

DJAIL SANTOS

PERDAS DE SOLO E PRODUTIVIDADE DE PASTAGENS
NATIVAS MELHORADAS SOB DIFERENTES PRÁTICAS
DE MANEJO EM CAMBISSOLO DISTRÓFICO (EPIÁLICO)
DOS CAMPOS DA MANTIQUEIRA (MG)

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura de Lavras, como parte das exigências do Curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Solos e Nutrição de Plantas, para obtenção do grau de "MESTRE".

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS
LAVRAS - MINAS GERAIS
1993

PERDAS DE SOLO E PRODUTIVIDADE DE PASTAGENS NATIVAS MELHORADAS
SOB DIFERENTES PRÁTICAS DE MANEJO EM CAMBISSOLO DISTRÓFICO
(EPIÁLICO) DOS CAMPOS DA MANTIQUEIRA (MG)


APROVADA: 18 de março de 1993



Prof. Nilton Curi
Orientador



Prof. Antonio Ricardo Evangelista



Prof. Mozart Martins Ferreira



Pesq. Agostinho Beato da Cruz Filho

A

Deus,
aos meus pais,
Nivaldo e Luiza,
aos meus irmãos e
a Silvanda,

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela oportunidade de aprendizado e pela concessão da bolsa de estudos;

Ao Professor Nilton Curi, pelo apoio, amizade, ensinamentos transmitidos e excelente orientação durante o curso;

Aos Professores Antônio Ricardo Evangelista e Mozart Martins Ferreira (ESAL) e aos Pesquisadores Agostinho Beato da Cruz Filho e Margarida Mesquita de Carvalho (EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite), pelo estímulo, colaboração e valiosas sugestões;

Ao Professor Francisco Carlos Mainardes da Silva, da Fundação Faculdade de Agronomia "Luiz Meneghel", pela iniciação à Ciência do Solo e pelo apoio e incentivo constantes;

Ao Sr. Miguel Afonso de Andrade Leite pela cessão da área e facilidades concedidas à realização do experimento;

Aos colegas Wenceslau Geraldês Teixeira e Ademar Reis Filho, pela cooperação durante o desenvolvimento do trabalho e pela amizade e saudável convivência;

Ao Professor Marco Aurélio Vitorino Ribeiro (ESAL),
pela realização da análise mineralógica da fração areia;

Aos Professores do Departamento de Ciência do Solo
(DCS) pela cordialidade e ensinamentos no decorrer do curso;

A todos os colegas da pós-graduação da ESAL,
especialmente aos amigos Antônio Ricardo M. Toledo, Luís Geraldo
Teixeira Sória, Héber Ferreira dos Reis, Renato Ribeiro Passos,
Carlos Alberto Silva e Cláudio Kendi Morikawa, pela amizade e
prazerosa convivência;

Aos funcionários dos Departamentos de Ciência do Solo e
Zootecnia, em especial a Elaíse Barbosa Santos de Oliveira Sales
e Jairo Lima Júnior, pelo auxílio na realização das análises
físicas e a José Roberto Fernandes, pela constante disposição e
indispensável auxílio nos trabalhos de campo;

Aos funcionários da Biblioteca Central da ESAL,
especialmente ao Biblioteconomista Luiz Carlos de Miranda, pelo
pronto auxílio na revisão da bibliografia;

A todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para
a concretização deste trabalho.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1. Caracterização da Microrregião dos Campos da Mantiqueira (MG).....	4
2.1.1. Solos.....	4
2.1.2. Vegetação.....	6
2.2. Sistemas de Uso e Manejo do Solo em Relação às Perdas por Erosão.....	7
2.3. Alterações nas Propriedades Físicas do Solo em Função do Uso e Manejo.....	14
2.4. Melhoramento de Pastagens Nativas pela Introdução de Espécies Exóticas.....	19
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	23
3.1. Localização e Caracterização da Área Estudada.....	23
3.2. Caracterização Química, Mineralógica e Física do Solo.....	26

	vii
3.2.1. Caracterização Química.....	26
3.2.2. Caracterização Mineralógica.....	30
3.2.3. Caracterização Física.....	32
3.3. Tratamentos e Delineamento Experimental.....	35
3.4. Instalação e Condução do Experimento.....	35
3.5. Parâmetros Avaliados no Experimento.....	40
3.6. Análises Estatísticas.....	43
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	44
4.1. Efeito dos Métodos de Estabelecimento das Forrageiras Introduzidas nos Parâmetros de Solo.....	44
4.1.1. pH, Cálcio, Magnésio e Alumínio Trocáveis e Matéria Orgânica.....	44
4.1.2. Argila Dispersa em Água.....	49
4.1.3. Estabilidade de Agregados em Água.....	51
4.1.4. Perdas de Solo.....	53
4.2. Efeito dos Métodos de Estabelecimento das Forrageiras Introduzidas nos Parâmetros de Planta.....	58
4.2.1. Rendimento de Matéria Seca.....	58
4.2.2. Número de Plantas por Metro Quadrado e Altura Média de Plantas das Espécies Introduzidas, e Índice de Cobertura Vegetal.....	61
5. RESUMO E CONCLUSÕES.....	65
6. SUMMARY AND CONCLUSIONS.....	68
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	71
8. APÊNDICE.....	93

LISTA DE QUADROS

Quadro		Página
1	Balanço hídrico mensal, segundo Thornthwaite e Mather (1955) para a localidade de São João Del Rei (MG) - 125mm. Lat.: 21°08'S, Long.: 44°15'40"W; Alt.: 890m.....	28
2	Resultados das análises químicas de caracterização do Cambissolo estudado.....	29
3	Teores de caulinita (Ct) e gibbsita (Gb), determinados por ATD na fração argila livre de óxidos de ferro, em amostras dos horizontes Ap e Bi de Cambissolo estudado.....	32
4	Resultados das análises físicas do Cambissolo estudado.....	34

5	Identificação dos tratamentos avaliados.....	37
6	Quantidades de calcário e de fertilizantes utilizadas nos diversos tratamentos.....	40
7	Classes utilizadas para a estimativa do índice de cobertura vegetal.....	43
8	Valores médios de pH, Cálcio, Magnésio e Alumínio Trocáveis, e Matéria Orgânica em duas épocas de avaliação, nos diferentes tratamentos (Médias de 4 repetições).....	45
9	Valores médios de argila dispersa em água (A.D.A.) e índice de floculação (I.F.), em duas épocas de avaliação nos diferentes tratamentos (Médias de 4 repetições).....	50
10	Distribuição dos agregados em água por classes de tamanho e diâmetro médio geométrico nos diferentes tratamentos (Média de 4 repetições).....	52
11	Perdas de solo por erosão, sob chuva natural, nos diferentes tratamentos, durante o período experimental.....	54
12	Produção de matéria seca (kg/ha), de acordo com a época de corte, sob diferentes métodos de estabelecimento (Médias de 4 repetições)..	59

- 13 Número de plantas das espécies introduzidas
por m², de acordo com a época de avaliação
sob diferentes métodos de estabelecimento
(Médias de 4 repetições)..... 62
- 14 Altura média de plantas das gramíneas
introduzidas, em duas épocas de avaliação e
índice de cobertura vegetal, sob diferentes
métodos de estabelecimento (Médias de 4
repetições)..... 63

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	a) Localizaçã_o da área estudada em relação ao Brasil e ao Estado de Minas Gerais. b) Area estudada em destaque, indicando a posição do município de São João Del Rei na microrregião homogênea Campos da Mantiqueira (MG).....	24
2	Balanço Hídrico, pelo método de Thornthwaite & Mather (1955), para a localidade de São João Del Rei (MG) - 125 mm.....	25
3	Diagrama Ombrotérmico, segundo Gausson & Bagnouls (1949), para a localidade de São João Del Rei (MG).....	27

4	Curvas de análise térmica diferencial (ATD) representativas dos horizontes Ap e Bi do Cambissolo estudado. Ct = caulinita; Gb = gibbsita.....	31
5	Curvas de retenção de umidade dos horizontes Ap e Bi do Cambissolo estudado.....	36

1. INTRODUÇÃO

A exploração pecuária na microrregião Campos da Mantiqueira (MG) caracteriza-se por uma predominância do uso de pastagens nativas, ao que se atribui, em parte, a baixa produtividade por vaca e por unidade de área, em virtude da limitada qualidade e quantidade dessas forragens. Apesar disso, a produção leiteira da região fisiográfica dos Campos das Vertentes, na qual a microrregião Campos da Mantiqueira está inserida, é considerada a quinta maior do Estado (COSTA JUNIOR, 1985).

Atualmente, a área com pastagens plantadas tem aumentado na região dos Campos das Vertentes em razão do interesse dos produtores em espécies forrageiras mais produtivas e de melhor qualidade. No entanto, o processo de melhoramento de pastagens nativas em áreas de campo, requer especial atenção, pelas implicações de ordem econômica e ambiental devido às características químicas e físicas dos principais solos da

microrregião, bem como às particularidades da vegetação nativa.

Os Cambissolos e os Latossolos são os solos predominantes na microrregião (BRASIL, 1983) e apresentam problemas físicos (Cambissolos) e químicos (Cambissolos e Latossolos), problemas estes que são agravados nos Cambissolos, principalmente naqueles desenvolvidos de rochas metapelíticas pobres. Estes solos, de ocorrência expressiva, apresentam sérias limitações à sua utilização agrícola, sendo as principais a alta susceptibilidade à erosão, baixa capacidade de armazenamento de água, baixa fertilidade natural (CURI, 1991), além de impedimentos à mecanização devido sua ocorrência em relevo movimentado. Esses aspectos, em conjunto, aliados à pouca cobertura proporcionada pela vegetação nativa, requerem cuidados especiais para a melhoria dessas pastagens. Além disso, as operações de preparo do solo para a semeadura de forrageiras podem representar um sério risco de erosão.

Considerando a extensão e a localização geográfica dessas áreas e o fato de que esta região necessita acompanhar a evolução tecnológica com a introdução de sistemas de produção adequados às condições locais, é necessário a realização de estudos básicos para um melhor uso e manejo desses solos. O presente estudo faz parte de um programa de pesquisa em pastagens da região (EMBRAPA, 1987), que está sendo desenvolvido com a participação do Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite/EMBRAPA, Escola Superior de Agricultura de Lavras e Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, visando a incorporação mais efetiva desses solos ao processo produtivo.

O conhecimento mais detalhado do comportamento das características e propriedades desses solos permitirá a obtenção de dados que auxiliarão na indicação de sistemas de uso e manejo mais adequados que poderão proporcionar maior controle da erosão com conseqüente aumento da produtividade.

Em função do exposto, o presente estudo tem por objetivos:

- (i) avaliar as perdas de solo por erosão e a produtividade da pastagem nativa melhorada com e sem a introdução de *Brachiaria brizantha* e *Andropogon gayanus*, sob diferentes sistemas de preparo do solo; e
- (ii) sugerir medidas que possam minorar os problemas, proporcionando à microrregião em estudo maiores informações para subsidiar futuros programas de utilização desses solos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Caracterização da Microrregião dos Campos da Mantiqueira (MG)

A microrregião dos Campos da Mantiqueira constitui, juntamente com a microrregião de Formiga, a região fisiográfica dos Campos das Vertentes e é considerada uma importante bacia leiteira do Estado de Minas Gerais (COSTA JUNIOR, 1985), embora a produtividade do rebanho seja baixa. Essa baixa produtividade se deve, em parte, à limitada disponibilidade e qualidade das forragens, constituídas predominantemente por pastagens nativas, que geralmente estão implantadas em solos com sérias limitações físicas (Cambissolos) e químicas (Cambissolos e Latossolos), agravadas nos primeiros solos (CURI, 1991).

2.1.1. Solos

A região dos Campos das Vertentes pode ser visualizada, no geral, como sendo representada por áreas originalmente de

relevo suave ondulado e ondulado, ocupadas com Latossolos, mas em grande parte já dissecadas de tal forma que Cambissolos e Latossolos rasos são as classes de solo dominantes (RESENDE et alii, 1990). Uma grande extensão desses solos (Cambissolos em relevo mais movimentado e Latossolos em relevo mais suavizado), é originada de rochas metapelíticas (pobres) que compreendem uma classe de rochas formadas a partir da deposição de sedimentos de partículas muito pequenas em um dado ambiente. Seus constituintes são partículas com diâmetros inferiores ao da areia e iguais ao do silte ou da argila (ALMEIDA & RESENDE, 1985).

Nos Cambissolos originados de rochas metapelíticas pobres, problemas de uso e manejo estão particularmente relacionados à fertilidade, água e erosão. Em virtude de sua pobreza química, essas rochas originam solos de baixa fertilidade natural e com elevada saturação por alumínio trocável (CURI, 1991). Essas condições químicas, aliadas aos problemas físicos (encrostamento, permeabilidade reduzida e pequena espessura do solum) e ao relevo movimentado são, em grande parte, responsáveis pela instabilidade desses sistemas, expressa pela erosão acentuada. A cobertura vegetal, naturalmente muito pobre, é destruída com facilidade e com poucas possibilidades de recuperação sob condições naturais (ALMEIDA, 1979), por favorecer a formação de encrostamento. Os elevados teores de silte (e areia muito fina) favorecem a formação de encrostamento pelo impacto direto das gotas de chuva no solo desprotegido, desagregando as partículas que selam a superfície do solo através do entupimento dos poros, reduzindo a permeabilidade e aumentando o escoamento superficial e a erosão (LEMOS & LUTZ, 1957). O

mesmo processo pode ocorrer com as partículas de argila, quando desagregadas (RESENDE, 1985). As crostas apresentam uma espessura média de 1mm e valores muito baixos de condutividade hidráulica saturada, que variam de 0,02 a 2mm/hora (McIntyre; Edwards & Larson, citados por CABEDA, 1984). A formação dessa camada é altamente desfavorável à emergência e sobrevivência de plântulas, por reduzir substancialmente a reserva de água através da diminuição do volume de armazenamento e da taxa de infiltração de água (CURI, 1991) fazendo diminuir, dessa forma, o número de plantas por unidade de área e, conseqüentemente, a disponibilidade de forragens e a cobertura do solo.

