



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

CARACTERIZAÇÃO DOS SOLOS E AVALIAÇÃO DE PROPRIEDADES
EDÁFICAS EM AMBIENTES DE TABULEIROS COSTEIROS DA
REGIÃO NORTE FLUMINENSE (RJ)

GEOVANE BARBOSA DO NASCIMENTO ,¹⁹⁹⁰

Sob a Orientação do Professor

Marcos Gervasio Pereira,¹⁹⁹⁵

e Co-orientação da Professora

Lúcia Helena Cunha dos Anjos

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

Seropédica, Rio de Janeiro
Fevereiro de 2001

CARACTERIZAÇÃO DOS SOLOS E AVALIAÇÃO DE PROPRIEDADES
EDÁFICAS EM AMBIENTES DE TABULEIROS COSTEIROS DA
REGIÃO NORTE FLUMINENSE (RJ)

GEOVANE BARBOSA DO NASCIMENTO

Aprovada em 20 de fevereiro de 2001

Prof. Marcos Gervasio Pereira
(UFRRJ-Dep. Solos)

Prof. Lúcia Helena Cunha dos Anjos
(UFRRJ-Dep. Solos)

Prof. Joelito de Oliveira Rezende
(AGRUFBA – Depº. Química Agrícola e Solos)

Dr. Mauri dos Santos Manhães
(UFRRJ-Campus Dr. Leonel Miranda)

Marcos Gervasio Pereira

Lúcia Helena Cunha dos Anjos

Joelito de Oliveira Rezende

Mauri dos Santos Manhães

631.44

N244c Nascimento, Geovane Barbosa do, 1970 _

Caracterização dos solos e avaliação de propriedades edáficas em ambientes de tabuleiros costeiros da região Norte Fluminense (RJ) / Geovane Barbosa do Nascimento. – 2001.

xxi, 162f. : il. color., gráfs., tabs.

Orientador: Marcos Gervasio Pereira.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Agronomia.

Bibliografia : f. [115] – 128.

1. Ciência do solo – Caracterização – Norte Fluminense (RJ) – Teses.
2. Ciência do solo – Classificação – Norte Fluminense (RJ) – Teses.
3. Ciência do solo – Avaliação – Norte Fluminense (RJ) – Teses.
4. Solos – Uso e manejo – Norte Fluminense (RJ) – Teses. I. Pereira, Marcos Gervasio, 1965 _ II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Agronomia. III. Título.

'Um dia você aprende que':

... Depois de algum tempo você aprende a sutil diferença entre dar a mão e acorrentar a alma. E você aprende que amar não significa apoiar-se, e que companhia nem sempre significa segurança. E começa a aprender que beijos não são contratos, e presentes não são promessas. E começa a aceitar suas derrotas com a cabeça erguida e olhos adiante, com graça de adulto e não a tristeza de uma criança. E aprende a construir todas as suas estradas de hoje, porque o terreno de amanhã é incerto demais para os planos, e o futuro tem o costume de cair em meio ao vão... Descobre que se leva anos para construir confiança e apenas segundos para destruí-la. E que você pode fazer coisas em um instante, das quais se arrependerá pelo resto da vida. Aprende que verdadeiras amizades continuam a crescer mesmo a longas distâncias... Descobre que as pessoas com quem você mais se importa na vida são tomadas de você muito depressa, por isso sempre devemos deixar as pessoas que amamos com palavras amorosas, pois pode ser a última vez que a vemos...

... Aprende, que, ou você controla seus atos, ou eles o controlarão, e que ser flexível não significa ser fraco ou não ter personalidade, pois não importa quão delicada e frágil seja uma situação, sempre existem dois lados... Descobre que algumas vezes a pessoa que você espera que o chute quando você cai, é uma das poucas que o ajudam a levantar-se.

Aprende que maturidade tem mais a ver com os tipos de experiência que se teve e o que se aprendeu com elas do que quantos aniversários você celebrou... Aprende que nunca se deve dizer a uma criança que sonhos são bobagens; poucas coisas são tão humilhantes e seria uma tragédia se a criança acreditasse nisso... Descobre que só porque alguém não o ama do jeito que você quer que ame, não significa que esse alguém não o ame com tudo o que pode, pois existem pessoas que nos amam, mas simplesmente não sabem como demonstrar ou viver isso. Aprende que nem sempre é suficiente ser perdoado por alguém; algumas vezes você tem que aprender a perdoar a si mesmo. Aprende que, com a mesma severidade com que julga, você será em algum momento condenado. Aprende que não importa em quantos pedaços seu coração foi partido, o mundo não pára para que você o conserte. Aprende que o tempo não é algo que possa voltar para trás.

Portanto plante seu jardim e decore sua alma, ao invés, de esperar que alguém lhe traga flores. E você aprende que realmente pode suportar... que realmente é forte e que pode ir muito mais longe depois de pensar que não se pode mais. E que realmente a vida tem valor e que tem valor diante da Vida! ... Às vezes, sentimos um vazio dentro de nós, e uma palavra ou um doce sorriso de um amigo querido nos eleva e nos purifica.

William Shakespeare

Aos meus amados pais: George Andrade do Nascimento (in memoriam) e
Evanise Babosa Nascimento

Aos meus queridos irmãos: Rita, Elisângela e George Jr.

Aos meus avôs (in memoriam), tios(as), primos(as) e sobrinhos(as)

À minha amada esposa, Elizene, e ao meu lindo filho, Caíque

Dedico

Ao Curso de Licenciatura em Ciências Agrícolas
da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Ofereço

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida, amor, perdão, saúde, proteção e esperança;

A minha amada mãe, ao meu amado pai (in memoriam) e aos meus irmãos, pelo amor, incentivo, apoio e luta;

A minha amada e admirável esposa Elizene, pelo amor, amizade, trabalho, dedicação, esperança, perdão, e por tudo de bom que tem acontecido em minha vida;

Ao admirável e dedicado professor e pesquisador, Marcos Gervasio Pereira, pela orientação, confiança, amizade, dedicação, incentivo, paciência e trabalho para comigo, fundamental para realização deste estudo em tempo hábil;

A admirável e dedicada professora e pesquisadora, Lúcia Helena Cunha dos Anjos, pela co-orientação, pela idealização do projeto de pesquisa que originou este trabalho, e pela confiança, amizade, incentivo e trabalho para comigo, fundamental para realização deste estudo;

Ao professor e pesquisador Joelito de Oliveira Rezende (AGRUFBA – Depº. Química Agrícola e Solos) e ao pesquisador Mauri dos Santos Manhães (Campo Experimental Dr. Leonel Miranda - UFRRJ), pela contribuição valorosa que prestaram durante o exame deste trabalho;

Aos professores dedicados do Curso de Pós-Graduação em Agronomia – Ciência do Solo, pelos ensinamentos teóricos e práticos;

Aos amigos de todas as horas, pelo incentivo, apoio e luta: família Mira Lopes, Davan, Fred, Jancênia, Alemário, Fabiano Guimarães, Jefé, Anselmo e Elizângela, Geraldinho, Severino, Webston, Mário, Eva, Méricles, Polidoro, Fabiano Balieiro, Diego, Alex, Felipe, Jerri, Perin, Fábio, Ricardo, Valdonês, Márcio e Luciano;

Aos amigos e companheiros neste trabalho: Márcio Rogério Piratello Freitas de Souza e Ademir Fontana. Este trabalho é nosso! “GEOMARADE”;

Aos meus dois cachorros amigos: Carequinha e Ruk, pela alegria e proteção;

Aos colegas de Graduação, Pós-graduação e Laboratório, pela amizade, companheirismo, trabalho, festas e estudos;

Aos professores Luiz Rodrigues Freire, Marcos Bacis Ceddia e Eduardo Lima,

pela amizade, confiança e incentivo;

Aos funcionários técnicos administrativos e de apoio do Dep. Solos (UFRRJ), pelo trabalho e amizade;

A equipe do Campo Experimental Dr. Leonel Miranda - UFRRJ, pelo apoio e hospitalidade durante os trabalhos de campo. Ao Técnico Agrícola Carmindo Afonso Filho, pela colaboração durante os trabalhos de campo. E aos pesquisadores Mauri dos Santos Manhães e Aldo Alves Peixoto, pela concessão de resultados de pesquisas obtidos em 1986 e até então não publicados, os quais estão apresentados neste trabalho;

À sociedade brasileira, representada pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudo;

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (Faperj), pelo apoio financeiro destinado à execução de parte deste trabalho;

Aos proprietários das fazendas: Bela Vista e Limão Doce, pela hospitalidade e por ter nos concedido uma parte de suas terras para estudo;

À Teresinha Paciolo, Bibliotecária da Biblioteca Central da UFRRJ, pela revisão do modo de apresentação das citações bibliográficas consultadas neste trabalho;

E a todos que indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho,

MEUS SINCEROS AGRADECIMENTOS!!!

BIOGRAFIA

Geovane Barbosa do Nascimento nasceu na cidade de São Paulo-SP em 07 de dezembro de 1970. Em 1990 diplomou-se Técnico em Agropecuária pela Escola Agrotécnica Federal de Catu-BA onde esteve Presidente da Cooperativa Escola dos Alunos da EAFCatu-BA durante a gestão 89/90. Chegando à Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) em 1995 diplomou-se Licenciado em Ciências Agrícolas em 1999. Durante a graduação participou de trabalhos de pesquisa e acadêmico: esteve estagiário e bolsista de Pré-iniciação Científica pelo Dep. de Solos, bolsista de Iniciação Científica pela EMBRAPA/*Agrobiologia* e Monitor das disciplinas Expressão Gráfica (Dep. Engenharia) e Fertilidade do Solo (Dep. Solos). De 1997 a 1998 esteve Presidente do Diretório Acadêmico do Curso de Licenciatura em Ciências Agrícolas - DARF (Diretório Acadêmico Raimundo Ferreira). Em março de 1999 ingressou no Curso de Pós-graduação em Agronomia – Ciência do Solo (CPGA-CS) da UFRRJ, concluindo nesta data seu trabalho de dissertação de Mestrado. Durante este mesmo período atuou como Representante dos Mestrados junto ao Colegiado do CPGA-CS.

ÍNDICE GERAL

	p.
RESUMO	xviii
ABSTRACT	xx
1 – INTRODUÇÃO	1
2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 – Caracterização do ecossistema ‘tabuleiros costeiros’	3
2.1.1 – Feição, clima e vegetação dos ‘tabuleiros costeiros’	3
2.1.2 – Solos dos ‘tabuleiros costeiros’	6
2.1.3 – Os ‘tabuleiros costeiros’ na região Norte Fluminense	9
2.2 – Gênese, evolução e taxonomia em solos de tabuleiro	13
2.3 – Propriedades edáficas, uso e manejo agrícola em solos de tabuleiro	25
2.4 – Qualidade dos solos e degradação ambiental	30
3 – MATERIAL E MÉTODOS	35
3.1 – Caracterização dos solos de tabuleiro da região Norte Fluminense	35
3.2 – Avaliação de propriedades edáficas em solos de tabuleiro da região Norte Fluminense	36
3.3 – Seleção das áreas para descrição de perfis e avaliação de propriedades edáficas	37
3.4 – Métodos de análises de laboratório	39
3.4.1 – Preparo das amostras	39
3.4.2 – Análises físicas	39
3.4.3 – Análises químicas	41
3.4.4 – Análises mineralógicas das frações areia fina e areia grossa	43
3.5 – Classificação dos solos	43
3.6 – Delineamento experimental e análises estatísticas	43
4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
4.1 – Caracterização dos solos de tabuleiro da região Norte Fluminense	45
4.1.1 – Indivíduos modais na classe dos LATOSOLOS AMARELOS	46
4.1.2 – Indivíduos modais na classe dos ARGISOLOS AMARELOS	65

4.1.3 – Comparação entre os indivíduos modais dos LATOSOLOS e ARGISOLOS AMARELOS _____	77
4.2 – Avaliação de propriedades edáficas em solos de tabuleiro da região Norte Fluminense _____	81
4.2.1 – Propriedades edáficas em função da cobertura vegetal e tempo de cultivo	81
4.2.2 – Diagnóstico da alteração de propriedades em LATOSOLOS AMARELOS e ARGISOLOS AMARELOS sob Diferentes Coberturas Vegetais – Estudo de Caso _____	
5 – CONCLUSÕES _____	111
6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS _____	114
7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS _____	115
8 – APÊNDICES _____	129
Apêndice I – Quadro resumo da caracterização dos solos modais das classes de LATOSOLO AMARELO (LA) e ARGISOLO AMARELO (PA) na região Norte Fluminense, RJ _____	130
Apêndice II – Caracterização dos perfis de solo em áreas sob cobertura de mata secundária, pastagem e com cultivo de cana-de-açúcar, no município de Campos de Goytacazes, RJ _____	133
Apêndice III – Caracterização de amostras de terra para avaliação da fertilidade de áreas sob cobertura vegetal de mata secundária, pastagem e com cultivo de cana-de-açúcar, no município de Campos de Goytacazes, RJ _____	155
Apêndice IV – Resumo dos quadros das análises de variância das variáveis: C org., pH, Pass., K ⁺ , C ⁺² +Mg ⁺² , Soma de bases (SB), Valor V%, Valor T e Al ⁺³ , referente ao ‘Estudo de Caso’, nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm _____	156

ÍNDICE DE FIGURAS

p.	5
Figura 1 – Precipitação pluviométrica, precipitação efetiva, e temperatura do ar do município de Campos dos Goytacazes (valores médios mensais do período de 1975 a 1999), adaptado de Azevedo et al. (2000)	8
Figura 2 – Representação dos depósitos terciários no Brasil (a) e do mapa esquemático da geologia do Estado do Rio de Janeiro (b), adaptado de Fonseca (1986) e Brasil (1958), respectivamente. As linhas em vermelho (a) indicam o limite de ocorrência dos tabuleiros costeiros, do Rio de Janeiro até o Pará, e a seta em vermelho (b) representa o limite dos depósitos terciários e ocorrência dos tabuleiros costeiros na região Norte Fluminense, RJ	10
Figura 3 – Corte esquemático representativo dos tabuleiros costeiros do Rio de Janeiro, Espírito Santo e Bahia, adaptado de EMBRAPA (2000)	38
Figura 4 – Representação da área de estudo de perfis e propriedades edáficas. Imagens extraídas de IAA/Sondotécnica, 1983. Na primeira imagem (a) é representado em vermelho o local aproximado de estudo, visualizado na fotografia aérea (1:15000) (b). Na imagem (c) o mapa planialtimétrico (1:10000) equivalente à fotografia aérea (b), com os locais dos perfis em azul	46
Figura 5 – Caracterização do tipo de uso (cobertura vegetal) em LA	47
Figura 6 – Posição da encosta da classe LA	48
Figura 7 – Caracterização da classe de relevo local em LA	48
Figura 8 – Caracterização da classe de drenagem dos LA	48
Figura 9 – Caracterização da seqüência de horizontes em LA	48
Figura 10 – Caracterização da espessura dos horizontes superficiais (horizontes A e AB) em LA. As linhas tracejadas representam os limites de espessura sugeridos como propriedade diferencial ao nível hierárquico de série	49
Figura 11 – Caracterização da classe textural dos horizontes diagnósticos A e B em LA. As linhas tracejadas representam os limites de textura sugeridos como propriedade diferencial ao nível hierárquico de série	50

Figura 12 – Caracterização do matiz e do valor do horizonte diagnóstico A em LA	51
Figura 13 – Caracterização do croma do horizonte diagnóstico A em LA	51
Figura 14 – Caracterização do matiz e do valor do horizonte B em LA	51
Figura 15 – Caracterização do croma da cor do horizonte diagnóstico B em LA	52
Figura 16 – Representação de páginas da carta de cores de Munsell utilizadas para a determinação das cores presentes nos horizontes dos solos estudados. A seta em vermelho indica a cor que ocorreu com maior freqüência no horizonte B	52
Figura 17 – Variação do Valor T dos horizontes diagnósticos A e B em LA	53
Figura 18 – Variação da CTC da argila (sem correção para carbono) do horizonte diagnóstico B em LA. As linhas tracejadas representam os limites de classe de CTC da argila (sem correção para carbono) sugeridos como critério de classificação destes solos nos níveis hierárquicos família e série	54
Figura 19 – Distribuição da soma de bases dos horizontes diagnósticos A e B em LA. A linha tracejada representa o limite de $2,5 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ de TFSA	55
Figura 20 – Distribuição do Valor V% dos horizontes diagnósticos A e B em LA. As linhas tracejadas representam os limites de Valor V% estabelecidos pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999) como critérios de 5º nível categórico: hipodistrófico ($< 35\%$), mesodistrófico ($\geq 35\%$ e $< 50\%$), mesoeutrófico ($\geq 50\%$ e $< 70\%$) e hipereutrófico ($\geq 75\%$)	56
Figura 21 – Variação da saturação por alumínio dos horizontes diagnósticos A e B em LA. A linha tracejada representa o limite de saturação por alumínio de 50%	56
Figura 22 – Distribuição do valor de pH dos horizontes diagnósticos A e B em LA. As linhas tracejadas representam os limites entre classes de reação ou estado de acidez do material dos solos estabelecidos pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999)	58
Figura 23 – Caracterização do teor de alumínio trocável (Al^{+3}) dos horizontes diagnósticos A e B em LA. As linhas tracejadas representam o limite de alumínio trocável de $0,6 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ de TFSA	58

Figura 24 – Caracterização do teor de carbono orgânico dos horizontes diagnósticos A e B em LA. As linhas tracejadas representam os limites de C org. a serem utilizados como característica diferencial em LA e PA, sendo: baixo (teores de C org. < 6 g kg ⁻¹ de TFSA), médio (de 6 a 12 g kg ⁻¹) e satisfatório (> 12 g kg ⁻¹)	59
Figura 25 – Caracterização do teor de fósforo dos horizontes diagnósticos A e B em LA	60
Figura 26 – Caracterização do teor de argila natural dos horizontes diagnósticos A e B em LA	61
Figura 27 – Caracterização do grau de flocação dos horizontes diagnósticos A e B em LA	61
Figura 28 – Variação da densidade do solo de seis LA. A linha em vermelho é característica do horizonte coeso e as linhas em azul sugerem compactação no horizonte A. As linhas em preto indicam variação inexpressiva da densidade do solo entre horizontes. Números em laranja representam teores de argila (%)	63
Figura 29 – Variação da densidade do solo em diferentes profundidades. Dados de Peixoto e Manhães (não publicados) em solos de tabuleiro sob diferentes coberturas vegetais na região Norte Fluminense. As linhas tracejadas externas indicam a variação entre valores encontrados, e a linha tracejada interna o valor médio da densidade do solo. Observa-se na linha tracejada em vermelho o comportamento típico dos solos coesos (adensamento natural)	63
Figura 30 – Caracterização da consistência do solo seco nos horizontes A, BA e B em LA	64
Figura 31 – Caracterização do tipo de uso (cobertura vegetal) em ARGISSOLOS	65
Figura 32 – Caracterização da situação do perfil em PA	65
Figura 33 – Caracterização da classe de relevo local em PA	66
Figura 34 – Caracterização da classe de drenagem em PA	66
Figura 35 – Caracterização da seqüência de horizontes em PA	66
Figura 36 – Caracterização da espessura dos horizontes superficiais (A e AB) em PA. As linhas tracejadas representam os limites de espessura sugeridos como critério de classificação em LA no 6º nível categórico	67

Figura 37 – Caracterização da classe textural dos horizontes diagnósticos A e B em PA. A linha tracejada representa o limite de classe textural arenosa e média sugerido como critério de classificação em LA no 6º nível categórico _____	68
Figura 38 – Caracterização do matiz e do valor do horizonte diagnóstico A em PA _____	68
Figura 39 – Caracterização do croma do horizonte diagnóstico A em PA _____	69
Figura 40 – Caracterização do matiz e do valor do horizonte diagnóstico B em PA _____	69
Figura 41 – Caracterização do croma do horizonte diagnóstico B em PA _____	69
Figura 42 – Caracterização do Valor T dos horizontes diagnósticos A e B em PA _____	70
Figura 43 – Caracterização da CTC da argila (sem correção para carbono) do horizonte diagnóstico B em LA. A linha tracejada representa o limite entre as classes de CTC muito baixa e baixa, sugerido como critério de classificação em LA no 5º nível categórico _____	70
Figura 44 – Caracterização da soma de bases dos horizontes diagnósticos A e B em PA _____	71
Figura 45 – Caracterização do Valor V% dos horizontes diagnósticos A e B em PA. As linhas tracejadas representam os limites de Valor V% estabelecidos pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos como critérios de 5º nível categórico _____	71
Figura 46 – Caracterização da saturação por alumínio dos horizontes diagnósticos A e B em PA. A linha tracejada representa o limite de saturação por alumínio de 50%. _____	72
Figura 47 - Caracterização do valor de pH dos horizontes diagnósticos A e B em PA _____	72
Figura 48 – Caracterização do teor de alumínio trocável (Al^{+3}) dos horizontes diagnósticos A e B em PA. As linhas tracejadas representam o limite de alumínio trocável de $0,6 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ de TFSAs _____	73
Figura 49 – Caracterização do teor de carbono orgânico dos horizontes diagnósticos A e B em PA _____	73
Figura 50 – Caracterização do teor de fósforo dos horizontes diagnósticos A e B em PA _____	74

Figura 51 – Caracterização do teor de argila natural dos horizontes diagnósticos A e B em PA	74
Figura 52 – Caracterização do grau de floculação dos horizontes diagnósticos A e B em PA	75
Figura 53 – Caracterização da densidade do solo em PA. Linhas tracejadas em preto representam valores máximo, médio e mínimo da densidade do solo por horizontes (n = 12 amostras por horizonte). Linhas coloridas representam perfis (3) com comportamento de Ds distinto entre si. Os números em laranja representam os teores de argila (%)	76
Figura 54 – Caracterização da consistência do solo seco nos horizontes A, BA e B em PA	77
Figura 55 – Distribuição das frações granulométricas em LATOSOLOS AMARELOS (a) e ARGISOLOS AMARELOS (b)	80
Figura 56 – Valores médios de carbono orgânico (barras coloridas) em função da cobertura vegetal e tempo de cultivo (cana) na profundidade de 0-20 e 20-40 cm. As extremidades das linhas verticais indicam a variação entre valores encontrados	82
Figura 57 – Valores médios de pH em água (barras coloridas) em função da cobertura vegetal e tempo de cultivo (cana) na profundidade de 0-20 e 20-40 cm. As extremidades das linhas verticais indicam a variação entre valores encontrados	83
Figura 58 – Valores médios de fósforo disponível (barras coloridas) em função da cobertura vegetal e tempo de cultivo (áreas de cana) na profundidade de 0-20 e 20-40 cm. As extremidades das linhas verticais indicam a variação entre valores encontrados	84
Figura 59 – Valores médios de valor V% (barras coloridas) em função da cobertura vegetal e tempo de cultivo (áreas de cana) na profundidade de 0-20 e 20-40 cm. As extremidades das linhas verticais indicam a variação entre valores encontrados	85

Figura 60 – Relação entre a porcentagem por saturação em bases (valor V%) e o pH em água das trinta e duas áreas estudadas, profundidade de 0-20 cm. As linhas pontilhadas indicam o valor médio aproximado do valor V% e do pH em água em função do tipo de cobertura vegetal e tempo de cultivo (representação alfanumérica)	85
Figura 61 – Valores médios de densidade do solo (barras coloridas) em função da cobertura vegetal e tempo de cultivo (áreas de cana) na profundidade de 0-20 e 20-40 cm. As extremidades das linhas verticais indicam a variação entre valores encontrados	87
Figura 62 – Área de mata secundária em solo de tabuleiro, Fazenda Bela Vista, Campos dos Goytacazes, RJ	90
Figura 63 – Perfis de LATOSOLO AMARELO (P1) e ARGISOL AMARELO (P2), na área de mata secundária, Fazenda Bela Vista, Campos dos Goytacazes, RJ	90
Figura 64 – Área de pastagem de braquiária (capim quicuiu) em solo de tabuleiro, Fazenda Limão Doce, Campos dos Goytacazes, RJ. Bem ao fundo se tem uma vista geral da mata secundária	91
Figura 65 – Perfis de LATOSOLO AMARELO (P3) e ARGISOL AMARELO (P4), na área de pastagem de braquiária (capim quicuiu), Fazenda Limão Doce, Campos dos Goytacazes, RJ	92
Figura 66 – Área de cana-de-açúcar em solo de tabuleiro, Fazenda Bela Vista, Campos dos Goytacazes, RJ. Ao fundo se tem uma vista geral da mata secundária .	93
Figura 67 – Perfil de ARGISOL AMARELO (P6), na área de cana-de-açúcar, Fazenda Bela Vista, Campos dos Goytacazes, RJ	94
Figura 68 – Variação da espessura do horizonte superficial (A) em função do tipo de uso e cobertura vegetal para perfis de LA e PA	97
Figura 69 – Composição textural do solo na camada de 0-20 cm e 20-40 cm, nas diferentes coberturas vegetais e classes de solos	100
Figura 70 – Variação da densidade do solo em perfis de LA e PA, respectivamente, em função do tipo de uso e cobertura vegetal	102

Figura 71 – Distribuição das frações granulométricas em profundidade nas classes LA (linhas azuis) e PA (linhas vermelhas), em áreas de floresta secundária, pastagem e cana _____ 102

Figura 72 – Conteúdo de carbono orgânico (C org) e densidade do solo (Ds) no horizonte superficial de LA e PA sob diferentes coberturas vegetais _____ 103

ÍNDICE DE QUADROS E TABELAS

	p.
Quadro 1 – Identificação das áreas estudadas (diferentes coberturas vegetais e classes de solos) em função do tipo de amostragem	<hr/> 37
Quadro 2 – Principais características morfológicas dos horizontes superficiais e do primeiro horizonte diagnóstico subsuperficial dos perfis estudados	96
Tabela 1 – Granulometria e porosidade (%) até a profundidade aproximada de 40 cm .	99
Tabela 2 – pH, carbono orgânico, complexo sortivo e P assimilável nos horizontes dos perfis de solo até cerca de 40 cm de profundidade	104
Tabela 3 – pH, carbono orgânico, complexo sortivo e P assimilável em amostras de fertilidade do solo (F) coletadas de 0-20 e de 20-40 cm. Médias de três amostras para cada área, solo e profundidade	105
Tabela 4 – Caracterização analítica de propriedades químicas dos solos nas áreas estudadas, na profundidade de 0-20 cm	108
Tabela 5 – Caracterização analítica de propriedades químicas dos solos nas áreas estudadas, na profundidade de 20-40 cm	109

RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido no município de Campos dos Goytacazes, RJ, em duas fases. Os principais objetivos foram caracterizar os indivíduos modais das principais unidades de solos de tabuleiro e suas variações, para fornecer critérios para a estruturação da classificação taxonômica dos solos nos níveis hierárquicos de família e série; e avaliar variações em propriedades edáficas desses solos sob diferentes tipos de cobertura vegetal.

Na primeira fase, para o estabelecimento dos indivíduos modais das classes LATOSOLOS AMARELOS (LA) e ARGISOLOS AMARELOS (PA), foram utilizados 100 (cem) perfis de solos com análises completas e/ou parciais, provenientes do levantamento semidetalhado de solos realizado pelo IAA/Sondotécnica (1983). A segunda fase de estudo consistiu da avaliação de propriedades edáficas dos solos de tabuleiro (LA e PA). Para tal, foram avaliados dados de Peixoto e Manhães (1986, dados não publicados), que consistem de amostras de terra coletadas em intervalos de 20cm até a profundidade de 1m, em áreas sob diferentes tipos de cobertura vegetal: mata (M), pasto (P) e cana-de-açúcar (C), tendo a cana-de-açúcar seis diferentes tempos de cultivo: < 5 anos (C<5), 5-10 anos (C10), 10-15 anos (C15), 15-20 anos (C20), 20-30 anos (C30), e > 30 anos (C>30). Para cada tipo de cobertura vegetal e tempo de cultivo (cana) foram feitas quatro repetições em diferentes localidades, totalizando trinta e duas áreas. Foram avaliadas, nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm, as seguintes propriedades: teor de carbono orgânico, pH em água, conteúdo de fósforo disponível, Valor V% e densidade do solo. Posteriormente,

foram selecionadas sete áreas circunvizinhas, representativas dos tabuleiros da região Norte Fluminense (RJ), onde foram abertas trincheiras para descrição e caracterização de perfis e feita amostragem de terra para avaliar variações em propriedades edáficas de solos LA e PA, em função do tipo de cobertura vegetal (floresta secundária, pastagem e cana-de-açúcar).

No que se refere aos resultados obtidos no estudo dos indivíduos modais de LA e PA, esses podem servir como parâmetro para a melhoria dos níveis hierárquicos do segundo ao quarto nível (Subordem, Grande grupo e Subgrupo), bem como para a estruturação do quinto e sexto níveis (família e série) das classes dos LATOSSOLOS AMARELOS e ARGISSOLOS AMARELOS no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Para os níveis hierárquicos de família e série, as principais propriedades do solo avaliadas neste estudo e que podem ser utilizadas como critérios diferenciais foram: caráter coeso (ARGISSOLOS AMARELOS), espessura do horizonte A, textura, sub-divisão da CTC da argila em média e baixa, Valor V%, saturação por alumínio, pH em água, teor de carbono orgânico e densidade do solo. Todas essas propriedades apresentaram estreita relação com o uso e o manejo dos solos, de maneira que podem servir como indicadoras do grau de degradação das terras. Ainda, através de seu monitoramento, poderão ser estabelecidas estratégias de manejo para minimizar o depauperamento dos solos e para a melhoria de seu potencial produtivo.

Quanto às variações nas propriedades edáficas, nas trinta e duas áreas examinadas, de uma maneira geral, os resultados indicam a existência de graus das propriedades distintos, em solos sob a mesma cobertura vegetal de cana-de-açúcar e em relação às coberturas de mata e pastagem. No exame mais detalhado da degradação dos solos, os resultados mostraram alterações nas propriedades do solo causadas pelo uso agrícola, com destaque para granulometria, carbono orgânico, pH, Valor T e Valor V%. As maiores variações foram observadas na classe dos LATOSSOLOS, enquanto que os ARGISSOLOS, independente da cobertura vegetal, foram considerados como de menor potencial agrícola. As diferenças observadas nas propriedades químicas e físicas dos perfis de LATOSSOLOS e ARGISSOLOS sugerem que o manejo dos solos de tabuleiro deve ser diferenciado em função da classe do solo.

ABSTRACT

This study took place in the municipal district of Campos of Goytacazes, RJ, and it was developed in two phases. The main objectives were to characterize the main units of tableland soils and their variations, in order to supply criteria for structuring the taxonomic classification of soils in the family and series hierarchical levels (family and series). Also, to evaluate variations in the edaphic properties of those soils under different types of coverage and land use.

In the first phase, for the establishment of the modal profiles of LATOSOLOS AMARELOS (LA) and ARGISOLOS AMARELOS (PA), a hundred soil profiles with complete and / or partial analyses were used. The data was originated from the semi-detailed survey carried by IAA/Sondotécnica (1983). The second study phase consisted of the diagnosis of edaphic properties of the tableland soils (LA and PA). For this study, data from Peixoto and Manhães (1986, not published) were evaluated. The soil samples were collected in intervals of 20cm to the depth of 1m, in areas under different types of coverage and land use. They were: native secondary forest (M), pasture (P), and sugar-cane (C), with six different times of cultivation (<5 years (C <5), 5-10 years (C10), 10-15 years (C15), 15-20 years (C20), 20-30 years (C30), and > 30 years (C>30). For each type of coverage and land usage, and time of cultivation (sugarcane) were taken four repetitions, in different places, totaling thirty-two study areas. The soil properties examined, in the depths of 0-20 and 20-40 cm, were: organic carbon content, pH in water, content of available phosphorus,

base saturation, and bulk density. Later seven adjacent areas, representative of tableland soils in Norte Fluminense (RJ) region, were selected. In each area, pits were open for profile description and characterization, and samples of surface soil were taken to evaluate variations in the edaphic properties of those soils (LA and PA), under different types of coverage and land usage (secondary forest, pasture and sugarcane).

The results obtained, in the study of the modal profiles of LA and PA, could indicate criteria for the improvement of the classes LATOSOLOS AMARELOS and ARGISOLOS AMARELOS, in the Brazilian System of Soil Classification. From the second to the fourth hierarchical levels of Sub order, Great group and Subgroup, as well as for the fifth and sixth hierarchical levels of family and series. For the hierarchical levels of family and series, the main soil properties in this study, which can be used as differential characteristics, were: cohesion character (ARGISOLOS AMARELOS), thickness of A horizon, texture, sub division of clay CEC in medium and low categories, base saturation, aluminum saturation, pH in water, organic carbon content, and bulk density. All these properties presented a narrow relationship with agricultural usage and soil management. So, it is presumed that they may be used as an indicative of land degradation degree, in those areas. Also, by monitoring those properties, land management strategies may be established to reduce soil impoverishment and to ameliorate the productive potential.

As for the variations in the edaphic properties, in the thirty-two examined areas, in general, the results indicated the existence of distinct levels of properties, in soils under the same coverage and land usage of sugarcane and in relation to the forest and pasture. In the most detailed exam of the soil degradation, the results showed alterations in the soil properties caused by agricultural use, mainly in the soil texture, organic carbon content, pH, CEC value, and base saturation. The largest variations were observed in the class of LATOSOLOS. The ARGISOLOS, independently of soil coverage, were considered as having the lowest agricultural potential. The differences observed in the chemical and physical properties of the LATOSOLOS and ARGISOLOS profiles suggest that the management of the tableland soils should be differentiated according to the soil classification.

1 – INTRODUÇÃO

‘Tabuleiros Costeiros’ é o termo utilizado para designar a feição geomorfológica ou forma de superfície do tipo tabular que pode ser observada ao longo de praticamente toda a faixa costeira do Brasil, desde o Rio de Janeiro até o Amapá.

No Estado do Rio de Janeiro os solos de tabuleiro têm sua maior expressão na região Norte Fluminense, compreendidos principalmente nos municípios de São Francisco de Itabapoana e parte de Campos dos Goytacazes. As principais classes de solos encontradas são os LATOSOLOS AMARELOS (LA) e os ARGISOLOS AMARELOS (PA).

Localizados próximos a grandes centros industriais e de consumo, os solos de tabuleiro podem ser considerados como de grande potencial agrícola e relevância social e econômica. No entanto, estas características, associadas às condições de relevo plano a suave ondulado, contribuíram para o uso intensivo destes solos e sua consequente degradação. A Mata Atlântica que esteve presente em todo o ecossistema de tabuleiros costeiros da região Norte Fluminense foi praticamente extinta, atualmente existindo apenas pequenos fragmentos de florestas secundárias.

O histórico de uso dos solos de tabuleiro da região Norte Fluminense mostra que com o surgimento do Programa Nacional do Álcool (PROÁLCOOL) na década de 70, estes solos passaram a ser cultivados de maneira intensiva com a cultura da cana-de-açúcar e a

produção de açúcar da região Norte Fluminense chegou a representar 18% da produção nacional (IAA/Sondotécnica, 1983). Nos dias atuais, verifica-se que a agroindústria canavieira Norte Fluminense encontra-se em decadência, os índices produtivos de cana são inferiores aos da média nacional e a área plantada com cana sob tabuleiros foi reduzida em cerca de 50%, sendo ocupada pelas pastagens.

Tal situação parece estar relacionada, dentre outros fatores, com a degradação dos solos. Degradação aqui é entendida como toda mudança ou destituição da qualidade do solo, ou seja, a redução de sua capacidade produtiva, que geralmente é intensificada por ações antrópicas. Nos sistemas agrícolas, o uso indiscriminado de máquinas agrícolas, as queimadas desordenadas, a lotação animal acima do recomendado, a não utilização de práticas de conservação do solo (cultivo em nível, rotação de culturas, uso de adubos minerais e orgânicos, uso de irrigação, uso de sementes ou mudas de boa qualidade, etc.) são os principais fatores de degradação dos solos.

A caracterização dos solos e a avaliação de propriedades edáficas em ambientes de tabuleiros costeiros da região Norte Fluminense (RJ) constitui-se em trabalho básico (referencial) para o estabelecimento de sistemas agrícolas sustentáveis, uma vez que pode gerar informações importantes para subsidiar propostas de manejo que visem a melhoria da qualidade destes solos e o aumento de sua capacidade produtiva.

A hipótese do presente trabalho é que os impactos da produção agrícola sobre as propriedades edáficas dos tabuleiros costeiros da região Norte Fluminense ficam expressos nos solos.

Os principais objetivos do trabalho foram: caracterizar os indivíduos modais das principais unidades de solos de tabuleiro e suas variações, para fornecer critérios para a estruturação da classificação taxonômica dos solos nos níveis hierárquicos de família e série; e avaliar variações em propriedades edáficas desses solos sob diferentes tipos de cobertura vegetal.

2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 – Caracterização do ecossistema ‘tabuleiros costeiros’

2.1.1 – Feição, clima e vegetação dos ‘tabuleiros costeiros’

‘Tabuleiros costeiros’ é o termo utilizado para designar a feição geomorfológica ou forma de superfície do tipo tabular, nesta feição encontram-se os solos de tabuleiro.

Os tabuleiros costeiros apresentam uma feição característica que é uma topografia tabular dissecada por vales profundos de encostas com forte declividade. Algumas áreas possuem relevo suave onulado, enquanto outras, onde houve forte dissecação, a topografia chega a ser ondulada ou até fortemente ondulada. Tal feição estende-se, na faixa litorânea, desde o Amapá até o Rio de Janeiro, prevalecendo as altitudes de 20 a 220 metros (Jacomine, 1996). A estimativa da área total dos solos de tabuleiro ainda não está bem definida. Segundo EMBRAPA (1993), o total das áreas de solos de tabuleiro da região Nordeste do Brasil está em torno de 98.503 km². Jacomine (1996) estimou as áreas de solos de tabuleiro para o litoral oriental do Brasil em 64.235 km².

Os tabuleiros costeiros são verificados sob grande variação climática, conforme constatado por Jacomine (1996). No Litoral, as áreas são predominantemente úmidas, com precipitações pluviométricas médias anuais variando de 1.000 a 2.300 mm; de 1.500 a 3.000 mm na Amazônia; de 1.300 a 1.700 mm em São Paulo; de 900 a 1.000 mm na região do Médio Jequitinhonha em Minas Gerais, e de 400 a 600 mm no Sertão de Pernambuco,

Bahia e Piauí. A temperatura média anual está compreendida entre 23 e 24 °C no litoral, entre 25 a 26°C na Amazônia e entre 24 e 26°C no Sertão de Pernambuco e Bahia (Jacomine, 1996).

No que diz respeito ao clima da região Norte Fluminense, o mesmo pode ser considerado quente e úmido com estação chuvosa no verão, tipo Aw segundo a classificação de Köppen. Com base no Boletim Climático do Campus Dr. Leonel Miranda (Azevedo et al., 2000), que apresenta dados mensais do período de 1975 a 1999, a precipitação pluviométrica no município de Campos dos Goytacazes (Figura 1) concentra cerca de 80% do total anual das chuvas entre os meses de outubro a abril, sendo freqüente nesse intervalo a ocorrência de um período de seca de 15 a 30 dias, o que torna a distribuição de chuvas irregular, notadamente no mês de fevereiro. Azevedo et al. (2000) destacam que a precipitação ao longo desses anos apresentou totais variando de 522,0 a 1377,3 mm. Em relação as temperaturas médias mensais do período de 1975 a 1999 observa-se pela Figura 1 que estas variam entre 21,6 a 27,7°C nos meses de junho e fevereiro, respectivamente. Os meses mais quentes do ano vão de dezembro a março, enquanto que de junho a setembro ocorrem as temperaturas mais baixas (Azevedo et al., 2000).

Quanto à vegetação, pode ser verificada uma grande diversidade vegetal desde caatingas até as florestas equatoriais (Ribeiro, 1996), sendo que a vegetação primária de maior ocorrência, a Mata Atlântica, foi praticamente extinta. Segundo Jacomine (1996), predominam florestas perenifólias e subperenifólias na Amazônia e no litoral, onde também ocorre o cerrado em pequena proporção. Mais para o interior, ainda na faixa costeira, prevalecem as florestas tropicais subcaducilólia e caducifólia, as quais também ocorrem na região do Médio Jequitinhonha em Minas Gerais. No Sertão de Pernambuco e da Bahia domina a caatinga hiperxerófila.

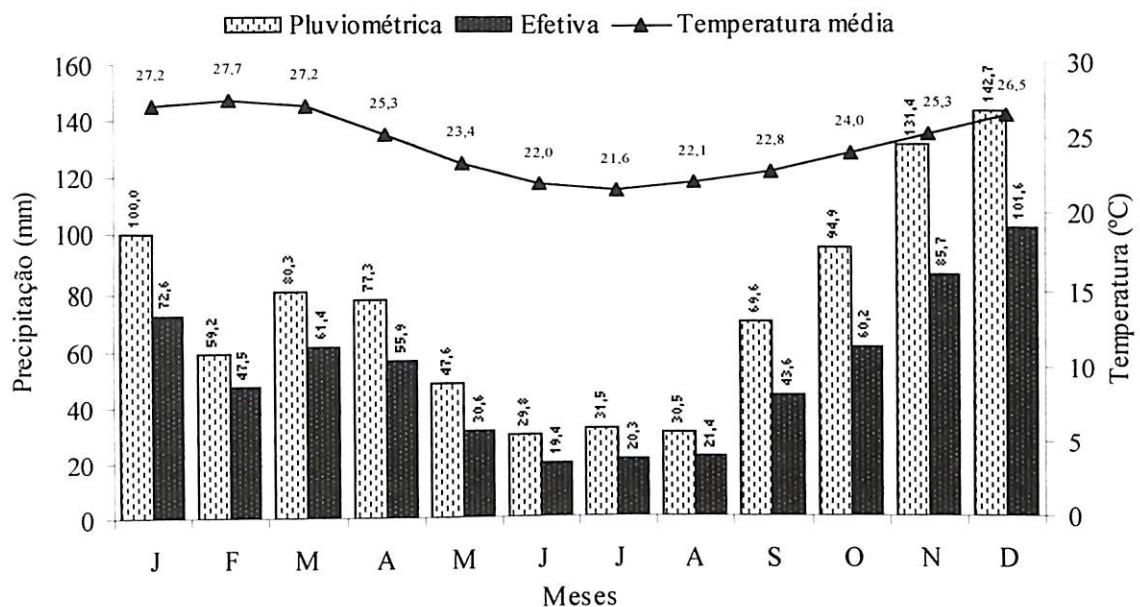


Figura 1 – Precipitação pluviométrica, precipitação efetiva, e temperatura do ar do município de Campos dos Goytacazes (valores médios mensais do período de 1975 a 1999), adaptado de Azevedo et al. (2000).

Uma das primeiras caracterizações do ecossistema tabuleiros costeiros no Brasil foi feita na bacia de Campos, Rio de Janeiro, através dos trabalhos de Lamego (1944, 1955) e BRASIL (1958). Diversos estudos têm sido realizados visando caracterizar o ecossistema tabuleiros costeiros na Região Norte Fluminense (Lamego, 1944, 1955; Geiger, 1956; BRASIL, 1958; FUNDENOR, 1970; INPE/DRM, 1976; FIDERJ, 1978; Reunião..., 1979a e b; EMBRAPA, 1980; Jacomine, 1979; IAA/Sondotécnica, 1983; RADAMBRASIL, 1983; Anjos, 1985; Fonseca, 1986; Manzatto, 1998).

Para as demais regiões do país destacam-se os levantamentos pedológicos realizados a partir da década de 50, pelo então Centro Nacional de Ensino e Pesquisas Agronômicas (BRASIL) e pela EMBRAPA (através do Centro de Pesquisas Pedológicas, pelo Serviço Nacional de Levantamentos Conservação de Solos e atualmente Centro Nacional de Pesquisa de Solos) e através dos levantamentos de recursos naturais realizados pelo RADAMBRASIL nas décadas de 70 e 80.

Além do Estado do Rio de Janeiro, destacam-se os seguintes trabalhos de caracterização do ecossistema tabuleiro, por unidade da Federação: em áreas próximas ao

vale do Rio Paraíba do Sul, no Estado de São Paulo (BRASIL, 1960); no Espírito Santo (Achá, 1976; UFV, 1984; Zangrande, 1985); na região do Médio Jequitinhonha em Minas Gerais (UFV, 1984); na Bahia (Bahia, 1977; Silva, 1980; Abrahão, 1995; Ribeiro, 1998; Araújo, 2000); em Sergipe (Jacomine, 1974); em Alagoas (Jacomine, 1974); em Pernambuco (Silva et al., 1971), na Paraíba (Silva et al., 1971); no Rio Grande do Norte (Silva, 1965; Silva et al., 1971); no Ceará (BRASIL, 1973); no Piauí (EMBRAPA, 1986a); no Maranhão (EMBRAPA, 1986b); no Pará (Sá, 1969; UFV, 1979 e Silva, 1989); no Amapá (EMBRAPA, 1982) e no Amazônia (Day, 1959; Sombroek, 1961 e 1966).

Além dos trabalhos já mencionados, destaca-se a grande contribuição dos estudos de Heynes (1970), EMBRAPA (1993) e Cintra et al., (1997), com os tabuleiros da região Nordeste do Brasil; Fonseca (1986), ao estudar os sedimentos do terciário do litoral brasileiro; EMBRAPA (1995), através da ‘IV Reunião de Classificação, Correlação e Aplicação de Levantamentos de Solos’, cuja excursão de estudos abrangeu áreas de tabuleiros costeiros dos Estados do Rio de Janeiro, Espírito Santo e Bahia; Nogueira e Nogueira (1996), através da edição da ‘Reunião Técnica sobre Solos Coesos dos Tabuleiros Costeiros’, e Rezende (2000), através do livro ‘Solos Coesos dos Tabuleiros Costeiros: limitações agrícolas e manejo’, relacionando as interações edáficas e de manejo com a produção vegetal em ecossistema de tabuleiros.

2.1.2 – Solos dos ‘tabuleiros costeiros’

Segundo Jacomine (1996), os solos de tabuleiros estão distribuídos em praticamente por toda a faixa costeira do Brasil, desde o Estado do Amapá até o Estado do Rio de Janeiro, com extensão até o vale do rio Paraíba do Sul, no Estado de São Paulo. O autor ainda destaca que além destas áreas, eles ocupam grandes faixas no médio e baixo vale do rio Amazonas e afluentes, bem como nos Estados do Maranhão e Piauí. Nos últimos anos, os referidos solos foram constatados também na zona semi-árida de Pernambuco e Bahia, com extensão para o Sul e para a região do Médio Jequitinhonha, em Minas Gerais.

Sendo reconhecidos como solos de maior expressão em extensão sobre essa feição os Latossolos Amarelos e, secundariamente, os Podzólicos Amarelos, sendo seguidos pelas Areias Quartzosas e, em menor proporção, os Podzóis, Podzólicos Acinzentados e Plintossolos (Jacomine, 1996).

Os solos de tabuleiro ainda guardam forte relação com o material de origem (Anjos, 1985; Fonseca, 1986; Ribeiro, 1998), os sedimentos argilosos, argilo-arenosos ou arenosos (sedimentos do Grupo Barreiras), porém, sempre bastante intemperizados, tipicamente cauliníticos e pobres em ferro (Jacomine, 1996).

O termo Barreiras teve ampla divulgação a partir de 1943, em decorrência do trabalho de Oliveira e Leonardos (1943), conforme Matoso e Robertson (1959), embora tenha sido empregado pela primeira vez por Branner (1902), conforme RADAMBRASIL (1983).

Para justificar a denominação Barreiras dada as formações terciárias do Brasil, Oliveira e Leonardos (1943), UFV (1984) e Rezende (2000) fazem menção a carta de Pero Vaz de Caminha ao Rei de Portugal, Dom Manuel, quando do Descobrimento do Brasil, onde em um trecho da carta diz: ...*em alguas partes bareiras delas vermelhas e delas brancas e a terra per cima toda chaã e mujto chea de grades arvoredos...*(Castro apud Rezende, 2000). Segundo estimativas de Jacomine (1996), as áreas de Latossolos e Podzólicos e outros solos que são provenientes de sedimentos do tipo Barreiras ou similares, atinjam extensão de 200.000 km². Certamente, uma das maiores ocorrências de sedimentos terciários continentais do mundo.

Na Figura 2 é representado o limite de ocorrência dos sedimentos terciários no Brasil, bem como, o limite destes na região Norte Fluminense. Relacionando-se a extensão de ocorrência desses sedimentos, 200.000 km², segundo estimativas de Jacomine (1996), com a área total dos solos de tabuleiro, estimada em menos de 100.000 km², conforme EMBPAPA (1993) e Jacomine (1996), pode-se inferir que a ocorrência de eventos geológicos distintos, com destaque aos eventos mais recentes (Período Quaternário), alteraram a expressão a formação dos solos de tabuleiro nos demais 100.000 km².

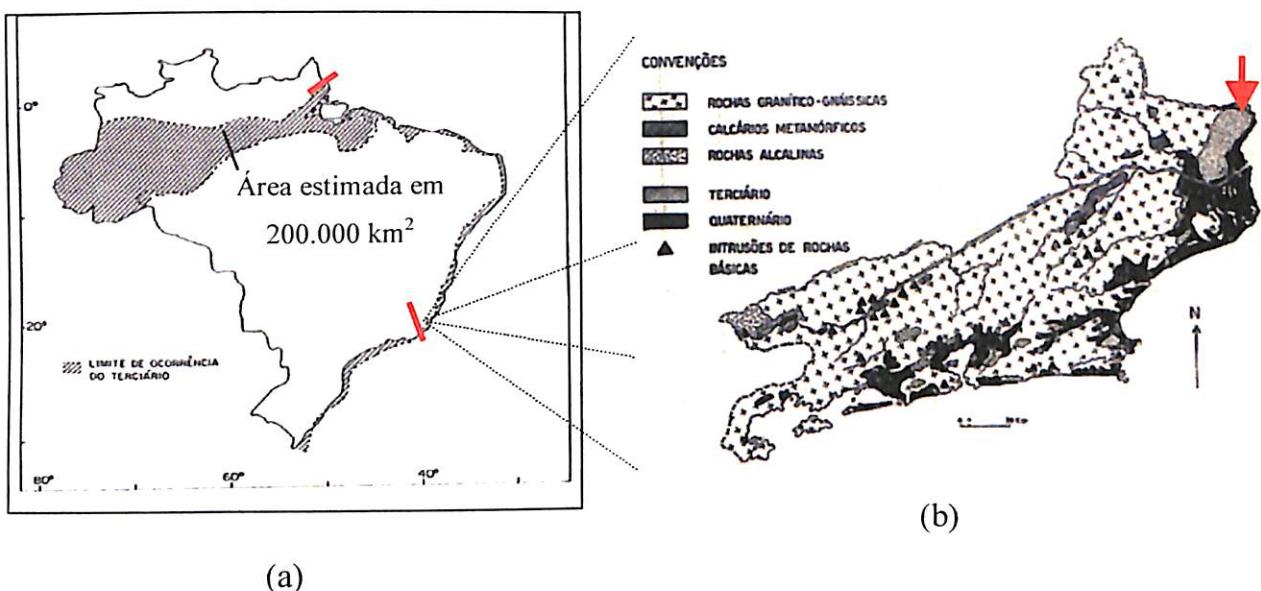


Figura 2 – Representação dos depósitos terciários no Brasil (a) e do mapa esquemático da geologia do Estado do Rio de Janeiro (b), adaptado de Fonseca (1986) e Brasil (1958), respectivamente. As linhas em vermelho (a) indicam o limite de ocorrência dos tabuleiros costeiros, do Rio de Janeiro até o Pará, e a seta em vermelho (b) representa o limite dos depósitos terciários e ocorrência dos tabuleiros costeiros na região Norte Fluminense, RJ.

Localizados próximos a grandes centros industriais e de consumo, os solos de tabuleiro têm grande potencial agrícola e relevância social e econômica. A importância social e econômica desse ecossistema é justificada por Rezende (1996, 2000), referindo-se às grandes concentrações urbanas, a diversidade de exploração agrícola, a ampla infraestrutura de transporte rodoviário e terminais marítimos para escoamento da produção, além do que, grande parte da Mata Atlântica, que ainda existe no país, está abrigada sob os tabuleiros costeiros (importância social). No entanto, estas características geográficas, associadas às condições de relevo, contribuíram para o uso intensivo deste ecossistema e sua consequente destruição, para Rezende (1996), este é um ecossistema continuamente ameaçado de degradação.

2.1.3 – Os ‘tabuleiros costeiros’ na região Norte Fluminense

No Rio de Janeiro as formações terciárias (Grupo Barreiras) têm grande expressão na região Norte Fluminense, Figura 2, que segundo Lamego, (1955) teve origem a partir da erosão das rochas do Pré-Cambriano, sob clima seco, e transporte para posições de relevo inferiores em duas etapas distintas, descritas em detalhes por Anjos (1985), citadas por Fonseca (1986) e Manzatto (1998). Nessa região, os solos de tabuleiro estão compreendidos em quase sua totalidade do lado esquerdo do rio Paraíba do Sul, faixa norte costeira da região Norte Fluminense. As cidades que compõem a região Norte Fluminense são: Campos dos Goytacazes, Carapebus, Cardoso Moreira, Conceição de Macabu, Macaé, Quissamã, São Fidélis, São Francisco de Itabapoana e São João da Barra. Com base em BRASIL (1958) e IAA/Sondotécnica (1983), estima-se que a área de LATOSOLOS e ARGISOLOS AMARELOS na região Norte Fluminense é de aproximadamente 930 km² (9,5% da região), compreendidas principalmente nos municípios de São Francisco de Itabapoana (55% dos solos LA e PA) e parte de Campos dos Goytacazes (45% dos solos LA e PA).

