à dinâmica de mineralização da matéria orgânica em função do rebaixamento do lençol freático por ocasião da época seca.

Tabela 16: Valores¹ de pH em água, KCl e CaCl₂, nas duas épocas de avaliação.

Prof.	Valores de pH					
	água		KCl		CaCl ₂	
cm	1 ^a coleta	2 ^a coleta	1 ^a coleta	2 ^a coleta	1 ^a coleta	2 ^a coleta
Área de Plantio de Coco						
0-5	5,56 A a	5,10 B a	4,58 A a	4,16 B a	4,96 A a	4,50 B a
5-10	5,52 A a	5,30 A a	4,58 A a	4,26 B a	4,98 A a	4,48 B a
10-20	5,60 A a	5,22 B a	4,46 A a	4,24 B a	4,90 A a	4,54 B a
20-40	4,82 A b	4,30 B b	3,94 A b	3,78 A b	4,40 A b	3,92 B b
Área de Plantio de Mandioca						
0-5	4,74 A a	4,68 A a	3,94 A a	3,92 A a	4,36 A a	4,26 A a
5-10	4,60 A a	4,36 A ab	3,74 A a	3,66 A b	4,24 A a	4,00 B a
10-20	4,00 A b	4,08 A b	3,52 A b	3,50 A b	3,70 A b	3,72 A b
20-40	3,38 A c	3,60 A c	3,04 B c	3,22 A c	3,42 A c	3,28 A c
Área de Floresta Secundária						
0-5	4,70 A a	4,88 A a	3,80 A a	3,96 A a	4,30 A a	4,08 B a
5-10	4,56 A a	4,76 A a	3,44 B b	3,84 A ab	3,92 A b	3,96 A a
10-20	4,60 A a	4,62 A a	3,60 A ab	3,74 A b	3,88 A b	3,86 A a
20-40	4,44 A a	4,54 A a	3,58 A b	3,74 A b	4,00 A b	3,90 A a

¹Entre épocas, médias seguidas por letras maiúsculas iguais e entre profundidades, médias seguidas de letras minúsculas iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Em profundidade, ocorreram reduções significativas dos valores de pH, principalmente nas áreas de cultivo de coco e mandioca nas duas coletas e para os diversos meios extratores (Tabela 16). A área cultivada com coco apresenta variações significativas nos valores de pH obtidos dos primeiros 20 centímetros para a camada subsequente. A grande diferença desta área para a cultivada com mandioca é que a segunda, apresenta variações significativas nos valores de pH já a partir dos 10 centímetros de profundidade. Na área de plantio de mandioca, as amostras foram coletadas no espaço entre os camalhões, expressando menos o efeito das calagens realizadas, e mais os efeitos da natureza do material orgânico e do tiomorfismo em profundidade. Nestas áreas sob manejo agrícola, os valores mais altos de pH em superfície expressam a utilização de calagem como prática

agrícola somente até 20 cm.

Ainda que as áreas agrícolas venham recebendo frequentes calagens, os valores de pH mantêm-se em níveis moderadamente a fortemente ácidos (pH 6,5-4,4) na área de plantio de coco e fortemente a extremamente ácidos (pH<5,4) na área de plantio de mandioca, segundo os parâmetros adotados pelo Manual de Adubação para o Estado do Rio de Janeiro (Lopes et al., 1988). Esses resultados mostram que os reduzidos valores de pH em ORGANOSSOLOS TIOMÓRFICOS, por influência do elevado teor de matéria orgânica e do tiomorfismo, mesmo com realização frequente de calagens, são pouco alterados devido ao poder tamponante da matéria orgânica. Mesmo nos horizontes superficiais onde é maior a influência da calagem, os valores de pH não alcançaram valores considerados desejáveis para solos minerais.

Na área de floresta secundária também há tendência a ocorrer redução nos valores de pH em profundidade (Tabela 16). Entretanto, não se observa diferença significativa, para todos os extratores. Os valores de pH mais elevados em superfície são devidos à ciclagem de nutrientes do próprio sistema florestal, elevando o teor de bases. Nesta área os valores de pH mantêm-se fortemente ácidos (pH 4,4-5,3).

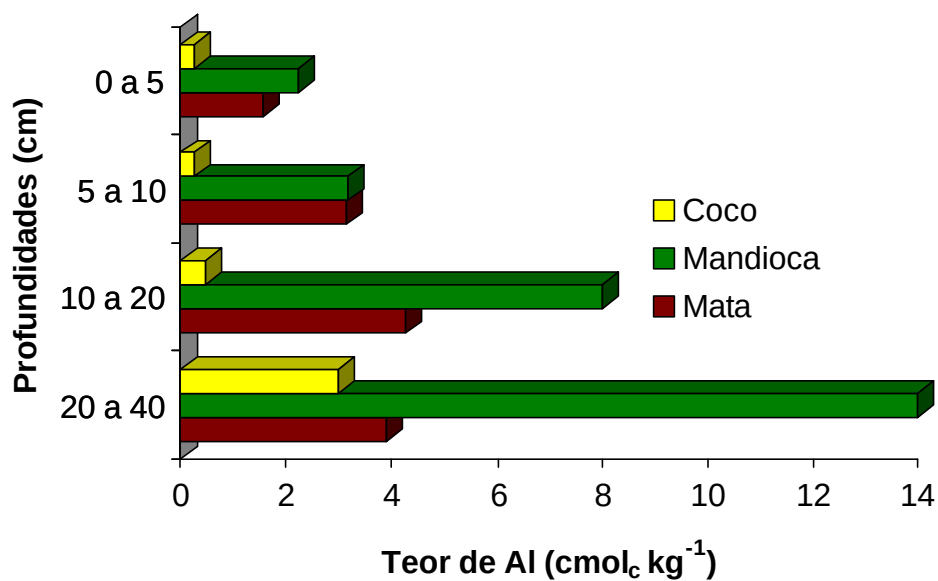
Entre áreas, ocorreram variações significativas nos valores de pH (Anexo). A área cultivada com coco apresenta valores mais elevados de pH diferindo significativamente das demais áreas avaliadas nas duas coletas (exceto para área de floresta secundária, 0 a 5 e 20 a 40 cm prof. na 2ª coleta). Há tendência para que a área sob cobertura de floresta secundária apresente valores de pH intermediários e a área de cultivo de mandioca valores inferiores.

5.2.2 - Alumínio

Os teores de alumínio para as duas coletas estão representados na figura 28. Em todas as áreas, os teores de alumínio aumentam em profundidade. De acordo com os critérios do Manual de Adubação para o Estado do Rio de Janeiro (Almeida et al., 1988), com exceção da camada de 0 a 10 cm na área de plantio de coco, 1ª coleta, todas as áreas apresentam teores de alumínio altos ($Al > 0,3 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$). Na área de plantio de mandioca, na camada de 20 a 40 cm de profundidade, os teores de alumínio alcançam valores de $14,0 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ (1ª coleta) e $11,9 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ (2ª coleta), muito elevados para o padrão de solos minerais.

Os elevados teores de alumínio encontrados em solos orgânicos, principalmente em camadas tiomórficas, devem-se ao fato da solução extratora (KCl) retirar também ácidos orgânicos, indiferenciadamente do alumínio extraível. Assim, parte dos valores obtidos não expressam alumínio e outra parte pode não ser tóxica, devido à complexação à matéria orgânica.

1ª coleta



2ª coleta

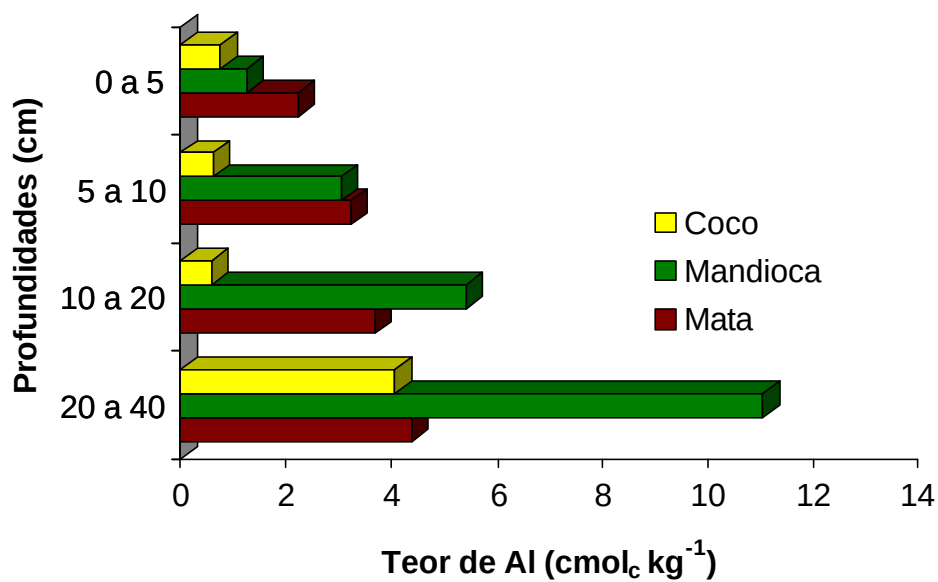


Figura 28: Variação dos teores de alumínio em profundidade nas áreas em estudo, 1ª e 2ª coletas.

