

GLÁUCIO DE MELLO CUNHA

ESTUDO COMPARATIVO DE CONDIÇÕES QUÍMICAS E FÍSICAS DE UM
LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO ÁLICO, DE ENCOSTA, SOB
DUAS COBERTURAS: CAFÉ E MATA NATURAL

Tese Apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como Parte das
Exigências do Curso de Fitotecnia,
para Obtenção do Título de
"Magister Scientiæ".

VIÇOSA

MINAS GERAIS - BRASIL

DEZEMBRO - 1995

A meus pais,
irmãos e amigos.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade de realizar este curso.

Ao Professor Orientador Matosinho de Souza Figueiredo e aos Professores Liovando Marciano de Costa e Paulo Roberto Cecon, pela orientação e dedicação, durante a condução do trabalho.

À Professora Hermínia Emília Prieto Martinez, pelas sugestões apresentadas.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de estudos concedidas.

Em especial ao Professor Caetano Marciano de Souza, pela amizade, pelo incentivo e pelas críticas em todas as etapas do trabalho realizado.

Aos amigos Aladim, Jerônimo, Chico, Bené, Júnior, Scapim, José Anísio e Peninha, pelas horas de descontração e lazer.

Ao amigo Jorge Luis de Oliveira, pela paciência e dedicação no trabalho final.

Aos amigos do Centro Agropecuário da UFES.

A minha mãe Ilzeny M. Mello e meu pai Vicente Bodevan da Cunha e irmãos, pelo incentivo e apoio nas horas mais difíceis.

Aqueles que de alguma forma contribuíram para o desenvolvimento do trabalho.

BIOGRAFIA

GLÁUCIO DE MELLO CUNHA, filho de Vicente Bodevan da Cunha e Ilzeny Machado de Mello Cunha, nasceu em 24 de março de 1968, na cidade de Guaçuí, Estado do Espírito Santo.

Formou-se Técnico em Agropecuária pela Escola Agrotécnica Federal de Alegre em 1985. Ingressou na Universidade Federal do Espírito Santo em 1986, onde concluiu o curso de Agronomia, em 1990.

Iniciou o curso de mestrado em Fitotecnia, em novembro de 1991, na Universidade Federal de Viçosa e, no ano de 1993, foi contratado pela Universidade Federal do Espírito Santo para o cargo de Engenheiro-Agrônomo.

CONTEÚDO

	Página
LISTA DE QUADRO	ix
LISTA DE FIGURA	xii
EXTRATO	xiii
1 . INTRODUÇÃO	1
2 . REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Ação da Chuva no Solo	3
2.2. Cobertura Vegetal como Fator de Proteção	4
2.3. A Ação da Erosão no Solo	6
2.4. Mudanças Ocorridas no Solo após a Substituição da Mata por Cultivo	9
3 . MATERIAL E MÉTODOS	13
3.1. Localização e Características da Area em Estu- do	13
3.2. Histórico do Manejo do Solo da Area	14
3.3. Procedimento de Amostragem	16
3.3.1. Amostragem do Solo	16
3.3.2. Amostragem das Plantas	17
3.4. Análises de Laboratório	17

3.4.1. Análises Físicas do Solo	17
3.4.1.1. Análise Textural	17
3.4.1.2. Densidade de Partículas.....	18
3.4.1.3. Densidade do Solo	18
3.4.1.4. Porosidade Total	19
3.4.1.5. Argila Dispersa em Água	19
3.4.1.6. Equivalente de Umidade	20
3.4.2. Análises Químicas do Solo	21
3.4.2.1. Ca^{2+} , Mg^{2+} e Al^{3+} Trocáveis	21
3.4.2.2. K e P Disponíveis	21
3.4.2.3. Acidez Titulável (H^+ + Al^{3+})	21
3.4.2.4. pH em Água	21
3.4.2.5. Carbono Orgânico	22
3.4.3. Análise Química da Planta	22
3.4.4. Análise Estatística	22
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4.1. Características Químicas do Solo	23
4.1.1. Carbono Orgânico	23
4.1.2. Fósforo Disponível	27
4.1.3. Magnésio e Cálcio Trocáveis	29
4.1.4. Potássio Disponível	32
4.1.5. Alumínio Trocável	34
4.1.6. Acidez Titulável e pH	36
4.2. Características Físicas do Solo	38
4.2.1. Textura	38
4.2.2. Densidade de Partículas e Equivalente de Umidade	41
4.2.3. Densidade do Solo	42

	Página
4.2.4. Argila Dispersa em Agua	44
4.2.5. Porosidade Total	41
4.3. Níveis de Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ e P nas Folhas do Ca- feeiro.....	49
5. RESUMO E CONCLUSÕES.....	51
BIBLIOGRAFIA	54
APÊNDICE	60

LISTA DE QUADRO

	Página
1. Valores Médios de Carbono Orgânico (g/100g) em Amostras de Latossolo Vermelho-Amarelo Tílico, sob Vegetação de Café (C) e Mata (M), em função da Posição no Terreno e Profundidade de Amostragem .	24
2. Valores Médios de Carbono Orgânico (g/100g) em Amostras de Latossolo Vermelho-Amarelo Álico, sob vegetação de Café e Mata, em Função da Posição no Terreno e Profundidade de Amostragem	26
3. Valores Médios de Fósforo Disponível (mg/dm ³) em Amostras de Latossolo Vermelho-Amarelo Tílico, sob Vegetação de Café (C) e Mata (M), em Função da Posição no Terreno e da Profundidade de Amostragem	28
4. Valores Médios de Magnésio Trocável (cmol _c /dm ³) em Amostras de Latossolo Vermelho-Amarelo Álico, sob Vegetação de Café (C) e Mata (M), em Função da Posição no Terreno e da Profundidade de Amostragem	30
5. Valores Médios de Cálcio Trocável (cmol /dm ³) em Amostras de Latossolo Vermelho-Amarelo Tífico, sob Vegetação de Café (C) e Mata (M), em Função da Posição no Terreno e da Profundidade de Amostragem	30
6. Valores Médios de Potássio Disponível (cmol _c /dm ³) em Amostras de Latossolo Vermelho-Amarelo Álico, Coletadas em uma Encosta Considerando-se a Posição no Terreno e Profundidade de Amostragem	33
7. Valores Médios de Potássio Disponível (cmol _c /dm ³) em Amostras de Latossolo Vermelho-Amarelo Álico, sob Vegetação de Café e Mata, em Função da Profundidade	33

8. Valores Médios de Alumínio Trocável (cmol/dm^3) em Amostras de Latossolo Vermelho Amarelo Álico, **sob** Vegetação de Café e Mata, em Função da Profundidade 35
9. Valores Médios de Hidrogênio + Alumínio ($\text{cmol}_c/\text{dm}^3$) em Amostras de Latossolo Vermelho-Amarelo Álico, **sob** Vegetação de Café (C) e Mata (M), em Função da Posição no Terreno e da Profundidade de Amostragem 36
10. Valores de pH em Amostras de Latossolo Vermelho-Amarelo Álico, **sob** Vegetação de Café (C) e Mata (M), em Função da Posição no Terreno e da Profundidade de Amostragem 38
11. Dados de Areia, Silte, Argila em Amostras de Latossolo Vermelho Amarelo Álico, **sob** Vegetação de Café (C) e Mata (M), em Função da Profundidade de Amostragem e da Posição no Terreno 39
12. Dados de Densidade de Partícula e Equivalente de Umidade em amostras de Latossolo Vermelho-Amarelo Álico **sob** Vegetação de Café (C) e Mata (M), em Função da Profundidade de Amostragem e da Posição no Terreno 39
13. Valores Médios de Densidade do **Solo** em Amostras de Latossolo Vermelho-Amarelo Álico, **sob** Vegetação de Café e Mata, em Função da Profundidade de Amostragem 42
14. Valores Médios de Percentagem de Argila Dispersa em Água em Amostras de Latossolo Vermelho Amarelo Álico **sob** Vegetação de Café e Mata, em Função da Posição no Terreno 44
15. Valores Médios de Percentagem de Argila Dispersa em Água em Amostras de Latossolo Vermelho Amarelo Álico, **sob** vegetação de Café e Mata, em função da Profundidade de Amostragem 47
16. Valores Médios de Porosidade Total em Amostras de Latossolo Vermelho Amarelo Álico, **sob** Vegetação de Café e Mata, em Função da Profundidade 48
17. Valores Médios de Fósforo, Potássio, Cálcio e Magnésio, Encontrados em Folhas de Cafeeiro, Cultivado em Latossolo Vermelho-Amarelo Álico, em Função da Posição no Terreno 50
- 1A. Resumo da Análise de Variância para Densidade Aparente (DA), Argila Dispersa em Água (ADA), e Porosidade (P) em Amostras de Latossolo Vermelho-Amarelo Álico, **sob** Vegetação de Mata e Café 61

2A. Resumo da Análise de Variância para Cálcio (C), Magnésio (Mg), Fósforo (P) e Potássio (K), Encontrados nas Folhas do Cafeeiro em Função da Posição no Terreno	61
3A. Resumo da Análise de Variância para Carbono Orgânico (C.O.), pH em Água (p H ₂ O), Fósforo (P), Potássio (K), Alumínio (Al), Hidrogênio + Alumínio (H + Al), Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg) em Amostras de Latossolo Vermelho Amarelo Álico sob Vegetação de Mata e Café	62
4A. Valores Médios em mg/dm ³ de Fósforo Disponível em Amostras de Latossolo Vermelho-Amarelo Álico, sob vegetação de Mata e Café, em Função da Posição no Terreno e Profundidade de Amostragem	63
5A. Valores Médios de Magnésio Trocável (cmol _c /dm ³) em Amostras de Latossolo Vermelho Amarelo Álico, sob vegetação de Mata e Café, em Função da Posição no Terreno e Profundidade de Amostragem	64
6A. Valores Médios de Cálcio Trocável (cmol _c /dm ³) em Amostras de Latossolo Vermelho Amarelo Álico, sob vegetação de Mata e Café, em Função da Posição no Terreno e Profundidade de Amostragem	65

LISTA DE FIGURA

	Página
1. Corte Esquemático Mostrando o Perfil da Encosta Onde Foram Locadas as Curvas de Nível (a); Esquema Mostrando os Ambientes Mata e Café e as Curvas de Nível Locadas (b)	15

EXTRATO

CUNHA, Gláucio de Mello, M.S., Universidade Federal de Viçosa, dezembro de 1995. **Estudo Comparativo de Condições Químicas e Físicas de um Latossolo Vermelho-Amarelo Álico, de Encosta, sob Duas Coberturas: Café e Mata Natural.** Professor Orientador: Matosinho de Souza Figueiredo. Professores Conselheiros: Liovando Marciano da Costa e Paulo Roberto Çeçon.

Para avaliar o carreamento de nutrientes em uma encosta, cultivada com café por **13 anos** e sob vegetação natural, bem como as mudanças físicas e químicas ocorridas em um Latossolo Vermelho Amarelo álico, numa topossequência, sob condições similares de topografia e clima, foram coletadas amostras de **solo**, a diferentes profundidades, em quatro locais **sob** a mata e outros quatro sob a cultura do café, ao longo de uma linha de mesmo nível. A cultura do café e a mata secundária ocupam do topo ao sopé da encosta, estando localizados lado a lado. As linhas de mesmo nível, seis no total, foram locadas a partir do topo da encosta e equidistantes entre si por **18 metros de** diferença de nível. As amostras de folhas do cafeeiro foram coletadas em plantas

ao redor dos locais de amostragem. As variáveis densidade do solo, porosidade total, argila dispersa em água, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, carbono orgânico, alumínio, hidrogênio + alumínio e pH foram analisadas considerando o delineamento inteiramente casualizado, em esquema de parcelas sub-subdivididas. Observou-se que as partes mais íngremes da encosta apresentaram menor teor de argila e umidade. A densidade do solo foi maior no local cultivado, resultando em redução da porosidade total e de retenção de umidade. O solo cultivado apresentou maior quantidade de argila dispersa em água no sopé da encosta, onde também apresentou maior concentração de nutrientes o que ocasionou, associado aos fatores acima enumerados, melhor estado nutricional do cafeeiro nesta posição da paisagem.

1. INTRODUÇÃO

Na Zona da Mata de Minas Gerais, o cultivo do café encontra-se localizado, na maioria das vezes, nas encostas dos morros, pois a topografia predominante na região é de relevo forte ondulado. Particularmente, o município de Viçosa apresenta precipitação média de **1.300** mm/ano com distribuição irregular que se concentram no período de outubro a março podendo ocorrer chuvas de alta intensidade que, aliado à pobreza mineral dos solos e ao relevo acidentado proporciona severa erosão, principalmente nos locais de cultivo sem práticas conservacionistas. Nessas condições, a manutenção da fertilidade do **solo** que depende diretamente do seu uso e manejo torna-se onerosa.

No início da colonização agrícola da área ocorreu a substituição da mata, geralmente por cultivos de café que se desenvolveram graças a serrapilheira e a reserva de nutrientes da **biomassa**. Atualmente, o café implantado encontram-se com produtividade abaixo da média nacional e semi abandonado em decorrência do custo de manutenção da

lavoura e a baixa fertilidade natural do **solo** e o baixo preço do café no mercado.

A erosão hídrica foi **um** dos fatores que mais contribuiu para a decadência das lavouras. Além disso, pelo fato de praticamente **não** haver adubação de reposição, a capacidade de produção do **solo** diminuiu ao longo dos anos deixando-o mais susceptível à erosão.

O objetivo deste estudo foi verificar a ocorrência de carreamento de nutrientes no sentido do declive e avaliar as mudanças físicas e químicas, ocorridas no **solo**, após a derrubada da mata e a implantação da lavoura cafeeira.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Ação da Chuva no Solo

O impacto das gotas de chuva causa a desagregação do solo e é responsável pelo transporte do material erodido nas áreas compreendidas entre os pequenos sulcos e os micro-canais da rede de drenagem superficial (Mitchler, Young, citados por LOPES, 1980). Nesse tipo de erosão, as gotas de chuva ao caírem no solo, transferem-lhe sua energia, provocando desagregação, transporte e, numa fase final, a sedimentação das partículas (ELLISON, 1944; BERTONI e LOMBARDI NETO, 1990).