Outras classes de solos podem ainda ser encontradas associadas às classes LA e PA na região Norte Fluminense. Nas depressões intertabuleiro são comumente encontrados os GLEISSOLOS (Glei Húmicos e Pouco Húmicos), e em pequenas proporções podem ser encontrados ESPODOSSOLOS (Podzóis) e ORGANOSSOLOS (Solos Orgânicos). Nas áreas próximas à planície fluvial do rio Paraíba do Sul e afluentes e junto aos cordões litorâneos são encontrados os NEOSSOLOS (Solos Aluviais e Areias Quartizosas), e nas áreas abaciadas do topo do tabuleiro e terço inferior de elevação, em condições de drenagem imperfeita, podem ser encontrados os PLINTOSSOLOS (Latossolos e Podzólicos plínticos).

Para as áreas de tabuleiro da região Norte Fluminense predominam o relevo suave-ondulado e, de acordo com BRASIL (1958), nos tabuleiros de nível superior o relevo é mais movimentado, com elevações de topo aplinado, altitude relativa muito uniforme e vertente suavemente convexa, enquanto nos de nível inferior as vertentes são praticamente planas e de declive menos acentuado. Segundo RADAMBRASIL (1983), as altimetrias

variam de 15 a 40 m de altitude. Os tabuleiros possuem um declive geral de oeste para leste apresentando-se como terraços intermediários entre a planície (baixada litorânea) e os patamares cristalinos ('inselbergs' ou morros de formato arredondado), conforme representado na Figura 3. Na região de São João da Barra (atualmente, município de São Francisco de Itabapoana) é observado um micro-relevo típico, formado por pequenas formações cônicas (murundus), possivelmente cupinzeiros (termiteiros) ou formigueiros, de cerca de dois metros de altura e três metros de diâmetro (BRASIL, 1958).

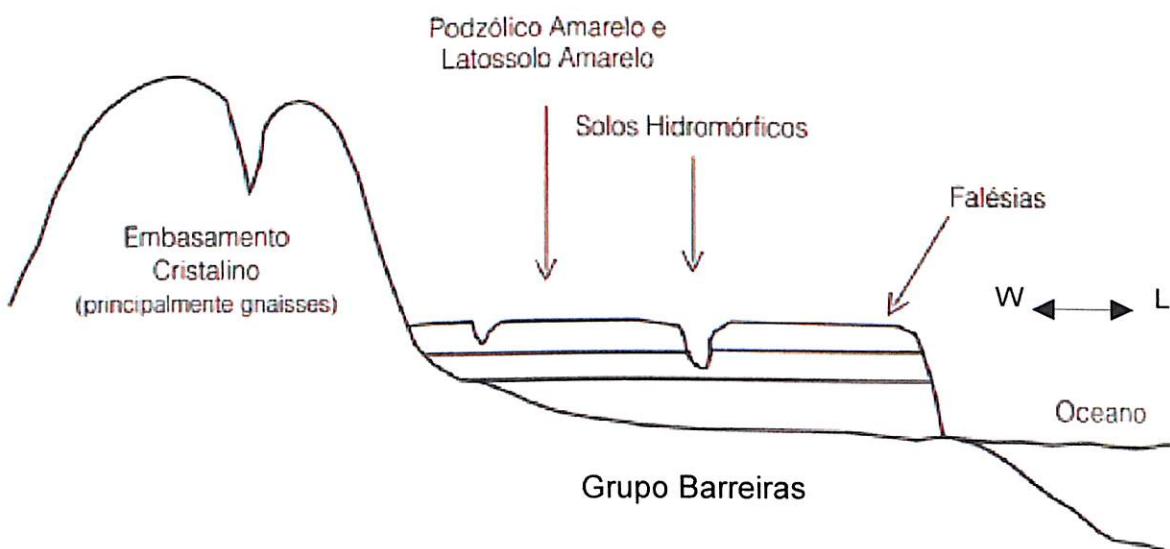


Figura 3 – Corte esquemático representativo dos tabuleiros costeiros do Rio de Janeiro, Espírito Santo e Bahia, adaptado de EMBRAPA (2000).

Quanto à drenagem, os solos são bem drenados, e de acordo com RADAMBRASIL (1983), caracterizam-se por um sistema de drenagem com padrão subdendrítico com canais largos e que formam planícies coluvionadas que se estendem por outras unidades geomorfológicas.

Tendo como material de origem os sedimentos Barreiras, os solos de tabuleiro têm como principais características: baixo conteúdo de óxidos de ferro e alumínio, ausência de minerais primários intemperizáveis, predomínio de caulinita na mineralogia da fração argila e predomínio de quartzo na mineralogia da fração areia. Por influência destas características os solos de tabuleiro são considerados de baixa fertilidade natural; baixa

capacidade de retenção de água; além disso, oferecem impedimentos físicos ao desenvolvimento radicular, decorrentes do caráter coeso (Anjos, 1985).

Na região Norte Fluminense os solos de tabuleiro são intensamente cultivados com cana-de-açúcar, e os níveis de produtividade, principalmente nas áreas sem irrigação, são menores que àqueles observados na Baixada Quaternária (Anjos, 1985). Em consulta ao Centro de Informações e Dados do Rio de Janeiro (CIDE, 2000), pode-se constatar que a produção média (ano de 1999) de cana-de-açúcar nesta região foi inferior a 46 toneladas por hectare, valor considerado baixo e inferior a média nacional, com cerca de 68 toneladas por hectare (IBGE, 2000). A baixa produtividade agrícola observada em áreas de tabuleiro de todo o Brasil tem sido atribuída, principalmente, a baixa fertilidade natural destes solos, seguida das condições de clima e manejo inadequado das terras.

De acordo com o IAA/Sondotécnica (1983), dos 250 mil hectares de terras agricultáveis da região Norte Fluminense, mais de 70% são aptas à irrigação. Atualmente, a cultura da cana-de-açúcar ocupa a maior área irrigada na região (cerca de 22 mil ha), sendo que cerca de 61% do total dessa área está sendo irrigada por aspersão de alta pressão e cerca de 39% irrigados por sulco de infiltração (Azevedo, 1999).

A agroindústria canavieira é uma atividade tradicional na região Norte Fluminense, porém, encontra-se em decadência. Apesar disso, participa com cerca de 2,4% do total do PIB estadual, e com 24% do PIB agrícola do Estado do Rio de Janeiro, embora no período de 1990 a 1997 tenha havido na região uma redução na área colhida de cana de 20%, além do fechamento de várias usinas nas últimas safras, passando de 17 usinas e 1 destilaria em 1980 para 10 usinas e 1 destilaria em funcionamento em 1997 (Morgado e Vieira, 1999). Segundo Barreto (1999), de toda a cana cultivada na região Norte Fluminense cerca de 54% assenta-se sobre solos de tabuleiro. A partir do Programa Nacional do Álcool (PROÁLCOOL), na década de 70, a produção Norte Fluminense de açúcar chegou a representar 18% da produção nacional, caindo para 7,5% em 1980 (IAA/Sondotécnica, 1983). E, com base no levantamento sistemático da produção agrícola brasileira de 1999 (IBGE, 2000), estima-se que esta representação nos dias atuais seja inferior a 1,5%.

Castro (1995), ao estudar a agro-indústria açucareira no Estado do Rio de Janeiro

destaca em uma de suas conclusões que a região Norte Fluminense dispõe de condições para aumentar a oferta de cana através de incremento vertical da produção, com a adoção de técnicas corretas e novos procedimentos de grande efeito produtivo sobre a lavoura de cana, e de incremento horizontal de produção, através do aumento da área plantada, utilizando área viável existente dentre a área disponível na região. No entanto, para Thurler et al. (1999), a região Norte Fluminense praticamente não apresenta áreas novas com topografia que permita a exploração econômica da cultura da cana-de-açúcar, destacando que apenas algumas áreas de pastagens ou outras agricultáveis é que poderão servir para uma expansão da cultura (expansão horizontal).

Como a maior expressão dos solos de tabuleiro na região Norte Fluminense encontra-se no município de São Francisco de Itabapoana (município novo), alguns dados censitários referentes a este município serão apresentados a seguir. O município de São Francisco de Itabapoana dispõe de uma área territorial de 1.115 km² (IBGE, 1996), sendo que cerca de 45% dos solos agricultáveis deste município pertencem às classes LA e PA.

CIDE (2000) estimou a população residente no município de São Francisco de Itabapoana, ano de 2000, em 33.389 pessoas. Da população total deste município cerca de 60% encontrava-se na área rural (IBGE, 1996). Segundo o IBGE (1996) os estabelecimentos agrícolas ocupam uma área aproximada de 88 mil hectares, destes, cerca de 60% eram áreas de pastagens, 30% lavouras temporárias, 4% matas e o restante da área estava sendo ocupado pelas lavouras permanentes.

De acordo com o IBGE (1996), das lavouras temporárias cultivadas em São Francisco de Itabapoana, cerca de 90% da área agrícola estava sendo ocupada pela cultura da cana-de-açúcar, seguida do abacaxi (6%) e da mandioca (4%). O efetivo de rebanho bovino é estimado em 65 mil cabeças. Quanto às lavouras permanentes, mais de 80% da área estava sendo ocupada pela cultura do maracujá, seguida do urucum (10%), côco (4%), goiaba e caju (cerca de 1,5% cada), e café, fruta-do-conde, acerola, manga (menos de 0,5% cada). Segundo CIDE (2000), a área colhida de cana-de-açúcar no município de São Francisco de Itabapoana em 1999 foi de 22.500 ha, para uma produção de 1.125.000 t, representando assim, cerca de 20% do total de cana produzida na região Norte Fluminense, e cuja produtividade equivaleu a 50 t por ha.

2.2 – Gênese, evolução e taxonomia em solos de tabuleiro

Quanto à gênese dos solos de tabuleiro, destaca-se como principal fator de formação o material de origem, os sedimentos do Grupo Barreiras (e congêneres). Muitos pesquisadores consideram que os fenômenos precursores destes sedimentos ocorreram em épocas mais recentes, no Terciário (a cerca de 600 mil a 60 milhões de anos) com possibilidade de alguma influência ainda mais recente, no Quaternário (período inferior a 600 mil anos), daí serem considerados como Térlio-Quaternário, conforme sugere Ribeiro (1996). Para outros pesquisadores estes sedimentos são de períodos bem mais anteriores ou são sincrônicos com as reativações de episódios que levaram à separação dos Continentes, iniciados em algum momento na Era Paleozóica e completados no Período Terciário, há aproximadamente 280 milhões de anos.

Os pedomateriais originadores dos sedimentos do Grupo Barreiras passaram por um intenso processo de pré-edafização, antes do seu desmonte e transporte (Corrêa, 1984), o que resultou num material caulinítico e quartzoso muito estável o qual não se modificou substancialmente com os processos de pedogênese posteriores (UFV, 1984).

Esses sedimentos, após um período de certa calma em termos morfogenéticos, estabilizaram-se formando extensos planaltos que são denominados de tabuleiros. O material bastante evoluído, com teores possivelmente mais elevados em matéria orgânica, originou solos classificados como Latossolos, com estruturação característica. As mudanças climáticas, as transgressões e regressões marinhas, os processos tectônicos e, por consequência, as variações dos níveis de bases regionais e/ou locais, geraram processos de entalhamento no planalto, permitindo a manutenção da forma primitiva com diferenciações locais ou regionais discretas (Ribeiro, 1996).

Estudos realizados por Anjos (1985), Fonseca (1986), Ribeiro (1998) e Manzatto (1998) têm demonstrado um pequeno grau de evolução pedogenética dos solos de tabuleiro.

Anjos (1985), em estudos de caracterização, gênese, classificação e aptidão agrícola de uma seqüência de solos do terciário na região de Campos-RJ, verificou uma aparente isotropia vertical, quanto à morfologia (seqüência de horizontes, cor, estrutura e consistência), sendo que a principal diferença entre os Podzólicos e os Latossolos está na diferença textural ao longo do perfil, verificada nos primeiros. De acordo com Anjos

(1985), as características dos solos de tabuleiro, principalmente morfológicas e mineralógicas, estão mais estreitamente relacionadas com o material originário e com os processos geomórficos formadores da paisagem regional dos ‘tabuleiros’, do que com processos propriamente pedogenéticos. Embora nestes solos parâmetros mineralógicos indiquem um elevado grau de desenvolvimento genético (mineralogia da fração argila, ausência de minerais primários intemperizáveis), estas características também são verificadas no horizonte C (Pereira, 1996).

Fonseca (1986), com objetivo de obter diferenciais capazes de auxiliar na distinção entre Latossolos e Podzólicos do Terciário no litoral brasileiro, e aumentar o conhecimento sobre a pedogênese dos mesmos, considerou em algumas de suas conclusões que a maioria dos perfis estudados caracterizam-se como pré-edafizados e descontínuos, onde o gradiente textural encontrado é originado em função do material de origem e em parte por processos pedogenéticos.

Manzatto (1998), com objetivo de identificar os principais processos de formação de solos de tabuleiro desenvolvidos em sedimentos do terciário no Norte Fluminense, menciona que os solos estudados apresentam pequeno desenvolvimento de características genéticas, não havendo comprovação maior da ação dos processos de latolização e de eluviação / iluviação das argilas, diferenciando-se apenas por efeito de perdas ou não das frações finas em superfície, resultante da ação do relevo e/ou depósito seletivo do material de origem. Além disso, segundo Anjos et al. (1999), em função do seu intenso uso agrícola, o grau de antropização dos solos dos tabuleiros costeiros é elevado, alterando propriedades que podem ser indicadoras de processos pedogenéticos.

Ribeiro (1998), sugere a existência de um modelo pedogenético pré-atual ou pseudo-atual, legando aos solos de tabuleiros algumas características em processo de transformação, e considera o material de origem e o relevo como principais condicionantes no desenvolvimento dos processos e fatores da pedogênese atual. Para Ribeiro (1998), a tendência observada no Congresso Mundial de Ciência do Solo, realizado no México em 1994, é de se atribuir maior ênfase à morfologia e às condições da paisagem e meio ambiente, destacando que em particular, o estudo morfológico no campo, e as observações das transições entre solos diferentes permitem demonstrar a realidade das transformações

internas na cobertura pedológica e na escala de unidades modeladas. Estas observações, capitais, não podem ser deduzidas a partir de medidas práticas de laboratório sobre amostras.

Lucas et al., (1984), Melo e Santos (1996) e Duarte et al., (2000), em estudos de gênese, morfologia e classificação de solos de tabuleiro da Amazônia, Pernambuco e Espírito Santo, respectivamente, apresentam em seus trabalhos evidências de pedogênese atual, cuja diferenciação pedológica observada em toposequência esteve relacionada ao retrabalhamento do relevo e a dinâmica interna da água nos solos.

Anjos e Nascimento (documento não publicado..., 1985) consideram que ao serem estabelecidas hipóteses sobre a formação dos solos de tabuleiro, devem ser consideradas em separado, a gênese dos perfis de solos atuais (diferenciação de horizontes ou pedogênese *stricto sensu*) e a gênese do material de origem (neste caso, processos de sedimentação ou remanejamento de posição de material clástico, intimamente ligados à escultura do relevo ou geomorfogênese), e destacam que para a pedogênese atual, o material de origem corresponde ao material de solo que não está inteiramente estruturado em blocos, isto é, aos horizontes descritos como C, e mais remotamente, a todo material subjacente a esses horizontes.

Segundo Ribeiro (1998), a pedogênese atual, apesar das variações de clima, do tipo de entalhamento a qual o relevo foi submetido e das variações biológicas que abrangem as regiões brasileiras onde esses solos ocorrem, não parece ter força suficiente para alterar significativamente as características que o material de origem imprime aos processos evolutivos na cobertura pedológica que contém os solos amarelos. Ribeiro (1998) argumenta que a pedogênese atual se caracteriza pela atuação de processos de transformação sobre a cobertura pedológica, com base na pedobiogeoquímica, onde possivelmente os fatores mais atuantes estão ligados tanto à atividade das substâncias húmicas, inclusive as frações leves da matéria orgânica, à atividade e à dinâmica da água e da temperatura, como aos processos de ferrólise, acidólise, oxi-redução e hidrólise, em menor ou maior grau, a depender dos condicionamentos locais (áreas florestais, caatinga, sob cultivo, pluviosidade etc). Desta forma, tais variações ou condicionantes não levam a diferenciações de grande monta entre as regiões de ocorrência dessa cobertura pedológica.

Neste sentido, parece que os solos de tabuleiros começam a apresentar processos pedogenéticos incipientes, mas que ainda precisam ser mais bem estudados.

De todos os processos de transformação pedológica que vêm sendo observados em solos de tabuleiro, os relacionados com a formação de gradiente textural e com a formação de horizontes adensados (coesos) parecem ser os mais comuns, haja visto a diferenciação que estes promovem em nível de pedopaisagem (aspecto pedológico de uma paisagem). Diversas hipóteses já foram levantadas quanto a estas questões, cujo entendimento é facilitado pela tomada de uma visão multidisciplinar e crítica, ligada a fenômenos geológicos e pedológicos, e à aplicação de conceitos antigos e mais recentes.

A origem do gradiente textural em solos de tabuleiro é um assunto controvertido (Manzatto, 1998), mas que começa a ser explicado e entendido através de um modelo interdisciplinar, conforme sugere Moniz (1996). Neste modelo, a origem do gradiente textural é investigada a partir de fatores e processos de formação. Para os solos de tabuleiro, um dos fatores a ser considerado quanto à origem do gradiente textural diz respeito à possibilidade de descontinuidade litológica (processo geológico), conforme sugerido por Anjos (1985), Fonseca (1986) e Manzatto (1998) em seus estudos.

De acordo com Moniz (1996) e Manzatto (1998), a formação desse gradiente pode ser atribuída em grande parte, ao intemperismo biológico que inclui, além do intemperismo bioquímico, outros processos associados mais especificamente com a presença e atividade de organismos. Em se tratando de organismos, a ação do homem, pode ser considerada como a mais importante nestes últimos 500 anos.

Segundo Moniz (1996), o processo de adensamento por dessecção se aplica à formação de todos os tipos de horizonte Bt, independente de apresentar ou não indícios de iluviação de argilas (argilã) em lâminas delgadas. O autor acrescenta ainda que qualquer horizonte mais denso que o subjacente, desde que da mesma natureza, como os horizontes coesos dos latossolos de tabuleiro, pode ser formado pelo mesmo processo. Segundo o autor, o processo de adensamento por dessecção é um fenômeno comum e pode ser observado nas delgadas camadas de sedimentos depositados em lagos ou, mesmo, em pequenas poças de água, de maneira que, com a evaporação, estabelece-se a tensão superficial entre as partículas que compõem o sedimento, promovendo a sua agregação e,

em consequência, produz-se um intenso fendilhamento no sedimento. Ao se formar a encosta, o fluxo de água lateral se instala e sua direção será tanto mais lateral quanto maior a declividade e a diferença de condutividade hidráulica entre os horizontes A e B, como previsto por Zaslavsky e Rogowski apud Moniz, 1996).

Para Ribeiro (1998), os latossolos de tabuleiro são solos em busca de equilíbrio, estes sofreram e sofrem processos de transformação característicos de sua evolução nas variações do tempo, diferenciados no espaço, associados a novos processos pedogenéticos ligados às novas modificações do relevo, devido a entalhamentos e modificações hídricas, e dessa forma, são gerados novos tipos de solo, tais como os Podzólicos Amarelos, os Podzóis, os solos hidromórficos e outros de pequena expressão geográfica ou “intergrades”.

Os solos de tabuleiro com ou sem gradiente textural, ARGISSOLO AMARELO e LATOSSOLO AMARELO, respectivamente, podem ser encontrados tanto no terço médio quanto no terço superior, de forma a sugerir que a transformação do gradiente textural pode ocorrer nos sentidos: LA → PA ou PA→ LA (LA → PA → LA). A transformação de Podzólico em um Latossolo foi evidenciada por UFV (1984), em solos de tabuleiros costeiros do Baixo Rio Doce (MG) e da região Norte do Estado do Espírito Santo. Neste trabalho foi verificado que existem trechos na paisagem relativamente mais dissecados que outros, sendo que os Podzólicos ocorrem nas partes menos dissecadas. De acordo com UFV (1984) os solos mais jovens são os Podzólicos, ocorrendo na paisagem mais plana, contrariando o que normalmente se observa, Podzólicos associados a pedoformas mais acidentadas. Para justificar esta aparente contradição, UFV (1984) faz duas considerações: (i) o gradiente textural e não a profundidade ou mineralogia do horizonte B é que determina se o solo é Podzólico ou não; (ii) a deficiência de drenagem, num relevo mais plano, pode impedir ou retardar os processos de “envelhecimento” tomados, neste caso, como transformação de Podzólico para Latossolo. Para UFV (1984) esta transformação se deu por remoção não seletiva do horizonte A.

Embora existam hipóteses discordantes sobre a evolução das classes LA e PA, é consenso que morfologicamente esses solos possuem propriedades que indicam um elevado grau de transformação do material de origem. As características herdadas do material

parental são mais importantes do que aquelas decorrentes dos processos pedogenéticos, para a identificação e classificação dos solos de tabuleiro.

Estas mesmas pedoformas, observadas por UFV (1984), corroboram com as pedoformas observadas por BRASIL (1958) na região Norte Fluminense, onde nos tabuleiros de nível superior o relevo é mais movimentado, com elevações de topo aplainado, altitude relativa muito uniforme e vertente suavemente convexa, enquanto nos de nível inferior as vertentes são praticamente planas e os declives são menos acentuados. Todavia, na região Norte Fluminense, os solos com ou sem gradiente textural podem ser encontrados em pedopaisagens distintas (terço superior e terço inferior), diferentemente do que foi argumentado por UFV (1984), ao encontrar maior incidência de Podzólicos nos tabuleiros de nível inferior. O que se pode concluir sobre os fatores e processos envolvidos na formação do gradiente textural em solos de tabuleiro é que estes ocorrem simultaneamente e são inter-relacionados, sendo controlados, principalmente, pelas condições de relevo e clima, e acentuados por processos de erosão aumentando a perda superficial de argilas ou do próprio horizonte superficial.

No que diz respeito a gênese de horizontes coesos e de camadas ou horizontes adensados, notadamente em solos desenvolvidos de sedimentos do Terciário, os estudos ainda são poucos, localizados e, na maioria das vezes, inconclusivos (Manzatto, 1998 e Rezende, 2000).

Fonseca (1986), Silva (1989), Ribeiro (1991) e Manzatto (1998), atribuíram ao caráter coeso uma origem genética, visto que o mesmo foi evidenciado em horizontes subsuperficiais tanto sob vegetação nativa quanto sob áreas cultivadas. No entanto, ainda não se chegou a um consenso quanto ao(s) possível(is) processo(s) de formação do(s) horizonte(s) coeso(s), assim como, não estão bem definidos os critérios para sua caracterização, até agora perceptível de forma subjetiva no momento da descrição do perfil, pelo auxílio da faca ou martelo pedológico, cuja identificação irá depender do grau de umidade em que se encontram os horizontes (coesão aparente). Quanto a avaliação da consistência do solo, estes horizontes se apresentam duros, muito duros ou até extremamente duros quando secos, e friáveis quando úmidos. A coesão também é percebida, por vezes, pelo aumento da densidade do solo no perfil, o que pode ser devido a

outros processos pedogenéticos ou a compactação do solo. O que se sabe é que o caráter coeso vem sendo constatado em inúmeros levantamentos de solos nas diferentes unidades geoambientais que compõem os tabuleiros, vários deles citados por Jacomine (1996).

A ocorrência de adensamento parece ser comum nos tabuleiros, e segundo Bennema e Camargo (1979) está relacionada à baixa estabilidade dos agregados, como consequência dos baixos conteúdos de óxidos de ferro e alumínio, que atuam como elementos cimentantes, e da baixa superfície específica da caulinita, que é o mineral dominante na fração argila desses solos.

UFV (1984), ao referir-se à consistência dos solos de tabuleiro, sugere uma hipótese bastante simples e coerente para a origem da dureza da camada adensada, baseada na observação da coesão aparente. Segundo UFV (1984), as partículas da caulinita têm a tendência de se ajustarem face a face, assim, em condições restritas de umidade haverá maior possibilidade de atração entre as partículas de mesma espécie, mas de carga elétrica variável, o que faz com que a coesão seja maior e, como consequência, os torrões são mais dificeis de serem quebrados. Além disso, este ajustamento face a face tende a fazer com que a atração por um corpo estranho também aumente (adesão), aumentando com isto a suscetibilidade do solo ao adensamento e/ou compactação. O aumento do teor d'água, depois de determinado ponto, faz com que a coesão caia a níveis muito baixos, assim, a dureza da camada adensada é substituída por um estado de friabilidade, quando o solo é umedecido. No entanto, se o teor de água aumenta mais ainda a quantidade de moléculas d'água, que envolvem as partículas, favorecem o deslizamento e orientação entre elas, facilitando sobremaneira a formação de camadas compactadas (adensadas) ou torrões muito duros de quebrar posteriormente (UFV, 1984).

Processo similar ao referido por UFV (1984) foi sugerido por Moniz (1996) ao tratar dos atributos da camada adensada, trabalhando o conceito de adensamento por dessecção como processo formador dos horizontes coesos em solos de tabuleiro. O referido processo já foi descrito em trechos anteriores.

Resende et al. (1999), ao tratarem da consistência do solo apresentam um quadro com as relações gerais entre organização microscópica das partículas de argila, condições em que ocorrem e seu efeito na consistência. Estes autores explicam que a gibbsita, os

óxidos de Fe (hematita, goetita) e a matéria orgânica tendem a desorganizar as partículas no seu aspecto microestrutural, o que significa que maiores teores desses componentes correspondem a um arranjo mais casualizado das partículas de argilas silicatadas, que têm geralmente a forma laminar. Mas, em se tratando de solos de tabuleiro, onde há pobreza natural em agentes desorganizadores (óxidos de Fe, de Al, e matéria orgânica), principalmente nos solos de textura mais arenosa, o aumento da coesão é facilitado.

Abrahão (1995), ao estudar os fatores que afetam a gênese de camadas adensadas em solos desenvolvidos de sedimentos do Grupo Barreiras, no domínio dos tabuleiros costeiros, no sul da Bahia, conclui que a compacidade relativa (variável tomada a partir da densidade do solo, densidade do solo máxima e densidade do solo mínima) mostra-se como uma variável mais adequada do que a densidade do solo para avaliar a dureza do solo, merecendo mais estudos comparativos entre solos de diferentes características, na tentativa de conseguir uma variável numérica que melhor reflita a dureza de camadas de solo nas condições de campo. Segundo este autor, para solos de textura arenosa e fraca agregação, o grau de flocação de argila não é um balizador eficiente dos efeitos de dispersão ou flocação causado pelas espécies químicas utilizadas (NaOH 0,01 mol dm⁻³ e água deionizada), nem pelo afastamento do pH em relação ao PCZ, sugerindo que melhorias devem ser feitas no método de determinação de argila dispersa em água, a fim de refletir melhor as condições naturais de campo.

Segundo Manzato (1998), os horizontes coesos dos perfis por ele estudados na região Norte Fluminense apresentaram cimentação reversível e alta friabilidade, atribuindo à argila naturalmente dispersa e à fração areia fina as principais causas da expressiva coesão e adensamento destes horizontes.

Para Ribeiro (1991 e 1998) e Rezende (2000), a origem dos horizontes coesos está associada a vários processos, provavelmente de atuação simultânea e cuja intensidade de ocorrência está relacionada às variações climáticas e morfopedológicas existentes nas diferentes unidades geoambientais que compõem os tabuleiros. Rezende (2000) destaca os seguintes processos: perda do plasma argiloso da camada superficial para as subjacentes; presença de compostos orgânicos poucos polimerizados; presença de sílica secundária,

ferro e argila dispersa nos microporos; e adensamento resultante da alteração da estrutura do solo pela alternância de ciclos de umedecimento e secagem.

Os solos coesos dos tabuleiros costeiros foram constatados primeiramente na região Norte Fluminense, durante o Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Rio de Janeiro (BRASIL, 1958), conforme destaca Jacomine (1996). Em seu trabalho, BRASIL (1958), descreve a estrutura do horizonte B como fraca fina granular, coerente, porosa, sendo que a coerência confere a este solo estrutura próxima da maciça, e salienta ainda que, quando secos, apresentam resistência à penetração do martelo pedológico, mas que se tornam friáveis ou muito friáveis com pequeno teor de umidade. Os primeiros estudos relacionados à formação dos horizontes coesos foram feitos em Recife, por Oliveira et al. (1968).

Segundo Jacomine (1996), em geral, a parte coesa endurecida (tenaz), coincide com uma faixa compreendida entre 20 e 60 cm, podendo atingir maiores profundidades. Essa parte endurecida corresponde normalmente aos horizontes AB (A_3) e/ou BA (B_1), podendo chegar ao topo do B.

A constatação de horizontes coesos caracteriza-se como informação de capital importância agronômica, conforme ressaltou Rezende (2000), seu efeito atinge diretamente o espaço poroso do solo, prejudicando sensivelmente a dinâmica do ar, da água e dos nutrientes, a temperatura do meio, os microorganismos e o crescimento radicular das plantas.

O caráter coeso, comum em solos de tabuleiro, é considerado pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999) como característica diferencial no 3º nível categórico (Grande grupo) dos LATOSOLOS AMARELOS (LATOSOLOS AMARELOS Coesos). Para a classe dos ARGISOLOS AMARELOS o caráter coeso não foi incluído pelo referido Sistema como característica diferencial de classificação, possivelmente por entenderem que este caráter se manifesta em todas as classes de ARGISOLOS AMARELOS relacionadas aos solos de tabuleiro, e sendo assim, não caberia seu enquadramento como característica diferencial.

No que se refere à taxonomia das duas principais classes de solos de tabuleiro, LATOSOLOS e ARGISOLOS AMARELOS, ainda não está bem caracterizada sua

distinção taxonômica, uma vez que vários aspectos morfológicos, físicos, químicos e mineralógicos são comuns a ambas e ao próprio material originário (Anjos, 1985; Fonseca, 1986; Ribeiro, 1996).

Na primeira identificação e classificação sistemática dos solos de tabuleiro no Brasil, na região Norte Fluminense (BRASIL, 1958), os LATOSOLOS e ARGISSOLOS AMARELOS ali compreendidos foram incluídos na classe Regolatosol Amarelo (fase tabuleiro). Esta primeira classificação já pressupõe, de forma implícita, o menor desenvolvimento genético dos solos de tabuleiro da referida região, o que foi indicado por Anjos (1985). BRASIL (1970), em trabalhos de levantamento de reconhecimento dos solos da zona do Médio Jequitinhonha (MG) também reconheceu e classificou solos relacionados aos sedimentos não consolidados da formação terciária como Regolatosol Amarelo (fase tabuleiro).

BRASIL (1960), em trabalhos de levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo classificou solos com material de origem sedimentar (formação cenozóica), como Latosol Vermelho-Amarelo (fase terraço). Segundo EMBRAPA (1999), foi a partir do levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo (BRASIL, 1960) que pela primeira vez, no Brasil, os conceitos do horizonte B latossólico e horizonte B textural passaram a ser empregados como critério diagnóstico para estabelecimento e definição de classes de solos em se tratando de sistema natural de classificação.

De 1958 até 1979 a grande maioria dos solos de tabuleiro reconhecidos no Brasil foi classificada como LATOSOL VERMELHO AMARELO DISTRÓFICO e PODZÓLICO VERMELHO AMARELO Tb. O caráter coeso passou a ser mencionado no 4º nível categórico (subgrupos) a partir de 1975, incluso como LATOSOL VERMELHO AMARELO DISTRÓFICO coeso, em decorrência dos levantamentos de solos dos estados de Sergipe (EMBRAPA, 1975a) e Alagoas (EMBRAPA, 1975b).

A atribuição da cor amarela dada aos solos de tabuleiro foi feita pela primeira vez por BRASIL (1958), sendo os solos classificados como Regolatosol Amarelo (fase tabuleiro). Em virtude dos trabalhos de Day (1959) e Sombroek (1961) na região Amazônia, Sombroek (1966), em levantamento de reconhecimento, os solos relacionados

ao Terciário na referida região foram classificados como Latossolos Amarelos Cauliníticos. O Projeto RADAMBRASIL (1974), em seus levantamentos de solos no Estado do Pará, também classifica os solos relacionados ao Terciário como Latossolos Amarelos.

No entanto, foi a partir da I Reunião de Classificação e Interpretação da Aptidão Agrícola dos Solos, realizada em 1978 (Reunião..., 1979a), que a cor amarela atribuída à classe dos Latossolos de tabuleiro passou a substituir a denominação ‘Vermelho Amarelo’. Logo em seguida, em virtude da X Reunião Técnica de Levantamento de Solos (Reunião..., 1979b) e do Estudo Expedito de Solos do Estado do Rio de Janeiro para fins de Classificação, Correlação e Legenda Preliminar (EMBRAPA, 1980), é que começa a ser cogitada a distinção também para os PODZÓLICOS VERMELHO-AMARELOS.

Jacomine (1979), durante a I Reunião de Classificação e Interpretação da Aptidão Agrícola dos Solos (Reunião..., 1979a), propõe a inclusão dos solos de tabuleiro nas classes dos LATOSSOLOS AMARELOS e PODZÓLICOS VERMELHO-AMARELOS, sendo estes identificados pelas seguintes características principais:

- a) LATOSSOLO AMARELO: solos com teores de Fe_2O_3 muito baixos, inferiores a 7% na grande maioria dos solos não concrecionários lateríticos e/ou sem “plinthite”, de cores amarelas (amarelo, amarelo-brunado, brunado-amarelado, bruno-amarelado-claro, bruno-forte) no horizonte B ou até cerca de 1,5 m (excluindo o horizonte A), matizes 10YR a 7,5YR, valores altos (5 a 7) e cromas 4 ou maiores (6 a 8 na grande maioria dos solos).
- b) PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO: solos com horizonte B textural, não hidromórficos, com distinta individualização de horizontes, decorrente da acentuada diferença de textura, cor e estrutura, tendo seqüência de horizontes A (A_1 , A_2 e/ou A_3), Bt e C, usualmente com transições claras ou abruptas de A para o Bt. São moderadamente profundos a profundos (raramente rasos) com cores desde vermelhas até amarelas no horizonte Bt. Via de regra apresenta um gradiente textural alto, com valores entre 2,0 e 2,4, tendo variações extremas de 1,5 a 8,0 ou mais.

Conforme destaca Rezende (2000), os PODZÓLICOS AMARELOS passaram a ser reconhecidos a partir de meados da década de 80 e até então os solos dessa classe estavam sendo indevidamente incluídos na classe dos Podzólicos Vermelho-Amarelos. Da

mesma forma, pode-se dizer também que os LATOSSOLOS AMARELOS estavam sendo indevidamente incluídos na classe dos Latossolos Vermelho-Amarelos. No que diz respeito à distinção da classe Podzólico Vermelho Amarelo, mesmo sem haver um reconhecimento formal da legenda de classificação da época, IAA/Sondotécnica (1983) e RADAMBRASIL (1983), em trabalhos de levantamento de solos de tabuleiro na região Norte Fluminense, classificam solos com horizonte B textural neste ambiente como Podzólicos Amarelos.

No Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999), pode-se constatar que, por definição, pertencem às classes dos LATOSSOLOS ou ARGISSOLOS AMARELOS os solos que apresentarem matiz mais amarelo que 5YR na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA). A principal distinção entre estas duas classes de solo se deve à presença ou não do gradiente textural (relação textural B/A), sendo que para sua determinação é levada em consideração (EMBRAPA, 1999): a espessura dos horizontes A e B; e em adição a isto, o horizonte B tem que atender a um ou mais requisitos, sejam: presença de horizonte E, caracterização de uma mudança textural abrupta, ou incremento relativo de argila total do horizonte A para B.

Anjos (1985), ao dissertar sobre o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos da época (1^a e 2^a aproximação, EMBRAPA (1980) e EMBRAPA (1981), respectivamente), destaca que os referidos sistemas, utilizados nos levantamentos de solos são principalmente uma taxonomia descritiva, que utiliza diversas propriedades diagnósticas do Sistema Americano de Classificação (Estados Unidos, 1975), de maneira que a diferenciação entre as classes de solos com horizonte B textural e latossólico, em solos de tabuleiro, deve-se principalmente à presença ou não de gradiente textural, com ou sem cerosidade no horizonte B. Argumenta ainda que o Sistema de Classificação em fase de elaboração (3^a aproximação, EMBRAPA, 1988) é, entre outras características, morfogenético, ou seja, em seus níveis hierárquicos mais altos devem ser usadas diferenciais que indiquem a pedogênese.

Anjos (1985), considerou para os perfis de seu estudo que o pequeno grau de evolução genética deveria ser uma diferencial mais importante que a presença de gradiente textural, sugerindo que embora os solos de tabuleiro sejam classificados como solos com horizonte B textural ou B latossólico, estes seriam mais apropriadamente classificados

como solos com horizonte B de pequena evolução genética. Segundo UFV (1984), os Podzólicos do Grupo Barreiras podem possuir horizonte B textural indistinguível (mineralogia, estrutura, cerosidade, profundidade, cor, etc.), do horizonte B do Latossolo Amarelo.

Os conceitos de horizonte B latossólico (processo de latolização) e horizonte B textural (processo de eluviação/iluviação de argila), empregados no Brasil a partir de 1960 como critério diagnóstico para estabelecimento e distinção das classes Latossolo e Podzólico, respectivamente, são coerentes para solos autóctones, formados a partir de rocha matriz ‘*in situ*’, no entanto, estes mesmos conceitos foram e ainda continuam sendo utilizados para definição e distinção dos solos de tabuleiro, solos alóctones, formados a partir de sedimentos pré-edafizados, cujos processos de formação ainda não estão bem definidos.

De acordo com Resende et al., (1999), o sistema de classificação de solos usado no Brasil é profundamente relacionado com a ocorrência do solo na paisagem, e objetiva principalmente servir ao levantamento de solos, tornando muito estreita a correspondência entre os conceitos de cada classe e a ocorrência dos solos na paisagem. Para Jacomine (1999) e EMBRAPA (1999), trata-se de um sistema hierárquico, morfopedológico (morfogenético), multicategórico e aberto (flexível), que permite a inclusão de novas classes e que deve tornar possível a classificação de todos os solos existentes no território nacional.

2.3 – Propriedades edáficas, uso e manejo agrícola em solos de tabuleiro

Uma das principais características dos solos de tabuleiro diz respeito a sua baixa fertilidade natural. Setzer (1949) destaca como principais fatores responsáveis pela pobreza destes solos os seguintes: a) sedimentos lixiviados provenientes do Complexo Cristalino; b) clima úmido acentuando a remoção de bases; c) queimada da cobertura vegetal reduzindo o nível de matéria orgânica; e d) erosão acentuada pela remoção da cobertura vegetal e sobrecarga de cultivo.

As propriedades edáficas dos Latossolos Amarelos, e que se assemelham aos Podzólicos Amarelos, foram descritas por vários autores (Anjos, 1985; Jacomine, 1996; Ribeiro, 1998; Rezende, 2000). Um resumo generalizado destas características é apresentado a seguir, conforme Jacomine (1996): são solos que apresentam em condições naturais o caráter coeso, geralmente entre 20 e 60 cm, correspondendo normalmente aos horizontes AB (A_3) e/ou BA (B_1); apresentam horizonte A usualmente moderado; a densidade do solo varia entre 1,30 a 1,60 g/cm³, enquanto que a porosidade total varia entre 40 a 50%; são solos com baixos teores em óxidos (com valores para Fe₂O₃ normalmente menores que 7,0%); o valor T é muito baixo e normalmente inferior a 6,5 cmol./dm³ de argila, descontada a contribuição do carbono; são solos ácidos a fortemente ácidos, com pH em água normalmente com valores compreendidos entre 4,0 e 5,0; em geral, contêm alumínio trocável e são álicos (sat. Al ≥ 50%); a mineralogia das frações areia (grossa e fina) registra predomínio quase absoluto do quartzo, com valores entre 95 e 100%; a mineralogia da fração argila registra predomínio da caulinita, com percentagem entre 70 e 90%, sendo que a relação molecular ki apresenta valores entre 1,96 e 2,14.

Dentre os solos de tabuleiro, os Latossolos e os Podzólicos Amarelos são praticamente indistinguíveis, segundo Jacomine (1996), nas suas propriedades químicas e mineralógicas. Os Podzólicos Amarelos diferem dos Latossolos Amarelos por apresentarem as seguintes características: gradiente textural mais alto, muitas vezes com mudança textural abrupta; a argila dispersa em água atinge valores mais altos em maiores profundidades; o caráter coeso (horizontes com consistência dura ou muito dura quando seco, e friável quando úmido) se manifesta nos primeiros com maior facilidade, além de atingir maior profundidade; presença de fragipan, constatada apenas nos Podzólicos.

Segundo Jacomine (1996), a principal característica diferencial dos Latossolos Amarelos dos demais latossolos, diz respeito à consistência do solo quando seco (sobretudo do AB, BA e parte superior do Bw1), que é muito dura ou dura, tornando-se friável quando o solo está úmido, razão pela qual esses solos têm sido chamados de coesos. O autor ainda destaca que dentre os latossolos, os amarelos são os que apresentam maior densidade do solo e menor porosidade total, estas características os tornam susceptíveis a erosão,

diferentemente do que se observa nos latossolos em outras feições geomorfológicas, de relevo plano a suave-onulado.

A situação geográfica em que se encontram, próximos dos principais centros de consumo do país (Faixa Costeira) e o relevo plano e suave onulado destacam-se como principais fatores responsáveis pelo uso intensivo dos solos de tabuleiro brasileiros. Segundo Anjos (1999), o ecossistema dos tabuleiros costeiros vem sendo degradado desde a época do descobrimento do Brasil, com a exploração intensiva da Mata Atlântica e a quase extinção de sua reserva madeireira, desenvolvendo-se a posterior o cultivo da cana-de-açúcar, do café, cacau e braquiária para pastagem.

UFV (1984), referindo-se ao histórico de ocupação dos solos de tabuleiro destaca que apesar destes solos serem dos primeiros a serem ocupados pelos descobridores, estão sendo dos últimos a serem utilizados em atividades agrícolas, em muitas regiões. No caso particular da região Norte Fluminense este paradoxo é justificado. De acordo com UFV (1984), onde possivelmente haveria condições de se explorar os tabuleiros, no entanto, até mais recentemente, os solos foram preteridos, em função da associação com solos de maior riqueza em nutrientes, nas baixadas deltáicas do Paraíba do Sul.

A utilização dos solos de tabuleiro para fins agrícolas, apesar de características topográficas favoráveis, requer atenção do produtor no tocante às características intrínsecas do solo e de condições de clima local. De acordo com Rezende (2000), a ocupação dos solos dos tabuleiros costeiros, semelhantemente ao que aconteceu na maioria das áreas agrícolas, ocorreu sem o devido respaldo da pesquisa. A exploração dos solos de tabuleiro com a monocultura da cana-de-açúcar, principalmente devido a prática da queima para facilitar a operação de colheita, tem levado à uma aceleração do processo de degradação (Silva e Ribeiro, 1997).

Quanto à atenção que se deve dar ao clima, vale destacar que a alternância continuada de período seco prolongado com um período de chuvas intensas e calor sobre um solo pouco protegido impõe a estes solos um processo acelerado de erosão e lixiviação, ou seja, acelera o processo de degradação destes solos.

Segundo Rezende (2000), uma alternativa para controlar os problemas da coesão é o uso de subsoladores, destacando-se os seguintes benefícios imediatos: aumento da

macroporosidade, diminuição da resistência do solo à penetração, aumento da drenagem interna, diminuição do encharcamento do solo e do deflúvio superficial em áreas planas ou com declives. O autor argumenta que os benefícios proporcionados pelo uso de subsoladores, indubitavelmente, favorecem o crescimento e desenvolvimento das plantas e a atividade microbiana. Para Rezende (2000), é importante associar a prática da subsolagem, feita nas linhas de plantio da cultura principal com o plantio de leguminosas agressivas, cujas raízes sejam capazes de transpor as camadas coesas e que tenham boa produção de massa verde para cobrir o solo, e destaca que pesquisas realizadas na Escola de Agronomia da Universidade Federal da Bahia (EAUFBA) têm demonstrado que as leguminosas, guandu, feijão caipi e crotalária juncea revelaram-se rompedoras dos horizontes coesos, e que por isso foram considerados subsoladores biológicos. Maiores informações sobre estes estudos podem ser encontradas em Carvalho (2000).

Por outro lado, o cultivo, cada vez mais intensivo, provoca diminuição da macroporosidade, afetando o movimento e a retenção de água, ar e calor, além de prejudicar a penetração e o desenvolvimento das raízes e acelerar os processos erosivos. No caso das culturas anuais, particularmente aquelas sob irrigação, devido ao uso amiúde de máquinas e implementos agrícolas, o cuidado quanto ao manejo dos solos coesos deve ser ainda maior, pelos riscos constantes de degradação da estrutura da camada arável (Rezende, 2000).

Cintra et al. (1997), ao analisarem os efeitos do regime hídrico e da presença de camadas coesas em solos de tabuleiros da região Nordeste do Brasil constataram que estes fatores, somados a baixa fertilidade natural dos solos, determinam baixa produtividade e/ou alta relação custo / benefício.

Melo Neto apud Fonseca (1986) observou em Latossolos de textura argilosa, que a substituição da vegetação natural primitiva por capoeira, cultura de cana-de-açúcar, eucalipto ou pastagem provocou diminuição da porosidade, água disponível, teor de argila e aumento de argila dispersável em água e da densidade do solo, como consequência da deterioração da estrutura do solo. Observou ainda, uma diminuição do teor de carbono orgânico e nitrogênio total mostrando os efeitos da eliminação das fontes de suprimento de matéria orgânica e aumento da relação C/N, indicando uma maior perda de nitrogênio em

relação ao carbono. Todas essas alterações nas propriedades morfológicas, físicas e químicas influenciam e são índices do grau de degradação das terras agricultáveis. Portanto, sua caracterização adequada é essencial para a elaboração de recomendações de sistemas de manejo de produção integrados.

Cerri et al. (1996) estudaram solos desenvolvidos a partir de sedimentos Barreiras, na Amazônia Central e Leste, e de materiais de rochas cristalinas na região Sudoeste da Amazônia. Os autores avaliaram o conteúdo médio de carbono e nitrogênio por tipo de solo na Bacia Amazônica Legal, até 100 cm de profundidade e encontraram, para uma base de dados de 1.162 perfis de solos, valores de 8,49 a 0,38 kg m⁻² de C e 0,71 a 0,05 kg m⁻² de N para a classe dos Latossolos Amarelos, uma das classes predominantes nos materiais da Formação Barreiras. Os conteúdos mais elevados de C e N foram observados para o Latossolo Roxo, 21,65 a 11,36 kg m⁻² e 2,27 a 1,13 kg m⁻², respectivamente. Quanto a dinâmica do carbono após desmatamento e uso como pastagem, os autores encontraram na região de Manaus (AM) uma diminuição de 20 a 30% de carbono total nos primeiros anos após o desmatamento e queima. Ainda que, em pastagens bem manejadas, após 20 anos o carbono total tenha ultrapassado o nível inicial em 5 a 15%.

Segundo Cerri et al. (1996), a avaliação de ganhos e perdas de carbono na conversão floresta - pastagem na Amazônia, em um período de 35 anos, indicou um incremento de 8,4 a 15,3 kg m⁻² de carbono para a atmosfera devido ao desmatamento, queima e utilização do solo com pastagens bem manejadas. Em termos de concentrações de CO₂ da atmosfera, a conversão floresta - pastagem contribuiu com 0,9 a 1,9 g m⁻³ durante o período de 35 anos. O impacto da concentração de CO₂ na atmosfera neste sistema tem pouca importância, quando comparado a emissão de CO₂ pela queima de combustíveis fósseis no mundo (um aumento anual de 2,6 g m⁻³).

Na região Norte Fluminense (RJ), o cultivo contínuo da cana-de-açúcar, com preparo excessivo do solo, elevado tráfego de máquinas e queima da palhada previamente à colheita, parece ser a causa principal da degradação dos solos de tabuleiro e da redução da produtividade da cultura (50 t ha⁻¹, na terceira soca), para índices abaixo da média nacional (70 t ha⁻¹).

Silva e Ribeiro (1997) estudaram os efeitos do cultivo contínuo de cana-de-açúcar nas propriedades físicas e morfológicas de um Latossolo Amarelo coeso de textura argilosa da região dos tabuleiros costeiros em Alagoas. Quatro talhões foram selecionados na Usina Caeté, no município de São Miguel dos Campos (AL); um com vegetação nativa (Tn) e os demais cultivados por períodos de dois (T2), dezoito (T18) e vinte e cinco anos (T25). Os resultados mostraram que o uso agrícola dos solos causou mudanças na morfologia do horizonte superficial com o desenvolvimento de um horizonte Ap, com transição abrupta para o horizonte AB subjacente e alteração de estrutura. O cultivo contínuo diminuiu o conteúdo de argila nos horizontes superficiais, com um aumento significativo nos horizontes sub-superficiais. Após evidente impacto negativo nas propriedades físicas com o primeiro plantio da cana-de-açúcar, o manejo adotado promoveu novo equilíbrio, com recuperação parcial da porosidade total e sensível aumento no conteúdo de água disponível. Por outro lado, o uso agrícola promoveu significativa redução na condutividade hidráulica saturada do horizonte superficial, quando comparado ao solo sob vegetação nativa.

A comparação de sistemas de produção da cana-de-açúcar, em solos de tabuleiro no município de Linhares (ES), com e sem o uso da queima indicou que a manutenção do palhiço sobre o solo resultou em significativo aumento do teor de matéria orgânica e consequente melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas (Ceddia, 1996; Mendonza, 1996; Mendonza et al., 2000; Silva, 2000).

A caracterização dos solos e a avaliação de suas propriedades edáficas em função de sua utilização são ferramentas essenciais para a elaboração de propostas de manejo sustentável dos solos, sendo inclusive, fundamental para o desenvolvimento social e econômico da região Norte Fluminense em especial, pois se constituem do fator ambiental na produção agrícola mais facilmente controlado pelo homem.

2.4 – Qualidade dos solos e degradação ambiental

A partir da década de 90, a avaliação de solos tem sido tratada dentro do enfoque de qualidade do solo ou saúde do solo, ou ainda sustentabilidade do solo. O conceito de qualidade do solo tem sido sugerido por vários autores (Lal 1991; Granatstein e Bezdicek,

1992; Karlen et al., 1992; Papendick e Parr, 1992; Parr et al., 1992; Sanders, 1992) como uma boa ferramenta para avaliar em longo prazo, a sustentabilidade de práticas agrícolas nos níveis local, regional e internacional.

Entre as definições de qualidade do solo, a seguinte é apresentada pela ‘Soil Science Society of America’ na edição de junho de 1995 do ‘Agronomy News’: “qualidade do solo é a capacidade de um específico tipo de solo para funcionar, dentro de limites de ecossistemas naturais ou manejados, para sustentar a produtividade de plantas e animais, manter ou aumentar a qualidade do ar e da água, e suportar a habitação e saúde humana”.

Doran e Parkin (1994) conceituaram qualidade do solo, relacionada ao uso da terra e limites do ecossistema, como a capacidade do solo de sustentar a produtividade biológica, manter a qualidade ambiental e promover a saúde humana, animal e vegetal. Um outro conceito apresentado por Doran e Parkin apud Doran e Jones (1996) afirma que qualidade do solo é a sua capacidade de produzir alimentos e fibras e, ao mesmo tempo, funcionar como importante interface com o meio ambiente.

Karlen et al. (1997) apresentam um sistema conceitual de avaliação no qual a qualidade do solo é uma característica inerente do solo ou ela é a condição de saúde do solo. No primeiro caso, como qualidade inerente do solo ela é governada por processos de formação do solo. Assim, cada solo tem uma habilidade natural para funcionar. Estas características inerentes podem ser definidas por um conjunto de valores que reflete o completo potencial de um solo para realizar uma função específica. O segundo enfoque para avaliar qualidade do solo assume que se o solo está funcionando de acordo com seu completo potencial para um uso específico da terra (talvez pela adoção das melhores práticas de manejo), ele tem excelente qualidade; ao passo que se está funcionando bem abaixo de seu potencial ele pode ser considerado como tendo baixa qualidade.

Santana e Bahia Filho (1998) afirmam que a qualidade do solo descreve a capacidade do solo para exercer funções de produção biológica, qualidade do ambiente e promover a saúde das plantas e dos animais de maneira sustentável. Os mesmos autores destacam a importância da relação entre qualidade do solo e sustentabilidade agrícola, afirmando ser a qualidade do solo o vínculo mais importante entre o sistema de produção e a sustentabilidade da agricultura.

Para o estudo da avaliação da qualidade do solo é necessário definir *indicadores de qualidade do solo* que, segundo Papendick e Parr (1992), são de difícil identificação pela necessidade de considerar as múltiplas funções do solo em manter produtividade e bem estar ambiental, e por integrar atributos físicos, químicos e biológicos que definem estas funções. Contudo, Action e Padbury (1993) conceituaram atributos de qualidade do solo como propriedades mensuráveis do solo que influenciam na capacidade do solo de favorecer a produção agrícola e nas funções ambientais do solo.

Doran e Parkin in Doran e Jones (1996) afirmaram que para ser de uso prático por produtores, extensionistas, conservacionistas, cientistas e políticos, o conjunto de indicadores de qualidade e de saúde do solo devem ser úteis no contexto de situações ecológicas e sócio-econômicas. Segundo os mesmos autores indicadores de qualidade devem atender aos seguintes critérios:

- a) Ter boa correlação com processos do ecossistema;
- b) Integrar processos e propriedades físicas, químicas e biológicas e ser categorizado como informação básica, necessária para estimar funções ou propriedades do solo de difícil medição direta;
- c) Ser de fácil uso sob condições de campo e igualmente acessível para produtores e especialistas, relativamente a outros parâmetros;
- d) Ser sensível a variações do clima e manejo. Os indicadores devem ser sensíveis o suficiente para refletir a influência do manejo e clima em mudanças a longo prazo na qualidade do solo, mas não ser tão sensível para ser influenciado a curto prazo; e
- e) Ser componente de bases de dados de solos existentes, quando possível.