5.2.3 - Macronutrientes e sódio

Os resultados de avaliação dos teores de cálcio e magnésio, potássio e fósforo, que representam os elementos mais comumente adicionados ao solo via fertilizantes e calagem nas áreas de cultivo agrícola, estão apresentados na tabela 17.

Tabela 17: Resultados¹ de Ca+Mg, K e P, nas duas épocas de avaliação.

Prof. cm	Ca+Mg cmolc kg ⁻¹		K mg kg ⁻¹		P	
	1 ^a coleta	2 ^a coleta	1 ^a coleta	2 ^a coleta	1 ^a coleta	2 ^a coleta
Área de Plantio de Coco						
0-5	20,6 A a	19,0 A a	696 A a	331 B a	83 A a	52B a
5-10	20,6 A a	18,5 A a	123 B b	189 A b	77 A a	46 B a
10-20	19,9 A a	19,3 A a	70 A bc	80 A c	79 A a	51 B a
20-40	14,3 A b	11,7 B b	41 A c	33 A c	60 A b	20 B b
Área de Plantio de Mandioca						
0-5	16,6 A a	18,2 A a	95 A a	148 A a	36 A a	35 A a
5-10	14,1 A a	13,8 A b	61 A a	69 A b	33 A a	28 A a
10-20	7,7 A b	9,7 A c	65 A a	32 A b	15 A b	25 A a
20-40	5,3 A b	7,6 A c	74 A a	47 A b	6 A b	7 A b
Área de Floresta Secundária						
0-5	9,3 A a	9,1 A a	528 A a	181 B a	16 A a	12 A a
5-10	6,3 A ab	6,2 A ab	257 A b	131 B ab	8 A a	9 A a
10-20	5,2 A b	5,4 A b	106 A c	85 A bc	4 A a	5 A a
20-40	6,8 A ab	5,1 A b	57 A c	47 A c	4 A a	4 A a

¹ Entre épocas, médias seguidas por letras maiúsculas iguais e entre profundidades, médias seguidas de letras minúsculas iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Cálcio e Magnésio

A soma dos teores dos elementos cálcio e magnésio variou de 5,1 cmolc kg⁻¹ (área de floresta secundária, 20 a 40 cm, 2^a coleta) a 20,6 cmolc kg⁻¹, na área de plantio de coco, de 0 a 10 cm de profundidade.

Entre épocas não ocorreram variações significativas nos teores de Ca e Mg para

as três coberturas vegetais avaliadas (exceção para área de coco 20 a 40 cm).

Em profundidade, há redução dos teores de Ca e Mg, acompanhando o aumento dos teores de alumínio e redução do pH. Na área de plantio de coco ocorre variação significativa nos valores de Ca e Mg somente aos 20 cm de profundidade enquanto para a área de plantio de mandioca esta variação ocorre aos 10 cm (1ª coleta) e 5 cm (2ª coleta). Os teores muito elevados de Ca e Mg na área de plantio de coco e até 10 cm na área de plantio de mandioca, expressam efeito de calagens realizadas anualmente. Na área de floresta secundária, a diferença significativa nos valores de Ca e Mg em profundidade representa ciclagem de nutrientes adicionados pela serrapilheira.

De acordo com os parâmetros adotados pelo Manual de Adubação para o Estado do Rio de Janeiro (Almeida et al., 1988), na área de plantio de coco e na camada até 10 cm da área de mandioca, os teores de cálcio e magnésio são muito altos ($\text{Ca}+\text{Mg}>10,0 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$). Na camada de 10 a 20 cm da área de plantio de mandioca os teores são altos ($\text{Ca}+\text{Mg} 6,1-10,0 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$), sendo médios ($\text{Ca}+\text{Mg} 2,1-6,0 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$) na camada de 20 a 40 cm. Para a área de floresta secundária, os teores de cálcio e magnésio são altos até 10 cm de profundidade, sendo médios na camada de 10 a 20 e médios a altos de 20 a 40 cm.

Esses resultados mostram que as frequentes calagens realizadas nas áreas agrícolas avaliadas, têm sido efetivas no fornecimento de cálcio e magnésio ao solo, ainda que não tenham elevado o pH aos níveis considerados ideais para solos minerais.

Potássio

Os teores do elemento potássio analisados (Tabela 17) variaram de 32 mg kg^{-1}

(área de plantio de mandioca 10 a 20 cm, 2ª coleta) a 696 mg kg^{-1} (área de plantio de coco, 0 a 5 cm, 1ª coleta).

Entre épocas houve variação significativa nos teores deste elemento, na área de plantio de coco, nas profundidades 0 a 5 e 5 a 10 cm. Na camada superficial, os teores foram mais elevados na primeira coleta, enquanto na camada de 5 a 10 cm foram menores. Na segunda coleta, a situação se inverteu, mostrando uma possível translocação deste elemento em profundidade. Na área de plantio de mandioca, não ocorreram variações significativas da primeira para segunda coleta enquanto na área sob floresta secundária, os teores de potássio foram reduzidos nas camadas de 0 a 10 cm, da primeira para a segunda avaliação. Os maiores teores de potássio observados na primeira coleta devem-se à maior disponibilidade de água no verão, favorecendo a atuação de microorganismos responsáveis pela decomposição da serrapilheira, disponibilizando o nutriente.

Em profundidade ocorreram reduções significativas em todas as áreas avaliadas, nas duas coletas (exceção para área de plantio de mandioca, 1ª coleta). Os elevados teores de potássio em superfície na área de plantio de coco são devidos à adubação potássica realizada na cultura (Anexo). Na área de plantio de mandioca, os maiores teores podem ser atribuídos à adição de resíduos da própria cultura e de restos de cultivos anteriores, enquanto na área de floresta secundária os maiores teores nos horizontes superficiais são devidos à deposição da serrapilheira com posterior ciclagem deste nutriente.

Entre áreas, foi verificada diferença significativa nos teores de K (Anexo), com teores mais elevados na área de plantio de coco, para a profundidade de 0 a 5 cm, em ambas as coletas, resultado da adubação potássica. Ainda que a área de coco apresente teores de potássio mais elevados, de acordo com os critérios do manual de adubação do Estado do

Rio de Janeiro (Almeida et al., 1988), as áreas de plantio de coco e de floresta secundária enquadram-se na mesma classe de fertilidade. Estas áreas apresentam teores muito altos ($K > 135 \text{ mg kg}^{-1}$) de potássio em superfície, enquanto a área de plantio de mandioca apresenta teores altos ($K \text{ } 91\text{-}135 \text{ mg kg}^{-1}$).

Este resultado mostra que na área de floresta secundária os teores de potássio no solo, provenientes da ciclagem do nutriente da serrapilheira, são bastante elevados, quase tão altos quanto os teores de potássio na área de cultivo de coco, que recebe constantes reposições deste elemento via fertilização mineral, demonstrando a capacidade de um sistema semi-fechado (florestal) de repor nutrientes ao solo.

Fósforo

Os teores de fósforo apresentaram grande amplitude (Tabela 17), variando de 4 mg kg^{-1} (floresta secundária 1ª coleta, 10 a 20 e 20 a 40 cm e 2ª coleta, 20 a 40 cm) a 83 mg kg^{-1} (área de plantio de coco, 1ª coleta, 0 a 5 cm).

Entre épocas de avaliação só houve variação significativa para a área de plantio de coco, com redução dos teores da 1ª para a 2ª coleta em todas as profundidades. Esta redução dos teores pode ser devida ao consumo do elemento pela cultura. Mesmo tendo sido realizada adubação fosfatada entre as duas coletas, o fósforo apresenta reduzida dinâmica no solo, sendo um elemento pouco móvel. A sua aplicação foi feita em superfície e localizada e não incorporada, provavelmente tendo sido adsorvido, nas condições de elevada acidez, não encontrando-se disponibilizado em solução.

Em profundidade, as áreas de cultivo de coco e mandioca apresentaram redução dos teores de fósforo, enquanto a área de floresta secundária não apresentou variação

significativa. Os maiores teores de fósforo em superfície nas áreas de plantio de coco e mandioca refletem adubações fosfatadas recentes, ou resíduos de adubações anteriores, nas áreas agrícolas.

Entre áreas, há variação significativa (Anexo), sendo que a área de plantio de coco apresenta os teores de fósforo mais elevados. Esta é a única área que recebe constantemente introdução de fósforo via fertilização mineral. A área de cultivo de mandioca apresenta valores intermediário de fósforo e a área de floresta secundária apresenta valores inferiores.

De acordo com os critérios do manual de adubação para o Estado do Rio de Janeiro (Almeida et al., 1988), os teores de fósforo no solo são considerados muito altos ($P > 30 \text{ mg kg}^{-1}$) para a cultura do coco até a profundidade estudada. Para a área de plantio de mandioca os teores são muito altos ($P > 30 \text{ mg kg}^{-1}$) em superfície, sendo reduzidos a baixos ($0-10 \text{ mg kg}^{-1}$) na camada de 20 a 40 centímetros. Na área de floresta secundária os teores são médios ($P 11-20 \text{ mg kg}^{-1}$) em superfície e baixos ($0-10 \text{ mg kg}^{-1}$) a partir de 5 cm de profundidade.