Na ausência de cobertura vegetal as gotas de chuva golpeiam o solo, podendo uma parte se infiltrar e o restante acumular ou mesmo escorrer sobre sua superfície, dependendo do teor de umidade, textura, estrutura do solo e declividade. A desagregação facilita o arraste de partículas e perda de nutrientes. As gotas de chuva, em terreno inclinado, lançam as partículas a uma distancia maior e

estas não mais retornam ao local de origem, tendendo sempre a serem transportadas e depositadas onde o relevo for menos íngreme (BERTONI e LOMBARDI NETO, 1990).

À medida em que se forma crosta no **solo**, menor é sua permeabilidade e, conseqüentemente maior o risco de escoamento superficial.

McINTIRE (1958), trabalhando em **solos** virgem e cultivado e usando chuva simulada verificou, por meio de microscópio, que o impacto das gotas de chuva, sobre o **solo** desnudo, causou a formação de duas camadas distintas. Uma camada fina, superficial e compactada, de espessura média de 1 mm e outra, situada logo abaixo, com poros entupidos. A permeabilidade dessas camadas, quando comparadas com a do **solo** virgem, foi de 2.000 e 200 vezes menor, respectivamente.

2.2. Cobertura Vegetal como Fator de Proteção

A cobertura vegetal contribui efetivamente para proteção do **solo** contra o impacto das gotas de chuva e o aumento da infiltração, o que resulta em menor escoamento superficial.

A vegetação como proteção do solo traz os seguintes benefícios, segundo AYRES 1936, BAVER et al., 1972: (a) proteção direta contra o impacto de gotas de chuva; (b) dispersão da água, interceptando-a e evaporando-a antes que atinja o solo; (c) decomposição das raízes das plantas que, formando canalículos no solo, aumentam a infiltração da água; (d) melhoramento da estrutura do solo pela adição de matéria orgânica, aumentando assim sua capacidade de

retenção de Água; (e) diminuição da velocidade de escoamento da enxurrada pelo aumento do atrito na superfície. Assim as florestas promovem proteção efetiva ao **solo**. KALPAGÉ (1976) afirma que a copa das Árvores e arbustos, juntamente com o sub-bosque herbáceo, evitam o impacto da chuva. O impacto também é bastante reduzido pela serrapilheira, que atua como um filtro permitindo que a Água percole suavemente, atenuado o escoamento superficial.

SUAREZ de CASTRO (1980) apresenta dados de ensaios realizados em Chinchiná (Colômbia), onde a infiltração em 60 minutos foi $63,0 \text{ cm}^3$ para terreno desnudo fortemente erodido, $250,0 \text{ cm}^3$ para terreno coberto por pastagem e $715,0 \text{ cm}^3$ para terreno coberto por mata, indicando claramente a influência da vegetação sobre a infiltração de Água. BALCI (1968), trabalhando com dois **solos** sob floresta, originados de mesmo material geológico, em condições idênticas de chuva simulada e declividade, a Leste e Oeste de Washington, afirma que, **os solos** a Leste de Washington eram 45% mais erodíveis que **os solos** a Oeste, e que, a maior resistência à erosão dos **solos** localizados a Oeste foi em decorrência deles apresentarem o dobro do conteúdo de matéria orgânica nos primeiros 10 cm, indicando a importância da matéria orgânica em relação a estabilidade do **solo** e retenção de água para efeito de erosão.

De acordo com FONSECA (1984) a mata natural é bastante eficiente como recicladora de nutrientes, em função da heterogeneidade da composição florística e do domínio de grande volume do **solo** pelo profuso sistema radicular, diminuindo a saída de nutrientes do sistema. Portanto, o

desequilíbrio do ecossistema, provocado pela mudança de vegetação natural por espécies de rápido crescimento, resulta em depauperamento das condições físicas, químicas e biológicas do solo (Salas, 1979 citado por FONSECA 1984).

A erosão é usualmente acelerada em solos onde a cobertura vegetal foi retirada, pois o declínio na fertilidade, do conteúdo de matéria orgânica e da estrutura afetam a capacidade de retenção de Água. Portanto, uma boa cobertura vegetal protege inclusive os solos pobres, enquanto que, mesmo os férteis, sem vegetação, podem ser facilmente erodidos (KALPAGÉ, 1976).

2.3. A Ação da Erosão no Solo

A utilização intensiva do solo leva a uma série de alterações em suas propriedades morfológicas, físicas, químicas e biológicas. Alterações essas que, por vezes, assumem duplo sentido, ora como caráter positivo, ora negativo, com relação ao sistema solo-água-planta (Salas, 1979, citado por FONSECA, 1984). Para FERNANDES (1982), o processo erosivo, de modo geral, é favorecido pela substituição da cobertura original por cultivos, onde se verifica o uso intensivo de mecanização, fertilizantes, ..corretivos e outras práticas modernas de cultivo.

WISCHMEYER e MANNERING (1969), estudando 55 solos dos EUA, por 5 anos, identificaram algumas propriedades físicas e químicas do solo, tais como: granulometria, densidade do solo, pH, matéria orgânica, etc., que estariam, de alguma forma, envolvidas com as perdas de solo e concluíram que a

infiltração de Água e a capacidade do **solo** de resistir ao deslocamento e transporte pela ação **erosiva** da chuva e pelo fluxo de Água **são** algumas das propriedades que mais influenciam sua **erodibilidade**.

RESENDE (1985), afirma que quando se considera uma cobertura vegetal primitiva seletivamente uniforme, poder-se-ia, de forma geral, classificar a **erodibilidade** como dependente de três fatores: (a) disponibilidade de material a ser erodido, ou seja, rocha fresca versus pedomaterial; (b) alteração do agente removedor dos detritos - água ou vento; (c) comportamento do pedomaterial em relação a esse agente.

Em se tratando de características de um **solo** frente à erosão, observa-se que a textura é um dos fatores que influenciam na maior ou menor quantidade de **solo** arrastado (BERTONI e LOMBARDI NETO, 1990). A um aumento no teor de silte é atribuído maior facilidade de **encrostamento** e conseqüentemente maior erosão, segundo Lemos e Leite (1957), citados por LIMA et al. (1992). Esse fenômeno é também verificado em latossolos, mesmo sendo eles pobres em silte. Desde que as argilas estejam **floculadas** em agregados de tamanho da fração silte é provável que essas possam, funcionalmente, estar se comportando como tal (RESENDE, 1985).

Não só a textura, mas também a estrutura desempenham papel fundamental no que diz respeito a erosão do **solo**. AYRES (1936) afirma que as classes de estrutura **maçiça**, laminar ou em blocos **são** mais favoráveis à erosão que a do tipo granular. No entanto, RESENDE (1985) afirma que a

estrutura granular, em razão de seu formato esférico, apresenta o mínimo de Área exposta por unidade de volume, possui um mínimo de coerência entre os grânulos e, se estes forem pequenos, podem ser facilmente transportáveis pela água.

A matéria orgânica é importante na erodibilidade dos solos, pois se relaciona com a velocidade final de infiltração e a energia da chuva necessária para iniciar a enxurrada (WISCHMEIER e MANNERING, 1969). Isto faz com que solos sob floresta apresentem pequena erosão por não sofrerem o impacto direto das gotas de chuva e possuírem alto teor de matéria orgânica beneficiando a infiltração.

A matéria orgânica é uma das características consideradas responsáveis pela diminuição das perdas de solo e nutrientes. PETERSON (1964) relata que solos com baixo teor de matéria orgânica apresentam estrutura pouco desenvolvida e baixa permeabilidade sendo facilmente erodidos, havendo correlação significativa entre o nível de produção das culturas e perdas de solo e água em terrenos inclinados.

De acordo com SUAREZ de CASTRO (1980) o grau de dispersão do solo é um dos critérios mais úteis para distinguir sua susceptibilidade à erosão, pois à medida que aumenta a dispersão das partículas do solo cresce a facilidade de seu arraste pela água.

2.4. Mudanças Ocorridas no Solo após a Substituição da Mata por Cultivo

Tradicionalmente, quando se implantava uma lavoura cafeeira na microrregião de Viçosa, escolhiam-se **solos** que estavam sob vegetação de mata ou capoeira, objetivando-se investir menos em fertilizantes. A prática usual era a derrubada e, logo em seguida, a queima.

O efeito do fogo na erodibilidade dos **solos** sob floresta tem sido muito debatido. Alguns estudos têm demonstrado que o fogo resulta em um aumento da erosão (CONNAUGHTON, 1935) em função da repelência à água pelo **solo** que, desse modo, reduziria a infiltração promovendo maior fluxo de água e em consequência, maior erosão. Por outro lado, SARTZ (1953) e SCOTT e BORGY (1956) afirmam que o fogo tem pequeno efeito nas perdas de **solo**, atuando de maneira a agregar os colóides fazendo aumentar a infiltração de água. Segundo DURGIN (1985), as cinzas promovem dispersão em **solos** mais intemperizados, causando maior susceptibilidade à erosão, mesmo eles possuindo mais óxidos e cargas dependentes de pH quando comparados com **solos** menos intemperizados.

As gotas de chuva, ao caírem em um terreno desnudo, provocam a compactação da camada superficial (MCINTIRE, 1958). Quanto maior a compactação, maior é a densidade do **solo**, menor a porosidade total e, conseqüentemente, menor infiltração (KIEHL, 1979), podendo concorrer então, para um maior escoamento superficial da água no **solo**.

O solo desprovido da cobertura vegetal e da ação fixadora das raízes, exposto ao impacto direto da chuva e do vento, sofre desagregação e remoção de suas partículas. Este efeito é complementado pelo escoamento superficial das águas, ou pela abrasão das partículas transportadas pelo vento (EMBRAPA, 1980).

Nye e Greenland (1960), citados por KALPAGE (1976), referem-se às mudanças ocorridas em solos sob cultivos em relação à floresta tropical. Esses autores afirmam que as raízes das árvores provocam pequenas ondulações no solo, abrindo canaliculos juntamente com a ação de vermes e termitas que auxiliam na drenagem superficial, sendo que o solo, nessas condições, exhibe rápida drenagem e resistência a erosão. Sob cultivo, exposto ao sol e à chuva, há deterioração da estrutura do solo, principalmente nas primeiras chuvas, quando pode ocorrer selamento da superfície e escoamento superficial.

Na substituição da mata por culturas ou mesmo pastagem, nos primeiros anos, tem-se verificado enriquecimento da camada superficial do solo, desde que a erosão não seja muito acentuada. Tal enriquecimento, segundo COSTA (1985), está em função da liberação de nutrientes contidos na biomassa através da queima.

CASTRO et al. (1986) concluíram que, para um Latossolo Roxo distrófico sob cultivo soja/trigo, em diferentes sistemas de manejo, as perdas mais elevadas de nutrientes ocorreram na enxurrada e não no sedimento.

O processo de erosão causa remoção das partículas menores e mais leves do solo tais como argila e matéria

orgânica que fornecem a maior parte das bases trocáveis do **solo**, concorrendo para diminuição de sua fertilidade (SCHWAB et al., 1966).

Pelo efeito da erosão, **os** nutrientes **são** removidos seletivamente do perfil do **solo** (BARROWS e KILMER, 1963), na seguinte ordem crescente: nitrogênio orgânico e amoniacal, fósforo disponível e potássio trocável. Embora as quantidades de matéria orgânica e nutrientes removidos de áreas férteis sejam maiores que as quantidades removidas de áreas mais pobres, nessa última as perdas de matéria orgânica e nutrientes podem ser mais prejudiciais, comprometendo seriamente o desenvolvimento das culturas.

STOLTEMBERG e WHITE (1953) relatam que, ao trabalharem com **solos dos EUA**, sob cultivo com e sem práticas conservacionistas, notaram que a concentração de nutrientes como nitrogênio e fósforo, no material erodido, foi sempre duas vezes o teor encontrado na superfície do **solo**, enquanto que o teor de potássio era sete vezes maior. Essa observação sugere que o material erodido poderia conter maior proporção de argila do que o **solo** original, já que o potássio trocável está associado à fração argila. A explicação desse fenômeno envolve, no mínimo, três processos:

1. Remoção seletiva de partículas mais finas com maior concentração de nutrientes, em função da maior eficiência da água em colocar em suspensão e transportar as partículas mais leves. A remoção seletiva de partículas mais finas se dá caso a energia da enxurrada não for suficiente para colocar em suspensão partículas mais pesadas.

2. Perda de formas solúveis de nutrientes, especialmente nitrogênio e potássio do **solo**, na enxurrada.
3. Flutuação de material de baixa densidade, como a matéria orgânica.

A maioria dos **solos** brasileiros têm, naturalmente, baixa reserva mineral. A perda de nutrientes, pela erosão, contribui para a degradação desses solos diminuindo ainda mais a produção das culturas, neles implantados.

Em um Latossolo Vermelho-Amarelo Álico da Zona da Mata Mineira, BARUQUI (1982) verificou que, no primeiro centímetro superficial, ocorrem diferenças significativas, em termos químicos, quando se comparam os teores médios de nutrientes em diferentes posições numa topossequência, estando a fertilidade na seguinte ordem decrescente: base vegetada, topo vegetado, encosta vegetada e encosta sem vegetação.

O manejo do cafezal conduzido de forma tradicional, isto é, apenas com o uso de plantio em nível, como forma de conter a erosão, é responsável por grande perda de **solo** e água. Bertoni et al., 1972, citado por CASTRO, 1987, mediram as perdas médias de **solo** e água em matas e cultura do café no Estado de São Paulo, encontrando 0,004 e 0,9 t/ha de **solo** e 0,7 e 1,1% de Água caída anualmente, respectivamente. O depauperamento de **solo sob** cafezais, na maioria dos casos, é atribuído a erosão (FERNANDES, 1986), sendo portanto, a principal causa do declínio dos cafezais antigos no Brasil.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização e Características da Area em Estudo

O presente trabalho foi desenvolvido na Zona da Mata do Estado de Minas Gerais, Município de Viçosa, que situa-se nas coordenadas 20°15' de latitude sul e 42°51' de longitude Oeste de Greenwich e a uma altitude média de 651 m.