Larson e Pierce (1994) apresentam um método de avaliação da qualidade do solo no qual a mudança de estado, em um determinado sistema de manejo, é usada como uma medida de sustentabilidade. Os autores sugerem um mínimo de parâmetros, temporalmente variáveis, que devem ser usados para monitorar mudanças na qualidade do solo.

Larson e Pierce (1994) propuseram cinco atributos de qualidade do solo e sugerem que a combinação de propriedades físicas, químicas e biológicas em um solo possibilita que ele realize três funções: 1- prover um meio para o crescimento das plantas; 2- regular e

distribuir o fluxo de água através do ambiente; e 3- servir como um tampão ambiental. Estes autores avaliam como solos eficientes quanto à qualidade aqueles que:

- a) Recebem, retêm e liberam nutrientes e outros constituintes químicos;
- b) Recebem, retêm e liberam água para as plantas, lençol freático e rios;
- c) Promovem e sustentam o crescimento de raízes;
- d) Mantêm apropriados ambientes biótico; e
- e) Respondem ao manejo e resistem à degradação.

Vários atributos do solo têm sido sugeridos para medição de mudanças devidas à degradação da qualidade do solo, em escala temporal e espacial. Arshad e Coen (1992) indicam, de forma generalizada, a profundidade do solo e o conteúdo de matéria orgânica como propriedades do solo freqüentemente afetadas pelos processos de degradação.

Condições físicas, como espaço poroso preenchido por água, que influenciam a atividade biológica, têm sido identificadas como importantes indicadores de qualidade do solo. Embora o espaço poroso e outros indicadores biológicos sejam, temporalmente e talvez espacialmente, mais dependentes do que outros indicadores físicos tais como densidade do solo ou indicadores químicos como CTC, eles podem apresentar respostas rápidas a variações nas práticas de manejo de solo e culturas (Linn e Doran, 1984; Doran et al., 1990).

Outras propriedades físicas são a distribuição de tamanho e da estabilidade de agregados do solo, sugeridas por Arshad e Coen (1992) como indicadores para avaliar os efeitos de práticas de manejo do solo e de cultura na qualidade do solo. Estas propriedades são importantes pela sua relação com a resistência do solo à erosão (Luk, 1979 apud Guerra, 1995). A dispersão da fração argila em água tem sido também relatada como indicador para efeitos de erosão e escoamento superficial na qualidade dos solos (Miller e Baharuddin, 1986; Stern et al., 1991).

As propriedades químicas também são importantes na avaliação da qualidade do solo. O conteúdo de carbono orgânico tem sido sugerido como indicador de qualidade do solo, entre outras razões, porque a diminuição deste componente pode estar diretamente relacionada à redução da estabilidade de micro e macroagregados (Tisdall e Oades, 1982; Churchman e Tate, 1987; Pojasok e Kay, 1990). O aumento nas concentrações de



nutrientes, matéria orgânica e íons hidrogênio (diminuição do pH) na superfície do solo, e a significante estratificação de fósforo e potássio têm sido relatados por vários pesquisadores como propriedades associadas a modificações na qualidade das terras (Erbach, 1982; Blevins et al., 1983).

Toda mudança ou destituição de um grau qualquer do solo que diminua a qualidade de seu ecossistema pode ser entendida como degradação. Sendo assim, o manejo pode acarretar a degradação do solo quando feito de forma inadequada, ou seja, quando existem estudos e recomendações técnicas de uso racional do solo, entretanto, estas não são seguidas e, neste particular, existem muitos casos. A outra possibilidade do manejo acarretar a degradação do solo é quando não existem informações adequadas sobre as peculiaridades de cada solo em seu ambiente natural e de seu comportamento quando implantados sistemas de produção agrícola.

3 – MATERIAL E MÉTODOS

3.1 – Caracterização dos solos de tabuleiro da região Norte Fluminense

A primeira etapa do estudo consistiu da caracterização dos solos de tabuleiro da região Norte Fluminense (RJ), que foi feita através do agrupamento de propriedades de solos das classes dos LATOSSOLOS AMARELOS (LA) e ARGISSOLOS AMARELOS (PA), representados em histogramas contendo os atributos diagnósticos principais dos horizontes diagnósticos superficiais (horizonte A) e subsuperficiais (horizonte B). Para tal foram utilizados 100 (cem) perfis de solos com análises completas e/ou parciais, com granulometria, pertencentes às classes dos Latossolos e Podzólicos relacionados aos sedimentos do Grupo Barreiras, solos de tabuleiro, identificados pela revisão bibliográfica referente ao levantamento semidetalhado de solos do IAA/Sondotécnica (1983).

Todos os cem perfis foram reclassificados até o 2º nível categórico (subordens), segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999). Após a reclassificação dos perfis procedeu-se a tabulação dos dados referentes às suas propriedades diagnósticas principais, sendo confeccionados histogramas de freqüência para cada classe de solo. Dos resultados obtidos definiram-se os indivíduos modais das classes LA e PA.

3.2 – Avaliação de propriedades edáficas em solos de tabuleiro da região Norte Fluminense

Esta segunda fase do projeto consistiu da avaliação de propriedades químicas e físicas de solos típicos das classes LA e PA na região Norte Fluminense, sob distintas coberturas vegetais (mata, pasto e cana-de-açúcar) e tempo de cultivo (áreas de cana), sendo realizada em duas etapas. As áreas de mata utilizadas neste estudo, além de constituírem-se como unidade de estudo, foram consideradas como áreas testemunhas para o diagnóstico das alterações nas propriedades edáficas.

Na primeira etapa, foram avaliados dados de Peixoto e Manhães (1986, dados não publicados), que consistem de amostras de terra coletadas em intervalos de 20cm até a profundidade de 1m, em áreas sob diferentes tipos de cobertura vegetal: mata (M), pasto (P) e cana-de-açúcar (C), tendo a cana-de-açúcar seis diferentes tempos de cultivo: < 5 anos (C<5), 5-10 anos (C10), 10-15 anos (C15), 15-20 anos (C20), 20-30 anos (C30), e > 30 anos (C>30). Para cada tipo de cobertura vegetal e tempo de cultivo (cana) foram feitas quatro repetições em diferentes localidades, totalizando trinta e duas áreas. Para este estudo, foram utilizados os resultados analíticos referentes às profundidades de 0-20 e 20-40 cm, sendo examinadas as seguintes propriedades do solo: teor de carbono orgânico, pH em água, conteúdo de fósforo disponível, Valor V% (calculado) e densidade do solo. O principal objetivo desta primeira etapa foi avaliar variações em propriedades edáficas dos solos de tabuleiro em áreas piloto (propriedades agrícolas) na região Norte Fluminense, representativas dos diversos tipos de cobertura vegetal, para posterior investigação detalhada no campo, que corresponde a segunda etapa da segunda fase do projeto.

A segunda etapa consistiu da seleção de sete áreas circunvizinhas, representativas dos solos de tabuleiro da região Norte Fluminense, onde foram abertas trincheiras para descrição e caracterização de perfis e feita amostragem de terra para avaliar variações em propriedades edáficas de solos LA e PA, em função do tipo de cobertura vegetal (floresta secundária, pastagem e cana-de-açúcar). O objetivo desta etapa foi avaliar variações em propriedades edáficas dos solos de tabuleiro sob diferentes coberturas vegetais em áreas circunvizinhas. Maiores detalhes sobre esta segunda etapa de estudo são relatados a seguir.

3.3 – Seleção das áreas para descrição de perfis e avaliação de propriedades edáficas

A seleção das áreas foi feita com base em fotos aéreas (1:15000) e mapas de solos (1:10000 e 1:25000) referentes ao ‘Projeto de irrigação e drenagem da cana-de-açúcar na Região Norte Fluminense’ (IAA/Sondotécnica, 1983). Foram selecionadas áreas de LA e PA sob três coberturas vegetais distintas: remanescente de floresta secundária (mata), pastagem e cana-de-açúcar. Em cada área foi aberta uma trincheira para caracterização do perfil de solo, bem como, coletadas amostras de terra para fins de avaliação da fertilidade do solo nas profundidades de 0 a 20 e 20 a 40 cm, nos locais de observação dos perfis P1 a P6. A área de mata do perfil P7 (LA) foi incluída por apresentar um melhor estado de regeneração / preservação da floresta secundária.

Estas áreas foram identificadas segundo o tipo de amostragem, em amostras para caracterização do perfil (P) e amostras para fins de fertilidade (F), conforme representado no Quadro 1. No referido quadro é importante observar que os locais de amostragem de LA são identificados por números ímpares (P1 e F1, P3 e F3, P5 e F5) e os de PA por números pares (P2 e F2, P4 e F4, P6 e F6).

Quadro 1 – Identificação das áreas estudadas (diferentes coberturas vegetais e classe de solos) em função do tipo de amostragem.

Tipo de amostragem	Áreas estudadas					
	Floresta		Pastagem		Cana-de-açúcar	
	LA	PA	LA	PA	LA	PA
Amostras para fins de caracterização do perfil (P)	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Amostras para fins de fertilidade (F)	F1	F2	F3	F4	F5	F6

As áreas estudadas (Figura 4) estão localizadas nas Fazendas, Bela Vista e Limão Doce, no Município de Campos dos Goytacazes-RJ. As áreas selecionadas, georeferenciadas (Anexo II), estão circunscritas entre as coordenadas 21°35,163' e

21°36,507' de latitude sul e 41°16,520' e 41°17,110' de longitude oeste de Greenwich. O acesso pode ser feito pela rodovia BR-101 no sentido Travessão de Campos - São Francisco de Paula. No sentido a São Francisco de Paula atravessar a linha de trem e seguir pela estrada RJ-224 por aproximadamente 4 km, entrar a direita em estrada vicinal (1.500 m) próximo à floresta secundária remanescente.

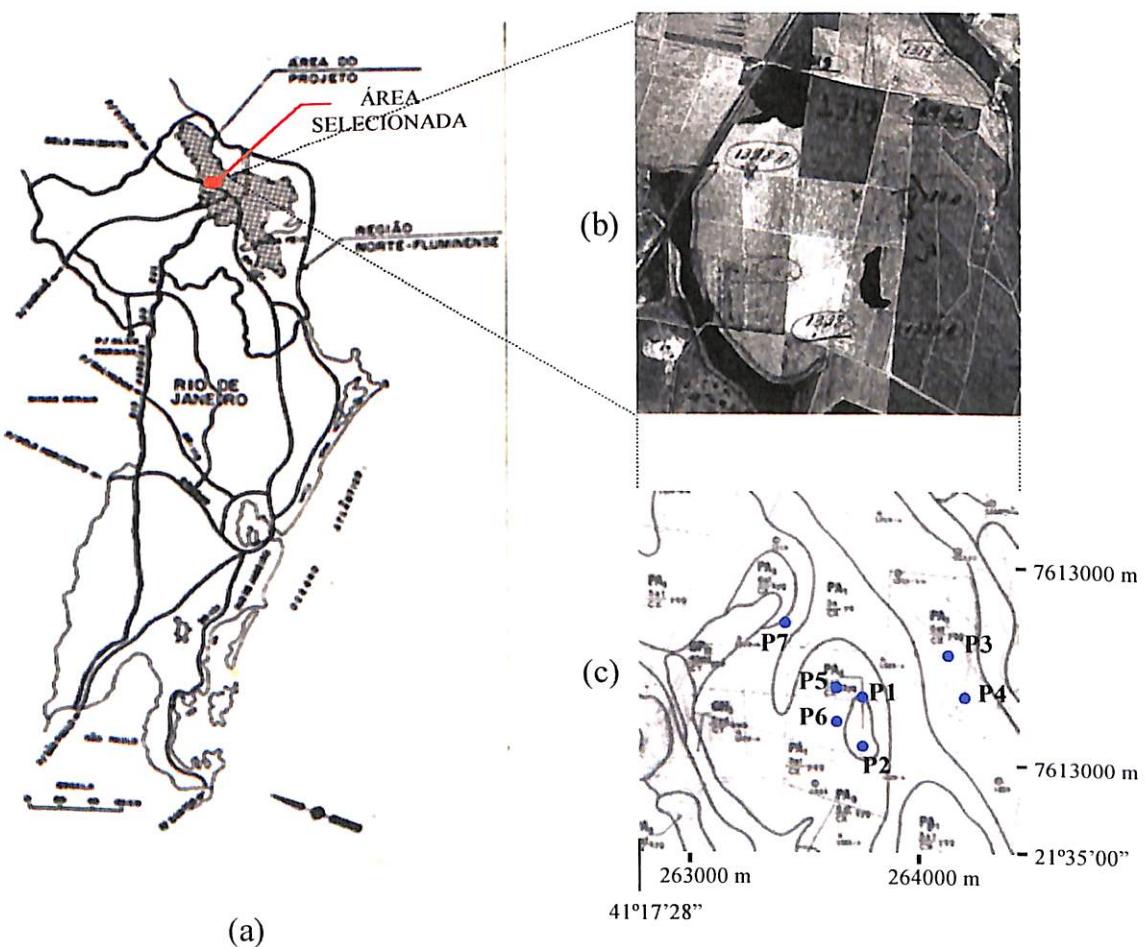


Figura 4 – Representação da área de estudo de perfis e propriedades edáficas. Imagens extraídas de IAA/Sondotécnica (1983). Na primeira imagem (a) é representado em vermelho o local aproximado de estudo, visualizado na fotografia aérea (1:15000) (b). Na imagem (c) o mapa planialtimétrico (1:10000) equivalente à fotografia aérea (b), com os locais dos perfis em azul.

A descrição dos perfis e coleta das amostras foi realizada conforme as normas do Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo (Lemos e Santos, 1996). Para a avaliação das propriedades físicas e químicas foram feitas amostragens de terra com auxílio de um trado holandês nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm em área homogênea de aproximadamente um hectare, para cada tipo de solo e cobertura vegetal. Para cada área foram coletadas três amostras compostas, formadas a partir de cinco amostras simples.

3.4 – Métodos de análises de laboratório

3.4.1 – Preparo das amostras

O preparo das amostras, bem como as análises físicas e químicas de caracterização dos perfis e de tradagens foram feitos de acordo com os métodos analíticos recomendados pela EMBRAPA (1997).

As amostras de terra coletadas foram secadas ao ar, destorroadas e passadas em peneira com malha de 2,0 mm, para obtenção de terra fina seca ao ar (TFSA), e procedidas às determinações físicas, químicas e mineralógicas mencionadas a seguir. Para determinar a densidade do solo foram coletadas amostras indeformadas com auxílio do anel de Kopecky.

3.4.2 – Análises físicas

Composição granulométrica da terra fina

As amostras de terra 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.

Argila dispersa em água (argila natural)

O método é semelhante ao da argila total, utilizando-se água destilada como dispersante.

Grau de floculação (GF)

Calculado conforme a fórmula:

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

Relação Silte / Argila

Calculado conforme a fórmula:

$$\text{Relação silte / argila} = \text{Silté (g/kg)} / \text{Argila (g/kg)}$$

Densidade do solo (Ds)

Determinada pelo método do anel volumétrico (Kopecky), expressa em kg/dm³.

Densidade das partículas (Dp)

Determinada pelo método do balão volumétrico, expressa em kg/dm³.

Porosidade total (PT)

Calculada com o uso da fórmula: $PT(\%) = (1 - Ds/Dp) \times 100$

3.4.3 – Análises Químicas

pH em água e em KCl 1 mol L⁻¹

Determinado potenciométricamente na suspensão solo-líquido de 1:2,5, com tempo de contato não inferior a uma hora e agitação da suspensão antes da leitura.

Cálcio e Magnésio trocáveis

Estes elementos químicos foram extraídos com solução de KCl 1mol L⁻¹ (1:10) e determinados por complexometria, em presença do coquetel tampão. O Ca⁺² foi determinado em presença de KOH a 10% e titulado com EDTA 0,0125 mol L⁻¹; o Mg⁺² foi obtido por diferença entre a soma de Ca⁺²+Mg⁺² e o teor de Ca⁺².

Potássio e Sódio trocáveis

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 (Al⁺³)

Extraído com solução de KCl 0,5 mol L⁻¹ na proporção de 1:10 e determinado pela titulação da acidez com NaOH 0,025 mol L⁻¹.

Acidez extraível (H⁺ + Al⁺³) e Hidrogênio extraível (H⁺)

Extraída com solução de acetato de cálcio 1 mol L⁻¹, ajustada a pH 7,0 na proporção de 1:15 e determinada por titulação com NaOH 0,025 mol L⁻¹. O H⁺ foi obtido por diferença entre o valor de acidez extraível e o teor de Al⁺³.

Valor S, T e V%

Calculados pelas seguintes relações:

- Soma de bases trocáveis (Valor S) = soma dos teores de cálcio, magnésio, potássio e sódio trocáveis.

- Valor T = Valor S + Valor H; sendo o Valor H = $(H^+ + Al^{+3})$

- Porcentagem de saturação por bases (Valor V%) = $(Valor\ S / Valor\ T) \times 100$

Porcentagem de saturação por alumínio (Valor m)

Calculada pela expressão: $100 \times [Al^{+3} / (Valor\ S + Al^{+3})]$.

Carbono orgânico

Determinado pela oxidação da matéria orgânica pelo dicromato de potássio 0,2 mol L⁻¹ em meio sulfúrico e titulação pelo sulfato ferroso amoniacial 0,1 mol L⁻¹.

Fósforo assimilável

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 fosfomolibídico com ácido ascórbico, em presença de sal de bismuto.

Ataque sulfúrico

Utilizado para a determinação de Si, Al, Fe e Ti, expressos na forma molecular SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃ e TiO₂, respectivamente. O material terra fina foi tratado com H₂SO₄ (d = 1,84; 1:1) sob refluxo, com fervura durante meia hora, seguido de resfriamento, diluição e filtração. A sílica sendo determinada no resíduo, por colorimetria, enquanto ferro, alumínio, titânio e manganês no filtrado, por espectrometria de absorção atômica.

Relações moleculares ki, kr e ALFE na terra fina

Calculadas pelas expressões:

$$ki = SiO_2 \times 1,7 / Al_2O_3$$

$$kr = SiO_2 \times 1,7 / [Al_2O_3 + (Fe_2O_3 \times 0,64)]$$

$$ALFE = Al_2O_3 \times 1,57 / Fe_2O_3$$

3.4.4 – Análises mineralógicas das frações areia fina e areia grossa

Caracterizada pela identificação e determinação semi-quantitativa dos componentes minerais das frações areia fina e areia grossa. A identificação dos minerais foi feita por métodos óticos, segundo Winchell e Winchell (1959). A determinação foi semi-quantitativa, sendo os resultados expressos em percentuais estimados a partir da contagem das espécies minerais.

3.5 – Classificação dos solos

A classificação dos solos foi feita de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999).

3.6 – Delineamento experimental e análises estatísticas

Para os estudos de caracterização dos indivíduos modais (primeira fase do projeto) e de avaliação de propriedades edáficas (primeira etapa da segunda fase do projeto) foram utilizadas análises descritivas para comparação simples de alguns resultados em tabelas, histogramas e gráficos. Para o estudo das alterações de propriedades edáficas (segunda etapa da segunda fase do projeto) foram feitas análises estatísticas dos dados considerando o delineamento inteiramente casualizado, caracterizado em esquema fatorial 3 x 2, tendo como fatores a cobertura vegetal (M, P e C) e o tipo de solo (LA e PA), respectivamente,

totalizando seis unidades amostrais para cada profundidade do solo (0 a 20 e 20 a 40 cm). As repetições foram em número de três.

Os resultados das propriedades químicas e físicas do solo, para cada profundidade, foram submetidos à análise de variância com aplicação do teste F e ao teste de normalidade (Teste de Lilliefors), sendo os valores médios comparados entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Estes testes e análise foram realizados com auxílio dos ‘softwares’ SAEG-5.0 (Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas – Universidade Federal de Viçosa) e ESTAT-1.0 (Sistema para Análises Estatística – Universidade Estadual Paulista, FCAV, Campos de Jaboticabal). A avaliação da homogeneidade das variâncias foi realizada pelo teste de ‘Levene’, conforme Vieira (1999). Utilizou-se também de análises descritivas para comparação simples de alguns resultados em tabelas, quadros e gráficos.

4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 – Caracterização dos solos de tabuleiro da região Norte Fluminense

Dos cem perfis avaliados, 67% foram classificados como Podzólicos (61 Podzólicos Amarelos e 6 Podzólicos Vermelho-Amarelos) e 33% classificados como Latossolos (32 Latossolos Amarelos e 1 Latossolo Vermelho-Amarelo). Segundo IAA/Sondotécnica (1983), no levantamento de solos estes solos foram classificados com base nos critérios da 2^a aproximação do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, EMBRAPA (1981).

Estes perfis foram reclassificados até o 2º nível categórico (subordem), tendo como base o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999). Como resultado desta etapa 58% dos perfis avaliados foram enquadrados na classe dos LATOSSOLOS AMARELOS (LA), 1% na classe dos LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELOS (LVA) e 41% na classe dos ARGISSOLOS AMARELOS (PA). As principais modificações ocorridas são relacionadas a seguir:

- Dos 61 perfis classificados como Podzólicos Amarelos, 21 perfis (41%) foram reclassificados como LATOSSOLO AMARELO;
- Dos 6 perfis classificados como Podzólicos Vermelho-Amarelos, 3 perfis (50%) foram reclassificados como LATOSSOLO AMARELO e 3 perfis (50%) como ARGISSOLO AMARELO;

- Dos 32 perfis classificados como Latossolo Amarelo, 3 perfis (9%) mudaram de classe, sendo dois destes reclassificados como ARGISSOLO AMARELO e um como LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO;

- O único perfil classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo foi reclassificado como LATOSSOLO AMARELO.

Os modais de LA e PA, caracterizados pelas propriedades diagnósticas principais representativas dos horizontes diagnósticos (A e B, primeiros horizontes), são apresentados na forma de histogramas (figuras), bem como através de um quadro resumo (Apêndice I). Para cada atributo nos LA o número de observações, para a grande maioria das propriedades do solo avaliadas, foi igual a 59 ($n = 59$), enquanto que para PA o número de observações foi igual a 41 ($n = 41$).

4.1.1 – Indivíduos modais na classe dos LATOSSOLOS AMARELOS

A principal forma de uso (cobertura vegetal) dos solos de tabuleiro da região Norte Fluminense, no momento da descrição dos perfis, era o cultivo da cana-de-açúcar, e em menor proporção áreas de pastagem (Figura 5). No entanto, com base no IBGE (1996) e CIDE (2000), foi constatado que cerca de 60% dos solos de tabuleiro na referida região, nos dias atuais, estão sendo ocupados pelas pastagens. Esta modificação é um reflexo da crise econômica que vem se alastrando na agro-indústria açucareira desta região desde a década de 80, conforme destaca Morgado & Vieira (1999).

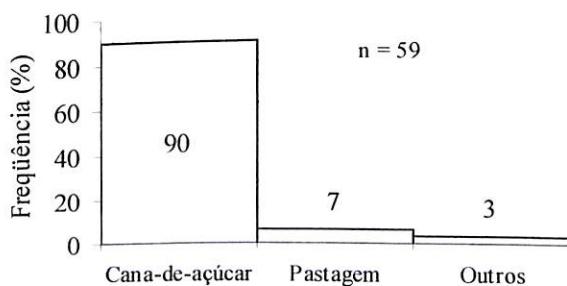


Figura 5 – Caracterização do tipo de uso (cobertura vegetal) em LA.

Em relação aos aspectos da paisagem, foi observado que a maioria dos perfis de LA situam-se entre o terço superior e médio de encosta (Figura 6). Estas mesmas constatações também foram observadas nos perfis modais dos ARGISSOLOS AMARELOS, indicando que as classes LA e PA da região Norte Fluminense podem ocorrer, indistintamente, no terço médio ou superior da paisagem. Estes resultados divergem do que foi observado por UFV (1984) para os solos de tabuleiro costeiros do Baixo Rio Doce (MG) e da região Norte do Espírito Santo. De acordo com UFV (1984), os Latossolos estão nas paisagens mais recortadas com declives perceptíveis, ainda que muito suaves, enquanto os Podzólicos formam as partes menos dissecadas da paisagem geral, sugerindo que nestas áreas a formação de um Latossolo pode ocorrer a partir de um Podzólico por decapitação do horizonte A.

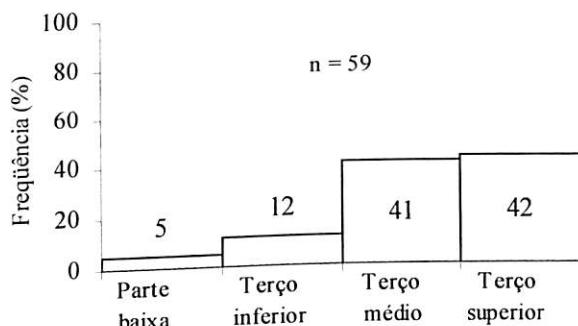


Figura 6 – Posição da encosta da classe LA.

A classe de relevo local suave ondulado foi a de maior predominância (Figura 7). Quanto à classe de drenagem, a maior ocorrência foi da classe bem drenado (Figura 8). A existência de solos (LA) mal e imperfeitamente drenados (Figura 8) está relacionada com a situação do perfil na paisagem, ou seja, solos que podem ser encontrados na parte baixa ou terço inferior da paisagem, sendo considerados como uma variação para a classe dos PLINTOSOLOS.

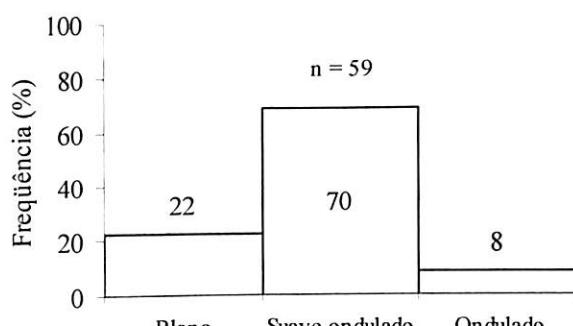


Figura 7 – Caracterização da classe de relevo local em LA.

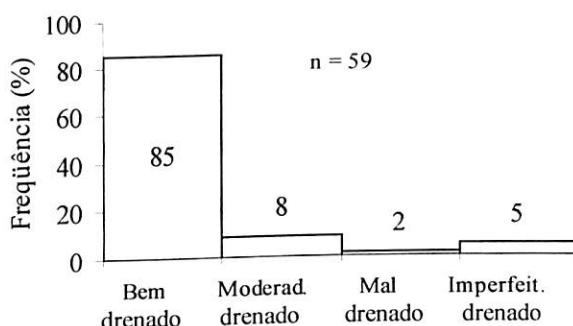


Figura 8 – Caracterização da classe de drenagem dos LA.

A seqüência de horizonte Ap-BA-Bw foi a mais usual (Figura 9), sendo que à maioria dos perfis apresentaram horizontes de transição (AB e/ou BA). Os perfis de solo que apresentaram a seqüência de horizontes Ap-BA-C e A-Bw1-C (Figura 9) também podem ser considerados como uma variação para a classe dos PLINTOSSOLOS.

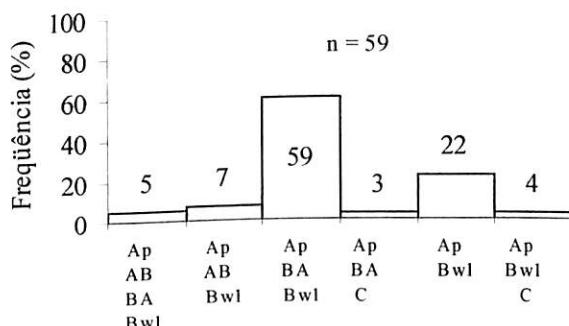


Figura 9 – Caracterização da seqüência de horizontes em LA.

Quanto às propriedades morfológicas, a grande maioria dos horizontes superficiais (horizontes A e AB) apresenta espessura maior que 20 cm (Figura 10), apesar do uso intenso dos solos. A textura franco-argiloarenosa (textura média) foi a de maior expressão no horizonte diagnóstico A, enquanto que no horizonte diagnóstico B foi verificado que as classes franco-argiloarenosa (textura média) e argiloarenosa (textura argilosa) foram as de maior ocorrência (Figura 11). Para estas duas propriedades pode-se observar pela distribuição dos dados que elas podem vir a ser utilizadas nos níveis hierárquicos inferiores (séries), tanto em LA quanto em PA. Para a propriedade espessura dos horizontes superficiais poder-se-ia utilizar os limites de < 20 cm, de 20 a 40 cm e > 40 cm, como indicadores de pequena, média e grande espessura, respectivamente, conforme apresentado na Figura 10.

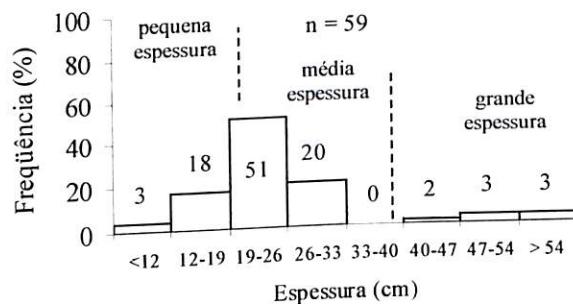


Figura 10 – Caracterização da espessura dos horizontes superficiais (horizontes A e AB) em LA. As linhas tracejadas representam os limites de espessura sugeridos como propriedade diferencial ao nível hierárquico de série.

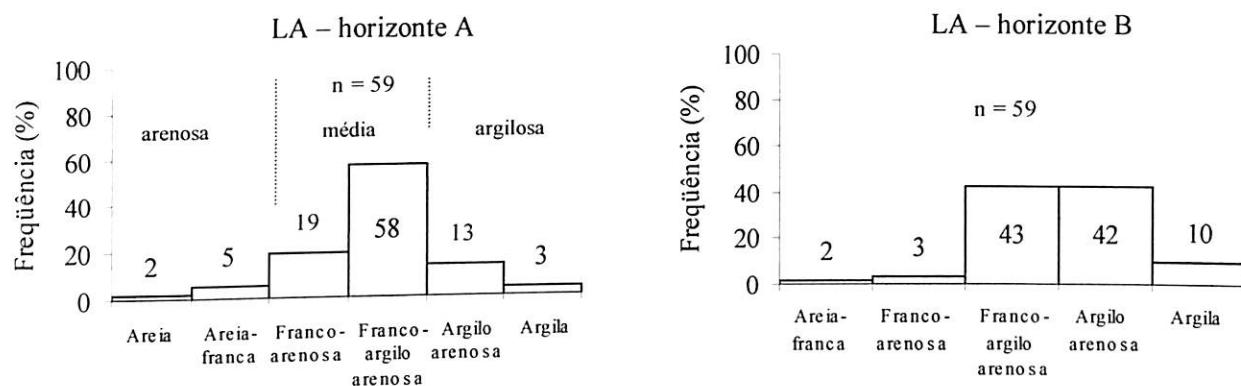


Figura 11 – Caracterização da classe textural dos horizontes diagnósticos A e B em LA. As linhas tracejadas representam os limites de textura sugeridos como propriedade diferencial ao nível hierárquico de série.

Quanto à cor do horizonte diagnóstico A, o matiz 10YR foi o de maior ocorrência, com valor variando entre 3 e 4 (Figura 12), principalmente, e predomínio do croma 2 (Figura 13). Para o horizonte diagnóstico B também se verifica maior expressão do matiz 10YR, o valor 5 é o de maior ocorrência (Figura 14), enquanto o croma variou entre 6 e 4, principalmente (Figura 15).

De acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999), pertencem à classe dos LA e PA os solos que apresentam matiz mais amarelo que 5YR na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA). Porém o matiz 7,5YR é um matiz de transição entre o 5YR (cores vermelho-amareladas) e o 10YR (cores amareladas), e visualmente aproxima-se mais do vermelho que do amarelo (Figura 16). O predomínio do matiz 10YR ocorreu tanto nos modais LA quanto nos modais PA, indicando que a grande maioria dos solos de tabuleiro da região Norte Fluminense possuem cores amareladas. Estas observações sugerem que do ponto de vista dos critérios de identificação das classes LA e PA no 2º nível categórico, o matiz 7,5YR e não o matiz 5YR é o que melhor expressa o limite diferencial entre os solos amarelos e os vermelho-amarelos.

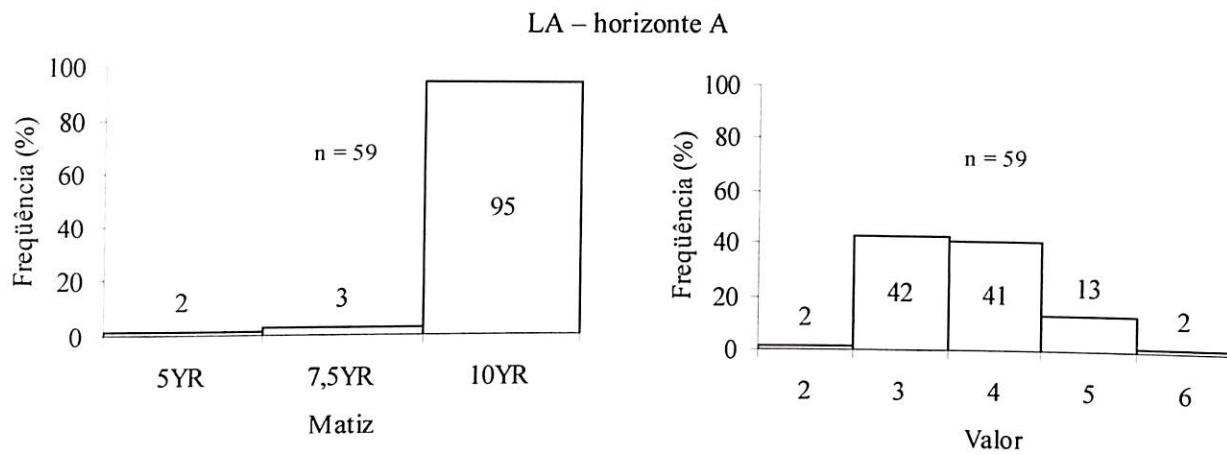


Figura 12 – Caracterização do matiz e do valor do horizonte diagnóstico A em LA.

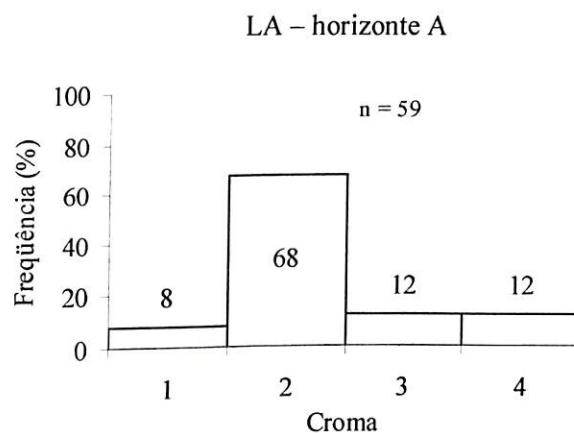


Figura 13 – Caracterização do croma do horizonte diagnóstico A em LA.

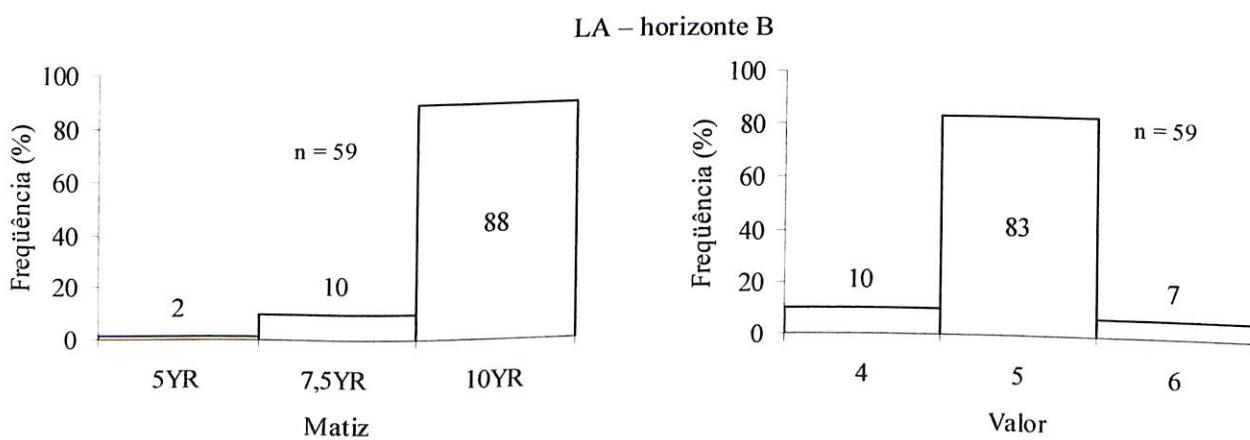


Figura 14 – Caracterização do matiz e do valor do horizonte B em LA.

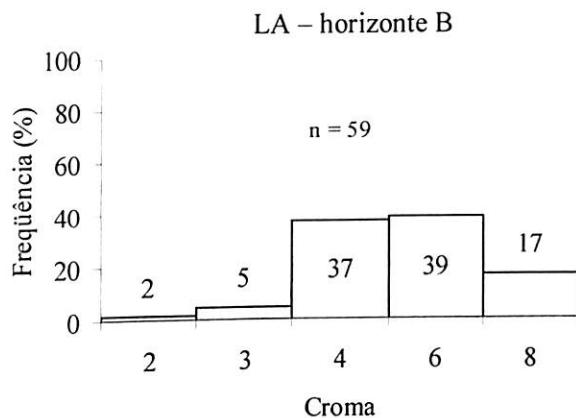


Figura 15 – Caracterização do croma da cor do horizonte diagnóstico B em LA.

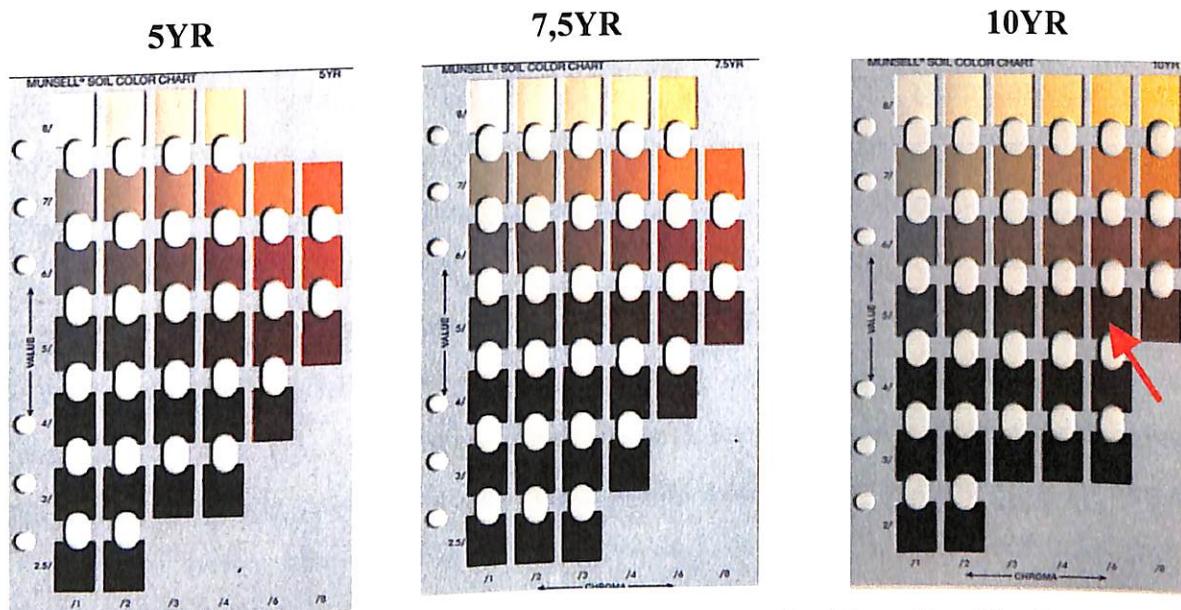


Figura 16 – Representação de páginas da carta de cores de Munsell utilizadas para a determinação das cores presentes nos horizontes dos solos estudados. A seta em vermelho indica a cor que ocorreu com maior freqüência no horizonte B.

Em relação às propriedades químicas (Apêndice I), foi constatado que o horizonte diagnóstico A possui maior Valor T quando comparado ao horizonte diagnóstico B, embora sejam valores considerados baixos (< 7 e $< 4,5 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ de TFSA, horizontes diagnósticos A e B, respectivamente), Figura 17.

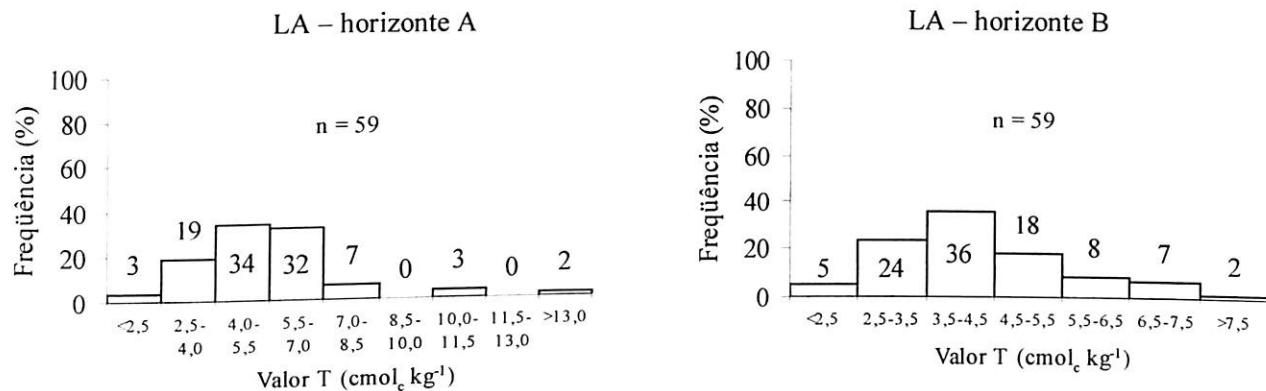


Figura 17 – Variação do Valor T dos horizontes diagnósticos A e B em LA.

Quanto a CTC da argila do horizonte diagnóstico B, determinada sem a correção para carbono, foi constatado o predomínio de valores variando entre 6,2 e 18,6 cmol_c kg⁻¹ de argila (Figura 18). Segundo EMBRAPA (1999), valores de CTC (sem correção para carbono) de 17 e 27 cmol_c kg⁻¹ de argila correspondem, respectivamente, ao limite superior da atividade da argila para B latossólico e limite entre baixa e alta atividade de argila.

De posse destas informações e dos resultados obtidos para os modais LA foram criadas classes de CTC da argila com objetivo de avaliar a possibilidade de se incluir esta propriedade como característica diferencial nos níveis hierárquicos inferiores (família e série) das classes LA e PA, haja vista a importância desta propriedade, já que estes solos possuem baixa fertilidade natural. Foram estabelecidas as seguintes classes de CTC (sem correção para carbono): classe média para valores de CTC da argila (sem correção para carbono) > 17 cmol_c kg⁻¹ de argila, classe baixa para valores entre 10 e 17 cmol_c kg⁻¹ de argila, e classe muito baixa para valores < 10 cmol_c kg⁻¹ de argila, conforme ilustrado na Figura 18. A distribuição da CTC da argila permite sugerir a criação das classes de atividade da argila média (Tm), baixa (Tb) e muito baixa (Tmb) nos níveis hierárquicos de família e série nas ordens dos LATOSSOLOS AMARELOS e ARGISSOLOS AMARELOS.

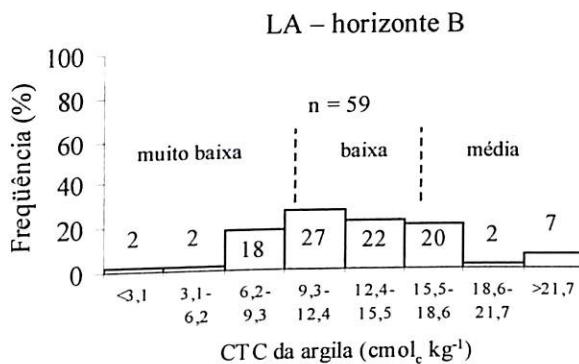


Figura 18 – Variação da CTC da argila (sem correção para carbono) do horizonte diagnóstico B em LA. As linhas tracejadas representam os limites de classe de CTC da argila (sem correção para carbono) sugeridos como critério de classificação destes solos nos níveis hierárquicos família e série.

Quanto à soma de bases (valor S), a grande maioria dos solos apresentou valores $< 2,5 \text{ cmolc kg}^{-1}$ de TFSA em ambos os horizontes diagnósticos (Figura 19). Tal resultado demonstra que, devido ao uso, e em especial ao tipo de manejo adotado para a cultura da cana-de-açúcar na maioria das áreas da região Norte Fluminense, com baixa aplicação de insumos e a colheita sendo feita com queima da palhada, não foram verificados aumentos nos níveis de soma de bases na camada superficial do solo. Isto explica, em parte, os baixos rendimentos da cultura, inferiores a 50 t por ha (média de cinco cortes). Nas áreas onde são feitas práticas de calagem, adubação mineral (N-P-K) e orgânica (esterco de curral), e irrigação, a produtividade pode alcançar valores de até 120 t por ha, embora na maioria das vezes os altos investimentos com insumos e irrigação não sejam compensatórios para os produtores.

Tanto a saturação por bases (valor V%) quanto à saturação por alumínio (Al %) apresentaram predomínio de valores inferiores a 50% em ambos os horizontes diagnósticos (Figuras 20 e 21, respectivamente). Com base nos critérios estabelecidos pela EMBRAPA (1999) sobre o caráter Eutrófico e Distrófico, relacionados aos horizontes ‘B’ diagnósticos, cerca de 46% dos solos avaliados foram classificados como Distróficos e 22% como Eutróficos, sendo que 32% destes apresentaram saturação por alumínio maior que 50%. A

saturação por bases no horizonte A indica que cerca de 30% dos LA têm caráter epieutrófico.

Estes resultados reforçam o argumento de que o Valor V% e a saturação por Al são atributos importantes que podem ser utilizados na diferenciação taxonômica dos LA e PA a nível de Grande grupo, o que já vem sendo feito pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Da mesma forma que os caracteres eutrófico e distrófico, a saturação por alumínio também poderia distinguir os indivíduos que apresentassem valores de saturação maiores que 50% (Figura 21) na maioria dos horizontes diagnósticos subsuperficiais, indicando caráter álico, no nível de Família.

As variações do grau de saturação por bases verificadas no horizonte A diagnóstico, ratificam a importância do uso desta propriedade como atributo diferencial entre as classes LA e PA no 5º nível categórico (Figura 20), conforme sugerido pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999).

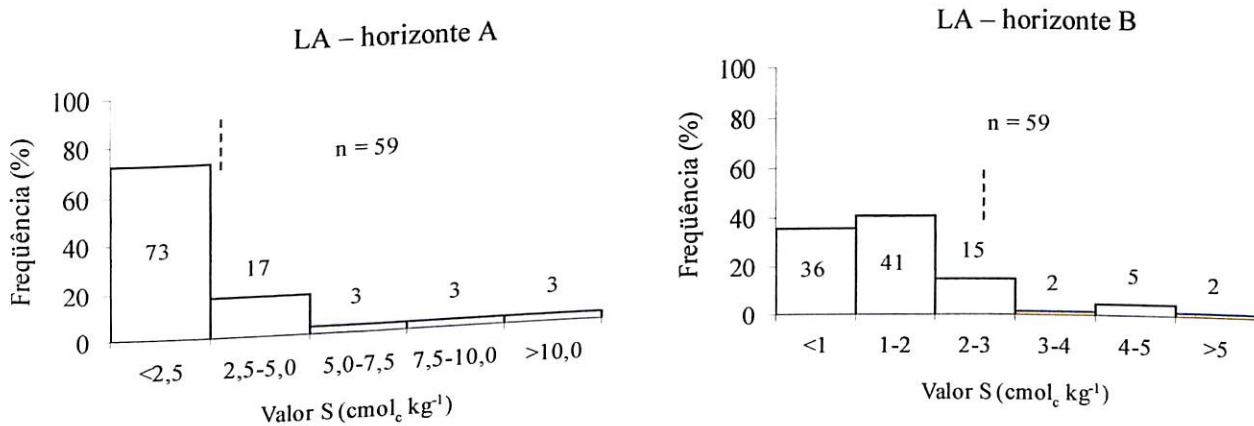


Figura 19 – Distribuição da soma de bases dos horizontes diagnósticos A e B em LA. A linha tracejada representa o limite de $2,5 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ de TFSA.

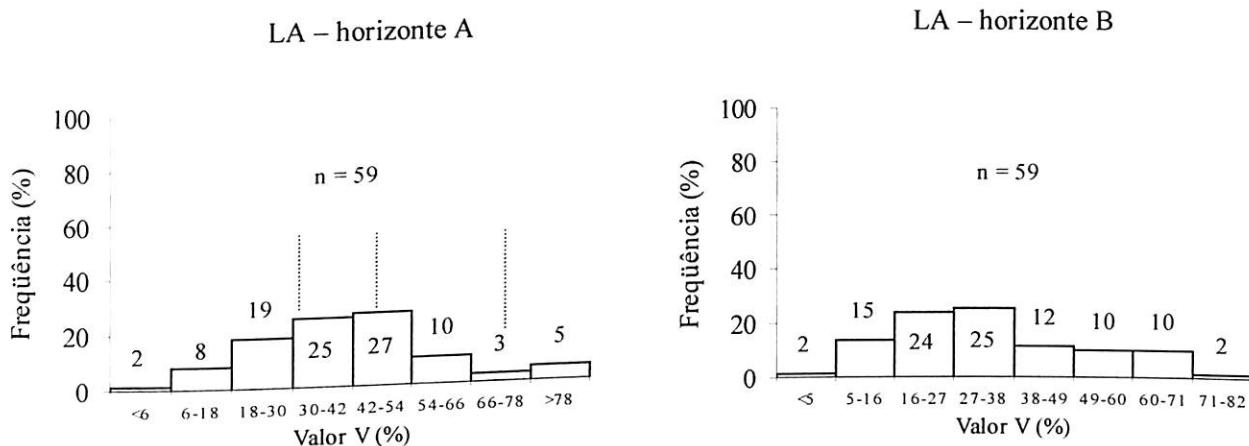


Figura 20 – Distribuição do Valor V% dos horizontes diagnósticos A e B em LA. As linhas tracejadas representam os limites de Valor V% estabelecidos pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999) como critérios de 5º nível categórico: hipodistrófico ($< 35\%$), mesodistrófico ($\geq 35\%$ e $< 50\%$), mesoeutrófico ($\geq 50\%$ e $< 70\%$) e hipereutrófico ($\geq 75\%$), para o horizonte A.

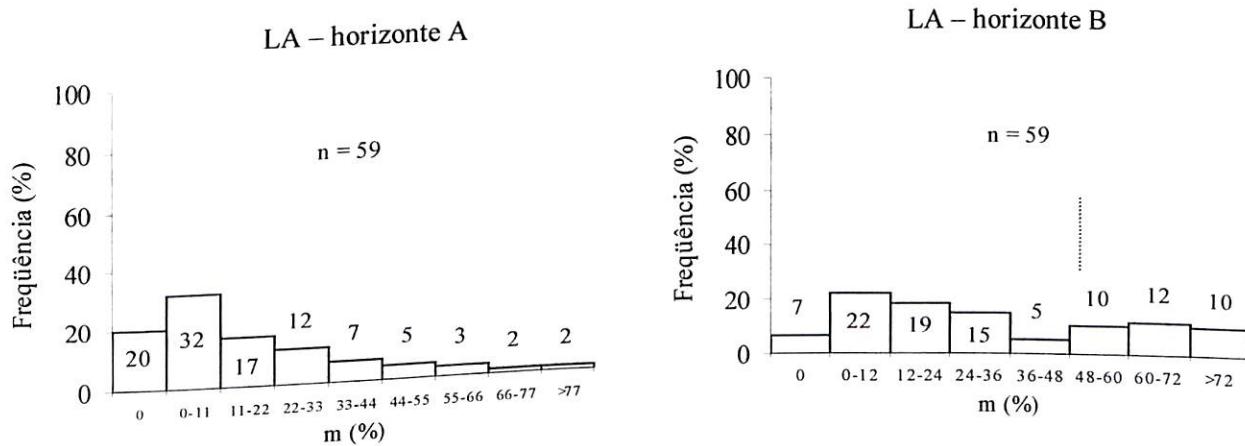


Figura 21 – Variação da saturação por alumínio dos horizontes diagnósticos A e B em LA. A linha tracejada representa o limite de saturação por alumínio de 50%.

Apesar do predomínio de valores de pH em água na classe ácida (pH de 4,3 a 5,3) a moderadamente ácida (pH de 5,4 a 6,5) (EMBRAPA, 1999) no horizonte diagnóstico A e ácida no horizonte diagnóstico B (Figura 22), os teores de alumínio trocável (Al^{+3})

encontraram-se na classe genérica baixa (Freire & Almeida, 1988 e Tomé, 1997), com teores de $\text{Al}^{+3} < 0,6 \text{ cmolc dm}^{-3}$ em ambos os horizontes diagnósticos (Figura 23). Através das Figuras 21 e 23 observa-se que grande parte dos solos não possui caráter epiálico, saturação por alumínio $\geq 50\%$, associada a um teor de alumínio extraível $> 0,5 \text{ cmolc/kg}$ de TFSA no horizonte diagnóstico superficial (EMBRAPA, 1999).

Este é um comportamento distinto do observado para a maioria dos LATOSOLOS AMARELOS brasileiros, no entanto, com base nos resultados obtidos para os perfis modais das classes LA e PA pode-se afirmar que se trata de uma característica comum para os solos de tabuleiro da região Norte Fluminense.