Sódio

Os teores de sódio (Anexo) variaram de $0,10 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ (mandioca 10 a 20, 2ª coleta) a $0,35 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ (mandioca 0 a 5, 1ª coleta). Apesar de ter sido observado caráter salíco na descrição dos perfis para as áreas de plantio de coco e mandioca, na profundidade de 0 a 40 cm os valores de sódio são baixos, não apresentando limitações quanto à sodicidade.

5.2.4 - Carbono orgânico e relações do complexo sortivo

Carbono orgânico

Os teores de C orgânico (método Walkley-Black) variaram de 10,9 a 150,0 g kg⁻¹ (área de floresta secundária, 1ª coleta 20 a 40 cm, e mandioca, 2ª coleta 20 a 40 cm, respectivamente) (Tabela 18). Os elevados teores de matéria orgânica, nas áreas de mandioca e coco, foram os principais determinantes da acidez extraível, soma de bases e valot T.

Tabela 18: Valores de carbono orgânico, nas duas épocas de avaliação.

Prof.	Corg. (g kg ⁻¹)	
cm	1ª coleta	2ª coleta
Área de Plantio de Coco		
0-5	128,6	105,9
5-10	122,8	98,0
10-20	70,3	108,4
20-40	86,9	107,9
Área de Plantio de Mandioca		
0-5	117,0	116,5
5-10	134,0	124,0
10-20	142,5	132,5
20-40	124,0	150,0
Área de Floresta Secundária		
0-5	78,7	51,5
5-10	30,1	42,6
10-20	21,6	33,4
20-40	10,9	20,9

Acidez extraível (H+Al)

Os teores de H+Al variaram de 18,4 cmol_c kg⁻¹ (área de floresta secundária, 20 a 40 cm, 1ª coleta) a 59,7 cmol_c kg⁻¹ (área de plantio de mandioca, 1ª coleta 20 a 40 cm) (Tabela 19). De maneira geral, não houveram variações de H+Al entre épocas de avaliação. Na área de plantio de coco, camada de 0 a 5 cm, o aumento no valor de H+Al da primeira

para a segunda coleta acompanha a redução no pH.

Entre profundidades, nas áreas de plantio de coco e mandioca, as variações acompanharam o aumento no teor de alumínio. Para a área de floresta secundária não ocorreram variações em profundidades.

Entre áreas (Anexo), em ambas as coletas, os valores para o plantio de mandioca apresentaram-se significativamente mais elevados, pelo efeito combinado dos maiores teores de Corg. e alumínio influenciando nos teores de H+Al. Entre as áreas de coco e floresta secundária, em geral não existe diferença significativa pois, se por um lado, na área de coco o Corg. influencia mais no valor H+Al, por outro, na área de floresta secundária, o alumínio exerce maior influência.

Soma de bases (Valor S)

A soma de bases variou de 6,5 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ (área de floresta secundária, 20 a 40 cm, 2ª coleta) a 38,8 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ (área de plantio de coco, 0 a 5 cm, 1ª coleta) (Tabela 19).

Tabela 19: Resultados¹ de H+Al, Valores S, T e V, nas duas épocas de avaliação.

Prof. cm	H+Al		Valor S		Valor T		Valor V	
	----- cmol _c kg ⁻¹ -----						%	
	1 ^a coleta	2 ^a coleta	1 ^a coleta	2 ^a coleta	1 ^a coleta	2 ^a coleta	1 ^a coleta	2 ^a coleta
Área de Plantio de Coco								
0-5	22,6 Bb	30,4 Ab	38,8 Aa	27,6 Ba	55,9 Aa	58,0 Aa	63 Aa	48Ba
5-10	22,7 Ab	27,6 Ab	24,0 Ab	23,5 Ab	44,6 Ab	51,0 Aa	52 Ab	47 Aa
10-20	24,4 Ab	28,8 Ab	21,9 Ab	21,5 Ab	44,7 Ab	50,3 Aa	47 Ab	43 Aa
20-40	36,7 Aa	38,9 Aa	15,6 Ac	12,6 Ac	49,1 Ab	51,5 Aa	30 Ac	24 Ab
Área de Plantio de Mandioca								
0-5	39,8 Ab	36,3 Ac	19,4 Aa	22,1 Aa	59,1 Aab	58,5 Ab	33 Aa	38 Aa
5-10	40,9 Ab	43,6 Abc	16,0 Aa	15,6 Ab	56,9 Ab	59,2 Ab	28 Aa	26 Ab
10-20	55,2 Aa	47,3 Ab	9,6 Ab	10,6 Ac	64,8 Aab	57,9 Bb	15 Ab	18 Abc
20-40	59,7 Aa	58,4 Aa	7,5 Ab	8,9 Ac	67,2 Aa	67,3 Aa	11 Ab	13 Ac
Área de Floresta Secundária								
0-5	22,5 Aa	21,8 Aa	23,0 Aa	13,9 Ba	45,5 Aa	35,7 Ba	51 Aa	39 Ba
5-10	22,8 Aa	26,2 Aa	13,1 Ab	9,7 Bb	35,8 Ab	35,9 Aa	37 Ab	29 Bb
10-20	22,9 Aa	25,9 Ba	8,1 Ac	7,7 Ab	30,9 Abc	33,5 Aab	27 Ac	25 Ab
20-40	18,4 Aa	20,6 Aa	8,5 Ac	6,5 Ab	27,0 Ac	27,1 Ab	33 Abc	25 Ab

¹ Entre épocas, médias seguidas por letras maiúsculas iguais e entre profundidades, médias seguidas de letras minúsculas iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Entre épocas, houve variação significativa para a área de plantio de coco, 0 a 5 cm, reduzindo os valores do complexo sortivo de 38,8 cmol_c kg⁻¹ para 27,6 cmol_c kg⁻¹, refletindo a extração de nutrientes do solo por parte das plantas e a lixiviação durante o período do verão. Na área de plantio de mandioca, o mesmo comportamento seria esperado, porém não ocorreram variações significativas entre as duas épocas de avaliação, possivelmente em função da coleta ter sido realizada fora dos camalhões onde a cultura está instalada. Para a área de floresta secundária, ocorreu diminuição significativa na soma de bases nas profundidades 0 a 5 e 5 a 10 cm. Esta diminuição reflete a redução dos teores de potássio pela extração por parte das plantas e lixiviação do elemento no verão, associadas à menor mineralização no processo de ciclagem, no período do inverno.

Em profundidade, em todas as áreas há redução da soma de bases. Os maiores valores em superfície demonstram adição de nutrientes, por aporte de material orgânico (serrapilheira ou resíduos das culturas) e, nas áreas de cultivo, pela utilização de fertilizantes ou calcário.

Entre áreas (Anexo), a área de plantio de coco apresenta maiores valores do complexo sortivo do que as áreas de plantio de mandioca e floresta secundária. Este resultado reflete a maior introdução de nutrientes via fertilização mineral nesta área.

Valor T

O valor T variou de 27,0 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ (área de floresta secundária 20 a 40 cm, 1ª coleta) a 67,3 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ (área de plantio de mandioca 20 a 40 cm, 2ª coleta) (Tabela 19).

Ocorreram poucas variações entre épocas nos solos estudados. Na área de plantio de coco estas não foram significativas, já para a área cultivada com mandioca, a única variação significativa foi na camada de 10 a 20 cm de profundidade, acompanhando os valores de H+Al. Na área sob cobertura de floresta secundária, ocorreu variação somente na camada de 0 a 5 cm, seguindo a variação na soma de bases. A pequena variação no valor T, durante o período de estudo (seis meses), indica que estes solos já atingiram uma fase estável em relação às alterações no teor de matéria orgânica que ocorrem após a drenagem de Solos Orgânicos, ou seja estas áreas apresentam elevado grau de subsidência.

Em profundidade, na área de plantio de coco só foi observada variação significativa na primeira coleta, a partir de 5 cm. Nesta, o valor T foi reduzido de 55,9 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ para 44,6 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, mantendo-se a partir daí sem variações significativas. A camada em que houve variação é a que representa maiores perdas de potássio. Na área cultivada

com mandioca, houve variação significativa da camada de 20 a 40 cm de profundidade para as sobrejacentes. O aumento em profundidade do valor T deve-se a uma grande elevação no teor de H+Al. Já na área de floresta secundária, ocorre redução do valor T em profundidade para as duas épocas de avaliação. Os mais elevados valores T em superfície, devem-se ao maior conteúdo de material orgânico depositado ao solo, via serrapilheira.

Entre áreas, a distribuição dos valores T dos solos diferenciaram-se da distribuição dos valores S. A CTC do solo foi de forma geral significativamente mais elevada na área de plantio de mandioca nas duas coletas (exceção para área de coco 1ª coleta 0 a 5 cm prof. e 2ª coleta, 0 a 5 e 10 a 20 cm prof.) (Anexo). Nesta área, apesar de terem sido observados valores intermediários de soma de bases, foram verificados os maiores valores de acidez extraível (H+Al) e carbono orgânico.

