

UFRRJ

INSTITUTO DE FLORESTAS

**MESTRADO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E
FLORESTAIS**

DISSERTAÇÃO

**PROPRIEDADES EDÁFICAS EM ARGISSOLOS
AMARELOS SOB DIFERENTES COBERTURAS
VEGETAIS EM SOORETAMA (ES)**

Rodolfo Carneiro de Sá

2002



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
MESTRADO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E FLORESTAIS

PROPRIEDADES EDÁFICAS EM ARGISOLOS AMARELOS SOB
DIFERENTES COBERTURAS VEGETAIS EM SOORETAMA (ES)

Rodolfo Carneiro de Sá, 1964 -

Sob a Orientação do Professor

Marcos Gervasio Pereira, 1965.

Tese submetida como requisito parcial
para obtenção do grau em *Magister
Scientiae* em Ciências Ambientais e
Florestais

Seropédica

Abril de 2002

452
632.51110
1

Carneiro, Rodolfo Sá

PROPRIEDADES EDÁFICAS EM ARGISOLOS AMARELOS SOB
DIFERENTES COBERTURAS VEGETAIS EM SOORETAMA (ES)

Seropédica, Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Florestas, 2002.

56 fls.

Orientador: Marcos Gervasio Pereira

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
MESTRADO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E FLORESTAIS

U.F.R.R.J. - BIBLIOTECA CENTRAL
N.º REGISTRO
922
DATA: 20/10/03
RM:

DOAÇÃO
Origem
EM, 22/10/03

AC 13265
265 fls

RU-00013284-5

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
MESTRADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS E AMBIENTAIS

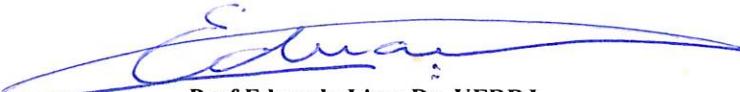
RODOLFO CARNEIRO DE SÁ

Dissertação submetida ao Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais como
requisito parcial para a obtenção do grau de **Magister Scientiae**.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 23 DE ABRIL DE 2002


Prof. Marcos Gervasio Pereira (PhD) UFRRJ


Prof Eliane Maria Ribeiro da Silva (PhD) Embrapa
Agrobiologia


Prof Eduardo Lima Dr. UFRRJ
UFRRJ – Depto de Solos

Dedico

À minha esposa companheira inseparável e dedicada, sem a qual tudo seria infinitamente mais difícil.

À minha filha, fonte de coragem para encarar os momentos adversos

Aos meus pais que me conduziram até esse momento.

Um Pensamento

Talvez haja um dia um mundo que mostrando ser um único ecossistema, não haverá de se falar em plantas exóticas ou nativas, tudo e todos com uma única origem e um único gene mãe, também, não se haverá de falar em direitos, pois, todo o bem natural será indivisível e sem tutela, onde o homem simplesmente entenderá que somos uma pequena parte dele e não o seu dono, e por isso, nós o preservaremos, nós o meio ambiente.

Rodolfo Carneiro de Sá

Agradecimentos

Ao Professor Marcos Gervasio Pereira, pela forma como conduziu a orientação, estando sempre presente na discussão de cada detalhe da tese, e por ter passado dentre muitos conhecimentos o ensinamento de como escrever cada parte da dissertação.

Aos meus pais por terem se esforçado muito para que eu tivesse um direcionamento e chegasse até aqui.

À Professora Irene Garay, a qual durante esses anos tem sido uma amiga e acima de tudo apoiado-me em meus objetivos profissionais.

À Universidade Federal do Rio de Janeiro, por ter me concedido o afastamento para cursar a Pós Graduação em Ciências Ambientais e Florestais.

Ao Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais (MCAF), por abrir e manter um curso que abraça profissionais dos mais diversos, com as mais variadas formações, pela coragem dos professores por se engajarem em tão difícil tarefa.

Ao Dr. Raphael David, Pesquisador da Embrapa Solos, Jardim Botânico, por toda dedicação e empenho na coleta de amostras no campo, pela atenção e ensinamentos repassados e principalmente pela forma amigável dispensada aos amigos de trabalho.

Ao bolsista de iniciação científica Ademir Fontana, pela realização das análises e ao engenheiro agrônomo Gustavo Souza Valladares pelo auxílio nas coletas das amostras.

E finalmente a Deus, sem o qual nada teria um começo e muito menos um fim glorioso.

BIOGRAFIA

Rodolfo Carneiro de Sá, nascido a 16 de abril de 1964, filho de Ricardo Esteves de Sá e Maria do Carmo Carneiro de Sá, casado com Elenice dos Santos Barros de Sá, sendo pai de Milena Barros de Sá.

A formação profissional foi toda realizada ou cursada em escolas públicas e faculdades gratuitas, assim como, os cursos de especialização e Pós graduação Lato Censo.

Graduado pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro no curso de Engenharia Florestal no ano de 1989.

Pós-graduado em Ciências Ambientais (Lato censo), pela Universidade Federal do Rio de Janeiro no ano de 1991.

SUMÁRIO

1. Introdução.....	1
2. Revisão de Literatura.....	3
2.1 Caracterização do Ambiente de Tabuleiros Costeiros.....	3
2.2 Solos dos Tabuleiros Costeiros.....	4
2.3 Uso Agrícola dos Tabuleiros Costeiros e Degradação Ambiental.....	6
2.4 Propriedades Edáficas e Manejo Agrícola em Solos de Tabuleiro.....	7
2.5 Qualidade dos Solos e Degradação Ambiental.....	9
2.6 Propriedades Biológicas.....	12
3 Material e Métodos.....	15
3.1 Meio Físico.....	15
3.2 Métodos Analíticos.....	20
4 Resultados e Discussão.....	23
4.1 Perfis – Propriedades morfológicas como índices de degradação.....	23
4.2 Propriedades físicas como índices de degradação.....	24
4.3 Propriedades químicas como índices de degradação.....	26

4.4 Propriedades físicas nas amostras de terra.....	29
4.5 Propriedades químicas nas amostras de terra.....	32
5 Conclusões.....	38
6 Referências.....	39
7 Anexo.....	47

RESUMO

SÁ, Rodolfo Carneiro de. **Propriedades edáficas em Argissolos Amarelos sob diferentes coberturas vegetais em Sooretama (ES)**. Seropédica: UFRRJ, 2002. 61 (Dissertação, Mestrado Ciências Florestais e Ambientais)

O estudo teve como objetivo avaliar alterações nas propriedades morfológicas, físicas e químicas em Argissolos Amarelos sob diferentes tipos de cobertura vegetal, no município de Sooretama, ES. Os seguintes tipos de cobertura vegetal foram avaliados: floresta secundária, pasto e plantio de café. Quanto às propriedades morfológicas, a cor e a estrutura dos horizontes superficiais foram bons indicadores do grau de alteração das áreas. A densidade do solo e o Diâmetro médio ponderado diferiram significativamente entre áreas, estando estas propriedades diretamente correlacionadas com os maiores conteúdos de carbono orgânico. Os maiores valores Ca, Mg, e K foram encontrados na área de floresta secundária, quando comparados aos da área de pasto e café, demonstrando que a ciclagem de nutrientes favorece a manutenção destes no sistema. O teor de carbono orgânico foi maior na área de floresta, com os maiores teores de 0-5 cm, para todas as áreas. Para o valor S, verifica-se que este apresenta uma estreita relação com os valores de Ca+Mg. A matéria orgânica parece ser um dos principais responsáveis pelo valor T das áreas estudadas. Considerando os atributos estudados, sistemas de manejo que favoreçam um maior conteúdo de matéria orgânica, são indicados para os solos dos Tabuleiros.

Palavras chave: Solos de tabuleiro, degradação do solo, matéria orgânica do solo.

ABSTRACT

SÁ, Rodolfo Carneiro de. **Edaphic properties in Yellow Argissol under differents coverages in Sooretama, ES.** Seropédica: UFRRJ, 2000. 61p. (Dissertation, Master Science in Forestry and Environment Science).

The objective of this study was to evaluate changes in the morphological, physical and chemical soil properties resulting from different types of coverage in a Yellow Argissol in Sooretama (ES). The treatments were secondary forest, pasture and coffee plantation. The soil bulk density and soil stability did differ significantly among areas, related with the highest organic carbon content. The highest values of Ca, Mg and K were found in forest, when compared to pasture and coffee plantation, showed the nutrient cycles keeps it in this system. The organic carbon content was highest in forest and lowest in coffee plantation, with the highest values in the 0-5 cm depth, for all coverages. The S value showed a close correlation with Ca+Mg contents. To different coverages organic matters seems an important contributor to T value. The soil color and structure, bulk density, aggregation, organic carbon and T value were the best properties to indicate variations in soil coverage and cultivation practices. Considering the attributes evaluated, systems that keeps a highest organic matter in soil are recommended for Tableland soils region (ES, Brazil).

Key words: Tableland soils, soil degradation, organic matter.

INTRODUÇÃO

Os solos brasileiros apresentam em sua grande maioria baixa fertilidade natural. As atividades agrícolas, com suas formas de manejo, nem sempre devidamente apropriadas ou inadequadas aos diferentes tipos de solos, vêm resultando no surgimento e expansão da áreas degradadas. Outro fator que contribui efetivamente para a degradação dos solos são as diversas formas de uso aplicadas ao mesmo, o que é conhecido como fatores antrópicos ou ação antrópica. Logo, a recuperação e a desaceleração da expansão de áreas degradadas, requer ou suscita à idéia da necessidade de técnicas que tenham como principais objetivos a melhoria da fertilidade do solo e o aumento da produtividade sustentada em especial no caso das pequenas propriedades rurais, que não dispõem de conhecimentos tecnológicos que garantam uma produtividade satisfatória.

A sustentabilidade dos sistemas agrícolas depende, em grande parte, da manutenção das propriedades do solo, dentro de níveis, que permitam sua restauração e que não venham a afetar a produção de colheitas ou o meio ambiente (Studdert et al., 1997). Francis e Clegg (1990) afirmam que a viabilidade da agricultura sustentável é baseada no conhecimento do efeito das práticas de manejo sobre as propriedades do solo e de como elas afetam as relações solo - cultura. Para se manter a sustentabilidade das práticas agrícolas é fundamental o planejamento das formas de uso da terra, visando manter o potencial produtivo do solo e preservando, assim, seus recursos. Palmieri e Larach (1996) afirmam que a prática humana pode influenciar tanto no sentido da reconstrução do solo e de sua fertilidade, quanto no sentido da degradação, através de sua utilização com práticas agrícolas que podem ser adequadas ou não às condições edafo - ambientais.

Durante o processo de expansão das fronteiras agrícolas as florestas brasileiras foram sendo substituídas por áreas cultivadas, que por muitas vezes em razão de um uso inadequado favoreceram o processo de degradação. As áreas florestais no Estado do Espírito Santo foram submetidas a um intenso processo de redução decorrente da utilização extensiva e não sustentada destas áreas. Atualmente, segundo Jesus (1987), existem somente 5% da floresta de tabuleiros e algo próximo de 2% da floresta primária no norte do Espírito Santo, incluso nestes percentuais as matas ciliares.

Como hipótese deste trabalho, considera-se que propriedades edáficas podem ser usadas para caracterizar o estágio de degradação dos solos e identificar os fatores que concorrem para intensificação deste processo, nas principais formas de paisagem da região. A partir dessas informações, é possível contribuir para um melhor planejamento de uso e consequente aumento da produção agrícola com menor impacto sobre a qualidade do ambiente e a integridade do ecossistema.

Com base nas considerações apresentadas, o presente trabalho tem os seguintes objetivos:

- 1) Avaliar o grau de alteração das propriedades edáficas (físicas e químicas) de áreas sob diferentes formas de uso e coberturas vegetais; e
- 2) A partir dos resultados encontrados, procurar estabelecer indicadores de qualidade do solo, que reflitam o estágio atual de degradação dos solos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Caracterização do Ambiente de Tabuleiros Costeiros

Os “Tabuleiros”, tabuleiros costeiros ou mesmo feição geomorfológica do tipo tabular, se desenvolve sobre sedimentos continentais costeiros que são denominados de Formação Barreiras. Os solos de tabuleiros ocorrem em quase toda a faixa costeira do Brasil, ou seja, desde o Estado do Rio de Janeiro até o delta do Amazonas. Ao longo da costa brasileira, a paisagem dos ‘tabuleiros’ alterna-se com a baixada litorânea e ‘inselbergs’ ou morros de formato arredondado, relacionados ao Complexo Cristalino (Lamego, 1955, Brasil, 1977; Anjos, 1985; Fonseca, 1986, Nascimento, 2001).