2.1.2. Vegetação

A vegetação primitiva da região, segundo AZEVEDO (1962) é constituída basicamente pelas formações florestal e campestre, sendo esta última caracterizada por comunidades abertas, com dois estratos distintos: um herbáceo e outro arbóreo. O estrato arbóreo é constituído por elementos de pequeno porte (2 a 3 metros, no máximo), com galhos tortuosos, em geral apresentando o suber espessado. O estrato herbáceo é ralo, de altura não superior a 60cm e bastante rarefeito no final da estação seca (AZEVEDO, 1962), expondo os solos ao processo erosivo. De acordo com a conceituação de cerrado apresentada por COUTINHO (1978), a vegetação da área pode ser enquadrada no tipo campo cerrado, constatando-se ainda, áreas de campo limpo e campo sujo. O uso agrícola dos Cambissolos é, quase que exclusivamente, com pastagens nativas, que apresentam sinais de degradação em

algumas áreas. Nos Latossolos originados de rochas metapelíticas, onde as limitações de fertilidade, água e erosão são menos pronunciadas, a vegetação natural tende a ser dominada pelo cerrado, havendo a ocorrência, ainda que de forma incipiente, de áreas ocupadas com pastagens plantadas com forrageiras mais rústicas (principalmente do gênero *Brachiaria*) e algumas lavouras, embora o uso geral ainda seja com pastagens nativas (CURI, 1991).

As gramíneas predominantes nas pastagens de campo limpo da microrregião dos Campos da Mantiqueira foram identificadas por QUINTAO & CRUZ FILHO (1989) como sendo dos gêneros *Paspalum*, *Eragrostes*, *Setaria*, *Axonopus* e *Aristida*. As espécies predominantes e que contribuem com um maior percentual na composição da forragem são *Diandrostachya chrysotrix* (Ness) Jacq. e Felix; *Echinolaena inflexa* (Poir) Chase; *Paspalum plicatulum* Mich. e *Andropogon leucostachyus* H.B.K.. As pastagens nativas são caracterizadas por uma grande diversidade florística e estacionalidade da produção de forragem, resultando em um baixo potencial de produção pecuária (NEIVA, 1990).

Os problemas relativos à pouca proteção proporcionada pelas pastagens nativas nesses Cambissolos tendem ao agravamento em função do seu manejo (a queima é uma prática de uso generalizado na microrregião), e da pouca estabilidade das sementes, que são carregadas no início do período das chuvas.

2.2. Sistemas de Uso e Manejo do Solo em Relação às Perdas por Erosão

Os diferentes sistemas de uso e manejo do solo afetam

distintamente o processo erosivo em virtude da maior ou menor cobertura do solo e das diferentes intensidades de movimentação deste, com consequências na produção das culturas.

A cobertura vegetal representa um aspecto fundamental na conservação do solo, reduzindo o impacto direto das gotas de chuva sobre a superfície e propiciando um maior acúmulo de matéria orgânica. A matéria orgânica da superfície do solo ajuda sobremaneira a evitar a desagregação e o deslocamento de partículas, melhorando a capacidade de infiltração de água e diminuindo o selamento superficial provocado pela obstrução de poros (RESENDE, 1985). Em se tratando de pastagens, esses aspectos, em conjunto, diminuem grandemente o arraste de camadas superficiais pela erosão e o aparecimento de invasoras de difícil controle.

Áreas de pastagens desnudas retêm quantidades muito pequenas de água, ao passo que, quando totalmente cobertas, a retenção é muitas vezes maior (BOGDAN, 1977) em função da redução da evapotranspiração. Segundo GREENLAND (1971), as gramíneas forrageiras, em razão da grande proliferação e renovação de suas raízes, provocam normalmente uma melhoria nas propriedades físicas dos solos, como o aumento da macroporosidade, da agregação e da estabilidade de agregados, e da retenção de água. A ação das pastagens no melhoramento da estrutura e da estabilidade de agregados foi estudada por diversos autores, dentre os quais BERTONI (1966); BOWN (1966); TISDALL & OADES (1979); REID & GOSS (1981); ANGERS & MEHUYS (1988) e KAY (1990), sendo atribuída ao denso e fibroso sistema

radicular destas espécies, que forma um emaranhado com hifas de fungos (TISDALL & OADES, 1979).

Entretanto, pesquisas recentes (CARON et alii, 1992) têm indicado que a introdução de gramíneas pode causar, a curto prazo, um decréscimo significativo na estabilidade estrutural do solo. Isso pode estar relacionado ao fato de que, sob condições úmidas, na presença de plantas em crescimento, podem ocorrer mudanças de pH da rizosfera, ocasionando a dessorção de agentes ligantes ou mudanças na orientação de partículas (OADES, 1984). A penetração direta das raízes nos agregados, causando feições frágeis com uma subsequente perda de estabilidade, também pode ser uma das causas (WHITELEY, 1989).

Dados obtidos por BERTONI (1966) indicam o potencial das pastagens em reduzir as perdas de solo em 98,5% em relação a lavoura de algodoeiro e em 55,5% em relação a lavoura de cafeeiro. A remoção da parte aérea do capim-pangola em um Ultisol de Porto Rico aumentou a perda de solo em 93,5% em relação ao solo mantido sob vegetação, não se verificando, entretanto, diferença significativa na taxa de enxurrada (BARNETT et alii, 1972). Isso confirma a efetividade da cobertura vegetal no controle da erosão por impacto.

Avaliando o efeito de sistemas de manejo do solo e coberturas vegetais nas perdas por erosão em um solo Laterítico Bruno Avermelhado com 12% de declive, KLTZ et alii (1977) verificaram que as perdas de 0,1 t/ha e 6,2 t/ha, sob vegetação de pastagens nativa e cultivada, respectivamente, foram insignificantes se comparadas ao solo descoberto (53,35 t/ha). Neste mesmo experimento, os resultados do segundo ano mostraram

uma redução das perdas nas pastagens nativa (0,03 t/ha) e cultivada (0,3 t/ha), enquanto o solo descoberto apresentou perdas superiores a 257,36 t/ha (SARAIVA et alii, 1981). A eficiência de gramíneas na diminuição do arraste superficial e na estabilização do solo contra a erosão foi demonstrada por Bennett, citado por BAENA (1978), segundo o qual a perda de solo, em áreas com culturas de ciclo curto, chega a ser 174 vezes maior do que com gramíneas ou floresta. Estudando diferentes práticas de manejo de solo sob pastagem nativa em solo Litólico do Ceará, RAMOS & MARINHO (1980) observaram aumento significativo na taxa de solo erodido (115,4 t/ha) sob condição de ausência total de cobertura em relação ao estrato herbáceo e caatinga, com perdas de 8,6 t/ha e 1,3 t/ha, respectivamente. DECHEN et alii (1981) verificaram a superioridade das gramíneas no controle das perdas de solo e água em um Latossolo Roxo destacando-se, entre estas, a grama-batatais (*Paspalum notatum*) e a braquiária (*Brachiaria decumbens*) com perdas de solo de 0,1 t/ha e 4,1 t/ha e perdas de água de 0,6% e 2,2%, respectivamente.

A importância da cobertura do solo por pastagens foi demonstrada por Suárez de Castro & Rodriguez, citados por SANCHEZ (1981) que verificaram uma perda anual de solo de 225,4 t/ha em um Inceptisol da Colômbia sob condição de desproteção, enquanto que sob pastagem, a perda foi de 7,1 t/ha. Em experimento conduzido em Latossolo Vermelho-Escuro de cerrado, DEDECEK et alii (1986) e DEDECEK (1989) constataram uma redução acentuada da perda de solo, na média de 7 anos, sob cobertura de *Brachiaria decumbens* (0,1 t/ha) em relação ao solo mantido sem vegetação

(53,0 t/ha), sendo que a taxa de infiltração da água das chuvas no solo coberto foi de 99%. A mesma tendência foi observada por SILVA et alii (1986) em uma Terra Roxa Estruturada, onde verificaram que as perdas de solo sob cobertura de capim-pangola (*Digitaria decumbens*) foi de apenas 0,62 t/ha, considerada insignificante se comparada àquela obtida em condição de solo descoberto (93,8 t/ha). A eficiência de cobertura apresentada pelo capim-pangola foi de 99,3%.

Em relação aos sistemas de manejo do solo, as práticas envolvidas no preparo da área para a semeadura visam melhorar as condições ambientais na superfície do solo, além de reduzir ou eliminar a competição pelas espécies existentes na área. No caso de pastagens nativas, a construção de sulcos em nível, espaçados de cerca de 10 metros é recomendada a fim de reduzir a velocidade das enxurradas permitindo uma melhor infiltração de água no solo (FERNANDES, s.d.) além de aumentar em mais de três vezes a produção de forragem (Dickson et alii, citados por BERTONI, 1966).

Em se tratando de formação ou renovação de pastagens em áreas de relevo movimentado, um dos aspectos mais importantes para o seu estabelecimento é o sistema de preparo do solo adotado e os seus efeitos sobre as perdas de solo por erosão. Estudando o efeito de sistemas de preparo do solo no controle da erosão, em área de Latossolo Vermelho-Amarelo com 40% de declividade na Zona da Mata (MG), SARAIVA (1981) verificou que, no tratamento em que o solo foi totalmente preparado e semeado com capim-gordura, a perda relativa de solo foi reduzida em 58% em relação ao solo que foi preparado e mantido descoberto. Quando

o preparo foi feito em faixas e em nível, cujas áreas abrangiam de um a dois terços da área total, as perdas de solo foram reduzidas em 93%, em média. Estes dados evidenciam a importância da manutenção de faixas de retenção na formação de pastagens em áreas de relevo movimentado, visando o controle da erosão. Além disso, trabalhos realizados nessa linha têm mostrado que, em geral, métodos que acarretam algum revolvimento do solo, com a destruição parcial da vegetação nativa existente, associados à adubação, são os que propiciam um melhor estabelecimento das espécies introduzidas (ANDRADE & LEITE, 1988).

O manejo adequado da fertilidade do solo, através do uso de corretivos e fertilizantes, associado à utilização de espécies mais produtivas, resulta, normalmente, em melhor desenvolvimento e maior produção, além de propiciar melhor cobertura do solo. A cobertura vegetal melhora também o teor de matéria orgânica do solo e a ação das raízes das plantas tem efeito benéfico sobre a estruturação do solo, que é um dos fatores decisivos na manifestação da resistência à erosão (BARUQUI & FERNANDES, 1985).

Conforme revisão de BARRETO et alii (1980) a manutenção das espécies nativas na área de introdução pode ser importante pelos seguintes aspectos: (i) estas espécies apresentam condições de adaptação podendo, desta forma, resistir à condições mais adversas; (ii) podem responder com eficiência às melhorias de manejo e à adubação; (iii) são de grande importância em solos sujeitos à erosão e (iv) podem propiciar, às espécies introduzidas, melhores condições de germinação que o solo desnudo, devido ao microambiente com condições de maior umidade

logo acima da superfície do solo. Essas condições, aliadas ao preparo do solo, criam um ambiente mais apropriado para um bom contato solo-semente, já que para o estabelecimento da semente lançada à superfície, a radícula tem que penetrar abaixo da superfície do solo e as raízes crescerem rapidamente a uma profundidade suficiente para que a plântula possa utilizar as reservas de umidade do solo antes que a frente de secamento do solo as torne não disponíveis (HUMPHREYS, 1978) e a radiação solar provoque a desidratação da radícula, não permitindo a fixação da plântula ao solo (COSER & CRUZ FILHO, 1989).

Visando o estudo de métodos de estabelecimento de gramíneas em área de Latossolo Vermelho-Amarelo de relevo movimentado na Zona da Mata (MG), CRUZ FILHO et alii (1986), verificaram que a semeadura em faixas alternadas de um metro de largura, em nível, se mostrou um método eficiente de introdução de *B. decumbens* em pastagens degradadas de capim-gordura, independentemente do uso da queima ou pastejo pesado para controlar a vegetação rasteira. Nas semeaduras feitas em sulcos ou em covas o efeito da queima foi superior ao do pastejo pesado proporcionando melhor estabelecimento da braquiária. ARRUDA (1987) obteve um bom estabelecimento de uma mistura de capim-andropogon e *B. humidicola*, quando semeados em covas espaçadas de 0,5m, com sulcos de proteção em nível, a intervalos de 5m. Este mesmo autor cita que, com o rebaixamento da vegetação com pastejo pesado e introdução de *B. decumbens* em sulcos preparados em nível e espaçados de um ou dois metros, foi possível se reestabelecer rapidamente uma pastagem degradada de capim-colônia, dobrando a sua produção no segundo ano. Para o

estabelecimento de espécies exóticas em áreas de cerrado cobertas pelos campos limpos, KORNELIUS et alii (1979) recomendam a utilização do preparo do solo em sulcos devido, principalmente, à facilidade operacional proporcionada por esse sistema de manejo.

A semeadura em sulcos tem sido considerada ainda como um dos meios de se melhorar a eficiência de utilização de fertilizantes fosfatados já que o estabelecimento das plantas é satisfatório mesmo com baixas doses de fósforo, enquanto na semeadura a lanço somente doses elevadas propiciam bons resultados (ITALIANO et alii, 1981). Essa vantagem se explica como decorrência da maior disponibilidade do nutriente exatamente onde as primeiras raízes devem se desenvolver e do menor efeito de diluição do nutriente em um grande volume de solo, o que também resulta em menor fixação do íon fosfato e menor concorrência por parte da vegetação nativa.