Valor V %

A variação na saturação por bases apresentou grande amplitude nas camadas de solo estudadas (Tabela 19), variando de 11% na camada de 20 a 40cm da área de mandioca, a 63% na camada de 0 a 5 cm da área de plantio de coco, ambas na primeira coleta.

De maneira geral, a saturação por bases foi reduzida em profundidade em todas as áreas. A maioria das camadas estudadas apresenta característica epi-distrófica ($V\% < 50$) (Tomé Jr., 1997).

Saturação por alumínio

A saturação por alumínio nas camadas avaliadas variou de 1% (coco 0 a 5, 1ª coleta) a 65 % (mandioca 20 a 40, 1ª coleta) (Anexo). Não ocorreram variações entre épocas para a saturação por alumínio, já em profundidade houve aumento significativo.

Todas as camadas avaliadas das áreas de plantio de coco e de floresta secundária apresentaram saturação por alumínio menor do que 50%. Na área de plantio de mandioca, na camada de 20 a 40 centímetros, a saturação por alumínio foi superior a 50% (65% para 1ª coleta e 56% para a 2ª), equivalendo-se à definição do caráter epi-álico.

5.3 - MÉTODOS PARA RECOMENDAÇÃO DE CALAGEM

Os métodos para recomendação de calagem adotados pela EMBRAPA (Tomé Jr., 1997) e pelo IAC (Van Raij et al., 1996) foram utilizados para quantificar a necessidade de calcário a ser adicionada aos solos das áreas de cultivo de coco e mandioca (Tabela 20).

Tabela 20: Recomendações da calagem¹ pelos métodos da EMBRAPA² e do IAC³ para as áreas agrícolas estudadas.

Áreas	EMBRAPA	IAC
	kg ha ⁻¹ calcário 100% PRNT a 20 cm	
Coco	1.600	7.800
Mandioca	9.500	8.700

¹ Para o cálculo foram utilizadas as médias ponderadas dos teores de elementos na segunda coleta.

² Foi adotado o fator f=2,5

³ Foram considerados valores V% desejáveis de 60 e 40% respectivamente para as culturas de coco e mandioca

A área de plantio de coco recebe em torno de 1,2 kg de calcário por planta/ano (Anexo). Segundo Ferreira et al. (1998), não existem dados que permitam recomendações generalizadas quanto às quantidades de calcário a serem aplicadas na projeção da copa. A área de cultivo de mandioca vem recebendo anualmente doses de calcário inferiores às aquelas recomendadas pelos métodos adotados para solos minerais. Esta área recebe anualmente em torno de 2.000 kg de calcário por hectare.

Apesar da prática de calagem nas áreas, os valores de pH mantêm-se

moderadamente a fortemente ácidos e os teores de alumínio são baixos a altos. A calagem tem sido efetiva no fornecimento de cálcio e magnésio ao solo, como indicado pelos níveis altos destes elementos, mas não reduziu a acidez dos solos.

As recomendações de calagens por ambos os métodos para a área de mandioca e pelo método do IAC para a área de coco são muito elevadas. Para a área de cultivo de coco, a recomendação de calagem pelo método do IAC é maior (5 vezes) do que a pelo método da EMBRAPA. O inverso ocorre na área de plantio de mandioca. Comumente, as recomendações de calagens pelo método do IAC são superiores às do método da EMBRAPA. Em solos com elevados teores de matéria orgânica que apresentam elevados teores de alumínio, esta situação pode se inverter, como aconteceu para a cultura da mandioca. Uma das razões é que no método da EMBRAPA a necessidade de calagem é estimada a partir dos valores de Al extraídos pelo KCl, que são considerados como Al tóxico. Entretanto, parte do alumínio estaria complexado à matéria orgânica, e, provavelmente não causaria prejuízos às culturas agrícolas. Ainda, o método analítico pode ter superestimado o Al trocável pela inclusão de ácidos orgânicos.

Apesar da elevadas doses de calcário recomendadas por ambos os métodos, a produtividade nas áreas pode ser considerada boa (em torno de 6.000 frutos de coco por hectare e 12.000 kg de raízes de mandioca por hectare). Por outro lado, se adotadas as recomendações de calagem pelos métodos da EMBRAPA ou do IAC, poderia ser alterado o equilíbrio das relações de cálcio e magnésio com outros elementos no solo, trazendo sérios prejuízos às culturas. Além disso, a sobreutilização de calcário ativa a ação de microorganismos no solo, acelerando o processo de decomposição da matéria orgânica, aumentando a velocidade de subsidência.

5.4 - ANÁLISE FOLIAR

Os teores de nutrientes encontrados nos tecidos vegetais da mandioca são superiores àqueles observados na cultura do coco (Tabela 21). Esta diferença está relacionada também à fisiologia das culturas.

Tabela 21: Teores de nutrientes em tecido vegetal e níveis críticos (N.C.) para as culturas de coco¹ e mandioca².

	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn
	----- g kg ⁻¹ -----					----- mg kg ⁻¹ -----			
Coco	17,5	1,4	8,1	3,2	2,2	220	4	18	375
N.C.	22,0	1,2	14,0	5,0	2,0	40	5	15	100
Mandioca	35,2	2,3	10,7	11,8	4,2	380	4	92	300
N.C.	57,0	4,0	15,0	8,0	3,0	70	8	35-60	100

N.C.= Nível crítico biológico, abaixo do qual a probabilidade de resposta ao uso de fertilizantes é alta.

¹ Ferreira et al., 1998

² Adaptado de Tanaka et al., 1979

Pela observação dos teores de nutrientes encontrados em tecido vegetal de coco, encontram-se abaixo do nível crítico os elementos nitrogênio, potássio, cálcio e cobre. Este resultado mostra que apesar dos elementos cálcio e potássio, estarem em teores muito elevados no solo, a cultura não está sendo eficiente para absorver tais nutrientes. Já para o nitrogênio e o cobre, seu comportamento deve estar relacionado a biodisponibilidade devido aos processos de imobilização e complexação, respectivamente. Outros fatores que estão diretamente influenciando na absorção de nutrientes pelas plantas são a limitada área de desenvolvimento radicular, condicionada pelo caráter tiomórfico, bem como pelo elevado nível do lençol freático, e as condições físicas desfavoráveis devido à secagem irreversível de tal solo.

Principalmente na área de coco, foi observado o predomínio de desenvolvimento lateral do sistema radicular na altura de 53 a 77 cm (horizonte Hj2, descrição de perfil de

solo em anexo), com poucas raízes mortas e apodrecidas. Na superfície do solo verificou-se o desenvolvimento de estrutura granular, de tamanho pequeno e médio, com consistência dura quando seco. Notou-se ainda a dificuldade de umedecimento do material de solo.

Para a cultura da mandioca, encontram-se abaixo do nível crítico os elementos nitrogênio, fósforo, potássio e cobre. Entretanto, recomenda-se que estes níveis críticos em tecido vegetal de folhas de mandioca sejam determinados quando esta tiver 2 a 5 meses após o plantio. Na época de coleta das amostras de folha, a cultura no campo estava com aproximadamente 8 a 9 meses após o plantio, já tendo drenado boa parte dos elementos para a formação de raízes, fazendo com que a comparação seja vista com reservas. Apesar disso, tomando-se como referência o elemento cálcio pela sua menor mobilidade na planta, seus níveis estão adequados. Provavelmente, com 2 a 5 meses, os elementos N, P, K e Cu também encontravam-se dentro dos níveis ideais.

Em solos com elevado teor de matéria orgânica, a recomendação de adubação e calagem deve levar em consideração não só a introdução de íons minerais ao solo, mas também as interações ocorridas entre estes e a matéria orgânica no solo e a capacidade de absorção das plantas nestas condições. A avaliação do nível nutricional das culturas por meio de análises de tecidos vegetais é recomendada.

CONCLUSÕES

1. Diferindo de solos minerais onde as propriedades físicas refletem o manejo adotado, e portanto podem ser utilizadas como indicadoras de qualidade do solo, para solos com elevado teor de matéria orgânica esta tampona as variações esperadas na densidade do solo e na estabilidade dos agregados, dificultando seu uso para avaliação de consequências do manejo agrícola em um curto espaço de tempo.
2. As frequentes calagens realizadas nas áreas de solos orgânicos estudadas, foram efetivas no fornecimento de cálcio e magnésio ao solo, porém não elevaram o pH e não reduziram os teores de alumínio aos níveis considerados ideais para solos minerais.
3. Os elementos fósforo e potássio encontram-se nos solos em níveis considerados muito elevados.
4. Pela observação dos teores de nutrientes encontrados em tecido vegetal de coco, estão

abaixo do nível crítico os elementos nitrogênio, potássio, cálcio e cobre, o que se deve à imobilização e complexação destes elementos no solo, bem como limitações ao crescimento do sistema radicular tais como: tiomorfismo, elevado lençol freático e características físicas desfavoráveis devido à secagem irreversível de camadas superficiais do solo.