Estes depósitos sedimentares quando em contato com o mar, as vezes, formam falésias ou barreiras, a exemplo de Porto Seguro (BA) e São Luís (MA), ou estão afastados do litoral por planícies formadas pelos sedimentos trazidos pelos rios (sedimentos aluviais) e depositados em seus deltas, depósitos marinhos (dunas e cordões litorâneos) e áreas de mangues, como na região de Campos dos Goytacazes (delta do rio Paraíba do Sul) e de Linhares, ES (delta do rio Doce). Na região Sudeste, os Estados do Espírito Santo e Rio de Janeiro são os que apresentam a maior extensão de tabuleiros costeiros (11.017 km^2).

Segundo Jacomine (1996), as áreas de ocorrência dos solos de tabuleiros são predominantemente úmidas, com precipitações pluviométricas médias anuais variando de 1.000 a 2.300 mm no litoral; de 1.500 a 3.000 mm na Amazônia; de 1.300 mm a 1.700 mm em São Paulo; de 900 mm a 1.000 mm na região do Médio Jequitinhonha em Minas Gerais; e de 400 mm 600 mm nos Sertões de Pernambuco, Bahia e Piauí.

O relevo tabular é bem evidenciado ao Leste do Estado do Espírito Santo, em alturas inferiores a 100 metros, onde as elevações apresentam topo plano, próprias das colinas abatidas pela sucessão de eventos erosivos como aplântamentos e sedimentações. As feições com conformações de relevo suavemente ondulado, topo convexo, ou onde houve forte dissecação apresentando relevo ondulado com elevações de topo plano, ocorrem apenas no interior em consequência do reduzido manto sedimentar da formação barreiras nesse ponto.

A Formação Barreiras se subdivide em duas seqüências sedimentares, sendo elas; o material sedimentar depositado no período terciário, Barreiras Inferior, e uma segunda seqüência que corresponde ao Barreiras Superior (Pleistocênio), sendo elas separadas por uma discordância erosiva.

2.2 Solos dos Tabuleiros Costeiros

Os solos de tabuleiro tem como característica principal localizarem-se em relevo plano a suave onulado, apresentarem uma grande espessura de perfil, as cores são tipicamente amarela, tendo o horizonte B matizes 10YR, 7,5YR e 5Y, com ocorrência de cores amarelo-avermelhadas e vermelho-amareladas, com valores e croma via de regra iguais ou maiores que 5 (Jacomine, 1979). Estes solos distribuem-se desde o Rio de Janeiro, com extensão até o vale do rio Paraíba do Sul, no estado de São Paulo, até o Amapá e áreas próximas ao rio Amazonas e afluentes, bem como, nos estados do Maranhão e Piauí. São solos que apresentam baixo conteúdo de óxidos de ferro e alumínio, ausência de minerais primários intemperizáveis e predomínio de caulinita na mineralogia da fração argila. Por influência desta mineralogia os solos de tabuleiro são considerados como: de baixa fertilidade natural, e baixa capacidade de retenção de água. Devido a elevada coesão normalmente observada nos horizontes transicionais AB e/ou BA, podem oferecer impedimentos físicos ao desenvolvimento radicular, em profundidade, em especial quando o solo estiver com baixo teor de umidade. A presença de adensamento em profundidade, torna os solos de tabuleiro suscetíveis à erosão, mesmo quando o relevo é plano (Nascimento, 2001).

Sob o aspecto genético, estudos têm destacado o pequeno grau de evolução, sugerido através de características morfológicas, em especial quanto a diferenciação de sub-horizontes e desenvolvimento de estrutura (Anjos, 1985). 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, indicando estarem diretamente relacionadas com o tipo de material de origem, e não decorrentes do processo pedogenético.

Pereira (1996), estudando a relação ferro extraído com ditionito citrato bicarbonato (Fed) e ferro obtidos pelo ataque com ácido sulfúrico (Fet), verificou valores elevados da relação Fed/Fet, indicando que a maior parte do ferro nos solos de tabuleiro apresentava-se sob a forma de óxidos. Porém, esta característica, que geralmente denota intensidade de intemperismo elevada não correlacionava-se com o conjunto de propriedades morfológicas observadas para estes solos, indicadoras de pedogênese.

Os solos desenvolvidos a partir desta cobertura sedimentar inicialmente foram classificados como ‘regolatossolos’, isto é, solos afins aos Regossolos, que se caracterizam pela inexistência de um horizonte genético sub-superficial (horizonte B) (Brasil, 1977). Posteriormente, foram identificadas e classificadas várias outras classes associadas a esta feição geomorfológica, destacando-se duas unidades: Latossolo Amarelo coeso, com caráter álico ou distrófico (Jacomine, 1979) e Podzólico Amarelo coeso, com caráter álico ou distrófico (EMBRAPA/SNLCS, 1979; Jacomine, 1979), com menor proporção de Planossolos e Podzóis (Jacomine, 1979; Fonseca, 1986). A distinção taxonômica entre as duas principais classes ainda não está bem caracterizada, uma vez que vários aspectos morfológicos, físicos, químicos e mineralógicos são comuns a ambas e ao próprio material originário (Anjos, 1985; Fonseca, 1986)

No Estado do Espírito Santo os solos de tabuleiros são bem representados na feição Norte do Estado. A área de solos de tabuleiros costeiros do Estado esta estimada em aproximadamente 10.000 Km², tendo predominância das classes Latossolo e Argissolo Amarelo. Além dessas classes são verificadas também no município, solos hidromórficos como Gleissolos e Espodossolos. Estes solos ocupam as partes baixas, próximas aos córregos e rios, ou áreas denominadas de “mussunungas”.

Na área em estudo destacam-se duas classes de solos, o Argissolo Amarelo, que possui horizonte A moderado e B textural, de seqüência A-Bt-C. Estes solos apresentam textura variando de arenosa a média no horizonte A e média a argilosa no horizonte B. Tanto a capacidade de troca catiônica como a soma de bases é baixa, o que é justificado pelo domínio por argilas de atividade baixa (CTC < 17cmol_ckg de argila). A relação molecular SiO₂ / Al₂O₃ (Ki) apresenta valores de até 2,2, teores de Fe₂O₃ relativamente baixos (< 7%), apresentando elevada coesão nos horizontes transicionais AB e BA. O

Latossolo Amarelo apresenta características bastante similares ao Podzólico, diferindo deste apenas por apresentar uma seqüência de horizontes A-Bw –C e não possuir gradiente textural.

2.3 Uso Agrícola dos Tabuleiros Costeiros e Degradação Ambiental

O ecossistema dos Tabuleiros Costeiros vem sendo degradado desde o descobrimento do Brasil, com a exploração intensiva da Mata Atlântica e a sua quase extinção. Posteriormente, quando da instalação das Capitanias Hereditárias, implantou-se o cultivo da cana-de-açúcar (Vargas, 1972) e depois o cacau e a braquiária para pastagem. Os ciclos de extração do pau-brasil, extrativismo de outras madeiras da Mata Atlântica, cultivo de cana-de-açúcar, pastagens, e mais recentemente plantio de florestas de pinus e eucalipto para produção de celulose nas indústrias de papel, fazem parte dos diversos usos agrícolas destes solos. Também se destaca, na última década, o uso com fruticultura tropical.

Como características favoráveis à atividade agrícola na área dos tabuleiros costeiros destacam-se: (i) relevo, em geral plano a suave-ondulado, propício à mecanização; (ii) boa drenagem e proximidade (no RJ e ES) de bacias hidrográficas que permitem a implantação de sistemas de irrigação; e (iii) localização geográfica, em geral próxima de centros de comercialização e distribuição de insumos. Entretanto, a reduzida fertilidade natural (predomínio de caulinita e intenso intemperismo do material de origem) e a presença freqüente de horizontes com elevada densidade do solo e reduzida macroporosidade, abaixo da camada arável (Anjos, 1985; Fonseca, 1986), tornam a produtividade dos solos de tabuleiro dependente da constante adição de fertilizantes e de matéria orgânica e de práticas de controle da erosão.

Já de longo tempo, Setzer (1949) destacava como fatores responsáveis pela pobreza destes solos as seguintes situações: 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, sobrecarga de cultivo e diminuição do teor de húmus.

As áreas florestais no Estado do Espírito Santo foram submetidas á um intenso processo de redução decorrente da utilização extensiva e não sustentada destas áreas.

Atualmente, segundo Jesus (1987), existem somente 5% da floresta de tabuleiros e algo próximo de 2% da floresta primária no norte do Espírito Santo, incluso nestes percentuais as matas ciliares.

Em termos demográficos a distribuição da população no Estado do Espírito Santo está relacionada aos fatores fisiográficos. A zona da baixada apresenta geralmente densidade de população inferior a da zona da serra. Na porção setentrional, as largas manchas de solos pobres do tabuleiro litorâneo, constituem obstáculos ao seu aproveitamento agrícola. Já na planície deltária do rio Doce, entre Regência e Linhares, a cultura do cacau favoreceu uma maior fixação da população.

O Norte do Espírito Santo, mais especificamente os Municípios de Linhares e São Mateus, ganharam um grande impulso no pós-guerra com desenvolvimento da extração florestal e da pecuária. Na segunda metade dos anos 60 e nos anos 70, a política de erradicação dos cafezais ocorre paralela ao esgotamento das florestas, que eram utilizadas na extração de madeira, havendo também uma vigorosa expansão do cultivo do café robusta (o “novo café”). Também nesta ocasião ocorreu a introdução e notável expansão da silvicultura, especialmente o cultivo de eucalipto para a indústria de celulose. Nos anos 80 e 90 com o início do Próalcool, observa-se uma rápida expansão da área cultivada com cana-de-açúcar. Já na década de 90 houve expressivo desenvolvimento da fruticultura, sobretudo mamão e coco (Buffon, 1999). Todos esses ciclos de utilização do solo contribuíram, para que em muitas áreas, seja observado um acentuado grau de degradação das propriedades edáficas.

2.4 Propriedades Edáficas e Manejo Agrícola em Solos de Tabuleiro

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 à 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).

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 umidade disponível. Por outro lado, o uso agrícola promoveu significativa redução na condutividade hidráulica saturada do horizonte superficial, quando comparado ao solo sob vegetação nativa.

Nascimento (2001) estudando o grau de degradação de solos de Tabuleiros (Latossolo e Argissolo Amarelo) sob diferentes coberturas vegetais (cana-de-açúcar, pasto e floresta secundária), verificou que as maiores variações foram observadas para

os Latossolos Amarelos, com destaque para as seguintes propriedades: carbono orgânico, pH, valores V% e T. O autor destaca ainda que os Argissolos, quando comparados ao Latossolos foram aqueles que apresentaram menor potencial agrícola, sugerindo que estes devem receber um manejo diferenciado.

2.5 Qualidade dos Solos e Degradação Ambiental

A partir da década de 90, a avaliação de solos têm 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 a longo prazo, a sustentabilidade de práticas agrícolas em níveis local, regional e internacional.

Entre as definições de qualidade do solo, a 'Soil Science Society of America' apresenta na edição de junho de 1995 do 'Agronomy News' a seguinte: "qualidade do solo é a capacidade de um específico tipo de solo 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 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 (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. Estes autores propuseram cinco atributos de qualidade do solo e sugerem que a combinação de propriedades físicas, químicas e biológicas em um solo possilita 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 apropriado ambiente biótico; e
- e) Respondem ao manejo.

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 importante indicadores de qualidade do solo. Embora o espaço poroso e alguns 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 às 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, por que 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 and 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 à 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 seu comportamento quando implantados sistemas de produção agrícola. Nos solos de tabuleiro, sua degradação é fruto da falta de técnicas adequadas às suas propriedades e do mau uso de práticas de manejo agrícola.

2.6 Propriedades biológicas

O conjunto de invertebrados associados a camada denominada serrapilheira-solo é chamada de fauna do solo. Esta associação resulta em uma participação nos processos de decomposição e ciclagem de nutrientes, como também na modificação de propriedades químicas e físicas desta camada, em razão da movimentação destes organismos no solo.

O humo, como a argila, é um produto de agregação e de síntese, tendo como agentes responsáveis os organismos vivos do solo, fauna (animais) e vegetais (flora).

Estes organismos processam a decomposição do material orgânico produzindo alterações bioquímicas, e reviram fisicamente os solos, auxiliando a estabilizar sua estrutura Brady (1983). Ressaltando a importância dos organismos vivos dos solos na fertilidade e produtividade, o mesmo autor, afirma que a quantidade de solo processada por dentro dos corpos das minhocas pode atingir anualmente a 15 toneladas de terra seca por acre. E que comparando o próprio solo com os resíduos desses organismos constatou maiores quantidades de matéria orgânica, nitrogênio total, cálcio, magnésio entre outros elementos químicos.