2.3. Alterações nas Propriedades Físicas do Solo em Função do Uso e Manejo

Os solos são preparados tendo como principal finalidade a melhoria de sua estrutura, propiciando um ambiente favorável para o desenvolvimento das plantas. Os métodos de preparo do solo influenciam significativamente a estrutura do solo, a conservação de solo e água, a taxa de decomposição da matéria orgânica, a atividade e população da fauna do solo, o regime de temperatura do solo, a absorção de nutrientes e a eficiência de utilização de fertilizantes, com reflexos na produtividade das plantas (LAL, 1989). Em relação a conservação do solo, isso significa que as

práticas de preparo devem prover condições físicas que facilitem a infiltração da água das chuvas, promovam a aeração adequada e diminuam a resistência do solo ao crescimento e desenvolvimento do sistema radicular.

Em função do caráter dinâmico das condições físicas dos solos, as melhores práticas de manejo são aquelas que resultam em longevidade das condições físicas favoráveis. Contudo, diferentes solos respondem, de forma distinta, aos diversos sistemas de manejo e tempo de uso, sendo que essas respostas são quantificadas através da avaliação das modificações de suas características físicas e químicas que influenciam a erosão e a produtividade das culturas.

As propriedades físicas dos solos deterioram-se geralmente quando estes são cultivados intensamente (SKIDMORE et alii, 1975) sendo que os solos de clima tropical mostram-se mais susceptíveis aos efeitos adversos do cultivo contínuo do que os de clima temperado (AINA, 1979 e LAI, 1984). Isso significa deterioração da estrutura em função da desestabilização dos agregados, tornando os solos mais densos e susceptíveis a erosão.

A textura, por ser uma das características mais estáveis do solo, está pouco sujeita a alterações causadas pelos diferentes sistemas de manejo. Alguns trabalhos, no entanto, mostram que, em decorrência da erosão hídrica na camada mais superficial, pode haver mudança nas proporções relativas das partículas do solo. Trabalhando com solos arenosos, AINA (1979), observou maiores teores de areia e menores de silte, na camada de 0-15cm, após dez anos de cultivo, em relação aos mantidos sob pastagens. Segundo o autor, provavelmente o cultivo provocou

eluviação de silte e argila, embora isto também possa ter sido causado pelo transporte seletivo de partículas mais finas através da erosão, o que já foi constatado por outros autores (STALLINGS, 1962; FERNANDES, 1982 e LAL et alii, 1980).

A argila dispersa em água parece ser uma propriedade do solo mais dinâmica que a textura. Segundo FASSBENDER (1982) a alteração da quantidade e qualidade da matéria orgânica, em função de mudanças na cobertura vegetal, além do teor e natureza de óxidos de ferro livres, poderão alterar o teor de argila dispersa em água e, assim, o índice de floculação. A dispersão do solo depende da mineralogia da argila, da composição química dos cátions trocáveis, da concentração de eletrólitos na solução do solo (OSTER et alii, 1980), da densidade de carga dos colóides, do conteúdo de matéria orgânica e da distribuição das cargas sobre a superfície das argilas (HAMBLIN, 1985).

Essa diversidade de fatores envolvidos na dispersão da argila do solo condiciona resultados diferenciados em relação à prática da calagem. O aumento dos teores de cálcio e magnésio trocáveis nas camadas superficiais de um Latossolo Roxo distrófico, em função da calagem, provocou um aumento no teor de argila dispersa em água, diminuindo o grau de floculação (ROSA JUNIOR, 1984). Em experimento de laboratório, com um Latossolo Vermelho-Escuro distrófico, tendência semelhante foi observada por JUCKSCH et alii (1986) com a utilização de carbonatos de cálcio e de magnésio indicando que, na neutralização do alumínio, este cátion, de elevada ação floculante, é precipitado e substituído pelo cálcio e, ou, pelo magnésio, que apresentam um

menor efeito flocculante. Aumento da dispersão de argila em Latossolo Roxo distrófico tratado com CaCO_3 , também foi verificado por ROTH & PAVAN (1991) que constataram uma redução na taxa de infiltração de água no solo. A incubação deste solo com calcário, na faixa de pH de 5 a 7, mostrou um aumento na dispersão de argila e diminuição na taxa de infiltração de água (ROTH et alii, 1986). No entanto, avaliações realizadas em campo, dois anos após a calagem, mostraram um aumento da infiltração de água. Também em Latossolo Roxo distrófico, com baixo conteúdo de matéria orgânica CASTRO FILHO & LOGAN (1991) constataram que a calagem aumentou o teor de argila dispersa em água mas diminuiu as perdas por erosão, apesar de não afetar significativamente a infiltração de água no solo. GHANI et alii (1985) verificaram que a aplicação de carbonato de cálcio não produziu efeitos consistentes sobre a taxa de infiltração.

Em Alfisols e Ultisols, MILLER & BAHARUDDIN (1986) verificaram que a perda de solo foi aumentada com a elevação dos teores de argila dispersa em água, que causou diminuição da taxa de infiltração de água. Sob condições experimentais, Greene et alii, citados por HAYNES (1984) demonstraram que um alta relação calcário-argila causou uma rápida coagulação das argilas em agregados. Efeitos benéficos da calagem reduzindo as perdas de solo e água em um Oxisol ácido, foram verificados por BONSU (1991) que associou esse efeito a um maior desenvolvimento radicular da cultura do milho e ao fato do solo tornar-se mais solto e poroso, favorecendo a infiltração de água.

O aumento das doses de calcários calcítico e dolomítico aplicados em dois solos favoreceu, de acordo com CASTRO FILHO et

alii (1989), um aumento da estabilidade de agregados, acompanhado por aumento da densidade do solo e retenção de água em Latossolo Vermelho-Escuro enquanto no Podzólico Vermelho-Amarelo esses efeitos foram mais discretos, não se obtendo boa correlação entre agregação e calagem. Efeitos positivos da calagem sobre a agregação também foram verificados por ROTH et alii (1986).

A agregação é um processo importante que influi no comportamento físico do solo determinando a intensidade de processos como erosão, infiltração e retenção de água, aeração e resistência à penetração de raízes. Alterações no tamanho, distribuição e estabilidade de agregados, em função do manejo do solo, têm sido verificadas após alguns anos de cultivo, sendo tanto maior quanto mais intenso for o cultivo a que o solo for submetido influenciando o teor de matéria orgânica, um dos principais agentes de formação e estabilização dos agregados (TISDALL & OADES, 1982). ROTH et alii (1991) atribuíram à matéria orgânica o principal papel na estabilização de agregados de um Latossolo Roxo enfatizando que, com a diminuição de seu teor, devido a perdas de solo por erosão, maior mineralização e menor produção de biomassa, a estabilidade de agregados diminui.

Após um período de cinco anos de introdução de pastagens cultivadas em Latossolo Vermelho-Amarelo, DADALTO et alii (1989) verificaram uma redução na estabilidade de agregados em relação à pastagem nativa, associada a aumentos na densidade do solo e redução da porosidade total e da macroporosidade. O efeito foi atribuído à diminuição do teor de matéria orgânica e ao efeito desagregante do pisoteio e do impacto das gotas de

chuva no solo. A melhoria da estrutura de um Latossolo Roxo sob pastagem por um período de quatro anos, verificada através da redução da porcentagem de agregados de menor diâmetro, mostra o potencial de uso de pastagens para a recuperação de solos degradados (CARPENEDO & MIELNICZUK, 1990). Isso parece confirmar as conclusões de TISDALL & OADES (1982) quanto à formação de agregados maiores a partir de unidades menores.

Estudando o efeito de diferentes sistemas de culturas na distribuição de tamanho de agregados de um Podzólico Vermelho-Escuro, PALADINI & MIELNICZUK (1991) verificaram maiores porcentagens de agregados > 2,00mm no sistema guandu/milho e no solo sob pastagem de capim-pangola, equivalendo-se ao campo nativo até as profundidades de 2,5cm e 17,5cm, respectivamente, atribuindo o efeito à ação conjunta da adição de carbono e do sistema radicular.

2.4. Melhoramento de Pastagens Nativas pela Introdução de Espécies Exóticas

Na região dos cerrados a exploração pecuária caracteriza-se pela predominância do uso de pastagens nativas que constituem aquelas áreas utilizadas sem nenhuma modificação da vegetação natural. No Estado de Minas Gerais a área total das pastagens compreende cerca de 30 milhões de hectares, sendo que as pastagens plantadas representam apenas 30% deste total (AFONSO NETO, 1985). Essas pastagens são constituídas normalmente de gramíneas nativas de baixo valor nutritivo, baixo potencial de resposta a fertilização e seus índices de produtividade são variáveis em função da diversidade florística e da época do ano.

Em vista da baixa produtividade das pastagens nativas têm-se buscado alternativas visando tornar a sua exploração mais eficiente através do aumento da quantidade de forragem disponível e da melhoria da qualidade nutricional. Segundo ANDRADE & LEITE (1988), a queima, o pastejo diferido, a ressemeadura artificial de espécies nativas e a introdução de espécies exóticas são exemplos de práticas de manejo utilizadas com essa finalidade. A introdução de espécies de melhor qualidade e potencial forrageiro é uma das alternativas de se aumentar a produção a pasto. Entretanto, a escolha das espécies deve ser baseada nas condições de relevo, clima e fertilidade natural dos solos que vão definir espécies de melhor potencial para cobertura do solo e resposta à condições de baixa fertilidade, além de subsidiar a escolha do método de plantio a ser utilizado. Em relação à escolha das espécies, características de importância são tolerância à geada, à seca e à pragas e doenças, além do grau de compatibilidade entre espécies - no caso de pastagens consorciadas - hábito de crescimento e capacidade de produção de sementes (CARVALHO & CRUZ FILHO, 1985). Quanto ao aspecto edáfico, mais recentemente a estratégia adotada na melhoria de pastagens em regiões com predominância de solos ácidos e de baixa fertilidade natural, tem sido a seleção de espécies adaptadas a essas condições (SANCHEZ & SALINAS, 1982).

Atualmente, de acordo com ZIMMER (1986), as espécies mais procuradas para o Brasil Central são as gramíneas andropogon (*Andropogon gayanus* Kunth var. *Bisquamulatus* cv. Planaltina) e braquiário (*Brachiaria brizantha* [Hochst ex A. RICH.] STAPF. cv.

Marandu) devido a algumas características favoráveis. O andropogon tem como características principais: boa tolerância à seca e ao fogo, potencial para produzir bons rendimentos de sementes, boa compatibilidade com leguminosas, além de resistência à cigarrinha das pastagens (ANDRADE et alii, 1980). Além disso, essa gramínea apresenta uma alta eficiência em extrair fósforo do solo (GOEDERT & LOBATO, 1984) e tem bom desempenho em solos ácidos mesmo sem adição de calcário (COUTO et alii, 1985). Essas características podem ser devido ao andropogon desenvolver um sistema radicular denso e profundo, explorando grande volume de solo, mesmo em condições adversas (GOEDERT et alii, 1985). Uma das desvantagens desta espécie é a baixa eficiência de cobertura do solo (BOTREL et alii, 1987) o que limita a sua indicação para áreas de relevo mais movimentado, devido aos riscos de erosão. Entretanto, em experimento conduzido no município de São João Del Rei (MG), BOTREL (1992) verificou uma eficiência de cobertura do solo de 82% para o andropogon e de 97% para o braquiarião, o que parece indicar que, para a região, esta talvez não seja uma limitação daquela espécie.

Quanto ao braquiarião, este apresenta características de resistência à cigarrinha, boa produção de matéria seca, alta qualidade de forragem (ANDRADE & LEITE, 1988), elevada produção de massa verde, alta produção de sementes viáveis, além de apresentar boa tolerância a altos níveis de alumínio no solo (NUNES et alii, 1985). A elevada eficiência de cobertura do solo (BOTREL et alii, 1987; COSTA et alii, 1989; BOTREL, 1992 e SOUZA FILHO et alii, 1992), em função do seu hábito de crescimento, representa um aspecto altamente favorável no controle da erosão,

principalmente em áreas de relevo mais movimentado.

Analisando as produções de matéria seca de doze gramíneas perenes utilizadas para pastoreio, num período de 3 anos, SINGH & CHATTERJEE (1968), observaram que o *Andropogon gayanus*, juntamente com a *Brachiaria brizantha* foram superiores às demais, tanto em 4 cortes efetuados ao ano (intervalos de 6 a 8 semanas) na estação chuvosa, como em 3 cortes ao ano por ocasião do período seco. Estudando o comportamento de várias gramíneas em solos ácidos da Índia (pH = 5,5), SINGH et alii (1972), obtiveram com o *A. gayanus*, maior produção de massa verde (576 kg/ha) com 21-44% de matéria seca, seguido da *B. brizantha* com 507 kg/ha de massa verde com 22-44% de matéria seca. Os autores verificaram que, durante a época seca, quando há uma queda nas taxas de crescimento, o *A. gayanus* e a *B. brizantha* mostraram as menores reduções de produção de matéria seca em comparação às outras gramíneas testadas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização e Caracterização da Área Estudada

A área experimental está localizada no distrito de São Sebastião da Vitória, Município de São João Del Rei (MG). O município de São João Del Rei está situado na microrregião homogênea Campos da Mantiqueira, região fisiográfica Campos das Vertentes, e apresenta as seguintes coordenadas: latitude $21^{\circ}06'$ S e longitude $44^{\circ}15'40''$ W de Greenwich (Figura 1). A altitude da área experimental é de 950 metros, estando a mesma situada em uma posição de terço médio de encosta, com declividade de 15%.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, enquadra-se no tipo Cwa (clima temperado suave - mesotérmico - em que a temperatura do mês mais frio é inferior a 18°C , com chuvas no verão e inverno seco, e a temperatura média do mês mais quente é superior a 22°C) com precipitação média anual de 1435mm, com um período de concentração das chuvas nos meses de novembro a abril, que pode ser visualizado na Figura 2.