Ao avaliar os perfis descritos na IV Reunião de Correlação e Classificação (IV RCC) (EMBRAPA, 1995), cujo roteiro de estudos abrangeu áreas de tabuleiro dos estados do Rio de Janeiro, Espírito Santo e Bahia, foi observado que a grande maioria dos solos (LA e PA) apresentou o caráter álico no terceiro nível categórico. Tal observação, aliada a outros trabalhos tem levado à generalização de que a maioria dos solos de tabuleiro são álicos. Grande parte dos Latossolos Amarelos localizados no Pólo Altamira (EMBRAPA, 1981) e Pólo Tapajós (EMBRAPA, 1983), Estado do Pará, apresentam caráter álico, sendo que os valores de alumínio trocável e pH em água variam, para a maioria dos solos, entre 1 e 3 cmolc kg^{-1} e 4,0 e 5,0 unidades, respectivamente. Jacomine (1996) ao estudar as características químicas da classe dos Latossolos Amarelos descreve-os como solos ácidos a fortemente ácidos, com pH em água normalmente com valores compreendidos entre 4,0 e 5,0, e que em geral, contém alumínio trocável que muitas vezes aumenta do horizonte A para o Bw e apresentam caráter álico, ou seja, com saturação por alumínio igual ou maior que 50%.

Os perfis avaliados neste trabalho apresentaram valores de pH em água, teor de alumínio trocável e saturação por alumínio em níveis considerados baixos (Apêndice II), sendo que este mesmo comportamento também foi observado em alguns solos de tabuleiros costeiros localizados no litoral brasileiro, conforme trabalhos de Fonseca (1986), Souza (1996), Ribeiro (1998) e Rezende (2000). Uma possível explicação para estas diferenças ocorridas a nível regional se deve ao fator clima atuando sobre a mineralogia do solo. Nas áreas de maior precipitação pluviométrica a destruição da caulinita, pelo processo de

hidrólise, pode estar ocorrendo de maneira mais intensa, favorecendo a destruição desta com consequente liberação do alumínio. Nas áreas de menor precipitação pluviométrica a caulinita pode estar sendo preservada, diminuindo assim a acidez do sistema.

Os resultados obtidos através dos modais de LA e PA indicaram que o pH em água é uma propriedade do solo importante de ser utilizada como característica diferencial nos níveis hierárquicos inferiores, conforme ilustrado na Figura 22.

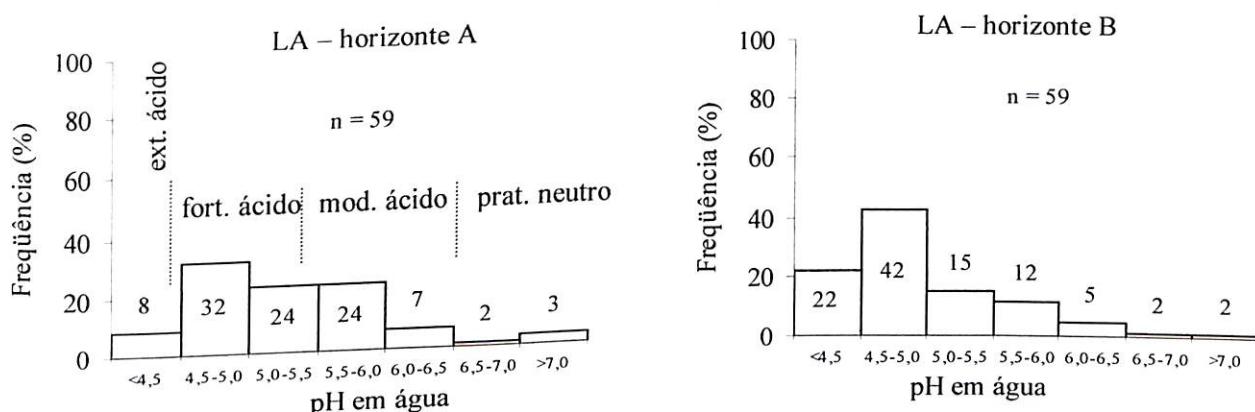


Figura 22 – Distribuição do valor de pH dos horizontes diagnósticos A e B em LA. As linhas tracejadas representam os limites entre classes de reação ou estado de acidez do material dos solos estabelecidos pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999).

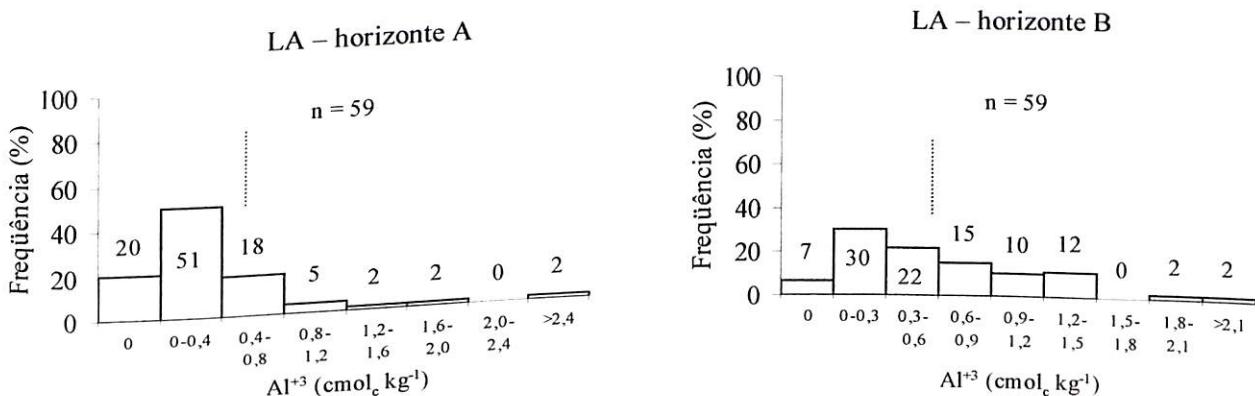


Figura 23 – Caracterização do teor de alumínio trocável (Al^{+3}) dos horizontes diagnósticos A e B em LA. As linhas tracejadas representam o limite de alumínio trocável de 0,5 $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$ de TFSA.

A grande maioria dos perfis avaliados apresentou teores de carbono orgânico inferiores a 14 g/kg TFSA no horizonte diagnóstico A, e inferiores a 6 g/kg TFSA no horizonte diagnóstico B (Figura 24). Com base nos critérios estabelecidos pela EMBRAPA (1999), cerca de 80% dos solos foram classificados como tendo horizonte A moderado, e os demais como A fraco.

É importante destacar que tanto para os modais LA quanto para os modais PA esta propriedade do solo apresentou comportamento semelhante, apesar da variação textural existente entre estas duas classes de solos. Esta constatação pode ser explicada pelo tipo de uso e manejo adotado nestas áreas. O uso intensivo do solo pela cultura da cana-de-açúcar e a prática da queima anual da palhada pode estar levando a homogeneização do teor de carbono para a maioria dos solos. Ao confrontar todas estas informações foi possível estabelecer classes de teor de carbono orgânico (equivalente à matéria orgânica) a serem utilizadas como característica diferencial nos níveis hierárquicos família e série das classes LA e PA, conforme indicado na Figura 24.

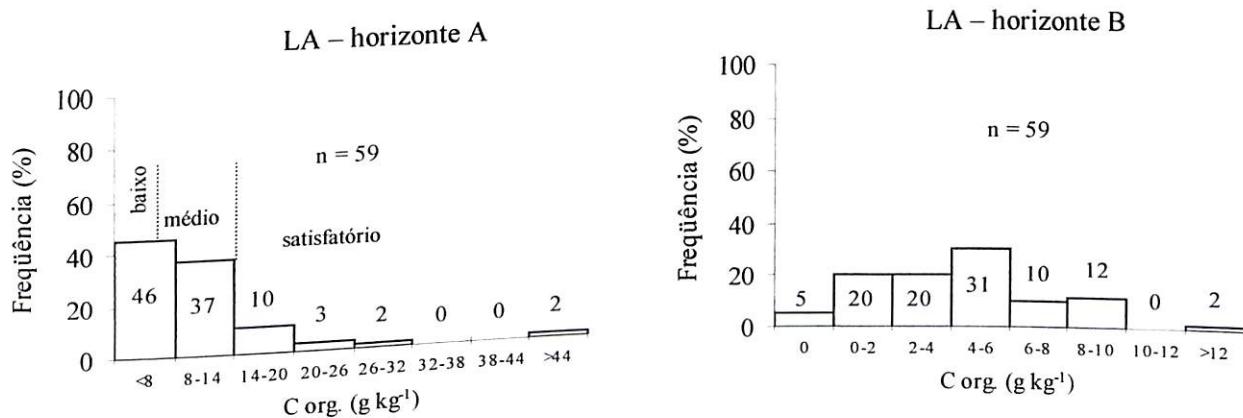


Figura 24 – Caracterização do teor de carbono orgânico dos horizontes diagnósticos A e B

em LA. As linhas tracejadas representam os limites de C org. a serem utilizados como característica diferencial no 6º nível categórico em LA e PA, sendo: baixo (teores de C org. < 6 g kg⁻¹ de TFSA), médio (de 6 a 12 g kg⁻¹) e satisfatório (> 12 g kg⁻¹).

Quanto aos teores de P disponível, foi constatado o predomínio de valores < 10 mg kg⁻¹ em ambos os horizontes diagnósticos (Figura 25), valores considerados baixos para a

maioria das culturas (Freire & Almeida, 1988). Uma pequena parcela dos perfis estudados apresentou teores de fósforo maiores que 37 mg kg^{-1} (6% dos perfis em ambos os horizontes), tal resultado é reflexo de adubações fosfatadas com incorporação em algumas áreas estudadas. Considerando-se a classe textural, principalmente nos horizontes superficiais onde a textura é média ou arenosa, bem como, os baixos teores de óxidos de ferro encontrados nestes solos, pode-se concluir que o teor de 10 mg/kg de fósforo apesar de ser um valor baixo deve estar prontamente disponível (Pereira, 1996) para a maioria das culturas.

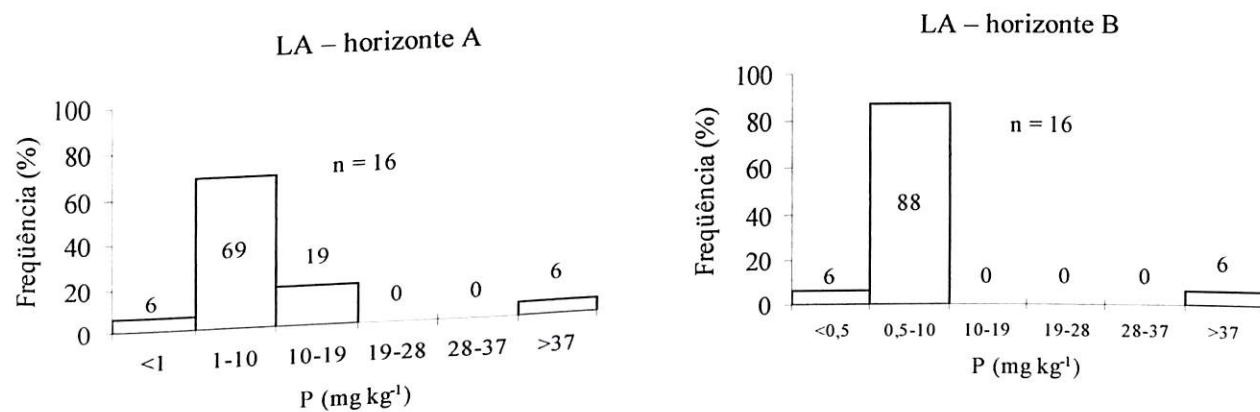


Figura 25 – Caracterização do teor de fósforo dos horizontes diagnósticos A e B em LA.

Quanto às propriedades físicas avaliadas neste trabalho destacam-se: argila natural, grau de floculação, densidade do solo e das partículas e consistência do solo seco. Para a argila natural foi constatado o predomínio de valores inferiores a 150 g/kg no horizonte diagnóstico A, enquanto que no horizonte diagnóstico B estes valores variaram de 0 a 320 g/kg , principalmente, (Figura 26).

Quanto ao grau de floculação, foi observado um ligeiro predomínio de valores variando entre 41 e 53%. Para o horizonte diagnóstico B essa propriedade apresentou-se com duas faixas de valores, sendo a de maior freqüência com valores $> 81\%$, seguida do intervalo de valores de 24 a 43% (Figura 27). É importante destacar que os horizontes diagnósticos avaliados referem-se ao primeiro horizonte A e primeiro horizonte B, sendo observado aumento do grau de floculação em profundidade, que geralmente chega a atingir valores de 100%. As variações verificadas para estas propriedades, no horizonte A, podem

ser consideradas pequenas e possivelmente estão relacionadas com o predomínio da textura média.

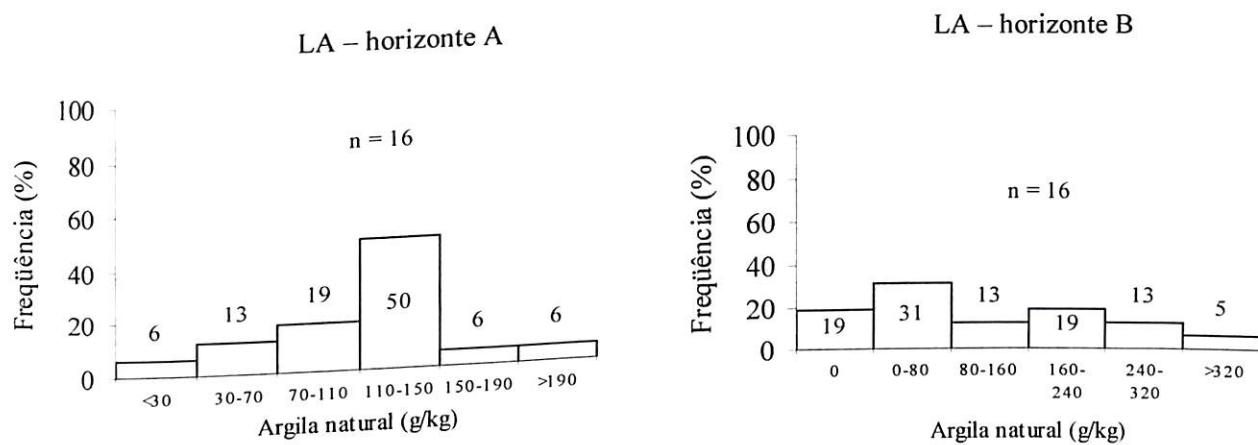


Figura 26 – Caracterização do teor de argila natural dos horizontes diagnósticos A e B em LA.

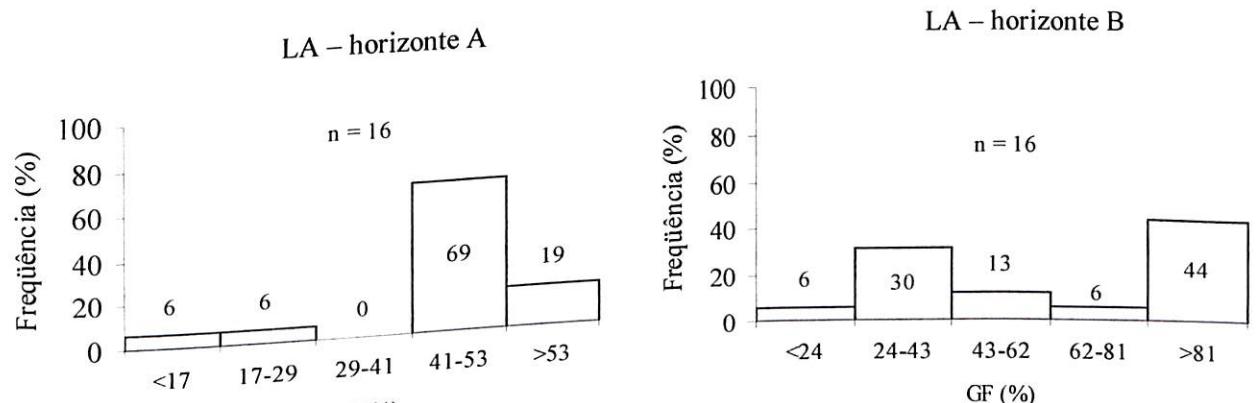


Figura 27 – Caracterização do grau de floculação dos horizontes diagnósticos A e B em LA.

Quanto à densidade do solo, avaliada nos horizontes A, BA e B de seis perfis LA, foi verificado que esta propriedade apresentou pequena variação de valores, entre 1,21 a 1,39 kg dm⁻³. Nestes perfis o horizonte superficial (A), apresentou uma pequena variação textural, valores entre 24 e 37% de argila, (Figura 28). Através dos resultados observa-se não existir uma associação direta entre a densidade do solo e o conteúdo de argila desses

horizontes. Esses valores são concordantes com os observados por Jacomine (1996) para a classe Latossolo Amarelo nos tabuleiros costeiros. No entanto, são valores considerados baixos quando comparados aos encontrados por Peixoto e Manhães (dados não publicados) quando analisaram a densidade do solo em camadas de 20 cm até a profundidade de 100 cm em trinta e duas áreas sob diferentes coberturas vegetais em tabuleiros costeiros da região Norte Fluminense, RJ.

Os valores de densidade do solo encontrados por Peixoto e Manhães variaram de 1,40 a 1,85 kg dm⁻³, sendo que a maior freqüência de valores foi de 1,6 a 1,7 kg dm⁻³, localizada entre a profundidade de 40 a 60 cm (Figura 29). Estes valores, além de serem em ordem de grandeza maiores que os encontrados durante a revisão do levantamento de solos do IAA/Sondotécnica (1983), também apresentaram ampla variação. Uma possível explicação para as diferenças observadas entre estes valores e os encontrados nos perfis LA (IAA/Sondotécnica, 1983) (Figura 28) pode estar relacionada ao conteúdo de umidade do solo no momento da coleta das amostras, que pode variar em função da textura do solo e teor de matéria orgânica.

Quanto à densidade das partículas ao longo do perfil, tanto os valores do levantamento de solos do IAA/Sondotécnica (1983) quanto os encontrados por Peixoto e Manhães (dados não publicados), situaram-se na faixa entre 2,57 a 2,66 kg dm⁻³.

Dentre as propriedades do solo a serem avaliadas, quanto ao seu uso na identificação de horizontes coesos, destaca-se a densidade do solo, que de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos é mais elevada nos horizontes transicionais AB e/ou BA. Os dados obtidos neste estudo demonstram que esta é uma propriedade muito variável, ou seja, apresenta limitações quanto ao seu emprego. Entretanto para comparações do grau de resistência do torrão entre diferentes perfis, sugere-se que durante a descrição da consistência no campo seja identificado o conteúdo de umidade da amostras no momento da avaliação. Além disto para futuras interpretações dos resultados deve-se relacionar essa propriedade com os valores de densidade e a textura do solo.

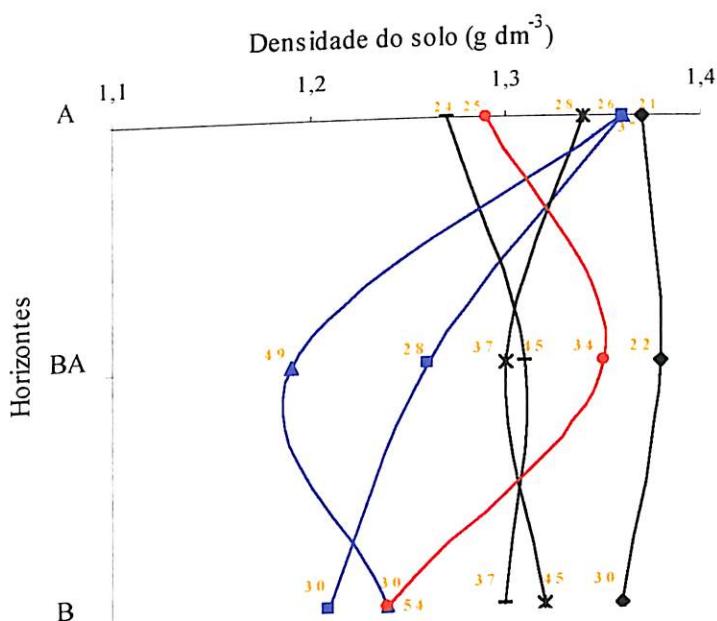


Figura 28 – Variação da densidade do solo de seis LA. A linha em vermelho é característica do horizonte coeso e as linhas em azul sugerem compactação no horizonte A. As linhas em preto indicam variação inexpressiva da densidade do solo entre horizontes. Números em laranja representam teores de argila (%).

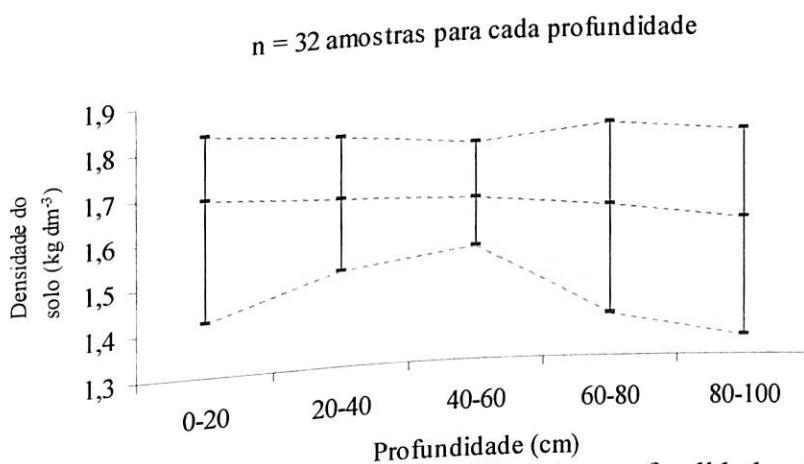


Figura 29 – Variação da densidade do solo em diferentes profundidades. Dados de Peixoto e Manhães (não publicados) em solos de tabuleiro sob diferentes coberturas vegetais na região Norte Fluminense. As linhas tracejadas externas indicam a variação entre valores encontrados, e a linha tracejada interna o valor médio da densidade do solo. Observa-se na linha tracejada em vermelho o comportamento típico dos solos coesos (adensamento natural).

A consistência do solo caracteriza-se como a principal propriedade do solo a ser utilizada quando da identificação de horizontes coesos. Segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999), dentre os critérios a serem atendidos quanto à classificação dos LATOSOLOS AMARELOS Coesos, a consistência a seco tem que ser, no mínimo dura, sendo normalmente muito dura, e às vezes extremamente dura. Embora seja uma característica comum (Fonseca, 1986) em solos de tabuleiro, este caráter não foi verificado nos levantamentos pedológicos do IAA/Sondotécnica (1983), o que também pode estar relacionado com o estado de umidade em que se encontravam os solos no momento de coleta das amostras, já que na maioria das descrições não foi descrita a consistência do solo seco.

A avaliação da consistência do solo seco foi feita nos horizontes A, BA e B de um universo de 15 perfis de LA. Os resultados obtidos (Figura 30) demonstram que praticamente a metade dos solos apresenta consistência do solo seco dura, e portanto, poderiam ser considerados como solos coesos.

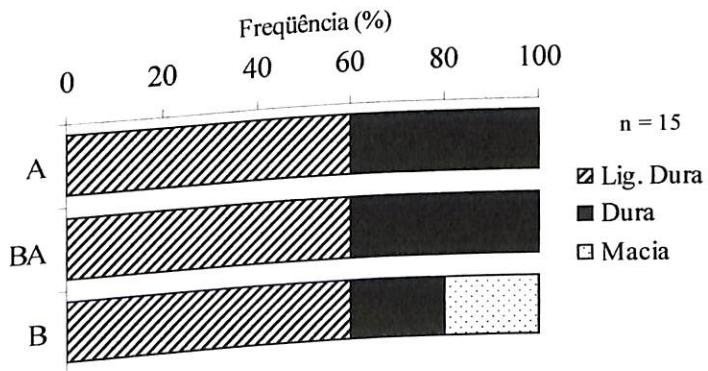


Figura 30 – Caracterização da consistência do solo seco nos horizontes A, BA e B em LA.

4.1.2 – Indivíduos modais na classe dos ARGISSOLOS AMARELOS

Para a classe dos ARGISSOLOS, o cultivo da cana-de-açúcar foi também a principal forma de uso do solo, seguida em uma menor proporção pela pastagem (Figura 31), no entanto, conforme já comentado no item anterior, foi observado que a área ocupada pelas pastagens em solos de tabuleiro da região Norte Fluminense, nos dias atuais, é maior que a área ocupada com cana-de-açúcar (IBGE, 1996 e CIDE 2000).

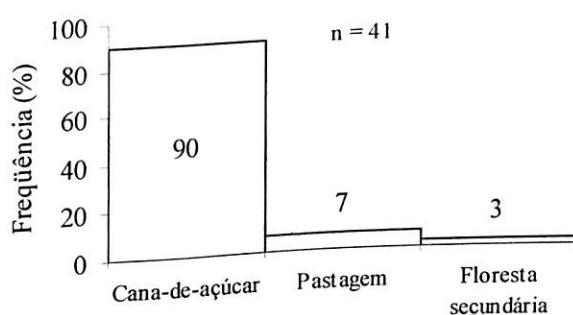


Figura 31 – Caracterização do tipo de uso (cobertura vegetal) em ARGISSOLOS.

Em relação aos aspectos da paisagem, foi constatado que os perfis classificados como ARGISSOLOS situam-se entre o terço superior, com ligeiro predomínio, seguido do terço médio de encosta (Figura 32). A classe de relevo local de maior ocorrência foi a suave ondulada (Figura 33), e a classe de drenagem predominante bem drenada (Figura 34). A seqüência de horizonte Ap-BA-Bt foi a mais usual (Figura 35) e a maioria dos perfis apresentou horizontes de transição (AB e/ou BA).

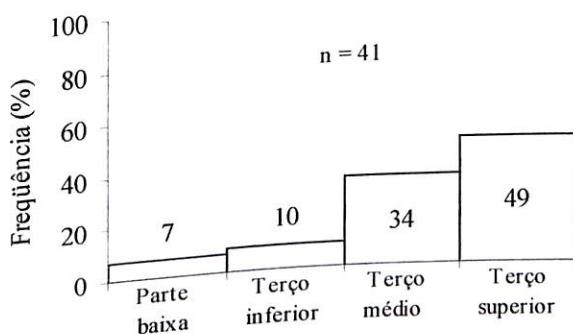


Figura 32 – Caracterização da situação do perfil em PA.

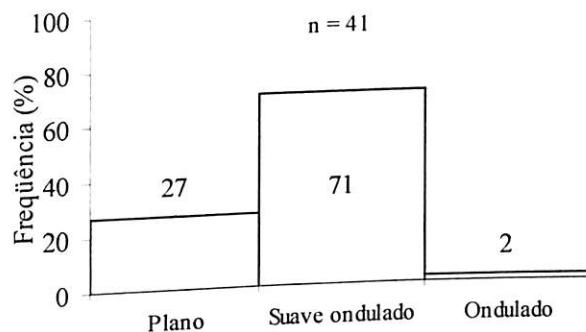


Figura 33 – Caracterização da classe de relevo local em PA.

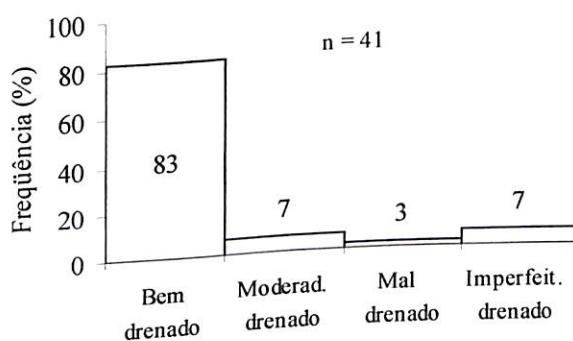


Figura 34 – Caracterização da classe de drenagem em PA.

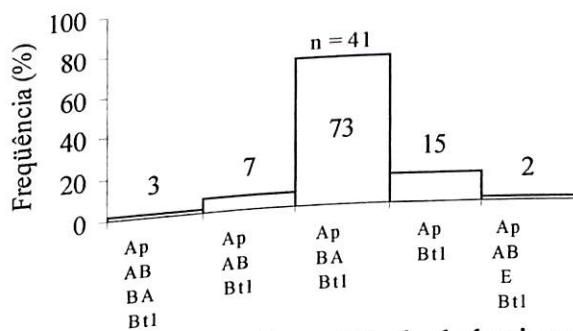


Figura 35 – Caracterização da seqüência de horizontes em PA.

Quanto às propriedades morfológicas, a grande maioria dos horizontes superficiais (horizontes A e AB) apresenta espessura maior que 20 cm (Figura 36), embora o percentual de espessura menor que 20 cm seja maior em PA (32%) que em LA (21%). A maior

frequência de horizontes superficiais de menor espessura em PA pode estar relacionada aos processos erosivos. O acúmulo relativo de argila em subsuperfície, levando a formação do gradiente textural provoca a diminuição da taxa de infiltração de água no solo, que pode ser facilmente perdido por escoamento em superfície. Dependendo da intensidade e duração da precipitação e do tipo de cobertura vegetal, pode ser desencadeado um intenso processo erosivo, mesmo em áreas de relevo plano, contribuindo desta forma para a redução da espessura do horizonte superficial.

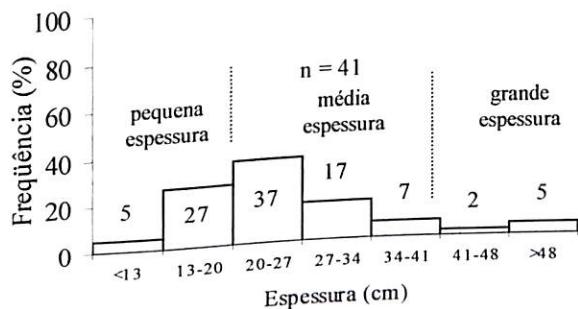


Figura 36 – Caracterização da espessura dos horizontes superficiais (A e AB) em PA. As linhas tracejadas representam os limites de espessura sugeridos como critério de classificação em LA no 6º nível categórico.

No que diz respeito à textura do solo, foi verificado que no horizonte diagnóstico A há o predomínio da classe textural média, variando entre franco-argiloarenosa e franco-arenosa (textura média), e menor freqüência de areia franca (arenosa). Já para o horizonte diagnóstico B foi verificado que a classe textural argiloarenosa (textura argilosa) foi a de maior ocorrência, Figura 37.

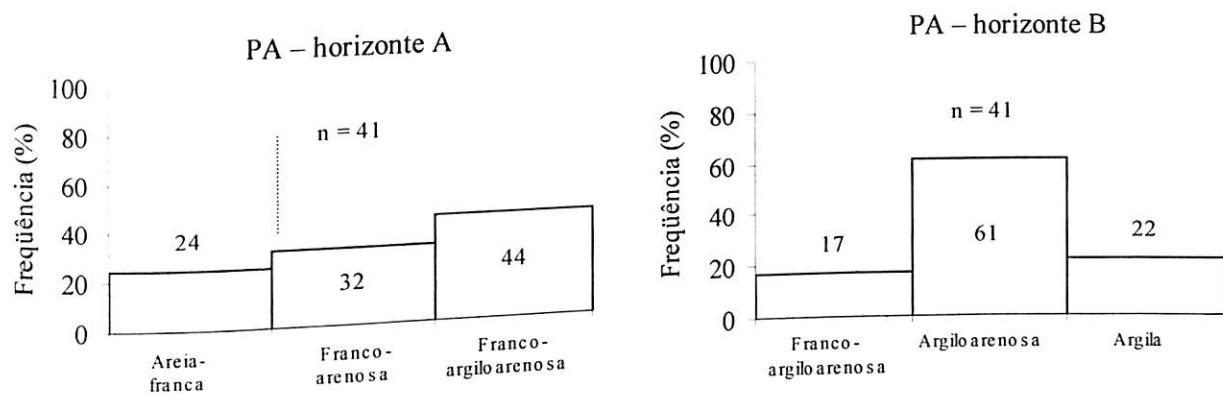


Figura 37 – Caracterização da classe textural dos horizontes diagnósticos A e B em PA. A linha tracejada representa o limite de classe textural arenosa e média sugerido como critério de classificação em LA no 6º nível categórico.

Quanto à cor do horizonte diagnóstico A, o matiz 10YR foi o de maior ocorrência, com valor variando entre 3 e 4 (Figura 38), principalmente, e predomínio do croma 2 (Figura 39). Para o horizonte diagnóstico B também foi verificada maior expressão do matiz 10YR e do valor 5 (Figura 40), sendo que o croma variou entre 6 e 4 (Figura 41), principalmente.

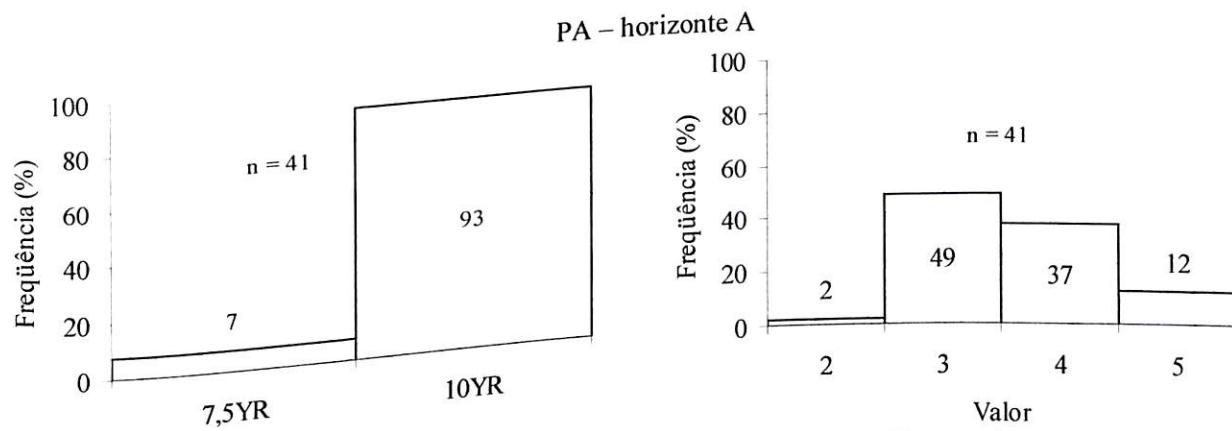


Figura 38 – Caracterização do matiz e do valor do horizonte diagnóstico A em PA.

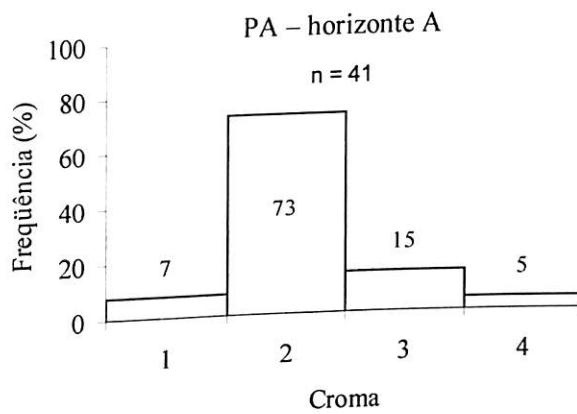


Figura 39 – Caracterização do croma do horizonte diagnóstico A em PA.

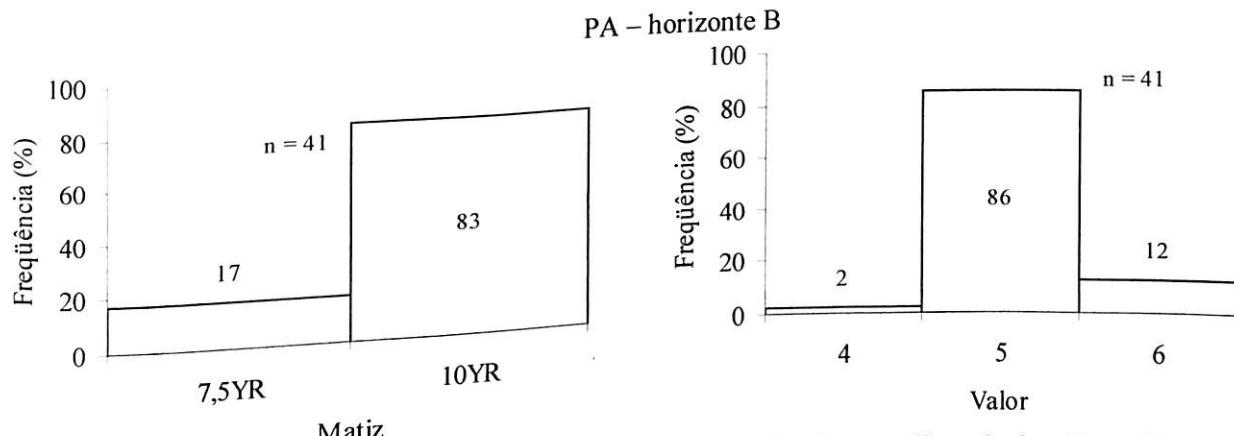


Figura 40 – Caracterização do matiz e do valor do horizonte diagnóstico B em PA.

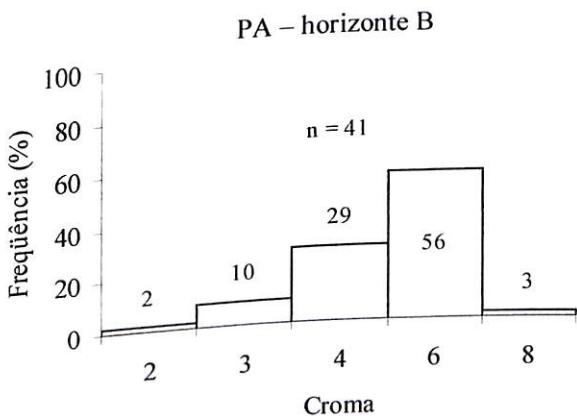


Figura 41 – Caracterização do croma do horizonte diagnóstico B em PA.

Em relação às propriedades químicas (Apêndice II), foi verificado que ambos os horizontes apresentaram Valor T baixo ($< 6 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ de TFSA), com ligeiro predomínio de valores entre 4 a 6 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ de TFSA (Figuras 42).

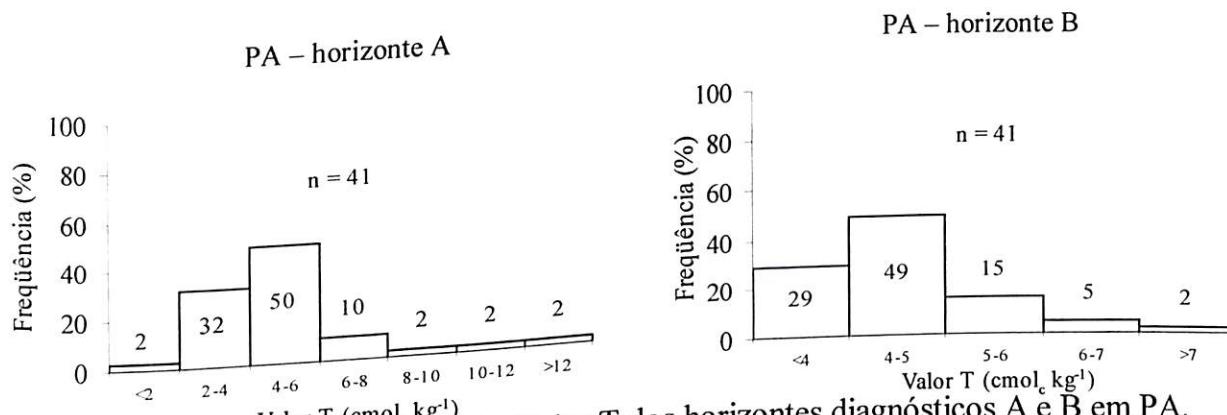


Figura 42 – Caracterização do Valor T dos horizontes diagnósticos A e B em PA.

Quanto a CTC da argila (sem correção para carbono) do horizonte diagnóstico B, foi observada uma maior freqüência de valores variando entre 8,3 e 12,1 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ de argila (Figura 43). Comparando-se estes resultados com os obtidos para os modais LA argila (Figura 18) é possível perceber que a CTC da argila em PA apresenta valores ligeiramente menores, com a maior freqüência de valores de CTC da argila na faixa baixa e muito baixa.

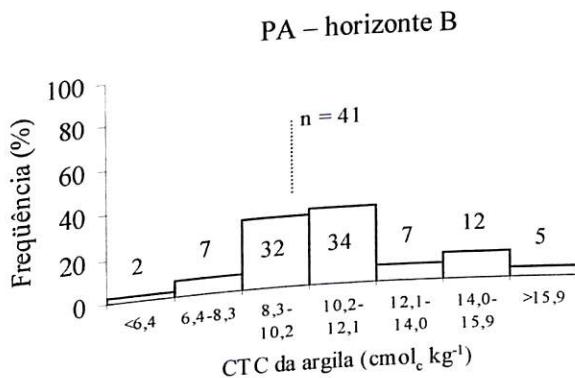


Figura 43 – Caracterização da CTC da argila (sem correção para carbono) do horizonte diagnóstico B em LA. A linha tracejada representa o limite entre as classes de CTC muito baixa e baixa, sugerido como critério de classificação em LA no 5º nível categórico.

Quanto à soma de bases (valor S), a grande maioria dos solos apresentou valores $< 2,2 \text{ cmolc kg}^{-1}$ de TFSA no horizonte diagnóstico A, e valores $< 2,4 \text{ cmolc kg}^{-1}$ de TFSA no horizonte diagnóstico B (Figura 44). Tanto a saturação por bases (Valor V%) quanto à saturação por alumínio (Al %) apresentaram predomínio de valores inferiores a 50% em saturação por alumínio (Al %) apresentaram predomínio de valores inferiores a 50% em ambos os horizontes diagnósticos (Figuras 45 e 46, respectivamente). Com base nos critérios estabelecidos pela EMBRAPA (1999) sobre o caráter Eutrófico e Distrófico, relacionados aos horizontes 'B' diagnósticos, cerca de 46% dos solos avaliados foram classificados como Distróficos e 24% como Eutróficos, sendo que 30% destes apresentaram saturação por alumínio maior que 50%. A saturação por bases no horizonte A indica que cerca de 17% dos PA têm caráter epieutrófico.

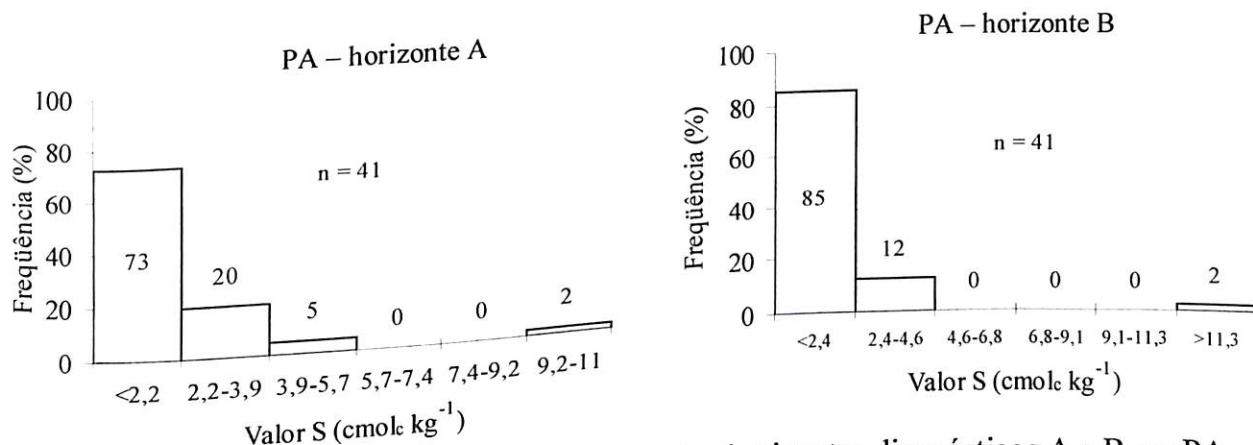


Figura 44 – Caracterização da soma de bases dos horizontes diagnósticos A e B em PA.

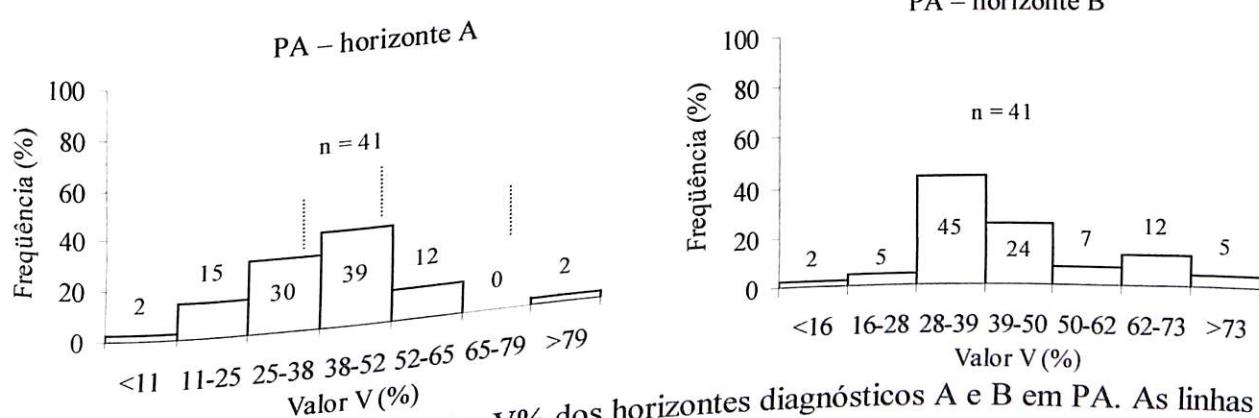


Figura 45 – Distribuição do Valor V% dos horizontes diagnósticos A e B em PA. As linhas tracejadas representam os limites de Valor V% estabelecidos pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos como critérios de 5º nível categórico.

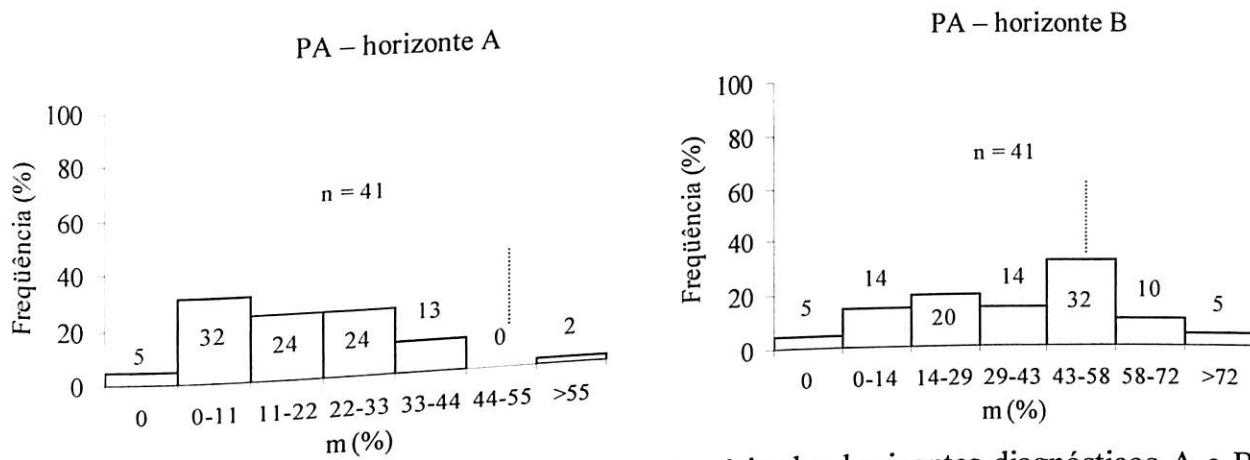


Figura 46 – Caracterização da saturação por alumínio dos horizontes diagnósticos A e B em PA. A linha tracejada representa o limite de saturação por alumínio de 50%.

Quanto aos valores de pH, foi constatado que ambos os horizontes diagnósticos (A e B) apresentavam-se com valores na classe ácida (pH de 4,3 a 5,3, segundo critérios da EMBRAPA, 1999) (Figura 47). Os teores de alumínio trocável (Al^{+3}) encontraram-se na classe genérica baixa, com teores de $\text{Al}^{+3} < 0,6 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ de TFSA no horizonte diagnóstico A, e na classe genérica média no horizonte diagnóstico B, com valores entre 0,6 a 1,2 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ de TFSA (Figura 48).

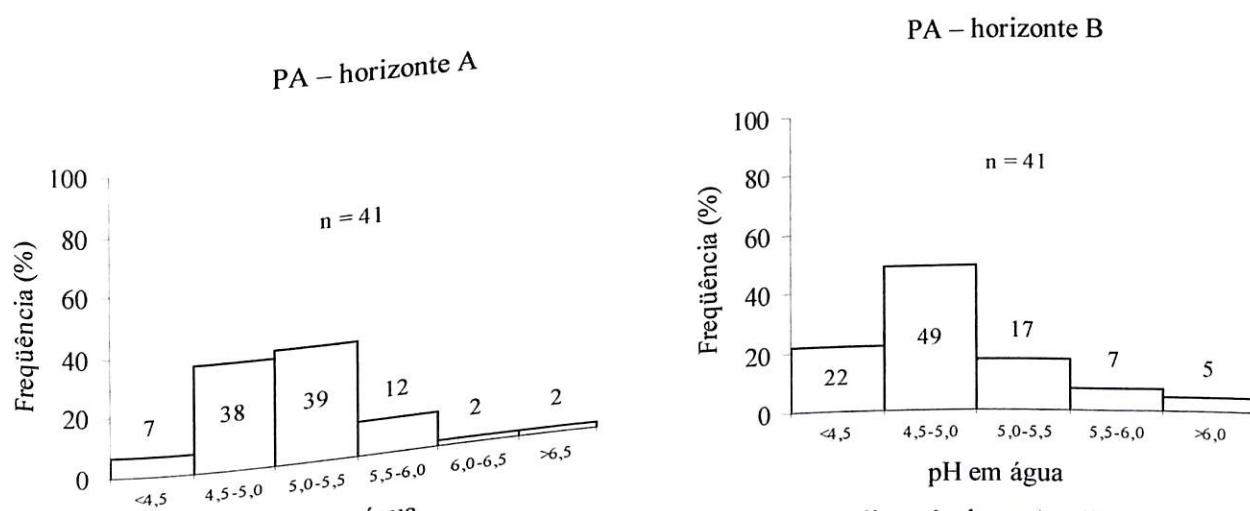


Figura 47 - Caracterização do valor de pH dos horizontes diagnósticos A e B em PA.

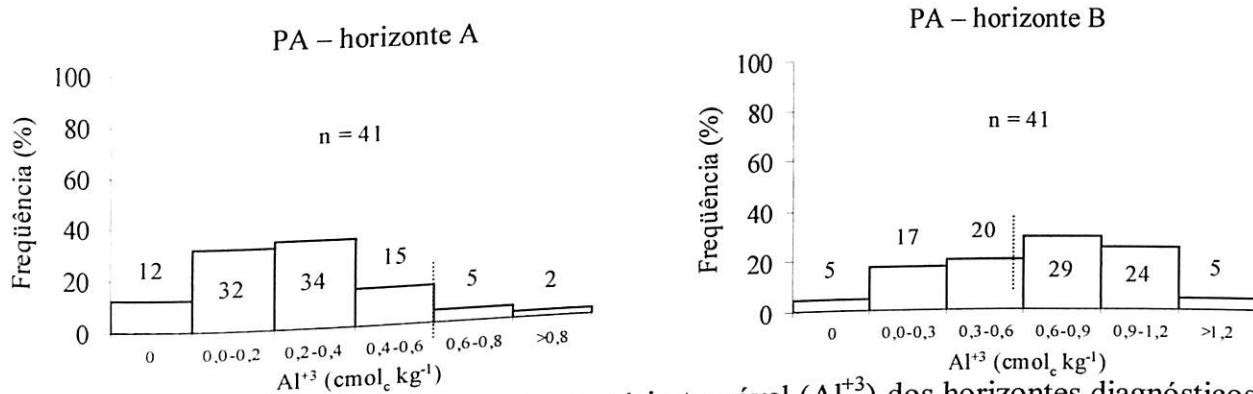


Figura 48 – Caracterização do teor de alumínio trocável (Al^{3+}) dos horizontes diagnósticos A e B em PA. As linhas tracejadas representam o limite de alumínio trocável de 0,6 $\text{cmol}_{\text{c}} \text{kg}^{-1}$ de TFSA.

A grande maioria dos perfis apresentou teor de carbono orgânico inferior a 13 g/kg TFSA, no horizonte diagnóstico A, enquanto no horizonte diagnóstico B foi constatado o predomínio de valores entre 2,5 a 4,0 e entre 4,0 a 5,5 g/kg TFSA (Figura 49). Com base nos critérios estabelecidos pela EMBRAPA (1999), cerca de 75% os horizontes diagnósticos superficiais foram classificados como A moderado, e o restante como A fraco.

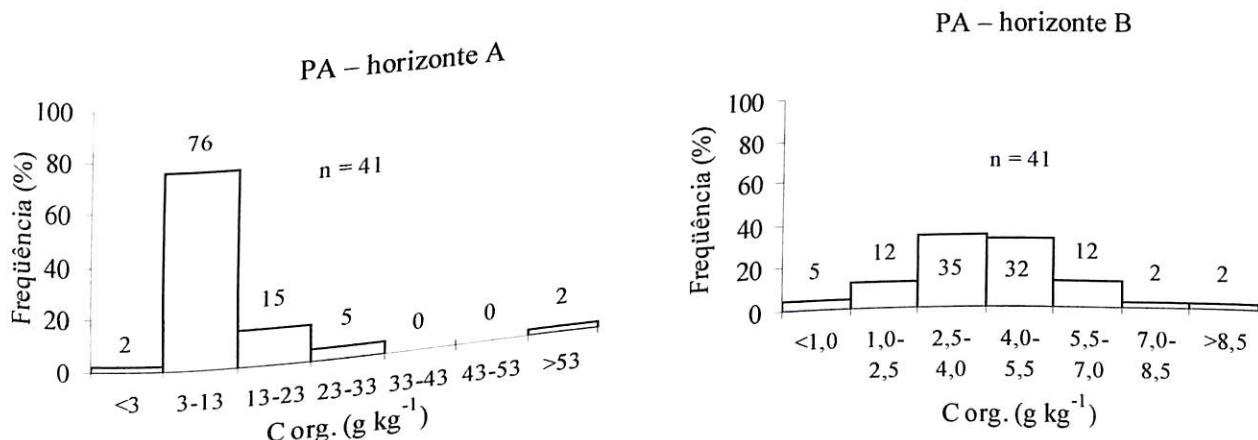


Figura 49 – Caracterização do teor de carbono orgânico dos horizontes diagnósticos A e B em PA.