A microfauna do solo é constituída por muitos organismos aquáticos que vivem associados ao filme de água do solo, sendo o caso dos protozoários, rotíferos, copépodos, tardígrados, nematóides e outros. Estes pequenos animais atuam de maneira indireta na ciclagem de nutrientes através da ingestão de bactérias e fungos. A mineralização ou imobilização de nutrientes na biomassa microbiana, em muitos casos, pode ser promovida pela intensidade de predação por parte da microfauna.

A mesofauna do solo apresenta um diâmetro corporal entre 100 μ m e 2mm, e é representado pelos ácaros, colêmbolos, alguns grupos de miríápodes, aracnídeos e diversas ordens de insetos, alguns oligoquetos e crustáceos. A mesofauna apesar de extremamente dependente da unidade de solo, é caracteristicamente terrestre. Estes animais se alimentam tanto de microrganismos; como microfauna, como também, do material vegetal em decomposição.

A macrofauna do solo apresenta animais de diâmetro corporal entre 2mm e 20mm, e podem pertencer a quase todas as ordens encontradas na mesofauna, excetuando-se ácaros, colêmbolos, proturas e dipluras.

A megafauna é constituída por indivíduos de diâmetro corporal acima de 20mm, sendo composta por algumas espécies de oligoquetas, diplopodes, quilópodes e coleópteros.

As categorias dos indivíduos da macrofauna e megafauna têm como principais funções a fragmentação de detritos vegetais e animais da serrapilheira, predação de outros invertebrados e a modificação da estrutura do solo, através da atividade de escavação e produção de coprólitos.

A importância da atividade de microrganismos é ressaltada por Pereira et al.,

(1998), sugerindo que quanto maior for a utilização de associações entre vegetais (de briófitas, pteridófitas e vegetais superiores), animais (mesofauna em geral) e microrganismos (algas, líquens, fungos e bactérias), maiores intensidade biótica seria propiciada, garantindo o estabelecimento do tão desejado horizonte A.

Stone e Buttery (1989), citado por Reinert (1998), estudaram nove forrageiras, incluindo gramíneas e leguminosas, medindo a frequência de micorrizas para cada espécie, e não constataram associação direta com a estabilidade dos agregados do solo.

Os compostos orgânicos que são rapidamente decompostos por microrganismos, principalmente os polissacarídeos, são considerados agentes cimentantes transitórios e estão associados à formação de macroagregados (agregados com diâmetro maior que 250 μ m), Tisdall & Oades (1982).

De acordo com Canellas et al., (???), as hifas dos fungos e as raízes que permanecem no solo por vários meses e até anos, são consideradas agentes cimentantes temporários e estão associadas a formação de macroagregados jovens.

De acordo com Coutinho et al., (2001), os microrganismos são a base da sustentação da vida, a medida que todos os ecossistemas do planeta dependem diretamente da ação destes. Dentre as atividades indispensáveis, das quais todos os organismos superiores dependem, podem ser destacadas as seguintes: produção primária, produção de oxigênio pela fotossíntese, decomposição da matéria orgânica e ciclagem de nutrientes.

Segundo Campello (1998), em termos sucessionais, a atividade biológica é muito importante na decomposição e mineralização de nutrientes via aporte orgânico da serrapilheira, atuando a macrofauna e mesofauna na fragmentação, trituração e digestão do material orgânico.

Sautter (1998), cita a ação diferenciada e eficaz no processo de degradação da matéria orgânica por macrofitófagos e microfitófagos, sendo atribuído aos macrofitófagos a decomposição primária e aos microfitófagos a participação indireta no processo de desagregação, atuando no controle de hifas fúngicas.

3 - MATERIAL E MÉTODOS

3.1 MEIO FÍSICO

Os sítios de estudo localizam-se no município de Sooretama, ao norte do Espírito Santo. Geograficamente a área situa-se entre os paralelos 19° 06' – 19° 18' de latitude sul e entre os meridianos 39°45' – 40°19' de longitude oeste (Jesus, 1987). Na área são observadas várias formas de utilização do solo, sejam elas agrícolas ou mesmo pecuárias, em detrimento da cobertura vegetal original.

O clima geral da região é caracterizado por dois períodos distintos, apresentando uma estação chuvosa, no verão, e uma outra, seca ou menos úmida no inverno. Segundo a classificação de Köppen, o clima da área pertence ao grupo Aw. Os valores médios para as temperaturas máximas e mínimas são 34°C e 15°C, respectivamente. A precipitação anual média é de 1.178 mm/ano, apresentando no período chuvoso que vai de outubro a março, médias mensais variando entre 130mm a 200mm e no período mais seco, que se estende de abril a setembro, aproximando-se, mas não ultrapassando os 60mm.

A umidade relativa do ar é de 83%, dado resultante da média de dez anos, coletados na Reserva Florestal de Linhares, o que demonstra a estabilidade desse dado quando comparado aos valores médios mensais extremos de umidade relativa do ar, 92.2 e 77.5, (Jesus, 1987). Segundo dados fornecidos pela INCAPER, a temperatura média é de 24,6°C, variando entre 22°C e 27°C, e as maiores variações de temperatura são observadas durante o inverno onde a amplitude térmica pode alcançar 15°C. (Figura 1).

O relevo da área constitui-se chapadões do terciário que se estendem até o litoral. Pode-se distinguir do ponto de vista fisiográfico duas províncias geomorfológicas. A planície de “Tabuleiros” e a planície costeira. A planície de tabuleiros está instalada sobre os sedimentos da Formação Barreiras e a planície costeira é constituída de sedimentos litorâneos arenosos e depósitos arenoso-argilosos fluviais.

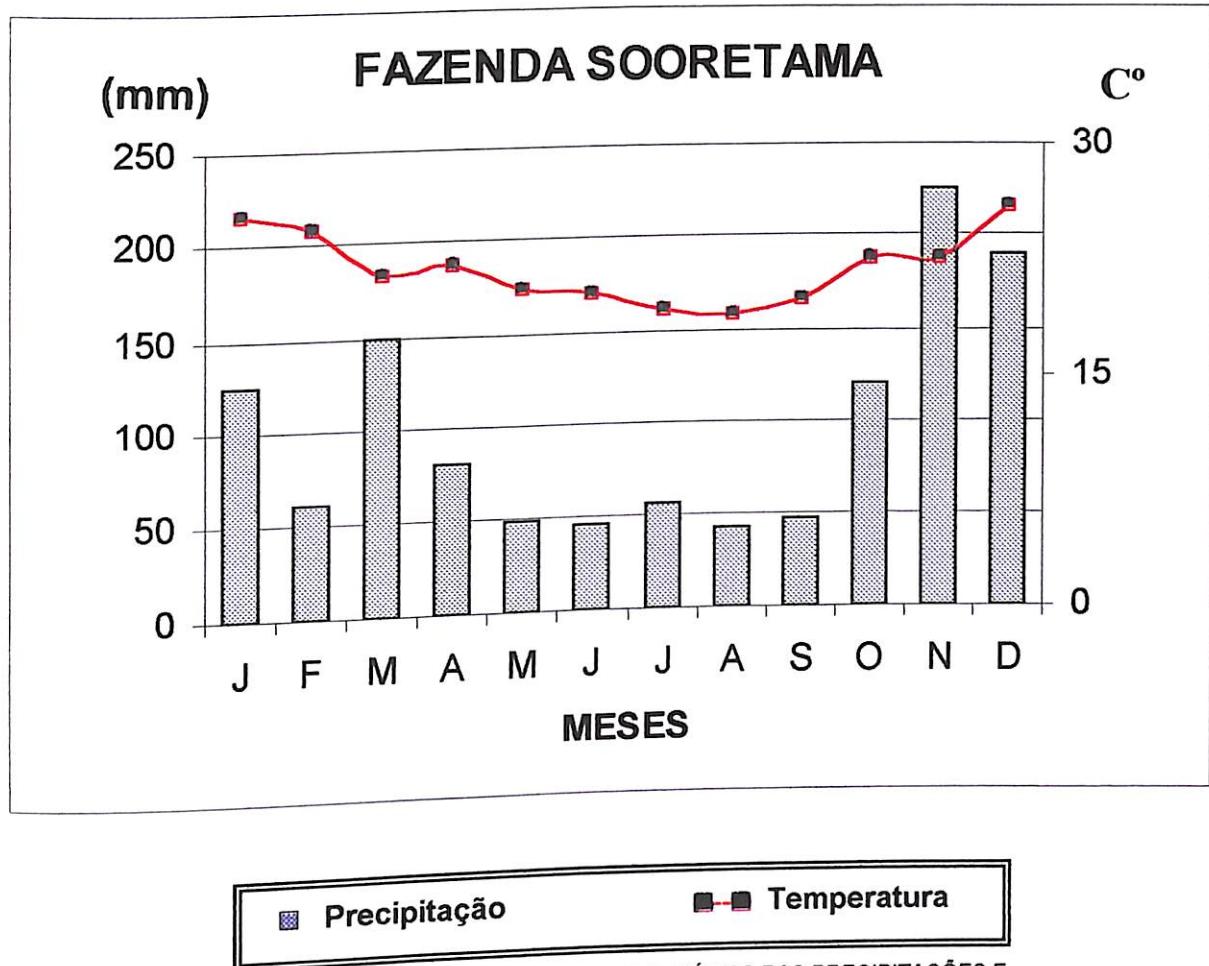


FIGURA 1. CLIMOGRAMA, MODIFICADO. MÉDIAS DAS PRECIPITAÇÕES E TEMPERATURAS MENSais PARA O PERÍODO DE 1988-2000. DADOS REGISTRADOS NA FAZENDA EXPERIMENTAL DE SOORETAMA CEDIDOS PELA INCAPER, MUNICÍPIO DE SOORETAMA, ES.

A região apresenta-se composta por diferentes formas florestais que podem ser definidas como: floresta tropical subperenifólia que é predominantemente verde e decidua em parte, floresta tropical subperenifólia/subcaducifólia que está relacionada com a floresta densa normal, floresta tropical higrófila de várzea ocorrendo em áreas planas que em determinados períodos do ano ficam debaixo d'água e floresta tropical subperenifólia de restinga que aparece junto com o campo tropical de restinga. As áreas próximas ao litoral se caracterizam por apresentarem muitas cactáceas entre os seus componentes.

De acordo com recente mapeamento, os solos que predominam na região são os

Latossolos Amarelos e Podzólicos Amarelos (Embrapa, 1998), ocupando áreas onde o relevo varia de plano a suave ondulado, em superfícies planas e aplainadas.

CARACTERIZAÇÃO DO GRAU DE ALTERAÇÃO DAS ÁREAS

Foram selecionadas três áreas com formas de utilização distintas: área de floresta de floresta secundária, área de pasto e área de plantio de café. Em cada área foi aberto um perfil para a caracterização do solo e coletadas amostras na camada superficial do solos para avaliação do grau de degradação.

A descrição dos perfis e coleta de amostras foi feita conforme o Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo (Lemos e Santos, 1996).

Para avaliação do grau de alteração das propriedades edáficas, em cada área foi delimitada uma extensão de aproximadamente um (1) hectare, e nesta foram coletadas cinco amostras compostas formadas a partir de dez amostras simples. A amostragem foi realizada nas profundidades de 0-5, 5-10, 10-20 cm. Para as análises físicas, foram coletadas cinco amostras nas profundidades de 0-5 e 5-10 cm .

A área de floresta, está localizada no Município de Sooretama, Espírito Santo, área contígua a Fundação Bionativa. O perfil onde foram coletadas as amostras de terra, para a identificação do solo, encontra-se sob vegetação de floresta secundária, posicionado, em terço médio de encosta com declividade próxima de 6%, sendo um contínuo do relevo local, que apresenta-se suave ondulado, sendo observado no entorno do ponto de coleta áreas com erosão laminar (Figura 1).

A área de plantio de café conilon localiza-se na propriedade da Sr^a. Jovelina Neves Alves, situada na estrada que liga Sooretama a Patrimônio da Lagoa a aproximadamente 400 metros do trevo da Fazenda Agrobôr. O perfil foi aberto em terço médio de encosta com declividade aproximada de 8% em relevo local suave ondulado, na área é observada a ocorrência de erosão laminar. Segundo informações dos proprietários, na área a cafeicultura vem sendo desenvolvida há alguns anos existindo na área plantios em idades variadas. A abertura do perfil, bem como a amostragem foi realizada em um cafezal com dez anos de idade. (Figura 2).