A pluviosidade está em torno de 1.300 mm anuais, com os meses de maio, junho, julho e agosto, os mais secos. O período chuvoso vai de outubro a março quando chove cerca de 80% da precipitação anual. Em termos de temperatura, a média das mínimas é de 14°C e a média das máximas é de 26.1°C, o que leva a classificar a região como tipo Cwa segundo Köppen.

O relevo predominante da região é forte ondulado com encostas convexo-côncavo, seguidas de terraços, alternados por vales de fundo chato, formado por leito maior, periodicamente inundado (CORREA, 1984).

A encosta estudada possui diferença de nível entre o topo e o sopé de aproximadamente 100 m. De acordo com estudos de REZENDE et al. (1972), nas elevações do planalto de Viçosa-MG predominam o Latossolo Vermelho-Amarelo com horizonte A moderado que é pouco fértil, com elevada saturação de alumínio trocável e bastante permeável.

3.2. Histórico do Manejo do Solo da Área

Na colonização da microregião de Viçosa-MG as matas foram derrubadas e substituídas por café ou pastagem. Quando da primeira crise cafeeira no Brasil as lavouras foram abandonadas e a vegetação de mata secundária repovoou o local. Em função do incentivo à cafeicultura na década de 70, a capoeira foi novamente abatida dando lugar ao plantio de café, mais tecnificado, plantado em contorno e utilizando adubações.

A área em estudo, anteriormente coberta por mata secundária, foi dividida ao meio no sentido da declividade, desmatada e queimada. Em 1981, efetuou-se o plantio de café em covas na referida área, a qual recebeu adubação com esterco de aves e palha de arroz. Posteriormente, adubação de cobertura com a formulação 20-05-20 na época das chuvas. A lavoura situa-se na encosta ocupando desde o topo até o sopé, condição esta também verificada para a mata (Figura 1). Assim, a lavoura e a mata remanescente ocupam uma topossequência, sob influência de condições similares de solo, clima e relevo.

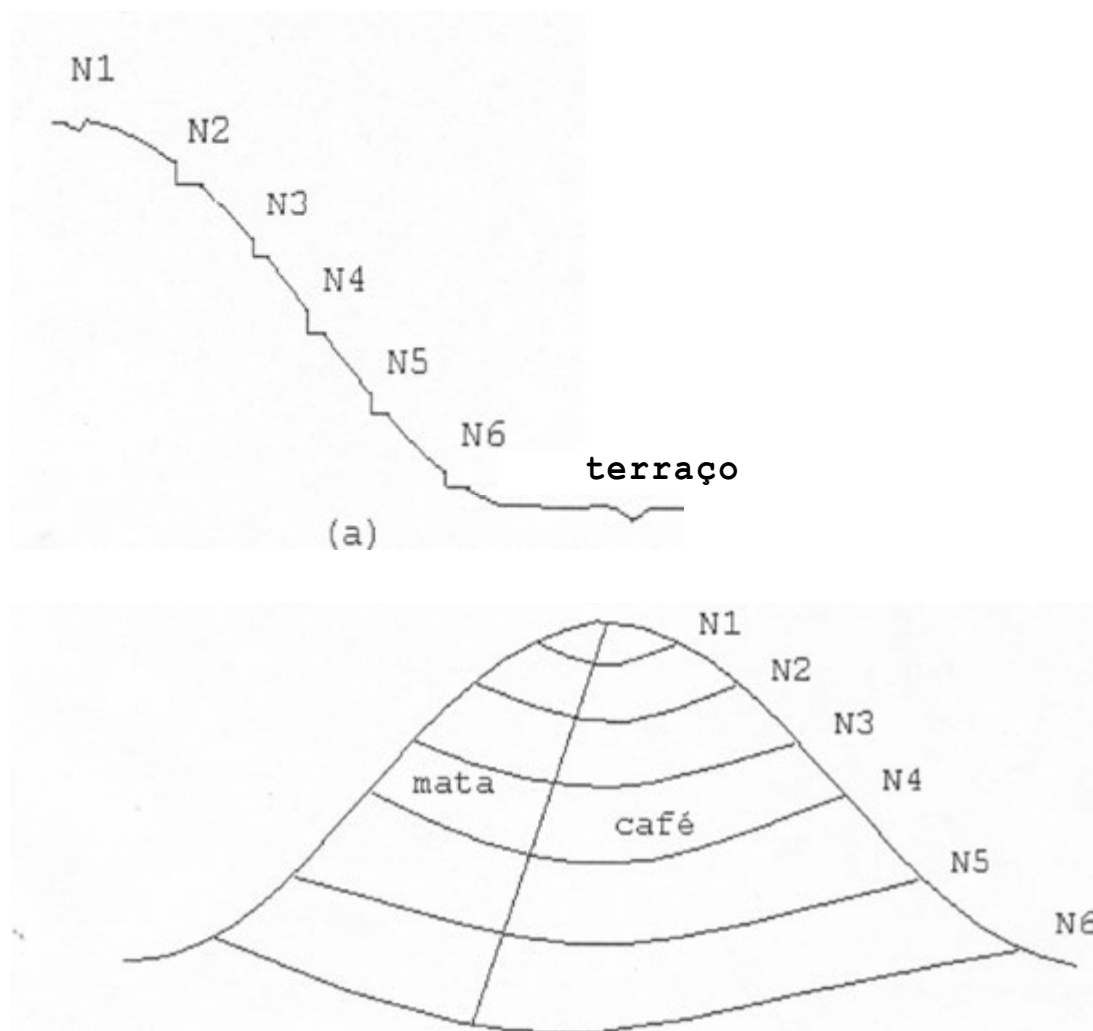


FIGURA 1 - Corte Esquemático Mostrando o Perfil da Encosta Onde Foram Locadas as Curvas de Nível (a); Esquema Mostrando os Ambientes Mata e Café e as Curvas de Nível Locadas (b).

O manejo do cafezal vem sendo executado de forma bastante precária em função do alto custo do fertilizante e da grande demanda de mão-de-obra. A lavoura, após ser implantada, recebeu 200g/cova/ano da formulação 20-05-20, nos primeiros 5 anos, sem, contudo, seguir um programa de adubação.

Nos últimos anos, com a queda do preço do produto no mercado, dificultaram-se ainda mais os tratamentos culturais que foram feitos somente no terço inferior de encosta, onde o relevo é mais suave.

A mata secundária, que ocupa a outra porção da encosta, se caracteriza por apresentar árvores frondosas e presença marcante de sub-bosque bem desenvolvido, além do espesso manto de serrapilheira.

3.3. Procedimento de Amostragem

Na encosta, atingindo a lavoura de café e a mata secundária, foram locadas seis niveladas básicas (Figura 1), equidistantes entre si por diferença de nível de 18 m. Cada nivelada foi amostrada aleatoriamente em oito locais, sendo quatro no cafezal e quatro na mata.

3.3.1. Amostragem do Solo

Nos locais de amostragem foram abertas trincheiras e coleta do solo para análises química e física.

As profundidades de amostragem para análise química foram de 0 - 2, 2 - 5, 5 - 10, 10 - 15, 15 - 20 e 20 - 30 cm, enquanto que, para as análises físicas, foram 0 - 10, 10 - 20 e 20 - 30 cm.

As amostras no cafezal para as determinações físicas e químicas do solo foram efetuadas nas entrelinhas da cultura.

3.3.2. Amostragem das Plantas

No cafezal procedeu-se também a coleta de material foliar de quatro plantas que se posicionavam ao redor dos locais de amostragem, tomando-se uma folha do terceiro par, a partir do ápice do ramo, localizado na porção média da planta, nos quatro pontos cardeais, formando uma amostra composta segundo metodologia proposta por LOTT et al. (1965).

3.4. Análises de Laboratório

3.4.1. Análises Físicas do Solo

3.4.1.1. Análise Textural

Foi determinada em amostra de 10 g de terra fina seca ao ar (TFSA), pelo método da pipeta, utilizando-se como dispersante NaOH 0,1 mol.l⁻¹ e agitação mecânica, durante 10 ..minutos(MOURA FILHO, 1964).

A análise textural, nas duas situações de cobertura vegetal (mata e café), foi efetuada em amostras compostas da seguinte maneira:

Nos quatro locais de amostragem de cada nivelada, que caracterizava uma cobertura vegetal, as quatro amostras de

cada profundidade foram misturadas formando uma única amostra composta que serviu para determinação da textura do **solo**.

3.4.1.2. Densidade de Partículas

A densidade real foi determinada medindo-se o volume ocupado por 20 g de terra fina seca em estufa (TFSE), com o emprego do álcool etílico absoluto como líquido penetrante e balão volumétrico aferido de 50 ml, de acordo com EMBRAPA (1979), usando-se a fórmula:

$$DP = \frac{MS}{VS}$$

em que

DP = Densidade de Partícula (g/cm³)

MS = Massa do **solo** (20 g TFSE)

VS = Volume ocupado pelas partículas do **solo**, em cm³,

A determinação da densidade de partícula, nas amostras de **solo** coletadas nas duas situações de cobertura vegetal (mata e café), foi efetuada em amostra composta.

3.4.1.3. Densidade do Solo

Determinada por meio de um cilindro metálico que, ao ser introduzido no **solo**, coletava uma massa de volume igual a 47,10 cm³, que posteriormente foi seca em estufa a 110°C por 48 horas, sendo em seguida pesada. Aplicando-se a fórmula obteve-se a densidade do **solo**.

$$D_s = \frac{MS}{VT} \text{ de acordo com BLAKE (1965).}$$

em que

D_s = Densidade do **solo** (g/cm^3)

MS = Massa do **Solo** (g)

VT = Volume Total (cm^3)

Para determinação da densidade do **solo**, assim como da argila dispersa em água, as amostras foram coletadas em cada local de amostragem em três profundidades.

3.4.1.4. Porosidade Total

Obtida a partir dos valores de densidade do **solo** e densidade de partícula (EMBRAPA, 1979), aplicando-se a seguinte equação:

$$PT = \left(1 - \frac{D_s}{DP}\right) 100$$

em que

PT = porosidade total **em %**

D_s = densidade do **solo** em g/cm^3

DP = densidade de Partícula em g/cm^3

3.4.1.5. Argila Dispersa em Água

O teor de argila dispersa em água foi determinado pelo método da pipeta, utilizando-se 30 **g** TFSa e 100 ml de água destilada e deionizada, em frasco de 200 ml, fechado

com rolha de borracha, e agitado, horizontalmente, em agitador de 200 oscilações por minuto, durante três horas. Completado o tempo de agitação, o material foi transferido para proveta de 500 ml, passando em peneira de 0,21 mm de malha e completando o volume de 500 ml com Água destilada e deionizada. Com auxílio de agitador manual, a suspensão de cada proveta foi agitada por um minuto, permanecendo, posteriormente, durante quatro horas, em repouso. Decorrido o tempo de repouso, foi retirada uma alíquota de 10 ml à profundidade de 10 cm, para determinação da argila dispersa em Água, segundo metodologia proposta por JUCKSCH (1986).

3.4.1.6. Equivalente de Umidade

Obteve-se o equivalente de umidade, também em amostras compostas, pelo método descrito por VETTORI (1969). Foram saturadas 25 g TFSA, com Água destilada, em recipientes metálicos apropriados, por 12 horas, seguida de centrifugação a 2.440 rpm, durante 30 minutos (Centrífuga International - Modelo M.E.), correspondente a 1.000 vezes a aceleração da gravidade. O conteúdo de cada recipiente foi pesado e colocado em estufa, a 110°C por 48 horas, efetuando-se em seguida nova pesagem. O equivalente de "umidade foi obtido pela divisão do peso da água perdida na secagem pelo peso do solo seco, expresso em porcentagem.

3.4.2. Análises Químicas do Solo

3.4.2.1. Ca^{2+} , Mg^{2+} e Al^{3+} Trocáveis

Extraídos em solução de $\text{KCl } 1\text{mol.l}^{-1}$, na proporção solo - solução de 1:10. Determinou-se o alumínio pela titulação com $\text{NaOH } 0,025\text{ mol.l}^{-1}$, usando-se o azul de bromotimol como indicador, segundo EMBRAPA (1979), e o cálcio e o magnésio, por espectrofotometria de absorção atômica.

3.4.2.2. K e P Disponíveis

Extraídos pelo extrator de Mehlich - 1. O potássio foi determinado por fotometria de chama, segundo EMBRAPA (1979), e o fósforo, colorimetricamente, após a redução do complexo fosfomolibdico, pelo ácido ascórbico, de acordo com a adaptação de BRAGA e DEFELIPO (1974).

3.4.2.3. Acidez Titulável ($\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$)

Extraídos com acetato de cálcio 1 mol.L^{-1} , pH 7,0, e titulado com hidróxido de sódio $0,05\text{ mol.L}^{-1}$, usando-se fenolftaleína como indicador (BRAGA, 1983).

3.4.2.4. pH em Agua

Determinado com auxílio de potenciômetro, numa relação solo-liquido de 1:2,5, usando-se o método descrito por EMBRAPA (1979).

3.4.2.5. Carbono Orgânico

Determinado por oxidação da matéria orgânica pelo método Walkley - Black, conforme DEFELIPO e RIBEIRO (1981).

3.4.3. Análise Química da Planta

Nas amostras das folhas do cafeeiro foram secas a **70°C**, em estufa com ventilação forçada, por **72** horas, trituradas, pesadas e mineralizadas usando a solução nitroperclórica. Foram feitas as seguintes determinações:

P - determinado colorimetricamente pelo método da vitamina **C**, modificado por BRAGA e DEFELIPO (1974);

K⁺ - determinado por fotometria de chama;

Ca²⁺, **Mg²⁺** - determinado por espectrofotometria de absorção atômica.