Quanto aos teores de P disponível foi constatado o predomínio de valores $< 8 \text{ mg kg}^{-1}$ de TFSA no horizonte diagnóstico A, e valores extremamente baixos ($< 1 \text{ mg kg}^{-1}$ de TFSA) no horizonte diagnóstico B (Figura 50). Estes valores são considerados baixos (e extremamente baixos) para a exigência da maioria das culturas (Freire & Almeida, 1988).

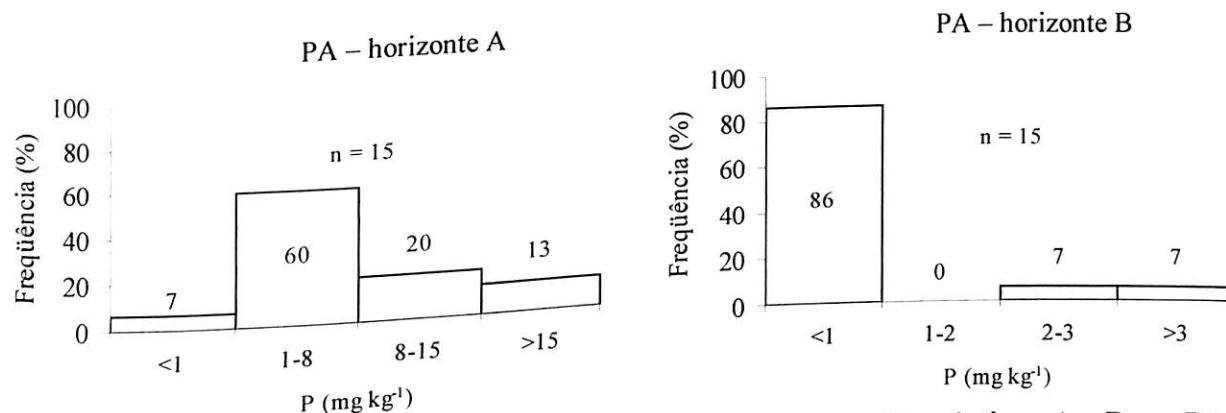


Figura 50 – Caracterização do teor de fósforo dos horizontes diagnósticos A e B em PA.

Quanto às características físicas, foi verificado para a propriedade argila natural grande variação de valores, compreendidos principalmente entre as classes de freqüência 50 a 80, 20 a 50 e $> 110 \text{ g/kg}$ no horizonte diagnóstico A (Figura 51); enquanto que para o horizonte diagnóstico B foi verificado que 33% dos perfis avaliados apresentaram valor zero de argila natural, 33% com valores variando entre 0 a 110 g/kg de argila natural, e 27% com valores $> 220 \text{ g/kg}$ de argila natural (Figura 51).

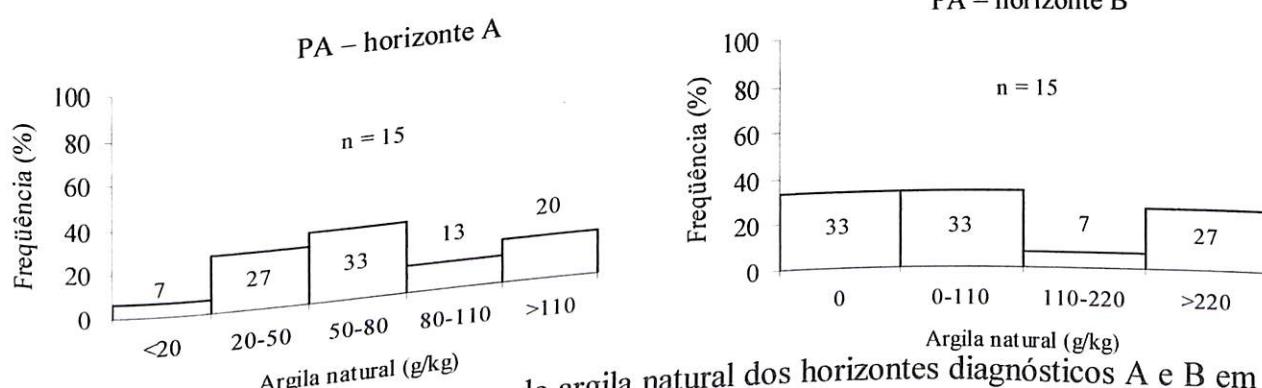


Figura 51 – Caracterização do teor de argila natural dos horizontes diagnósticos A e B em PA.

O grau de floculação do horizonte diagnóstico A apresentou intervalos de valores variando entre as classes de freqüência 42 a 55%, 29 a 42% e > 45%, já para o horizonte diagnóstico (B) foi constatada maior expressão de valores > 73% e no intervalo de 21 a 47% (Figura 52), principalmente.

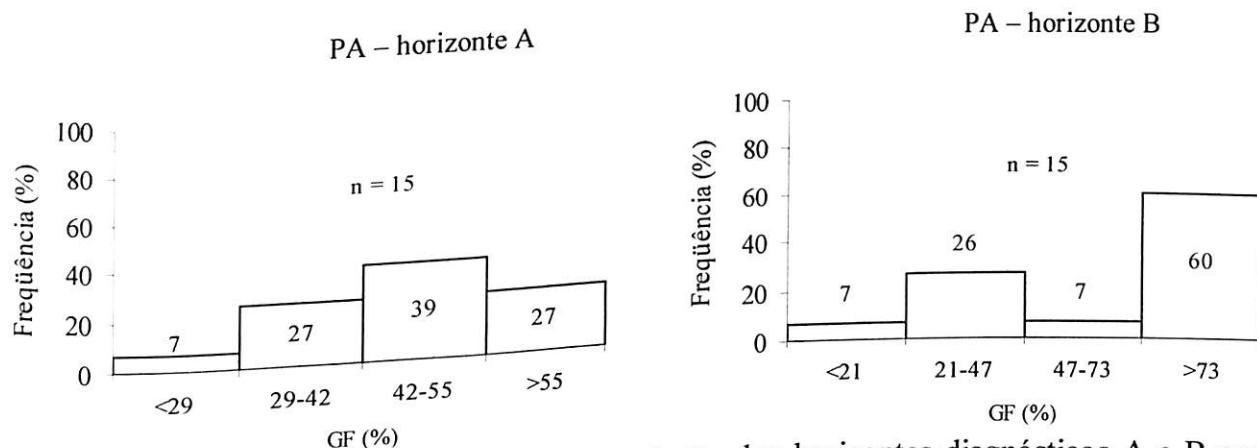


Figura 52 – Caracterização do grau de floculação dos horizontes diagnósticos A e B em PA.

Quanto à densidade do solo, avaliada nos horizontes A, BA e B de doze perfis PA, foi constatado comportamento semelhante aos observados nos seis perfis LA, maior ocorrência de valores entre 1,21 a 1,31 kg dm⁻³ (Figura 53). Esses valores são concordantes com os observados por Jacomine (1996) para a classe Podzólico Amarelo localizado nos tabuleiros costeiros, no entanto, são considerados baixos quando comparados aos encontrados por Peixoto e Manhães em 1986, 1,4 a 1,85 kg dm⁻³ (dados não publicados). Para essa classe de solo foi verificado o mesmo comportamento observado para PA, onde a textura parece não estar influenciando diretamente na densidade do solo.

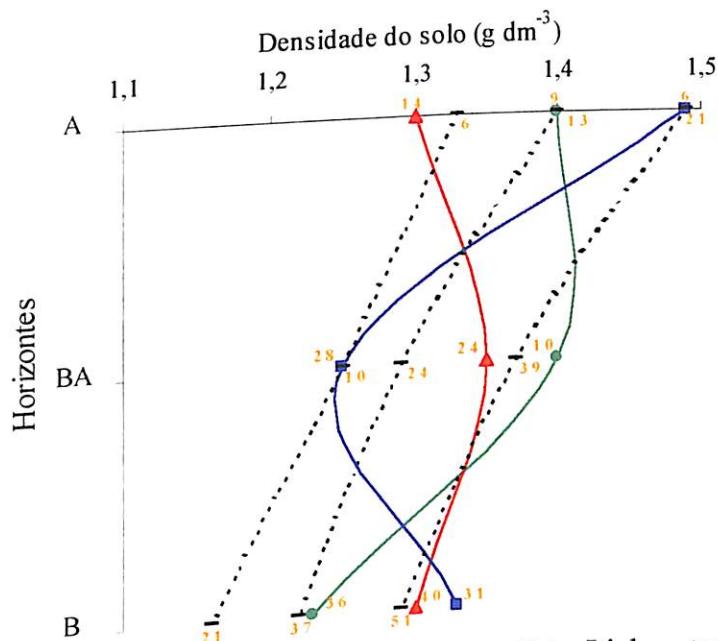


Figura 53 – Caracterização da densidade do solo em PA. Linhas tracejadas em preto representam valores máximo, médio e mínimo da densidade do solo por horizontes ($n = 12$ amostras por horizonte). Linhas coloridas representam perfis (3) com comportamento de D_s distinto entre si. Os números em laranja representam os teores de argila (%).

A consistência do solo seco foi avaliada através dos horizontes A, BA e B de 9 perfis modais PA. Os resultados obtidos (Figura 54) demonstram que a maioria dos horizontes avaliados apresentou consistência do solo, quando seco, ligeiramente duro, e neste caso, de acordo com os critérios estabelecidos pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999), apenas cerca de 20 a 30% dos perfis PA poderiam ser considerados como solos coesos, para os perfis LA este percentual foi de cerca de 50%. Estes resultados demonstram que o caráter coeso também pode vir a ser utilizado como característica diferencial para a classe dos ARGISSOLOS AMARELOS, da mesma forma que é empregado para a classe dos LATOSOLOS AMARELOS.

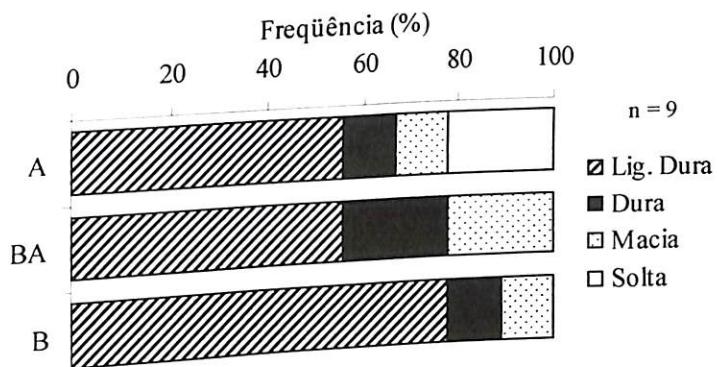


Figura 54 – Caracterização da consistência do solo seco nos horizontes A, BA e B em PA.

4.1.3 – Comparação entre os indivíduos modais dos LATOSOLOS e ARGISOLOS AMARELOS

Após a caracterização dos modais de LATOSOLOS AMARELOS e ARGISOLOS AMARELOS de tabuleiro da região Norte Fluminense, foi verificado que estas classes possuem algumas similaridades de características. Ambas as classes de solos podem ser encontradas, principalmente, no terço superior e/ou no terço médio da paisagem de tabuleiro, cuja principal forma de relevo é o suave ondulado. A grande maioria dos solos são bem drenados.

Quanto as propriedades morfológicas, eles possuem uma seqüência de horizonte Ap-BA-B, sendo a espessura do horizonte A variável, mas com maiores freqüências de matiz 10YR, valor 3 ou 4 e croma 2. No horizonte diagnóstico B a maior freqüência é de matiz 10 YR, valor 5 e croma 6 ou 4.

Em relação as propriedades químicas, o valor T destes solos é em sua grande maioria inferior a $6 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ de TFSA. A CTC da argila (sem correção para carbono) variou de 6 a $18 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ de argila em LA, e de 8 a $12 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ de argila em PA. A soma de bases apresenta valores baixos, inferiores a $2,5 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ de TFSA para a maioria dos solos. O pH varia de 4,5 a 6,0 unidades nos horizontes superficiais e de 4,5 a 5,5 nos horizontes subsuperficiais. Para o teor de alumínio trocável, a variação esteve na faixa de

0 a 0,6 cmol_c kg⁻¹ de TFSA no horizonte diagnóstico A e de 0 a 1,5 cmol_c kg⁻¹ de TFSA no horizonte diagnóstico B. O teor de carbono orgânico é baixo, apresentando valores < 14 g/kg de TFSA no horizonte diagnóstico A e < 6 g/kg de TFSA no horizonte diagnóstico B. O teor de fósforo para a maioria dos perfis avaliados é inferior a 10 mg/kg.

Para as propriedades físicas, o teor de argila natural apresentou grande variação, sendo encontrado valores de argila natural entre 20 a 150 g/kg nos horizontes superficiais e de 0 a 320 g/kg nos horizontes subsuperficiais, para maioria dos solos avaliados. O grau de floculação variou entre 40 a 60% nos horizontes diagnósticos A e de 20 a 50 e de 70 a 100% nos horizontes diagnósticos B.

A densidade do solo, avaliada nos horizontes A, BA e B, apresenta-se com pequena variação, de 1,21 a 1,39 kg dm⁻³. No entanto, valores de densidade do solo entre 1,40 a 1,85 kg dm⁻³, para estes mesmos tipos de solos, foram encontrados por Peixoto e Manhães (dados não publicados). A consistência do solo seco, avaliada nos horizontes A, BA e B, varia entre ligeiramente dura e dura.

Os dados apresentados relativos aos 100 (cem) perfis em estudo confirmaram a baixa fertilidade natural e a semelhança existente entre os LATOSOLOS e ARGISOLOS relacionados aos sedimentos do Grupo Barreiras (e congêneres), sendo que a principal característica diferencial entre estas duas classes de solos está relacionada a existência ou não do gradiente textural (relação B/A), conforme ilustrado na Figura 55. Estes gráficos mostram grandes variações nos teores de argila e areia, e pouca variação nos teores de silte, que para a maioria dos solos apresenta valores menores que 15 %.

Apesar da grande similaridade existente nas propriedades edáficas destas duas classes de solos, foram constatadas algumas variações, em especial sob o aspecto agronômico. Desta forma, as informações obtidas a partir dos modais de LATOSOLOS AMARELOS e ARGISOLOS AMARELOS podem servir como sugestões para aperfeiçoamento dos níveis hierárquicos Subordem, Grande grupo e Subgrupo, bem como para a estruturação dos níveis hierárquicos família e série, dessas classes no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999).

As principais sugestões para o Sistema Brasileiro de Classificação serão apresentadas a seguir, de acordo com os níveis hierárquicos. No 2º nível hierárquico

(Subordem), onde a propriedade cor do solo é empregada como característica diferencial, sugere-se uma mudança no critério estabelecido para a definição das classes dos LATOSSOLOS e ARGISSOLOS AMARELOS. No Sistema Brasileiro de Classificação de Solos essas ordens são identificadas pelo matiz mais amarelo que 5YR na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA). Pelas observações dos perfis modais LA e PA, predomínio dos matizes 7,5 YR e 10YR nos horizontes subsuperficiais, sugere-se que ao invés do matiz 5YR seja considerado o matiz 7,5YR para o estabelecimento dessas classes. Dessa forma só pertenceriam as classes dos LATOSSOLOS e/ou ARGISSOLOS AMARELOS perfis que apresentassem matiz 7,5 YR ou 10YR na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA).

Quanto ao caráter coeso, sugere-se que esse seja incluído no 3º nível hierárquico (grande grupo) da classe dos ARGISSOLOS AMARELOS. Para a classe dos ARGISSOLOS AMARELOS o caráter coeso não foi incluído pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999) como característica diferencial de classificação, possivelmente por entenderem que este caráter se manifesta em todos as classes de ARGISSOLOS AMARELOS relacionados aos solos de tabuleiro, e sendo assim, não caberia seu enquadramento como característica diferencial. Todavia, levando-se em consideração que, mesmo para as classes de solos com horizontes B texturais (PA) donde o caráter coeso é mais facilmente detectado, a coesão (camada adensada) pode se expressar com diferentes graus de intensidade, e neste caso, há necessidade de se avaliar até que ponto (grau), e quais propriedades do solo deverão ser consideradas para a identificação do(s) horizonte(s) coeso(s). Sendo assim, entende-se que o caráter coeso também deveria ser considerado como característica diferencial para a classe dos ARGISSOLOS AMARELOS tal como foi feito para a classe dos LATOSSOLOS AMARELOS.

Para os níveis hierárquicos de família e série, as principais propriedades do solo avaliadas neste estudo e que podem ser utilizadas como critérios diferenciais são: caráter coeso (ARGISSOLOS AMARELOS), espessura do horizonte A, textura, sub-divisão da CTC da argila em média e baixa, Valor V%, saturação por alumínio, pH em água, teor de carbono orgânico e densidade do solo.

- Horizonte A

- Horizonte B

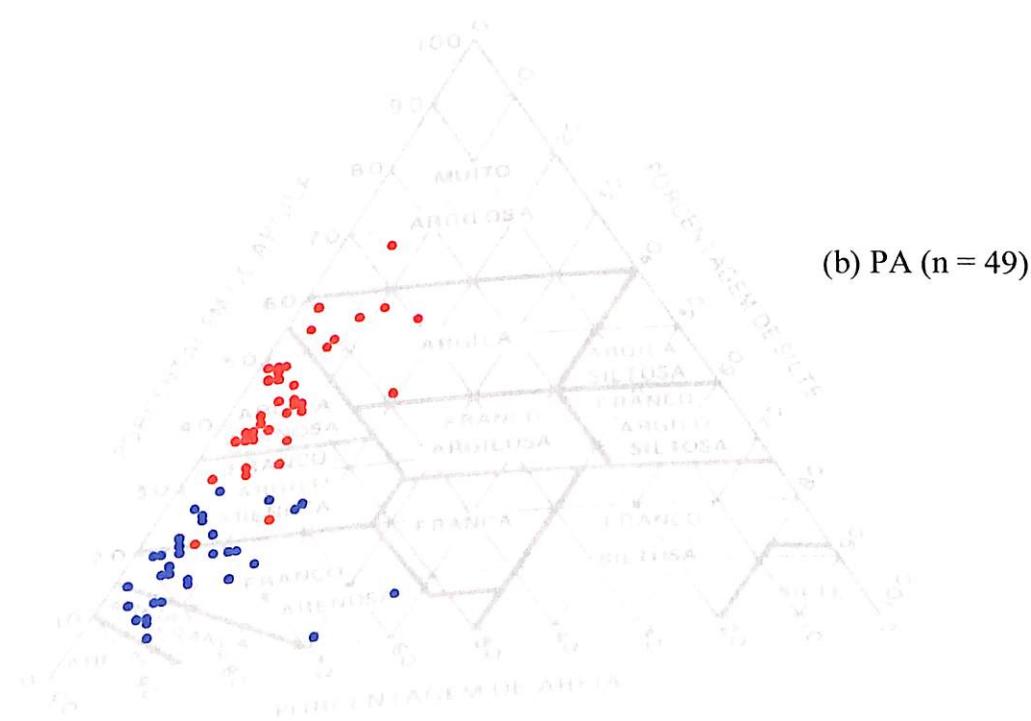
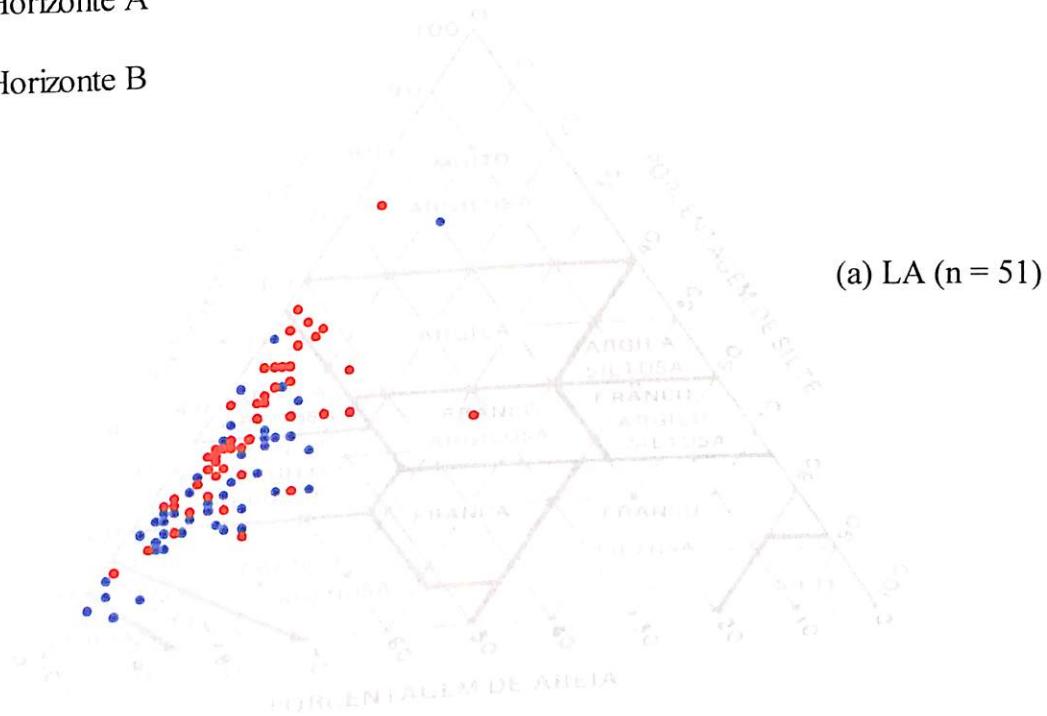


Figura 55 – Distribuição das frações granulométricas em LATOSOLOS AMARELOS (a) e ARGISSOLOS AMARELOS (b).

4.2 – Avaliação de propriedades edáficas em solos de tabuleiro da região Norte Fluminense

4.2.1 – Propriedades edáficas em função da cobertura vegetal e tempo de cultivo

Considerando que o teor de carbono orgânico é um dos principais indicadores de qualidade/degradação do solo, observou-se para as áreas de mata, pastagem e cana-de-açúcar sob cultivo de até 5 anos um maior teor de carbono orgânico no solo (Figura 56), quando comparadas às demais, principalmente na profundidade de 0-20 cm. Tal fato pode ser explicado pelo menor grau de antropização e maior aporte de matéria orgânica bruta nas áreas de mata e pastagem, e pelo menor tempo de cultivo no caso das áreas de cana de até 5 anos.

No caso da cultura de cana-de-açúcar, à medida que o tempo de cultivo das áreas aumenta de 5 anos para mais que 30 anos, há uma tendência de redução dos teores de carbono orgânico no solo. O que certamente está associado às práticas de cultivo com intensa mecanização e à queima da palhada previamente a colheita da cultura, nos sucessivos anos. Este efeito conduz ao progressivo empobrecimento dos solos de tabuleiro influenciando nos processos de disponibilização de nutrientes do solo para a cultura.

Cerri & Moraes (1992) estudando a dinâmica do carbono em solos de baixa fertilidade, em condições tropicais, apontam decréscimos de 20 a 50% no conteúdo de matéria orgânica durante os primeiros 5 anos de cultivo. Segundo esses estudos, com a substituição da vegetação natural por uma cultura de manejo intenso, como a cana-de-açúcar, o estoque de carbono do solo decresce substancialmente, não sendo mais recuperado, ao contrário do que ocorre com as pastagens, que cobrem permanentemente o solo e são capazes de renovar e até superar o conteúdo inicial desse elemento.

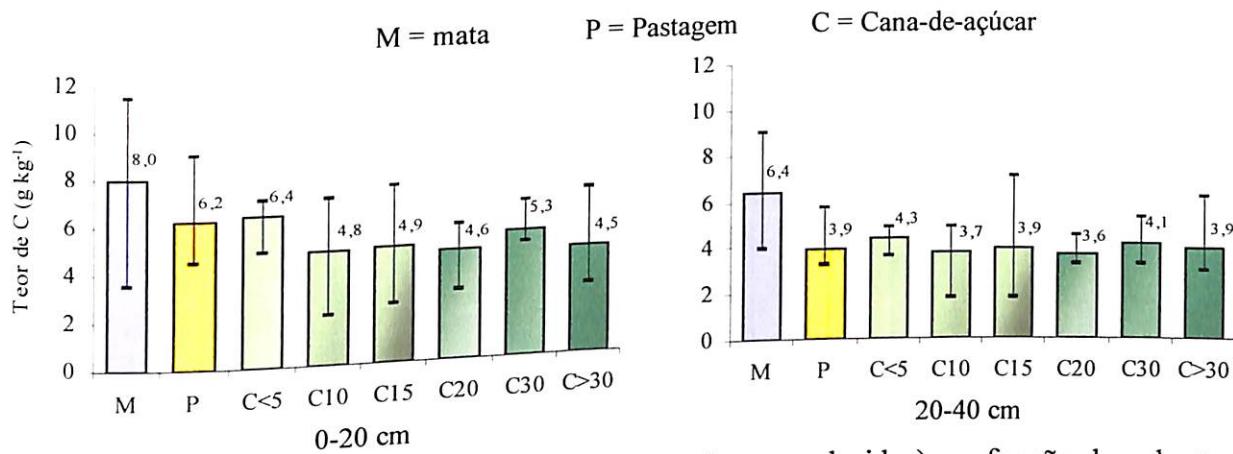


Figura 56 – Valores médios de carbono orgânico (barras coloridas) em função da cobertura vegetal e tempo de cultivo (cana) na profundidade de 0-20 e 20-40 cm. As extremidades das linhas verticais indicam a variação entre valores encontrados.

Quanto aos valores de pH em água, praticamente não houve variação entre as profundidades de 0-20 e 20-40 cm, sendo esses ligeiramente mais elevados nas áreas de pastagem e cana com 10 anos de cultivo (Figura 57). No primeiro caso, os maiores valores de pH devem-se ao efeito da intensa ciclagem de nutrientes, onde Ca + Mg situam-se na faixa de 2,2 cmol_c kg⁻¹ de TFSA. Nas áreas de cana, a elevação de pH é resultante do efeito residual da prática de calagem, efetuada na fase de plantio da cana (cana-planta), e freqüente de matéria orgânica bruta e os processos de decomposição e de mineralização principalmente nas camadas mais superficiais (Fialho et al., 1991).

Segundo Mendonza (1996) e Mendonza et al. (2000), valores relativamente elevados de pH são geralmente observados em áreas submetidas à queima, sendo atribuídos ao efeito do acúmulo de cinzas, significativamente aumentando no solo após a queima de biomassa vegetal, ricas em elementos como o potássio, cálcio e magnésio. Considerando-se que uma das características dos solos arenosos e com baixos conteúdos de matéria orgânica é apresentar uma baixo poder tampão, quantidades relativamente pequenas de cinzas podem elevar significativamente o pH. Entretanto, esse efeito tende a ser diluído com o passar do tempo à medida que a degradação do solo aumenta.

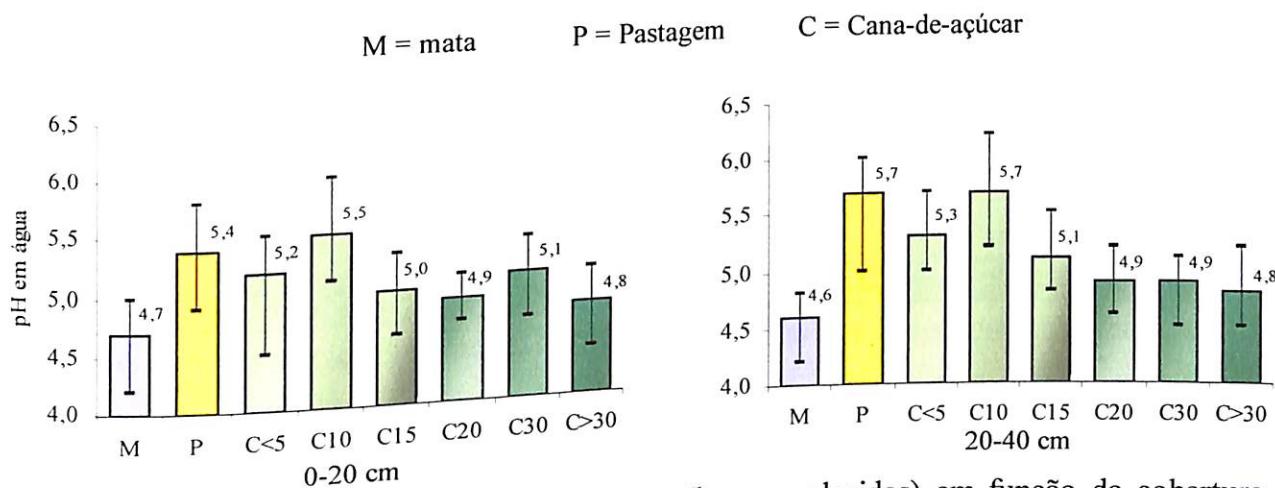


Figura 57 – Valores médios de pH em água (barras coloridas) em função da cobertura vegetal e tempo de cultivo (cana) na profundidade de 0-20 e 20-40 cm. As extremidades das linhas verticais indicam a variação entre valores encontrados.

Em média, as áreas apresentam teores de P (Figura 58) que podem ser considerados muito baixos, menores do que 10 mg kg^{-1} de TFSA na profundidade de 0-20 cm, diminuindo ainda mais na profundidade de 20-40 cm, ocorrendo teores menores do que 4 mg kg^{-1} de TFSA. Os baixos conteúdos de P disponível são condizentes com o que é observado em Latossolos e Podzólicos Amarelos e outros solos intemperizados de regiões tropicais (Jacomine, 1974; Oliveira et al., 1992). Os valores crescentes de fósforo observados nas áreas de cana, na profundidade de 0-20 cm, indicam efeito residual de adubações fosfatadas ao longo do tempo.

Mendonza (1996) e Mendonza et al. (2000), comparando o efeito da queima prévia à colheita, em solo Podzólico Amarelo de tabuleiro, em Linhares (ES), observou uma superioridade nos teores de fósforo disponível no tratamento com queima, até a profundidade de 60 cm. A maior diferença foi observada na profundidade de 0 a 10 cm, provavelmente também decorrente do acúmulo superficial das cinzas, pois não houve aplicação de fertilizantes fosfatados desde a implantação do experimento.

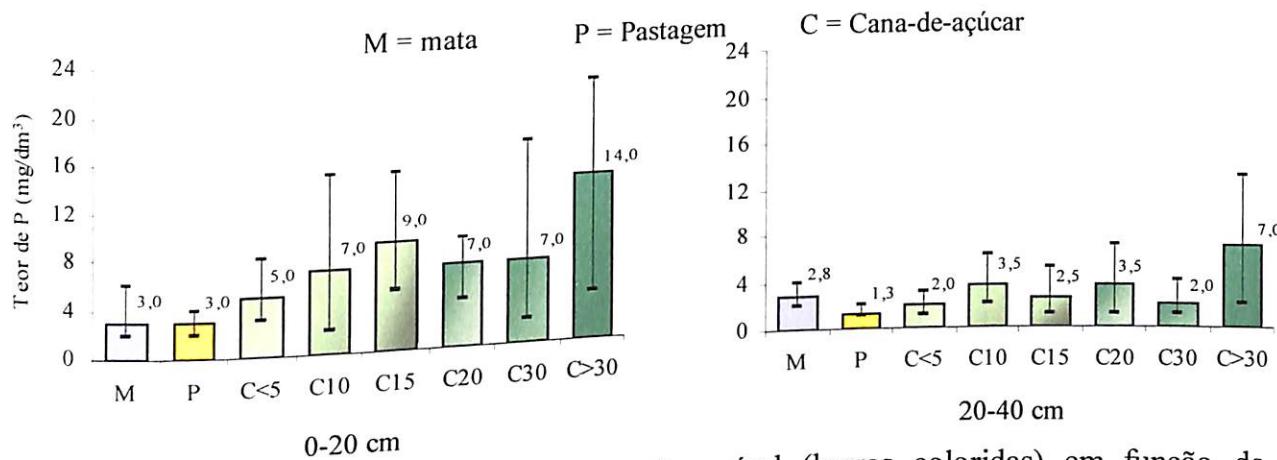


Figura 58 – Valores médios de fósforo disponível (barras coloridas) em função da cobertura vegetal e tempo de cultivo (áreas de cana) na profundidade de 0-20 e 20-40 cm. As extremidades das linhas verticais indicam a variação entre valores encontrados.

Quanto aos valores da saturação por bases (valor V%, Figura 59) estes são ligeiramente maiores nas áreas de pastagem (P) e de cana com tempo de cultivo menor que 5 anos (C<5) e com 10 anos (C10), sendo este comportamento observado em ambas profundidades (0-20 e 20-40 cm). Ao comparar estes resultados (Figura 59) com os obtidos para a propriedade pH em água (Figura 57), observa-se que essas propriedades apresentam comportamento semelhante. A relação existente entre estas duas propriedades encontra-se representada na Figura 60. Na área de mata e nas áreas de cana com tempo de cultivo maior que 10 anos observa-se uma redução do valor V%, condizente com a maior acidez ativa do solo (pH em água) (Figura 60), o que pode ser atribuído ao empobrecimento em cátions nas áreas com cultivo prolongado de cana-de-açúcar, resultante do uso inadequado de práticas de manejo do solo.

Apesar do valor V% expressar a proporção de cátions básicos trocáveis contidos no complexo sortivo, apenas em três áreas (P, C<5 e C10) a saturação por bases ultrapassa os 40% (Figuras 59 e 60). Assim, tal índice pode não constituir um bom referencial quanto ao teor de nutrientes neste caso, devido à baixa CTC da fração mineral (em parte responsável pela disponibilidade dos elementos), mas é um indicativo do estágio de degradação dos solos de tabuleiro cultivados com cana-de-açúcar por um tempo superior a 10 anos.

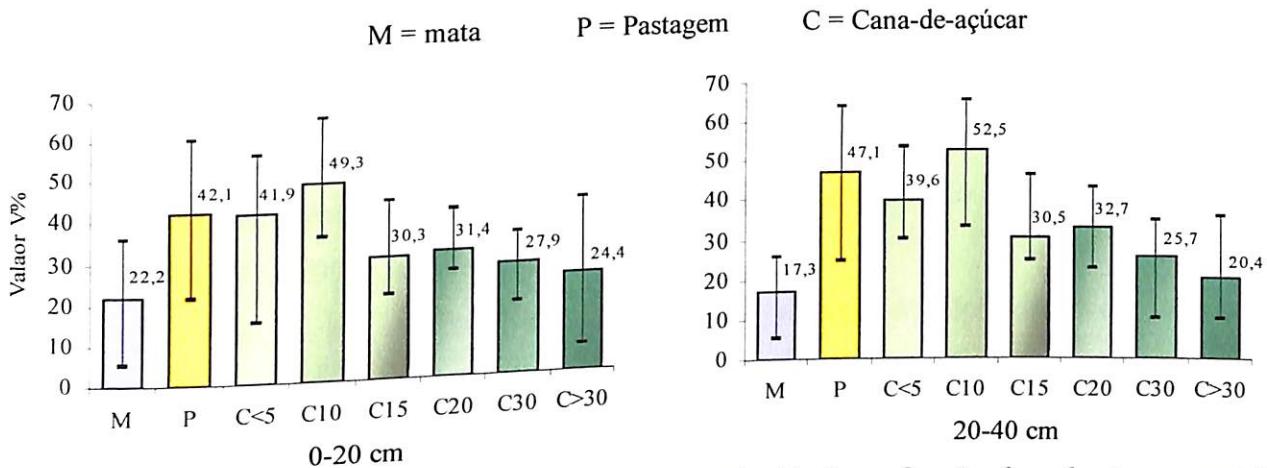


Figura 59 – Valores médios de valor V% (barras coloridas) em função da cobertura vegetal e tempo de cultivo (áreas de cana) na profundidade de 0-20 e 20-40 cm. As extremidades das linhas verticais indicam a variação entre valores encontrados.

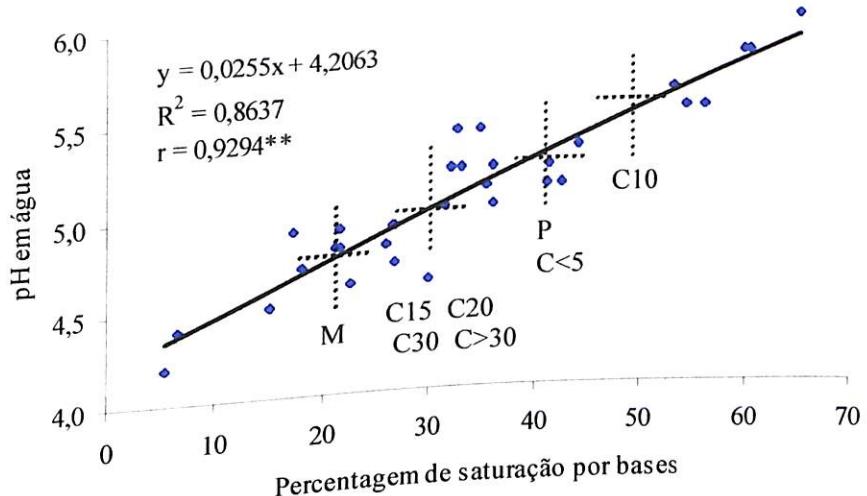


Figura 60 – Relação entre a porcentagem de saturação por bases (valor V%) e o pH em água das trinta e duas áreas estudadas, profundidade de 0-20 cm. As linhas pontilhadas indicam o valor médio aproximado do valor V% e do pH em água em função do tipo de cobertura vegetal e tempo de cultivo (representação alfanumérica).

Dentre as propriedades físicas, a densidade do solo (Ds) tem sido usada como índice para avaliar alterações na porosidade do solo pela compactação, principalmente pelo uso excessivo de maquinário. Nos solos de tabuleiro a redução da porosidade e o aumento da Ds também resultam do desenvolvimento genético de horizontes adensados na transição entre o A e B diagnósticos, sendo associada no campo a presença do caráter coeso (Anjos, 1985; EMBRAPA, 1999; Jacomine, 1974, 1979).

Na Figura 61 observam-se os menores valores de densidade do solo na profundidade de 0-20 cm, principalmente nas áreas sob cobertura de mata e de pastagem. Nestas duas coberturas vegetais, áreas de mata e pastagem, verifica-se porém um aumento de densidade do solo na profundidade de 20-40 cm, indicando o efeito de adensamento natural nesta camada de solo, que deve estar relacionada a gênese do solo, e não aos efeitos de manejo propriamente. A classe textural de maior ocorrência nessas áreas, nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm, foi a textura média.

A variação de Ds na área sob cultivo de cana (Figura 61) é um indicativo do processo de compactação de solo e dos efeitos da redução do teor de matéria orgânica. Nas áreas de cana os valores de Ds na profundidade de 0-20 cm foram maiores que nas áreas de mata e pastagem. A variação de Ds na profundidade de 0-20 cm nas áreas de cana pode ser explicada como efeito de manejo, relacionado ao trânsito de máquinas e implementos agrícolas.

A variação da densidade do solo no horizonte superficial, dentro da mesma classe de textura generalizada, é um índice de degradação de solo que pode ser adotado para estimar os efeitos de sistemas de produção agrícola no ambiente, como o usado atualmente na cultura de cana-de-açúcar, em solos de tabuleiro. A elevação da Ds, pela redução no teor de matéria orgânica do solo e do volume de poros, tem implicações na produtividade da cultura ao interferir no desenvolvimento das raízes, reduzindo a absorção de nutrientes e água, e o desenvolvimento do sistema radicular.

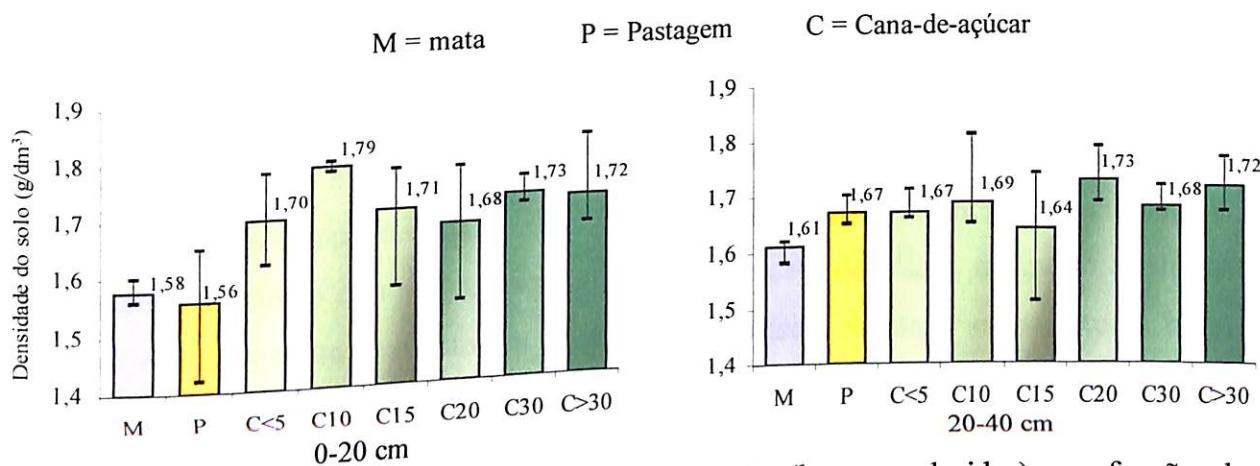


Figura 61 – Valores médios de densidade do solo (barras coloridas) em função da cobertura vegetal e tempo de cultivo (áreas de cana) na profundidade de 0-20 e 20-40 cm. As extremidades das linhas verticais indicam a variação entre valores encontrados.

Ao comparar-se as áreas com cobertura vegetal e/ou diferentes períodos de cultivo, como é o caso das áreas com cana-de-açúcar, os resultados sugerem que o cultivo contínuo e sucessivo por um tempo superior a 10 anos, nas condições de solo e manejo da maioria das áreas estudadas, promoveu a redução do conteúdo de carbono orgânico do solo, diminuição do pH, a redução da saturação por bases e o aumento da densidade do solo. Pelas variações de resultados encontrados neste estudo acredita-se que a principal causa de degradação destes solos se deve ao manejo agrícola inadequado.

Silva e Ribeiro (1992), ao compararem a influência do cultivo contínuo da cana-de-açúcar com períodos de cultivo de 5, 15 e 25 anos com uma área de mata nativa no estado de Alagoas, concluíram que os solos apresentavam uma morfologia similar, exceto para o horizonte superficial, onde a utilização agrícola promoveu o desenvolvimento de um horizonte Ap, com transição abrupta para o horizonte BA subjacente. Com relação às propriedades físicas, o cultivo contínuo da cana-de-açúcar não alterou de forma expressiva as características dos solos, podendo ser observadas, apenas, pequenas modificações restritas ao horizonte superficial. De acordo com Silva e Ribeiro (1992), estes resultados são decorrentes do manejo adotado nas áreas estudadas.

Silva e Ribeiro (1998), ao estudar os efeitos do cultivo contínuo da cana-de-açúcar nas principais propriedades químicas em um Latossolo Amarelo argiloso da região dos tabuleiros costeiros do estado de Alagoas, concluíram que as propriedades químicas dos solos estudados foram afetadas negativamente no primeiro plantio de cana-de-açúcar, mas com o decorrer do tempo de cultivo, houve uma recuperação substancial na fertilidade do solo, graças ao manejo dos solos, com elevação dos teores de cálcio, magnésio e potássio trocáveis e consequente aumento da saturação por bases. Segundo estes autores houve também elevação do pH, fósforo disponível, carbono orgânico e redução da saturação por alumínio, sendo observado ainda, movimentação de cálcio e magnésio para horizontes inferiores nos solos cultivados, em relação ao solo sob mata nativa.

Gomes Jr. (1995), ao estudar o efeito do cultivo sucessivo da cana-de-açúcar, em áreas com 8, 20 e 30 anos de cultivo, no teor de matéria orgânica e CTC (Valor T) de alguns solos dos tabuleiros costeiros, também no estado de Alagoas, encontrou resultados que indicam uma elevada redução no teor de matéria orgânica dos solos, principalmente nos mais arenosos. Em relação a CTC, os resultados observados por Gomes Jr. (1995) em Latossolo Amarelo, Podzólico Amarelo latossólico e Podzólico Vermelho-Amarelo Latossolo Amarelo, mostram reduções que vão de 14 a 15% na camada de 0 a 20 cm e de 10 a 21% na profundidade de 20 a 40 cm, não havendo efeito significativo nas camadas mais profundas. Segundo este autor, esses resultados mostram os efeitos do sistema atual de produção de cana-de-açúcar no Nordeste Brasileiro, onde principalmente as práticas de revolvimento intenso do solo e o uso do fogo conduzem a uma redução no teor de matéria orgânica e sua queda na produtividade.

O aumento da degradação dos solos de tabuleiros, em especial aqueles que possuem o horizonte superficial de textura mais arenosa, pode estar relacionado com a prática da queima da palhada, que promove diminuição do conteúdo de matéria orgânica do solo. Devido ao rompimento do equilíbrio dinâmico no conteúdo de matéria orgânica existente em ecossistemas naturais, as práticas agrícolas que não visam o restabelecimento de matéria orgânica ao solo conduzem a médio ou longo prazos à perda da reserva do húmus, pois geralmente nos sistemas agrícolas a quantidade de resíduos incorporada é

menor, aspecto que se soma aos efeitos deletérios do cultivo e de algumas práticas inadequadas de manejo.

4.2.2 – Diagnóstico da alteração de propriedades edáficas em LATOSOLOS AMARELOS e ARGISOLOS AMARELOS sob diferentes coberturas vegetais –

Estudo de Caso

Para o diagnóstico da alteração de propriedades edáficas foram selecionadas áreas homogêneas e próximas de LA e PA, sob distintas coberturas vegetais, e analisadas as propriedades químicas e físicas de perfis de solos e de amostras compostas de terra, cujos resultados encontram-se nos Apêndices II e III, e nos itens a seguir.

Histórico de Uso das Áreas Selecionadas

Nas áreas de floresta secundária estão localizados os perfis P1, P2 e P7. Essas áreas encontram-se inseridas entre os canaviais. A vegetação, remanescente da floresta tropical subperenifólia, é constituída por árvores com alturas variando de 5 a 8 m. A área de mata onde se localizam os perfis P1 e P2 apresenta cerca de 3 ha, enquanto que a área onde está situado o perfil P7 tem cerca de 12 ha. Em parte de área próxima ao perfil P2 foi registrado vestígio de queimada recente, indicando que estas florestas encontram-se bastante susceptíveis à degradação por ação do fogo, uma vez que fazem limite com os canaviais. A Figura 62 representa a imagem parcial da área de mata onde foram examinados os perfis P1 e P2 (Figura 63).



Figura 62 – Área de mata secundária em solo de tabuleiro, Fazenda Bela Vista, Campos dos Goytacazes, RJ.

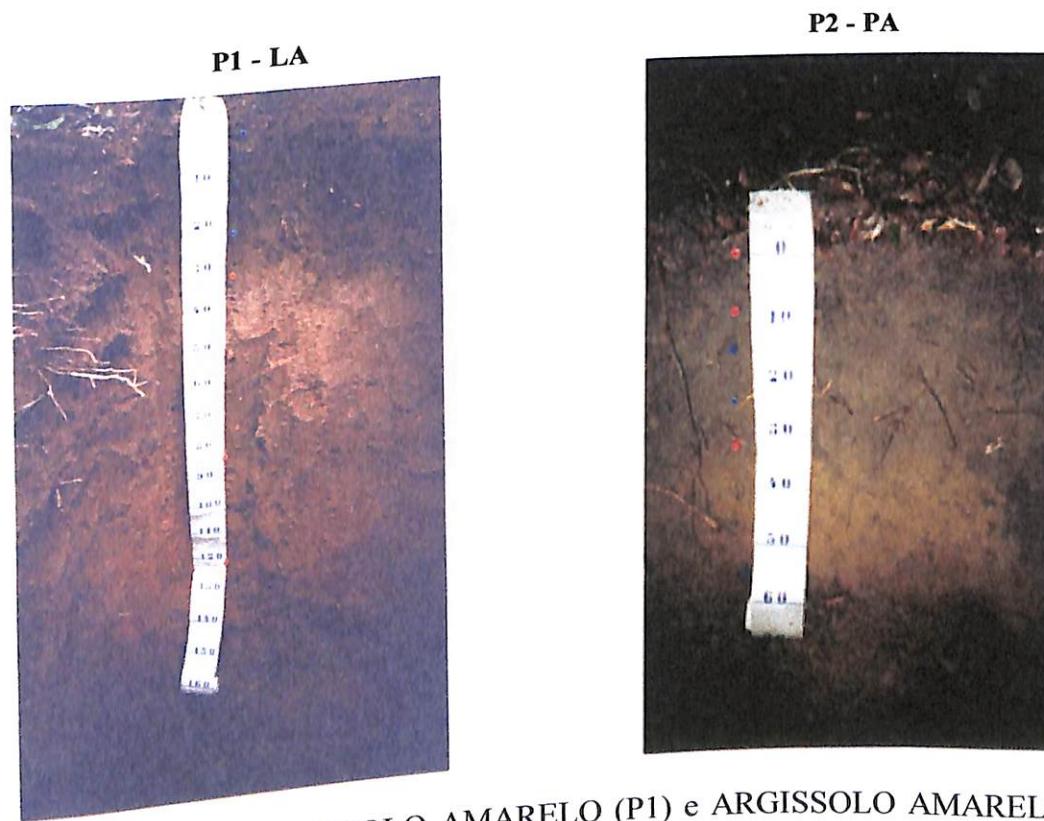


Figura 63 – Perfis de LATOSOLO AMARELO (P1) e ARGISSOLO AMARELO (P2), na área de mata secundária, Fazenda Bela Vista, Campos dos Goytacazes, RJ.

As áreas sob pastagem estão sendo utilizadas a mais de quinze anos para a produção de bovinos de corte. Estas pastagens são formadas pela *Brachiaria humidicola*, conhecida popularmente na região Norte Fluminense por capim quicuiu. O sistema de pastejo adotado é o rotativo, no entanto, apesar deste tipo de sistema denotar uma utilização intensiva das pastagens, nestas áreas o manejo é diferenciado, ou seja, numa relação de 4 animais por hectare é feito um rodízio das pastagens de 8 em 8 dias. Durante os quinze anos de uso estas áreas não receberam adubação mineral, todavia nunca foram queimadas. Numa avaliação preliminar, estas pastagens apresentaram-se vigorosas, proporcionando uma boa cobertura do solo, conforme ilustrado na Figura 64. As imagens dos perfis P3 e P4, referentes as áreas de pastagem, estão apresentados na Figura 65.



Figura 64 – Área de pastagem de braquiária (capim quicuiu) em solo de tabuleiro, Fazenda Limão Doce, Campos dos Goytacazes, RJ. Bem ao fundo se tem uma vista geral da mata secundária.

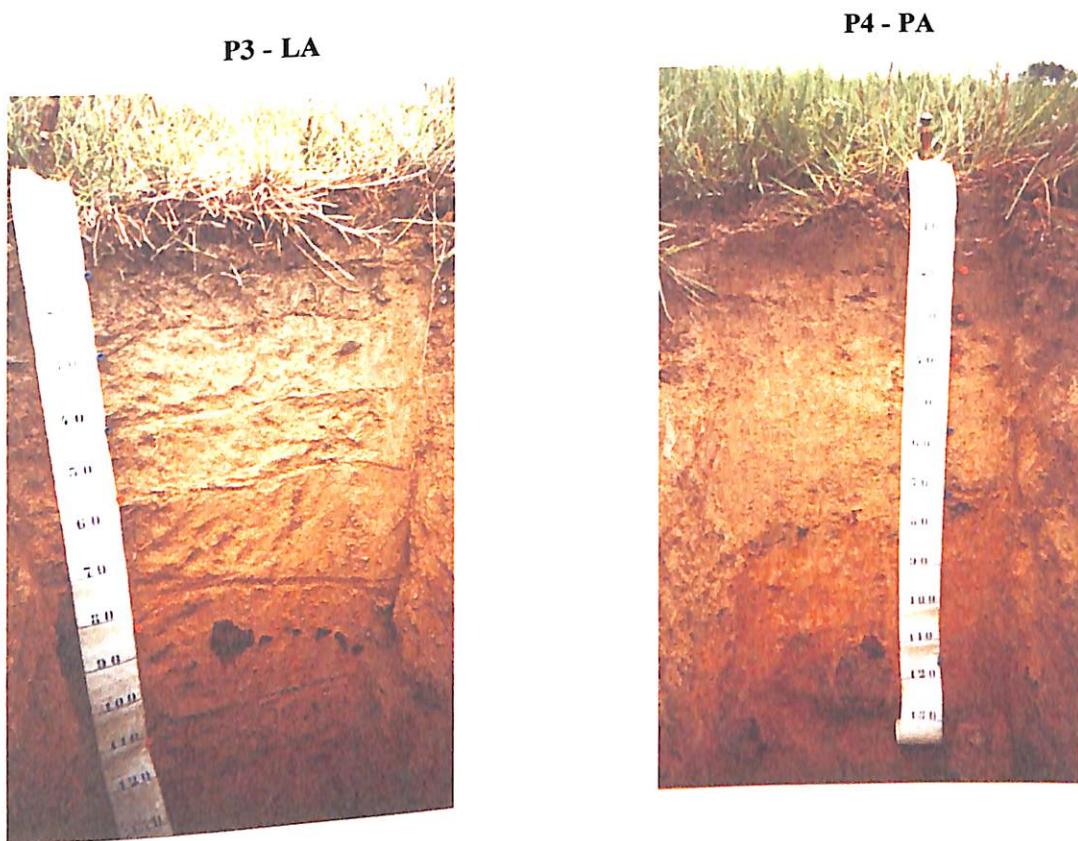


Figura 65 – Perfis de LATOSOLO AMARELO (P3) e ARGISSOLO AMARELO (P4), na área de pastagem de braquiária (capim quicuiu), Fazenda Limão Doce, Campos dos Goytacazes, RJ.