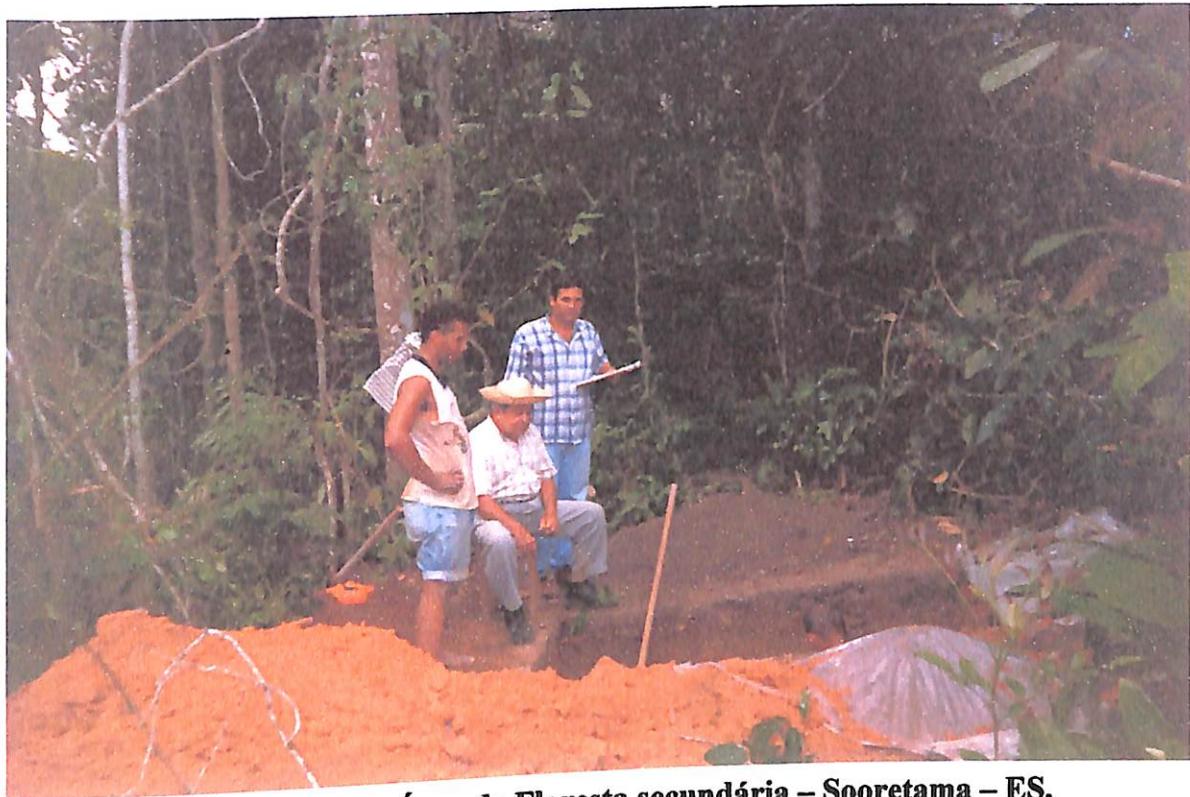


Figura 1 – Área de Floresta secundária – Sooretama – ES.



Figura 2 – Área de plantio de café (*Coffea canephora*), Sooretama – ES.

A área de pastagem, situa-se na Fazenda Pedra Azul, de propriedade do Sr. Adelson Trezuline. Para a classificação do solo, foi aberto um perfil no terço médio/superior de encosta, com declividade aproximada de 2%, relevo local suave ondulado. A área encontra-se sendo utilizada como pastagem por um período aproximado de 15 (quinze) e 20 (vinte) anos (Figura 3).



Figura 3 – Área de pastagem, Sooretama – ES.

3.2 MÉTODOS ANALÍTICOS

PREPARO DAS AMOSTRAS

A metodologia para a caracterização dos perfis está de acordo com a recomendada pelo Manual de Métodos de Análise de Solo (EMBRAPA/CNPS, 1997). As amostras de terra foram secas ao ar, destorreadas e passadas em peneira com malha de 2,0 mm, para obtenção de terra fina seca ao ar (TFSA). Para determinar a densidade do solo foram utilizadas amostras indeformadas.

ANÁLISES FÍSICAS

Composição granulométrica

As amostras foram dispersadas com NaOH 1 mol l⁻¹ e agitadas, em baixa rotação, por 16 horas. O teor de argila total foi determinado na suspensão, pelo método da pipeta (Day, 1965). As frações areia grossa e areia fina serão separadas por tamisação, em peneiras de malhas 0,2 e 0,053 mm, respectivamente. O silte foi obtido por diferença.

Argila dispersa em água

Será determinada conforme o método acima, utilizando-se, porém, água destilada para dispersão.

Grau de floculação

Calculado conforme a fórmula:

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

Densidade do solo

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

Densidade das partículas

Determinada pelo método do álcool etílico, e expressa em kg dm⁻³.

Porosidade total

Calculada com o uso da fórmula: PT(%) = (1 - DS/DP) x 100

Calculada com o uso da fórmula: PT(%) = (1 - DS/DP) x 100

Estabilidade de agregados

Determinada pelo método de avaliação dos agregados estáveis em água, método de YODER, EMBRAPA (1997).

ANÁLISES QUÍMICAS

pH em água

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

Extraídos com solução de KCl 1mol L⁻¹ na proporção de 1:10, sendo obtidos por complexometria em presença do coquetel tampão. O Ca²⁺ foi determinado em presença de KOH a 10%, sendo ambos titulados com EDTA 0,0125 mol L⁻¹; o Mg²⁺ foi obtido por diferença.

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 1mol 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)

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

Valor S

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

Hidrogênio extraível (H⁺)

Obtido pela diferença entre a acidez extraível e o alumínio extraível.

Porcentagem de saturação por alumínio

Calculada pela expressão: 100 x (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.

Análise estatística dos resultados

Para o estudo das alterações das propriedades edáficas foram feitas análises estatísticas dos dados considerando o delineamento inteiramente casualizado, caracterizado em esquema fatorial 3 x 1, tendo como fatores a cobertura vegetal (Floresta, café e pastagem) e o tipo de solo (Argissolo Amarelo), respectivamente, totalizando 3 unidades amostrais.

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 foram realizados com o auxílio do 'softwares' SAEG-5.0 (Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas – Universidade Federal de Viçosa).

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a avaliação do grau e alteração das propriedades edáficas os resultados serão discutidos em separado para os perfis de solo e nas amostragens feitas nas áreas selecionadas para o estudo.

4.1 - Perfis de solos - Propriedades Morfológicas como Índices de Degradação

No anexo I é apresentada a descrição morfológica completa dos perfis examinados (Perfis 1 a 3).

Analizando os horizontes superficial (horizonte A) dos diferentes perfis, observa-se que com exceção ao P1, localizado em área de floresta secundária, que apresenta textura média, todos os demais possuem textura arenosa. Esta classe textural favorece o aumento da velocidade de decomposição da matéria orgânica. Verifica-se para o perfil P2, (café), estrutura de formato granular, tamanho muito pequeno e grau de desenvolvimento fraco, já para P3 (pasto), a estrutura foi avaliada como de formato granular, tamanho pequeno e grau de desenvolvimento moderado.

Esta variação, no tamanho e grau de desenvolvimento da estrutura, demonstra que o tipo de cobertura vegetal associado ao manejo adotado nas áreas podem estar promovendo modificações na agregação do solo. Na área de pasto a cobertura vegetal de gramíneas associada a baixa taxa de mobilização do terreno possibilita o desenvolvimento dos agregados, para a área de plantio de café a limpeza das ruas diminui a taxa de adição de matéria orgânica ao solo, bem como favorece uma maior exposição do terreno ao impacto direto da chuva. A ação conjunta desses dois fatores parece contribuir para a redução dos agregados nessa área.

Silva & Ribeiro (1997) estudando o efeito do cultivo contínuo de cana-de-açúcar em Latossolo Amarelo, verificaram que a estrutura de solos recém empregados no cultivo (2 anos), quando comparada ao localizado sob área de mata nativa, apresentava-se com o grau de desenvolvimento fraco e tamanho variando de pequeno a médio e forma granular, blocos subangulares e maciça moderadamente coesa, evidenciando o efeito do impacto imediato do desmatamento e cultivo no grau da estrutura do solo.

Quanto às cores observadas nos horizontes superficiais, estas apresentaram-se mais escuras (10 YR 3/1, úmida) nas áreas de floresta secundária e pasto, já na área de

plantio de café foi constada cores mais claras (10 YR 4/2) no horizonte superficial. Para essa área, a variação na cor, em especial o aumento do valor e do croma, parece ser um reflexo do menor conteúdo de carbono orgânico no horizonte superficial.

Dentre as propriedades morfológicas estudadas, a cor do horizonte superficial, embora possa ser alterada pelas diferentes formas de uso, assim como, o grau de desenvolvimento da estrutura são os principais índices de degradação das terras agrícolas, sobretudo quando se considera o efeito de erosão hídrica removendo as camadas superficiais do solo.

4.2 - Propriedades Físicas como Índices de Degradação

Para a profundidade estudada (20 cm) observa-se que a classe textural variou de textura arenosa (valores inferiores a 150 g kg^{-1} argila), para os perfis P2 e P3 e textura média para o perfil P1 (teor de argila entre $150 - 350 \text{ g kg}^{-1}$ argila).

Na Tabela 1 é resumida a granulometria e a porosidade total dos horizontes superficiais e subsuperficiais até cerca de 20 cm de profundidade. Observam-se valores de argila naturalmente dispersa proporcionalmente maiores (menor grau de flocação – GF) em todos os perfis, independente do tipo de uso e cobertura vegetal, uma possível explicação seriam os baixos teores de Al e ácidos orgânicos desfavorecendo a flocação.

Os teores de argila total são menores em superfície aumentando em profundidade, levando a formação de um horizonte de acúmulo de argila, horizonte "B textural" (Bt), diagnóstico para a ordem dos Argissolos. Estas variações de argila em profundidade são inerentes dos processos pedogenéticos e não devidas à influência do tipo de manejo ou grau de degradação do solo. Os solos com horizonte B textural podem apresentar argila de atividade alta, baixa e ou alta ou baixa. Na área de experimentação ou da coleta de dados a grande maioria ou quase a totalidade de solos amostrados é da classe dos Latossolos Amarelos ou Argissolos Amarelos, onde o solo apresenta uma sequência de horizonte ABtCR ou ABtC, com horizonte textural de cor bruno-amarelada a amarelada (matiz 7,5YR a 10YR e o valor de croma de 5/6 a 5/8), estrutura fraca a moderada, em geral blocos sub-angulares, cerosidade fraca a moderada e teor de Fe_2O_3 menor ou igual a 7. Apresenta aspecto coeso (consistência do solo

quando seco dura a extremamente dura) nos horizontes de transição AB e/ou BA, mesmo quando sob condições de floresta nativa. O material de origem é constituído principalmente por sedimentos cauliníticos homogêneos (Formação Barreiras, sedimentos coluviais, etc.) e ocorrem formas de relevo suave-ondulado com topo plano (tabuleiros).

Tabela 1 Granulometria e porosidade (%) até a profundidade aproximada de 20 cm

Perfil Horiz. / prof. cm	Areia total	Granulometria		GF	VTP %	DS
		Argila total	Argila natural			
P1 – Floresta secundária						
A 0-10	736	221	116	48	52	1,15
AB 10-19	630	325	228	30	49	1,24
P2 – Plantio de Café						
Ap 0-5	855	75	69	8	45	1,39
AB 5-18	774	137	127	7	46	1,36
BA 18-22	680	222	165	26	46	1,39
P3 – Pasto						
Ap 0-4	888	46	66	13	48	1,32
AE 4-8	881	55	64	5	41	1,49
EA 8-13	896	66	38	9	35	1,63
E 13-26	940	20	40	10	42	1,46

Quanto ao volume total de poros (Tabela 1), não foram verificadas grandes variações entre os tipos de cobertura ou em profundidade, este decresce em profundidade em ambas as classes de solo e em todos. De maneira geral, a área de floresta parece ter uma porosidade natural um pouco mais elevada quando comparada com as demais, em especial quando comparada com a de plantio de café, tal variação pode ser decorrente do maior acúmulo de matéria orgânica na primeira área. Dentre as propriedades físicas a densidade do solo (Ds) é considerada um índice

de compactação dos solos, principalmente pelo uso excessivo de maquinário. Nos solos de tabuleiro esta é uma propriedade também resultante 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).

Alguns pesquisadores sugerem valores ideais e limitantes de densidade do solo no desenvolvimento das culturas, bem como para indicar o efeito do manejo da cultura na compactação do solo. De acordo com Fernandes et al. (1984) o valor de 1,40 kg/dm³ seria limitante ao desenvolvimento pleno da cultura, porém o sistema radicular já é afetado a partir de níveis de densidade de 1,20 kg/dm³.

Na Tabela 1 observam-se os menores valores de densidade do solo nos horizontes superficiais nas áreas cultivadas (profundidade aproximada de 20cm). De maneira geral, os valores tendem a aumentar em profundidade, ocorrendo os menores na área de floresta secundária. Os maiores valores de Ds na área sob cultivo de café podem ser um indicativo do processo de compactação do solo e dos efeitos da redução do teor de matéria orgânica no solo.