3.4.4. Análise Estatística

As variáveis em estudo foram analisadas considerando-se o delineamento inteiramente casualizado, em esquema de parcelas sub-subdivididas, tendo nas parcelas as coberturas vegetais, nas sub-parcelas as niveladas e nas sub-subparcelas as profundidades, com quatro repetições.

As médias foram comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Os dados obtidos nas análises foliares do cafeeiro foram analisados considerando o delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições e as médias obtidas foram comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Características Químicas do Solo

4.1.1. Carbono Orgânico

Analisando o teor de carbono orgânico em função do uso do solo, verifica-se que, em todas as niveladas e profundidades estudadas, a quantidade de carbono orgânico diminuiu com a retirada da vegetação e a implantação da lavoura, principalmente até a profundidade de 10 cm (Quadro 1), dado que o acúmulo de material em decomposição no solo está em função da quantidade de matéria verde produzida pela vegetação.

Na mata, de modo geral, a produção de restos vegetais supera a taxa de decomposição pelos microrganismos (SANCHEZ, 1981), enquanto que no cafezal, além da produção de restos vegetais ser menor, o desmate e a queima que antecederam sua implantação proporcionaram, inicialmente, um relativo aumento da fertilidade do solo, contribuindo para o

QUADRO 1 - Valores Médios de Carbono Orgânico (g/100g) em Amostras de Latossolo Vermelho-Amarelo Alíco, sob Vegetação de Café (C) e Mata (M), em função da Posição no Terreno e Profundidade de Amostragem

		Posição no Terreno											
		1		2		3		4		5		6	
Vegetação		C	M	C	M	C	M	C	M	C	M	C	M
Prof. (cm)													
0	- 2	3,02b	7,46a	3,61b	4,59a	3,90b	6,78a	4,10b	5,51a	4,06b	5,15a	3,22b	6,34a
2	- 5	2,52b	5,71a	2,78b	3,54a	3,24b	5,50a	3,75a	3,96a	3,59a	4,16a	2,68b	4,10a
5	- 10	2,24b	4,52a	2,02b	3,39a	2,72b	4,60a	3,13a	3,44a	2,88a	3,34a	1,79b	3,27a
10	- 15	1,82b	3,49a	1,73a	2,53a	2,44b	3,75a	2,10b	3,04a	2,41a	2,83a	1,82b	2,91a
15	- 20	1,61a	2,38a	1,44b	2,30a	2,00b	2,99a	1,86a	2,56a	2,04a	2,52a	1,62a	2,40a
20	- 30	1,40a	2,00a	1,32a	1,83a	1,56a	2,26a	1,65a	2,14a	1,70a	1,89a	1,62a	2,03a

As médias seguidas de uma mesma letra na linha, dentro de uma mesma posição no terreno e profundidade, não diferem, estatisticamente, entre si, pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

crescimento da massa microbiana e redução no teor de carbono orgânico. Além disso, o solo exposto pelo cultivo favorece a ação da radiação solar no que diz respeito a oxidação da matéria orgânica (Corbert, 1935 citado por KALPAGÉ, 1976) e o transporte de partículas mais leves pela água no sentido do declive.

O conteúdo de carbono orgânico de um solo em "equilíbrio com a vegetação está em função da adição anual e a decomposição do carbono orgânico (SANCHEZ, 1981; KALPAGÉ, 1976).

Nas duas condições de cobertura vegetal estudadas, à medida em que se aprofunda no perfil, os teores de carbono orgânico se igualam demonstrando que o efeito da

incorporação de resíduos vegetais só se faz sentir nas camadas superficiais.

No **solo** sob café observou-se que o teor de carbono orgânico é maior na camada de 0 - 2 cm, e que, em nenhuma nivelada estudada, existiram teores que pudessem diferenciá-las (Quadro 2). Nas niveladas 2, 3 e 4, correspondentes ao relevo mais íngreme, notou-se tendência, até à profundidade de 10 cm, de maior teor de carbono orgânico que pode estar associado à pobreza mineral do **solo** inibindo maior atividade da massa microbiana, trazendo como consequência menor taxa de decomposição da matéria orgânica. A partir da profundidade de 10 cm não se observa diferença significativa no teor de carbono orgânico entre as niveladas (Quadro 2).

Na mata, a primeira nivelada apresentou maior teor de carbono orgânico nos primeiros 2 cm superficiais em relação às niveladas posicionadas no topo da encosta (Quadro 1). Considerando a homogeneidade da cobertura vegetal, condições de clima e **solo** idênticos e igual taxa de decomposição poder-se-ia supor que, na mata, as niveladas localizadas em cotas mais elevadas não contribuem com carbono orgânico para as cotas mais baixas, dada a proteção oferecida pela vegetação à ação transportadora da Água. Abaixo de 15 cm os teores de carbono orgânico não diferem estatisticamente entre as niveladas.

O material orgânico nos **solos**, além de fornecer nutrientes às plantas, traz benefícios físicos. Neste aspecto, o aumento da agregação, a diminuição da densidade do **solo** (Quadro 13), o aumento da porosidade total

QUADRO 2 - Valores Médios de Carbono Orgânico (g/100g) em Amostras de Latossolo Vermelho-Amarelo Álico, sob vegetação de Café e Mata, em Função da Posição no Terreno e Profundidade de Amostragem

		Vegetação											
		Café					mata						
Posição no terreno	Profundidade (cm)	0 - 2	2 - 5	5 - 10	10 - 15	15 - 20	20 - 30	0 - 2	2 - 5	5 - 10	10 - 15	15 - 20	20 - 30
1	3,02Aa	2,52Aab	2,24ABabc	1,82Abc	1,61abc	1,40Ac	7,46Aa	5,71Ab	4,52ABC	3,49ABd	2,38Ae	2,00Ae	2,00Ae
2	3,61Aa	2,78ABab	2,02ABbc	1,73Ac	1,44Ac	1,32Ac	4,59Ca	3,54Bb	3,39BCbc	2,53Bcd	2,30Ad	1,82Ad	1,82Ad
3	3,90Aa	3,24ABab	2,72ABbc	2,44Abcd	2,00acd	1,56Ad	6,78ABa	5,50Bb	4,60Abc	3,75Abcd	2,99cd	2,26Ad	2,26Ad
4	4,10Aa	3,75Aab	3,13Ab	2,10Ac	1,86Ac	1,65Ac	5,558Ca	3,96Bb	3,44ABCbc	3,04ABbcd	2,56cd	2,14Ad	2,14Ad
5	4,06Aa	3,59ABab	2,88ABbc	2,41Ac	2,04acd	1,70Ad	5,15Ca	4,16Bb	3,34BCbc	2,83ABC	2,52Ac	1,89Ad	1,89Ad
6	3,22Aa	3,68ABab	1,798bc	1,82Abc	1,62Ac	1,62Ac	6,34Ca	4,10Bb	3,27Cbc	2,91ABcd	2,40Ac	2,03Ad	2,03Ad

As medias seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula, na coluna, e minúscula, na linha, em uma mesma cobertura, não diferem, estatisticamente, entre si, pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

(Quadro 16) contribuíram para aumentar a precipitação efetiva e diminuir o escoamento superficial. Como relatado por WISCHEMEIER e MANNERING (1969) a matéria orgânica é responsável pelo maior índice de correlação, dentre outras variáveis, em relação à prevenção de perdas de solo em 55 solos dos EUA. Em razão disso, a energia de chuva requerida para iniciar enxurrada e a taxa final de infiltração crescem diretamente com o aumento de matéria orgânica.

4.1.2. Fósforo Disponível

Observou-se que o teor desse nutriente não variou, nas profundidades das niveladas localizadas no topo e na porção íngreme da encosta, em função da cobertura vegetal (Quadro 3). Entretanto, ao examinar os dados da nivelada seis, localizada no sopé da encosta, percebe-se que nas camadas de 0 - 2 e 2 - 5 cm ocorreu diferença significativa entre a concentração de fósforo entre as duas coberturas estudadas.

Após a derrubada e queima da mata os níveis de nutrientes no solo aumentam (COSTA, 1985) e com o tempo tendem ao equilíbrio. A presença de fósforo nas águas de percolação é mínima em razão de sua baixa concentração na solução do solo e fixação pelos colóides (RAIJ, 1989), no entanto, em áreas inclinadas a topografia favorece mais a perda por erosão do que em áreas mais planas, principalmente no que diz respeito ao fósforo (SANTANA, 1986, CARMO et al., 1990). Em decorrência disso, o fósforo apresentou teores mais elevados na nivelada 6,

QUADRO 3 - Valores Médios de Fósforo Disponível (mg/dm^3) em Amostras de Latossolo Vermelho-Amarelo Álico, sob Vegetação de Café (C) e Mata (M), em Função da Posição no Terreno e da Profundidade de Amostragem

		Posição no Terreno											
		1		2		3		4		5		6	
Vegetação		C	M	C	M	C	M	C	M	C	M	C	M
Prof. (cm)													
0	- 2	2,01a	2,80a	2,24a	1,78a	2,43a	3,14a	2,94a	2,22a	2,04a	2,35a	9,30a	3,57b
2	- 5	1,54a	2,04a	1,59a	1,32a	1,82a	2,37a	2,34a	1,75a	1,79a	1,68a	6,86a	2,42b
5	- 10	1,37a	1,92a	1,24a	1,40a	1,52a	2,18a	1,59a	1,30a	1,58a	1,30a	2,62a	1,79a
10	- 15	0,98a	1,28a	1,41a	1,16a	0,84a	1,59a	0,78a	1,19a	0,84a	1,02a	1,44a	1,30a
15	- 20	0,74a	1,19a	0,69a	0,98a	0,56a	1,14a	0,56a	0,80a	0,52a	0,78a	0,56a	0,95a
20	- 30	0,56a	0,80a	0,52a	0,65a	0,41a	0,66a	0,37a	0,60a	0,32a	0,47a	0,21a	0,54a

As médias seguidas de uma mesma letra na linha, dentro de uma mesma posição no terreno e profundidade, não diferem, estatisticamente, entre si, pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

principalmente nas camadas superficiais do **solo** sob café retratando bem como ocorreu o transporte desse nutriente no sentido da declividade. Considerando que a movimentação do fósforo no perfil é bastante reduzida (FRANCO e **MEDINA**, 1960), provavelmente pela sua baixa concentração na solução do **solo**, a maior concentração de fósforo na nivelada 6 pode estar aliada ao fato de que a liberação pela queima e **prováveis** adubações ocorridas na lavoura, no passado, tenham elevado a concentração desse elemento no **solo**, que ao sofrer transporte pela ação da Água, atualmente se encontra no local onde há presença de material transportado.

Na mata observou-se que não ocorreu diferença significativa em profundidade e em função da posição no

terreno para o fósforo, indicando que este está em concentração uniforme, independentemente da localização topográfica e profundidade examinada. Assim, pode-se considerar que, na mata, a perda de fósforo é mínima, já que a vegetação impede seu transporte no sentido da declividade via erosão e há constante reposição pela decomposição dos restos vegetais.

As exigências minerais do cafeeiro em produção aproximam-se de **19 kg/ha de P** para **4.000** plantas produzindo **2 t/ha** de café em coco (MALAVOLTA, 1976) e o nível adequado para este nutriente no solo está em torno de **10 a 15 mg/dm³** (MALAVOLTA, 1987). A partir desses dados, nota-se que nas posições mais elevadas da encosta os níveis de fósforo no solo não são suficientes para garantir a produção sem o uso de fertilizantes (Quadro 3), comprometendo o desenvolvimento normal da planta e expondo o solo às intempéries. Na nivelada 6, apenas nos 5 cm superficiais o nível de fósforo satisfaz as exigências nutricionais mas, no entanto, abaixo de 10 cm de profundidade as concentrações são baixas quando se considera a profundidade efetiva das raízes do cafeeiro.

4.1.3. Magnésio e Cálcio Trocáveis

Considerando as duas condições de coberturas estudadas, percebe-se que, com relação ao magnésio e o cálcio trocáveis, as partes mais elevadas (niveladas 1, 2, 3 e 4) apresentaram menores teores em ambas coberturas (Quadros 4 e 5). No sopé da encosta (nivelada 6)

QUADRO 4 - Valores Médios de Magnésio Trocável ($\text{cmol}_c/\text{dm}^3$) em Amostras de Latossolo Vermelho-Amarelo Álico, sob Vegetação de Café (C) e Mata (M), em Função da Posição no Terreno e da Profundidade de Amostragem

Vegetação		Posição no Terreno											
		1		2		3		4		5		6	
		C	n	C	n	C	M	t	M	t	n	t	M
Prof. (cm)													
0	- 2	0,34a	0,47a	0,12a	0,04a	0,12a	0,09a	0,13a	0,06a	0,64a	0,08b	1,65a	0,32b
2	- 5	0,18a	0,17a	0,06a	0,02a	0,12a	0,07a	0,10a	0,04a	0,42a	0,06b	1,36a	0,13b
5	- 10	0,08a	0,10a	0,04a	0,04a	0,06a	0,06a	0,06a	0,04a	0,20a	0,05a	0,40a	0,10b
10	- 15	0,04a	0,06a	0,04a	0,02a	0,04a	0,06a	0,05a	0,03a	0,12a	0,04a	0,30a	0,09a
15	- 20	0,03a	0,04a	0,03a	0,02a	0,02a	0,03a	0,02a	0,03a	0,10a	0,04a	0,18a	0,08a
20	- 30	0,02a	0,03a	0,02a	0,02a	0,03a	0,02a	0,02a	0,02a	0,10a	0,03a	0,14a	0,07a

As médias seguidas de uma mesma letra na linha, dentro de uma mesma posição no terreno e profundidade, não diferem, estatisticamente, entre si, pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 5 - Valores Médios de Cálcio Trocável ($\text{cmol}_c/\text{dm}^3$) em Amostras de Latossolo Vermelho-Amarelo Álico, sob Vegetação de Café (C) e Mata (M), em Função da Posição no Terreno e da Profundidade de Amostragem

Vegetação		Posição no Terreno											
		1		2		3		4		5		6	
		C	M	t	M	C	n	C	n	C	H	C	H
Prof. (cm)													
0	- 2	1,00a	0,56a	0,28a	0,02a	0,48a	0,16a	1,06a	0,14b	1,81a	0,13b	4,20a	0,41b
2	- 5	0,36a	0,21a	0,10a	0,02a	0,33a	0,06a	0,68a	0,56b	1,18a	0,09b	3,34a	0,22b
5	- 10	0,11a	0,08a	0,04a	0,02a	0,14a	0,07a	0,35a	0,04a	0,45a	0,06a	1,36a	0,08b
10	- 15	0,05a	0,03a	0,04a	0,02a	0,08a	0,02a	0,03a	0,03a	0,32a	0,05a	0,86a	0,06b
15	- 20	0,04a	0,02a	0,02a	0,02a	0,07a	0,02a	0,12a	0,02a	0,26a	0,05a	0,60a	0,05a
20	- 30	0,03a	0,01a	0,02a	0,01a	0,06a	0,02a	0,10a	0,02a	0,26a	0,05a	0,46a	0,05a

As médias seguidas de uma mesma letra na linha, dentro de uma mesma posição no terreno e profundidade, não diferem, estatisticamente, entre si, pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

verificaram-se maiores teores de cálcio e magnésio trocáveis no **solo** sob cafezal, comparativamente à mata, onde também os teores desses nutrientes não variaram em relação ao encontrado nas partes mais elevadas.