Quanto às áreas de cana-de-açúcar, devido a mudança de gerenciamento destas, faltaram informações para que fosse feito um histórico detalhado do uso dos solos estudados. Todavia, constata-se que o sistema de cultivo das referidas áreas é bastante similar ao que vem sendo praticado em grande parte da região Norte Fluminense, conforme descrito a seguir.

As áreas sob cana-de-açúcar vêm sendo cultivadas a pelo menos trinta anos. O sistema adotado para a colheita é o de cana queimada. Quanto a esta questão, é importante destacar que a prática de queima da palhada da cana na região Norte Fluminense começou a ser utilizada de forma intensiva a partir do surgimento do Proálcool em 1970, sendo ainda

praticada em muitos canaviais da região, apesar da existência da lei estadual de número 2049, promulgada em 22 de dezembro de 1992, que proíbe o seu uso, todavia, este é um assunto bastante polêmico (Berto, 1999).

O preparo do solo para plantio é feito geralmente com uma ou duas arações e duas gradagens. A cana é cultivada por 7 anos em média, e a produtividade (média de 7 cortes) é de cerca de 40 t/ha. A utilização da análise de solo como forma de recomendação de adubação não era prática rotineira até 1998, sendo utilizadas formulações prontas do tipo N-P-K. As plantas invasoras são controladas com herbicidas e/ou por capinas até o terceiro mês de crescimento da cultura. O controle de pragas e doenças é feito com agrotóxicos. Vale ressaltar que a prática de controle biológico de pragas vem sendo difundida com êxito na região, através dos trabalhos que vem sendo desenvolvidos por pesquisadores do Campus Experimental Dr. Leonel Miranda – UFRRJ (ex-Planalsucar, Campos dos Goytacazes–RJ).

A Figura 66 representa a imagem parcial da área de plantio de cana, enquanto que na Figura 67 se tem uma imagem do perfil P6, referente a área de cana sobre ARGISSOLO AMARELO.



Figura 66 – Área de cana-de-açúcar em solo de tabuleiro, Fazenda Bela Vista, Campos dos Goytacazes, RJ. Ao fundo avista-se a mata secundária.

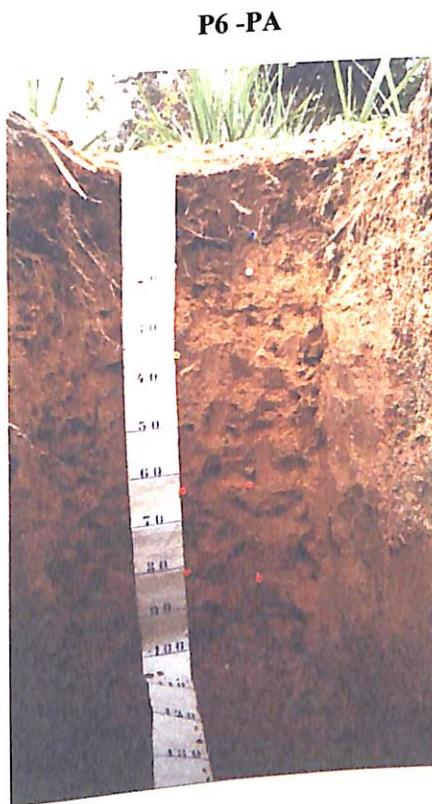


Figura 67 – Perfil de ARGISSOLO AMARELO (P6), na área de cana-de-açúcar, Fazenda Bela Vista, Campos dos Goytacazes, RJ.

Características gerais dos solos estudados

No Apêndice II encontram-se as descrições dos perfis de solos estudados, bem como suas descrições morfológicas e os resultados analíticos obtidos. Um resumo das principais características morfológicas destes perfis encontra-se no Quadro 2.

Os perfis estudados foram identificados como LATOSOLOS AMARELOS localizados em topo de elevação, e ARGISSOLOS AMARELOS em terço inferior de elevação. O relevo local da área varia de plano a suave ondulado.

A principal distinção entre estas duas classes de solos deve-se a presença de gradiente textural (relação B/A), sendo a mineralogia das frações areia (grossa e fina), mineralogia da fração argila e demais características físicas e químicas bastante

semelhantes, fato comum para solos de tabuleiro (Brasil, 1958; UFV, 1984; Anjos, 1985; Fonseca, 1986; Jacomine, 1996; Manzatto, 1998).

Nos perfis LA foram identificados horizontes transicionais AB e BA, enquanto que nos perfis PA foi identificado o horizonte E (Quadro 2). Nas áreas de cultivo de cana-de-açúcar a estrutura do solo apresentou-se com grau fraco nos horizontes superficiais, característica considerada como reflexo negativo do uso intensivo de máquinas agrícolas para o preparo do solo.

O maior grau de diferenciação de horizontes nas camadas superficiais dos solos estudados foi observado nos perfis P1, P2 e P7, sob floresta secundária, e P4 sob pastagem. Possivelmente, nas demais áreas, o manejo do solo conduziu a homogeneização dos subhorizontes superficiais, mesclando suas propriedades morfológicas.

Quanto à cor do horizonte superficial, geralmente um indicativo de teores de matéria orgânica, cores com menor croma e valor (mais escuras) são comuns nos perfis sob floresta secundária (P1, P2 e P7) e variam nos demais tipos de uso.

Conforme os padrões de descrição morfológica de perfis de solo (Lemos & Santos, 1996), a estrutura dos horizontes subsuperficiais e transicionais AB e BA é descrita como em blocos subangulares, ocorrendo até mesmo no horizonte A. Esta forma de estrutura é comumente atribuída aos LATOSOLOS e ARGISOLOS AMARELOS, apesar de que o aspecto maciço dos horizontes coesos não permite a diferenciação adequada dos planos de divisão das unidades estruturais ou peds, sobretudo quando o teor de umidade do solo é baixo. Ainda, nos horizontes adensados têm sido observado um padrão estrutural diferenciado, com predomínio de um dos eixos e com arranjo das unidades estruturais ligeiramente paralelo à superfície do solo (Anjos, 1985). Ao contrário do que ocorre em outros LATOSOLOS e ARGISOLOS o grau e tipo de estrutura não permitem diferenciar essas unidades taxonômicas.

Quadro 2 – Principais características morfológicas⁽¹⁾ dos horizontes superficiais e do primeiro horizonte diagnóstico subsuperficial dos perfis estudados.

Horiz.	Prof. (cm)	Cor úmida Munsell	Estrutura			Transição
			Grau	Tamanho	Forma	
P1 – LA⁽¹⁾, floresta secundária						
A1	0-10	10YR 3/2	mod	peq	gr	cl e pl
A2	10-21	10YR 4/2	mod	peq	gr e bsa	cl e pl
AB	21-32	10YR 5/3	mod	peq	gr e bsa	cl e pl
BA	32-54	10YR 5/4	mod	peq e med	bsa	dif e pl
Bw1	54-81	10YR 5/4	mod	med e peq	bsa	grad e pl
P2 – PA, floresta secundária						
A1	0-20	10YR 3/2	mod	peq e med	gr	cl e pl
A2	20-29	10YR 3/4	fra	peq	gr	cl e pl
E	29-38	10YR 4/3	fra	peq	bsa	cl e pl
Bt1	38-62	10YR 4/3	mod	med e peq	bsa	grad e pl
P3 – LA, pastagem						
Ap	0-11	10YR 3/2	mod	peq e med	gr	cl e pla
AB	11-22	10YR 3/2	mod e fra	med e peq	bsa e gr	cl e ond
BA	22-37	10YR 5/4	mod	peq e med	bsa	cl e pl
Bw1	37-54	10YR 5/6	mod	med	bsa	grad e pl
P4 – PA, pastagem						
A1	0-19	10YR 5/3	fra e mod	med e peq	gr e bsa	grad e pl
A2	19-30	10YR 5/3	mod	peq e muit peq	bsa e gr	grad e pl
E	30-38	10YR 5/3	mod	peq	bsa	grad e ond
Bt1	38-56	10YR 6/4	mod	peq	bsa	dif e pl
P5 – LA, cana-de-açúcar						
Ap	0-20	10YR 4/2	fra	peq e med	gr	cl e pl
AB	20-28	10YR 4/2	fra	peq e med	bsa e gr	cl e pl
BA	28-42	10YR 4/6	fra	peq e med	bsa	grad e pl
Bw1	42-65	10YR 5/4	mod e fra	med e peq	bsa e gr	dif e pl
P6 – PA, cana-de-açúcar						
Ap	0-10	10YR 3/2	fra	peq	gr	grad e pl
E	10-15	10YR 4/2	fra	peq	gr	abr e pl
Bt1	15-36	10YR 4/3	fra	peq	gr	grad e pl
P7 – LA, floresta secundária						
A1	0-10	10YR 3/1	mod	peq	gr	grad e pl
A2	10-17	10YR 4/2	mod e fra	peq e muit peq	bsa e gr	grad e pl
AB	17-27	10YR 4/2	fra e mod	muit peq e peq	gr e bsa	grad e pl
BA	27-36	10YR 5/2	mod	peq	bsa	grad e pl
Bw1	36-65	10YR 5/4	mod	peq	bsa e ba	grad e pl

⁽¹⁾ Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo (Lemos e Santos, 1996).
 Legenda: mod: moderada; fra: fraca; peq: pequena; med: média; muit peq: muito pequena; gr: granular; ba: blocos angulares; bsa: blocos subangulares; abr: abrúpta; cl: clara; pl: plana; grad: gradual; dif: difusa; ond: ondulada

Propriedades morfológicas como índices de alterações antrópicas dos solos

Dentre as propriedades edáficas utilizadas como indicadoras de modificações antrópicas dos solos a espessura do horizonte A é considerada uma das mais importantes, sobretudo quando se considera o efeito de erosão hídrica removendo a camada superficial do solo. A Figura 68 representa a variação da espessura dos horizontes superficiais em função do tipo de cobertura vegetal e uso do solo nas classes principais dos solos de tabuleiro.

Destaca-se a maior espessura do horizonte A em PA que em LA nas áreas de floresta secundária e pastagem, enquanto que nas áreas sob cultivo de cana observa-se comportamento diferente, a maior espessura do horizonte A é verificada em LA. Uma possível explicação para esse fato pode estar relacionada a textura mais arenosa do horizonte superficial dos solos PA, que favorece um melhor fluxo interno e consequente aumento da espessura do horizonte A, nas áreas onde há maior grau de cobertura vegetal. A proteção oferecida pela cobertura vegetal na área de floresta e o tipo de sistema radicular (gramíneas) parecem ser os principais fatores que favorecem a melhoria na agregação do horizonte superficial e como consequência diminuem a ação do processo erosivo.

Por outro lado, nas áreas de cana parece estar havendo um acelerado processo erosivo em PA, provocado pelo uso intenso do solo, principalmente em decorrência das práticas de manejo empregadas.

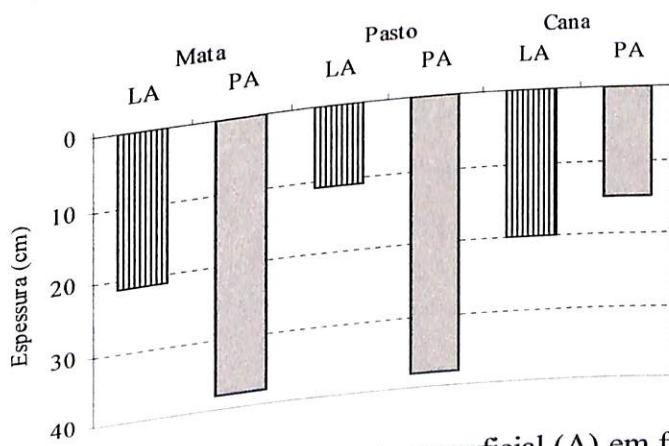


Figura 68 – Variação da espessura do horizonte superficial (A) em função do tipo de uso e cobertura vegetal para perfis de LA e PA.

Propriedades físicas como índices de alterações antrópicas dos solos

Na Tabela 1 são apresentados os dados de granulometria e porosidade total de horizontes superficiais e sub-superficiais até cerca de 40 cm de profundidade. Observam-se valores de argila naturalmente dispersa proporcionalmente maiores (menor grau de floculação – GF) em todos os perfis de LATOSOLO AMARELO, independente do tipo de uso e cobertura vegetal. Os teores de argila total são superiores em superfície quando comparados aos ARGISOLOS AMARELOS. Estas variações parecem estar relacionadas aos processos pedogenéticos mais que à influência do tipo de manejo ou grau de degradação do solo.

Quanto ao volume total de poros (Tabela 1), este decresce em profundidade em ambas as classes de solo e em todos os tipos de cobertura. Entretanto, nas áreas cultivadas com cana-de-açúcar, o menor percentual de poros coincide com os horizontes BA e Bt1 (LA e PA, respectivamente), sugerindo que além do efeito natural da presença de horizontes adensados, o uso intenso de práticas de mecanização nesta cultura acentua a compactação do solo.

Tabela 1 – Granulometria e porosidade (%) até a profundidade aproximada de 40 cm.

Perfil Horiz. / prof. cm	Areia total	Granulometria		GF %	Poros %
		Argila total g kg ⁻¹	Argila natural		
P1 – LA⁽¹⁾, mata secundária					
A1 0-10	633	290	160	45	53
A2 10-21	588	334	197	41	48
AB 21-32	559	363	227	37	42
P2 – PA, mata secundária					
A1 0-20	793	151	31	79	43
A2 20-29	784	156	55	65	39
E 29-38	722	197	151	23	33
P3 – LA, pastagem					
Ap 0-11	613	261	220	16	52
AB 11-22	583	326	282	13	41
BA 22-37	435	506	384	24	43
P4 – PA, pastagem					
A1 0-19	802	83	19	77	44
A2 19-30	829	109	33	70	43
E 30 - 38	848	92	44	52	43
P5 – LA, cana-de-açúcar					
Ap 0-20	665	258	195	24	45
AB 20-38	640	274	207	24	38
BA 28-42	584	343	246	28	36
P6 – PA, cana-de-açúcar					
Ap 0-10	823	117	66	44	42
E 10-15	823	124	61	51	45
Bt1 15-36	685	250	193	23	34

⁽¹⁾Legenda: LA – LATOSSOLO AMARELO; PA – ARGISSOLO AMARELO.

Quanto à composição textural do solo, nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm (Figura 69), observam-se ligeiras variações tanto entre profundidade quanto entre as diferentes coberturas vegetais sob a mesma classe de solo, e variações expressivas entre as classes de solos LA e PA, independentemente da profundidade do solo e/ou do tipo de cobertura vegetal.

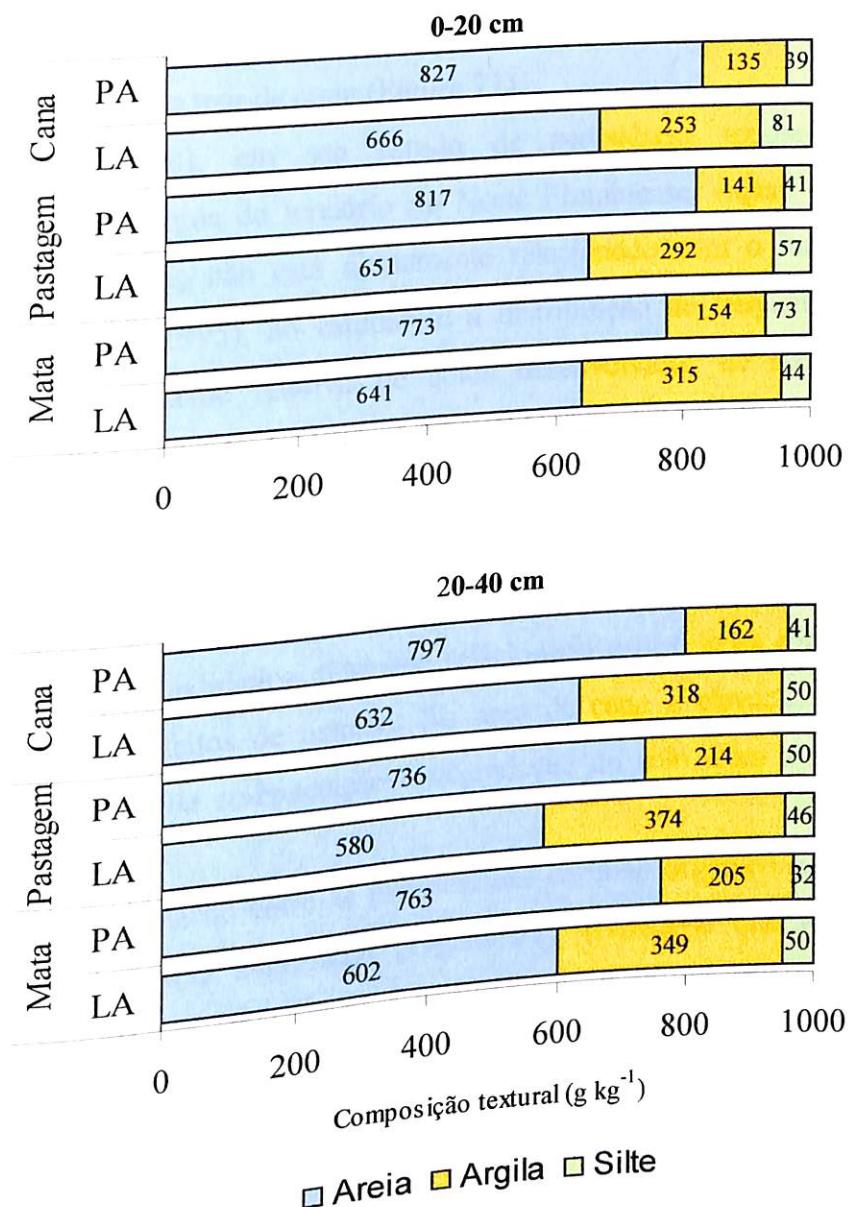


Figura 69 – Composição textural do solo na camada de 0-20 cm e 20-40 cm, nas diferentes coberturas vegetais e classes de solos.

Quanto a densidade do solo (Ds), Figura 70, observam-se os menores valores de densidade do solo na classe dos LATOSSOLOS AMARELOS, principalmente sob cobertura de mata secundária e de pastagem. Em todos os perfis de LA, a densidade do solo aumenta nos horizontes de transição, indicando o efeito de adensamento em AB e BA,

reduzindo em profundidade (Apêndice II). A maior Ds na classe PA parece estar relacionada ao aumento no teor de areia (Figura 71).

Manzatto (1998), em seu estudo de pedogênese toposequencial de solos desenvolvidos de sedimentos do terciário no Norte Fluminense, sugere que o adensamento característico destes solos não está diretamente relacionado com o incremento da fração argila. Abrahão et. al (1995), ao estudarem a distribuição de frequência de tamanho da fração areia e compacidade relativa de solos desenvolvidos de sedimentos do grupo geológico Barreiras, no município de Caravelas (BA), observaram que o maior teor de areia fina e mal selecionada facilitou o arranjo mais compacto das partículas, provocando redução da porosidade relativa nos horizontes de maior resistência à penetração.

Para os perfis PA foi verificado que o caráter coeso se manifesta de forma mais intensa em maiores profundidades, fato este relacionado a distinções entre os processos de pedogênese e não aos efeitos de manejo. Na área de cana a elevação da Ds pode estar associada aos processos de compactação e degradação do solo, com a redução do teor de matéria orgânica no solo.

Ao analisar a relação entre as propriedades carbono orgânico (C org.) e densidade do solo (Ds) no horizonte superficial (Figura 72) verifica-se que as áreas sob cana apresentam menor conteúdo de carbono e maiores valores de densidade do solo indicando uma maior degradação. Para os ARGISSOLOS AMARELOS, os valores de Ds no horizonte superficial foram maiores, em todos os usos e cobertura vegetal, que aqueles observados para a classe dos LATOSOLOS (Figura 72). A relação entre C org. e Ds é também condicionada pela textura mais arenosa nos ARGISSOLOS AMARELOS.

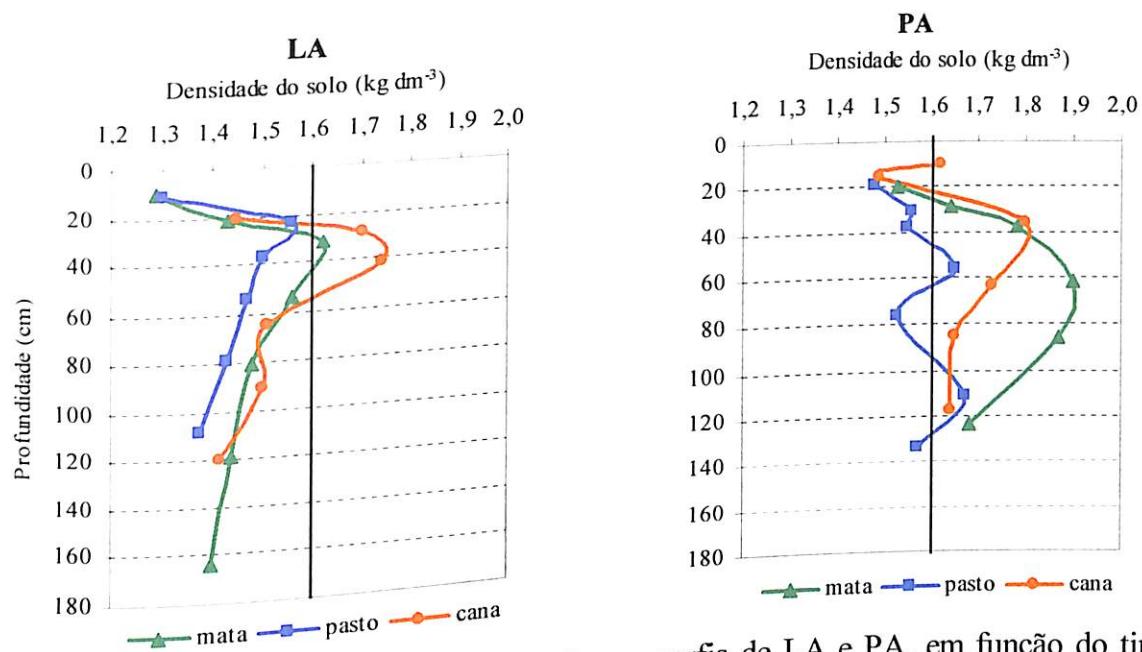


Figura 70 – Variação da densidade do solo em perfis de LA e PA, em função do tipo de uso e cobertura vegetal.

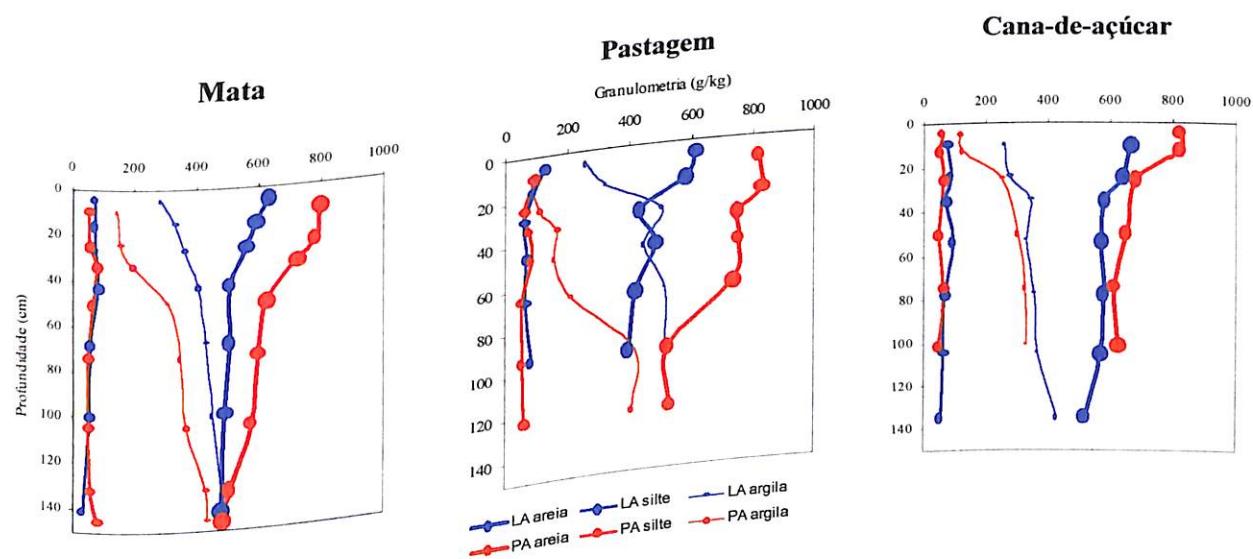


Figura 71 – Distribuição das frações granulométricas em profundidade nas classes LA (linhas azuis) e PA (linhas vermelhas), em áreas de floresta secundária, pastagem e cana.

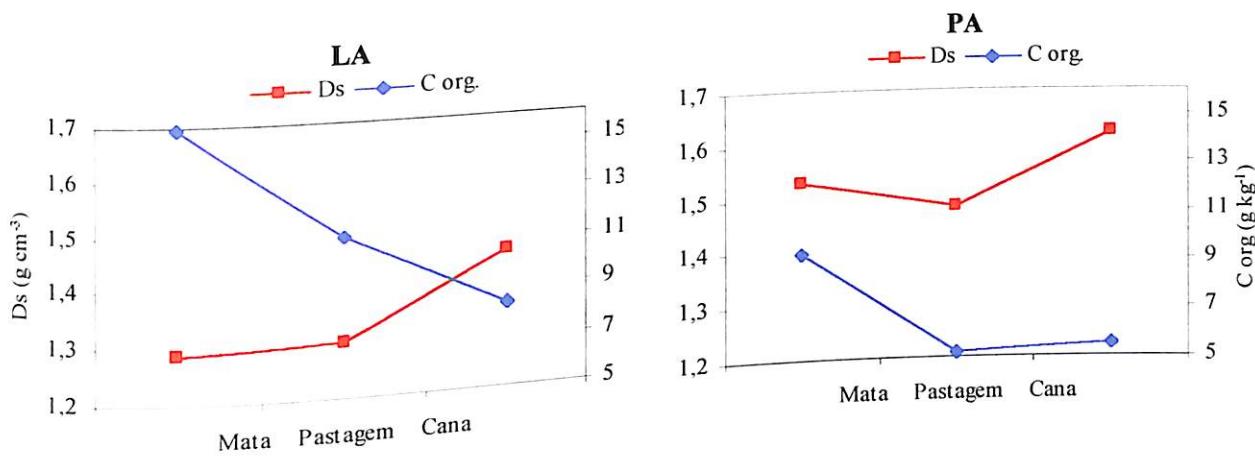


Figura 72 – Conteúdo de carbono orgânico (C org) e densidade do solo (Ds) no horizonte superficial de LA e PA, sob diferentes coberturas vegetais.

Através dos resultados obtidos, constata-se que a variação da densidade do solo no horizonte superficial é um índice de alteração antrópica de solo que pode ser adotado para estimar os efeitos ambientais dos sistemas de produção agrícola. A elevação da Ds, pela redução no teor de matéria orgânica do solo e do volume de poros, tem implicações na produtividade da cultura ao interferir no desenvolvimento das raízes, reduzindo a absorção de nutrientes e água, e na penetração radicular.

Propriedades químicas como índices de alterações antrópicas dos solos

Na Tabela 2, apresentada a seguir, é apresentada a caracterização do complexo sortivo e teores de carbono orgânico de horizontes superficiais e subsuperficiais dos perfis estudados até 40 cm de profundidade. Os dados completos dos perfis estão apresentados no Apêndice II, enquanto que os resultados das análises química das amostras de fertilidade, nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm, encontram-se no Apêndice III. Na Tabela 3 é apresentada a caracterização do complexo sortivo e teores de carbono orgânico de amostras compostas coletadas para avaliação da fertilidade das terras (profundidade de 0-20 e 20-40 cm) em cada tipo de uso ou cobertura vegetal, nas áreas correspondentes aos perfis amostrados (P1 a P6). Os resultados das análises estatísticas, referente às propriedades

químicas das amostras de terra (profundidade de 0-20 e 20-40 cm), estão apresentados nas Tabelas 4 e 5 e no Apêndice IV.

Tabela 2 – pH, carbono orgânico, complexo sortivo e P disponível nos horizontes dos perfis de solo até cerca de 40 cm de profundidade.

Perfil Horiz. / prof. Cm	pH H ₂ O	C org. g kg ⁻¹	Complexo Sortivo					V %	P assim. mg kg ⁻¹
			K	Ca+Mg cmol _c kg ⁻¹	S	Al	T		
P1 – LA⁽¹⁾, mata secundária									
A1 0-10	4,0	15,9	0,12	1,1	1,22	0,7	7,4	16	4
A2 10-21	4,1	13,2	0,05	0,8	0,85	0,9	6,0	14	1
AB 21-32	4,1	7,3	0,02	0,7	0,73	0,9	5,0	15	1
P2 – PA, mata secundária									
A1 0-20	4,5	9,3	0,18	1,6	1,79	0,1	4,9	37	4
A2 20-29	4,5	5,6	0,12	1,0	1,13	0,3	3,7	31	2
E 29-38	4,6	4,9	0,15	0,8	0,97	0,4	3,6	27	1
P3 – LA, pastagem									
Ap 0-11	6,0	11,4	0,21	3,1	3,40	0,0	6,0	57	9
AB 11-22	5,5	7,0	0,02	1,1	1,17	0,2	3,8	31	4
BA 22-37	5,1	5,5	0,01	1,0	1,06	0,4	4,4	24	2
P4 – PA, pastagem									
A1 0-19	5,3	5,2	0,03	0,3	0,33	0,3	2,8	12	7
A2 19-30	5,2	4,6	0,01	0,4	0,41	0,4	2,4	17	5
E 30 - 38	5,0	4,7	0,00	0,3	0,30	0,3	2,4	13	4
P5 – LA, cana-de-açúcar									
Ap 0-20	4,3	8,3	0,07	1,4	1,47	0,2	4,6	32	6
AB 20-38	4,5	6,5	0,04	1,0	1,04	0,5	4,5	23	3
BA 28-42	4,7	4,4	0,00	0,7	0,70	0,7	4,0	18	1
P6 – PA, cana-de-açúcar									
Ap 0-10	4,1	5,5	0,02	0,6	0,62	0,5	3,2	19	6
E 10-15	4,0	5,2	0,02	0,5	0,52	0,4	2,6	20	2
Bt1 15-36	4,4	3,2	0,03	0,9	0,93	0,2	2,6	36	0

⁽¹⁾Legenda: LA – LATOSSOLO AMARELO; PA – ARGISSOLO AMARELO.

Tabela 3 – pH, carbono orgânico, complexo sortivo e P disponível em amostras de fertilidade do solo (F) coletadas de 0-20 e de 20-40 cm. Média de três amostras para cada área, solo e profundidade.

Perfil Horiz. / prof. cm	pH H ₂ O	Complexo Sortivo						P assim. mg kg ⁻¹
		C org. g kg ⁻¹	K	Ca+Mg cmol _c kg ⁻¹	S	Al	T	
F1 – LA ⁽¹⁾ , mata secundária								
0-20	3,9	13,36	0,08	0,9	0,98	1,1	7,2	14
20-40	3,9	9,32	0,04	0,8	0,84	1,1	5,8	14
F2 – PA, mata secundária								
0-20	4,4	7,63	0,15	1,5	1,66	0,3	5,5	30
20-40	4,6	5,30	0,09	0,9	0,99	0,5	4,1	24
F3 – LA, pastagem								
0-20	4,9	9,24	0,10	1,9	2,04	0,2	5,2	39
20-40	4,9	6,74	0,02	1,1	1,12	0,5	4,1	27
F4 – PA, pastagem								
0-20	4,9	5,42	0,07	0,8	0,89	0,3	3,9	23
20-40	4,9	3,59	0,02	0,6	0,63	0,6	3,1	20
F5 – LA, cana-de-açúcar								
0-20	4,2	7,21	0,07	1,6	1,68	0,4	5,1	33
20-40	4,2	6,01	0,02	1,2	1,23	0,5	4,1	30
F6 – PA, cana-de-açúcar								
0-20	4,6	5,48	0,04	1,1	1,14	0,2	3,0	38
20-40	4,5	6,84	0,02	0,9	0,92	0,3	2,5	37

⁽¹⁾Legenda: LA – LATOSSOLO AMARELO; PA – ARGISSOLO AMARELO.

Os resultados obtidos para amostras de fertilidade (Tabela 3) indicam o mesmo comportamento para as propriedades químicas observado nos horizontes dos perfis de solo (Tabela 2), até a profundidade aproximada de 40 cm. Apenas uma leve diferença nos teores de carbono orgânico nas áreas de mata e de pastagem, entre as amostras de fertilidade e as do perfil de solo, o que pode ser atribuído a variabilidade espacial nestes ambientes. Entretanto, as relações entre os tipos de uso e cobertura vegetal e classes de solo permanecem as mesmas.

Os valores de pH em água (Tabelas 2 e 3) indicam predomínio de elevada acidez nas áreas de mata e de cana-de-açúcar, entretanto, exceto pelo LATOSSOLO em área de mata, os teores de Al^{3+} estão apenas ligeiramente acima de 0,3 cmol_c kg⁻¹ de TFSA, valor frequentemente usado como nível crítico em cálculos de necessidade de correção do solo

(Almeida et al., 1988). Os teores de P disponível são baixos em todas as áreas, com uma pequena elevação na área de pastagem. As principais limitações em termos de nutrientes das áreas sob cultivo de cana-de-açúcar e pastagem foram os teores de fósforo ($< 7 \text{ mg kg}^{-1}$) e de potássio ($< 0,10 \text{ cmolc kg}^{-1}$ de TFSAs) (Tabelas 2 e 3).

Foi observado que os teores de Ca + Mg e K (Tabelas 2) são maiores nas áreas sobre LA, exceto na área de mata sobre PA, o que foi atribuído ao efeito de queima nesta área (observação de campo), interrompendo a ciclagem de nutrientes com consequente disponibilização momentânea destes elementos. O maior teor desses elementos nas áreas sobre LA pode estar relacionado ao maior teor de argila no horizonte superficial nesta classe de solo.

Quanto ao teor de carbono orgânico (Tabela 2 e 3), este decresce dos perfis de LATOSSOLO para os de ARGISSOLO, independente da cobertura vegetal. Essa variação entre os solos está relacionada a diferenças texturais, sendo os ARGISSOLOS mais arenosos na superfície, favorecendo a mineralização da matéria orgânica. Entre os tipos de uso e cobertura, nos LATOSSOLOS o teor de C org na área de cana-de-açúcar ($8,3 \text{ g kg}^{-1}$ no Ap) é cerca de 50% menor que os valores encontrados nas áreas de mata secundária e de pastagem ($15,9$ e $11,4 \text{ g kg}^{-1}$ no A1, respectivamente). Já para os ARGISSOLOS, a redução é intensa nas áreas cultivadas ($5,5$ e $5,2 \text{ g kg}^{-1}$, em Ap e A1 da cana e pastagem, respectivamente), quando comparadas às de mata secundária ($9,3 \text{ g kg}^{-1}$ no A1). A manutenção ou melhoria da fertilidade dos solos de tabuleiro parece depender da manutenção ou aumento do teor de C orgânico.

Diferenças significativas estatisticamente (Tabelas 4 e 5), nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm, foram observadas nos teores de carbono orgânico e no valor V%, principalmente na classe dos LATOSSOLOS AMARELOS (LA), entre os tipos de uso e cobertura vegetal.

Os maiores valores de carbono orgânico (Tabelas 4 e 5) foram observados na classe dos LATOSSOLOS, exceto na área de cana sob ARGISSOLO na profundidade de 20-40 cm, esses maiores valores parecem ser um reflexo do maior conteúdo de argila que esta classe apresenta quando comparada aos ARGISSOLOS (Figura 69). Quanto ao efeito

das coberturas vegetais, nas diferentes classes de solo, os maiores valores de carbono orgânico foram encontrados nas áreas de mata, devido ao maior aporte de material decíduo.

As variações no teor de matéria orgânica do solo refletem-se diretamente no comportamento da CTC do solo (Valor T). Observam-se maiores valores da capacidade catiônica dos LATOSSOLOS quando comparado aos ARGISSOLOS, havendo diferenças significativas entre estes (Tabelas 4 e 5). Entre coberturas vegetais o maior valor T foi verificado na área de floresta secundária, em ambas as classes de solos. Este valor reduz-se significativamente nas áreas de pastagem e cana-de-açúcar. Este fato também foi observado por Mendonza (1996), que aponta a matéria orgânica como a fração de maior contribuição na CTC dos solos de tabuleiro no norte do Espírito Santo.

Para o elemento potássio, a diferença significativa observada na área de mata sob PA em ambas as profundidades (Tabelas 4 e 5) pode ser atribuída a ação da queimada que propiciou uma maior liberação momentânea deste nutriente. Quanto aos teores de cálcio e magnésio, nos LATOSSOLOS, os maiores valores foram observados na profundidade de 0-20 cm (Tabela 4) na área de pastagem e cana-de-açúcar, sendo reflexo das práticas de manejo realizadas. Para os ARGISSOLOS não foram observadas diferenças significativas entre as coberturas, sendo que o menor valor de $\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2}$ foi constatado sob a cobertura de pastagem. Para o valor S verifica-se um comportamento similar ao observado para o conteúdo de $\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2}$ (Tabela 4).

O maior teor de alumínio foi observado na área LA sob a cobertura vegetal de floresta em ambas as profundidades (Tabelas 4 e 5). Para as áreas de pastagem e cana-de-açúcar só foram observadas diferenças estatísticas significativas em PA na profundidade de 20-40 cm (Tabela 5). O menor teor de Al em PA, em todos os usos, está relacionado a textura mais arenosa. A diferença significativa observada entre LA e PA na área de mata está relacionada ao maior teor de C org. no primeiro, favorecido pelo maior teor de argila. Quanto aos valores de pH, de uma maneira geral, estes acompanharam o comportamento observado para o alumínio (Tabelas 4 e 5).

O valor V% é menor que 50% em todas as áreas e classes de solos, embora as áreas de pastagem e cana-de-açúcar tendam a apresentar os maiores valores de saturação por bases. O maior valor V% encontrado na área de PA sob mata se deve a ação da

queimada conforme explicado para o elemento potássio. Analisando-se as Tabelas 4 e 5, verifica-se que não existem grandes diferenças quanto à variação das propriedades químicas em profundidade.

Tabela 4 – Caracterização analítica de propriedades químicas dos solos nas áreas estudadas, na profundidade de 0-20 cm.

Propriedades	Solo	Mata	Pastagem	Cana
C org. ** (g kg ⁻¹)	LA	13,4 Aa	9,2 Ba	7,2 Ca
	PA	7,6 Ab	5,4 Bb	5,5 Bb
pH *	LA	3,9 Bb	4,9 Aa	4,2 Bb
	PA	4,4 Ba	4,9 Aa	4,6 ABa
P ass. ^{NS} (mg kg ⁻¹)		4 B	6 A	5 AB
K ⁺ * (cmol _c kg ⁻¹)	LA	0,08 Ab	0,10 Aa	0,07 Aa
	PA	0,15 Aa	0,07 Ba	0,04 Ba
Ca ⁺² + Mg ⁺² ** (cmol _c kg ⁻¹)	LA	0,9 Ba	1,9 Aa	1,6 Aa
	PA	1,5 Aa	0,8 Ab	1,1 Aa
Valor S ** (cmol _c kg ⁻¹)	LA	0,98 Bb	2,04 Aa	1,68 ABa
	PA	1,66 Aa	0,89 Ab	1,14 Ab
Valor V ** (%)	LA	14 Bb	39 Aa	33 Aa
	PA	30 ABa	23 Bb	38 Aa
Valor T ^{NS} (cmol _c kg ⁻¹)	LA	5,8 a	6,3 A	4,5 B
Al ⁺³ ** (cmol _c kg ⁻¹)	LA	1,1 Aa	0,2 Ba	0,4 Ba
	PA	0,3 Ab	0,3 Aa	0,2 Aa

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na mesma linha e letra minúscula iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). * Interação significativa; ** Interação altamente significativa; ^{NS} Interação não significativa.

Tabela 5 – Caracterização analítica de propriedades químicas dos solos nas áreas estudadas, na profundidade de 20-40 cm.

Propriedades	Solo	Mata	Pastagem	Cana
C org. ** (g kg ⁻¹)	LA	9,3 Aa	6,7 Ba	6,0 Ba
	PA	5,3 Bb	3,6 Cb	6,8 Aa
pH **	LA	3,9 Cb	4,9 Aa	4,2 Ba
	PA	4,6 ABa	4,9 Aa	4,5 Ba
P ass. NS (mg kg ⁻¹)	LA	3 a	3 A	3 A
	PA	4 a		
K ⁺ ** (cmol _c kg ⁻¹)	LA	0,04 Ab	0,02 Ba	0,02 Ba
	PA	0,09 Aa	0,02 Ba	0,02 Ba
Ca ⁺² + Mg ⁺² NS (cmol _c kg ⁻¹)	LA	1,0 a		
	PA	0,8 b		
Valor S * (cmol _c kg ⁻¹)	LA	0,84 Aa	1,12 Aa	1,23 Aa
	PA	0,99 Aa	0,63 Ab	0,92 Aa
Valor V ** (%)	LA	14 Bb	27 Aa	30 Ab
	PA	25 Ba	20 Ba	37 Aa
Valor T NS (cmol _c kg ⁻¹)	LA	5,8 A	4,1 B	4,1 B
	PA	3,2 b	3,1 B	2,5 C
Al ⁺³ ** (cmol _c kg ⁻¹)	LA	1,1 Aa	0,5 Ba	0,5 Ba
	PA	0,5 ABb	0,6 Aa	0,3 Bb

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na mesma linha e letra minúscula iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). * Interação significativa; ** Interação altamente significativa; NS Interação não significativa.

Em relação as propriedades químicas, o teor de carbono orgânico e o Valor T nos horizontes superficiais representam índices de alterações antrópicas de solo que podem ser adotados para estimar os efeitos ambientais de sistemas de produção agrícola, como o

usado atualmente na cultura de cana-de-açúcar, em solos de tabuleiro. A redução do teor de matéria orgânica do solo e da capacidade de retenção de cátions favorece o processo de perdas de nutrientes por lixiviação, aumentando os custos de produção com práticas de adubação e calagem para a manutenção dos níveis adequados destes elementos no solo para a cultura de cana-de-açúcar.

As diferenças observadas nas propriedades química e físicas nas áreas de LATOSOLOS e ARGISOLOS AMARELOS sugerem que o manejo destas unidades deve ser diferenciado em função da classe de solo, até mesmo levando-se em conta a aptidão para sistemas agrícolas diferentes (cultura agrícola vs. pastagem).

5 – CONCLUSÕES

As principais conclusões deste estudo serão apresentadas de acordo com as etapas e fases de realização:

Primeira etapa: Caracterização dos solos de tabuleiro da região Norte

Fluminense

1) A caracterização dos solos de tabuleiro da região Norte Fluminense a partir da elaboração de modais das classes dos LATOSOLOS AMARELOS e ARGISOLOS AMARELOS contribuiu com sugestões para o aperfeiçoamento dos níveis hierárquicos Subordem, Grande grupo e Subgrupo, bem como para a estruturação dos níveis hierárquicos de família e série dessas classes no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999).

2) No 2º nível hierárquico (Subordem), onde a propriedade cor do solo é empregada como característica diferencial, sugere-se uma mudança no critério estabelecido para a definição das classes dos LATOSOLOS e ARGISOLOS AMARELOS, ao invés do matiz 5YR seja considerado o matiz 7,5YR para o estabelecimento dessas classes. Dessa forma só pertenceriam as classes dos LATOSOLOS e/ou ARGISOLOS AMARELOS perfis que apresentassem matiz 7,5 YR ou 10YR na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA);

3) Quanto ao caráter coeso, sugere-se que esse seja incluído no 3º nível hierárquico (grande grupo) da classe dos ARGISSOLOS AMARELOS, assim como é estabelecido para os LATOSOLOS AMARELOS;

4) Para os níveis hierárquicos de família e série (5º e 6º níveis), as principais propriedades do solo avaliadas neste estudo e que podem ser utilizadas como diferenciais nesses níveis foram: caráter coeso (ARGISSOLOS AMARELOS), espessura do horizonte A, textura, sub-divisão da CTC da argila em média e baixa, Valor V%, saturação por alumínio, pH em água, teor de carbono orgânico e densidade do solo.

Segunda etapa: Avaliação de propriedades edáficas em solos de tabuleiro da região Norte Fluminense

a) Primeira fase: Propriedades edáficas em função da cobertura vegetal e tempo de cultivo

1) Nas trinta e duas áreas examinadas, de uma maneira geral, os resultados indicaram a existência de variações nas propriedades edáficas, em função da cobertura vegetal e do tempo de cultivo de cana-de-açúcar;

2) Para as áreas de mata, pasto, e cana sob cultivo inferior a 5 anos, foi observado um maior teor de carbono orgânico no solo, quando comparadas as demais áreas de cana;

3) Valores crescentes de fósforo, observados nas áreas de cana, indicam efeito residual de adubações fosfatadas ao longo do tempo;

4) As propriedades edáficas que mais foram alteradas em função do cultivo agrícola foram: teor de carbono orgânico, pH em água, conteúdo de fósforo disponível, Valor V% e densidade do solo;

5) Ao comparar-se áreas com cobertura vegetal e/ou períodos de cultivo diferentes, como é o caso das áreas com cana-de-açúcar, os resultados sugerem que o cultivo sucessivo, com manejo intensivo inadequado, superior a 10 anos promoveu a diminuição do pH, redução do conteúdo de matéria orgânica do solo paralelo a redução da saturação por bases e aumento da densidade do solo (compactação).

b) Segunda fase: Diagnóstico da alteração de propriedades edáficas em LATOSOLOS AMARELOS e ARGISOLOS AMARELOS sob diferentes coberturas vegetais – Estudo de Caso

1) A maior espessura do horizonte A nos perfis sob mata secundária em relação aos solos sob cultivo de cana-de-açúcar, em ambas as classes de solo LA e PA, evidencia que a espessura do horizonte A foi o principal indicador morfológico de alterações pelo uso agrícola, sobretudo pelo efeito da erosão hídrica removendo a camada superficial do solo. Entre as áreas de pastagem e de cana, o efeito do sistema de cultivo foi maior na classe dos ARGISOLOS AMARELOS;

2) A variação da densidade do solo no horizonte superficial é um índice de degradação de solo em solos de tabuleiro, uma vez que a elevação da Ds apresentou correlação negativa com o teor de matéria orgânica do solo e do volume de poros, e isto significa implicações na produtividade da cultura;

3) Em relação as propriedades químicas, o teor de carbono orgânico e o Valor T, nos horizontes superficiais, representam índices de degradação de solo que podem ser adotados para estimar os efeitos ambientais de sistemas de produção agrícola, como o usado atualmente na cultura de cana-de-açúcar, em solos de tabuleiro;

4) As diferenças observadas nas propriedades químicas e físicas nas áreas de LATOSOLOS e ARGISOLOS AMARELOS sugerem que o manejo destas unidades deve ser diferenciado em função da classe de solo, até mesmo levando-se em conta a aptidão para usos agrícolas diferentes.

6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Do ponto de vista do ecossistema dos tabuleiros costeiros, diferentes fatores podem ser relacionados como causas de redução da qualidade ambiental.

A prática da queima de restos culturais tem efeito negativo sobre algumas propriedades físicas e químicas dos solos. O manejo excessivo do solo para o cultivo da cana tem provocado a compactação do solo e, consequentemente, aumentado sua suscetibilidade à erosão.

A destruição das florestas e o cultivo em monocultura por si só podem ser considerados como agentes de degradação pela redução do teor de matéria orgânica e da biodiversidade do sistema dos tabuleiros costeiros.

A falta de aplicação de práticas conservacionistas como plantio em nível, manutenção de restos de cultura na superfície do solo para proteção do mesmo contra o efeito erosivo das chuvas, cultivo mínimo (redução do número de arações ou gradagens), adubações com fertilizantes e material orgânico, etc., resultam na degradação dos solos de tabuleiro e na baixa produtividade agrícola.

Assim, para tornar o uso agrícola dos tabuleiros costeiros num sistema sustentável é necessária a interferência em todos esses fatores, adequando o manejo das terras às propriedades das suas principais classes de solos.

7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAHÃO, W. A. P. *Gênese de camadas adensadas em solos de Tabuleiros Costeiros no Sul da Bahia*. Viçosa, MG, 1995, 83f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, 1995.
- ACHÁ, L. P. *Latossolo Vermelho-Amarelo de Tabuleiro do Espírito Santo: Formação, características e classificação*. Recife, PE, 1976. 116f. Tese (Livre Docência) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1976.
- ACTION. D. F., PADBURY, G. A. *A conceptual framework for soil quality assessment and monitoring*. In: D.F. ACTION. A program to Assess and Monitor Soil Quality in Canada: Soil Quality Evaluation Program Summary. Center for Land and Biological Resources Research, n° 93-49, Agriculture Canada, Ottawa, 1993.
- ANJOS, L. H. C. dos, LIMA, E., PEREIRA, M. G. *Tabuleiros Costeiros: uma feição multi-usos em processo de degradação*. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 27, Brasília, DF, 1999. 4p. (Palestra apresentada).
- ANJOS, L. H. C. dos, NASCIMENTO, R. A. M. *Morfologia, mineralogia e gênese de solos de tabuleiro na região Norte de Campos*, RJ, 1985. 29p. (não publicado).
- ANJOS, L.H.C. dos. *Caracterização, gênese, classificação e aptidão agrícola de uma seqüência de solos do Terciário na região de Campos*, RJ. Itaguaí, RJ, 1985. 160f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1985.

- ARAÚJO, Q. R. de. **Solos de tabuleiros costeiros e qualidade de vida das populações.** Ed. Editus – Editora da UESC, Ilhéus-BA. 2000. 97p.
- ARSHAD, M. A., COEN, G.M. **Characterization of soil quality: Physical and chemical criteria.** Am. J. Alter. Agric., v. 7, p. 25-31. 1992.
- AZEVEDO, H. J. de. **Aspectos técnicos e operacionais da irrigação da cana-de-açúcar na região Norte Fluminense.** Seropédica: UFRRJ; Destilarias e Usinas do Rio de Janeiro, Espírito Santo, Nordeste de Minas Gerais e Sul da Bahia, 1999. 32p. (Boletim Técnico, n. 13).
- AZEVEDO, H. J. de., SOUZA, D. de, RABELO, P. R. **Boletim climático do Campus Dr. Leonel Miranda – Dados mensais (1975-1999).** Campos dos Goytacazes: UFRRJ. Campus Dr. Leonel Miranda, 2000. 38p. (Boletim Técnico, n. 6).
- BAHIA. **Comissão Estadual de Planejamento Agrícola. Projeto de desenvolvimento rural integrado dos Tabuleiros Costeiros Norte.** Salvador, 1977. 236p.
- BARRETO, A. P. **Ciclo da cana-de-açúcar.** Campos dos Goytacazes: UFRRJ. Campus Dr. Leonel Miranda, 1999. p.18. (Boletim Técnico, n. 14).
- BENNEMA, J., CAMARGO, M. N. **Some remarks on brazilian Latosols in relation to the Oxisols of the Soil Taxonomy.** Proced. 2 nd. Int. Soil Class. Workshop. Part I. Malaysia Soil Survey. Div. Land. Dev. Dept. Bangkok, 1979. p. 233-255.
- BERTO, P. N. A. **Corte, carregamento, transporte e recepção de cana-de-açúcar.** In: Tecnologia canavieira nas regiões Norte Fluminense e Sul do Espírito Santo. UFRRJ. Indústrias Sucroalcooleiras do Estado do Rio de Janeiro e Sul do Espírito Santo, 1999. p. 50-60. (Boletim Técnico, n. 12).
- BLEVINS, R. L., THOMAS, G. W., SMITH, M. S. et al. **Changes in soil properties after 10 years continuous non-tilled and conventionally tilled corn.** Soil Tillage Res. v. 3, p. 135-146. 1983.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Centro Nacional de Ensino e Pesquisas Agronômicas. Serviço Nacional de Pesquisas Agronômicas. Comissão de Solos. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio de Janeiro e Distrito Federal: contribuição à carta de solos do Brasil.** Rio de Janeiro, 1958. 350p. (Boletim, n. 11).

- _____. Ministério da Agricultura. Centro Nacional de Ensino e Pesquisas Agronômicas. Serviço Nacional de Pesquisas Agronômicas. Comissão de Solos. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo: contribuição à carta de solos do Brasil.** Rio de Janeiro, 1960. 634p. (Boletim, n. 12).
- _____. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. Divisão de Pesquisa Pedológica. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado do Ceará.** Recife, PE. 1973. 2v. (Boletim Técnico, n. 28).
- _____. Ministério da Agricultura. Escritório de Pesquisa e Experimentação. Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo. **Levantamento de reconhecimento dos solos da zona do Médio Jequitinhonha.** Rio de Janeiro, RJ. 1970. 304p. (Boletim Técnico, n. 9).
- CARVALHO, S. R. L. de. **Identificação, caracterização e cinética do crescimento de leguminosas e gramíneas com alto poder relativo de penetração de raízes em solo coeso dos tabuleiros costeiros do Recôncavo Baiano (Etapa 1).** Crus das Almas, BA. 2000. 115 p. il., graf. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias – Manejo e Conservação dos recursos Naturais Solo e Água) – Universidade Federal da Bahia, 2000.
- CASTRO, C. A. M. R. de. **A problemática da agro-indústria açucareira no Estado do Rio de Janeiro.** Campos dos Goytacazes: Faculdade Cândido Mendes, 1998. 93p. (Monografia).
- CEDDIA, M. B. **Implicações técnicas e edáficas do sistema de corte da cana-de-açúcar em solo de tabuleiro no Espírito Santo.** Seropédica, RJ, 1996. 120p. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1996.
- CERRI, C. C., BERNOUX, M., VOLKOFF, B. et al. **Dinâmica do carbono nos solos da Amazônia.** p.61-69. In: ALVAREZ, V.V.H., FONTES, L. E. F., FONTES, M. P. F. (ed.). **O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado.** Viçosa, MG; SBCS; UFV, DPS, 1996. 930p.
- CERRI, C. C., MORAES, J. F. L. de. **Conseqüências 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.