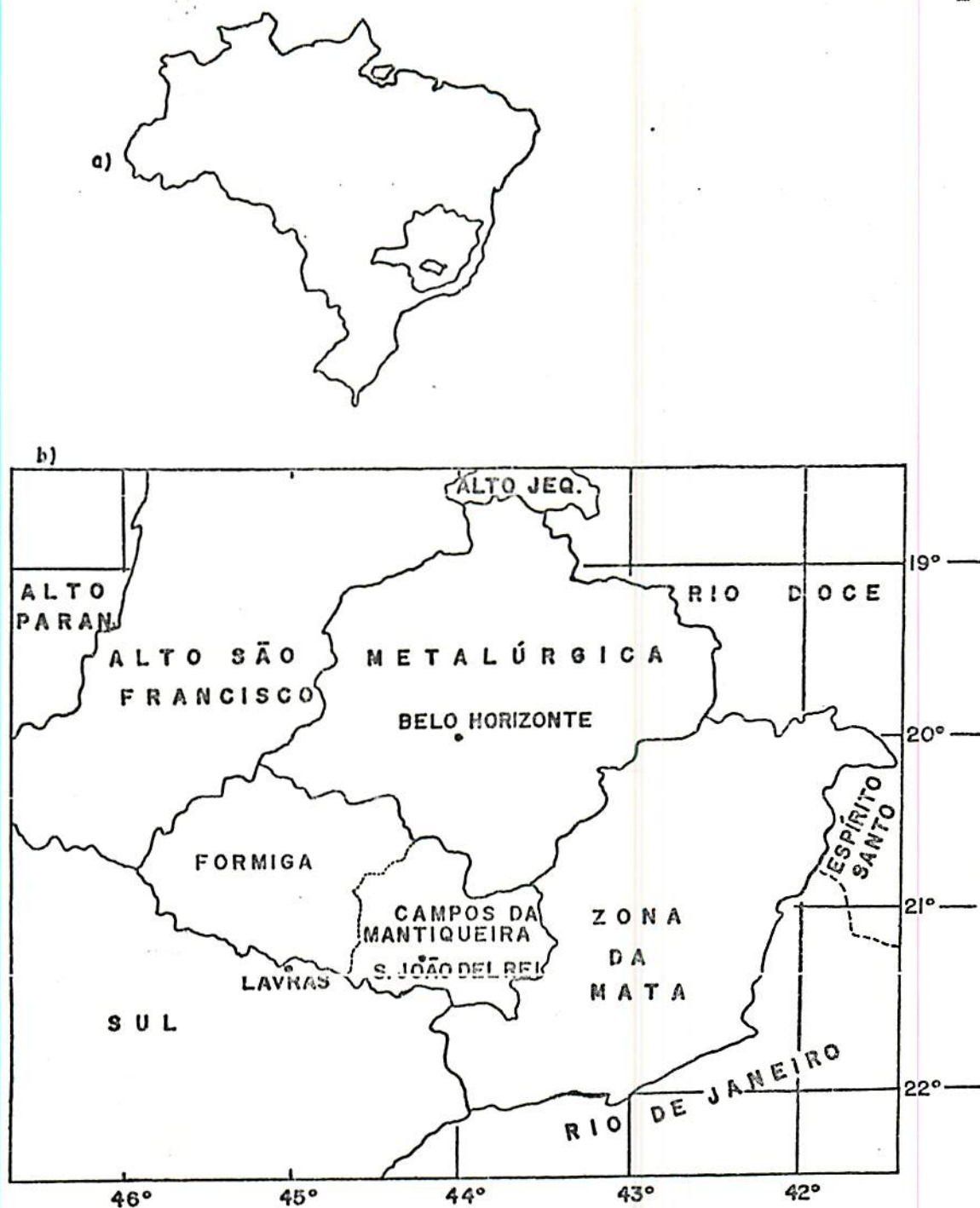


FIGURA 1 - a) Localização da região estudada em relação ao Brasil e ao Estado de Minas Gerais.

b) Area estudada em destaque, indicando a posição do Município de São João Del Rei na microrregião homogênea Campos da Mantiqueira (MG).

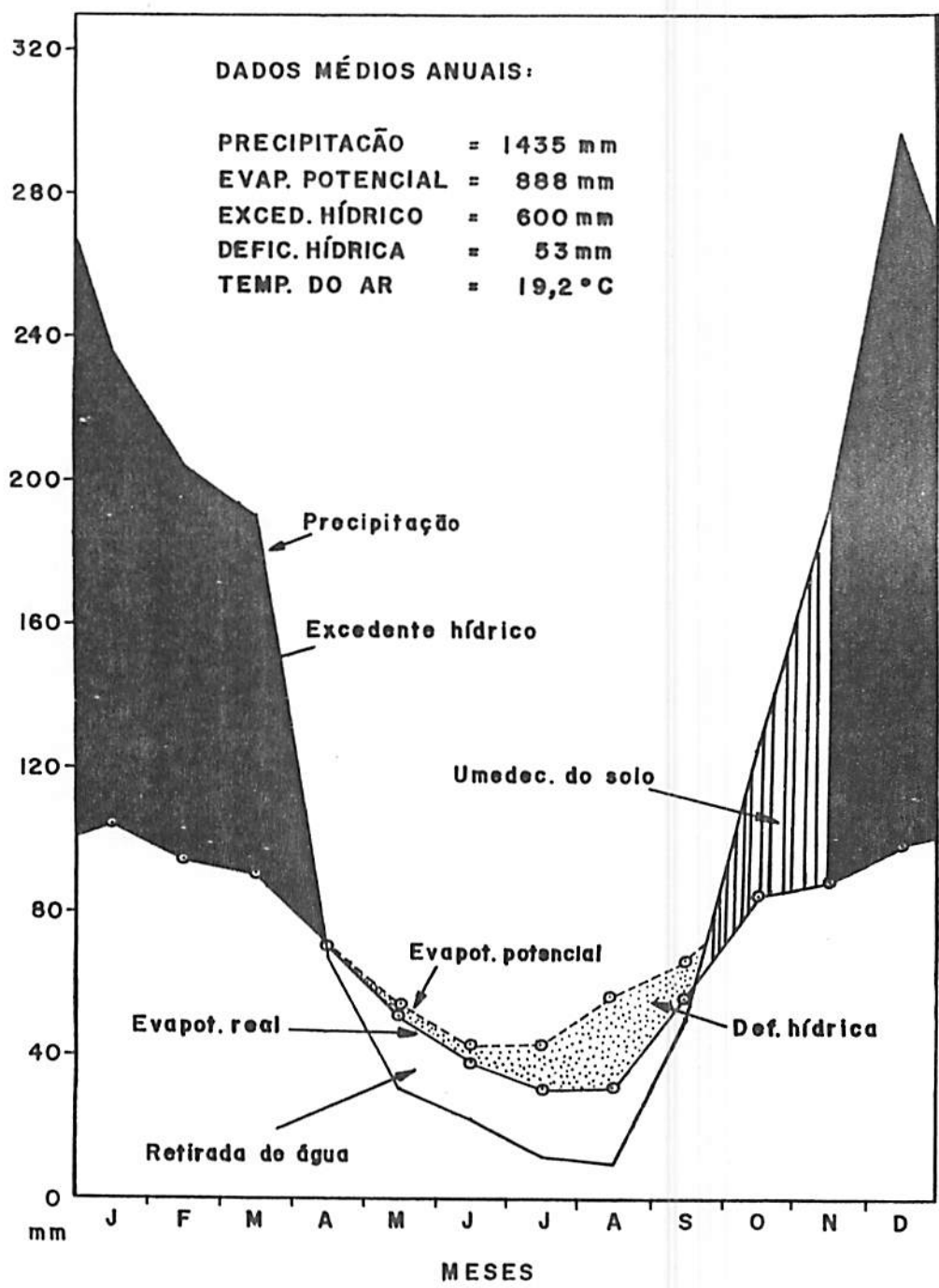


FIGURA 2 - Balanço Hídrico, pelo método de Thornthwaite & Mather (1955), para a localidade de São João Del Rei (MG) - 125mm.

O diagrama ombrotérmico (Figura 3), identifica o clima da região, como sendo do tipo 4cTh que corresponde ao clima termoxeroquimênico atenuado, com 3 a 4 meses secos e temperatura do mês mais frio superior a 15°C (NIMMER, 1977). A temperatura média anual é de 19,2°C, com máxima de 22,2°C e mínima de 15,5°C, sendo julho o mês mais frio e fevereiro o mais quente (Quadro 1) (BRASIL, 1969). Os dados de precipitação pluvial, registrados durante o período experimental através de um pluviômetro instalado na área, são apresentados na Figura 1A.

O solo da área estudada foi classificado como Cambissolo distrófico (epiálico), Tb, A moderado, textura muito argilosa, fase campo cerrado, relevo ondulado, substrato filito, cuja descrição morfológica consta do Apêndice.

3.2. Caracterização Química, Mineralógica e Física do Solo

3.2.1. Caracterização Química

Os componentes do complexo sortivo, pH em água, carbono orgânico e óxidos extraídos pelo ataque sulfúrico (SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , TiO_2 e P_2O_5) foram determinados segundo VETTORI (1969) e IMBRAPA (1979). O conteúdo de matéria orgânica foi calculado a partir dos valores de carbono orgânico, usando-se um fator de conversão de 1,724. O ferro livre (Fe_d) foi extraído pelo ditionito-citrato-bicarbonato de sódio (DCB), segundo MEHRA & JACKSON (1960), e quantificado por espectrofotometria de absorção atômica. Os resultados das análises de caracterização química são apresentados no Quadro 2.

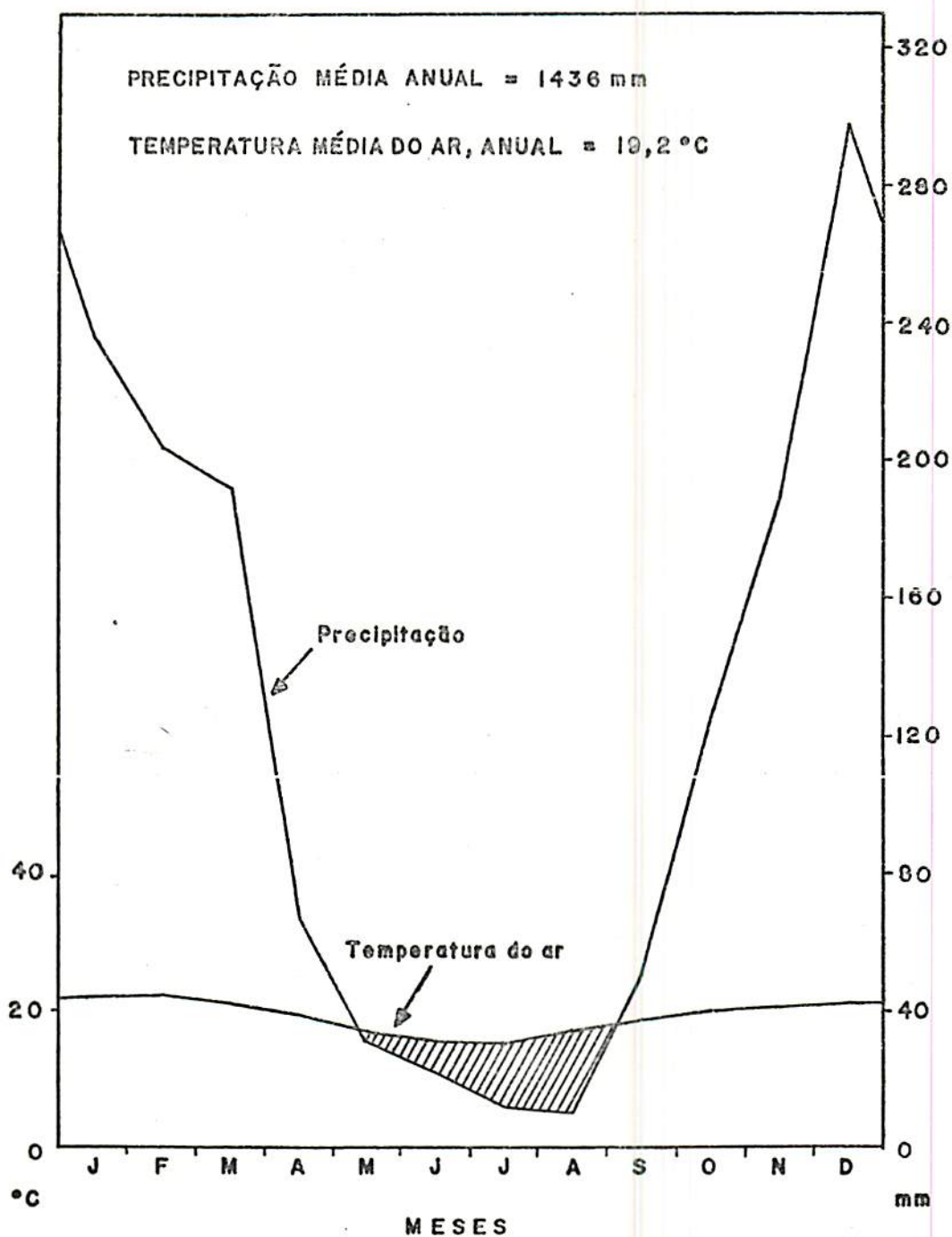


FIGURA 3 - Diagrama ombrotérmico, segundo Gaussen & Bagnouls (1949), para a localidade de São João Del Rei (MG).