Alguns trabalhos como o de GROHMANN e CATANI (1949) demonstram que o empobrecimento de cálcio causado pela erosão era muito superior ao extraído pela cultura de algodão, embora o cálcio e o magnésio trocáveis possam ser lixiviados, principalmente em regiões de alta pluviosidade. No entanto, ocorre que, no cafezal, o cálcio e o magnésio trocáveis parecem ter sido transportados no sentido da declividade por erosão, corroborando com a afirmativa de RESENDE et al. (1988) que em pedo-ambientes acidentados as perdas por erosão são mais pronunciadas do que aquelas por lixiviação, em terrenos distróficos.

Os baixos teores de cálcio e magnésio encontrados nas posições mais elevadas no cafezal não satisfazem os níveis adequados para a cultura em termos de exigências nutricionais, que oscilam entre 5 - 9 $\text{Cmol}_c/\text{dm}^3$ e 1 - 2,2 $\text{Cmol}_c/\text{dm}^3$, respectivamente (MALAVOLTA, 1987).

No solo sob mata, aparentemente, os níveis de cálcio e magnésio são baixos em razão da imobilização destes pela vegetação exuberante e na rica camada de detritos distribuída na superfície do solo. É muito provável que na área do cafezal as cinzas provenientes da queima da vegetação tenha contribuído para aumentar os teores de cálcio e magnésio, os quais foram extraídos pela cultura e, ou, possivelmente carreados no sentido da declividade. A queima da vegetação em áreas tropicais acarreta

transferência de parte do cálcio, magnésio e potássio, contidos na biomassa para os sítios de troca do solo (NYE e GREENLAND, 1964).

4.1.4. Potássio Disponível

Independente da cobertura vegetal e profundidade, a disponibilidade do potássio aumentou na nivelada 6, sendo que na nivelada 2 encontra-se sua menor disponibilidade, em se tratando da camada superficial de 0 - 2 cm (Quadro 6). O potássio é um elemento retido em grande quantidade pelos colóides do solo. Provavelmente, o transporte de partículas no sentido da declividade implique em acréscimo na concentração desse elemento onde tais partículas se depositam, como observado por GROHMANN et al. (1956). Embora, estatisticamente, a interação entre cobertura, nivelada e profundidade não tenha sido significativa a ponto de esclarecer qual cobertura contribui mais para que houvesse maior concentração de potássio na nivelada 6.

Verificou-se que a disponibilidade de potássio diminuiu com a profundidade (Quadro 7) tanto na mata quanto no cafezal. Ao se comparar o efeito da profundidade em função da cobertura vegetal, a disponibilidade desse nutriente não diferiu numa mesma profundidade entre as coberturas estudadas.

O fato de o potássio não se apresentar com teores superiores no cafezal sugere que adubações não são práticas constantes na área. O nível adequado desse nutriente no solo varia entre 0,3 - 0,6 (Cmol_c/dm³) (MALAVOLTA, 1987).

QUADRO 6 - Valores Médios de Potássio Disponível ($\text{cmol}_c/\text{dm}^3$) em Amostras de Latossolo Vermelho-Amarelo Álico, Coletadas em uma Encosta Considerando-se a Posição no Terreno e Profundidade de Amostragem

Nivelada						
Prof. (cm)	1	2	3	4	5	6
0 - 2	0,18 Ab	0,10 Ac	0,18 Ab	0,15 Abc	0,15 Abc	0,27 Aa
2 - 5	0,10 Bb	0,08 ABb	0,12 Bab	0,10 Bb	0,11 ABb	0,18 Ba
5 - 10	0,09 Bcab	0,08 ABb	0,09 BCab	0,08 Bcb	0,08 Bcb	0,15 BCa
10 - 15	0,07 BCDab	0,06 Bcb	0,07 CDab	0,06 CDb	0,06 CDb	0,13 CDa
15 - 20	0,06 CDab	0,04 Bcb	0,05 CDb	0,04 CDb	0,05 CDb	0,11 CDa
20 - 30	0,05 Dab	0,03 cb	0,03 Db	0,03 Db	0,04 Db	0,10 Da

As médias seguidas de uma mesma letra maiúscula, na coluna e minúscula, na linha, não diferem, estatisticamente, entre si, pelo teste de Tukey, em nível 5% de probabilidade.

QUADRO 7 - Valores Médios de Potássio Disponível ($\text{cmol}_c/\text{dm}^3$) em Amostras de Latossolo Vermelho-Amarelo Álico, sob Vegetação de Café e Mata, em Função da Profundidade

			Potássio Disponível	
Profund. (cm)			Vegetação	
			Café	Mata
0	-	2	0,16 Aa	0,18 Aa
2	-	5	0,12 Ba	0,11 Ba
5	-	10	0,10 BCa	0,08 Ca
10	-	15	0,08 CDa	0,06 CDa
15	-	20	0,06 DEa	0,05 Da
20	-	30	0,05 Ea	0,04 Da

As médias seguidas por uma mesma letra maiúscula na coluna, e minúscula na linha não diferem, estatisticamente, entre si, pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

Portanto, **os** níveis encontrados não **são** suficientes para garantir produção satisfatória, já que **o** cafeeiro é muito exigente nesse nutriente. Na cultura do café as perdas de potássio em virtude da exportação na colheita, lixiviação e erosão são muito grandes, chegando ao extremo de 95% do potássio disponível ser perdido após 25 anos de cultivo com **o** cafeeiro (MALAVOLTA, 1976).

Na mata, apesar de **o solo** apresentar teores de potássio semelhantes ao cafezal (Quadro 7), ela resguarda na serrapilheira e na vegetação grande parte do potássio imobilizado, além de outros nutrientes essenciais. Consideráveis quantidades de potássio **são** acumuladas pela floresta, que retornam ao **solo** pelas cinzas quando a vegetação e a serrapilheira **são** queimadas (KALPAGÉ, 1976) e por meio da mineralização da matéria orgânica. Porém 2/3 do potássio encontrado nos restos vegetais **são** prontamente solúveis em água, requerendo apenas transformações físicas dos materiais em decomposição para serem liberados para **o solo** (SIQUEIRA e FRANCO, 1988).

4.1.5. Alumínio Trocável

Observa-se que este elemento está mais concentrado no **solo** sob mata (Quadro 8). Apenas no que se refere a nivelada dois, **os** níveis de alumínio no **solo** não diferem em ambas as situações de cobertura vegetal. A perda de bases via processo erosivo e a conseqüente acidificação do meio parece ser a causa do alto teor de alumínio nesta posição da encosta. A remoção de bases do complexo de troca traz, como

QUADRO 8 - Valores Médios de Alumínio Trocável ($\text{cmol}_c/\text{dm}^3$) em Amostras de Latossolo Vermelho Amarelo Álico, sob Vegetação de Café e Mata, em Função da Profundidade

Posição no terreno	Vegetação	
	Café	Mata
1	1,67 ABb	2,60 Aa
2	2,07 Aa	2,27 ABa
3	1,55 ABb	2,26 ABa
4	1,24 BCb	1,67 BCa
5	0,86 CDb	1,56 Ca
6	0,39 Db	1,87 Ca

As médias seguidas por uma mesma letra maiúscula na coluna, e minúscula na linha **não** diferem, estatisticamente, entre si, pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

conseqüência, a acidificação do meio em decorrência da substituição dessas bases por alumínio e hidrogênio não dissociável (RAIJ, 1991). Com o aumento da acidez ocorre solubilização dos compostos de alumínio liberando ions que irão deslocar o H_3O^+ adsorvido na superfície dos colóides (COLEMAN e CRAIG, 1961).

Como visto, no cafezal, o maior teor de alumínio trocável ocorre nas niveladas 1, 2 e 3 e o menor teor é encontrado na porção inferior, representada pela nivelada 5 e 6 (Quadro 8). Ao contrário do que ocorre na nivelada 2, no sopé da encosta (nivelada 6) verifica-se a maior concentração de nutrientes como fósforo, magnésio e cálcio (Quadros 3, 4 e 5) onde a atividade do íon hidrogênio (Quadro 9) é menor e, conseqüentemente, o alumínio trocável está neutralizado.

QUADRO 9 - Valores Médios de Hidrogênio + Alumínio ($\text{cmol}_c/\text{dm}^3$) em Amostras de Latossolo Vermelho-Amarelo Álico, sob Vegetação de Café (C) e Mata (M), em Função da Posição no Terreno e da Profundidade de Amostragem

		Posição no Terreno												
		1		2		3		4		5		6		
Vegetação		c	n	c	n	c	n	c	n	c	M	c	n	
Prof. (cm)														
0	-	2	9,27b	16,50a	11,42a	13,50a	9,67b	16,37a	8,71a	8,71a	6,50a	8,29a	1,52b	8,46a
2	-	5	10,59b	17,19a	11,32a	12,65a	9,58b	14,71a	8,79a	10,42b	7,04a	8,87a	2,21b	9,03a
5	-	10	9,73b	15,59a	9,91a	9,88a	8,67b	12,29a	8,71a	10,04a	7,33a	7,62a	2,96b	11,00a
10	-	15	9,50a	11,62a	8,34a	8,66a	7,04a	9,46a	6,79a	9,12a	7,12a	6,25a	3,42b	8,04a
15	-	20	7,92a	9,73a	7,05a	9,88a	5,46a	7,12a	5,58a	8,37a	5,83a	6,21a	4,71b	8,84a
20	-	30	6,78a	7,08a	6,09a	6,37a	5,67a	5,66a	6,92a	6,16a	4,79a	5,00a	5,29a	6,75a

As médias seguidas de uma mesma letra na linha, dentro de uma mesma posição no terreno e profundidade, não diferem, estatisticamente, entre si, pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

Na mata, a elevada concentração de alumínio trocável, está relacionado com a dissociação do íon hidrogênio de grupos carboxílicos e fenólicos da matéria orgânica que são os principais fornecedores de prótons ao solo (BUL e ROSOLEM, 1989). O alumínio trocável no solo é uma consequência da acidez gerada pelo hidrogênio que provoca a degradação da argila e libera o alumínio da grade cristalina, passando assim, para a forma adsorvida (KIEHL, 1979).

4.1.6. Acidez Titulável e pH

Os valores de acidez titulável ($\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$) no solo sob café e mata são bastante elevados (Quadro 9),

principalmente, na mata, em razão da dissociação de hidrogênio de grupos fenólicos e carboxílicos da matéria orgânica (BUL e ROSOLEM, 1989). No solo sob café, a razão parece estar associada à pobreza mineral do solo, sendo que na nivelada 6 os valores de $H^+ + Al^{3+}$ são pequenos e os teores de fósforo, magnésio e cálcio, mais altos (Quadros 3, 4 e 5).

Nas niveladas 2 e 5 os níveis não diferem em profundidade nas duas condições de cobertura vegetal, assim os níveis de $H^+ + Al^{3+}$ no solo sob café são tão altos, em razão da falta de bases, quanto na mata, pelo mesmo motivo e agravado ainda pela atividade do íon hidrogênio ligado covalentemente à matéria orgânica.

A acidez ativa é devida à concentração hidrogeniônica e como visto a atividade do íon hidrogênio é elevada tanto no solo sob mata como no solo sob café (Quadro 10). No cafezal, nas partes mais elevadas da encosta, o pH é maior apenas nos primeiros centímetros, indicando que, em profundidade, as duas condições estudadas são iguais, exceto que, na mata, a serrapilheira e a vegetação, resguardam grande parte dos nutrientes que, há tempos, foram exportados pela colheita e erosão na cultura do café. No sopé da encosta, (nivelada 6), o perfil, por inteiro, mostrou-se diferenciado nas duas coberturas vegetais, onde a elevação do pH acompanha o aumento dos teores de magnésio e cálcio (Quadros 4 e 5).