Para todos os perfis constata-se aumento dos valores de Ds em profundidade (Anexo I), o que deve estar relacionado aos processos de pedogênese e não efeitos de manejo. A variação da densidade do solo no horizonte superficial é um índice de degradação de solo que pode ser adotado para estimar os efeitos ambientais de sistemas de produção agrícola, 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 a multiplicação e penetração radicular.

4.3 - Propriedades Químicas como Índices de Degradação

No Tabela 2 a seguir é resumida a caracterização do complexo sortivo e teores de carbono orgânico de horizontes superficiais e sub-superficiais até cerca de 20 cm de profundidade. Os dados completos dos perfis estão no anexo I.

Em todas as áreas os íons Ca²⁺ e Mg²⁺ foram os principais componentes do valor S. Observa-se que as áreas de floresta e pasto apresentam valores um pouco mais elevados quando comparadas a área de plantio de café. Em todas as áreas não foram

observados problemas com Al^{3+} (Tabela 2), devido ao teor deste elemento ser igual a zero. Os teores de P assimilável são baixos em todas as áreas, com uma pequena elevação na área de plantio de café.

Tabela 2. pH, carbono orgânico, complexo sortivo e P assimilável até cerca de 20 cm.

Perfil Horiz. / prof. cm	pH H_2O	C org. g kg^{-1}	Ca+Mg	Complexo Sortivo			P assim. mg kg^{-1}
				S	Al	T	
P1 – Floresta secundária							
Ap 0-10	4,2	36,0	2,67	2,89	0,0	8,39	34
AB 10-19	4,1	28,8	1,50	1,71	0,0	6,91	5
P2 – Plantio de Café							
Ap 0-5	4,8	28,9	1,73	1,78	0,0	4,68	38
AB 5-18	4,8	23,1	0,97	1,01	0,0	4,11	5
BA 18-22	4,8	16,6	0,63	0,66	0,0	3,66	4
P3 – Pasto							
Ap 0-4	5,5	32,2	2,57	2,88	0,0	4,78	60
AE 4-8	5,6	40,5	3,03	3,35	0,0	5,05	66
EA 8-13	5,3	31,0	1,73	1,93	0,0	3,93	49
E 13-26	5,3	16,5	1,02	1,36	0,0	2,16	5

Quanto ao teor de carbono orgânico (Tabela 2), este decresce da área de floresta secundária (P1) ao perfil P2, área de plantio de café. Entre os tipos de uso e cobertura, o teor de Corg. na área de café ($28,9 \text{ g kg}^{-1}$ no Ap) é aproximadamente 30% menor que os valores encontrados nas áreas de floresta secundária e de pastagem ($36,0$ e $32,2 \text{ g kg}^{-1}$ no A, respectivamente). Em todas as áreas a textura dos horizontes superficiais dos solos estudados, pode favorecer os processos de mineralização da matéria orgânica.

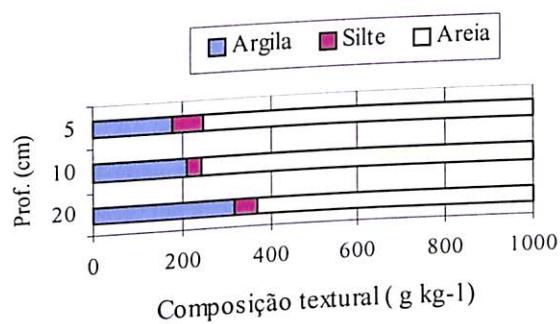
A textura do horizonte superficial e as variações no teor de matéria orgânica do solo refletem-se diretamente no comportamento da CTC do solo (Valor T). Com exceção da área de pasto, o valor V é menor que 50% em todas as coberturas.

Em relação às 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 em solos de tabuleiro. A redução do teor de matéria orgânica do solo e da capacidade de retenção de cátions favorecem o processo de perdas de nutrientes por lixiviação, aumentando os custos de produção com práticas de adubação e calagem para manter níveis adequados.

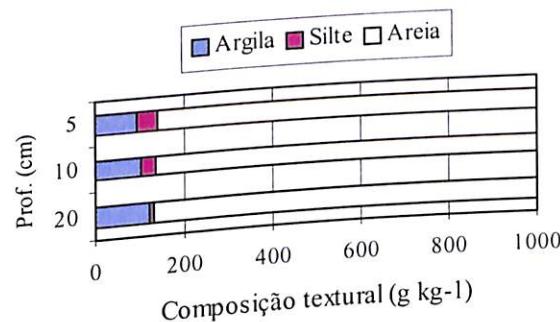
A seguir serão apresentados e discutidos os resultados referentes às amostras coletadas nas diferentes coberturas vegetais, nas profundidades de 0-5, 5-10 e 10cm e testadas como índices de degradação.

4.4 - Propriedades físicas das amostras de terra

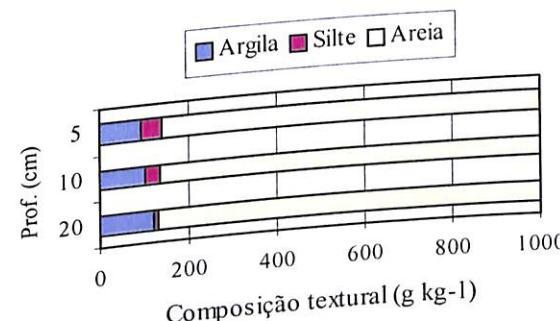
A composição textural das camadas 0-5; 5-10 e 10-20cm, é apresentada na Figura 5.



(a)



(b)



(c)

Figura 5 – Composição textural nas camadas 0-5; 5-10 e 10-20cm, para as áreas de floresta secundária (a); plantio de café (b) e pasto (c).

Onde pode-se observar que as áreas de pasto e de café enquadram-se na classe de textura arenosa (teor de argila < 150 g kg⁻¹ de TFSA), já a área de floresta secundária foi classificada como de textura média (teor de argila entre 150 e 350 g kg⁻¹ de TFSA). Em todas as áreas verifica-se que o conteúdo de argila tende a aumentar em profundidade, o que é esperado tratando-se da ordem dos Argissolos.

Densidade do Solo (Ds)

Os valores de Ds (Tabela 3) obtidos para as diferentes áreas, nas profundidades de 0-5 e 5-10 são apresentados na Tabela 3. Observa-se que o solo sob floresta secundária, para a profundidade de 0-5 cm, foi o que apresentou menores valores de densidade (valores médios da ordem de 0,97g cm³). Para as áreas de café e pasto os valores situaram-se entre 1,55g cm³ e 1,46g cm³ respectivamente. Já para a profundidade de 5 a 10cm, os valores obtidos variaram significativamente, sendo novamente verificados os menores na área de floresta secundária (valores médios na ordem de 1,10g cm³) contra os valores de 1,70g cm³ e 1,47g cm³ das áreas sob plantios de café e pasto respectivamente.

Tabela 3 - Valores de Ds e DMP para as profundidades de 0 - 5 e 5 - 10

Propriedade	Profundidade	Café	Floresta	Pasto	CV
Ds (g cm ⁻³)	0 - 5	1,55 a	0,97 b	1,46 a	0,23
	5 - 10	1,70 a	1,10 c	1,47 b	0,21
DMP (mm)	0 - 5	2,58 b	4,18 a	4,30 a	0,26
	5 - 10	3,32 b	4,40 a	4,37 a	0,15

Letras iguais na mesma linha não diferem pelo teste Tukey a 5%. CV= Coeficiente de variação.

Para a Ds, observam-se diferenças significativas quando os valores obtidos foram confrontados pelo teste das médias (Teste de Tukey a 5% de significância). Menezes (1999), estudando a degradação de solos em ambiente de Mar de Morros em Pinheiral (RJ), verificou que os menores valores de Ds ocorreram em área de

cobertura de floresta secundária, quando comparados a outras formas de cobertura do solo, tais como, pasto formado, pasto natural, agricultura anual e floresta secundária.

Anjos (1994), encontrou resultados semelhantes em Podzólico Vermelho-Amarelo sob mata nativa, pastagem e cultivo convencional. Em Latossolos Vermelho-Amarelo, Fialho (1991), comparando áreas sob mata nativa, pastagem e eucalipto; e Ribeiro Júnior et al. (1997), sob mata nativa, pastagem e sistemas agroflorestais, também observaram comportamento semelhante. Já Fonseca (1984), não verificou diferenças significativas entre os valores de densidade do solo e porosidade total nos horizontes de um Latossolo Vermelho-Amarelo sob pastagem, eucalipto e mata natural.

A matéria orgânica parece ser o fator preponderante na diferenciação dos valores de Ds nas três áreas estudadas. Os menores valores de Ds, observados para a área de floresta parecem estar relacionados com a maior quantidade de material decíduo depositado nesta área. Para a área de pasto, a intensa renovação do sistema radicular via subsuperfície parece estar atenuando o efeito de uma possível compactação decorrente do pisoteio animal, já na área de plantio de café, a retirada do material orgânico depositado através da limpeza das ruas, favorece uma maior exposição do solo, contribuindo no aumento da Ds. Foi verificada correlação negativa entre o teor de carbono orgânico C e a Ds ($r = -0,98^{**}$), sendo esses valores significativos a nível de 1% de probabilidade. Tal correlação pode ser atribuída a matéria orgânica, que estaria contribuindo para uma melhoria na agregação, levando conseqüentemente ao aumento da porosidade e diminuição da DS.

Em estudos quando da comparação de solos sob duas formas de usos distintas, ou seja, em duas áreas de Mata Atlântica da região de Tabuleiros Terciários do norte do Espírito Santo: Mata Alta e Capoeira de extração. Kindel. et al., 1999, observou que a porcentagem de matéria orgânica e as concentrações de nutrientes, assim como os demais parâmetros edáficos relacionados com seus conteúdos, tais como a saturação de bases (%V), a CTC e a SB foram sempre maiores nos agregados que na fração fina do solo. Segundo o mesmo autor, A presença de agregados nos suborizontes estudados mostra a boa estruturação superficial apresentada por estes solos, o que contribui seguramente para a melhor circulação de água e compostos gasosos. Os agregados concentraram carbono e nutrientes com valores superiores a fração fina, o que segundo

o autor sugere a hipótese da formulação de um papel regulador desta fração no ciclo de nutrientes.

Estabilidade dos Agregados (DMP)

Os valores médios do diâmetro médio ponderado dos agregados (DMP), não diferiram significativamente entre as áreas com cobertura de floresta secundária e pasto, (Tabela 3). Os valores médios variam de 4,18mm a 4,30 mm, para a área de floresta secundária e pasto respectivamente, na profundidade de 0 a 5 cm. Já para a profundidade de 5 a 10 cm, os valores médios foram da ordem 4,40 mm e 4,37mm, para floresta e pasto, respectivamente.

Uma das explicações possíveis para este comportamento, é apresentada por Reinert (1998), onde esse autor sugere que as gramíneas contribuem na melhoria da agregação e através do efeito mecânico de aproximação das partículas e estabilização desta aproximação através do fornecimento de resíduos que por decomposição irão formar substâncias cimentantes favorecendo a agregação.

Os menores valores de DMP foram verificados para a área de plantio de café, 2,58 mm para a profundidade de 0 a 5 cm e 3,32mm para 5 a 10 cm. Esses valores de DMP para a área de plantio de café devem estar relacionados ao manejo utilizado dessa cultura, onde é realizada a capina nas entre linhas de plantio, que parece estar contribuindo para uma maior desagregação do solo.

O comportamento observado para o DMP é concordante com o verificado para a Ds, ou seja, as áreas sob cobertura de floresta secundária e pasto com maiores valores de Ds, possuem menores valores de Ds.

Este resultado, assim como os observados por Menezes (1999), para áreas com cobertura de floresta secundária e pasto, indicam que as variações ocorridas nestas propriedades estão associadas ao maior aporte de matéria orgânica.

4.5 - Propriedades químicas das amostras de terra

Os resultados das propriedades químicas (cálcio, magnésio, fósforo assimilável, sódio, potássio, pH em água, carbono orgânico, valor S, valor V e acidez extraível) são

apresentados nas Tabelas 4, 5 e 6.

Complexo sortivo

De maneira geral não foram observados teores de Al^{3+} em todas as áreas estudadas. Os maiores valores de Ca^{+2} ($2,74 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$) e Mg^{+2} ($2,56 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$) foram verificados na área de floresta para a profundidade de 0-5cm, seguidos pela área de pasto Ca^{+2} ($1,66 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$) e Mg^{+2} ($1,32 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$). A área de plantio de café, apesar das adubações e calagens recebidas, foi a que apresentou os menores valores desses elementos, Ca^{+2} ($1,16 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$) e Mg^{+2} ($0,90 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$). Para todas as áreas os valores destes elementos tendem a decrescer em profundidade.