5. Os métodos para recomendação de calagem em solos minerais não se adequaram aos solos orgânicos estudados. Apesar das altas doses de calcário necessárias para corrigir a acidez do solo, estimadas pelos métodos da EMBRAPA e do IAC, as produtividades observadas nas áreas de coco e mandioca, com o manejo atual, podem ser consideradas boas. Portanto, considerando os níveis atuais de Ca e Mg, não foi recomendada a calagem destes solos. Além do que, a contínua adição de calcário pode alterar o equilíbrio das relações de elementos nutrientes no solo bem como ativar a ação de microorganismos, acelerando os processos de decomposição da matéria orgânica e subsidência.
6. Em solos com elevado teor de matéria orgânica, devido à complexidade das interações de elementos minerais com a matéria orgânica do solo, a recomendação de adubação e calagem deve levar em consideração não só a introdução de íons minerais ao solo, mas também as interações ocorridas entre estes e a fração orgânica no solo e a capacidade de absorção das plantas nestas condições.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A - QUANTO AOS MÉTODOS ANALÍTICOS:

1. A determinação do pH em solos orgânicos deve ser realizada imediatamente após a coleta de amostras de solo, com umidade de campo, principalmente em solos com caráter tiomórfico ou em ambiente onde este possa ocorrer;
2. O método de determinação de carbono orgânico pela mufla deve ser recomendado para solos com elevado teor de matéria orgânica, devendo ser feitas mais correlações com outros métodos para criar um banco de dados que permita conversão de valores já existentes, determinados pelo método Walkley-Black;
3. Os diversos métodos de avaliação do material orgânico (Von Post, IP, PA, fibras esfregadas) devem ser aplicados em um maior número de solos, para estabelecer sua eficiência como indicadores do grau de decomposição e como critérios de classificação

adequados para os ORGANOSSOLOS.

4. São necessários estudos específicos de extratores e métodos de quantificação (colorimétricos e de absorção atômica) para determinação dos elementos do complexo sortivo (Ca, Mg, K e Na) e da acidez extraível (H+Al).

B - QUANTO AO MANEJO DA FERTILIDADE DOS SOLOS

1. É necessário o desenvolvimento de métodos para determinação da necessidade de calagem e recomendação de fertilizantes, próprios para solos ricos em matéria orgânica;

2. Para evitar o ressecamento do solo e aumentar a disponibilidade de N, sugere-se o uso de cobertura vegetal com espécies leguminosas fixadoras de nitrogênio, de baixa relação C/N, nas entre-linhas das culturas. Nas áreas estudadas, esta prática é especialmente recomendada na cultura do coqueiro.

3. A análise foliar é recomendada como método para avaliação do nível nutricional das culturas. Entretanto, para solos orgânicos, devem ser desenvolvidos ensaios de campo para a identificação dos teores de nutrientes considerados adequados para cada cultura.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- ALMEIDA, D.L. de **Avaliação de métodos de determinação de fósforo disponível em solos do Estado do Rio de Janeiro**. Seropédica: UFRRJ, 1979. 62 p. (Tese de Mestrado).
- ALMEIDA, D.L.de; SANTOS, G.A.; DE POLLI, H.; CUNHA, L.H.; FREIRE, L.R.; SOBRINHO, N.M.B.do A.; PEREIRA, N.N.C.; EIRA, P.A.da; BLOISE, R.M.; SALEK, R.C. **Manual de adubação para o Estado do Rio de Janeiro**. Seropédica: UFRRJ, 1988. 179 p. (coleção Universidade Rural, série ciências agrárias, n.2).
- ANDRIESSE, J. Uso de solos orgânicos em condições tropicais e subtropicais aliado às possibilidades brasileiras. IN: SIMPÓSIO NACIONAL DE SOLOS ORGÂNICOS, Curitiba, 1984. **Anais**. Curitiba: MA / Provárzeas Nacional, Embrater, Seag - Paraná e Acarpa / Emater - Paraná, 1984. p.11-34.
- BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Características químicas do solo afetadas por métodos de preparo e sistemas de cultura. **R. bras. Ci. Solo**, v.21, p.105-112, 1997a.
- CARDOSO, A. Caracterização e classificação dos solos orgânicos. IN: SIMPÓSIO NACIONAL DE SOLOS ORGÂNICOS, Curitiba, 1984. **Anais**. Curitiba: MA /

- Provárzeas Nacional, Embrater, Seag - Paraná e Acarpa / Emater - Paraná, 1984. p.55-62.
- CARDOSO, E.J.B.N. Efeito da matéria orgânica na biologia do solo. In: ENCONTRO SOBRE MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO - PROBLEMAS E SOLUÇÕES -, Botucatu, 1992. **Anais**. Botucatu, Faculdade de Ciências Agronômicas - UNESP. Ed. GUERRINI, I.A.
- CATTELAN, A.J.; VIDOR, C. Sistemas de cultura e a população microbiana do solo. **R. bras. Ci. Solo**, Campinas, v.14, p.125-132, 1990.
- CERI, C.C. Física de solos orgânicos, comportamento e transformações da matéria orgânica. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE SOLOS ORGÂNICOS, Curitiba, 1984. **Anais**. Curitiba: MA / Provárzeas Nacional, Embrater, Seag - Paraná e Acarpa / Emater - Paraná, 1984. p.71-76.
- COULTER, B.S. **The chemistry of hydrogen and aluminum ions in soils, clay minerals and resins**. Soils and Fertilizers, Harpenden, 32: 215-223, 1969.
- CONCEIÇÃO, M. **Natureza do húmus e caracterização de solos com elevado teor de matéria orgânica da região de Itaguaí - Santa Cruz, RJ**. Seropédica: UFRRJ, 1989. 169 p. (Tese de Mestrado).
- EMBRAPA / CNPS. **Manual de métodos de análises de solos**. Rio de Janeiro, 1997. 212p. 2ª edição.
- FERREIRA, J.M.S.; WARWICK, D.R.N.; SIQUEIRA, L.A. **A cultura do coqueiro no Brasil**. Brasília: EMBRAPA-SPI; Aracajú: EMBRAPA-CPATC, 1998. 292 p. 2ª edição.
- HENDRIX, P.F.; CROSSLEY, J.R.D.A.; BLAIR, M.J. Soil biota as component of sustainable agroecosystems. In: **Soil and water conservation society**. Ankeny: IOWA. Sustainable agricultural systems. 1990 p.637-654.
- KAMPF, N.; SCHNEIDER, P. Caracterização de solos orgânicos do Rio Grande do Sul: propriedades morfológicas e físicas como subsídios à classificação. **R. bras. Ci. Solo**, Campinas, v.13, n.2, p.227-236, 1989.
- KIEHL, E.J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba, 1985. Ed. Agronômica Ceres. 492p.

- LEPSCH, I.F.; QUAGGIO, J.A.; SAKAI, E.; CAMARGO, O.A.; VALADARES, J.M.A. da **S. Caracterização, classificação e manejo agrícola de solos orgânicos do vale do Rio Ribeira de Iguape, SP.** Campinas: Instituto Agronômico, 1990. 58p. (Boletim técnico, 131).
- LINDEN, D.R.; HENDRIX, P.F.; COLEMAN, D.C. Faunal indicators of soil quality. In: **Defining soil quality for a sustainable environment.** Madison: Wincosin. BIGHAM, J.M. SSSA Special publication, n.35, 1994 p.91-106.
- LOPES, A.S. Química dos solos orgânicos. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE SOLOS ORGÂNICOS, Curitiba, 1984. **Anais.** Curitiba: MA / Provárzeas Nacional, Embrater, Seag - Paraná e Acarpa / Emater - Paraná, 1984. p.63-70.
- MELLO, F. de A.F.; SOBRINHO, M. de O.C. do BRASIL; ARZOLLA, S.; SILVEIRA, R.I.; COBRA NETTO, A.; KIEHL, J. de C. **Fertilidade do solo.** São Paulo: Nobel, 1985. 400p. 3a edição.
- PALADINI, F.L.S.; MIELNICZUK, J. Distribuição de tamanho de agregados de um solo podzólico vermelho escuro afetado por sistemas de culturas. **R. bras. Ci. Solo**, Campinas, v.15, n.2 , p.135-140, 1991.
- PAVAN, M.A.; BINGHAM, F.T.; PRATT, P.F. **Chemical and mineralogical characteristics of selected acid soils of the state of Paraná, Brazil.** Turrialba, 35 : 131-139, 1985.
- PEIXOTO, R.T.dos G. Matéria orgânica e a dinâmica das cargas elétricas dos solos: processos e consequências. 1997.
- PINHEIRO, L.B.A. **Estudo da macrofauna de solos cultivados com cana de açúcar, sob diferentes manejos de colheita - crua e queimada.** Seropédica: UFRRJ, 1996. p. (Tese de Mestrado).
- SOUZA, M.G. de **Manejo da adubação orgânica e doses de nitrogênio na cultura da cenoura (Daucus carota L.) em solos da Zona Sul do Uruguai.** Seropédica: UFRRJ, 1993. p. (Tese de Mestrado).
- SPOSITO, G. **The chemistry of soils.** New York, Oxford Univ. Press, 1989. 277p.
- TANAKA, R.T.; LOPES, A.S.; PONTE, A.M. Calagem e adubação da cultura da mandioca.

- Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, ano 5, n.59/60, p.54-65, 1979.
- TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A. BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S.J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: UFRGS, Faculdade de Agronomia, Departamento de Solos, 1995. 174p. (Boletim técnico, 5). 2ª ed.
- TIBAU, A.O. **Matéria orgânica e fertilidade do solo**. São Paulo: Nobel, 1984. 220p. 3ª edição.
- TOMÉ JR., J.B. **Manual para interpretação de análise de solo**. Guaíba: Agropecuária, 1997. 247p. ISBN 85 85347-19-8
- VAN RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agronômico, 1996. 285p. (Boletim técnico, 100). 2ª edição.

ANEXOS

Descrição dos perfis dos solos

ÁREA DE PLANTIO DE COCO

A - DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL - PC

DATA - 24/06/1998

CLASSIFICAÇÃO - ORGANOSSOLO TIOMÓRFICO Sáprico típico

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS - Rodovia Rio-Santos, BR 101, entrada próxima ao canal do São Francisco, propriedade do agricultor Shoji Tiba, no bairro de Santa Cruz, município do Rio de Janeiro, RJ.

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL - Descrito e coletado em trincheira aberta com aproximadamente 1,5 x 1,5 x 1,5m em terreno plano, sob cultivo de coco.

ALTITUDE - Aproximadamente 10 m.

LITOLOGIA e MATERIAL ORIGINÁRIO - Sedimentos flúvio-marinhos e depósitos organogênicos sobrepostos.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA - Sedimentos Quaternários

PERÍODO - Quaternário, Holoceno

PEDREGOSIDADE e ROCHOSIDADE - Não pedregosa e não rochosa

RELEVO LOCAL - Plano

RELEVO REGIONAL - Plano e suave-ondulado

EROSÃO - Não aparente

DRENAGEM - Muito mal drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA - Floresta tropical de várzea e floresta tropical subperenifólia.

USO ATUAL - Cultivo de coco (*Cocos nucifera*)

CLIMA - Aw da classificação de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR - Lúcia Helena Cunha dos Anjos, Marcos Gervásio Pereira, Marcio Mattos de Mendonça, Carlos Eduardo G. Menezes, Luciano Toledo.

B - DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Hdp1 0 - 13cm, preto (N 2,5/ , úmido) e cinzento muito escuro (N 3/ , seco); turfosa; moderada pequena a média granular; dura, friável, plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e clara.

Hdp2 13 - 29cm, cinzento muito escuro (N 3/ , seco e úmido); turfosa; fraca média granular; dura, friável, plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e gradual.

Hj1 29 - 53cm, bruno forte (7,5 YR 4/6, úmido) mosqueado abundante grande distinto, cinzento escuro (N 4/); turfosa; material orgânico denso; muito dura, friável, plástica e muito pegajosa; transição ondulada e clara (53 - 60cm).

Hj2 53 - 77cm, cinzento (N 5/ , úmido) mosqueado comum, médio, distinto, amarelo claro acinzentado (5Y 7/3, úmido) e pouco, médio, distinto, amarelo avermelhado (7,5YR 6/6, úmido); turfosa; material orgânico denso; muito dura, firme nas seções ricas em fibras e extremamente firme no material mineral, plástica e pegajosa; transição plana e abrupta.

Hj3 77 - 85cm⁺, cinzento (N 6/ , úmido); turfosa; material orgânico denso; muito dura, firme, plástica e muito pegajosa.

RAÍZES - Comuns e finas em Hdp1 e Hdp2. Poucas em Hj1, sendo encontradas até Hj2, a maioria apodrecidas formando canais por onde mina a maior parte da água. LF a 75 cm profundidade.

OBSERVAÇÕES - Tecido vegetal intacto nos horizontes Hj2 e Hj3, com maior quantidade no Hj3.

Horizonte Hj2 com cerca de 40% de fibras, teor maior do que o do Hj1.

Tabela 22: Dados analíticos do perfil PC, área de Plantio de Coco.

Horizonte		Frações da amostra total g/ kg			Composição granulométrica g/kg TFSE				Argila Dispersa em água %	Grau de Flocu- lação	Relação Silte/ Argila	Densidade kg/dm ⁻³		Porosidad e cm ³ cm ⁻³ Volume
Símb	Prof. cm	Calhau	Cascalho	Terra Fina	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila < 2 μ				Ds	Dp	
Hdp1	0-13	0	tr	1000	-	-	-	-	-	-	-	0,77	1,44	0,47
Hdp2	-29	0	tr	1000	-	-	-	-	-	-	-	0,77	1,36	0,44
Hj1	-53	0	tr	1000	-	-	-	-	-	-	-	0,37	1,22	0,70
Hj2	-77	0	tr	1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hj3	-85+	0	tr	1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Horiz.	pH (1:2,5)			Complexo sortivo cmol _c kg ⁻¹ TFSA								Valor V %	Saturação por Al %	P assimi- lável mg/kg
	H ₂ O	KCl	CaCl ₂	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S	Al+3	H ⁺	T			
Hdp1	5,3	4,6	5,0	12,0	13,0	2,4	0,17	27,6	0,1	17,9	45,7	60	0	56
Hdp2	4,5	3,8	3,9	7,0	7,5	0,9	0,05	15,5	2,3	32,0	49,8	31	13	39
Hj1	3,1	2,8	2,9	1,9	2,9	2,6	0,26	7,7	14,5	46,7	68,9	11	65	4
Hj2	2,7	2,6	2,6	1,6	4,2	2,4	0,26	8,5	19,9	41,9	70,3	12	70	4
Hj3	2,9	2,8	2,9	2,1	8,1	3,2	0,36	13,6	13,3	28,7	55,7	25	49	4
Horizonte		C.org g kg ⁻¹	N g kg ⁻¹	C/N	Ataque sulfúrico (H ₂ SO ₄ 1:1)						Relações moleculares			Equivalente CaCO ₃ %
					SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	ki	kr	AlFe ¹	
Hdp1		95,4	1,82	53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hdp2		106,0	1,82	58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hj1		107,5	1,26	85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hj2		115,1	1,47	78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hj3		105,7	1,12	94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

¹ Al₂O₃/Fe₂O₃

ÁREA DE PLANTIO DE MANDIOCA

A - DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL - PM

DATA - 24/06/1998

CLASSIFICAÇÃO - ORGANOSSOLO TIOMÓRFICO Sápico típico

UNIDADE DE MAPEAMENTO -

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS - Rodovia Rio-Santos, BR 101, entrada próxima ao canal do São Francisco, propriedade do agricultor Shoji Tiba, no bairro de Santa Cruz, município do Rio de Janeiro, RJ.

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL - Descrito e coletado em trincheira aberta com aproximadamente 1,5 x 1,5 x 1,5m em terreno plano, sob cultivo de mandioca.

ALTITUDE - Aproximadamente 10m

LITOLOGIA e MATERIAL ORIGINÁRIO - Sedimentos flúvio-marinhos e depósitos organogênicos sobrepostos.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA - Sedimentos Quaternários

PERÍODO - Quaternário, Holoceno

PEDREGOSIDADE e ROCHOSIDADE - Não pedregosa e não rochosa

RELEVO LOCAL - Plano

RELEVO REGIONAL - Plano e suave-ondulado

EROSÃO - Não aparente

DRENAGEM - Muito mal drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA - Floresta tropical de várzea e floresta tropical subperenifolia.

USO ATUAL - Cultivo de mandioca (*Manihot esculenta*)

CLIMA - Aw da classificação de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR - Lúcia Helena Cunha dos Anjos, Marcos Gervásio Pereira, Marcio Mattos de Mendonça, Carlos Eduardo G. Menezes, Luciano Toledo.

B - DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Hdp1 0 - 15cm, preto (N 2,5/ , úmido) e cinzento muito escuro (N 3/ , seco); turfosa; moderada pequena a média granular; dura, friável, plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e clara.

Hdp2 15 - 34cm, preto (N 2/ , úmido) e cinzento muito escuro (N 3/ , seco); turfosa; fraca média

granular; dura, friável, plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e clara.

H 34 - 50cm, cinzento muito escuro (N 3/ , úmido) mosqueado ao longo de canais de raízes comum pequeno distinto, vermelho amarelado (5YR 5/6, úmido); turfosa; material orgânico denso; dura, muito friável, plástica e pegajosa; transição plana e clara.

Hj1 50 - 70cm, cinzento muito escuro (N 3/ , úmido e seco) mosqueado ao longo de canais de raízes comum pequeno distinto, vermelho amarelado (5YR 5/6, úmido); turfosa; material orgânico denso; dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição ondulada e clara (66 - 75cm).

Hj2 70 - 98cm, cinzento muito escuro (N3/ , úmido e seco); turfosa; material orgânico denso, dura, muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa, transição plana e clara.

Hj3 98 - 118cm⁺, cinzento (N 6/ , úmido); turfosa; material orgânico denso; muito dura, friável, plástica e pegajosa.

RAÍZES - Muitas em Hdp1

OBSERVAÇÕES - Lençol freático alcançado na altura do horizonte Hj2.