A julgar pelo desenvolvimento satisfatório da cultura, apenas no sopé da encosta encontrar-se-iam condições adequadas em termos de pH, o que deveria ser uma

QUADRO 10 - Valores de pH em Amostras de Latossolo Vermelho-Amarelo Álico, sob Vegetação de Café (C) e Mata (M), em Função da Posição no Terreno e da Profundidade de Amostragem

		Posição no Terreno												
		1		2		3		4		5		6		
Vegetação		c	n	c	n	c	n	c	M	c	n	c	M	
Prof. (cm)														
0	-	2	4,58a	4,07b	4,28b	3,85b	4,44a	3,81b	4,81b	3,96b	5,19a	4,21b	6,66a	4,27b
2	-	5	4,35a	3,83b	4,04a	3,74a	4,28a	3,92a	4,65a	4,00b	5,17a	4,06b	6,49a	4,29b
5	-	10	4,20a	3,86a	4,06a	3,86a	4,14a	3,92a	4,32a	4,10a	4,79a	4,23b	5,73a	4,28b
10	-	15	4,12a	3,86a	4,26a	3,94a	4,18a	4,16a	4,40a	4,20a	4,66a	4,26a	5,48a	4,45b
15	-	20	4,14a	4,06a	4,13a	3,94a	4,35a	4,31a	4,50a	4,24a	4,65a	4,43a	5,12a	4,46b
20	-	30	4,21a	4,15a	4,31a	4,14a	4,51a	4,48a	4,58a	4,46a	4,74a	4,72a	5,08a	4,55b

As médias seguidas de uma mesma letra na linha, dentro de uma mesma posição no terreno e profundidade, **não** diferem, estatisticamente, entre si, pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

constante em toda encosta cultivada. Caso não houvesse perda de bases para as partes mais baixas da encosta.

4.2. Características Físicas do Solo

4.2.1. Textura

Percebe-se que estas características se modificaram quando confrontam-se dados observados em função da declividade da encosta e do tipo de cobertura vegetal (Quadro 11 e 12). Tais modificações parecem estar associadas ao fato de que diferentes coberturas vegetais proporcionam condições ambientais que interferem no comportamento das propriedades

QUADRO 11 - Dados de Areia¹, Silte¹, Argila¹ em Amostras de Latossolo Vermelho Amarelo Álico, **sob** Vegetação de Café (C) e Mata (M), em Função da Profundidade de Amostragem² e da Posição no Terreno³

Vegetação	Areia						silte						Argila					
	Café			Mata			Cafe			Mata			Café			Mata		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Prof.	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Nivelada																		
1	35	32	31	39	35	36	08	13	13	07	03	M	57	55	52	54	62	58
2	39	34	33	34	32	31	M	07	19	11	13	16	55	58	48	55	55	53
3	34	35	32	36	34	35	18	10	12	10	11	12	48	55	56	54	55	53
4	42	35	33	44	42	38	19	05	09	08	14	15	39	60	58	48	44	47
5	48	39	37	45	44	36	08	13	M	08	14	20	44	48	57	47	42	44
6	42	40	37	39	43	37	13	04	M	15	06	15	45	56	57	46	51	48

1. Dados em percentagem

2. Profundidades (1) 0 - 10 cm; (2) 10 - 20 cm; (3) 20 - 30 cm.

3. Dados não analisados estatisticamente.

QUADRO 12 - Dados de Densidade de Partícula¹ e Equivalente de Umidade² em amostras de Latossolo Vermelho-Amarelo Álico **sob** Vegetação de Café (C) e Mata (M), em Função da Profundidade de Amostragem³ e da Posição no Terreno⁴

Vegetação	Densidade de Partícula						Eq. Umidade					
	Café			Mata			Café			Mata		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Prof.	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Nivelada												
1	2,60	2,70	2,63	2,44	2,53	2,56	37,67	39,19	39,02	37,59	33,86	34,07
2	2,56	2,63	2,56	2,60	2,60	2,60	33,43	34,46	39,92	36,79	37,38	38,24
3	2,60	2,70	2,63	2,50	2,53	2,56	30,74	33,58	32,25	39,76	35,95	34,62
4	2,56	2,67	2,60	2,60	2,56	2,60	28,53	31,17	31,24	29,09	28,12	27,61
5	2,59	2,61	2,60	2,57	2,64	2,57	25,83	27,53	28,46	27,98	27,84	28,98
6	2,59	2,55	2,59	2,49	2,48	2,49	26,65	28,89	30,73	26,64	26,79	27,55

1. Dados em g/cm³

2. Dados em percentagem

3. Profundidades (1) 0 - 10 cm; (2) 10 - 20 cm; (3) 20 - 30 cm.

4. Dados não analisados estatisticamente.

do **solo**, além do que, a declividade é um fator importante no que diz respeito ao transporte de material do **solo**.

Ao analisar as condições de **solo** sob cobertura de café e mata (Quadro 11) percebe-se que a fração areia tendeu a diminuir com a profundidade em todas as niveladas. Do topo para o sopé nota-se que a areia depositou-se na superfície do **solo** sob cafezal nas cotas mais baixas.

Verificou-se uma diminuição no teor da fração argila na profundidade de 0 - 10 cm, principalmente no **solo** sob café, possivelmente por efeito de erosão laminar. Na nivelada 6, o teor de argila aumentou com a profundidade nas duas condições de cobertura vegetal, mostrando que o transporte de material mais fino para partes mais baixas do terreno pode estar ocorrendo, isto é, a argila da superfície, sendo mais leve, sofreria, ainda, nessa porção da encosta transporte pela ação da água.

A declividade do terreno e a alta pluviosidade da região são razões que minimizam a possibilidade de intenso movimento de argila no sentido vertical, pois o material estando disperso no **solo** tende a ser transportado encosta abaixo por ação do escoamento superficial da água.

A fração silte parece não seguir a mesma tendência anterior, possivelmente pelas dificuldades analíticas, pois a metodologia empregada pode não detectar pequenas variações nesta classe de Latossolo, que embora apresente baixo teor de silte, possui agregados muito estáveis do tamanho dessa fração.

4.2.2. Densidade de Partícula e Equivalente de Umidade

A densidade de partícula, praticamente, não sofreu interferência em seus valores em função da declividade em ambas as coberturas (Quadro 12). Isto se deve ao fato de as duas coberturas vegetais estarem em condições de solo mineralogicamente idênticos. Notou-se, porém, um ligeiro incremento em seus valores em função da profundidade, fato este que pode ser explicado pela diminuição do teor de carbono orgânico.

O equivalente de umidade no solo sob mata tendeu diminuir com a profundidade (Quadro 12), sugerindo que a retenção de água no solo foi influenciada principalmente pela matéria orgânica, em virtude de sua grande capacidade de retenção de umidade. Com a diminuição do teor de matéria orgânica, expressa pelo carbono orgânico (Quadro 1) em profundidade, houve tendência de diminuição da água retida.

No cafezal não houve diminuição do equivalente de umidade em função da profundidade (Quadro 12). As profundidades 10 - 20 e 20 - 30 cm exibiram maior retenção de água, acompanhando o aumento da fração argila. Portanto, isto indica que a retirada de argila da superfície do solo provoca alteração na retenção de água, pois a diminuição em 12% de argila da nivelada seis, na profundidade de 0 - 10 cm, em relação a nivelada um, na mesma profundidade, contribuiu para diminuir a retenção de umidade em 11%, embora os teores de carbono orgânico dessas duas niveladas não difiram (Quadro 2), o que supostamente poderia contribuir para que não houvesse diferença na retenção de umidade.

4.2.3. Densidade do Solo

O solo sob cultivo de café apresentou maior densidade aparente que o solo sob mata nas profundidades 0 - 10 e 10 - 20 cm (Quadro 13), independente da nivelada.

QUADRO 13 - Valores Médios de Densidade do Solo em Amostras de Latossolo Vermelho-Amarelo Álico, sob Vegetação de Café e Mata, em Função da Profundidade de Amostragem

Vegetação	Densidade do Solo (g/cm ³)		
	Profundidade		
	0 - 10	10 - 20	20 - 30
Café	1,08 Aa	1,03 Ab	1,02 Ab
Mata	0,88 Bc	0,94 Bb	0,99 Aa

As médias seguidas por uma mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, em nível a 5% de probabilidade.

No tocante ao uso do solo, nota-se que, de modo geral, o cultivo, se mecanizado ou não, pode acarretar aumento na densidade do solo (FERNANDES et al., 1983; CENTURION e DEMATTÊ, 1985). No presente caso, o acréscimo nos valores de densidade do solo sob café provavelmente se deve à retirada da vegetação que interceptava as gotas de chuva e também contribuía para o acréscimo de matéria orgânica que, de acordo com KIEHL (1979), em solos com horizonte B latossólico possui correlação negativa com a

densidade do **solo**. A vegetação exuberante da mata e a presença de sub-bosque evitam que as gotas de chuva incidam diretamente sobre o **solo**, a alta produção de resíduos de folhas e galhos além de auxiliarem na proteção da superfície contribuem para elevar o teor de matéria orgânica no **solo** e, conseqüentemente, diminuir a relação sólidos/porosidade do **solo**.

Na mata, além de haver bloqueio das gotas de chuva, o **solo** pode armazenar mais Água (Quadro 12) e, conseqüentemente permitir sua maior infiltração em decorrência da menor densidade do **solo** nos primeiros 20 cm. No **solo** cultivado com café a situação é inversa, pois o efeito do impacto das gotas de chuva liberando partículas que causa o entupimento dos poros e forma a crosta superficial. A redução do teor de matéria orgânica (Quadro 1), e provavelmente o efeito do ciclo de umedecimento e secagem juntamente com os tratamentos culturais contribuem para o aumento da densidade do **solo**, o que reduz a infiltração de água, tornando maior o arraste de partículas no sentido da declividade, pelo efeito do escoamento superficial de maior volume de água.

As camadas de 20 - 30 cm não diferiram quanto à densidade do **solo** nas duas coberturas. Como se pressupõe que o impacto das gotas de chuva tenha contribuído para aumentar a densidade aparente da superfície do **solo** sob café, percebe-se que, em profundidade, tal efeito não se verificou, além do que os teores de carbono orgânico não diferiram nessa profundidade nas duas coberturas vegetais (Quadro 1).

4.2.4. Argila Dispersa em Água

Observa-se que houve diferença significativa para efeito de cobertura vegetal e de posição do terreno (Quadro 14).

QUADRO 14 - Valores Médios de Percentagem de Argila Dispersa em Água em Amostras de Latossolo Vermelho Amarelo Álico sob Vegetação de Café e Mata, em Função da Posição no Terreno

Posição no terreno	Argila Dispersa em Água	
	Café	Mata
1	13,32 Ca	13,70 Aa
2	13,83 BCa	10,22 ABb
3	17,45 ABa	9,04 Bb
4	14,97 BCa	9,23 Bb
5	16,18 BCa	10,48 ABb
6	20,66 Aa	12,19 ABb

As médias seguidas por uma mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

Para a nivelada 1 (Quadro 14), nota-se que o percentual de argila dispersa em água não diferiu estatisticamente nas duas coberturas. Nas demais niveladas, os resultados mostraram que, no solo sob café, os valores são significativamente maiores que no solo sob mata. Tal fato, parece estar associado à maior concentração de alumínio trocável no solo sob mata agindo no sentido de favorecer a estabilidade da ligação partícula-partícula. O

processo de dispersão e floculação de argilas é regulado pela dinâmica da dupla camada difusa que sofre maior redução em sua espessura, tendendo a flocular os colóides, na presença de íon trivalente. Por outro lado, um maior teor de matéria orgânica no solo sob mata também contribuiu para a estabilidade da ligação partícula - partícula, pois Emerson (1959), citado por FERREIRA (1988), atribuiu a polímeros orgânicos de naturezas diversas atuação destacada na estabilização de agregados. Na execução da análise de argila dispersa em água, percebeu-se repelência das partículas de solo sob mata à água. Provavelmente esse efeito se deve a ação de polímeros orgânicos que geralmente são hidrofóbicos.

No cafezal, observando as niveladas, percebe-se que os valores variam em função da declividade do terreno e acompanham a distribuição das concentrações de íons floculantes e dispersantes na encosta, como Mg^{2+} , Ca^{2+} e Al^{3+} (Quadro 4, 5 e 8). De acordo com BAVER et al. (1972) o fenômeno de dispersão de partículas de solo está relacionado com a concentração e natureza dos íons disponíveis, daí o comportamento diferenciado nas diferentes posições no terreno. Nas niveladas situadas em posições mais íngremes onde a retirada de bases é evidente, o hidrogênio e o alumínio aparecem como componentes principais do complexo de troca, influenciando no comportamento da estabilidade da ligação partícula - partícula, resultando em menor percentual de argila dispersa quando comparadas com a nivelada situada no sopé da encosta, caracterizada por uma menor concentração de íons floculantes, como o Al^{3+} e

concentração em solução de ions como cálcio e magnésio, não suficientes para provocarem **floculação** dos colóides do **solo**. Possivelmente, o material mais fino, transportado no sentido da declividade, também não encontra condições para **flocular**, ficando assim disperso, provocando entupimento de poros, diminuindo a precipitação efetiva e elevando **os** riscos de erosão.

Na mata, a distribuição de ions Mg^{2+} , Ca^{2+} e Al^{3+} é mais uniforme desde o topo até o sopé da encosta (Quadros 4, 5 e E), por esse motivo, o comportamento pouco diferenciado nas niveladas com relação ao percentual de argila dispersa em água (Quadro 14).

O efeito da cobertura vegetal, não se justifica apenas pelo fato dela exercer um papel de escudo protetor contra o impacto da gota de chuva. A matéria orgânica incorporada atua como agente agregador dos colóides reduzindo a densidade do **solo** e aumentando sua macroporosidade o que facilita a infiltração de água no mesmo. Por outro lado, ao se derrubar e queimar uma mata, além de retirar a proteção física do **solo**, as cinzas neutralizam **os** ions Al^{3+} e hidrogênio do complexo sortivo, de alto potencial **floculante**, substituindo-os por cálcio e magnésio, de menor potencial **floculante** concorrendo, assim, para um aumento da dispersão das argilas, como verificado por JUCKSCH (1986), **SOUZA** (1988), que com a ação das chuvas entram em suspensão com o fluxo de água superficial podendo ser carregadas no sentido da declividade, o que contribui para o empobrecimento do **solo**.