Resultados semelhantes a estes foram encontrados por Fialho (1991) em Latossolo Vermelho-Amarelo, quando comparou três áreas com mesma posição topográfica e tempo de formação (18 anos), sob eucalipto, pastagem nativa e mata nativa.

Tabela 4 - Propriedades químicas¹ das áreas estudadas (0 a 5 cm)

Propriedades	Cobertura Vegetal		
	Café	Floresta	Pasto
Ca	1,16 b	2,74 a	1,66 b
Mg	0,90 b	2,56 a	1,32 b
Na	0,00 b	0,07 a	0,01 b
K	$\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$	0,04 b	0,11 b
		2,17 b	3,35 b
S	2,82 b	5,62 a	2,74 b
H + Al	4,98 b	11,94 a	6,08 b
T	%	44,00 b	55,00 a
V	em H_2O	5,8 b	6,3 a
pH		6,20 a	4,80 a
P	mg kg^{-1}	12,01 b	32,03 a
C	g kg^{-1}		16,00 b

1 - Média de três repetições

Letras iguais na mesma linha não diferem por Tukey a 5%.

Maiores valores de nutrientes nas camadas superficiais de Latossolo Vermelho-

Amarelo sob áreas de florestas nativa foram verificados por Barros (1997), já Weil et al. (1993) em Aquic Hapludults reportam maiores valores de cálcio e magnésio em áreas de pastagem, quando comparadas a outras sob diferentes formas de cultivo.

Os teores de sódio foram baixos, sendo os maiores valores constatados na camada de 0-5 cm na área de floresta. Não foram verificadas diferenças significativas nos valores desse elemento para as áreas de pasto e cultivo de café.

Tabela 5 - Propriedades químicas¹ das áreas estudadas (5 a 10 cm)

Propriedades	Cobertura Vegetal		
	Café	Floresta	Pasto
Ca	0,62 b	1,60 a	1,00 ab
Mg	0,88 b	1,74 a	0,98 b
Na	0,00 b	0,05 a	0,01 b
K	cmol _c kg ⁻¹	0,03 c	0,17 a
S		2,17 b	3,35 b
H + Al		2,76 b	2,18 b
T		2,76 b	4,44 b
V	%	36,00 b	40,00 b
pH	em H ₂ O	5,7 b	5,5 c
P	mg kg ⁻¹	4,20 a	3,40 a
C	g kg ⁻¹	9,02 b	10,92 b

1 – Média de três repetições
Letras iguais na mesma linha não diferem por Tukey a 5%.

pH, Carbono orgânico e acidez extraível (H + Al)

Os valores de pH apresentaram pequena variação entre as áreas, sendo que os mais baixos foram observados na área de floresta secundária e os maiores na áreas de pasto. Em todas as áreas os valores de pH decrescem em profundidade. De maneira geral, os valores de pH foram superiores a 5,5, concordando com os baixos valores de alumínio verificados na área.

Tabela 6 - Propriedades químicas¹ das áreas estudadas (10 a 20 cm)

Propriedades		Cobertura Vegetal		
		Café	Floresta	Pasto
Ca		0,54 a	0,92 a	0,84 a
Mg		0,72 b	1,20 a	0,90 ab
Na		0,01 b	0,04 a	0,01 b
K	cmol _c kg ⁻¹	0,03 c	0,14 a	0,08 b
S		1,35 b	2,76 a	1,98 ab
H + Al		3,10 b	6,32 a	1,54 c
T		4,44 b	9,06 a	3,50 c
pH	em H ₂ O	5,5 b	5,3 c	6,2 a
V	%	30,20 b	30,00 b	57,00 a
P	mg kg ⁻¹	2,80 a	2,80 a	3,60 a
C	g kg ⁻¹	7,96 b	17,88 a	7,81 b

1 – Média de três repetições
Letras iguais na mesma linha não diferem por Tukey a 5%.

Os maiores valores de carbono orgânico (32,03 g kg⁻¹) foram encontrados na área de floresta secundária, profundidade de 0-5 cm, seguida pela área de pasto (16,00 g kg⁻¹) e café (12,01 g kg⁻¹), sendo que entre as últimas não foram verificadas diferenças significativas. Em todas as áreas ocorre diminuição do conteúdo de carbono orgânico em profundidade. Os maiores valores de carbono orgânico na área de floresta, deve-se ao maior aporte de material decíduo nesta. Ekanade (1997) encontrou em solos de encosta na Nigéria, valores significativamente menores em áreas submetidas a cultivos anuais quando comparados aos de floresta nativa. Menezes (1999) trabalhando com diferentes coberturas vegetais, verificou que a área de floresta secundária quando comparada às demais foi àquela que apresentou os maiores conteúdos de carbono orgânico, sendo observado uma diminuição desta área para as áreas de pasto e agricultura.

Para a área de pasto também foram observados elevados valores de carbono

orgânico, sendo uma possível explicação para esse comportamento à intensa atuação do sistema radicular. Tisdall & Oades (1982) e Oades (1984), em seus estudos verificaram que as gramíneas, pela constante renovação do seu sistema radicular, podem contribuir significativamente com o aumento do conteúdo de carbono no solo.

Foi observada correlação negativa entre teor de H + Al e valor de pH ($r = -0,72^*$), indicando uma possível diminuição dos valores de pH em áreas onde os teores de hidrogênio e alumínio forem maiores. Tal comportamento pode ser observado para a cobertura de pasto que apresentou os maiores valores de pH (Tabela 1).

Fósforo e Potássio

Os valores de fósforo e potássio (Tabelas 4, 5 e 6) observados para todas as áreas foram considerados baixos, teores de fósforo ($< 10 \text{ mg kg}^{-1}$) e de potássio ($< 45 \text{ mg kg}^{-1}$). Os maiores valores de potássio (94 mg kg^{-1}) foram encontrados na área de floresta. Os maiores valores de potássio (94 mg kg^{-1}) foram encontrados na área de floresta secundária, seguida pela área de pasto e de plantio de café, observando valores decrescentes em profundidade. Comportamento similar foi verificado por Fialho et al. (1991) que encontraram os maiores teores desse elemento em área sob mata nativa do que em áreas sob pastagem e floresta de eucalipto, sendo os últimos semelhantes entre si.

Menezes (1999) estudando o grau de degradação do solo em função da topografia em cobertura vegetal em Pinheiral (RJ), verificou que os maiores teores de potássio foram encontrados nas áreas de pasto (formado e natural) e na área de floresta secundária, no terço superior da encosta, e menores no terço médio, confirmado a ação do relevo nas perdas e adições do elemento.

Quanto ao conteúdo de fósforo, apesar das áreas de pasto e cultura de café apresentarem valores superiores ao da área de floresta, o que pode estar relacionada à adubação, esses não foram suficientes para alcançar valores que promovessem diferenças significativas entre as áreas. Pequenas variações no conteúdo de fósforo, quando diferentes coberturas foram comparadas, foram verificadas nos trabalhos de Fialho et al (1991) e Menezes (1999). Os baixos valores de fósforo assimilável, são coerentes com o que é observado nas regiões de clima tropical e com a prática da

adubação fosfatada que pouco é realizada na região de estudo.

Valores S, T e V%

Os valores correspondentes à soma de bases (valor S), apresentam-se maiores, para todas as profundidades, na área de floresta, diferindo significativamente das áreas com cultivo de café e pasto. Os maiores valores de nutrientes na área de floresta, podem estar relacionados à ciclagem de nutrientes propiciada pela deposição de material orgânico oriundo da vegetação deste ecossistema. Tal comportamento pode ser comprovado pela correlação positiva ($r = 0,98^{**}$) entre carbono orgânico e valor S indicando que as áreas que possuem os maiores teores de carbono orgânico apresentam os maiores teores de nutrientes.

Para o valor S verifica-se um comportamento similar ao observado para o conteúdo de $\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2}$, indicando que estes dois nutrientes são os principais participantes da soma de bases.

Entre as coberturas vegetais o maior valor T foi verificado na área de floresta secundária, sendo este valor menor nas áreas de pasto e plantio de café. Comportamento similar foi verificado por Mendonza (1996, 2000) e Nascimento (2001), ambos trabalhando com solos de Tabuleiros, no Espírito Santo e Rio de Janeiro, respectivamente. Os autores verificaram que a matéria orgânica, em ambos os casos, foi a fração de maior contribuição na CTC dos solos de Tabuleiro.

Quanto ao valor V%, os maiores valores foram verificados na camada de 0-5 cm de profundidade e com exceção à área de pasto, estes tendem a diminuir em profundidade. A área de plantio de café apresentou valor V% inferior a 50% para todas as profundidades estudadas, já na área de floresta, esta redução só ocorre a partir da camada de 5-10 cm.

Pode-se constatar que, em relação às propriedades químicas, o teor de carbono e o Valor T nos horizontes superficiais representam índices de alteração antrópica do solo, em especial no ambiente dos Tabuleiros costeiros, onde a matéria orgânica é a principal responsável pela manutenção da fertilidade dos solos.

5 - CONCLUSÕES

Os resultados deste estudo permitem concluir:

- 1) O grau de agregação e a cor dos horizontes superficiais dos perfis, foram os principais indicadores morfológicos de alterações pelo uso agrícola, sobretudo pelo efeito da erosão hídrica removendo a camada superficial do solo. Os efeitos do sistema de cultivo/cobertura vegetal foram mais evidentes na área de plantio de café.
- 2) A variação da densidade do solo no horizonte superficial, bem como a estabilidade dos agregados (DMP) podem funcionar como índices de degradação de solo em solos de Tabuleiro. A elevação da Ds e a redução do DMP, estiveram relacionadas com a redução no conteúdo de matéria orgânica do solo.
- 3) 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 nos solos de tabuleiro.
- 4) Sugere-se a implementação de sistemas de manejo/práticas conservacionistas que favoreçam a manutenção ou o conteúdo de carbono orgânico nos solos de Tabuleiro, devida a importância desse componente neste ambiente.
- 5) Os resultados obtidos nos permitir sugerir também, que os primeiros 0 - 5 (zero a cinco), centímetros da camada superficial do solo, são os que apresentam as alterações a que um solo está submetido. Logo, esta profundidade de amostragem pode servir prontamente à vários estudos de solo, facilitando em muito a obtenção de dados para análises.

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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. Centre for Land and Biological Resources Research, n º 93-49, Agriculture Canada, Ottawa, 1993.

ANJOS, L.H.C. Caracterização, gênese, classificação e aptidão agrícola de uma seqüência de solos do Terciário na região de Campos, RJ. Tese de Mestrado, Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, RJ, 1985. 160 p.

ANJOS, J.T.; UBERTI, A.A.A.; VIZZOTTO, V.J.; LEITE, G.B. & KRIEGER, M. Propriedades físicas em solos sob diferentes sistemas de uso e manejo. R. Bras. Ci. Solo, Campinas (SP) 18:139-145, 1994.

ARSHAD, M.A. and COEN, G.M. Characterization of soil quality: Physical and chemical critteria. Am. J. Alter. Agric., 7: 25-31, 1992.

BARROS, M.E.; BLANCHART, E.; NEVES, A.; DESJARDINS, T.; CHAUVEL, A.; SARRAZIN, M. & LAVELLE, P. Relação entre a macrofauna e a agregação do solo em três sistemas na amazônia central. In CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26, Rio de Janeiro, 1997. Resumos expandidos (cd-room), Rio de Janeiro, EMBRAPA Solos; SBCS, 1997.

BLEVINS, R.L.; THOMAS, G.W.; SMITH, M.S.; FRYE, W.W. and CORNELIUS, P.L. Changes in soil properties after 10 years continuous non-tilled and conventionally tilled corn. Soil Tillage Res., 3: 135-146; 1983.

BRASIL. IBGE. Geografia do Brasil - Região Sudeste. Rio de Janeiro. 1977

BUFFON, J. A. Espírito Santo, Região Norte. APEN, Associação dos Prefeitos do Norte/ES.

Edição especial. Julho de 1999. P. 34 - 39.

CERRI, C.C. & MORAES, J.F.L. 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.

CERRI, C.C.; BERNOUX, M.; VOLKOFF, B. & MORAES, J. L. 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.

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.*, 38:19-27, 1987.

CORREIA, J.C. Características físicas de um Latossolo Amarelo muito argiloso (Typic Acrortox) do Estado do Amazonas, sob diferentes métodos de preparo do solo. *Pesq. agrop. bras.*, Brasília, 20:1381-1387, 1985.

DAY, P.R. Particle fractionation and particle size analysis. In: BLACK, C.A. (ed.) *Methods of soil analysis*. Madison: Am. Soc. Agron., v.1., cap. 9, 1965. p.545-567.