- CHURCHMAN, G. L., TATE, K. R. Stability of aggregates of different size grades in allophanic soils from volcanic ash in New Zealand. *J. Soil Sci.*, v. 38, p. 19-27, 1987.
- CIDE – Centro de Informações e Dados do Rio de Janeiro. Disponível na internet (<http://www.cide.rj.gov.br>). 2000.
- CINTRA, F. L. D., LIBARDI, P. L., SILVA, A. P. da. *Tabuleiros Costeiros do Nordeste do Brasil: Uma análise dos efeitos do regime hídrico e da presença de camadas coesas dos solos*. Campinas, SBCS, 1997. v. 22. : 124p. p. 77-80. (Boletim Informativo, n. 2).
- CORRÊA, G. F. *Modelo de evolução e mineralogia da fração argila de solos do Planalto de Viçosa, MG*. Viçosa, MG, 1984. 48p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, 1984.
- DAY, P. R. *Particle fractionation and particle size analysis*. In: BLACK, C. A. *Methods of soil analysis*. Agronomy, Washington. p. I, v. 9, p. 545-567, 1965.
- DAY, T. H. *Guia para a classificação dos solos do Terciário recente e do Quaternário da parte baixa do vale amazônico*. [S.I.:s.n.], 1959. 58p.
- DE POLLI, H. (coord.), ALMEIDA, D. L. de, FREIRE, L. R. et al. *Manual de adubação para o Estado do Rio de Janeiro*. Itaguaí: ed. da UFRRJ, 1988. 179 p. (coleção Universidade Rural, série ciências agrárias, n.2).
- DORAN, J. W., MIELKE, L. N., POWER, J. F. *Microbial activity as regulated by soil water filled pore space*. In: TH INT. CONGR. OF SOIL SCIENCE, (14, Viena, 1990). Kyoto, Japan. Anais... Viena: Áustria, 1990. p. 94-99.
- DORAN, J. W., PARKIN T. B. *Defining and assessing soil quality*. In: J.W. DORAN, D.C. COLEMAN, D.F. BEZDICEK et al. *Defining soil quality for a sustainable environment*. SSSA Spec. Publ. 35. SSSA, Madison, WI, p. 3-21, 1994.
- _____. *Quantitative indicators of soil quality: a minimum data set*. In J.W. DORAN & A.J. JONES. *Methods for assessing soil quality*. SSSA Spec. Publ. 49. SSSA, Madison, WI, 1996. p 25-37.

- DUARTE, M. N, CURI, N., PÉREZ, D. V. et al. **Mineralogia, química e micromorfologia de solos de uma microbacia nos tabuleiros costeiros do Espírito Santo.** Pesq. Agropec. bras., Brasília, v. 35, 2000. 14p.
- EMBRAPA. Centro de Pesquisas Pedológicas (Rio de Janeiro). **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado de Alagoas.** Recife, 1975a. 532p. (Boletim Técnico, 35; SUDENE. Série Recursos de Solos, 5).
- _____. Centro de Pesquisas Pedológicas (Rio de Janeiro). **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado de Sergipe.** Recife, 1975b. 506p. (Boletim Técnico, 36; SUDENE. Série Recursos de Solos, 6).
- _____. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. In: **Reunião de classificação, correlação e aplicação de levantamento de solos, 4,** Rio de Janeiro, 1995. Anais... Rio de Janeiro, 1995. 157p.
- _____. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Levantamento generalizado e semidetalhado de solos da Aracruz Celulose S.A. no Estado do Espírito Santo e no extremo sul do Estado da Bahia e sua aplicação aos plantios de eucalipto.** Rio de Janeiro, 2000. 111p. (Boletim de Pesquisa, 1).
- _____. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solos.** Rio de Janeiro, RJ, 1997. 212p.
- _____. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** Brasília, DF, 1999. 412p.
- _____. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos: 1ª aproximação.** Rio de Janeiro, 1980. 73p.
- _____. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos: 2ª aproximação.** Rio de Janeiro, 1981. 107p.
- _____. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos: 3ª aproximação.** Rio de Janeiro, 1988. 105p.

- _____. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras da área do Pólo Tapajós.** Rio de Janeiro, 1983. 284p. (Embrapa-SNLCS. Boletim de Pesquisa, 20).
- _____. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras de uma área sob influência dos rios Araguari, Falsino e Tartarugal Grande, Território Federal do Amapá.** Rio de Janeiro, 1982. 118p. (Boletim de pesquisa, 7).
- _____. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado do Piauí.** Rio de Janeiro, 1986a. 2v. (Boletim de Pesquisa, 36).
- _____. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado do Maranhão.** Rio de Janeiro, 1986b. 2v. (Boletim de Pesquisa, 35).
- _____. **Zoneamento Agroecológico do Nordeste: diagnóstico do quadro natural e agrossocioeconômico.** Petrolina, PE: EMBRAPA-CATSA / Recife, EMBRAPA-CNPS. Coordenadoria Regional Nordeste, 1993. 2v.il.
- ERBACH, D. C. **Tillage for continuous corn and corn-soybean rotation.** Trans. ASAE., v. 25, p. 906-911, 918. 1982.
- ESTADOS UNIDOS. **Soil Conservation Service. Soil Survey Staff.** 1975. **Soil taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys.** Washington D. C., USDA. 754p (Agriculture Handbook, 436).
- FERNANDES, J., RIPOLI, T. C., MILLAN, M. **A compactação do solo e a brotação das soqueiras.** Inf. Alcool e Açúcar, 1984. v. 34, p. 12-17.
- FIALHO, J. F., BORGES, A. C., BARROS, N. F. **Cobertura vegetal e as características químicas e físicas e atividades da microbiota de um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico.** Campinas, SP, R. bras. Ci. Solo, 1991.v. 15, p. 21-28.
- FIDERJ. **Oportunidades Agroindustriais: localização e identificação; mapas.** Rio de Janeiro, 1978. 43p.

- FONSECA, O. O. M. **Caracterização e classificação de solos latossólicos e podzólicos desenvolvidos nos sedimentos do Terciário no litoral brasileiro.** Itaguaí, RJ, 1986. 185p. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1986.
- FREIRE, L. R., ALMEIDA, D. L. de. **Recomendações de nutrientes.** In: DE POLLI, H. (coord.). **Manual de Adubação do Estado do Rio de Janeiro.** Itaguaí: Ed. da UFRRJ 1988. 179p.
- FUNDENOR. **Relatório sobre desenvolvimento do setor agropecuário no Norte Fluminense – Levantamento pedológico.** Campos: FUNDENOR-ITALCONSULT, 1970. 74p.
- GEIGER, P. P. **A região setentrional da baixada fluminense.** R. bras. de Geografia, a. 18, n. 1, 1956.
- GOMES, JR., R. N. **Degradação dos solos dos tabuleiros costeiros cultivados com cana-de-açúcar.** In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 25. Viçosa, MG, 1995. Anais... Viçosa: SBCS, 1995.
- GRANATSTEIN, D. e BEZDICEK, D. F. **The need for a soil quality index: Local and regional perspectives.** Am. J. Alter. Agri., v. 7, p. 12-16. 1992.
- GUERRA, A. J. T. **Processos erosivos nas encostas.** In: GUERRA, A.J.T., CUNHA, S.B. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995. 149 p.
- HEYNES, J. L. **Uso agrícola dos tabuleiros costeiros do Nordeste do Brasil, um exame das pesquisas.** Recife: SUDENE, 1970. 139p.
- IAA/Sondotécnica. **Instituto do Açúcar e do Álcool. Sondotécnica Engenharia de Solos** S.A. Projeto de irrigação e drenagem da cana-de-açúcar na região Norte Fluminense. IAA/Sondotécnica, Estudos e levantamentos pedológicos; estudos de climatologia; relatório de reconhecimento; relatório técnico setorial. 1983.
- IBGE. **Censo Agropecuário.** Disponível na internet (<http://www.sidra.ibge.gov.br>). 1996.
- IBGE. **Indicadores Conjunturais / Agropecuária / Produção Agrícola.** Disponível na internet (www.ibge.gov.br). 2000.

- INPE/DRM. Mapa geológico do Estado do Rio de Janeiro. Baseado em imagens MSS do satélite Landsat-1. Escala 1: 500.000. São Paulo: Instituto de Pesquisas Espaciais. Departamento de Recursos Minerais, 1976.
- JACOMINE, P. K. T. **Distribuição geográfica, características e classificação dos solos coesos dos tabuleiros costeiros.** In: NOGUEIRA, L. R. Q., NOGUEIRA, L. C. (ed). **Reunião Técnica Sobre Solos Coesos dos Tabuleiros Costeiros.** Anais... Cruz das Almas: EAUFBA/GVFBA, EMBRAPA/CNPMF, 1996. p.13-26.
- _____. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos: Evolução, Estruturação e Definição das classes em 1º nível.** In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 27. Brasília, DF. 1999. Anais... Brasília: SBCS, 1999. 4p. (Palestra apresentada).
- _____. **Conceituação sumária de classes de solos abrangidas na legenda de solos no Estado do Rio de Janeiro.** In: I Reunião de Classificação, Correlação e Interpretação da Aptidão Agrícola de Solos. Anais... Rio de Janeiro: EMBRAPA/SNLCS, 1979. 276p.
- _____. **Fragipans em solos de “tabuleiros”: características, gênese e implicações no uso agrícola.** Tese (Livre Docência) – Universidade Federal de Pernambuco. Recife, PE. 1974. 113f.
- KARLEN, D. L., EASH, N. S., UNGER, P. W. **Soil and crop management effects on soil quality indicators.** Am. J. Altr. Agri., v. 7, p. 48-55. 1992.
- KARLEN, D. L., MAUSBACH, J. W., DORAN, R.G. et al. **Soil Quality: A concept, definition, and framework for evaluation.** Soil Sci. Soc. Am. J., v. 61, p. 410. 1997.
- LAL, R. **Soil structure and sustainability.** J. Sustainable Agri. v. 1, p. 67-92. 1991.
- LAMEGO, A. R. **A bacia de Campos na geologia litorânea do petróleo.** Rio de Janeiro: Departamento Nacional de Produção Mineral. Divisão de Geologia e Mineralogia, 1944. 60p. (Boletim, 113).
- _____. **Geologia das quadrículas de Campos, São Tomé, Lagoa Feia e Xexé.** Rio de Janeiro: Departamento Nacional de Produção Mineral. Divisão de Geologia e Mineralogia, 1955. 60p. (Boletim, 154).

- LARSON, W. E., F. J. PIERCE. **The dynamics of soil quality as a measure of sustainable management.** In: J.W. DORAN, COLEMAN, D.C., BEZDICEK, D.F. et al. **Defining soil quality for a sustainable environment.** SSSA Spec. Publ. 35. SSSA, Madison, WI, 1994. p37-51.
- LEMOS, R. C. de, SANTOS, R. D. dos. **Manual de descrição e coleta de solo no campo.** 3.ed. Campinas : Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996. 83p.
- LINN, D. M., DORAN, J. W. **Aerobic and anaerobic microbial populations in no-till and plowed soils.** Soil Sci. Soc. Am. J., v. 48, p. 794-799. 1984.
- LUCAS, Y., CHAUVEL, A., BOULET, R. et al. **Transição Latossolos-Podzóis sobre a Formação Barreiras na região de Manaus, Amazônia.** R. bras. Ci. Solo, v. 8, p. 325-335. 1984.
- MANZATTO, C. V. **Pedogênese toposequencial de solos desenvolvidos de sedimentos do Terciário no Norte Fluminense: um subsídio ao manejo agrícola racional.** Campos dos Goytacazes, RJ, 1998, 196f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense, 1998.
- MATOSO, S. de Q., ROBERTSON, F. S. **Uso geológico do termo Barreiras.** Rio de Janeiro: Petrobrás, 1959. a. 2, n. 3, p. 37-42. (Boletim Técnico).
- MELO, F. J. R. de, SANTOS, M. C. dos. **Micromorfologia e mineralogia de dois solos de tabuleiro costeiros de Pernambuco.** R. bras. Ci. Solo, Campinas, v. 20, p. 99-108. 1996.
- MENDONZA, H. N. S., LIMA, E., ANJOS, L. H. C. et al. **Propriedades químicas e biológicas de solo de tabuleiro cultivado com cana-de-açúcar com e sem queima da palhada.** R. bras. Ci. Solo, Viçosa, v. 24, p. 201-207. 2000.
- MENDONZA, H. N. S. **Efeitos de sistemas de colheita dos canaviais sobre propriedades químicas e biológicas em solo de tabuleiro no Espírito Santo.** Seropédica, RJ, 1996, 113p. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1996.

- MILLER, W. P., BAHARUDDIN, M. K. Relationship of soil dispersibility to infiltration and erosion of southeastern soils. *Soil Sci.*, v. 142, p. 235-240. 1986.
- MONIZ, A. C. *Evolução de Conceitos no Estudo da Gênese de Solos*. Revisão de Literatura. R. bras. Ci. Solo, Campinas, v. 20, p. 349-362. 1996.
- MORGADO, I. F., VIEIRA, J. R. *Características da região canavieira do Norte Fluminense*. Campos dos Goytacazes: UFRRJ. Campos Dr. Leonel Miranda, 1999. p. 7-13. (Boletim Técnico, n. 12).
- NOGUEIRA, L. R. Q., NOGUEIRA, L. C. ed. *Pesquisa e desenvolvimento para os tabuleiros costeiros*. In: Reunião técnica sobre solos coesos dos tabuleiros costeiros. Cruz das Almas, EAUFBA/GVFBA, EMBRAPA/CNPMF, 1996. 80p.
- OLIVEIRA, A. I., LEONARDOS, O. H. *Geologia do Brasil*. Rio de Janeiro: Serviço de Informação Agrícola. Ministério da Agricultura, 1943. 813p.
- OLIVEIRA, J. B., JACOMINE, P. K. T., CAMARGO, M. N. *Classes gerais de solos do Brasil: guia auxiliar para seu reconhecimento*. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 201p.
- OLIVEIRA, L. B. de, DANTAS, H. da S., CAMPELO, A. B. et al. Caracterização de adensamento no subsolo de uma área de "tabuleiro" da Estação Experimental de Curado, Recife. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Rio de Janeiro, v. 3, p. 207-214, 1968.
- PAPENDICK, R. I., PARR, J. F. *Soil quality. The key to a sustainable agriculture*. Am. J. Altern. Agric. v. 7, p. 2-3, 1992.
- PARR, J. F., PAPENDICK, R. I., HORNICK, S. B. et al. *Soil quality: Attributes and relationship to alternative and sustainable agriculture*. Am. J. Alter. Agric., v. 7, p. 5-11, 1992.
- PEREIRA, M. G. *Fe, Al e Mn extraíveis como índices de pedogênese e adsorção de fósforo em solos do Estado do Rio de Janeiro*. Seropédica, RJ, 1996, 230f. Tese (Doutorado em Agronomia – Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1996.

- POJASOK, T., KAY, B. D. Assessment of a combination of wet sieving and turbidimetry to characterize the structural stability of moist aggregates. *Can. J. Soil Sci.*, v. 70, p. 33-42, 1990.
- RADAMBRASIL. Ministério de Minas e Energia. Projeto RADAMBRASIL. Levantamento de Recursos Naturais, vol. 32, Rio de Janeiro. 1983. 775p.
- _____. Levantamento de Recursos Naturais, vol. 4, Rio de Janeiro. 1974. 450p.
- RESENDE, M., CURI, N., REZENDE, S. B. de. et al. *Pedologia: Base para distinção de ambientes*. 3. ed. – Viçosa: NEPUT, 1999. 338p. : il.
- REUNIÃO..., *Reunião de classificação e interpretação de aptidão agrícola dos solos*, 1., 1979, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: Embrapa-SNLCS/Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1979a. 276p.
- REUNIÃO..., *Reunião Técnica de Levantamento de Solos*, 10., 1979, Rio de Janeiro. Súmula. Rio de Janeiro: Embrapa-SNLCS, 1979b, 83p. (Série Miscelânea, 1).
- REZENDE, J. de O. *Apresentação*. In: NOGUEIRA, L. R. Q., NOGUEIRA, L. C. (ed). *Reunião Técnica Sobre Solos Coesos dos Tabuleiros Costeiros*. Anais... Cruz das Almas: EAUFBA/GVFBA, EMBRAPA/CNPMF, 1996.
- _____. *Conseqüências da aplicação de vinhaça sobre algumas propriedades físicas de um solo Aluvial (estudo de um caso)*. Piracicaba: ESALQ/USP, 1979. 112p. Tese (Doutorado em Agronomia - Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade de São Paulo, 1979.
- _____. *Solos Coesos dos Tabuleiros Costeiros: limitações agrícolas e manejo*. Salvador: SEAGRI-SPA. 2000. 117p.
- RIBEIRO, L. P. *Gênese, evolução e degradação dos solos amarelos coesos dos tabuleiros costeiros*. In: NOGUEIRA, L. R. Q. e NOGUEIRA, L. C. (ed.). *Reunião Técnica Sobre Solos Coesos dos Tabuleiros Costeiros*. Anais... Cruz das Almas: EAUFBA/GVFBA, EMBRAPA/CNPMF, 1996. p.27-35.
- _____. *Os Latossolos Amarelos do Recôncavo Baiano: gênese, evolução e degradação*. ed. Salvador: Seplantec – CADCT, 1998. 99p.

- _____. Primeira avaliação sobre a gênese de solos coesos da região de Cruz das Almas-BA. In: "Table Ronde: Organization, dynamique interne de la couverture pedologique et so importance pour la comprehension de la morfogenese". Caen, France. 1991.
- SÁ, J. H. da S. Contribuição à geologia dos sedimentos terciários e quaternários da região Bragantina, Estado do Pará. Rio de Janeiro: UFRJ. Instituto de Geociências, 1969. (Boletim Geológico, n. 3).
- SANDERS, D. W. International activities in assessing and monitoring soil degradation. Am J. Alter. Agri., v. 7, p. 17-24, 1992.
- SANTANA, D. P., BAHIA FILHO, A. F. Soil Quality and agricultural sustainability in the Brazilian cerrado. In: World Congress of Soil Science, 16HT, 1998. Anales... Montpellier: International Society of Soil Science, 1998.
- SETZER, J. Os solos dos grupos 17 e 18. São Paulo: Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo. Dep. Prod. Vegetal., 1949. 43p. (Boletim de Agricultura).
- SILVA, A. C. O grupo Barreiras na região de Natal. Natal: UFRN. Instituto de Antropologia, 1965. 4p. (Relatório e comunicação. Geologia, 1).
- SILVA, A. C., MABESOONE, J. M., BEURLEN, K. Estratigrafia do grupo Barreiras nos Estados do Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco. R. da Associação dos Geólogos de Pernambuco, Recife, v. 2, p. 1-3, 1971.
- SILVA, A. J. N. da, RIBEIRO, M. R. Caracterização de Latossolo Amarelo sob cultivo contínuo de cana-de-açúcar no estado de Alagoas: atributos morfológicos e físicos. R. bras. Ci. Solo, Viçosa-MG, v. 21, p. 677-684, 1997.
- _____. Caracterização de um Latossolo Amarelo sob cultivo contínuo de cana-de-açúcar no Estado de Alagoas: propriedades químicas. R. bras. Ci. Solo, v. 22, p. 291-299, 1998.
- SILVA, J. M. L. da. Caracterização e classificação de solos do Terciário no nordeste do Estado do Pará. Itaguaí, RJ, 1989, 180f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1989.

- SILVA, L. A. da. **Efeitos da renovação do canavial com diferentes sistemas de colheita, sobre as propriedades químicas do solo, crescimento da cultura e acúmulo de nitrogênio em cana de primeira soca.** Seropédica, RJ, 2000, 138f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2000.
- SILVA, M. L. P. da. **Estudo de uma seqüência de solos derivados da Formação Barreiras e do embasamento cristalino no Recôncavo baiano.** Salvador, 1980, 147f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias – Manejo e Conservação dos recursos Naturais Solo e Água) – Universidade Federal da Bahia, 1980.
- SILVA, M. S. L., RIBEIRO, M. R. **Influência do cultivo contínuo de cana-de-açúcar em propriedades morfológicas e físicas de solos argilosos de tabuleiro no Estado de Alagoas.** R. bras. Ci. Solo, v. 16, p. 397-402, 1992.
- SOMBROEK, W. G. **Amazon soils: a reconnaissance of the soil of Brazilian Amazon region.** Wageningen: PUDOC-Centre for Agricultural Publications and Documentation, 1966. 292p. (Agricultural Research Reports, 672).
- SOUZA, L. da S. Uso e manejo dos solos coesos dos tabuleiros costeiros. In: NOGUEIRA, L. R. Q. e NOGUEIRA, L. C. (ed.). **Reunião Técnica Sobre Solos Coesos dos Tabuleiros Costeiros. Anais...** Cruz das Almas: EAUFBA/GVFBA, 1961. 151p.
- STERN, R., EISENBERG, B. E., LAKER, M. C. Correlation between micro-aggregate stability and soil surface susceptibility to runoff and erosion. S. Afric. J. Plant Soil, v.8, p. 136-140, 1991.
- THURLER, A. de M., RAMALHO, J. F. G. P., MORGADO, I. F. **Conservação do solo e práticas culturais.** In: **Tecnologia canavieira nas regiões Norte Fluminense e Sul do Espírito Santo.** UFRRJ / Indústrias Sucroalcooleiras do Estado do Rio de Janeiro e Sul do Espírito Santo. Boletim Técnico nº 12. p. 40-49. 1999.
- TISDALL, J. M. & OADES, J. M. **Organic matter and water-stable aggregates in soils.** J. Soil Sci., v. 33, p. 141-163, 1982.

TOMÉ JR., J. B. **Manual para interpretação de análise de solo.** Guaíba: Agropecuária, 1997. 247p.

Universidade Federal de Viçosa. **Caracterização de solos e avaliação dos principais sistemas de manejo dos Tabuleiros Costeiros do Baixo Rio Doce e da Região Norte do Estado do Espírito Santo e sua interpretação para uso agrícola.** Convênio Nº 545-81, Viçosa: Companhia Vale do Rio Doce, Universidade Federal de Viçosa, 1984. 153p.

. **Levantamento exploratório, com intensidade, de solos do Centro-Oeste do Estado do Pará.** Viçosa, MG, 1979. 266p.

VIEIRA, S. **Estatística Experimental.** 2^a ed. Atlas, 1999. 185p.

ZANGRANDE, M. B. **Caracterização e interpretação para uso de um Podzólico Vermelho-Amarelo abrúptico dos Platôs Litorâneos do Norte do Estado do Espírito Santo.** Viçosa, MG, 1985, 68f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, 1985.

8 – APÊNDICES

APÊNDICE I – Quadro resumo da caracterização dos solos modais das classes dos LATOSSOLO AMARELO (LA) e ARGISSOLO AMARELO (PA) da região Norte Fluminense, RJ.

Neste trabalho foram observadas propriedades de 100 perfis de solos, correspondentes às classes LA (59 perfis) e PA AMARELO (41 perfis). Os dados foram apresentados em histogramas, no corpo da tese, e nas colunas abaixo. Os números entre parênteses indicam a freqüência relativa observada, sendo citados os valores aproximados das duas maiores freqüências.

PROPRIEDADES OBSERVADAS	LATOSSOLO AMARELO MODAL	ARGISSOLO AMARELO MODAL
Uso do solo	cana (90) e pastagem (7)	cana (90) e pastagem (7)
Posição da encosta	terço superior (42) e terço médio (41)	terço superior (49) e terço médio (34)
Classe de relevo local	suave ondulado (70) e plano (22)	suave ondulado (71) e plano (27)
Classe de drenagem	bem drenado (85) e moderadamente drenado (8)	bem drenado (83) e moderadamente drenado (7)
Seqüência de Horizontes	Ap-BA-Bw1 (59) e Ap-Bw1 (22)	A-BA-Bt1 (73) e A-Bt1 (15)
Espessura do Horizonte A	de 20 a 40 cm (70) e < 20 cm (22)	de 20 a 40 cm (61) e < 20 cm (32)
Classe textural do horizonte A diagnóstico	franco-argiloarenosa (58) e franco-arenosa (19)	franco-argiloarenosa (44) e franco-arenosa (32)
Classe textural do horizonte B diagnóstico	franco-argiloarenosa (43) e argiloarenosa (42)	argiloarenosa (61) e argila (22)
Matiz, Valor e Croma do Horizonte A diagnóstico	Matiz: 10YR (95) e 7,5YR (3)	Matiz: 10YR (93) e 7,5YR (7)
	Valor: 3 (42) e 4 (41)	Valor: 3 (49) e 4 (37)
	Croma: 2 (68) e 3 e 4 (12)	Croma: 2 (73) e 3 (15)

Continua...

Continuação do Apêndice I

Matiz, Valor e Croma do Horizonte B diagnóstico	Matiz: 10YR (88) e 7,5YR (10)	Matiz: 10YR (83) e 7,5YR (17)
	Valor: 5 (83) e 4 (10)	Valor: 5 (86) e 6 (12)
	Croma: 6 (39) e 4 (37)	Croma: 6 (56) e 4 (29)
Valor T do horizonte A diagnóstico	de 4 a 6 cmol _c kg ⁻¹ (63) e < 4 cmol _c kg ⁻¹ (22)	de 4 a 6 cmol _c kg ⁻¹ (50) e < 4 cmol _c kg ⁻¹ (34)
Valor T do horizonte B diagnóstico	de 2,5 a 4,5 cmol _c kg ⁻¹ (60) e de 4,5 a 5,5 cmol _c kg ⁻¹ (18)	de 4 a 5 cmol _c kg ⁻¹ (49) e < 4 cmol _c kg ⁻¹ (29)
CTC da argila do horizonte B diagnóstico	de 10 a 17 cmol _c kg ⁻¹ (51) e < 10 cmol _c kg ⁻¹ (27)	> 10 cmol _c kg ⁻¹ (65) e < 10 cmol _c kg ⁻¹ (35)
Soma de bases do horizonte A diagnóstico	< 2,5 cmol _c kg ⁻¹ (73) e > 2,5 cmol _c kg ⁻¹ (27)	< 2,5 cmol _c kg ⁻¹ (80) e > 2,5 cmol _c kg ⁻¹ (20)
Soma de bases do horizonte B diagnóstico	< 2,5 cmol _c kg ⁻¹ (84) e > 2,5 cmol _c kg ⁻¹ (16)	< 2,5 cmol _c kg ⁻¹ (86) e > 2,5 cmol _c kg ⁻¹ (14)
Valor V% do horizonte A diagnóstico	< 35% (39) e de 35 a 50% (34)	< 35% (41) e de 35 a 50% (36)
Valor V% do horizonte B diagnóstico	< 35% (56) e de 35 a 50% (22)	< 35% (45) e de 35 a 50% (33)
Saturação por alumínio do horizonte A diagnóstico	< 11% (52) e de 11 a 33% (29)	de 11 a 33% (48) e < 11% (37)

Continua...

Continuação do Apêndice ISaturação por alumínio do horizonte B

diagnóstico
 $< 24\% \text{ (48) e}$

de 24 a 36% (15)

de 4,3 a 5,3 (48) e

de 5,4 a 6,5 (42)

de 4,3 a 5,3 (59) e

de 5,4 a 6,5 (24)

$< 0,6 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ (81) e

$> 0,6 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ (19)

$< 0,6 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ (59) e

$> 0,6 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ (41)

$< 6 \text{ a } 12 \text{ g kg}^{-1}$ (53) e

de 12 a 20 g kg⁻¹ (14)

$< 4 \text{ g kg}^{-1}$ (45) e

de 4 a 6 g kg⁻¹ (31)

$< 10 \text{ mg kg}^{-1}$ (75) e

$> 10 \text{ mg kg}^{-1}$ (25)

$< 10 \text{ mg kg}^{-1}$ (94) e

$> 37 \text{ mg kg}^{-1}$ (6)

$< 43\% \text{ (53) e}$

de 43 a 58% (32)

de 4,3 a 5,3 (70) e

de 5,4 a 6,5 (22)

de 4,3 a 5,3 (72) e

de 5,4 a 6,5 (15)

$< 0,6 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ (93) e

$> 0,6 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ (7)

$> 0,6 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ (58) e

$< 0,6 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ (42)

de 6 a 12 g kg⁻¹ (70) e

de 12 a 20 g kg⁻¹ (17)

$< 4 \text{ g kg}^{-1}$ (52) e

de 4 a 6 g kg⁻¹ (38)

$< 10 \text{ mg kg}^{-1}$ (75) e

$> 10 \text{ mg kg}^{-1}$ (25)

$< 10 \text{ mg kg}^{-1}$ (100)

Teor de alumínio do horizonte A

diagnóstico
 $< 24\% \text{ (48) e}$

de 24 a 36% (15)

de 4,3 a 5,3 (48) e

de 5,4 a 6,5 (42)

de 4,3 a 5,3 (59) e

de 5,4 a 6,5 (24)

$< 0,6 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ (81) e

$> 0,6 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ (19)

$< 0,6 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ (59) e

$> 0,6 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ (41)

de 6 a 12 g kg⁻¹ (53) e

de 12 a 20 g kg⁻¹ (14)

$< 4 \text{ g kg}^{-1}$ (45) e

de 4 a 6 g kg⁻¹ (31)

$< 10 \text{ mg kg}^{-1}$ (75) e

$> 10 \text{ mg kg}^{-1}$ (25)

$< 10 \text{ mg kg}^{-1}$ (94) e

$> 37 \text{ mg kg}^{-1}$ (6)

Teor de carbono orgânico do horizonte B

diagnóstico
 $< 24\% \text{ (48) e}$

de 24 a 36% (15)

de 4,3 a 5,3 (48) e

de 5,4 a 6,5 (42)

de 4,3 a 5,3 (59) e

de 5,4 a 6,5 (24)

$< 0,6 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ (81) e

$> 0,6 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ (19)

$< 0,6 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ (59) e

$> 0,6 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ (41)

de 6 a 12 g kg⁻¹ (53) e

de 12 a 20 g kg⁻¹ (14)

$< 4 \text{ g kg}^{-1}$ (45) e

de 4 a 6 g kg⁻¹ (31)

$< 10 \text{ mg kg}^{-1}$ (75) e

$> 10 \text{ mg kg}^{-1}$ (25)

$< 10 \text{ mg kg}^{-1}$ (94) e

$> 37 \text{ mg kg}^{-1}$ (6)

Teor de carbono orgânico do horizonte A

diagnóstico
 $< 24\% \text{ (48) e}$

de 24 a 36% (15)

de 4,3 a 5,3 (48) e

de 5,4 a 6,5 (42)

de 4,3 a 5,3 (59) e

de 5,4 a 6,5 (24)

$< 0,6 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ (81) e

$> 0,6 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ (19)

$< 0,6 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ (59) e

$> 0,6 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ (41)

de 6 a 12 g kg⁻¹ (53) e

de 12 a 20 g kg⁻¹ (14)

$< 4 \text{ g kg}^{-1}$ (45) e

de 4 a 6 g kg⁻¹ (31)

$< 10 \text{ mg kg}^{-1}$ (75) e

$> 10 \text{ mg kg}^{-1}$ (25)

$< 10 \text{ mg kg}^{-1}$ (94) e

$> 37 \text{ mg kg}^{-1}$ (6)

Teor de fósforo do horizonte B

diagnóstico
 $< 24\% \text{ (48) e}$

de 24 a 36% (15)

de 4,3 a 5,3 (48) e

de 5,4 a 6,5 (42)

de 4,3 a 5,3 (59) e

de 5,4 a 6,5 (24)

$< 0,6 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ (81) e

$> 0,6 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ (19)

$< 0,6 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ (59) e

$> 0,6 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ (41)

de 6 a 12 g kg⁻¹ (53) e

de 12 a 20 g kg⁻¹ (14)

$< 4 \text{ g kg}^{-1}$ (45) e

de 4 a 6 g kg⁻¹ (31)

$< 10 \text{ mg kg}^{-1}$ (75) e

$> 10 \text{ mg kg}^{-1}$ (25)

$< 10 \text{ mg kg}^{-1}$ (94) e

$> 37 \text{ mg kg}^{-1}$ (6)

Teor de fósforo do horizonte A

diagnóstico
 $< 24\% \text{ (48) e}$

de 24 a 36% (15)

de 4,3 a 5,3 (48) e

de 5,4 a 6,5 (42)

de 4,3 a 5,3 (59) e

de 5,4 a 6,5 (24)

$< 0,6 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ (81) e

$> 0,6 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ (19)

$< 0,6 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ (59) e

$> 0,6 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ (41)

de 6 a 12 g kg⁻¹ (53) e

de 12 a 20 g kg⁻¹ (14)

$< 4 \text{ g kg}^{-1}$ (45) e

de 4 a 6 g kg⁻¹ (31)

$< 10 \text{ mg kg}^{-1}$ (75) e

$> 10 \text{ mg kg}^{-1}$ (25)

$< 10 \text{ mg kg}^{-1}$ (94) e

$> 37 \text{ mg kg}^{-1}$ (6)

APÊNDICE II – Caracterização dos perfis de solo em áreas sob cobertura de mata secundária, pastagem e com cultivo de cana-de-açúcar, no município de Campos dos Goytacazes, RJ.

Perfil P1 (LA – Mata) - Descrição Geral e Características Morfológicas

Classificação – LATOSSOLO AMARELO Coeso típico A moderado textura argilosa fase floresta tropical subcaducifólia relevo plano.

Data: 12/1999.

Localização – Fazenda Bela Vista, Município de Campos dos Goytacazes-RJ. Seguir pela BR-101 em direção a Travessão de Campos – São Francisco de Paula. Em sentido a São Francisco de Paula, atravessar a linha de trem e seguir pela estrada RJ-224 por ±4 km, entrar a direita em estrada vicinal (1.200 m). Coordenadas: 21°36,507' S e 41°17,002' W Gr.

Situação e declive no perfil – Trincheira em topo de elevação, com declive de 0-2%.

Material originário e Cronologia – Sedimentos argilo-arenosos da Formação Barreiras, Terciário.

Pedregosidade e rochosidade – Ausentes.

Relevo local – Plano.

Relevo regional – Plano e suave ondulado de topos arredondados, vertentes côncavas e vales abertos.

Erosão – Laminar ligeira.

Drenagem – Bem drenado.

Vegetação primária – Floresta tropical subcaducifólia.

Uso atual – Mata secundária remanescente pouco densa.

Descrito e coletado por – Anjos, L.H.C.; Pereira, M.G.; Nascimento, G.B. do e Souza,

M.R.P.F.

Descrição Morfológica

A1 – 0-10 cm, bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2, úmido) e bruno-acinzentado (10YR 5/2, seco); franco-argiloarenosa; moderada pequena granular; macia, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e plana.

A2 – 10-21 cm, bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2, úmido) e bruno-acinzentado (10YR 5/3, seco); franco-argiloarenosa; moderada pequena granular e blocos subangulares; ligeiramente duro, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e plana.

AB – 21-32 cm, bruno (10YR 5/3, úmido) e bruno-claro-acinzentado (10YR 6/3, seco), com mosquedo pouco pequeno e difuso bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2, úmido); argiloarenosa; moderada pequena granular e blocos subangulares; ligeiramente duro, friável, plástico e ligeiramente pegajoso; fracamente coeso; transição clara e plana.

BA – 32-54 cm, bruno-amarelado (10YR 5/4); argiloarenosa; moderada pequena e média blocos subangulares; ligeiramente duro, firme, plástico e ligeiramente pegajoso; moderadamente coeso; transição difusa e plana.

Bw1 – 54-81 cm, bruno-amarelado (10YR 5/4); argiloarenosa; moderada média e pequena blocos subangulares; ligeiramente duro, friável, plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana.

Bw2 – 81-119 cm, bruno-amarelado-escuro (10YR 4/6); argiloarenosa; moderada média e pequena blocos subangulares e angulares; ligeiramente duro, muito friável, plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa e plana.

Bw3 – 119-164⁺ cm, bruno-amarelado-escuro (10YR 4/6), com mosqueado pouco pequeno e difuso bruno-amarelo-escuro (10YR 4/4); argiloarenosa; fraca pequena blocos subangulares e moderada muito pequena granular; ligeiramente duro, muito friável, plástico e ligeiramente pegajoso.

Obs.: Perfil descrito em dia chuvoso;
Raízes comuns finas e grossas em A1, A2 e AB; poucas finas e médias nos demais horizontes;
Presença de câmaras de cupins e formigas nos horizontes AB e BA; carvão em todos os horizontes, exceto A1 e Bw3;
Parte da mata foi queimada recentemente.

Análise Mineralógica

A1 **Areia grossa** – 97% de quartzo; 1% de carvão + detritos; 1% de nódulos / concreções ferruginosas marrons avermelhadas e amareladas; 1% de ilmenita + turmalina + rutilo; traços de leucoxênio, sillimanita, anfibólio alterado e magnetita nas concreções.

Areia fina – 96% de quartzo; 2% de ilmenita + turmalina + rutilo; 1% de biotita alterada; 1% de carvão + detritos; 1% de nódulos / concreções ferruginosas marrons avermelhadas e amareladas; traços de sillimanita, epidoto, zircão, leucoxênio, anfibólio alterado e magnetita nas concreções.

BA **Areia grossa** – 65% de quartzo; 30% de nódulos argilosos cinza a cinza escuros (*); 3% de carvão + detritos; 2% de nódulos / concreções ferruginosas marrons avermelhadas e amareladas; traços de ilmenita.
Areia fina – 58% de quartzo; 35% de nódulos argilosos cinza a cinza escuros (*); 3% de carvão + detritos; 2% de nódulos / concreções ferruginosas marrons avermelhadas e amareladas; traços de sillimanita, zircão, leucoxênio e biotita alterada.

Obs.: * - Problemas na preparação da amostra.

Bw1 **Areia grossa** – 97% de quartzo; 1% de carvão + detritos; 1% de nódulos / concreções ferruginosas marrons avermelhadas e amareladas; 1% de ilmenita + turmalina; traços de sillimanita, rutilo, epidoto, leucoxênio, magnetita nas concreções e nódulos argilosos, cinza.
Areia fina – 96% de quartzo; 2% de ilmenita + turmalina + rutilo; 1% de carvão + detritos; 1% de nódulos / concreções ferruginosas e ferri-argilosas marrons avermelhadas e amareladas; traços de sillimanita, epidoto, leucoxênio, magnetita nas concreções e nódulos argilosos, cinza.

Perfil P1 (LA – Mata) – Análises Físicas e Químicas

Horizonte		Frações da amostra total %			Composição granulométrica da terra fina (dispersão com NaOH / calgon) g/kg				Argila dispersa em água g/kg	Grau de Flocul. %	<u>silte</u> argila	Densidade kg/dm ³	Poros. cm ³ / 100cm ³	
Símbolo	Profund. cm	Calhaus > 20 mm	Cascalho 20-2 mm	Terra fina < 2mm	Areia grossa 2-0,20 mm	Areia fina 0,20-0,05 mm	Silte 0,05-0,002 mm	Argila < 0,002 mm				Solo	Particula	
A1	0 – 10	-	-	100	433	200	77	290	50	83	0,27	1,29	2,76	53
A2	10 – 21	-	-	100	358	230	78	334	70	79	0,23	1,43	2,73	48
AB	21 – 32	-	-	100	346	213	78	363	90	75	0,21	1,62	2,80	42
BA	32 – 54	-	-	100	315	195	86	404	140	65	0,21	1,56	2,69	42
Bw1	54 – 81	-	-	100	312	196	61	431	180	58	0,4	1,48	2,80	47
Bw2	81 – 119	-	-	100	300	190	57	453	170	62	0,13	1,44	2,76	48
Bw3	119 – 164+	-	-	100	310	167	36	487	190	61	0,07	1,40	2,76	49
Horiz.	pH (1:2,5)		Complexo sortivo cmolc/kg								Valor V	$\frac{100Al^{3+}}{S+Al^{3+}}$ % (sat. de bases) %	P ass. mg/kg	
	Água	KCl 1N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S (soma)	Al ³⁺	H	Valor T (soma)				
A1	4,0	3,6	0,5	0,6	0,12	0,00	1,22	0,7	5,5	7,4	16	36	4	
A2	4,1	3,6	0,3	0,5	0,05	0,00	0,85	0,9	4,3	6,0	14	51	1	
AB	4,1	3,8	0,3	0,4	0,02	0,01	0,73	0,9	3,4	5,0	15	55	1	
BA	4,0	3,7	0,3	0,3	0,02	0,01	0,63	1,0	4,1	5,7	11	61	1	
Bw1	4,1	3,9	0,2	0,4	0,01	0,02	0,63	1,0	3,8	5,4	12	61	0	
Bw2	4,0	3,9	0,0	0,4	0,02	0,03	0,45	1,0	2,9	4,3	10	69	1	
Bw3	4,2	3,9	0,0	0,5	0,01	0,04	0,55	0,9	1,8	3,2	17	62	0	
Horiz.	C org. g/kg	N g/kg	C N	Ataque por H ₂ SO ₄ (1:1) - NaOH (0,8%) g/kg						$\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$ (Ki)	$\frac{SiO_2}{R_2O_3}$ (Kr)	$\frac{Al_2O_3}{Fe_2O_3}$	Fe ₂ O ₃ livre g/kg	Equiv. CaCO ₃ g/kg
				SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO					
A1	15,92			86	100	19	8,4	-	-	1,46	1,30	8,26		
A2	13,16			119	121	23	9,8	-	-	1,67	1,49	8,26		
AB	7,29			127	131	27	10,6	-	-	1,65	1,46	7,62		
BA	5,79			130	139	28	11,0	-	-	1,59	1,41	7,79		
Bw1	5,72			141	149	29	11,7	-	-	1,61	1,43	8,07		
Bw2	5,54			153	161	30	11,7	-	-	1,62	1,44	8,43		
Bw3	3,15			151	170	31	12,3	-	-	1,51	1,35	8,61		
Horiz.	$\frac{100 Na^+}{T}$ %	Pasta saturada		Sais solúveis (extrato 1:5) ← cmolc/kg de TF →								Constantes hídricas g/100g		
		C.E. do extrato mS/cm 25°C	Água %	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Umidade 0,033 Mpa	Umidade 1,5 MPa	Água dispon. Máxima
A1	0													
A2	0													
AB	<1													
BA	<1													
Bw1	<1													
Bw2	<1													
Bw3	1,2													

Relação textural: 1,3

Perfil P2 (PA – Mata) - Descrição Geral e Características Morfológicas

Classificação – ARGISSOLO AMARELO Distrófico abrúptico A moderado textura argilosa/média fase floresta tropical subcaducifólia relevo plano.

Data: 12/1999.

Localização – Fazenda Bela Vista, Município de Campos dos Goytacazes-RJ. Seguir pela BR-101 em direção a Travessão de Campos – São Francisco de Paula. Em sentido a São Francisco de Paula, atravessar a linha de trem e seguir pela estrada RJ-224 por ±4 km, entrar a direita em estrada vicinal (1.200 m). Coordenadas: 21°35,163' S e 41°17,079' W Gr.

Situação e declive no perfil – Trincheira em terço inferior de elevação, com declive de 3-7%.

Material originário e Cronologia – Sedimentos argilo-arenosos da Formação Barreiras, Terciário.

Pedregosidade e rochosidade – Ausentes.

Relevo local – Suave ondulado.

Relevo regional – Plano e suave ondulado de topos arredondados, vertentes côncavas e vales abertos.

Erosão – Ausente.

Drenagem – Moderadamente drenado.

Vegetação primária – Floresta tropical subcaducifólia.

Uso atual – Mata secundária remanescente.

Descrito e coletado por – Anjos, L.H.C.; Pereira, M.G.; Nascimento, G.B. do e Souza, M.R.P.F.

Descrição Morfológica

A1 – 0-20 cm, bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2, úmido) e cinzento (10YR 5/1, seco); franco-arenosa; moderada pequena e média granular; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e plana.

A2 – 20-29 cm, bruno-acinzentado-escuro (10YR 3/4, úmido) e cinzento-brunado-claro (10YR 6/2, seco), com mosqueado comum pequeno e difuso preto (10YR 2/1, úmido); franco-arenosa; fraca pequena granular; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e plana.

E – 29-38 cm, bruno (10YR 4/3, úmido) e cinzento-brunado-claro (10YR 6/2, seco), com mosqueado comum pequeno e difuso bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2, úmido); franco-arenosa; fraca pequena blocos subangulares; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição abrupta e plana.

Bt1 – 38-62 cm, bruno (10YR 4/3), com mosqueado pouco pequeno e distinto bruno-forte (7,5YR 4/6); franco-argiloarenosa; moderada média e pequena blocos subangulares; duro, friável, plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana.

Bt2 – 62-86 cm, bruno-amarelado-escuro (10YR 4/4), com mosqueado pouco pequeno e distinto bruno-forte (7,5YR 5/6); argiloarenosa; moderada média e grande blocos angulares e subangulares; duro, friável, plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana.

Bt3 – 86-124 cm, bruno-forte (7,5YR 5/6), com mosquedo abundante médio e distinto bruno-amarelado (10YR 5/4); argiloarenosa; moderada média e pequena blocos angulares e subangulares; duro, friável, plástico e ligeiramente pegajoso; transição abrupta e ondulada (-120 e -128 cm).

F – 124-141 cm, com petroplintita contínua.

Bw – 141-151⁺ cm, variegado; argiloarenosa; fraca média blocos subangulares; duro, muito friável, plástico e ligeiramente pegajoso.

Obs.: Perfil descrito em dia chuvoso;

Raízes: uma raiz secundária grossa em A1, A2 e paralela a superfície no E; muitas raízes finas e médias fasciculadas em A1; comuns finas e médias fasciculadas em A2 e E; poucas e finas em Bt1; e raras e finas em Bt2 e Bt3;

Presença de material concrecionário (petroplintita), esparso em Bt2 e Bt3 (<5%).

Análise Mineralógica

A1 **Areia grossa** – 96% de quartzo; 2% de carvão + detritos; 1% de nódulos / concreções ferruginosas marrons avermelhadas e amareladas; 1% de ilmenita + turmalina; traços de rutilo, leucoxênio e nódulos argilosos, cinza.

Areia fina – 97% de quartzo; 1% de carvão + detritos; 1% de nódulos / concreções ferruginosas marrons avermelhadas e amareladas + nódulos argilosos, rosados; traços de sillimanita, leucoxênio, zircão e magnetita nas concreções.

E **Areia grossa** – 93% de quartzo; 4% de carvão + detritos; 1% de nódulos / concreções ferruginosas e ferri-argilosos marrons avermelhadas e amareladas; 1% de ilmenita + turmalina + rutilo; 1% de nódulos argilosos cinza a cinza escuros; traços de leucoxênio e magnetita nas concreções.

Areia fina – 93% de quartzo; 3% de carvão + detritos; 2% de ilmenita + turmalina + rutilo; 1% de nódulos / concreções ferruginosas e ferri-argilosos marrons avermelhadas e amareladas; 1% de nódulos argilosos cinza a cinza escuros e rosado-amarelado; traços de sillimanita, leucoxênio, epidoto, zircão, e magnetita nas concreções.

Bt1 **Areia grossa** – 98% de quartzo; 1% de carvão + detritos; 1% de nódulos / concreções ferruginosas e ferri-argilosas marrons avermelhadas e amareladas; traços de ilmenita, turmalina, rutilo, leucoxênio e epidoto.

Areia fina – 97% de quartzo; 2% de ilmenita + turmalina + rutilo; 1% de nódulos / concreções ferruginosas e ferri-argilosas marrons avermelhadas e amareladas; traços de sillimanita, leucoxênio, epidoto, zircão e carvão / detritos.

F **Areia grossa** – 96% de quartzo; 1% de carvão + detritos; 1% de nódulos / concreções ferruginosas marrons avermelhadas e amareladas; 1% de ilmenita + turmalina + rutilo; 1% de nódulos argilosos, cinza e amarelado-rosado; traços de epidoto, leucoxênio e anfibólito alterado.

Areia fina – 91% de quartzo; 5% de nódulos argilosos rosados claro amarelado e cinza; 2% de ilmenita + turmalina + rutilo; 2% de nódulos / concreções ferruginosas marrons avermelhadas e amareladas; traços de sillimanita, epidoto, zircão, leucoxênio, feldspato e anfibólito alterado e carvão / detritos.

Petroplintita

Areia grossa – 94% de quartzo; 5% de nódulos / concreções ferruginosas e ferri-argilosas marrons avermelhadas e amareladas e argilo-ferruginosas variegadas; 1% de carvão + detritos; traços de ilmenita, turmalina, rutilo e leucoxênio.

Areia fina – 88% de quartzo; 7% de nódulos / concreções ferruginosas e ferri-argilosas marrons avermelhadas e amareladas e argilo-ferruginosas variegadas; 3% de nódulos argilosos rosados claro amarelado; 2% de ilmenita + turmalina + rutilo; traços de sillimanita, epidoto, zircão, leucoxênio, feldspato alterado e carvão + detritos.

Bw **Areia grossa** – 97% de quartzo; 2% de nódulos / concreções ferruginosas e ferri-argilosas marrons avermelhadas e amareladas e argilo-ferruginosas variegadas; 1% de carvão + detritos; traços de ilmenita, turmalina, rutilo e leucoxênio.

Areia fina – 94% de quartzo; 3% de nódulos / concreções ferruginosas e ferri-argilosas marrons avermelhadas e amareladas e argilo-ferruginosas variegadas; 2% de ilmenita + turmalina + rutilo; 1% de nódulos argilosos rosados claro amarelado; traços de sillimanita, epidoto, zircão, leucoxênio, e carvão + detritos.

Perfil P2 (PA – Mata) – Análises Físicas e Químicas

Horizonte		Frações da amostra total %			Composição granulométrica da terra fina (dispersão com NaOH / calgon) g/kg				Argila dispersa em água g/kg	Grau de Flocul. %	<u>silte</u> argila	Densidade kg/dm ³		Poros. cm ³ / 100cm ³
Símbolo	Profund. cm	Calhaus > 20 mm	Cascalho 20-2 mm	Terra fina < 2mm	Areia grossa 2-0,20 mm	Areia fina 0,20-0,05 mm	Silte 0,05-0,002 mm	Argila < 0,002 mm				Solo	Particula	
A1	0 – 20	-	-	100	515	278	56	151	70	54	0,37	1,53	2,69	43
A2	20 – 29	-	-	100	484	300	60	156	60	62	0,38	1,64	2,69	39
E	29 – 38	-	-	100	457	265	81	197	80	59	0,41	1,78	2,65	33
Bt1	38 – 62	-	-	100	383	240	67	310	170	45	0,22	1,90	2,66	29
Bt2	62 – 86	-	-		376	222	51	351	220	37	0,15	1,87	2,65	29
Bt3	86 – 124	-	-		389	190	53	368	190	48	0,14	1,68	2,69	38
F	124 – 141	-	-		345	164	58	433	240	44	0,13	-	2,60	-
Bw	141 – 151+	-	-		337	146	80	437	260	40	0,18	-	2,64	-
Horiz.	pH (1:2,5)		Complexo sortivo cmol/kg								Valor V (sat. de bases) %	$\frac{100Al^{3+}}{S+Al^{3+}}$ % S+Al ³⁺ %	Pass. mg/kg	
	Água	KCl 1N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S (soma)	Al ³⁺	H	Valor T (soma)				
A1	4,5	4,0	0,6	1,0	0,18	0,01	1,79	0,1	3,0	4,9	37	5	4	
A2	4,5	3,9	0,4	0,6	0,12	0,01	1,13	0,3	2,3	3,7	31	21	2	
E	4,6	3,9	0,3	0,5	0,15	0,02	0,97	0,4	2,2	3,6	27	29	1	
Bt1	4,6	3,9	0,4	0,4	0,17	0,03	1,00	0,4	2,1	3,5	29	29	0	
Bt2	4,5	3,9	0,5	0,4	0,16	0,06	1,12	0,4	1,6	3,1	36	26	0	
Bt3	4,2	3,9	0,3	0,8	0,14	0,12	1,36	0,1	1,6	3,0	45	7	0	
F	4,8	4,1	0,4	0,8	0,22	0,09	1,51	0,0	2,1	3,6	42	0	0	
Bw	5,2	4,2	0,4	0,9	0,27	0,05	1,62	0,0	2,1	3,7	44	0	1	
Horiz.	C org.	N	<u>C</u> N	Ataque por H ₂ SO ₄ (1:1) - NaOH (0,8%) g/kg						SiO ₂ Al ₂ O ₃ (Ki)	SiO ₂ R ₂ O ₃ (Kr)	Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ livre g/kg	Equiv. CaCO ₃ g/kg
				SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO					
A1	9,34			56	52	10	6,5	-	-	1,83	1,63	8,16		
A2	5,63			63	55	11	6,4	-	-	1,95	1,73	7,85		
E	4,87			80	75	14	7,1	-	-	1,81	1,62	8,41		
Bt1	4,22			120	117	20	9,3	-	-	1,74	1,57	9,18		
Bt2	3,61			122	121	22	9,5	-	-	1,71	1,54	8,64		
Bt3	3,12			131	141	22	10,2	-	-	1,58	1,44	10,06		
F	3,00			138	155	27	9,8	-	-	1,51	1,36	9,01		
Bw	3,06			149	160	26	10,0	-	-	1,58	1,43	9,66		
Horiz.	$\frac{100 Na^+}{T}$ %	C.E. do extrato mS/cm 25°C	Água %	Sais solúveis (extrato 1:5) ← cmol/kg de TF →								Constantes hidráticas g/100g		
				Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Umidade 0,033 Mpa	Umidade 1,5 MPa	Água dispon. Máxima
A1	<1													
A2	<1													
E	<1													
Bt1	<1													
Bt2	1,9													
Bt3	4,0													
F	2,5													
Bw	1,3													

Relação textural: 2,2

Perfil P3 (LA – Pasto) - Descrição Geral e Características Morfológicas

Classificação – LATOSOLO AMARELO Coeso argissólico A moderado textura média/argilosa fase floresta tropical subcaducifólia relevo plano.