No solo sob mata, de uma forma geral, as profundidades estudadas apresentaram percentual de argila dispersa em água menor do que as mesmas profundidades no cafezal (Quadro 15). Vindo reforçar as questões anteriormente levantadas (Quadro 15).

QUADRO 15 - Valores Médios de Percentagem de Argila Dispersa em Água em Amostras de Latossolo Vermelho Amarelo Álico, sob vegetação de Café e Mata, em função da Profundidade de Amostragem

Profund. (cm)	Argila Dispersa em água	
	Vegetação	
	Café	Mata
0 - 10	16,28 Aa	9,22 Bb
10 - 20	16,04 Aa	10,68 Bb
20 - 30	15,87 Aa	12,54 Ab

As médias seguidas de uma mesma letra maiúscula, na coluna, e minúscula, na linha, não diferem, estatisticamente, entre si, pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

4.2.5. Porosidade Total

Analisando os dados do Quadro 16, verifica-se que a porosidade total do solo sob mata é maior do que a do solo sob café, nas duas primeiras profundidades examinadas, em função do maior volume de material orgânico disponível que é incorporado ao solo.

QUADRO 16 - Valores Médios de Porosidade Total em Amostras de Latossolo Vermelho Amarelo Álico, sob Vegetação de Café e Mata, em Função da Profundidade

Profund. (cm)	Porosidade Total (%)	
	Vegetação	
	Café	Mata
0 - 10	58,25 Bb	65,21 Aa
10 - 20	61,04 Ab	63,04 Ba
20 - 30	60,83 Aa	61,83 Ba

As médias seguidas por uma mesma letra maiúscula na coluna, e minúscula na linha não diferem, estatisticamente, entre si, pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

No **solo** sob mata, a porosidade total diminuiu na profundidade 10 - 20 cm, em razão do teor de carbono orgânico diminuir no mesmo sentido (Quadro 2). Provavelmente, em função da alta porosidade total e boa estruturação exibida pelo **solo**, sob mata, haja uma melhor infiltração da água precipitada, assegurando a recarga dos lençóis aquíferos, com menor risco de erosão.

No **solo** sob café, ao contrário, a porosidade total aumentou a partir dos 10 cm superficiais, sendo que o teor de carbono orgânico diminuiu na mesma direção (Quadro 2). O teor de matéria orgânica mesmo sendo maior na superfície não traduz maior porosidade total, provavelmente em virtude da maior densidade do solo na camada superficial do **solo** sob cultivo (Quadro 13), compactada pelo impacto das gotas de chuva sobre a superfície do **solo** desnudo McINTIRE (1958). Além do que o efeito dos tratamentos culturais e ciclos de

umedecimento e secagem poderiam também estar contribuindo para tal aumento. Esta compactação superficial do **solo** pode não diminuir a porosidade para efeito de aeração das raízes, mas poderá ser suficiente para reduzir a infiltração de água no **solo** e aumentar o escoamento superficial.

4.3. Níveis de Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ e P nas Folhas do Cafeeiro

Os níveis de cálcio, magnésio, fósforo e potássio diferiram em função das niveladas estudadas (Quadro 17). A nivelada **6**, localizada no sopé da encosta, apresenta **os** maiores níveis de nutrientes na folha, corroborando com a idéia de que existe acúmulo de nutrientes neste local em decorrência de transporte no sentido da declividade.

Os níveis de nutrientes encontrados nas folhas das plantas situadas no sopé da encosta apresentam-se em níveis adequados de acordo com MALAVOLTA (1987) para amostragem realizada no verão. As demais posições na encosta apresentam níveis de nutrientes que comprometem o pleno desenvolvimento da cultura e a produção, bastando relatar que somente no sopé da encosta a lavoura ainda consegue produzir o suficiente para cobrir as despesas da colheita e, no restante da área, a produção quase sempre é deixada no pé, ..conforme informação do agricultor.

QUADRO 17 - Valores Médios de Fósforo, Potássio, Cálcio e Magnésio, Encontrados em Folhas de Cafeeiro, Cultivado em Latossolo Vermelho-Amarelo Álico, em Função da Posição no Terreno

Posição no terreno	Níveis de Nutrientes em %			
	P	K	Ca	Mg
1	0,17 b	1,21 b	0,98 c	0,33 b
2	0,20 b	0,84 c	0,84 c	0,36 b
3	0,19 b	1,00 c	1,02 c	0,33 b
4	0,20 b	2,09 b	1,00 c	0,37 b
5	0,22 b	2,53 b	1,36 b	0,40 b
6	0,36 a	3,50 a	1,59 a	0,55 a

As médias seguidas de uma mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente, entre si, pelo teste de Tukey, em **nível** de 5% de probabilidade.

5. RESUMO E CONCLUSÕES

Esse trabalho foi conduzido no município de Viçosa-MG, em uma encosta onde uma parte da área estava coberta pela cultura do café (**Coffea arabica** L.), com treze anos de implantação e a outra parte coberta com mata secundária. A lavoura e a mata ocupava uma topossequência, sob influência de condições assimilares de **solo**, clima e relevo. Na encosta, ocupando do topo ao sopé localiza-se a lavoura, enquanto que ao lado, a mata ocupa posição igual. **O solo** predominante nas elevações do planalto de Viçosa-MG é o Latossolo Vermelho-Amarelo com horizonte **A** moderado que de modo geral, é pouco fértil, com alta saturação de alumínio **trocável** e bastante permeável.

Os locais de amostragem de **solo** e de planta foram definidos levando em consideração uma linha de mesmo nível, sendo que na mesma linha, procedeu-se coleta de **solo** em quatro locais para cada situação de cobertura vegetal. **As** linhas de nível, num total de **6**, estavam equidistantes **18** m de diferença de nível. **As** amostras de folhas do cafeeiro

foram coletadas em plantas que se situaram ao redor dos locais de amostragem do **solo**.

No **solo**, as características químicas avaliadas foram: carbono orgânico, fósforo disponível, potássio trocável, cálcio trocável, magnésio trocável, alumínio trocável, hidrogênio + alumínio e **pH** em água, na profundidade de 0 - 2; 2 - 5; 5 - 10; 10 - 20 e 20 - 30 cm, bem como as características físicas tais como: textura, densidade de partícula, densidade do **solo**, equivalente de umidade, porosidade total e argila dispersa em água, nas profundidades de 0 - 10, 10 - 20 e 20 - 30 cm.

Na lavoura, avaliaram-se os teores de fósforo, potássio, cálcio e magnésio das folhas. Com resultados das análises de **solo** e folha da cultura do café constatou-se que:

- O **solo sob** cultivo de café apresentou na camada superficial menores teores de argila na posição mais íngreme da encosta e maiores teores de areia no sopé da encosta.
- A densidade do **solo sob** cultivo de café, comparado ao solo sob mata, aumentou e a porosidade total diminuiu, principalmente na camada de 0 - 10cm.
- O teor de argila dispersa em água aumentou com a ,implantação da lavoura cafeeira, na seguinte ordem crescente: topo, encosta íngreme e sopé da encosta.
- O teor de carbono orgânico diminuiu, de maneira generalizada, com a substituição da mata pelo cultivo de café, variando com a posição no terreno e permanecendo mais elevado na posição mais íngreme no **solo** sob café, até à profundidade de 10 cm.

- O teor de nutrientes do **solo** não diferiu nas duas condições de cobertura vegetal no topo e na posição **íngreme** do terreno enquanto que, no sopé da encosta, ocorreu maior concentração de nutrientes no **solo** sob cultura de café.

- Os nutrientes encontrados nas folhas do cafeeiro apresentam-se mais concentrados em plantas localizadas no sopé da encosta, não havendo diferença nas demais posições no terreno.

- Os níveis de fósforo, potássio, cálcio e magnésio, encontrados no **solo** sob mata, foram muito baixos, em todas as niveladas estudadas.

De acordo com o exposto acima, conclui-se que a forma como vem sendo manejada a cultura do café tem trazido conseqüências como: compactação do **solo**, perda de nutrientes via erosão, o que, na maioria das vezes, traz reflexo negativo na produção da encosta cultivada como um todo.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

- AYRES, Q.C. **Soil erosion and its control**. New York, McGraw Hill, 1936. 365p.
- BALCI, A. N. Soil erosion in relation to properties of Western Washington forest soil. **Soil Sci. Soc. Amer. Proc.**, **32**: 430-432, 1968.
- BARUQUI, F. M. **Inter-relações solo-pastagens nas regiões Mata e Rio Doce do Estado de Minas Gerais**. Viçosa, MG, UFV, 119p, 1982. (Tese M.S.).
- BARROWS, H.L. & KILMER, V.S. Plant nutrient losses from soils by water erosion. **Advances in Agronomy**, **15**: 303-316, 1963.
- BAVER, L.D.; GARDNER, W.H.; GARDNER, W.R. **Soil physics**. 4 ed. New York, John Wiley and Sons, 1972, 498p.
- BERTONI, J. & LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. 3. ed. São Paulo, Ícone, 1990. 355p.
- BLAKE, G.R. Bulk density. In: Black, L.A. (ed.). **Methods of soil analysis physical and mineralogical properties including statistics of measurement and sampling**. Madison, **American Society of Agronomy**, 1965. Pte, **1**, p. 334-90.
- BRAGA, J.M. **Avaliação da fertilidade do solo** (análise química). Viçosa, MG, UFV, Impr. Univ., 1983. Pte. **2**, 167p.
- BRAGA, J.M. & DEFELIPO, B.V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de **solo** e planta. **R. Ceres**, **21**: 73-85, 1974.

- BULL, L.T. & ROSOLEM, B.A. (ed.). Acidez e calagem. In:———. **Interpretação de análise química de solo e planta para fins de adubação.** Botucatu, FEPAP, 1989. 360p. p.206-226.
- CARMO, D.N.; RESENDE, M.; SILVA, T.C.A. Avaliação da aptidão das terras para eucalipto. In: BARROS, N.F. & NOVAIS, R.F. **Relação solo/eucalipto,** Viçosa, MG, Folha de Viçosa, 1990. 330p.
- CASTRO, O.M. Degradação do Solo pela Erosão. Inf. Agropec. 3: 64-72, 1987.**
- CASTRO, O.M., LOMBARDI NETO, F.; QUAGGIO, J.A.; DE MARIA, I.C.; VIEIRA, S.R.; DECHEN, S.C.F. Perdas por erosão de nutrientes vegetais na sucessão de soja/trigo em diferentes sistemas de manejo. **R. bras. Ci. Solo, 10** 293 - 297, 1986.
- CENTURION, J.F. & DEMATTÊ, J.L.I. Efeito de sistemas de preparo nas propriedades físicas de um **solo sob** cerrado cultivado com soja. **R. bras. Ci. Solo, 9:** 263-266, 1985.
- COLEMAN, N.T. & CRAIG, D. The spontaneous alteration of hydrogen clay. **Soil Sci., 91:** 14-18, 1961.
- CONNAUGHTON, C.A. Forest fires and accelerated erosion. **J. For., 33:** 751-752, 1935.
- CORRÊA, G.F. **Modelo de evolução e mineralogia da fração argila de solos do planalto de Viçosa, MG.** Viçosa, MG, UFV, 1984. (Tese M.S.).
- COSTA, L.M. **Aspectos de conservação do solo.** In: FUNDAÇÃO CARGILL, **Aspectos de manejo do solo.** Campinas, 1985. p.73-84.
- DEFELIPO, B.V. & RIBEIRO, A.C. **Análise química do solo; metodologia.** Viçosa, MG, UFV, 1981. 71p. (Boletim de extensão).
- DURGIN, P.B. Burning changes the erodibility of forest soils. **J. Soil Water Cons., 40:** 299-301, 1985.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de **Solos** - EMBRAPA-SNLCŞ, **Manual de métodos de análise de solo.** Rio de Janeiro, 1979. não paginado.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. **Práticas de conservação de solos.** Rio de Janeiro, 1980. 85p. (EMBRA - PA, SNLCŞ - Miscelânea, 3).
- ELLISON, W.D. Studies of raindrop erosion. **Agric. Eng. 25:** 131-136, 1944.

- FERNANDES, B.; GALLOWAY, H.M.; BRONSON, R.D.; MANNERING, J.V. Efeito de três sistemas de preparo do **solo** na densidade aparente na porosidade e na distribuição de poros, em dois **solos** (Typic argiaquoll e Typic hapludalf). **R. bras. Ci. Solo**, 7: 329-333, 1983.
- FERNANDES, D.R. Manejo do Cafezal. In: RENA, A.B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M. YAMADA, T. **Cultura do cafeeiro**, fatores que afetam a produtividade. Piracicaba, Potafós, 1986. p. 275-301.
- FERNANDES, M.R. **Alterações em propriedades de um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, fase cerrado, decorrente da modalidade de uso e manejo**. Viçosa, MG, UFV, 1982. 65p. (Tese M.S.).
- FERREIRA, M.M. **Influência da mineralogia nas propriedades físicas de latossolos brasileiros**. Viçosa, MG, UFV, 1988. 79p. (Tese D.S.).
- FONSECA, S. **Propriedades físicas, químicas e microbiológicas de um Latossolo-Vermelho Amarelo sob eucalipto, mata natural e pastagem**. Viçosa, MG, UFV, 1984. 78p. (Tese M.S.).
- FRANCO, C.M. & MEDINA, H.P. Arrastamento de potássio e fósforo pela água de infiltração do **solo**. **Bragantia**, 19: 73-76, 1960.
- GROHMANN, F. & CATANI, R.A. O empobrecimento causado pela erosão e pela cultura algodoeira no **solo** de arenito de bauru. **Bragantia**, 9:125-132, 1949.
- GROHMANN, F.; VERDADE, F. da C.; MARQUES, J.Q. de A. Perdas de elementos nutritivos pela erosão. II. Elementos minerais e carbono. **Bragantia**, 15:361-371, 1956.
- JUCKSCH, I. **Calagem e dispersão de argila em amostra de um Latossolo Vermelho Escuro**. Viçosa, MG, UFV, 1986. 37p. (Tese M.S.).
- KIEHL, E.J. **Manual de edafologia**. São Paulo, Ceres, 1979. 262p.
- KALPAGÉ, F.S.C.P. **Tropical Soil**. London, The MacMillam Press, 1976. 283p.
- LIMA, P.M.P.; BAHIA, V.G.; CURI, N.; SILVA, M.L.V. Princípios de erodibilidade do **solo**. **Inf. Agropec.**, 16: 38-43, 1992.
- LOPES, V.L. **Um estudo da erosão e produção de sedimentos pelas chuvas**. Campina Grande, UFPB - CCT, 1980. 70p. (Tese M.S.).
- LOTT, W.L.; NERY, J.P.; GALLO, J.R.; MEDCALF, J.C. **A técnica de análise foliar aplicada ao cafeeiro**. Campinas, Instituto Agrônomo, 1965. 29p. (Boletim, 79).