Horizonte Hdp2 apresenta aspecto endurecido devido à mecanização.

Horizonte Hj1 apresenta quantidade de fibra > que H.

Horizonte Hj2 apresenta quantidade de fibra > que Hj1 com fragmentos de troncos de 8 cm de diâmetro.

Horizonte Hj3 apresenta quantidade de fibras > que Hj2.

Tabela 23: Dados analíticos do perfil PM, área de Plantio de Mandioca

Horizonte		Frações da amostra total g/ kg			Composição granulométrica g/kg TFSE				Argila Dispersa em água %	Grau de Flocu- lação	Relação Silte/ Argila	Densidade kg/dm ⁻³		Porosidad e cm ³ cm ⁻³ Volume
Símb	Prof. cm	Calhau	Cascalho	Terra Fina	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila < 2 μ				Ds	Dp	
Hdp1	0-15	0	tr	1000	-	-	-	-	-	-	-	0,66	1,48	0,55
Hdp2	-34	0	tr	1000	-	-	-	-	-	-	-	0,79	1,52	0,48
H	-50	0	tr	1000	-	-	-	-	-	-	-	0,41	1,09	0,62
Hj1	-70	0	tr	1000	-	-	-	-	-	-	-	0,26	1,03	0,75
Hj2	-98	0	tr	1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hj3	-118	0	tr	1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Horiz.	pH (1:2,5)			Complexo sortivo cmol _c kg ⁻¹ TFSA								Valor V %	Saturação por Al %	P assimi- lável mg/kg
	H ₂ O	KCl	CaCl ₂	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S	Al+3	H ⁺	T			
Hdp1	5,0	3,9	4,3	9,8	4,8	28,1	0,16	42,8	0,6	28,7	72,2	59	2	78
Hdp2	4,1	3,6	3,9	4,8	3,7	7,9	0,21	16,6	4,5	33,8	54,9	30	21	11
H	3,6	3,3	3,4	2,4	2,6	3,0	0,37	8,4	8,4	43,0	59,7	14	50	2
Hj1	3,4	3,3	3,2	2,0	2,2	3,8	0,61	8,1	8,1	44,7	60,9	13	50	4
Hj2	3,2	3,1	3,1	2,8	4,4	3,2	0,79	10,5	13,3	50,0	73,8	14	56	8
Hj3	3,9	3,5	3,8	7,8	14,7	13,2	0,66	35,8	1,4	17,5	54,7	65	4	4
Horizonte		C.org g kg ⁻¹	N g kg ⁻¹	C/N	Ataque sulfúrico (H ₂ SO ₄ 1:1)						Relações moleculares			Equivalente CaCO ₃ %
					SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	ki	kr	AlFe ¹	
Hdp1		108,4	1,96	55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hdp2		88,2	1,75	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
H		138,2	2,24	62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hj1		168,3	2,87	59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hj2		193,2	2,24	86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hj3		83,9	0,84	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

¹ Al₂O₃/Fe₂O₃

ÁREA DE FLORESTA SECUNDÁRIA

A - DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL - PF

DATA - 24/06/98

CLASSIFICAÇÃO - GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS - Rodovia Rio-Santos, BR 101, entrada oposta ao complexo industrial de Santa Cruz, em direção ao lixão de Santa Cruz, município do Rio de Janeiro, RJ.

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL - Descrito e coletado em trincheira aberta com aproximadamente 1,5 x 1,5 x 1,5m em terreno plano, sob cobertura de floresta secundária.

ALTITUDE - Aproximadamente 10m.

LITOLOGIA e MATERIAL ORIGINÁRIO - Sedimentos flúvio-marinheiros.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA - Sedimentos Quaternários

PERÍODO - Quaternário, Holoceno

PEDREGOSIDADE e ROCHOSIDADE - Não pedregosa e não rochosa

RELEVO LOCAL - Plano

RELEVO REGIONAL - Plano e suave-ondulado

EROSÃO - Não aparente

DRENAGEM - Mal drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA - Floresta tropical de várzea e floresta tropical subperenifolia

USO ATUAL - Floresta secundária

CLIMA - Aw da classificação de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR - Lúcia Helena Cunha dos Anjos, Marcos Gervásio Pereira, Marcio Mattos de Mendonça, Carlos Eduardo G. Menezes, Luciano Toledo.

B - DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

H 0 - 10cm, cinzento muito escuro (N 3/ , úmido) e cinzento escuro (N 4/ , seco); turfosa; forte média a grande granular; muito dura, extremamente firme, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e clara.

A 10 - 25cm, cinzento muito escuro (N 3/ , úmido) e cinzento escuro (N 4/ , seco); franco argilosa;

moderada média a grande granular; muito dura, firme, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição ondulada e clara (22 - 29cm).

CA 25 - 44cm, cinzento (N 6/ , úmido) mosqueado devido a penetrações de material orgânico comum médio e distinto cinzento muito escuro (N3/ , úmido) e devido a zonas de oxidação comum pequeno proeminente bruno forte (7,5 YR 5/8, úmido) e pouco médio distinto bruno muito claro acinzentado (10YR 7/4, úmido); argilosa; maciça; extremamente dura, extremamente firme, plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e gradual.

Cg1 44 - 66cm, cinzento (10YR 6/1, úmido) mosqueado comum grande distinto amarelo-brunado (10YR 6/6); franco argilosa; maciça; extremamente dura, muito firme, plástica e ligeiramente pegajosa; transição ondulada e clara (64 - 72cm).

Cg2 66 - 105cm, cinzento (N 6/ , úmido) , mosqueado devido a penetrações de material orgânico pouco médio e distinto cinzento muito escuro (N3/ , úmido) e devido a zonas de oxidação comum pequeno proeminente bruno forte (7,5YR 5/8, úmido); franca, aspecto micáceo; maciça; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e gradual.

Cg3 105 - 125cm⁺, cinzento brunado claro (10YR 6/2, úmido) com pontos de oxidação aparentes; maciça; dura, firme, plástica e pegajosa.

RAÍZES - Comuns em H, A e CA, com diâmetro de 3 a 8 mm em H, 5 mm em A, CA e Cg1. Em CA e Cg1, o maior volume de raízes possui diâmetro de 1 a 2 mm encontrando-se ao longo de rachaduras no horizonte.

OBSERVAÇÕES - Não foi alcançado o nível do LF na abertura e descrição do perfil.

Horizonte CA apresenta línguas de A, de espessura de 1cm.

Tabela 24: Dados analíticos do perfil PF, área de Floresta Secundária.

Horizonte		Frações da amostra total g/ kg			Composição granulométrica g/kg TFSE				Argila Dispersa	Grau de	Relação Silte/ Argila	Densidade kg/dm ⁻³		Porosidad e cm ³ cm ⁻³ Volume
Símb	Prof. cm	Calhau	Cascalho	Terra Fina	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila < 2 µ	em água g/kg	Flocu- lação %		Ds	Dp	
H	0-10	0	tr	1000	-	-	-	-	-	-	-	0,67	1,43	0,53
A	-25	0	tr	1000	10	30	290	670	360	46	0,43	0,78	1,67	0,53
CA	-44	0	tr	1000	10	40	260	690	50	93	0,38	1,02	1,97	0,48
Cg1	-66	0	tr	1000	10	60	260	670	30	96	0,39	-	-	-
Cg2	-105	0	tr	1000	20	510	190	280	70	75	0,68	-	-	-
Cg3	-125	0	tr	1000	40	450	210	300	110	63	0,70	-	-	-
Horiz.	pH (1:2,5)			Complexo sortivo cmol c kg ⁻¹ TFSA								Valor V %	Saturação por Al %	P assimi- lável mg/kg
	H ₂ O	KCl	CaCl ₂	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S	Al ³⁺	H ⁺	T			
H	4,7	3,7	4,0	4,2	4,6	2,4	0,09	11,3	2,5	18,3	32,2	35	18	7
A	4,2	3,5	3,6	2,8	4,6	1,2	0,14	8,8	4,4	23,7	36,8	24	34	3
CA	4,3	3,5	3,9	2,4	6,8	0,7	0,25	10,2	2,9	8,0	21,1	48	22	2
Cg1	4,1	3,5	3,7	1,8	5,7	0,9	0,30	8,7	4,4	12,7	25,8	34	34	1
Cg2	4,2	3,4	3,5	1,2	2,5	0,7	0,18	4,6	3,1	6,1	13,8	33	40	2
Cg3	4,4	3,6	3,9	2,2	4,5	1,0	0,20	7,9	2,8	9,0	19,7	40	27	2
Horizonte	C.org g kg ⁻¹	N g kg ⁻¹	C/N	Ataque sulfúrico (H ₂ SO ₄ 1:1)						Relações moleculares			Equivalente CaCO ₃ %	
				SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	ki	kr	AlFe ¹		
H	64,2	1,75	37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A	47,8	1,19	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CA	10,4	0,42	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cg1	16,5	0,56	29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cg2	11,7	0,28	42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cg3	18,3	0,35	52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

¹ Al₂O₃/Fe₂O₃

Histórico de manejo das áreas

ÁREA DE PLANTIO DE COCO

Culturas anteriores - 1º batata-doce, adubada; 2º aipim, recebendo calagem

Plantio:

542 covas, em 21 de novembro de 1992

início - consórcio coco x aipim

Adubação inicial - termofosfato (+ou- 200g cova)

Adubações e calagens:

08/03/1997 - 4:20:20 em sulco

17/09/1997 - 14:7:27, +ou- 1 kg/planta

14/09/1997 - calcário, na projeção da copa, +ou- 1,3 kg / planta

09/12/1997 - 14:7:28, 600g / planta

11/12/1997 - adubação foliar (Kemp)

19/01/1998 - 4:12:08, 1 kg / planta

13/04/1998 - calcário minercal, na projeção da copa

05/05/1998 - 4:12:8, 1,1 kg / planta

24/09/1998 - 12:4:12, 0,5 kg / planta

16/12/1998 - 4:0:21 800g / planta

08/01/1999 - calcário, 1,2 kg / planta, em volta do pé

Pulverizações:

15/08/1997 - Dipterex e biofertilizante Tsumori

11/12/1997 - Benlat, dipterex

07/01/1998 - Losban, Benlat

21/03/1998 - Nuvacron, benlat

15/05/1998 - Malation nas flores

29/07/1998 - Marshal, derosal, fórmula C (macro e micronutrientes) e siwet
(espalhante)

14/09/1998 - Nuvacron e siwet (espalhante)

30/11/1998 - Derosal e marshal

14/12/1998 - Marshal (para ácaro) e siwet e nitrato cálcio para flores

Coroamento - herbicida roundup, 3x ao ano.

Irrigação: instalação da microaspersão em 20/11/1998

1^{as} flores apareceram com mais ou menos 4 anos após plantio

Produção: aproximadamente 30 cocos por planta (considerando os que não produzem nada).

Sr. Tiba considera os maiores problemas a falta de adubação inicial e falta d'água

ÁREA DE PLANTIO DE MANDIOCA

Área - 1,9 a 2,0 ha

Cultura anterior = batata doce

Preparo solo: prepara os canteiros com trator, deixa 15 dias em repouso, planta e joga herbicida (roundup).

Adubação e calagem: calagem realizada 1 x ao ano antes do plantio (+ ou - 2 ton / ha espalhada na área . Espalhou cevada na área. Não recebeu adubação.

Produção - “esse ano deu aipim fino em toda a região; colheu + ou - 7.500 kg/ha quando antes colheu até 15.000 kg/ha”.

Análises químicas

Tabela 25: Valores¹ de pH em água, KCl e CaCl₂, nas duas épocas de avaliação.

Prof.	Valores de pH					
	água		KCl		CaCl ₂	
cm	1 ^a coleta	2 ^a coleta	1 ^a coleta	2 ^a coleta	1 ^a coleta	2 ^a coleta
Área de Plantio de Coco						
0-5	5,56 A	5,10 A	4,58 A	4,16 A	4,96 A	4,50 A
5-10	5,52 A	5,30 A	4,58 A	4,26 A	4,98 A	4,48 A
10-20	5,60 A	5,22 A	4,46 A	4,24 A	4,90 A	4,54 A
20-40	4,82 A	4,30 A	3,94 A	3,78 A	4,40 A	3,92 A
Área de Plantio de Mandioca						
0-5	4,74 B	4,68 B	3,94 B	3,92 B	4,36 B	4,26 AB
5-10	4,60 B	4,36 C	3,74 B	3,66 B	4,24 B	4,00 B
10-20	4,00 C	4,08 C	3,52 B	3,50 C	3,70 B	3,72 B
20-40	3,38 C	3,60 B	3,04 C	3,22 B	3,42 C	3,28 B
Área de Floresta Secundária						
0-5	4,70 B	4,88 AB	3,80 B	3,96 AB	4,30 B	4,08 B
5-10	4,56 B	4,76 B	3,44 C	3,84 B	3,92 C	3,96 B
10-20	4,60 B	4,62 B	3,60 B	3,74 B	3,88 B	3,86 B
20-40	4,44 B	4,54 A	3,58 B	3,74 A	4,00 B	3,90 A

¹ Entre áreas, médias seguidas por letras maiúsculas iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Tabela 26: Resultados¹ de Ca+Mg, K e P, nas duas épocas de avaliação.

Prof.	Ca+Mg		K		P	
cm	cmol _c kg ⁻¹		mg kg ⁻¹			
	1 ^a coleta	2 ^a coleta	1 ^a coleta	2 ^a coleta	1 ^a coleta	2 ^a coleta
Área de Plantio de Coco						
0-5	20,6 A	19,0 A	696 A	331 A	83 A	52 A
5-10	20,6 A	18,5 A	123 B	189 A	77 A	46 A
10-20	19,9 A	19,3 A	70 A	80 A	79 A	51 A
20-40	14,3 A	11,7 A	41 A	33 A	60 A	20 A
Área de Plantio de Mandioca						
0-5	16,6 B	18,2 A	95 C	148 B	36 B	35 B
5-10	14,1 B	13,8 B	61 B	69 B	33 B	28 B
10-20	7,7 B	9,7 B	65 A	32 A	15 B	25 B
20-40	5,3 B	7,6 B	74 A	47 A	6 B	7 B
Área de Floresta Secundária						
0-5	9,3 C	9,1 B	528 B	181 B	16 C	12 C
5-10	6,3 C	6,2 C	257 A	131 AB	8 C	9 C
10-20	5,2 B	5,4 C	106 A	85 A	4 B	5 C
20-40	6,8 B	5,1 B	57 A	47 A	4 B	4 B

¹ Entre áreas, médias seguidas por letras maiúsculas iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Tabela 27: Resultados¹ de H+Al, Valores S, T e V, nas duas épocas de avaliação.

Prof. cm	H+Al		Valor S		Valor T		Valor V	
			----- cmol _c kg ⁻¹ -----				%	
	1 ^a coleta	2 ^a coleta	1 ^a coleta	2 ^a coleta	1 ^a coleta	2 ^a coleta	1 ^a coleta	2 ^a coleta
Área de Plantio de Coco								
0-5	22,6 B	30,4 A	38,8 A	27,6 A	55,9 A	58,0 A	63 A	48 A
5-10	22,7 B	27,6 B	24,0 A	23,5 A	44,6 B	51,0 B	52 A	47 A
10-20	24,4 B	28,8 B	21,9 A	21,5 A	44,7 B	50,3 A	47 A	43 A
20-40	36,7 B	38,9 B	15,6 A	12,6 A	49,1 B	51,5 B	30 A	24 A
Área de Plantio de Mandioca								
0-5	39,8 A	36,3 A	19,4 B	22,1 B	59,1 A	58,5 A	33 C	38 B
5-10	40,9 A	43,6 A	16,0 B	15,6 B	56,9 A	59,2 A	28 B	26 B
10-20	55,2 A	47,3 A	9,6 B	10,6 B	64,8 A	57,9 A	15 C	18 B
20-40	59,7 A	58,4 A	7,5 B	8,9 AB	67,2 A	67,3 A	11 B	13 B
Área de Floresta Secundária								
0-5	22,5 B	21,8 B	23,0 B	13,9 C	45,5 B	35,7 B	51 B	39 AB
5-10	22,8 B	26,2 B	13,1 B	9,7 C	35,8 C	35,9 C	37 B	29 B
10-20	22,9 B	25,9 B	8,1 B	7,7 B	30,9 C	33,5 B	27B	25 B
20-40	18,4 C	20,6 C	8,5 B	6,5 B	27,0 C	27,1 C	33 A	25 A

¹ Entre áreas, médias seguidas por letras maiúsculas iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Tabela 28: Resultados de Ca, Mg, Al e Na, nas duas épocas de avaliação.

Prof.	Ca		Mg		Al		Na	
cm	cmol _c kg ⁻¹							
	1 ^a coleta	2 ^a coleta	1 ^a coleta	2 ^a coleta	1 ^a coleta	2 ^a coleta	1 ^a coleta	2 ^a coleta
Área de Plantio de Coco								
0-5	13,9	11,3	6,7	7,6	0,2	0,8	0,32	0,16
5-10	14,7	11,6	5,9	6,9	0,2	0,6	0,27	0,14
10-20	14,1	12,2	5,8	7,1	0,5	0,6	0,24	0,14
20-40	8,4	7,7	5,	3,9	3,0	4,1	0,22	0,11
Área de Plantio de Mandioca								
0-5	11,5	13,4	5,1	4,9	2,2	1,3	0,35	0,10
5-10	9,2	9,4	4,9	4,4	3,2	3,1	0,32	0,10
10-20	4,2	6,6	3,5	3,1	8,0	5,4	0,30	0,10
20-40	2,9	4,6	2,3	3,0	14,0	11,	0,31	0,12
Área de Floresta Secundária								
0-5	5,1	6,6	4,2	2,4	1,6	2,2	0,18	0,13
5-10	2,9	4,4	3,4	1,8	3,1	3,2	0,18	0,12
10-20	2,2	4,1	3,0	1,3	4,3	3,7	0,18	0,11
20-40	2,7	3,9	4,1	1,2	3,9	4,4	0,29	0,15