QUADRO 1 - Balanço hídrico mensal, segundo Thornthwaite & Mather (1955) para a localidade de São João Del Rei (MG) - 125mm. Lat.: 21°08'S; Long.: 44°15'40"W; Alt.: 890m.

MES	TEMP. °C	NDHOG.	COR.	PRECIP. (mm)	EVAP. (mm)	POT. P - EP	NEG. ACUM.	ARMAZ. (mm)	ALT. (mm)	EV. REAL (mm)	DEFIC. (mm)	EXCESSO (mm)
Janeiro	21,9	91,6	1,14	236	104	132	0	125	0	104	0	132
Fevereiro	22,2	94,1	1,00	204	94	110	0	125	0	94	0	110
Março	21,2	85,7	1,05	190	90	100	0	125	0	90	0	100
Abril	19,5	72,4	0,97	67	70	-3	-3	122	-3	70	0	0
Maior	17,1	55,4	0,96	31	53	-22	-25	102	-20	51	2	0
Junho	15,7	48,6	0,91	22	42	-20	-45	86	-16	38	4	0
Julho	15,5	45,4	0,95	12	43	-31	-76	67	-19	31	12	0
Agosto	17,2	56,1	0,99	10	56	-46	-122	46	-21	31	25	0
Setembro	18,7	66,5	1,00	50	66	-16	-138	40	-6	56	10	0
Outubro	20,1	76,9	1,09	125	84	41	-54	81	41	84	0	0
Novembro	20,5	80,1	1,10	191	88	103	0	125	44	88	0	59
Dezembro	21,0	84,1	1,16	297	98	199	0	125	0	98	0	199
ANO	19,2	-	-	1435	888	547	-	1169	0	835	53	600

Fonte: BRASIL (1969)

QUADRO 2 - Resultados das análises químicas de caracterização do Cambissolo estudado

HORI- ZONTE	PROFUN- DIDADE	pH ea H ₂ O	VALOR ⁽¹⁾				ATAQUE H ₂ SO ₄						Ki	K _r	Al ₂ O ₃ /Fe ₂ O ₃	C org.
			S	T	V	m	Fe _d	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅				
	cm		meq/100g				%									%
Ap	0 - 18	5,0	0,4	7,4	5	66	5,3	24	26	13	1,15	0,05	1,54	1,16	3,07	1,9
AB	18 - 28	5,1	0,2	5,2	5	67		24	28	14	1,22	0,05	1,48	1,12	3,11	1,6
Bi	28 - 36	4,2	1,2	5,2	24	14	5,3	25	29	14	1,29	0,05	1,48	1,13	3,23	1,4
BC1	36 - 65	4,4	0,8	3,4	24	11		26	29	14	1,22	0,05	1,54	1,17	3,22	0,7
BC2	65 - 91	5,5	0,3	2,6	12	24		27	29	14	1,14	0,05	1,62	1,24	3,24	0,4
C	91 - 110+	5,7	0,3	2,4	13	24		27	30	14	1,07	0,05	1,56	1,20	3,37	0,4

(1) S: soma de bases; T: capacidade de troca catiônica a pH 7,0;
V: saturação por bases; m: saturação por alumínio.

3.2.2. Caracterização Mineralógica

A análise mineralógica qualitativa da fração argila do material de solo foi realizada através da difração de raios X (DRX) em aparelho munido com tubo de cobre, pelo método do pó, utilizando-se amostras saturadas com Na^+ (Figura 3A), desferrificadas e aquecidas a 550°C . Na fração argila desferrificada foram também quantificadas caulinita e gibbsita através de análise térmica diferencial (ATD) (Figura 4 e Quadro 3).

O pré-tratamento para a análise mineralógica da fração areia do horizonte Bi consistiu na remoção dos óxidos de ferro com DCB. Os minerais leves e pesados foram separados através de funis, utilizando-se bromofórmio com densidade $2,85\text{--}2,87\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ (KRUMBEIN & PETTIJOHN, 1938). Os minerais magnéticos foram separados dos demais minerais pesados com o auxílio de um ímã, para facilitar a identificação dos não-magnéticos.

As lâminas permanentes dos minerais pesados não-magnéticos foram montadas com Bálsamo do Canadá natural, para fins de identificação mineralógica qualitativa e quantitativa, sobre lâminas de microscopia de $46\text{mm} \times 26\text{mm}$. A identificação e contagem dos grãos de minerais pesados foi realizada em microscópio polarizante com aumento de 80 vezes, examinando-se toda a lâmina. Foi detectado um predomínio de minerais leves (79,3%) sobre os minerais pesados (20,7%). Quartzo é o mineral predominante, sendo também constatada a presença de muscovita, contribuindo na faixa de 5-10% da subfração minerais leves. Entre os minerais pesados, a ocorrência dos magnéticos

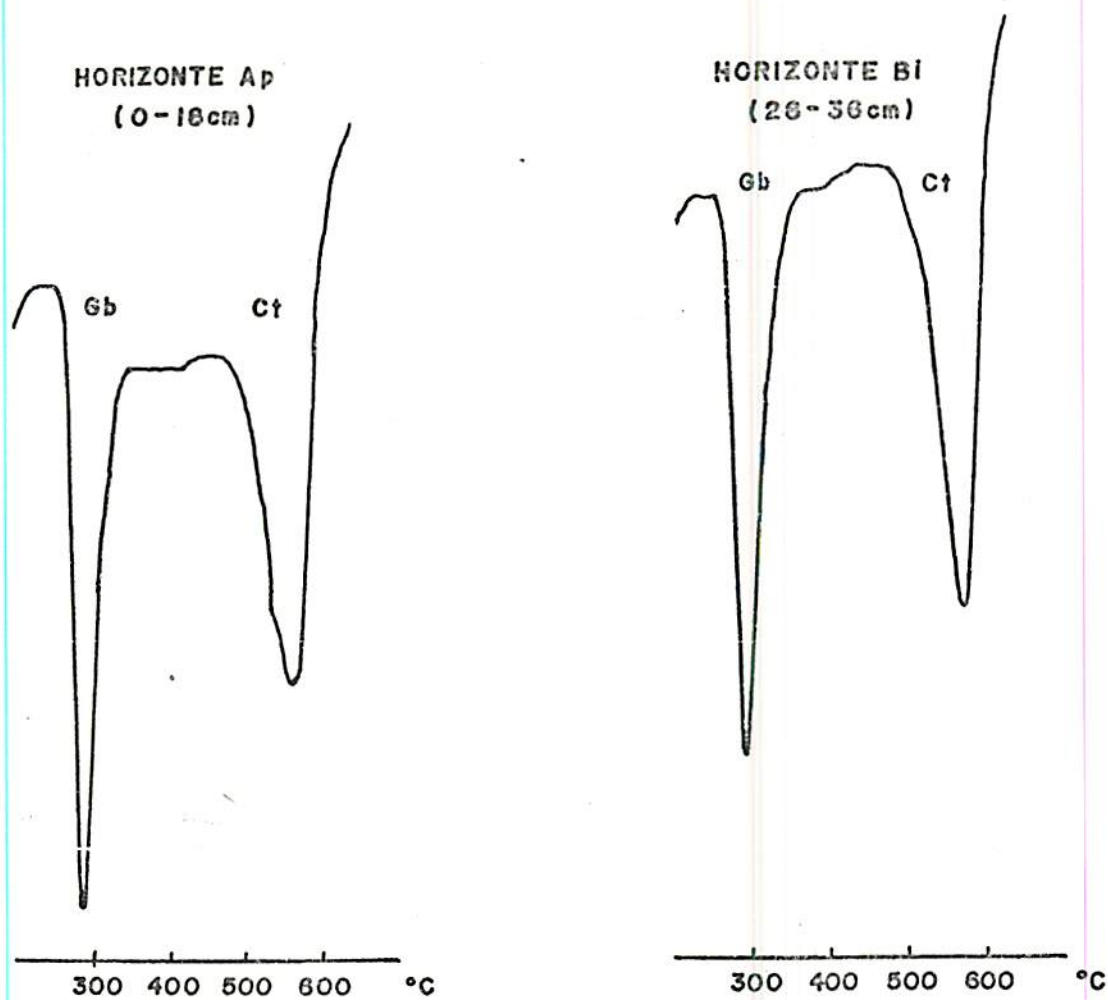


FIGURA 4 - Curvas de análise térmica diferencial (ATD) representativas dos horizontes Ap e Bi do Cambissolo estudado. Ct = caulinita; Gb = gibbsita.

QUADRO 3 - Teores de caulinita (Ct) e gibbsita (Gb), determinados por ATD, na fração argila livre de óxidos de ferro, em amostras dos horizontes Ap e Bi do Cambissolo estudado

HORIZ.	PROF. -- cm --	CAULINITA -----%	GIBBSITA	Gb
				----- Gb + Ct
Ap	0 - 18	65	17	0,21
Bi	28 - 36	51	17	0,25

(6,3%) é bastante inferior à dos na_0 -magnéticos (93,7%). Destes últimos, os minerais opacos representam 92%, com predomínio de hematita e ilmenita, além de manganês (5%). Entre os minerais pesados transparentes (8%), houve uma dominância de turmalina (34,5%) e zirconita (32%), seguidos de rutilo (18,5%) e cianita (15%).

3.2.3. Caracterização Física

A densidade do solo (D_s) foi determinada em amostras com estrutura indeformada, coletadas com amostrador de Uhland (BLAKE & HARTGE, 1986a) e a densidade de partículas (D_p) o foi segundo metodologia descrita por BLAKE & HARTGE (1986b).

O volume total de poros (VTP) foi determinado pela expressão (DANIELSON & SUTHERLAND, 1986):

$$\text{VTP (\%)} = (1 - D_s/D_p) \times 100,$$

enquanto a distribuição de poros por tamanho (macro e microporosidade) foi determinada em amostras com estrutura indeformada, utilizando-se unidade de sucção a 60cm de altura de coluna de água. A percentagem de água retida nas amostras, após atingir o equilíbrio, corresponde à microporosidade, sendo a macroporosidade obtida por diferença (GROHMANN, 1960).

As análises granulométrica e de argila dispersa em água foram realizadas de acordo com a metodologia da EMBRAPA (1979), sendo o Índice de Flocculação calculado pela expressão:

$$\text{IF (\%)} = \frac{A_t - A_n}{A_t} \times 100,$$

onde A_t = argila total e A_n = argila dispersa em água.

Os resultados das análises físicas do solo são apresentados no Quadro 4.

A estabilidade de agregados foi determinada através de tamisamento em água, segundo KEMPER & ROSENAU (1986), sendo os resultados utilizados para o cálculo do diâmetro médio geométrico (DMG). A permeabilidade foi avaliada em laboratório a partir de amostras com estrutura indeformada, coletadas com amostrador de Uhland, utilizando-se um permeômetro adaptado (LIMA et alii, 1990), para eliminação da água percolada junto às paredes do cilindro. Amostras com estrutura deformada também foram utilizadas para a determinação da água retida às tensões de

QUADRO 4 - Resultados das análises físicas do Cambissolo estudado

HORIZONTE PROFUND.	DENSIDADE		GRANULOMETRIA				ARGILA	INDICE DE	SILTE/	PERMEABILIDADE	
	cm	g.cm ⁻³	AREIA GROSSA	AREIA FINA	SILTE	ARGILA	DISPERSA EN AGUA	FLOCULACAO	ARGILA	cm.h ⁻¹	
Ap	0 - 18	2,77	1,12	2	12	20	66	41	38	0,30	104
AB	18 - 28	2,43		2	11	18	69	33	52	0,26	
Bi	28 - 36	2,66	1,17	2	10	17	71	4	94	0,24	2
BC1	36 - 65	2,59		1	10	18	71	4	94	0,25	
BC2	65 - 91	2,73		1	10	30	59	4	93	0,51	
C	91 - 110+	2,53	1,15	1	10	29	60	4	93	0,48	25

HORIZONTE PROFUND.	RETEENCO DE UNIDADE (MPa)								VTP	MACRO-	MICRO-	SUPERFICIE
	- 0,002	- 0,004	- 0,006	- 0,01	- 0,033	- 0,1	- 0,5	- 1,5	POROS	POROS	ESPECIFICA	
Ap	75,23	56,22	53,85	47,05	40,85	37,07	32,40	30,29	56,40	12,74	43,66	148,91
Bi	71,66	53,86	52,19	40,53	38,08	37,18	32,57	31,78	57,30	9,87	47,43	

HORIZONTE PROFUND.	cm	ζ en peso								VTP		MACRO-		MICRO-		SUPERFICIE	
		75,23	56,22	53,85	47,05	40,85	37,07	32,40	30,29	56,40	12,74	43,66	148,91				
Bi	28 - 36	71,66	53,86	52,19	40,53	38,08	37,18	32,57	31,78	57,30	9,87	47,43					

-0,002; -0,004; -0,006; -0,01; -0,033; -0,1; -0,5 e -1,5 MPa (KLUTE, 1986), obtendo-se as curvas de retenção de umidade dos horizontes Ap e Bi (Figura 5).