- MALAVOLTA, E. Manual de calagem e adubação das principais culturas. São Paulo, Ceres, 1987. 196p.
- MALAVOLTA, E. Manual de Química Agrícola. São Paulo, Ceres, 1976. 328p.
- McINTIRE, D.S. Soil splash and formation of surface crust by raindrop impact. *Soil Sci.*, **85**: 261-266, 1958.
- MOURA FILHO, W. Métodos de campo e laboratório. Viçosa, MG, UREMG, 1964. 24p.
- NYE, P.G. & GREENLAND, D.J. Change in the soil after clearings tropical forest. *Plant- and soil*, **21**:101-12, 1964.
- PETERSON, J.B. The relations of soil fertility to soil erosion. *J. Soil Water Cons.*, **40**: 299 - 301, 1964.
- RAIJ, B.V. Fertilidade do solo e adubação. Piracicaba, Ceres, Potafós, 1991. 343p.
- RAIJ, B.V. Fósforo do solo. In: BULL, L.T. & ROSOLEM, C. A. Interpretação de análise química de solo e planta para fins de adubação. Botucatu, FEPAF, 1989. 306p.
- RESENDE, M. Aplicação de conhecimentos pedológicos à conservação de solos. *Inf. Agropec.*, **11**: 3-18, 1985.
- RESENDE, M.; SANTANA, D.P.; CURTI, N. Pedologia e fertilidade do solo; inter-relações e aplicações. Piracicaba, MEC/ESAL/Potafós, 1988, 83p.
- REZENDE, S.B.; RESENDE, M.; GALLOWAY, H.M. Crono-Topossequência de Solos em Viçosa, MG. *R. Ceres*, **19**: 167-181, 1972.
- SANCHEZ, P.A. Suelos del trópico. San José, IICA, 1981. 634 p.
- SANTANA, J.A.S. Efeitos de propriedades dos solos na produtividade de duas espécies de eucalipto na região do médio Rio Doce - MG. Viçosa, MG, UFV, 1986. 177p. (Tese MS).
- SARTZ, R.S. Soil erosion on a fire denuded forest area in the douglas-fir region. *J. Soil Water Cons.*, **8**: 279-281, 1953.
- SCHWAB, G.O.; FREVERT, R.K.; EDMINSTER, T.W.; BARNES, K.K. *Soil Water Cons. Eng.*, 2. ed. New York, John Wiley e Sons, 1966. 683p.
- SCOTT, V.H.E. & BORGY, R.H. Effects of heat and brush on the physical properties of certain upland soils that influence infiltration. *Soil Sci.*, **28**: 63-70, 1956.

- SIOUEIRA, J.O. & FRANCO. A.A. **Biotechnologia do solo: fundamentos e perspectivas.** Brasilia, MEC/ESAL/FAEPE/ABEAS, 1988. 235.
- SOUZA, C.M. **Efeito do uso contínuo de grade pesada sobre algumas características físicas e químicas de um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, fase cerrado e sobre o desenvolvimento das plantas e absorção de nutrientes pela cultura de soja.** Viçosa, MG, UFV, 1988. 105p. (Tese MS),
- STOLTEMBERG, N.L. & WHITE, J.L. Selective loss of plant nutrient by erosion. **Soil Sci. Soc. Amer. Proc.**, 17: 406-409, 1953.
- SUAREZ DE CASTRO, F. **Conservación del suelos.** 3 ed. San José, IICA, 1980. 315p.
- VETTORI, L. **Métodos de análise de solos.** Rio de Janeiro. Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo e Ministério da Agricultura, 1969. 24p. (Boletim Técnico, 7).
- WISCHMEIER, W.H. & MANNERING, J.V. Relation of soil properties to its erodibility. **Soil Sci. Soc. Amer. Proc.**, 33: 131-137, 1969.

APÊNDICE

APÊNDICE A

QUADRO 1A - Resumo da Análise de Variância para Densidade Aparente (DA), Argila Dispersa em Água (ADA), e Porosidade (P) em Amostras de Latossolo Vermelho-Amarelo Álico, sob Vegetação de Mata e Café

Fonte de Variação	GL	QM		
		DA	ADA	P
VEGETAÇÃO	1	0,3979507*	994.1408932*	396.6736111*
RESÍDUO (A)	6	0,0170859	45.5129346	25.2199074
NIVELADA	5	0,2610679*	61.1603003*	429.4736111*
VEG.X NÍVEL	5	0,005639	66.2589878*	20.4402778
RESÍDUO (B)	30	0,0125020	17.8502407	18.1087963
PROFUNDIDADE	2	0,0063896	25.7019368*	6.0486111
VEG.X PROF.	2	0,0913549*	41.9157318*	122.1736111*
NÍVEL X PROF.	10	0,0045138	12.5519990*	6.6819444
VEG.X NÍVEL X PROF	10	0,0029757	8.5232840	5.3902778
RESÍDUO (C)	72	0,00341312	5.8703275	5.4467593

* Significativo, em nível de 5% de probabilidade, pelo teste F.

QUADRO 2A - Resumo da Análise de Variância para Cálcio (C), Magnésio (Mg), Fósforo (P) e Potássio (K), Encontrados nas Folhas do Cafeeiro em Função da Posição no Terreno

F.V.	GL	QM			
		Ca	Mg	P	K
Nivelada	5	0,3222*	0,0080	0,020*	4,2935*
Resíduo	18	0,0176	0,0084	0,0012	0,2309

* Significativo em nível de 5% de probabilidade, pelo teste F.

QUADRO 3A - Resumo da Análise de Variância para Carbono Orgânico (C.O.), pH em Água (p H₂O), Fósforo (P), Potássio (K), Alumínio (Al), Hidrogênio + Alumínio (H + Al), Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg) em Amostras de Latossolo Vermelho Amarelo Álico sob Vegetação de Mata e Café

Fonte da Variação	GL	QM							
		C.O.	pH em H ₂ O	P	K	AL	H+AL	Ca++	Mg++
VEGETAÇÃO	1	106,8356*	19,2613*	11,7208	0,00375	29,1391*	183,3976*	17,8652*	1,2521
RESÍDUO (A)	6	1,3355	0,4080*	0,5165	0,00750	0,1774	8,5939	1,9391	0,2533
NIVELADA	5	4,4916*	6,8044*	36,3614*	0,04599*	10,2027*	165,0550*	5,3813*	0,8994*
VEGETAÇÃO X NIVELADA	5	4,7972*	2,3526*	26,3894	0,01074	2,3464*	43,0172*	4,4491*	0,5755*
RESÍDUOS	30	0,9012	0,1775	12,0941	0,00544	0,5602	12,8102	0,7079	0,0987
PROFUNDIDADE	5	60,6688*	0,3383*	67,1509*	0,09837*	6,1864*	132,3492*	4,5365*	0,6780*
VEGETAÇÃO X PROFUNDIDADE	5	4,8758*	1,2353*	10,4664*	0,00192*	4,4068*	25,3722*	2,4779*	0,2327*
NIVELADA X PROFUNDIDADE	25	0,3140	0,1867*	12,8386*	0,001544*	0,3880*	14,3927*	0,6884*	0,1455*
VEGETAÇÃO X NIV. X PROF.	25	0,6675*	0,1303*	2,8317*	0,000301	0,0906	4,7223	0,5461*	0,1065*
RESÍDUO (C)	180	0,2126	0,0557	3,7806	0,000802	0,0766	2,8604	0,1605	0,029

* Significativo em nível de 5% de probabilidade, pelo Teste F.

QUADRO 4A - Valores Médios em mg/dm^3 de Fósforo Disponível em Amostras de **Latossolo Vermelho-Amarelo Álico**, sob vegetação de Mata e Café, em Função da **Posição** no Terreno e Profundidade de Amostragem

Posição no terreno	Vegetação											
	café						Mata					
	Profundidade (cm)											
	0 - 2	2 - 5	5 - 10	10 - 15	15 - 20	20 - 30	0 - 2	2 - 5	5 - 10	10 - 15	15 - 20	20 - 30
1	2,01Ba	1,54Ba	1,37Aa	0,98Aa	0,74Aa	0,56Aa	2,80Aa	2,04Aa	1,92Aa	1,28Aa	1,19Aa	0,80Aa
2	2,24Ba	1,59Ba	1,24Aa	1,41Aa	0,69Aa	0,52Aa	1,78Aa	1,32Aa	1,40Aa	1,16Aa	0,98Aa	0,65Aa
3	2,43Ba	1,86Ba	1,52Aa	0,84Aa	0,52Aa	0,41Aa	3,14Aa	2,37Aa	2,18Aa	1,59Aa	1,14Aa	0,65Aa
4	2,94Ba	2,34Ba	1,59Aa	0,84Aa	0,56Aa	0,37Aa	2,22Aa	1,75Aa	1,30Aa	1,19Aa	0,80Aa	0,60Aa
5	2,04Ba	1,79Ba	1,58Aa	0,78Aa	0,56Aa	0,32Aa	2,35Aa	1,68Aa	1,30Aa	1,02Aa	0,78Aa	0,47Aa
6	9,30Aa	6,86Ab	2,62Ac	1,44Ac	0,56Ac	0,21Ac	3,75Aa	2,42Aa	1,79Aa	1,30Aa	0,96Aa	0,54Aa

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula, na coluna, e minúscula, na linha, em uma mesma cobertura, não diferem, estatisticamente, entre si, pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 5A - Valores Médios de Magnésio Trocável ($\text{cmol}_c/\text{dm}^3$) em Amostras de Latossolo Vermelho Amarelo Álico, **sob** vegetação de Mata e **Café**, em Função da Posição no Terreno e Profundidade de Amostragem

Posição no terreno	Vegetação											
	cafe						mata					
	Profundidade (cm)											
	0 - 2	2 - 5	5 - 10	10 - 15	15 - 20	20 - 30	0 - 2	2 - 5	5 - 10	10 - 15	15 - 20	20 - 30
1	0,34BCa	0,18Ba	0,08Aa	0,04Aa	0,03Aa	0,02Aa	0,47Aa	0,17Aab	0,10Ab	0,06Ab	0,04Ab	0,03Ab
2	0,12Ca	0,06Ba	0,04Aa	0,04Aa	0,03Aa	0,02Aa	0,04Ba	0,02Aa	0,04Aa	0,02Aa	0,02Aa	0,02Aa
3	0,12Ca	0,12Ba	0,06Aa	0,04Aa	0,02Aa	0,03Aa	0,09ABa	0,07Aa	0,06Aa	0,06Aa	0,03Aa	0,02Aa
4	0,13Ca	0,10Ba	0,07Aa	0,05Ac	0,02Aa	0,02Aa	0,06ABa	0,04Aa	0,04Aa	0,03Aa	0,03Aa	0,02Aa
5	0,64Ba	0,42Bab	0,20Ab	0,12Ab	0,10Ab	0,10Ab	0,08ABa	0,06ABa	0,05Aa	0,04Aa	0,04Aa	0,03Aa
6	1,65Aa	1,36Aa	0,40Ab	0,30Ab	0,18Ab	0,14Ab	0,32ABa	0,13Aa	0,10Aa	0,09Aa	0,08Aa	0,07Aa

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula, na coluna, e minúscula, na linha, em uma mesma cobertura, não diferem, estatisticamente, entre si, pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 6A - Valores Médios de Cálcio Trocável ($\text{cmol}_c/\text{dm}^3$) em Amostras de Latossolo Vermelho Amarerele Álico, sob vegetação de Mata e Café, em Função da Posição no Terreno e Profundidade de Amostragem

Posição no terreno	Vegetação											
	Café						mata					
	Profundidade (cm)											
	0 - 2	2 - 5	5 - 10	10 - 15	15 - 20	20 - 30	0 - 2	2 - 5	5 - 10	10 - 15	15 - 20	20 - 30
1	1,00Ca	0,368Cab	0,11Bb	0,05Ab	0,04Ab	0,03Ab	0,56Aa	0,21Aa	0,08Aa	0,03Aa	0,02Aa	0,01Aa
2	0,28Ca	0,10Ca	0,04Ba	0,04Aa	0,02Aa	0,02Aa	0,02Aa	0,02Aa	0,02Aa	0,02Aa	0,02Aa	0,01Aa
3	0,48Ca	0,338Ca	0,14Ba	0,08Aa	0,07Aa	0,06Aa	0,16Aa	0,06Aa	0,07Aa	0,02Aa	0,02Aa	0,02Aa
4	1,068Ca	0,688Cab	0,35ABab	0,27Aab	0,12Ab	0,10Ab	0,14Aa	0,05Aa	0,04Aa	0,03Aa	0,02Aa	0,02Aa
5	1,81Ba	1,18Bab	0,45ABbc	0,32Ac	0,26Ac	0,26Ac	0,13Aa	0,09Aa	0,06Aa	0,05Aa	0,05Aa	0,05Aa
6	4,20Aa	3,34Ab	1,36Ac	0,86Acd	0,60Acd	0,46Ad	0,41Aa	0,22Aa	0,08Aa	0,06Aa	0,05Aa	0,05Aa

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula, na coluna, e minúscula, na linha, em uma mesma cobertura, não diferem, estatisticamente, entre si, pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.