DORAN, J.W. & JONES A.J.. Soil quality and health: indicators of sustainability. In J.W. DORAN & A.J. JONES . Methods for assessing soil quality. SSSA Spec. Publ. 49. SSSA, Madison, WI, 1996 . p. XI- XIV.

DORAN, J.W.; MIELKE, L.N. & POWER, J.F. Microbial activity as regulated by soil water filled pore space. In: 14 TH INT. CONGR. Of SOIL SCIENCE, Kyoto, Japan., ISSS, 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 & B.A. STEWART. Defining soil quality for a sustainable environment. SSSA Spec. Publ. 35. SSSA, Madison, WI, p. 3-21, 1994.

DORAN, J.W. & PARKIN T.B.. 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.

EKANADE, O. Hill-slope agro-ecosystems and their implication on environmental systems in southwestern Nigeria. Agriculture, ecosystems and environment, Elsevier Scince, 61: 97-102, 1997.

EMBRAPA/SNLCS. Anais da I Reunião de Classificação, Correlação e Interpretação de Aptidão Agrícola de Solos. Rio de Janeiro, SNLCS/SBCS. 276p. 1979.

EMBRAPA Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solos. EMBRAPA Solos, Rio de Janeiro, RJ. 1997. 212p.

EMBRAPA. Levantamento expedito dos solos das Reserva Florestais de Linhares e Sooretama no estado do Espírito Santo. In: Conservação e recuperação da Mata Atlântica de Tabuleiros, com base na avaliação funcional da biodiversidade, em Linhares, ES. Projeto de conservação e utilização sustentável da diversidade biológica brasileira (PROBIO/MMA). 1998.

EMBRAPA Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. EMBRAPA Solos, Rio de Janeiro, RJ. 1999.

ERBACH, D.C. Tillage for continuous corn and corn-soybean rotation. Trans. ASAE., 25: 906-911,918; 1982.

FERNANDES, J.; RIPOLI, T.C. & MILLAN, M. A compactação do solo e a brotação das soqueiras. Inf. Alcool e açucar, vol. 34-12-17p., 1984.

FIALHO, J.F; BORGES, A.C. & BARROS, N.F. Cobertura vegetal e as características

químicas e físicas e atividade da microbiota de um Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico. R. Bras. Ci. Solo, Campinas (SP), 15: 21-28, 1991.

FONSECA, O.O.M. Caracterização e classificação de solos latossólicos e podzólicos desenvolvidos nos sedimentos do Terciário no litoral brasileiro. Dissertação de Mestrado, Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, RJ, 1986. 185p.

FONSECA, S. da. Propriedades físicas, químicas e microbiológicas de um latossolo vermelho-amarelo sob eucalipto, mata natural e pastagem. Viçosa-MG, UFV, 1984. 78 p. (Tese de Mestrado).

FRANCIS, C.A. & CLEGG, M.D. Crop rotations in sustainable production systems. In: C.A. EDWARDS. Sustainable agricultural systems. Soil Water Conserv. Soc., Ankeny, I.A. 1990. p. 107-122.

GARAY, I.; KINDEL, A.; CALLIPO, A.; BARROS, M. E. O. & JESUS, R.M. 1995. Formas de Húmus em ecossistemas de Florestas Costeiras Intertropical. I. – A Mata Atlântica de Tabuleiros. Oecologia Brasiliensis: Vol I: Simpósio Sobre Estrutura, funcionamento e Manejo de Ecossistemas Brasileiros.

KINDEL, A.; BARBOSA, P.M.S.; PÉREZ, D.V. & GARAY, I. 1999. Efeito do extrativismo seletivo de espécies arbóreas da Floresta Atlântica de Tabuleiros na matéria orgânica e outras atributos do solo. – Revista Brasileira de Ciência do Solo. Volume 23 – Abril a Junho. Viçosa. Minas Gerais. P. 465-474.

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.

GRANATSTEIN, D. & BEZDICEK, D. F. The need for a soil quality index: Local and regional perspectives. Am. J. Alter. Agri., 7: 12-16, 1992.

JACOMINE, P.K.T. Fragipans em solos de "tabuleiros": características, gênese e implicações no uso agrícola . Tese de livre - docência. Univ. Fed. de Pernambuco. Recife. 1974. 113p.

JACOMINE, P.K.T. Conceituação sumária de classes de solos abrangidas na legenda de solos no Estado do Rio de Janeiro. In: Anais. I Reunião de Classificação, Correlação e Interpretação da Aptidão Agrícola de Solos. EMBRAPA/SNLCS, Rio de Janeiro, 1979. 276pp.

JACOMINE, P.K.T. Distribuição Geográfica, Características e classificação dos Solos Coesos dos Tabuleiros Costeiros. In: Reunião sobre Solos dos Tabuleiros Costeiros. Anais. EMBRAPA/UFBA. 1996. Pag. 13 a 26.

JESUS, R.M. A experiência da CVRD. IN: Seminário sobre desenvolvimento econômico e impacto ambiental em áreas de Trópico úmido Brasileiro. Anais , Rio de Janeiro, 1987. P.35-71.

KARLEN, D.L.; EASH, N.S. & UNGER, P.W. Soil and crop management effects on soil quality indicators. Am. J. Altr. Agri., 7: 48-55, 1992.

KARLEN, D.L.; MAUSBACH, J.W.; DORAN, R.G.; CLINE, R.G.; HARRIS, R.F. & SHUMAN, G.E. Soil Quality: A concept, definition, and framework for evaluation. Soil Sci. Soc. Am. J., 61L:410, 1997.

LAL, R. Soil structure and sustainability. J. Sustainable Agri. I: 67-92, 1991.

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. & STEWART, B.A. Defining soil quality for a sustainable environment. SSSA Spec. Publ. 35. SSSA, Madison, WI, 1994. p37-51.

LEMOS, R. C.; 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.*, 48:794-799, 1984.

MENDONZA, H.N.S. Efeitos de sistemas de colheita dos canaviais sobre propriedades químicas e biológicas em solo de tabuleiro no Espírito Santo. Dissertação de Mestrado, Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, RJ, 1996. 113p.

MENDONZA, H.N.S.; LIMA, E.; ANJOS, L.H.C.; SILVA, L.A.; CEDDIA, M.B. & ANTUNES, M.V.M. Propriedades químicas e biológicas de solo de tabuleiro cultivado com cana-de-açúcar com e sem queima da palhada. *R. Bras. Ci. Solo*, 24:201-207, 2000.

MENEZES, C. E. G. Diagnóstico de degradação do solo em função da topografia e cobertura vegetal no município de Pinheiral - RJ. Dissertação de Mestrado, Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, RJ, 1999. 196p.

MILLER, W.P. & BAHARUDDIN, M.K. Relationship of soil dispersibility to infiltration and erosion of southeastern soils. *Soil Sci.*, 142: 235-240, 1986.

NASCIMENTO, G. B. Caracterização dos solos e avaliação de propriedades edáficas em ambientes de tabuleiros costeiros da região Norte Fluminense (RJ). Seropédica, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2001. 162p. (Dissertação de Mestrado).

OADES, J.M. Soil organic matter and structural stability: Mechanisms and implications for management. *Plant Soil* 76: 319-334, 1984.

PALMIERI, F. & LARACH, J.O.I. Pedologia e geomorfologia. In: A.J.T. Guerra, e S.B. da Cunha, *Geomorfologia e Meio Ambiente*. Rio de Janeiro, Bertrand, 1996. 394p.

PAPENDICK, R.I. & PARR, J.F. Soil quality. The key to a sustainable agriculture. Am. J. Altern. Agric. 7: 2-3. , 1992.

PARR, J.F.; PAPENDICK, R.I.; HORNICK, S.B. & MEYER, R.E. Soil quality: Attributes and relationship to alternative and sustainable agriculture. Am. J. Alter. Agric., 7:5-11,1992.

PEREIRA, M.G. Fe, Al e Mn extraíveis como índices de pedogênese e adsorção de fósforo em solos do Estado do Rio de Janeiro. 1996. Tese de Doutorado. 230p.

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., 70: 33-42, 1990.

REINERT, D.J.; MUTTI, L.S.M.; ZAGO, A.; AZOLIN, M.A.D. & HOFFMANN, C.L. Efeitos de diferentes métodos de preparo do solo sobre a estabilidade de agregados em solo podzólico vermelho-amarelo. R. Cent. Ci. Rur., Santa Maria, 14(1):19-25, 1984.

REINERT, D.J. Recuperação de Solos em Sistemas Agropastoris. In: Recuperação de Áreas Degradadas. Ed; Luiz Eduardo Dias & Jaime Wilson Vargas de Mello. Universidade Federal de Viçosa., Departamento de Solos., Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, Viçosa – Minas gerais. pp., 163 – 176, 1998.

RIBEIRO JÚNIOR, C.F.; FAVERO, C.; JUCKSCH & FONTES, L.E. Propriedades físicas de um solo sob sistema agroflorestal, pastagem e mata secundária. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26, Rio de Janeiro, 1997. Resumos expandidos (cd-room), Rio de Janeiro, EMBRAPA Solos; SBCS, 1997.

SANDERS, D.W. International activities in assessing and monitoring soil degradation. Am. J. Alter. Agri., 7: 17-24, 1992.

SANTANA, D.P. and BAHIA FILHO, A.F. Soil Quality and agricultural sustainability in the Brazilian cerrado. In World Congress of Soil Science, 16TH, 1998. Montpellier,

International Society of Soil Science.

SETZER, J. Os solos dos grupos 17 e 18. Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo.
Dep. Prod. Vegetal. São Paulo, 1949. 43p. (Boletim de Agricultura, nº único)

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 químicos. R.
bras. Ci. Solo, Campinas, 1997. 21: 677-684.

STERN, R.; EISENBERG, B.E. and LAKER, M.C. Correlation between micro-aggregate
stability and soil surface susceptibility to runoff and erosion. S. Afric. J. Plant Soil,
8:136-140, 1991.

STUDDERT, G.A.; ECHEVERRÍA, H.E. & CASANOVAS, E.M. Crop-pasture rotation for
sustaining the quality and productivity of a Typic Argiudoll. Soil Sci. Soc. Am. J. 61:
1466-1472, 1997.

TISDALL, J.M. & OADES, J.M. Organic matter and water-stable aggregates in soils. J. Soil
Sci., 33:141-163, 1982.

VARGAS, C.R. História da cana-de-açúcar (II). Brasil Açucareiro, Rio de Janeiro, v.80, n.4,
p.82-87, 1972.

WEIL, R.R.; LOWELL, K.A. & SHADE, H.M. Effects of intensity of agronomic practices on
a soil ecosystem. Amer. J. of Alternative Agric. 8(1):5-14, 1993EMBRAPA/CNPS.
Manual de métodos de análise de solos, Rio de Janeiro, 1997. 212p.

7 - ANEXO

Perfil P1

CLASSIFICAÇÃO: ARGISSOLO AMARELO

LOCALIZAÇÃO: Sooretama, Espírito Santo, área de mata próxima à Bionativa.

SITUAÇÃO: Descrito e coletado em terço médio de encosta com 6% de declive

MATERIAL ORIGINÁRIO: Sedimentos do Grupo Barreiras.

PEDREGOSIDADE: Ausente

ROCHOSIDADE: Ausente

RELEVO LOCAL: Suave ondulado

RELEVO REGIONAL: Suave ondulado a ondulado

EROSÃO: Laminar moderada

DRENAGEM: Bem drenado

VEGETAÇÃO E USO ATUAL: Floresta secundária

DESCRITO E COLETADO POR: Ademir Fontana, Rodolfo C. de Sá, Marcos G.

Pereira e Gustavo S. Valladares. Em: 09/01/2001

DESCRIPÇÃO MORFOLÓGICA

A 0 - 10cm, cinzento-escuro (10YR 4/1, seco) e cinzento muito escuro (10YR 3/1, úmido); areia franca; forte; média; granular e grão simples; não pegajoso; não plástico; transição plana e gradual.

AB 10 - 19cm, bruno acinzentado escuro (10YR 4/2, seco) e cinzento escuro (10YR 4/1, úmido); franco argiloarenosa; moderado; muito pequeno; blocos subangulares; duro; firme; ligeiramente pegajosa; ligeiramente plástica; plana gradual.

BA 19 - 55cm, bruno (10YR 5/3); argiloarenosa; moderado; pequeno; blocos subangulares; duro; firme; ligeiramente pegajosa; ligeiramente plástica; plana difusa.

B_{t1} 55 - 74cm, bruno-amarelado-claro (10YR 6/4); argiloarenosa; moderado; pequeno; blocos subangulares; duro; firme; ligeiramente pegajosa; plástica; plana gradual.