3.3. Tratamentos e Delineamento Experimental

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com quatro repetições. Os tratamentos, identificados no Quadro 5, foram arranjados em um esquema de parcelas subdivididas. No tratamento adicional, o solo foi mantido sem vegetação (uso de herbicida) e sem nenhuma prática de manejo. As parcelas compreenderam os tratamentos (espécies de forrageiras em relação às diversas formas de preparo do solo) e as subparcelas, as épocas de amostragem (4 épocas para avaliação da produção de matéria seca e 2 épocas para avaliação de parâmetros de solo, à exceção da estabilidade de agregados, amostrada apenas na 2ª época). Os blocos foram dispostos perpendicularmente à declividade do terreno, sendo a área das parcelas de 36m² (6m x 6m).

3.4. Instalação e Condução do Experimento

Em setembro de 1990, escolheu-se a área para a instalação do experimento, sendo esta cercada a fim de se evitar o acesso de animais. Constatando-se a ocorrência das primeiras chuvas, em 23/10 foram feitos aceiros ao redor da área, procedendo-se a queima desta visando o controle da competição exercida pela vegetação nativa a fim de se aumentar as possibilidades de germinação e sobrevivência das plântulas das

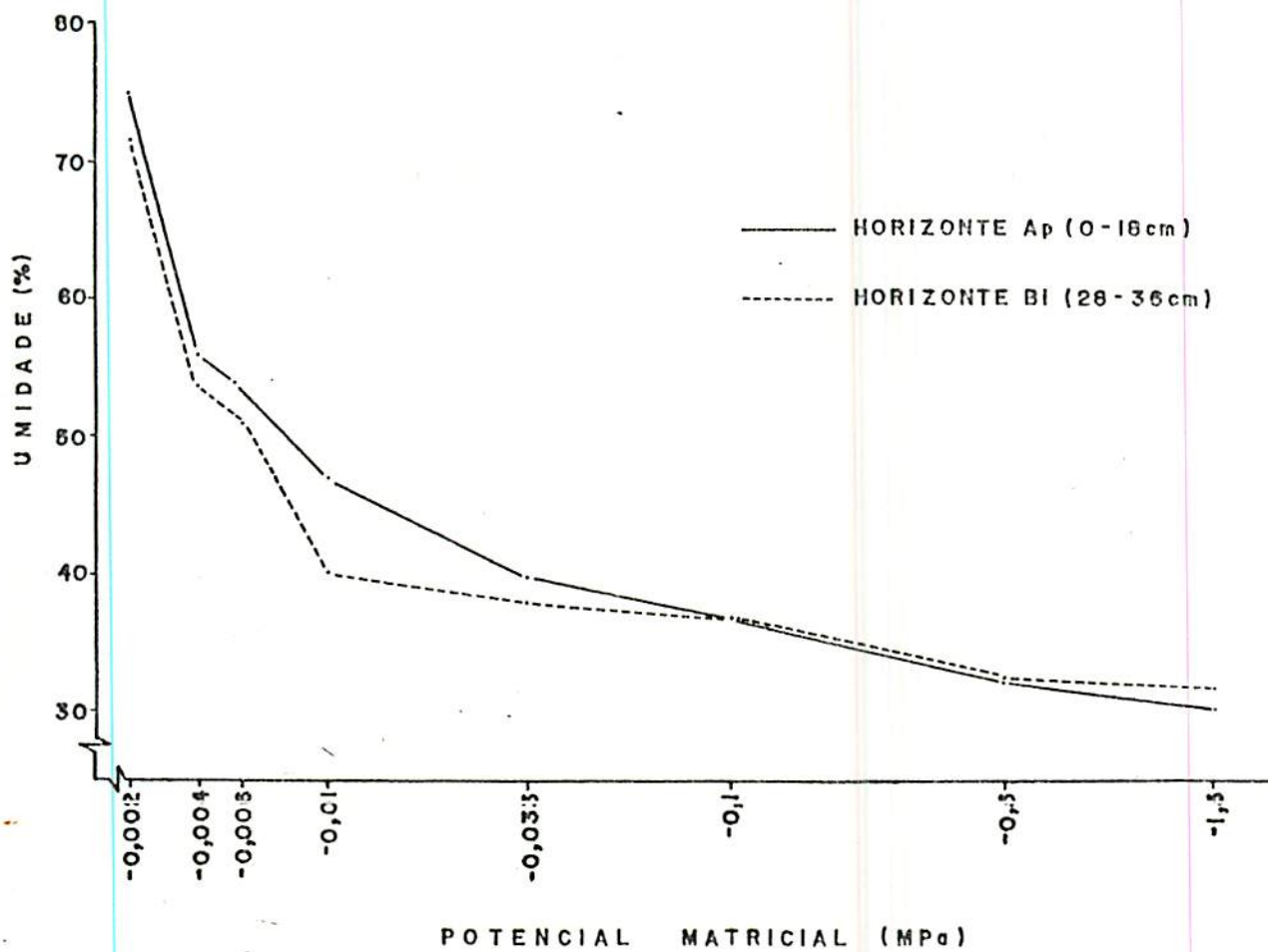


FIGURA 5 - Curvas de retenção de umidade dos horizontes Ap e Bi do Cambissolo estudado.

QUADRO 5 - Identificação dos tratamentos avaliados

TRATAMENTO	SISTEMA DE MANEJO	
	TIPO DE COBERTURA	FORMA DE PREPARO
	VEGETAL	DO SOLO
BbC	<i>Brachiaria brizantha</i>	Covas
BbCE	<i>Brachiaria brizantha</i>	Covas + Escarificação
BbS	<i>Brachiaria brizantha</i>	Sulcos
BbE	<i>Brachiaria brizantha</i>	Escarificação
AgC	<i>Andropogon gayanus</i>	Covas
AgCE	<i>Andropogon gayanus</i>	Covas + Escarificação
AgS	<i>Andropogon gayanus</i>	Sulcos
AgE	<i>Andropogon gayanus</i>	Escarificação
PnE	Pastagem Nativa	Escarificação
PnT	Pastagem Nativa ⁽¹⁾	-
Sd	Solo Descoberto ⁽²⁾	-

(1) Não houve aplicação de calagem e adubação neste tratamento.

(2) Tratamento adicional, mantendo o solo descoberto através da aplicação de herbicida.

vento era baixa e a taxa de área queimada por unidade de tempo foi de 6,64 m²/minuto, estimada através da queima de duas parcelas com dimensão de 2,80m x 2,80m.

O preparo do solo nos diversos tratamentos foi realizado em 24/10. Os sulcos foram feitos manualmente com enxada, espaçados de 1 metro (totalizando 6 sulcos por parcela) com 10cm de profundidade, 15cm de largura e em sentido perpendicular ao declive do terreno. As covas, também feitas com enxada, em número de 36 por parcela, foram espaçadas de 1 metro, com dimensão aproximada de 30cm x 30cm. A escarificação foi feita com enxada, simulando-se uma gradagem leve, com o objetivo de se romper a camada de encrostamento, criando condições mais adequadas à infiltração de água e à emergência das plântulas.

Após o preparo do solo para semeadura e instalação dos respectivos tratamentos, procedeu-se a calagem e adubação. A quantidade de calcário foi determinada pelo método do Al e Ca + Mg trocáveis (CFSEMG, 1989). Aplicou-se metade da dose calculada por este critério (1,967 t/ha), devido aos baixos níveis de cálcio e magnésio no solo, embora, em se tratando de gramíneas tolerantes à acidez do solo, a recomendação seja de 1/4 da dose calculada.

A partir da dose de calcário recomendada foram calculadas as quantidades de calcário a serem aplicadas nos tratamentos em covas (BbC e AgC), covas escarificadas (BbCE e AgCE) e sulcos (BbS e AgS), em função das áreas das covas (0,09 m²) e dos sulcos (0,15 m²/metro linear de sulco), de forma localizada. Nos demais tratamentos que receberam calcário, a calagem foi realizada na área total da parcela.

Em 18/12, decorridos 54 dias da realização da calagem, procedeu-se a uma adubação com 100 kg/ha de P_2O_5 e 45 kg/ha de K_2O , baseada nos teores de fósforo e potássio do solo (CFSEMG, 1989), com correção da quantidade recomendada para a área ocupada pelas covas e sulcos (Quadro 6), de forma semelhante à realizada para o calcário.

Para a sementeira, realizada no dia 18 de dezembro, foram utilizados 20 e 30kg/ha de sementes de *Brachiaria brizantha* e *Andropogon gayanus*, respectivamente, devido ao baixo valor cultural das sementes disponíveis. Nos tratamentos constituídos por sulcos e covas também foi feita uma correção da quantidade de sementes para a área da cova e do sulco, de forma semelhante à correção das doses de corretivo e fertilizantes. Nos tratamentos com escarificação, as sementes foram distribuídas uniformemente, a lanço, em toda a área da parcela. Devido à germinação irregular, uma nova sementeira foi realizada no dia 20/02/91, utilizando-se uma quantidade de sementes baseada na recomendação para a área total da parcela, para todos os tratamentos, sem a correção para área de covas e sulcos, realizada na primeira sementeira. Na ocasião, procedeu-se a um rebaixamento da pastagem nativa com roçadeira costal motorizada, em toda a área das parcelas, visando diminuir o seu efeito competitivo com as plântulas das espécies a serem introduzidas.

A aplicação de nitrogênio, na forma de Sulfato de Amônio, foi feita, aos 360 dias após a sementeira, em virtude do atraso no desenvolvimento das plantas. Aplicou-se uma dose de 40 kg/ha de N, forma localizada ou a lanço, de acordo com o tipo de preparo do solo de cada tratamento.

QUADRO 6 - Quantidades de calcário e fertilizantes utilizadas nos diversos tratamentos

INSUMO	DOSE RECOMENDADA	TRATAMENTO		
		COVAS ⁽¹⁾	SULCOS ⁽²⁾	ESCARIFICAÇÃO ⁽³⁾
		kg/ha	g/cova	g/m ²
Calcário	1967,00	17,700	29,500	7,081
Superfosf. Simples	555,00	5,000	8,330	2,000
Cloreto de Potássio	77,60	0,675	1,125	0,270

(1) Tratamentos BbC, BbCE, AgC e AgCE.

(2) Tratamentos BbS e AgS.

(3) Tratamentos BbE, AgE e PnE.

3.5. Parâmetros Avaliados no Experimento

Foram realizadas amostragens de solo aos 64 e 427 dias após a semeadura, que corresponderam às datas de 10/06/91 e 18/02/92, respectivamente. A amostragem foi feita na profundidade de 0-20cm, sendo a coleta e o preparo das amostras realizados de acordo com o tipo de análise a ser feita. Para análise dos parâmetros químicos e argila dispersa em água, a amostragem foi feita com trado holandês, com 4 repetições (subamostras),

obtendo-se uma amostra composta por parcela nos tratamentos BbE, AgE, PnE e PnT. Nos tratamentos BbS e AgS, a amostragem foi feita entre e dentro dos sulcos separadamente, obtendo-se, assim, 2 amostras compostas por parcela. Para os tratamentos BbC, BbCE, AgC e AgCE, as amostras foram coletadas entre e dentro das covas com o mesmo número de repetições que os demais tratamentos. Para a determinação da estabilidade de agregados, realizada apenas na segunda época, as amostras consistiram de blocos de material de solo com estrutura natural.

O estabelecimento inicial das gramíneas introduzidas foi avaliado através da contagem do número de plantas por metro quadrado em 20/02, 26/03, 24/04 e 13/12/91, sendo lançados, ao acaso, em cada parcela, quadrados de 0,5m de lado, com 8 repetições. Nas duas últimas épocas avaliou-se a altura média das plantas, na dobra da folha mais alta, em cinco pontos pré-estabelecidos dentro da parcela. Os sulcos das extremidades não foram avaliados, assim como as covas localizadas nas laterais da parcela, constituindo-se na bordadura. A amostragem era direcionada para que a avaliação fosse realizada sobre os sulcos e as covas (Figura 2A). Aos 427 dias após a sementeira, em 18/02/92, estimou-se, através de avaliação visual, a participação das gramíneas introduzidas na composição da forragem, em termos de quantidade de massa verde produzida.

As amostragens para avaliação da produção de matéria seca (incluindo a pastagem nativa) foram feitas aos 64, 174, 360 e 427 dias após a sementeira, correspondendo às datas de 20/02, 10/06 e 13/12/91, e 18/02/92, respectivamente. Foram realizados cortes manuais, a aproximadamente 5cm do solo, com o auxílio de

cutelos, em 5 pontos da parcela. As amostras foram colocadas em estufas com circulação de ar forçado a $60 \pm 5^{\circ}\text{C}$, até peso constante, após o que foram pesadas para a quantificação da produção de matéria seca.

O índice de cobertura vegetal, definido como a área de solo coberta pela projeção vertical das partes aéreas mais a cobertura morta, foi estimado em uma unidade de amostragem de 0,50m x 0,50m ($0,25\text{m}^2$), usando-se a escala de Braun-Blanquet composta de cinco classes (GOLDSMITH & HARRISON, 1976), mostrada no Quadro 7. Esta avaliação foi feita com 8 repetições por parcela, sendo que nos tratamentos BbS e AgS, os quadrados eram dispostos de forma a abranger os sulcos na sua parte central a fim de tornar a amostragem mais representativa. Nos tratamentos BbC, BbCE, AgC e AgCE, foram feitas 8 observações, sendo 4 dentro e 4 entre as covas. Nos tratamentos com sulcos e covas, adotou-se um esquema de localização dos pontos de avaliação para que a mesma fosse sempre realizada no mesmo local, visando a verificação da evolução da taxa de cobertura do solo. Nos tratamentos BbE, AgE, PnE e PnT, a avaliação foi feita de forma aleatória em 8 pontos da parcela (Figura 2A).