Data: 12/1999.

Localização – Fazenda Limão Doce, Município de Campos dos Goytacazes-RJ. Seguir pela BR-101 em direção a Travessão de Campos – São Francisco de Paula. Em sentido a São Francisco de Paula, atravessar a linha de trem e seguir pela estrada RJ-224 por ±4 km, entrar a direita em estrada vicinal (1.800 m), próximo a mata remanescente. Coordenadas: 21°35,884' S e 41°16,520' W Gr.

Situação e declive no perfil – Trincheira em topo de elevação, com declive de 0-2%.

Material originário e Cronologia – Sedimentos argilo-arenosos da Formação Barreiras, Terciário.

Pedregosidade e rochosidade – Ausentes.

Relevo local – Plano.

Relevo regional – Plano e suave ondulado de topos arredondados, vertentes côncavas e vales abertos.

Erosão – Laminar moderada.

Drenagem – Bem drenado.

Vegetação primária – Floresta tropical subcaducifólia.

Uso atual – Pastagem (*Brachiaria sp.*, capim quicuio).

Descrito e coletado por – Anjos, L.H.C.; Pereira, M.G.; Nascimento, G.B. do e Souza, M.R.P.F.

Descrição Morfológica

Ap – 0-11 cm, bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2, úmido) e cinzento (10YR 6/1, seco); franco-argiloarenosa; moderada pequena e média granular; duro, friável, plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e plana.

AB – 11-22 cm, bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2, úmido) e cinzento-brunado-claro (10YR 6/2, seco), com mosqueado pouco pequeno e difuso bruno-amarelado-escuro (10YR 4/6, úmido); franco-argiloarenosa; moderada média blocos subangulares e fraca pequena granular; muito duro, friável, plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e ondulada (-20 e -25 cm).

BA – 22-37 cm, bruno-amarelado (10YR 5/4, úmido), com mosqueado comum médio e difuso bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2, úmido); argila; moderada pequena e média blocos subangulares; muito duro, firme, plástico e pegajoso; transição clara e plana.

Bw1 – 37-54 cm, bruno-amarelado (10YR 5/6), com mosqueado comum médio e difuso bruno (10YR 5/3); argiloarenosa; moderada média blocos subangulares; muito duro, friável, plástico e pegajoso; moderadamente coeso; transição gradual e plana.

Bw2 – 54-79 cm, amarelado-brunado (10YR 6/8), com mosqueado pouco médio e proeminente amarelo-vermelhado (5YR 6/6); argila; moderada média e pequena blocos subangulares e fraca pequena granular; muito duro, friável, plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa e ondulada (-75 e -83 cm).

Bw3 – 79-108⁺ cm, amarelado-vermelhado (7,5YR 6/6), com mosqueado comum médio e grande distinto vermelho-amarelado (5YR 5/6, úmido); argila; moderada pequena e média blocos subangulares; muito duro, muito friável, plástico e pegajoso.

Obs.: Perfil descrito em dia chuvoso;

Raízes fasciculares muitas e finas em Ap; poucas e finas em AB e BA; e raras e finas nos demais horizontes;

Presença de câmaras de cupins e formigas nos horizontes BA e Bw1; petroplintita em Bw1 (menor quantidade) e Bw3 (maior quantidade, <5%).

Análise Mineralógica

- Ap** **Areia grossa** – 93% de quartzo; 5% de carvão + detritos; 2% de nódulos / concreções e crostas ferruginosas marrons amareladas e avermelhadas; traços de rutilo, ilmenita, turmalina, leucoxênio e epidoto nas concreções.
Areia fina – 91% de quartzo; 5% de carvão + detritos; 2% de nódulos / concreções e crostas ferruginosas marrons amareladas e avermelhadas; 2% de ilmenita + turmalina + rutilo + leucoxênio; traços de epidoto, zircão, sillimanita, serita / muscovita e magnetita nas concreções.
- BA** **Areia grossa** – 96% de quartzo; 2% de carvão + detritos; 1% de nódulos / concreções ferruginosas, marrom escura (contendo magnetita), amareladas e avermelhadas; 1% de ilmenita + rutilo + turmalina + leucoxênio; traços de epidoto, sericita e magnetita nas concreções.
Areia fina – 94% de quartzo; 3% de ilmenita + rutilo + turmalina + leucoxênio; 2% de carvão + detritos; 1% de nódulos / concreções ferruginosas e ferri-argilosos amareladas e avermelhadas; traços de zircão, sillimanita, epidoto, anfibólio e magnetita nas concreções.
- Bw1** **Areia grossa** – 96% de quartzo; 2% de carvão + detritos; 1% de nódulos / concreções ferruginosas e ferri-argilosas marrom escuro avermelhada e amarelada; 1% de rutilo + ilmenita + turmalina; traços de leucoxênio e magnetita nas concreções.
Areia fina – 94% de quartzo; 3% de ilmenita + turmalina + rutilo + leucoxênio; 2% de nódulos / concreções ferruginosas marrom escuro avermelhada e amarelada; 1% de carvão + detritos; traços de epidoto, zircão, sillimanita, sericita, anfibólio e magnetita nas concreções.
- Bw2** **Areia grossa** – 97% de quartzo; 2% de nódulos / concreções e/ou crostas ferruginosas de recobrimento ou cimentação de grãos, marrom avermelhadas e amareladas; 1% de carvão + detritos; traços de ilmenita, turmalina, rutilo, leucoxênio, sillimanita e magnetita nas concreções.
Areia fina – 94% de quartzo; 3% de rutilo + ilmenita + turmalina + leucoxênio; 2% de nódulos / concreções e/ou crostas ferruginosas como acima; 1% de carvão + detritos; traços de epidoto, sillimanita, cianita, zircão e magnetita nas concreções.

Bw3 **Areia grossa** – 96% de quartzo; 2% de nódulos / concreções e crostas ferruginosas marrons avermelhadas e amareladas; 1% de ilmenita + turmalina + rutilo + leucoxênio; 1% de carvão + detritos; traços de sillimanita e magnetita nas concreções.

Areia fina – 94% de quartzo; 3% de ilmenita + turmalina + rutilo + leucoxênio; 2% de nódulos / concreções e crostas ferruginosas como acima; 1% de carvão + detritos; traços de sillimanita, epidoto, zircão, e magnetita nas concreções.

Perfil P3 (LA – Pasto) – Análises Físicas e Química

Horizonte		Frações da amostra total %			Composição granulométrica da terra fina (dispersão com NaOH / calgon) g/kg				Argila dispersa em água g/kg	Grau de Flocul. %	<u>silte</u> argila	Densidade kg/dm ³		Poros. cm ³ / 100cm ³
Símbolo	Profund. cm	Calhaus > 20 mm	Cascalho 20-2 mm	Terra fina < 2mm	Areia grossa 2-0,20 mm	Areia fina 0,20-0,05 mm	Silte 0,05-0,002 mm	Argila < 0,002 mm				Solo	Partícula	
Ap	0 – 11	-	-	100	396	217	126	261	180	31	0,48	1,30	2,69	52
AB	11 – 22	-	-	100	353	230	91	326	90	72	0,28	1,56	2,62	41
BA	22 – 37	-	-	100	250	185	59	506	220	56	0,12	1,50	2,62	43
Bw1	37 – 54	-	-	100	290	192	69	449	300	33	0,15	1,47	2,72	46
Bw2	54 – 79	-	-		258	160	64	518	170	67	0,12	1,43	2,80	49
Bw3	79 – 108+	-	-		246	151	87	516	70	86	0,17	1,38	2,76	50
Horiz.	pH (1:2,5)		Complexo sortivo cmol/kg								Valor V (sat. de bases) %	$\frac{100Al^{3+}}{S+Al^{3+}}$ % S+Al ³⁺	Pass. mg/kg	
	Água	KCl 1N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S (soma)	Al ³⁺	H	Valor T (soma)				
Ap	6,0	4,9	1,5	1,6	0,21	0,09	3,40	0,0	2,6	6,0	57	0	9	
AB	5,5	4,0	0,5	0,6	0,02	0,05	1,17	0,2	2,4	3,8	31	15	4	
BA	5,1	4,0	0,5	0,5	0,01	0,05	1,06	0,4	2,9	4,4	24	27	2	
Bw1	4,8	4,0	0,7	0,4	0,00	0,06	1,16	0,4	2,6	4,2	28	26	2	
Bw2	4,5	3,9	0,5	0,4	0,00	0,06	0,96	0,5	3,1	4,6	21	34	1	
Bw3	4,4	4,2	0,4	0,3	0,00	0,05	0,75	0,7	2,6	4,0	19	48	1	
Horiz.	C org. g/kg	N g/kg	C N	Ataque por H ₂ SO ₄ (1:1) - NaOH (0,8%) g/kg					SiO ₂ Al ₂ O ₃ (Ki)	SiO ₂ R ₂ O ₃ (Kr)	Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ livre g/kg	Equiv. CaCO ₃ g/kg	
				SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅						
Ap	11,42			97	104	20	10,5	-	-	1,59	1,41	8,16		
AB	7,01			119	122	22	11,3	-	-	1,66	1,49	8,71		
BA	5,51			126	150	26	12,4	-	-	1,43	1,29	9,06		
Bw1	4,56			168	184	31	14,4	-	-	1,55	1,40	9,32		
Bw2	4,44			171	188	32	13,9	-	-	1,55	1,39	9,22		
Bw3	3,98			184	190	34	14,6	-	-	1,65	1,48	8,77		
Horiz.	100 Na ⁺ T %	Pasta saturada		Sais solúveis (extrato 1:5) ← cmol/kg de TF →							Constantes hídricas g/100g			
		C.E. do extrato mS/cm 25°C	Áqua %	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Umidade 0,033 Mpa	Umidade 1,5 MPa	Água dispon. Máxima
Ap	1,5													
AB	1,3													
BA	1,1													
Bw1	1,4													
Bw2	1,3													
Bw3	1,2													

Relação textural: 1,67

Perfil P4 (PA – Pasto) - Descrição Geral e Características Morfológicas

Classificação – ARGISSOLO AMARELO Distrófico abrúptico A moderado textura média/argilosa fase floresta tropical subcaducifólia relevo plano.

Data: 12/1999.

Localização – Fazenda Limão Doce, Município de Campos dos Goytacazes-RJ. Seguir pela BR-101 em direção a Travessão de Campos – São Francisco de Paula. Em sentido a São Francisco de Paula, atravessar a linha de trem e seguir pela estrada RJ-224 por ±4 km, entrar a direita em estrada vicinal (1.800 m), próximo a mata remanescente. Coordenadas: 21°35,421' S e 41°16,626' W Gr.

Situação e declive no perfil – Trincheira em terço inferior de elevação, com declive de 0-2%.

Material originário e Cronologia – Sedimentos argilo-arenosos da Formação Barreiras, Terciário.

Pedregosidade e rochosidade – Ausentes.

Relevo local – Plano.

Relevo regional – Plano e suave ondulado de topos arredondados, vertentes côncavas e vales abertos.

Erosão – Laminar ligeira.

Drenagem – Moderadamente drenado.

Vegetação primária – Floresta tropical subcaducifólia.

Uso atual – Pastagem (*Brachiaria sp.*, capim quicui).

Descrito e coletado por – Anjos, L.H.C.; Pereira, M.G.; Nascimento, G.B. do e Souza, M.R.P.F.

Descrição Morfológica

A1 – 0-19 cm, bruno (10YR 5/3, úmido) e cinzento-brunado-claro (10YR 6/2, seco); areia-franca; fraca média granular e moderada pequena blocos subangulares; ligeiramente duro, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana.

A2 – 19-30 cm, bruno (10YR 5/3, úmido) e cinzento-brunado-claro (10YR 6/2, seco); areia-franca; moderada pequena blocos subangulares e moderada muito pequena granular; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana.

E – 30-38 cm, bruno (10YR 5/3, úmido) e cinzento-brunado-claro (10YR 6/2, seco); areia-franca; moderada pequena blocos subangulares; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e ondulada (-37 e -39 cm).

Bt1 – 38-56 cm, Bruno-amarelado-claro (10YR 6/4), com mosquedo comum médio e distinto amarelo-vermelhado (7,5YR 6/6); franco-arenosa; moderada pequena blocos subangulares; duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa e plana.

Bt2 – 56-76 cm, bruno-amarelado-claro (10YR 6/4), com mosquedo comum médio e distinto amarelo-vermelhado (7,5YR 6/6); franco-argiloarenosa; moderada média e pequena blocos subangulares; duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição abrupta e plana.

Bt3 – 76-111 cm, amarelo-brunado (10YR 6/6), com mosqueado abundante grande e proeminente vermelho (2,5YR 5/6, úmido); argiloarenosa; moderada média e pequena blocos angulares; duro, firme, plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa e ondulada (-106 e -116 cm).

Bt4 – 111-133 cm⁺, Bruno muito claro-acinzentado (10YR 7/4), com mosqueado abundante grande e proeminente vermelho (2,5YR 5/6, úmido); argiloarenosa; moderada pequena blocos angulares; duro, firme, plástico e ligeiramente pegajoso.

Obs.: Perfil descrito em dia chuvoso;

Raízes fasciculadas muitas finas em A1; poucas finas em A2 e E; raras finas nos demais horizontes;

Presença de câmaras de cupins e formigas nos primeiros horizontes, até Bt3; petroplintita entre os horizontes Bt2 (menor quantidade) e Bt3 (maior quantidade <5%).

Análise Mineralógica

A1 **Areia grossa** – 92% de quartzo; 4% de carvão + detritos; 3% de nódulos / concreções e crostas ferruginosas marrons avermelhadas e amareladas; 1% de ilmenita + turmalina + rutilo + leucoxênio; traços de muscovita, sericita, cianita, epidoto e magnetita nas concreções.

Areia fina – 93% de quartzo; 3% de ilmenita + turmalina + rutilo + leucoxênio + epidoto; 2% de nódulos / concreções e crostas ferruginosas marrom avermelhadas e amareladas; 2% de carvão + detritos; traços de sillimanita, zircão, cianita e magnetita nas concreções.

Bt1 **Areia grossa** – 95% de quartzo; 3% de nódulos / concreções e crostas ferruginosas marrom avermelhadas e amareladas; 1% de carvão + detritos; 1% de rutilo ilmenita + turmalina + leucoxênio + epidoto; traços de epidoto, sillimanita, cianita, anfibólito, magnetita nas concreções e nódulos argilosos, cinza e rosados.

Areia fina – 93% de quartzo; 3% de rutilo + ilmenita + turmalina + leucoxênio + epidoto; 3% de nódulos / concreções e crostas ferruginosas marrom avermelhadas e amareladas; 1% de carvão + detritos; traços de sillimanita, epidoto, leucoxênio, magnetita nas concreções e nódulos argilosos cinza e rosados.

Bt3 **Areia grossa** – 94% de quartzo; 3% de nódulos / concreções e crostas ferruginosas marrons avermelhadas e amareladas; 2% de rutilo + ilmenita + turmalina + leucoxênio; 1% de carvão + detritos; traços de epidoto, sillimanita, zircão e magnetita nas concreções.

Areia fina – 93% de quartzo; 3% de rutilo + ilmenita + turmalina + leucoxênio + epidoto; 3% de nódulos / concreções e crostas ferruginosas marrom avermelhadas e amareladas; 1% de carvão + detritos; traços de sillimanita, sericita, zircão e magnetita nas concreções.

Perfil P4 (PA – Pasto) – Análises Físicas e Químicas

Horizonte		Frações da amostra total %			Composição granulométrica da terra fina (dispersão com NaOH / calgon) g/kg				Argila dispersa em água g/kg	Grau de Flocul. %	<u>silte</u> argila	Densidade kg/dm ³		Poros. cm ³ / 100cm ³
Símbolo	Profund. cm	Calhaus > 20 mm	Cascalho 20-2 mm	Terra fina < 2mm	Areia grossa 2-0,20 mm	Areia fina 0,20-0,05 mm	Silt 0,05-0,002 mm	Argila < 0,002 mm				Solo	Particula	
A1	0 – 19	-	-	100	600	222	95	83	60	28	1,14	1,48	2,62	44
A2	19 – 30	-	-	100	621	208	62	109	70	36	0,57	1,56	2,73	43
E	30 – 38	-	-	100	561	287	60	92	60	64	0,65	1,55	2,74	43
Bt1	38 – 56	-	-	100	454	274	81	191	100	37	0,42	1,65	2,77	40
Bt2	56 – 76	-	-	100	534	200	53	213	100	53	0,25	1,53	2,77	45
Bt3	76 – 111	-	-		384	141	56	419	130	69	0,13	1,67	2,69	38
Bt4	111 – 133+	-	-		435	97	62	406	160	61	0,15	1,57	2,80	44
Horiz.	pH (1:2,5)		Complexo sortivo cmol/kg								Valor V (sat. de bases) %	$\frac{100Al^{3+}}{S+Al^{3+}}$ % S+Al ³⁺	Pass. mg/kg	
	Água	KCl 1N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S (soma)	Al ³⁺	H	Valor T (soma)				
A1	5,3	4,0	0,0	0,3	0,03	0,00	0,33	0,3	2,2	2,8	12	48	7	
A2	5,2	4,0	0,0	0,4	0,01	0,00	0,41	0,4	1,6	2,4	17	49	5	
E	5,0	4,1	0,0	0,3	0,00	0,00	0,30	0,3	1,8	2,4	13	50	4	
Bt1	5,1	4,2	0,3	0,2	0,00	0,00	0,50	0,1	1,4	2,0	25	17	1	
Bt2	4,9	4,3	0,3	0,3	0,00	0,00	0,60	0,0	1,5	2,1	29	0	1	
Bt3	4,7	4,3	0,6	0,8	0,00	0,00	1,40	0,0	1,3	2,7	52	0	1	
Bt4	4,5	4,2	0,5	1,1	0,00	0,00	1,60	0,0	1,3	2,9	55	0	0	
Horiz.	C org. g/kg	N g/kg	C N	Ataque por H ₂ SO ₄ (1:1) - NaOH (0,8%) g/kg						$\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$ (Ki)	$\frac{SiO_2}{R_2O_3}$ (Kr)	$\frac{Al_2O_3}{Fe_2O_3}$	Fe ₂ O ₃ livre g/kg	Equiv. CaCO ₃ g/kg
				SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO					
A1	5,17			49	39	14	8,0	-	-	2,14	1,74	4,37		
A2	4,65			52	45	14	8,6	-	-	1,96	1,64	5,05		
E	4,71			54	43	13	7,6	-	-	2,13	1,79	5,19		
Bt1	2,94			76	68	18	9,4	-	-	1,90	1,62	5,93		
Bt2	2,69			83	76	17	8,2	-	-	1,86	1,62	7,02		
Bt3	2,60			140	148	27	10,6	-	-	1,61	1,44	8,61		
Bt4	2,54			143	158	26	9,2	-	-	1,54	1,39	9,54		
Horiz.	$\frac{100Na^+}{T}$ %	Pasta saturada		Sais solúveis (extrato 1:5) ← cmol/kg de TF →								Constantes hidráticas g/100g		
		C.E. do extrato mS/cm 25°C	Áqua %	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Umidade 0,033 Mpa	Umidade 1,5 MPa	Áqua dispon. Máxima
A1														
A2	0													
E	0													
Bt1	0													
Bt2	0													
Bt3	0													
Bt4	0													

Relação textural: 2,9

Perfil P5 (LA – Cana) - Descrição Geral e Características Morfológicas

Classificação – LATOSSOLO AMARELO Coeso típico A moderado textura argilosa/média fase floresta tropical subcaducifólia relevo plano.

Data: 12/1999.

Localização – Fazenda Bela Vista, Município de Campos dos Goytacazes-RJ. Seguir pela BR-101 em direção a Travessão de Campos – São Francisco de Paula. Em sentido a São Francisco de Paula, atravessar a linha de trem e seguir pela estrada RJ-224 por ±4 km, entrar a direita em estrada vicinal (1.200 m), próximo a mata remanescente. Coordenadas: 21°35,191' S e 41°16,936' W Gr.

Situação e declive no perfil – Trincheira em topo de elevação, com declive de 0-2%.

Material originário e Cronologia – Sedimentos argilo-arenosos da Formação Barreiras, Terciário.

Pedregosidade e rochosidade – Ausentes.

Relevo local – Plano.

Relevo regional – Plano e suave ondulado de topos arredondados, vertentes côncavas e vales abertos.

Erosão – Laminar ligeira e sulcos freqüentes e superficiais.

Drenagem – Bem drenado.

Vegetação primária – Floresta tropical subcaducifólia.

Uso atual – Cana-de-açúcar.

Descrito e coletado por – Anjos, L.H.C.; Pereira, M.G.; Nascimento, G.B. do e Souza, M.R.P.F.

Descrição Morfológica

Ap – 0-20 cm, bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2, úmido) e cinzento (10YR 6/1, seco); franco-argiloarenosa; fraca pequena e média granular; ligeiramente duro e duro, friável, plástico e pegajoso; transição clara e plana.

AB – 20-28 cm, bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2, úmido) e cinzento-brunado-claro (10YR 6/2, seco), com mosqueado comum pequeno e distinto bruno-amarelado-escuro (10YR 4/6, úmido); franco-argiloarenosa; fraca pequena blocos subangulares e fraca média granular; ligeiramente duro e duro, friável, plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e plana.

BA – 28-42 cm, bruno-amarelado-escuro (10YR 4/6, úmido), com mosqueado pouco pequeno e distinto bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2); franco-argiloarenosa; fraca pequena e média blocos subangulares; ligeiramente duro e duro, muito friável, plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana.

Bw1 – 42-65 cm, bruno-amarelado (10YR 5/4); franco-argiloarenosa; moderada média blocos subangulares e fraca pequena granular; ligeiramente duro, friável, plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa e plana.

- Bw2** – 65-90 cm, bruno-amarelado (10YR 5/6); argiloarenosa; moderada média blocos subangulares e fraca pequena granular; ligeiramente duro, muito friável, plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana.
- Bw3** – 90-120 cm, bruno-amarelado (10YR 5/6); argiloarenosa; fraca média blocos subangulares e moderada pequena granular; ligeiramente duro, muito friável, plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa e plana.
- Bw4** – 120-150⁺ cm, bruno-amarelado (10YR 5/6); argiloarenosa; maciça porosa; ligeiramente duro, muito friável, plástico e ligeiramente pegajoso.

Obs.: Perfil descrito em dia chuvoso;

Raízes fasciculares comuns finas e médias em Ap e AB; poucas finas e médias em BA, Bw1 e Bw2; e raras e finas em Bw3 e Bw4;

Presença de câmaras de cupins e formigas em todos os horizontes após AB; carvão nos horizontes AB, BA e Bw1; e Mosqueado escuro no horizonte BA ao longo dos canais das raízes.

Análise Mineralógica

- Ap** **Areia grossa** – 95% de quartzo; 3% de carvão + detritos; 2% de nódulos / concreções ferruginosas e ferri-argilosas, marrom amarelada e avermelhada; traços de turmalina, rutilo, ilmenita, biotita alterada e magnetita nas concreções.
Areia fina – 93% de quartzo; 3% de nódulos / concreções ferruginosas e ferri-argilosas, marrom amarelada e avermelhada; 2% de carvão + detritos; 2% de ilmenita + turmalina + rutilo; traços de epidoto, zircão, leucoxênio e magnetita nas concreções.
- BA** **Areia grossa** – 98% de quartzo; 1% de carvão + detritos; 1% de nódulos / concreções ferruginosas; traços de turmalina, rutilo, ilmenita, sillimanita e magnetita nas concreções.
Areia fina – 95% de quartzo; 2% de carvão + detritos; 2% de ilmenita + turmalina + rutilo; 1% de nódulos / concreções ferruginosas e ferri-argilosas; traços de zircão, leucoxênio e magnetita nas concreções.

Perfil P5 (LA – Cana) – Análises Físicas e Químicas

Horizonte		Frações da amostra total %			Composição granulométrica da terra fina (dispersão com NaOH / calgon) g/kg				Argila dispersa em água g/kg	Grau de Flocul. %	<u>silte</u> argila	Densidade kg/dm ³		Poros. cm ³ /100cm ³
Símbolo	Profund. cm	Calhaus > 20 mm	Cascalho 20-2 mm	Terra fina < 2mm	Areia grossa 2-0,20 mm	Areia fina 0,20-0,05 mm	Silte 0,05-0,002 mm	Argila < 0,002 mm				Solo	Particula	
Ap	0 – 20	-	-	100	412	253	77	258	100	61	0,30	1,45	2,66	45
AB	20 – 28	-	-	100	382	258	86	274	90	67	0,31	1,70	2,76	38
BA	28 – 42	-	-	100	358	226	73	343	120	65	0,21	1,74	2,72	36
Bw1	42 – 65	-	-	100	355	218	97	330	120	64	0,29	1,51	2,76	45
Bw2	65 – 90	-	-	100	326	253	66	355	130	63	0,19	1,50	2,76	46
Bw3	90 – 120	-	-	100	360	209	64	367	150	59	0,17	1,42	2,84	50
Bw4	120 – 150+	-	-	100	332	186	55	427	140	67	0,13	-	2,84	-
Horiz.	pH (1:2,5)		Complexo sortivo Cmol/kg								Valor V (sat. de bases) %	$\frac{100Al^{3+}}{S+Al^{3+}}$ %	P ass. mg/kg	
	Água	KCl 1N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S (soma)	Al ³⁺	H	Valor T (soma)				
Ap	4,3	4,2	0,7	0,7	0,07	0,00	1,47	0,2	2,9	4,6	32	12	6	
AB	4,5	4,1	0,3	0,7	0,04	0,00	1,04	0,5	3,0	4,5	23	32	3	
BA	4,7	3,9	0,4	0,3	0,00	0,00	0,70	0,7	2,6	4,0	18	50	1	
Bw1	4,5	4,0	0,4	0,2	0,01	0,01	0,62	0,6	2,4	3,7	17	47	1	
Bw2	4,5	4,0	0,3	0,3	0,00	0,02	0,62	0,6	2,5	3,7	17	49	0	
Bw3	4,7	4,0	0,2	0,4	0,00	0,00	0,60	0,5	2,3	3,4	18	45	1	
Bw4	4,5	4,0	0,3	0,2	0,00	0,00	0,50	0,6	1,9	3,0	17	55	1	
Horiz.	C org. g/kg	N g/kg	C N	Ataque por H ₂ SO ₄ (1:1) - NaOH (0,8%) g/kg						SiO ₂ Al ₂ O ₃ (Ki)	SiO ₂ R ₂ O ₃ (Kr)	Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ livre g/kg	Equiv. CaCO ₃ g/kg
				SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO					
Ap	8,33			99	96	20	9,4	-	-	1,75	1,55	7,54		
AB	6,52			103	100	22	9,0	-	-	1,75	1,53	7,14		
BA	4,38			111	123	24	9,6	-	-	1,53	1,36	8,05		
Bw1	4,01			124	138	27	10,8	-	-	1,53	1,36	8,02		
Bw2	3,24			107	126	25	9,4	-	-	1,44	1,28	7,91		
Bw3	3,21			109	134	31	11,2	-	-	1,38	1,20	6,79		
Bw4	3,12			140	150	29	12,1	-	-	1,59	1,41	8,12		
Horiz.	$\frac{100Na^+}{T\%}$	Pasta saturada		Sais solúveis (extrato 1:5) ← cmol/kg de TF →								Constantes hídricas g/100g		
		C.E. do extrato mS/cm 25°C	Áqua %	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Umidade 0,033 Mpa	Umidade 1,5 MPa	Áqua dispon. Máxima
Ap	0													
AB	0													
BA	0													
Bw1	<1													
Bw2	<1													
Bw3	0													
Bw4	0													

Relação textural: 1,3

Perfil P6 (PA – Cana) - Descrição Geral e Características Morfológicas

Classificação – ARGISSOLO AMARELO Eutrófico abrúptico A moderado textura média fase floresta tropical subcaducifólia relevo plano.

Data: 12/1999.

Localização – Fazenda Bela Vista, Município de Campos dos Goytacazes-RJ. Seguir pela BR-101 em direção a Travessão de Campos – São Francisco de Paula. Em sentido a São Francisco de Paula, atravessar a linha de trem e seguir pela estrada RJ-224 por ±4 km, entrar a direita em estrada vicinal (1.200 m), próximo a mata remanescente. Coordenadas: 21°35,155' S e 41°17,110' W Gr.

Situação e declive no perfil – Trincheira em terço inferior de elevação, com declive de 0-3%.

Material originário e Cronologia – Sedimentos argilo-arenosos da Formação Barreiras, Terciário.

Pedregosidade e rochosidade – Ausentes.

Relevo local – Suave ondulado.

Relevo regional – Plano e suave ondulado de topos arredondados, vertentes côncavas e vales abertos.

Erosão – Laminar ligeira.

Drenagem – Bem drenado.

Vegetação primária – Floresta tropical subcaducifólia.

Uso atual – Cana-de-açúcar.

Descrito e coletado por – Anjos, L.H.C.; Pereira, M.G.; Nascimento, G.B. do e Souza, M.R.P.F.

Descrição Morfológica

- Ap** – 0-10 cm, bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2, úmido) e cinzento (10YR 6/1, seco); areia-franca; fraca pequena granular; macia, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana.
- E** – 10-15 cm, bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2, úmido) e cinzento (10YR 6/1, seco); areia-franca; fraca pequena granular; ligeiramente duro, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição abrupta e plana.
- Bt1** – 15-36 cm, bruno (10YR 4/3), com mosqueado comum médio e distinto bruno-amarelado-escuro (10YR 4/6); franco-argiloarenosa; fraca pequena subangulares e granular; duro, friável, plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana.
- Bt2** – 36-64 cm, bruno (10YR 4/3); franco-argiloarenosa; moderada média blocos angulares e subangulares; duro, friável, plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana.
- Bt3** – 64-85 cm, bruno-amarelado-escuro (10YR 4/4); franco-argiloarenosa; moderada média blocos angulares e subangulares; duro, friável, plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa e plana.
- Bt4** – 85-117⁺ cm, bruno-amarelado-escuro (10YR 4/6); franco-argiloarenosa; moderada média blocos angulares e subangulares; duro, muito friável, plástico e ligeiramente pegajoso.

Obs.: Perfil descrito em dia chuvoso;
Raízes fasciculares comuns médias em Ap e E, e poucas finas nos demais horizontes.

Análise Mineralógica

Ap **Areia grossa** – 96% de quartzo; 2% de carvão + detritos; 1% de nódulos / concreções ferruginosas marrons avermelhadas e amareladas; 1% de ilmenita + turmalina + rutilo; traços de leucoxênio e magnetita nas concreções.

Areia fina – 95% de quartzo; 2% de ilmenita + turmalina + rutilo; 1% de biotita alterada; 1% de carvão + detritos; 1% de nódulos / concreções ferruginosas e ferriargilosas; traços de sillimanita, leucoxênio, anfibólio alterado e zircão.

Bt1 **Areia grossa** – 94% de quartzo; 3% de carvão + detritos; 2% de nódulos / concreções ferruginosas marrons avermelhadas e amareladas; 1% de ilmenita + turmalina + rutilo; traços de leucoxênio, epidoto e magnetita nas concreções.

Areia fina – 94% de quartzo; 2% de ilmenita + turmalina + rutilo; 2% de carvão + detritos; 2% de nódulos / concreções ferruginosas marrons avermelhadas e amareladas; traços de epidoto, leucoxênio, zircão, biotita e anfibólio alterados e magnetita nas concreções.

Perfil P6 (PA – Cana) – Análises Físicas e Químicas

Horizonte		Frações da amostra total %			Composição granulométrica da terra fina (dispersão com NaOH / calgon) g/kg				Argila dispersa em água g/kg	Grau de Flocul. %	<u>silte</u> argila	Densidade kg/dm ³	Poros. cm ³ / 100cm ³	
Símbolo	Profund. cm	Calhaus > 20 mm	Cascalho 20-2 mm	Terra fina < 2mm	Areia grossa 2-0,20 mm	Areia fina 0,20-0,05 mm	Silte 0,05-0,002 mm	Argila < 0,002 mm				Solo	Particula	
A	0 – 10	-	-	100	553	270	60	117	90	23	0,51	1,62	2,78	42
E	10 – 15	-	-	100	569	254	53	124	80	35	0,43	1,49	2,70	45
Bt1	15 – 36	-	-	100	437	248	65	250	90	64	0,26	1,80	2,73	34
Bt2	36 – 64	-	-	100	445	207	46	302	150	50	0,15	1,73	2,62	34
Bt3	64 – 85	-	-	100	398	213	62	327	250	24	0,19	1,65	2,80	41
Bt4	85 – 117+	-	-	100	424	200	46	330	240	27	0,14	1,64	2,80	41
Horiz.	pH (1:2,5)		Complexo sortivo cmol/kg								Valor V	$\frac{100Al^{3+}}{S+Al^{3+}}$	P ass.	
	Água	KCl 1N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S (soma)	Al ³⁺	H	Valor T (soma)	(sat. de bases) %	S+Al ³⁺ %	mg/kg	
A	4,1	3,7	0,3	0,3	0,02	0,00	0,62	0,5	2,1	3,2	19	45	6	
E	4,0	3,7	0,2	0,3	0,02	0,00	0,52	0,4	1,7	2,6	20	43	2	
Bt1	4,4	4,1	0,4	0,5	0,03	0,00	0,93	0,2	1,5	2,6	36	18	0	
Bt2	5,2	4,4	1,1	0,6	0,01	0,00	1,71	0,0	1,2	2,9	59	0	0	
Bt3	5,4	4,8	1,0	0,7	0,00	0,00	1,70	0,0	1,5	3,2	53	0	0	
Bt4	5,8	4,6	1,1	0,5	0,00	0,00	1,60	0,0	1,3	2,9	55	0	0	
Horiz.	C org. g/kg	N g/kg	<u>C</u> N	Ataque por H ₂ SO ₄ (1:1) - NaOH (0,8%) g/kg						$\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$ (Ki)	$\frac{SiO_2}{R_2O_3}$ (Kr)	$\frac{Al_2O_3}{Fe_2O_3}$	Fe ₂ O ₃ livre g/kg	Equiv. CaCO ₃ g/kg
				SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO					
A	5,51			46	42	10	5,4	-	-	1,86	1,62	6,59		
E	5,23			48	46	9	6,2	-	-	1,77	1,58	8,02		
Bt1	3,24			92	95	16	8,6	-	-	1,65	1,49	9,32		
Bt2	3,00			104	107	22	8,5	-	-	1,65	1,46	7,64		
Bt3	2,79			103	119	21	8,9	-	-	1,47	1,32	8,90		
Bt4	2,79			105	125	20	9,0	-	-	1,43	1,30	9,81		
Horiz.	$\frac{100Na^+}{T}$ %	Pasta saturada		Sais solúveis (extrato 1:5) ← cmol/kg de TF →								Constantes hídricas g/100g		
		C.E. do extrato mS/cm 25°C	Água %	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Umidade 0,033 Mpa	Umidade 1,5 MPa	Água dispon. Máxima
A	0													
E	0													
Bt1	0													
Bt2	0													
Bt3	0													
Bt4	0													

Relação textural: 2,4

Perfil P7 (LA – Mata) - Descrição Geral e Características Morfológicas

Classificação – LATOSOLO AMARELO Distrófico argissólico A moderado textura média/argilosa fase floresta tropical subcaducifólia relevo plano.

Data: 12/1999.

Localização – Fazenda Bela Vista, Município de Campos dos Goytacazes-RJ. Seguir pela BR-101 em direção a Travessão de Campos – São Francisco de Paula. Em sentido a São Francisco de Paula, atravessar a linha de trem e seguir pela estrada RJ-224 por ±4 km, beirando a estrada. Coordenadas: 21°34,445' S e 41°17,174' W Gr.

Situação e declive no perfil – Trincheira em topo de elevação, com declive de 0-2%.

Material originário e Cronologia – Sedimentos argilo-arenosos da Formação Barreiras, Terciário.

Pedregosidade e rochosidade – Ausentes.

Relevo local – Plano.

Relevo regional – Plano e suave ondulado de topos arredondados, vertentes côncavas e vales abertos.

Erosão – Laminar ligeira.

Drenagem – Bem drenado.

Vegetação primária – Floresta tropical subcaducifólia.

Uso atual – Mata secundária remanescente densa.

Descrito e coletado por – Anjos, L.H.C.; Pereira, M.G.; Nascimento, G.B. do e Souza, M.R.P.F.

Descrição Morfológica

A1 – 0-10 cm, cinzento muito escuro (10YR 3/1, úmido) e cinzento-escuro (10YR 4/1, seco); franco-arenosa; moderada pequena granular; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana.

A2 – 10-17 cm, bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2, úmido) e cinzento (10YR 5/1, seco); franco-arenosa; moderada pequena blocos subangulares e fraca muito pequena granular; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana.

AB – 17-27 cm, bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2, úmido) e cinzento escuro (10YR 5/1, seco); franco-arenosa; fraca muito pequena granular e moderada pequena blocos subangulares; duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana.

BA – 27-36 cm, bruno-acinzentado (10YR 5/2); franco-arenosa; moderada pequena blocos subangulares; muito duro, firme, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; moderadamente coeso; transição gradual e plana.

Bw – 36-65⁺ cm, bruno-amarelado (10YR 5/4); franco-argiloarenosa; moderada pequena blocos subangulares e angulares; muito duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso.

Obs.: Perfil descrito em dia chuvoso; mini-trincheira com cerca de 70 cm de profundidade.

Raízes comuns e finas em A1; e poucas e finas nos demais horizontes.

Perfil P7 (LA – Mata) – Análises Físicas e Químicas

Horizonte		Frações da amostra total %			Composição granulométrica da terra fina (dispersão com NaOH / calgon) g/kg				Argila dispersa em água g/kg	Grau de Flokul. %	silt argila		Densidade kg/dm ³	Poros. cm ³ /100cm ³
Símbolo	Profund. cm	Calhaus > 20 mm	Cascalho 20-2 mm	Terra fina < 2mm	Areia grossa 2-0,20 mm	Areia fina 0,20-0,05 mm	Silte 0,05-0,002 mm	Argila < 0,002 mm			Solo	Particula		
A1	0 – 10			761	585	176	72	167	30	82	0,43	1,39	2,69	48
A2	10 – 17			764	520	244	93	143	80	44	0,65	1,75	2,60	33
AB	17 – 27			783	523	260	65	152	50	67	0,43	1,87	2,77	32
BA	27 – 36			762	524	238	63	175	50	71	0,36	1,84	2,70	32
Bw	36 – 65+			626	416	210	68	306	210	31	0,22	1,71	2,66	36
Horiz.	pH (1:2,5)		Complexo sortivo cmol/kg								Valor V (sat. de bases) %	$\frac{100Al^{3+}}{S+Al^{3+}}$ %	P ass. mg/kg	
	Água	KCl 1N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S (soma)	Al ³⁺	H	Valor T (soma)				
A1	5,8	5,6	5,4	2,4	0,38	0,05	8,23	0,0	2,1	10,3	80	0	7	
A2	5,7	5,2	2,5	1,0	0,21	0,03	3,74	0,0	1,8	5,5	68	0	2	
AB	5,5	5,3	1,5	1,1	0,12	0,02	2,74	0,0	1,8	4,5	61	0	2	
BA	5,4	5,0	1,4	0,9	0,08	0,02	2,40	0,0	2,1	4,5	53	0	1	
Bw	5,5	4,7	1,0	1,3	0,21	0,07	2,58	0,0	2,8	5,3	49	0	1	
Horiz.	C org. g/kg	N g/kg	<u>C</u> N	Ataque por H ₂ SO ₄ (1:1) - NaOH (0,8%) g/kg					$\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$ (Ki)	$\frac{SiO_2}{R_2O_3}$ (Kr)	Al_2O_3 Fe ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ livre g/kg	Equiv. CaCO ₃ g/kg	
				SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO					
A1	22,16			53	49	10	4,8	-	-	1,84	1,63	7,69		
A2	10,53			67	58	11	5,8	-	-	1,96	1,75	8,28		
AB	10,01			63	57	12	5,7	-	-	1,88	1,66	7,46		
BA	9,70			67	62	15	6,0	-	-	1,84	1,59	6,49		
Bw	7,74			93	113	25	10,0	-	-	1,40	1,23	7,10		
Horiz.	$\frac{100 Na^+}{T \%}$	Pasta saturada		Sais solúveis (extrato 1:5) ← cmol/kg de TF →								Constantes hídricas g/100g		
		C.E. do extrato mS/cm 25°C	Áqua %	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Umidade 0,033 Mpa	Umidade 1,5 MPa	Áqua dispon. Máxima
A1	<1													
A2	<1													
AB	<1													
BA	<1													
Bw	1,3													

Relação textural: 1,6

APÊNDICE III – Caracterização de amostras de terra⁽¹⁾ para avaliação da fertilidade de áreas sob cobertura de mata secundária, pastagem e com cultivo de cana-de-açúcar, no município de Campos dos Goytacazes, RJ.

Amostra	Prof.	pH H ₂ O	C org. g kg ⁻¹	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺¹	Complexo sortivo						P Assim. mg kg ⁻¹
							Na ⁺¹ cmolc kg ⁻¹	Valor S	Al ⁺³	H ⁺	Valor T	Valor V	
F1 – LA, mata secundária													
0-20	3,9	13,4	0,5	0,4	0,08	0,00	0,98	1,1	5,1	7,18	14	53	4
20-40	3,9	9,3	0,5	0,3	0,04	0,00	0,84	1,1	3,9	5,84	14	57	3
0-20	4,4	7,6	1,0	0,5	0,15	0,01	1,66	0,3	3,5	5,46	30	15	4
20-40	4,6	5,3	0,5	0,4	0,09	0,00	0,99	0,5	2,6	4,09	24	34	3
0-20	4,9	9,2	1,1	0,8	0,10	0,04	2,04	0,2	3,0	5,24	39	9	7
20-40	4,9	6,7	0,7	0,4	0,02	0,00	1,12	0,5	2,5	4,12	27	31	4
0-20	4,9	5,4	0,5	0,3	0,07	0,02	0,89	0,3	2,7	3,89	23	25	5
20-40	4,9	3,6	0,5	0,1	0,02	0,01	0,63	0,6	1,9	3,13	20	49	5
0-20	4,2	7,2	0,9	0,7	0,07	0,01	1,68	0,4	3,0	5,08	33	19	5
20-40	4,2	6,0	0,7	0,5	0,02	0,01	1,23	0,5	2,4	4,13	30	29	2
0-20	4,6	5,5	0,7	0,4	0,04	0,00	1,14	0,2	1,7	3,04	38	15	5
20-40	4,5	6,8	0,6	0,3	0,02	0,00	0,92	0,3	1,3	2,52	37	25	3

(1) Média de três repetições (amostras compostas).

APÊNDICE IV – Resumo dos quadros das análises de variância das variáveis: C org., pH, Pass., K⁺, C⁺²+Mg⁺², Soma de bases (SB), Valor V%, Valor T e Al⁺³, referente ao ‘Estudo de Caso’, nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm.

a) Profundidade de 0-20 cm.

Variável: C org.

Fontes de variação	GL	F⁽¹⁾
Cobertura	2	76,40 **
Solo	(1)	171,86 **
Cobertura x Solo	(2)	16,31 **
Solo dentro de mata	1	133,35 **
Solo dentro de pasto	1	59,06 **
Solo dentro de cana	1	12,07 **
(Total de redução)	(5)	
Resíduo	12	

Média geral do ensaio $\cong 8,06$

Desvio padrão $\cong 0,61$

Coeficiente de variação $\cong 7,55\%$

⁽¹⁾ ** ($P < 0,01$)

Variável: pH

Fontes de variação	GL	F⁽¹⁾
Cobertura	2	43,49 **
Solo	(1)	16,89 **
Cobertura x Solo	(2)	6,68 *
Solo dentro de mata	1	18,24 **
Solo dentro de pasto	1	0,32 NS
Solo dentro de cana	1	11,68 **
(Total de redução)	(5)	
Resíduo	12	

Média geral do ensaio $\cong 4,5$

Desvio padrão $\cong 0,1$

Coeficiente de variação $\cong 3,20\%$

⁽¹⁾ * ($P < 0,05$), ** ($P < 0,01$), NS ($P > 0,05$)

Variável: P

Fontes de variação	GL	F⁽¹⁾
Cobertura	2	5,16*
Solo	1	0,64 ^{NS}
Cobertura x Solo	2	2,92 ^{NS}
(Total de redução)	(5)	
Resíduo	12	

Média geral do ensaio ≥ 5 Desvio padrão ≥ 1 Coeficiente de variação $\geq 23,57\%$ ⁽¹⁾* ($P < 0,05$), ^{NS} ($P > 0,05$)**Variável: K⁺**

Fontes de variação	GL	F⁽¹⁾
Cobertura	2	6,18*
Solo	(1)	0,02 ^{NS}
Cobertura x Solo	(2)	4,30*
Solo dentro de mata	1	6,15*
Solo dentro de pasto	1	1,09 ^{NS}
Solo dentro de cana	1	1,38 ^{NS}
(Total de redução)	(5)	
Resíduo	12	

Média geral do ensaio $\geq 0,08$ Desvio padrão $\geq 0,03$ Coeficiente de variação $\geq 37,03\%$ ⁽¹⁾* ($P < 0,05$), ^{NS} ($P > 0,05$)**Variável: Ca²⁺ + Mg²⁺**

Fontes de variação	GL	F⁽¹⁾
Cobertura	2	0,39 ^{NS}
Solo	(1)	5,52*
Cobertura x Solo	(2)	10,23**
Solo dentro de mata	1	4,71*
Solo dentro de pasto	1	16,56**
Solo dentro de cana	1	4,71*
(Total de redução)	(5)	
Resíduo	12	

Média geral do ensaio $\geq 1,3$ Desvio padrão $\geq 0,3$ Coeficiente de variação $\geq 22,76\%$ ⁽¹⁾* ($P < 0,05$), ** ($P < 0,01$), ^{NS} ($P > 0,05$)

Variável: Soma de bases (SB)

Fontes de variação	GL	F⁽¹⁾
Cobertura	2	0,39 ^{NS}
Solo	(1)	5,52*
Cobertura x Solo	(2)	10,23**
Solo dentro de mata	1	4,71*
Solo dentro de pasto	1	16,56**
Solo dentro de cana	1	4,71*
(Total de redução)	(5)	
Resíduo	12	

Média geral do ensaio $\geq 1,3$ Desvio padrão $\geq 0,3$ Coeficiente de variação $\geq 22,76\%$ (1) * ($P < 0,05$), ** ($P < 0,01$), NS ($P > 0,05$)**Variável: Valor V%**

Fontes de variação	GL	F⁽¹⁾
Cobertura	2	15,84**
Solo	(1)	1,10 ^{NS}
Cobertura x Solo	(2)	19,68**
Solo dentro de mata	1	21,59**
Solo dentro de pasto	1	17,15**
Solo dentro de cana	1	1,72 ^{NS}
(Total de redução)	(5)	
Resíduo	12	

Média geral do ensaio ≥ 30 Desvio padrão ≥ 4 Coeficiente de variação $\geq 13,67\%$ (1) ** ($P < 0,01$), NS ($P > 0,05$)**Variável: Valor T (CTC do solo)**

Fontes de variação	GL	F⁽¹⁾
Cobertura	2	46,95**
Solo	1	69,33**
Cobertura x Solo	2	1,41 ^{NS}
(Total de redução)	(5)	
Resíduo	12	

Média geral do ensaio $\geq 5,0$ Desvio padrão $\geq 0,4$ Coeficiente de variação $\geq 8,67\%$ (1) ** ($P < 0,01$), NS ($P > 0,05$)

Variável: Al³⁺

Fontes de variação	GL	F⁽¹⁾
Cobertura	2	78,12 **
Solo	(1)	60,50 **
Cobertura x Solo	(2)	63,88 **
Solo dentro de mata	1	181,50 **
Solo dentro de pasto	1	3,38 ^{NS}
Solo dentro de cana	1	3,38 ^{NS}
(Total de redução)	(5)	
Resíduo	12	

Média geral do ensaio = 0,4

Desvio padrão = 0,1

Coeficiente de variação = 14,63%

(1) ** (P < 0,01), NS (P > 0,05)

b) Profundidade de 20-40 cm.**Variável: C org.**

Fontes de variação	GL	F⁽¹⁾
Cobertura	2	14,04 **
Solo	(1)	40,45 **
Cobertura x Solo	(2)	20,25 **
Solo dentro de mata	1	48,89 **
Solo dentro de pasto	1	29,96 **
Solo dentro de cana	1	2,10 ^{NS}
(Total de redução)	(5)	
Resíduo	12	

Média geral do ensaio \cong 6,30Desvio padrão \cong 0,70Coeficiente de variação \cong 11,17%

(1) ** (P < 0,01), NS (P > 0,05)

Variável: pH

Fontes de variação	GL	F⁽¹⁾
Cobertura	2	38,39 **
Solo	(1)	34,18 **
Cobertura x Solo	(2)	10,03 **
Solo dentro de mata	1	44,05 **
Solo dentro de pasto	1	0,10 ^{NS}
Solo dentro de cana	1	10,10 **
(Total de redução)	(5)	
Resíduo	12	

Média geral do ensaio $\geq 4,5$ Desvio padrão $\geq 0,13$ Coeficiente de variação $\geq 2,88\%$ (1) ** ($P < 0,01$), ^{NS} ($P > 0,05$)**Variável: P**

Fontes de variação	GL	F⁽¹⁾
Cobertura	2	0,84 ^{NS}
Solo	1	0,23 ^{NS}
Cobertura x Solo	2	0,06 ^{NS}
(Total de redução)	(5)	
Resíduo	12	

Média geral do ensaio ≥ 3 Desvio padrão ≥ 2 Coeficiente de variação $\geq 78,42\%$ (1) NS ($P > 0,05$)**Variável: K⁺**

Fontes de variação	GL	F⁽¹⁾
Cobertura	2	175,75 **
Solo	(1)	49,00 **
Cobertura x Solo	(2)	60,25 **
Solo dentro de mata	1	168,75 **
Solo dentro de pasto	1	0,75 ^{NS}
Solo dentro de cana	1	0,00 ^{NS}
(Total de redução)	(5)	
Resíduo	12	

Média geral do ensaio $\geq 0,04$ Desvio padrão $\geq 0,00$ Coeficiente de variação $\geq 13,26\%$ (1) ** ($P < 0,01$), ^{NS} ($P > 0,05$)

Variável: Ca²⁺ + Mg²⁺

Fontes de variação	GL	F⁽¹⁾
Cobertura	2	1,76 ^{NS}
Solo	1	4,17 ^{NS}
Cobertura x Solo	2	2,57 ^{NS}
(Total de redução)	(5)	
Resíduo	12	

Média geral do ensaio \approx 1,0Desvio padrão \approx 0,2Coeficiente de variação \approx 24,17%⁽¹⁾ NS ($P > 0,05$)**Variável: Soma de bases (SB)**

Fontes de variação	GL	F⁽¹⁾
Cobertura	2	1,35 ^{NS}
Solo	(1)	3,20 ^{NS}
Cobertura x Solo	(2)	3,98*
Solo dentro de mata	1	1,26 ^{NS}
Solo dentro de pasto	1	7,90**
Solo dentro de cana	1	2,00 ^{NS}
(Total de redução)	(5)	
Resíduo	12	

Média geral do ensaio \approx 0,94Desvio padrão \approx 0,21Coeficiente de variação \approx 22,58%⁽¹⁾* ($P < 0,05$), ** ($P < 0,01$), NS ($P > 0,05$)**Variável: Valor V%**

Fontes de variação	GL	F⁽¹⁾
Cobertura	2	19,96**
Solo	(1)	4,01*
Cobertura x Solo	(2)	9,56**
Solo dentro de mata	1	10,36**
Solo dentro de pasto	1	5,77*
Solo dentro de cana	1	7,03**
(Total de redução)	(5)	
Resíduo	12	

Média geral do ensaio \approx 25Desvio padrão \approx 4Coeficiente de variação \approx 14,92%⁽¹⁾* ($P < 0,05$), ** ($P < 0,01$)

Variável: Valor T (CTC do solo)

Fontes de variação	GL	F⁽¹⁾
Cobertura	2	48,53 **
Solo	1	92,76 **
Cobertura x Solo	2	2,92 NS
(Total de redução)	(5)	
Resíduo	12	

Média geral do ensaio $\cong 4,0$ Desvio padrão $\cong 0,3$ Coeficiente de variação $\cong 7,70\%$ ⁽¹⁾ ** ($P < 0,01$), NS ($P > 0,05$)**Variável: Al³⁺**

Fontes de variação	GL	F⁽¹⁾
Cobertura	2	17,25 **
Solo	(1)	15,53 **
Cobertura x Solo	(2)	13,47 **
Solo dentro de mata	1	35,68 **
Solo dentro de pasto	1	1,86 NS
Solo dentro de cana	1	4,92 *
(Total de redução)	(5)	
Resíduo	12	

Média geral do ensaio = 0,6

Desvio padrão = 0,1

Coeficiente de variação = 18,26%

⁽¹⁾ * ($P < 0,05$), ** ($P < 0,01$), NS ($P > 0,05$)