B_{t2} 74 - 88cm, bruno-claro (7,5 YR 6/4), argiloarenosa, moderado; pequeno; blocos subangulares; firme; ligeiramente pegajosa; plástica; plana difusa.

Bt₃ 88 - 110cm, bruno-claro(7,5 YR 6/4), argiloarenosa, moderado; pequeno; blocos subangulares; duro; friável; ligeiramente pegajosa; plástica; plana difusa.

Bt₄ 110 - 132cm, amarelo-avermelhado(7,5 YR 6/6), argiloarenosa; fraco; muito pequeno; blocos subangulares; ligeiramente duro; friável; ligeiramente pegajosa; plástica; plana difusa.

Bt₅ 132 - 155cm⁺, amarelo avermelhado (5YR 6/6), argiloarenosa; fraco; muito pequeno; blocos subangulares; friável; ligeiramente pegajosa; plástica; plana.

P1 (PA - Floresta): Análises Físicas e Químicas

Relação textural: 1.3

Perfil P2

CLASSIFICAÇÃO: ARGISSOLO AMARELO

LOCALIZAÇÃO: Sooretama, Espírito Santo, estrada que liga Sooretama (centro), à lagoa do Patrimônio, Proprietário Jovelina Neves Alves, 400 metros do trevo da Fazenda AGROBOR.

SITUAÇÃO: Descrito e coletado em terço médio de encosta com 8% de declive.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Grupo Barreiras, Sedimentos cauliníticos.

PEDREGOSIDADE: Ausente

ROCHOSIDADE: Ausente

RELEVO LOCAL: Suave ondulado

RELEVO REGIONAL: Suave ondulado a ondulado

EROSÃO: Laminar

DRENAGEM: Bem drenado

VEGETAÇÃO E USO ATUAL: Plantação de café

DESCRITO E COLETADO POR: Ademir Fontana, Rodolfo C. de Sá, Marcos G.

Pereira e Gustavo S. Valladares. Em: 09/01/2001

DESCRÍÇÃO MORFOLÓGICA

Ap 0 - 5cm, bruno acinzentado (10YR 5/2, seco) e bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2, úmido); areia franca; fraca; muito pequena; granular e grão simples; ligeiramente duro; solto; não pegajoso; não plástico; transição plana e clara.

AB 5 - 18cm, bruno acinzentado (10YR 5/2, seco) e bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2, úmido); franco arenosa; moderado a fraco; pequeno; granular; duro; muito friável; ligeiramente pegajosa; ligeiramente plástica; ondulada e clara

BA 18 - 22cm, bruno amarelado (10YR 5/4); franco argiloarenosa; moderado; pequeno; blocos subangulares ligeiramente duro; muito friável; ligeiramente pegajosa; ligeiramente plástica; plana e clara.

Bt₁ 22 - 45cm, bruno-amarelado-claro (10YR 6/4); franco argiloarenosa; moderado; muito pequeno e pequeno; blocos subangulares; ligeiramente duro; friável; pegajosa; ligeiramente plástica; plana e gradual.

Bt₂ 45 - 75cm, amarelo-brunado (10YR 6/6, úmido), franco argiloarenosa, moderado; muito

pequeno; blocos subangulares; ligeiramente duro; friável; firme; pegajosa; plástica; plana gradual.

Bt₃ 75 - 94cm, amarelo-brunado(10YR 6/6), argiloarenosa, moderado; muito pequeno; blocos subangulares; ligeiramente duro; friável; pegajosa; plástica; plana e gradual.

Bt₄ 94 - 160cm, amarelo (10YR 7/8), argiloarenosa; moderado; muito pequeno; blocos subangulares; ligeiramente duro; friável; pegajosa; plástica.

P2 (PA - Café): 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. %	%Silté % Argila	Densidade g/cm³		Poros. cm³/100cm³
Simbolo	Profund. cm	Calhaus > 20 mm	Cascalho 20-2 mm	Terra fina < 2 mm	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	0-5	-	-	100	755	100	93	75	69	8	1,24	1,39	2,53	0,45
AB	5-18	-	-	100	640	134	89	137	127	7	0,64	1,36	2,50	0,46
BA	18-22	-	-	100	487	193	98	222	165	26	0,44	1,39	2,56	0,46
Bt1	22-45	-	-	100	497	165	97	241	215	11	0,40	1,57	2,44	0,36
Bt2	45-75	-	-	100	507	147	93	253	241	5	0,37	1,53	2,50	0,39
Bt3	75-94	-	-	100	438	162	89	311	295	5	0,29	1,57	2,44	0,36
Bt4	94-160*	-	-	100	430	152	82	336	336	0	0,24	1,59	2,41	0,34
Horiz.	pH (1:2,5)		Complexo sortivo Cmol/kg								Valor V	(sat. de bases) %	100Al³⁺/S+Al³⁺ %	P ass. mg/kg
	Água	KCl 1N	Ca²⁺	Mg²⁺	K⁺	Na⁺	Valor S (soma)	Al³⁺	H	Valor T (soma)				
Ap	4,8	4,3	1,00	0,73	0,03	0,02	1,78	0,0	2,9	4,68	38	0	11	
AB	4,8	4,1	0,60	0,37	0,03	0,01	1,01	0,0	3,1	4,11	25	0	5	
BA	4,8	4,1	0,43	0,20	0,02	0,01	0,66	0,0	3,0	3,66	18	0	4	
Bt1	4,7	4,1	0,40	0,20	0,02	0,02	0,64	0,0	3,0	3,64	18	0	3	
Bt2	4,5	4,1	0,37	0,23	0,01	0,01	0,62	0,0	2,9	3,52	18	0	3	
Bt3	4,4	4,1	0,37	0,23	0,01	0,01	0,62	0,0	2,9	3,52	18	0	3	
Bt4	4,3	4,2	0,30	0,30	0,01	0,01	0,62	0,0	2,5	3,12	20	0	3	
Horiz.	C org.	N	C g/kg	Ataque por H₂SO₄ (1:1) - NaOH (0,8%) g/kg						SiO₂ Al₂O₃ (Ki)	SiO₂ R₂O₃ (Kr)	Al₂O₃ Fe₂O₃	Fe₂O₃ livre g/kg	Equiv. CaCO₃ g/kg
				SiO₂	Al₂O₃	Fe₂O₃	TiO₂	P₂O₅	MnO					
Ap	28,9													
AB	23,1													
BA	16,6													
Bt1	12,9													
Bt2	11,8													
Bt3	9,7													
Bt4	8,2													
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	Água %	Ca²⁺	Mg²⁺	K⁺	Na⁺	HCO₃⁻	CO₃²⁻	Cl⁻	SO₄²⁻	Umidade 0,033 Mpa	Umidade 1,5 MPa	Água dispon. Máxima

Relação textural:

Perfil P3

CLASSIFICAÇÃO: ARGISSOLO AMARELO

LOCALIZAÇÃO: Município de Sooretama, Espírito Santo, rodovia de acesso à Vila Valério, próximo ao banhado da região, à lagoa do Patrimônio, Proprietário Adelson Trezuline, Fazenda Pedra Azul.

SITUAÇÃO: Descrito e coletado em terço médio superior de encosta com 2% de declive.

MATERIAL ORIGINÁRIO:

PEDREGOSIDADE: Ausente

ROCHOSIDADE: Ausente

RELEVO LOCAL: Suave ondulado

RELEVO REGIONAL: Suave ondulado a ondulado

EROSÃO: Laminar ligeira

DRENAGEM: Bem drenado

VEGETAÇÃO E USO ATUAL: Pasto

DESCRITO E COLETADO POR: Ademir Fontana, Rodolfo C. de Sá, Marcos G. Pereira e Gustavo S. Valladares. Em: 09/01/2001

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ap 0 - 4cm, cinzento-escuro (10YR 4/1, seco) e cinzento muito escuro (10YR 3/1, úmido); areia franca; moderada; pequena; granular; ligeiramente duro; muito friável; não pegajoso; não plástico; transição plana e clara.

AE 4 - 8cm, cinzento-escuro (10YR 4/1, seca) e cinzento muito escuro (10YR 3/1, úmido); areia franca; moderado; médio; granular; ligeiramente duro; friável; ligeiramente pegajosa; não plástica; plana e clara.

EA 8 - 13cm, bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2, seco) e bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2, úmido), areia franca; moderado; pequeno; granular; ligeiramente duro; muito friável; ligeiramente pegajosa; não plástica; plana e abrupta.

E 13 - 26cm, bruno-claro-acinzentado (10YR 6/3, seco) e bruno (10YR 5/3, úmido); areia; fraca; muito pequena; granular e grão simples; macio; muito friável; não pegajosa; não plástica; plana e clara.

Bt₁ 26 - 45cm, bruno-amarelado-escuro (10YR 4/4), franco argiloarenosa, moderado; pequeno; blocos subangulares; friável; ligeiramente pegajosa; não plástica; clara plana.

Bt₂ 45 - 61cm, bruno-amarelado (10YR 5/4), argiloarenosa, moderado; pequeno; blocos subangulares; ligeiramente duro; friável; ligeiramente pegajosa; ligeiramente plástica; plana e gradual.

Bt₃ 61 -106cm, bruno-amarelado(10YR 5/4), argiloarenosa, moderado; pequeno; blocos subangulares; ligeiramente duro; friável; ligeiramente pegajosa; ligeiramente plástica; plana e difusa.

Bt₄ 106 - 136cm, amarelo-brunado (10YR 6/6), argiloarenosa, moderado; pequeno; blocos subangulares; ligeiramente duro; friável; ligeiramente pegajosa; ligeiramente plástica; plana edifusa.

Bt₅ 136 - 170cm, amarelo-brunado (10YR 6/6), argiloarenosa, moderado; pequeno; blocos subangulares; ligeiramente duro; friável; pegajosa; ligeiramente plástica.

P3 (PA – Pasto): Análises Físicas e Químicas

TS (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. %	%Silte % Argila	Densidade g/cm ³		Poros. cm ³ /100cm ³	
Symbolo	Profund. cm	Calhaus > 20 mm	Cascalho 20-2 mm	Terra fina < 2 mm	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		-	-	100	758	130	66	46	40	13	1,43	1,32	2,53	0,48	
AE		-	-	100	761	120	64	55	52	5	1,16	1,49	2,53	0,41	
EA		-	-	100	776	120	38	66	60	9	0,57	1,63	2,50	0,35	
E		-	-	100	796	144	40	20	18	10	2,00	1,46	2,50	0,42	
Bt1		-	-	100	657	151	91	101	92	9	0,90	1,54	2,47	0,38	
Bt2		-	-	100	565	195	74	166	150	10	0,44	1,52	2,56	0,41	
Bt3		-	-	100	552	171	93	184	170	8	0,50	1,67	2,47	0,32	
Bt4		-	-	100	492	179	92	237	220	7	0,39	1,60	2,48	0,35	
Bt5		-	-	100	498	169	92	241	221	8	0,38	1,59	2,50	0,36	
Horiz.		pH (1:2,5)		Complexo sortivo Cmol/kg							Valor V (sat. de bases) %	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	5,5	4,6	1,47	1,10	0,28	0,03	2,88	0,0	1,9	4,78	60	0	9		
AE	5,6	4,9	1,73	1,30	0,30	0,02	3,35	0,0	1,7	5,05	66	0	10		
EA	5,3	4,6	1,03	0,70	0,18	0,02	1,93	0,0	2,0	3,93	49	0	7		
E	5,5	5,0	0,73	0,50	0,11	0,02	1,36	0,0	0,8	2,16	63	0	5		
Bt1	5,5	5,0	0,73	0,83	0,09	0,02	1,84	0,0	1,7	3,54	52	0	3		
Bt2	5,3	5,0	0,90	0,64	0,07	0,02	1,46	0,0	1,9	3,36	43	0	3		
Bt3	5,2	5,0	0,73	0,64	0,07	0,02	1,13	0,0	1,5	2,63	43	0	3		
Bt4	5,0	4,4	0,60	0,43	0,08	0,02	0,83	0,0	1,5	2,33	36	0	3		
Bt5	4,8	4,3	0,40	0,33	0,08	0,02	0,58	0,0	1,6	2,18	27	0	3		
Horiz.		C org.	N	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	
		g/kg	g/kg		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO					
Ap	32,2														
AE	40,5														
EA	31,0														
E	16,5														
Bt1	17,2														
Bt2	17,6														
Bt3	11,6														
Bt4	9,0														
Bt5	8,2														
Horiz.		Pasta saturada		Sais solúveis (extrato 1:5) ← cmol/kg de TF →							Constantes hídricas g/100g				
		100 Na ⁺ T %	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

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO

INSTITUTO DE FLORESTAS

MESTRADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS E AMBIENTAIS


RODOLFO CARNEIRO DE SÁ
Engenheiro Florestal

Seropédica

24 de Abril de 2002