A medição das perdas de solo por erosão, em função das formas de uso e manejo testadas, foi feita através da determinação de mudanças de nível da superfície do solo conforme metodologia sugerida por diversos autores (MARQUES, 1951, GLEASON, 1957, MEXICO, 1977, BERTONI & LOMBARDI NETO, 1991). Foram utilizados pinos de metal, de 20cm de comprimento, cravados no solo até 15cm de profundidade, em 6 pontos da parcela, conforme mostrado na Figura 2A. Os pinos foram colocados nas parcelas após 15 dias da realização do preparo do solo,

QUADRO 7 - Classes utilizadas para a estimativa do índice de cobertura vegetal

CLASSE	OCUPAÇÃO DA ÁREA DO QUADRADO
1	Menor ou igual a 5%
2	6 a 25%
3	26 a 50%
4	51 a 75%
5	76 a 100%

Fonte: GOLDSMITH & HARRISON (1976).

admitindo-se ser este período suficiente para a estabilização do solo revolvido a fim de não haver uma superestimação das perdas de solo. As leituras foram feitas diretamente nos pinos, com aproximação de 1mm. A observação abrangeu o período de 09/11/90 a 18/02/92. A perda de solo foi estimada pela expressão:

$$P = h \cdot A \cdot Ds$$

onde:

P = perda de solo, em t/ha;

h = média da alteração de nível da superfície do solo medida nos pinos, em metros;

A = área considerada (10.000 m²);

Ds = densidade do solo, em t.m⁻³ (g.cm⁻³).

3.6. Análises Estatísticas

Para os parâmetros relacionados à vegetação, as comparações entre médias foram feitas pelo Teste de Tukey a 5%, segundo PIMENTEL GOMES (1987).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Efeito dos Métodos de Estabelecimento das Forrageiras Introduzidas nos Parâmetros de Solo

4.1.1. pH, Cálcio, Magnésio e Alumínio Trocáveis, e Matéria Orgânica

Analisando os valores de pH do solo (Quadro 8) verifica-se que praticamente não houve diferença entre os tratamentos nas duas épocas de amostragem, provavelmente devido ao efeito tamponante da matéria orgânica, que se apresenta em teores elevados nesse solo. O pequeno decréscimo nos valores de pH, verificado na 2ª época de avaliação (18/02/92), pode ter ocorrido devido ao efeito acidificante da adubação nitrogenada (Sulfato de Amônio), realizada cerca de dois meses antes da amostragem, embora esse efeito seja de ocorrência mais comum em solos mais arenosos e com pequeno tamponamento (CASTRO et alii, 1987).

QUADRO 8 - Valores médios de pH, Cálcio, Magnésio e Alumínio trocáveis, e Matéria Orgânica em duas épocas de avaliação (1), nos diferentes tratamentos (Médias de 4 repetições)

TRATAMENTO	ANDSTRAGEN	pH		Ca ²⁺		Mg ²⁺		Al ³⁺		M.O.	
		1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª
BbC	Cova	5,3	4,9	1,1	0,6	0,5	0,2	0,2	0,8	2,9	3,4
	Entrecova	5,2	4,8	0,2	0,5	0,1	0,1	0,8	1,0	3,0	3,8
BbCE	Cova	5,2	4,7	0,9	0,8	0,4	0,3	0,4	0,9	3,0	4,0
	Entrecova	5,3	4,7	0,2	0,5	0,1	0,1	1,0	1,0	3,1	4,2
BbS	Sulco	5,3	5,0	0,7	1,1	0,4	0,5	0,5	0,4	3,2	3,9
	Entressulco	5,1	5,0	0,3	0,5	0,1	0,2	1,0	1,0	3,3	4,3
BbE	Parcela toda	5,2	5,1	0,9	1,5	0,6	0,6	0,3	0,3	3,2	3,8
AgC	Cova	5,2	4,5	0,9	1,0	0,4	0,3	0,4	0,8	3,2	4,0
	Entrecova	5,0	4,6	0,3	0,5	0,1	0,1	0,9	1,0	3,2	4,2
AgCE	Cova	5,4	4,5	1,0	1,0	0,5	0,4	0,3	0,9	3,0	4,0
	Entrecova	5,1	4,5	0,3	0,5	0,1	0,2	1,0	1,0	3,2	4,0
AgS	Sulco	5,1	4,9	0,7	1,2	0,5	0,5	0,5	0,7	3,0	3,7
	Entressulco	5,0	4,9	0,2	0,4	0,1	0,2	1,1	1,1	3,0	3,9
AgE	Parcela toda	5,1	5,0	0,9	1,6	0,4	0,6	0,4	0,3	3,0	3,9
PnE	Parcela toda	5,2	5,1	1,0	1,5	0,5	0,7	0,5	0,3	2,7	3,7
PnT	Parcela toda	5,2	5,1	0,2	0,3	0,1	0,1	0,8	1,0	3,1	3,2

(1) 1ª época - 10/06/91

2ª época - 18/02/92

Quanto aos teores de cálcio e magnésio no solo (Quadro 8) verifica-se que na 1ª avaliação, os valores são maiores nos pontos onde o calcário foi aplicado de forma localizada, enquanto que na 2ª avaliação pode-se constatar uma diminuição da diferença entre os teores nos pontos de aplicação e na área restante da parcela.

Os tratamentos que receberam as maiores doses de calcário (BbE, AgE e PnE) apresentaram uma redução acentuada no teor de alumínio trocável (Quadro 8), o que também foi verificado nos tratamentos que receberam aplicação de forma localizada dentro das covas e dos sulcos. Os valores determinados entre covas e entressulcos não diferiram da testemunha, indicando haver efeito da neutralização do alumínio apenas no local de aplicação do calcário. Os maiores valores de alumínio trocável na 2ª avaliação, principalmente nos pontos onde houve a aplicação de calcário e adubo se devem, provavelmente, à liberação de alumínio complexado pela matéria orgânica, através de sua mineralização (THOMAS & HARGROVE, 1984), evidenciada pelos seus menores teores nesses pontos, em consonância com os valores inferiores de pH.

O conteúdo de matéria orgânica da camada superficial do solo, ao início do experimento, era de 3,2% e consta do Quadro 2 ($\% \text{ M.O.} = \% \text{ C org.} \times 1,724$). Verificando-se os valores de porcentagem de matéria orgânica, dentro de cada época de amostragem (Quadro 8), constata-se que praticamente não há diferenças entre os diversos tratamentos, mas apenas entre épocas. A pequena variação existente entre a amostragem realizada dentro dos sulcos e covas que receberam calagem + adubação e a realizada nos espaços entre-covas e entressulcos se deve ao fato

de que o aumento da mineralização, provocado pela calagem, não altera o equilíbrio da matéria orgânica do solo quando o nível de fertilidade do solo é mantido através da adubação (TISDALE & NELSON, 1975). Isso se dá porque o aumento da taxa de mineralização, que tende a reduzir o nível de equilíbrio da matéria orgânica, é compensado pelo maior crescimento das plantas, com um conseqüente incremento no volume de resíduos incorporados.

Aumentos no teor de matéria orgânica em solos com a introdução de pastagens cultivadas em áreas de campo foram verificados após 5 anos da introdução de pastagens cultivadas por SOUZA & COGO (1978), que constataram um incremento no teor de matéria orgânica na camada superficial devido à grande incorporação dos resíduos orgânicos pelas forrageiras cultivadas, associada ao reduzido preparo do solo, que propiciou uma baixa oxidação da matéria orgânica. Segundo RESENDE (1987) os ecossistemas de campos cerrados têm baixa produtividade biológica (em razão da pobreza química, associada a um estresse hídrico periódico) e a sua incorporação no processo produtivo agrícola, com adubações pesadas e a utilização de espécies de alta produtividade e até mesmo devido às invasoras, aumenta o teor de matéria orgânica do solo, a exemplo dos valores encontrados na 2ª época de avaliação. Além disso, plantas em crescimento parecem proteger o carbono orgânico no solo de alguma decomposição (JENKINSON, 1977), devido a diminuição da umidade do solo. De acordo com RESENDE (1982), a decomposição da matéria orgânica reduz-se à metade quando o potencial de água passa de $-0,01$ MPa para cerca de $-0,3$ MPa.

A matéria orgânica dos solos de ecossistemas naturais é oriunda unicamente da decomposição dos resíduos da vegetação nativa, enquanto que em agrossistemas é originada da decomposição dos restos culturais e dos resíduos da vegetação nativa eliminada (CERRI, 1989). Com a introdução de pastagens cultivadas, sem a eliminação das espécies nativas (presente caso) pode-se ter, então, as duas formas de contribuição à matéria orgânica do solo. A pastagem plantada, em função da maior oferta de fatores edafoclimáticos, tem produção fotossintética superior à respiração e acumula biomassa (POTT, 1989), resultando, ao final, em aumento do teor de matéria orgânica, em relação à pastagem nativa.

O aumento do teor de matéria orgânica na 2ª época de amostragem concorda com resultados de trabalhos que tratam dos efeitos do cultivo sobre o teor de matéria orgânica em solos de cerrado, embora resultados sob condições de pastagens sejam escassos. Quando um solo sob vegetação de cerrado é cultivado e fertilizado, tende a ocorrer um aumento no teor de matéria orgânica devido ao efeito da fertilização aumentar o resíduo orgânico das plantas, em taxas superiores ao resíduo deixado pela vegetação natural (SANCHEZ, 1981). Resultados nesse sentido, em solos sob cerrado, foram observados por CATEN (1981) quando comparou o efeito de várias culturas em um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico e por MORAES (1984) estudando diferentes sistemas de cultivo em um Latossolo Vermelho-Escuro distrófico.

4.1.2. Argila Dispersa em Água

Os resultados do teor de argila dispersa em água e do índice de floculação são apresentados no Quadro 9. Como o índice de floculação é obtido a partir dos valores de argila total e argila dispersa em água, as suas alterações estão diretamente relacionadas às variações deste último parâmetro, embora inversamente. Assim, a discussão será feita somente para a argila dispersa em água, devido a maior facilidade de compreensão que o termo expõe.

Verificou-se uma tendência à diminuição nos valores de argila dispersa em água ao longo do tempo, quando o solo sofreu uma ação de cultivo, a exemplo dos resultados obtidos por MORAES (1984), o que pode estar relacionado ao fato de que a calagem (e a adubação) poderiam favorecer um aumento da atividade biológica com a formação de polissacarídeos que promovem a agregação (Emerson et alii, citados por CASTRO FILHO & LOGAN, 1991). O efeito do carbonato de cálcio na agregação do solo parece depender do teor de matéria orgânica do solo. Segundo MORELLI & FERREIRA (1987) quando o teor de matéria orgânica é baixo, pode prevalecer o efeito direto, de natureza eletroquímica, pelo aumento da carga líquida negativa dos colóides, óxidos e caulinita, provocando um aumento da repulsão entre partículas, o que favorece a dispersão. Quando o teor for alto, como no presente caso, pode prevalecer o efeito indireto dos tratamentos como resultado do aumento da atividade microbiana que promove a agregação.

QUADRO 9 - Valores médios de argila dispersa em água (A.D.A.) e índice de floculação (I.F.), em duas épocas de avaliação⁽¹⁾, nos diferentes tratamentos (Médias de 4 repetições).

TRATAMENTO	AMOSTRAGEM	A.D.A. (%)		I.F. (%)	
		1a	2a	1a	2a
BbC	Cova	29	15	56	76
	Entrecova	37	29	44	56
BbCE	Cova	28	24	57	63
	Entrecova	37	18	44	72
BbS	Sulco	37	23	43	62
	Entressulco	37	26	44	59
BbE	Parcela toda	32	19	38	70
AgC	Cova	37	18	44	72
	Entrecova	37	19	44	71
AgCE	Cova	36	13	45	80
	Entrecova	37	25	45	61
AgS	Sulco	28	23	57	65
	Entressulco	37	30	44	54
AgE	Parcela toda	34	28	47	57
PnE	Parcela toda	31	20	53	69
PnT	Parcela toda	30	29	56	54

(1) 1a época - 10/06/91

2a época - 18/02/92

4.1.3. Estabilidade de Agregados em Água

A estabilidade de agregados do solo em água e a sua distribuição por tamanho influem no comportamento físico do solo alterando as taxas de erosão e infiltração de água, retenção de água, aeração e resistência à penetração de raízes. Os resultados referentes à distribuição de agregados em água e seu DMG (Diâmetro Médio Geométrico) são apresentados no Quadro 10.

Apesar dos teores de matéria orgânica serem superiores na 2ª época de avaliação, a estabilidade de agregados (>2mm) nos diversos tratamentos não diferiu substancialmente da testemunha, embora seus valores tenham sido, na quase totalidade dos casos, mais elevados. Isso se explica pelo fato de que a avaliação do teor de carbono orgânico do solo não indica necessariamente um efeito nas características físicas, já que a agregação é dada pelas substâncias resultantes da decomposição do húmus (KONONOVA, 1961).

A falta de uma maior evidência do efeito dos tratamentos sobre a distribuição e DMG de agregados do solo pode ser atribuída às boas características físicas da camada superficial do solo, à exceção do encrostamento, em função do elevado teor de matéria orgânica, resultante da cobertura vegetal de gramíneas há diversos anos. Além disso, o preparo do solo nos diversos tratamentos foi feito manualmente e, conforme NUERNBERG et alli (1986), práticas culturais normalmente feitas com equipamentos leves e, ou, de tração animal, não pulverizam as partículas do solo assegurando-lhe boa estrutura. Por outro lado, a detecção de alterações nas características físicas do solo,

QUADRO 10 - Distribuição dos agregados em água por classes de tamanho e diâmetro médio geométrico nos diferentes tratamentos (Médias de 4 repetições)

TRATAMENTO AMOSTRAGEM		CLASSES DE TAMANHO DE AGREGADOS (mm)						DMG
		7 - 2	2 - 1	1 - 0,5	0,5 - 0,25	0,25 - 0,105	< 0,105	
		%						mm
BbC	Cova	79,99	3,01	2,88	2,16	1,84	10,12	2,353
	Entrecova	83,71	2,44	2,11	1,48	1,05	9,21	2,608
BbCE	Cova	80,19	2,45	2,68	2,31	2,19	10,19	2,224
	Entrecova	82,67	2,39	2,16	1,76	1,25	9,77	2,510
BbS	Sulco	84,75	2,36	1,88	1,28	1,23	8,51	2,703
	Entressulco	82,17	3,25	2,68	1,91	1,53	8,48	2,576
RbF	Parcela toda	83,64	2,79	1,93	1,64	1,52	8,48	2,642
AgC	Cova	85,00	2,13	1,93	1,61	1,41	7,93	2,739
	Entrecova	82,20	3,17	2,69	1,80	1,40	8,67	2,750
AgCE	Cova	84,67	2,20	2,33	1,69	1,55	7,56	2,744
	Entrecova	83,41	3,05	2,67	1,69	1,40	7,77	2,690
AgS	Sulco	84,72	2,83	2,13	1,53	1,35	7,44	2,779
	Entressulco	81,08	4,52	3,25	2,17	1,60	7,37	2,618
AgE	Parcela toda	80,31	3,89	3,41	2,24	2,00	8,15	2,502
PnE	Parcela toda	85,51	2,27	1,96	1,40	1,12	7,75	2,796
PnT	Parcela toda	78,15	3,85	3,57	2,71	2,08	9,64	2,303

após a adoção de práticas de manejo pode demorar algum tempo. O tempo decorrido desde a instalação do presente experimento foi relativamente curto para que ocorresse uma alteração substancial nas condições físicas do solo, o que justifica a continuidade das avaliações por um período de tempo mais longo.

4.1.4. Perdas de Solo

Durante o período experimental (16 meses) observaram-se, nos diferentes tratamentos avaliados, perdas de solo variando de 3,4 a 151,2 t/ha (Quadro 11). Analisando os dados obtidos, pode-se observar que a maior perda de solo ocorreu na parcela mantida com o solo descoberto. A simples manutenção da vegetação de campo nativo (tratamento PnT) reduziu as perdas de solo em 85% em relação ao solo descoberto (22,4 t/ha *versus* 151,2 t/ha), o que demonstra o potencial de perda de solo no período compreendido entre a queimada (prática comum na microrregião) e a rebrota do pasto, já que é nessa época que se inicia o período chuvoso (Figura 1A).

A capacidade de resposta dessas pastagens nativas à práticas de melhoria como escarificação, calagem e adubação, demonstrada pelos significativos aumentos de produção de matéria seca (Quadro 12) e da cobertura vegetal (Quadro 14), também apresentou reflexos positivos na diminuição da taxa de perdas de solo. Essas práticas de melhoria propiciaram uma redução de 98% nas perdas de solo em relação ao solo mantido sem nenhuma proteção. Quando se comparam os tratamentos que envolvem métodos de preparo para o estabelecimento de *B. brizantha* e *A. gayanus* constata-se que as menores perdas de solo ocorreram nos

QUADRO 11 - Perdas de solo por erosão, sob chuva natural, nos diferentes tratamentos, durante o período experimental

TRATAMENTOS	PERDAS DE SOLO
	----t/ha----
<i>B. brizantha</i> - covas	22,9
<i>B. brizantha</i> - covas + escarificação	17,3
<i>B. brizantha</i> - sulcos	20,6
<i>B. brizantha</i> - escarificação	4,5
<i>A. gayanus</i> - covas	21,7
<i>A. gayanus</i> - covas + escarificação	14,5
<i>A. gayanus</i> - sulcos	19,5
<i>A. gayanus</i> - escarificação	5,4
Pastagem nativa - escarificação	3,4
Pastagem nativa - testemunha	22,4
Solo descoberto ⁽¹⁾	151,2

(1) Tratamento adicional.

tratamentos com escarificação, indicando que o aumento da cobertura do solo (Quadro 14) pelo melhor desenvolvimento das plantas, implicou em redução das perdas por erosão. Esse comportamento está relacionado ao fato de que, nos tratamentos com escarificação (BbE, AgE e PnE), além dos benefícios inerentes a esta prática, as doses de calcário e adubos foram efetivamente maiores propiciando um aumento do índice de cobertura vegetal, possibilitando uma maior proteção do solo e reduzindo as perdas por erosão. Uma maior cobertura do solo torna-se muito efetiva em dissipar a energia de impacto das gotas de chuva e em reduzir a velocidade e quantidade do escoamento superficial, minimizando a erosão (Meyer & Mannering, citados por SARAIVA et alii, 1981).

O sistema radicular das gramíneas parece ter grande importância na reestruturação da camada arável do solo, tornando-o mais resistente à ação do impacto da gota de chuva e ao transporte pela enxurrada (DECHEN et alii, 1981). Embora a mobilização do solo nos tratamentos envolvendo escarificação tenha sido realizada em toda a área da parcela, razão pela qual se esperaria aí maiores perdas de solo em relação às demais formas de preparo, a baixa intensidade de preparo parece justificar esses menores valores. O preparo do solo foi realizado manualmente, com enxada, de forma superficial, favorecendo uma menor desagregação de partículas, bem como uma menor destruição da vegetação nativa, que não foi totalmente incorporada, reduzindo o impacto direto das gotas de chuva, evitando a formação de pequenos sulcos na superfície do solo e, conseqüentemente, a possibilidade de concentração de enxurrada nos mesmos. Isso faz com que somente uma pequena fração de água

escorra sobre a superfície do solo, o que é de grande importância na diminuição da erosão.

Nos tratamentos com a introdução das gramíneas através de sulcos (BbS e AgS), as perdas de solo foram ligeiramente inferiores à do tratamento testemunha PnT, sugerindo uma tendência de redução da taxa de escoamento superficial pelos sulcos. Resultados substanciais no controle de erosão em pastagens são obtidos com sulcamento a uma maior profundidade do que a atingida no presente estudo, onde os sulcos passam a funcionar como pequenos terraços (MARQUES, 1950), embora tal prática não seja recomendável no solo em questão devido suas limitações de natureza física. Esses resultados, semelhantes aos valores encontrados nos tratamentos com covas (BbC e AgC), parecem ser um reflexo das menores quantidades de insumos aplicadas, aliado a uma maior área da parcela ainda ocupada pela vegetação nativa, expositora do solo, a qual oferece pouca proteção ao terreno. Nesse sentido, a tendência de diminuição da erosão nos tratamentos BbCE e AgCE indica o efeito benéfico de um leve revolvimento do solo sobre a taxa de infiltração de água, através do rompimento da camada de encrostamento existente nesses solos.

Analisando os valores de perdas de solo nos diversos tratamentos, verifica-se que estas foram superiores no solo descoberto em relação aos demais tratamentos. Nos tratamentos envolvendo escarificação e calagem + adubação é de se esperar que as perdas, nos anos subsequentes, sejam ainda mais reduzidas pelo melhor desenvolvimento das plantas, propiciando um aumento da

cobertura vegetal e pela não-realização de preparo do solo (DECHEN et alii, 1981).

Visando a obtenção de um parâmetro para servir de referência acerca da viabilidade inicial de implantação dos diversos tratamentos avaliados em relação ao processo erosivo, foi estimada a tolerância de perdas por erosão admissível para o solo estudado, através do método proposto por Lombardi Neto & Bertoni, modificado por GALINDO & MARGOLIS (1989), baseado na profundidade efetiva do solo, na relação textural entre os horizontes subsuperficial e superficial, no teor de matéria orgânica e na permeabilidade.

Como o período de observação das perdas de solo ultrapassou o período de um ano (novembro/90 a fevereiro /92), durante o qual foram registrados dois ciclos de chuva (Figura 1A), é possível admitir-se que, nos tratamentos PnE, BbE e AgE, a erosão não atingiu o limite máximo tolerável de perda por erosão, calculado para este solo (4,52 t/ha/ano). Em solos com subsolo desfavorável e pouco profundo, como o utilizado neste estudo, perdas de 2 a 4 t/ha/ano são admissíveis (FAO, 1967). No entanto, MORGAN (1980) cita que 25 t/ha/ano é um valor realístico provável, para o máximo de perdas toleráveis por erosão, para solos muito erodíveis de áreas montanhosas nos trópicos. Em síntese, as condições de baixa permeabilidade na subsuperfície, propiciando uma baixa infiltração de água, o encrostamento pronunciado e a vegetação natural expositora tornam esses solos pouco resistentes à erosão, o que enfatiza a necessidade de utilização de práticas de conservação de solo e água em substituição ao manejo comumente utilizado na microrregião.

4.2. Efeito dos Métodos de Estabelecimento das Forrageiras Introduzidas nos Parâmetros de Planta

4.2.1. Rendimento de Matéria Seca

A produção de matéria seca em cada corte é apresentada no Quadro 12. Não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos nos três primeiros cortes ($p > 0,05$). Esse efeito possivelmente está relacionado à pequena participação, até esta fase, das gramíneas introduzidas na composição botânica da forragem, em virtude de sua germinação inicial irregular. A tendência à diferenciação observada entre os tratamentos foi ocasionada, possivelmente, pelo efeito da calagem + adubação e das diferentes formas de preparo do solo sobre a rebrota da vegetação nativa.

As produções do 2º e do 3º corte foram, na grande maioria dos tratamentos, inferiores às do 1º corte em razão do menor crescimento vegetativo, resultado dos baixos índices de precipitação pluvial do período (Figura 1A). Para o 4º corte, realizado em 18/02/92, durante o período chuvoso, os tratamentos que sobressaíram foram PnE, BbS e AgE. O aumento da produção de matéria seca verificado no tratamento BbS, apesar da baixa participação das gramíneas introduzidas na composição botânica da forragem (Quadro 13), pode estar relacionado a uma maior retenção de água. Nesta forma de preparo do solo, a tendência de superioridade da *B. brizantha* em relação ao *A. gayanus*, possivelmente está relacionada às características da espécie em melhor utilizar os nutrientes do solo. Em estudo com esse mesmo

QUADRO 12 - Produção de matéria seca (kg/ha), de acordo com a época de corte, sob diferentes métodos de estabelecimento (Médias de 4 repetições)

TRATA- MENTOS	CORTES E DATAS			
	1º (20/02/91)	2º (10/06/91)	3º (17/10/91)	4º (18/02/92)
	----- matéria seca em kg/ha -----			
BbC	1280 a	1005 a	783 a	1564 abc
BbCE	1494 a	1179 a	1011 a	1811 ab
BbS	1745 a	1145 a	925 a	2213 a
BbE	1436 a	1320 a	986 a	1698 abc
AgC	1721 a	1103 a	709 a	1379 bc
AgCE	1291 a	960 a	816 a	1574 ab
AgS	1638 a	1053 a	798 a	1652 ab
AgE	1015 a	1388 a	878 a	2129 a
PnE	1578 a	1077 a	1112 a	2241 a
PnT	1367 a	955 a	771 a	1329 c

Médias seguidas da mesma letra, na vertical, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5%.

solo, em casa de vegetação, TEIXEIRA et alii (1992) verificaram que a *B. brizantha* apresentou uma produção de matéria seca 16% superior à do *A. gayanus*, na menor dose de fósforo testada.

No 4º corte, o tratamento AgE apresentou uma maior produção de matéria seca em relação ao BbE, embora não tenha havido diferença significativa ($p > 0,05$), o que parece estar relacionado a maior participação do *A. gayanus* na composição botânica da pastagem (Quadro 13), indicando o efeito favorável do revolvimento do solo sobre o estabelecimento das plantas. Para a *B. brizantha*, esse efeito favorável se refletiu na maior participação da gramínea introduzida na composição botânica da forragem (Quadro 13) e na altura média de plantas (Quadro 14). Nesse contexto, a vantagem dos tratamentos envolvendo a introdução de espécies exóticas relaciona-se à melhoria da qualidade da forragem produzida, como ficou demonstrado no trabalho de TEIXEIRA (1993), realizado conjuntamente com o presente estudo.

Nos tratamentos com escarificação entre-covas (BbCE e AgCE), houve uma tendência de maior produção de matéria seca em relação aos tratamentos com covas (BbC e AgC), notadamente no 3º e 4º cortes, confirmando a informação de que algum revolvimento do solo propicia um melhor estabelecimento (ANDRADE & LEITE, 1988) por aumentar a precipitação efetiva (pela melhor infiltração da água das chuvas) e diminuir o efeito prejudicial do sombreamento da vegetação nativa no desenvolvimento das plântulas da espécie introduzida. Além disso, o escoamento superficial diminuiu, o que é indicado pela redução nos valores de

perdas de solo, em comparação aos tratamentos com covas.

O aumento de cerca de 60% na produção de matéria seca do tratamento PnE (2241 kg/ha) em relação à testemunha PnT (1329 kg/ha) confirma o potencial de resposta dessas pastagens à práticas de melhoria visando aumentar a produtividade (VILELA et alii, 1978, BARRETO et alii, 1980).

4.2.2. Número de Plantas por Metro Quadrado e Altura Média de Plantas das Espécies Introduzidas, e Índice de Cobertura Vegetal

Os resultados referentes às quatro avaliações para a contagem do número de plantas por m² estão contidos no Quadro 13. O estabelecimento inicial das gramíneas introduzidas não foi bom. Com a ressemeadura, realizada em 20/02/91, após o rebaixamento da vegetação nativa, o *stand* das gramíneas introduzidas melhorou substancialmente, de acordo com os valores obtidos nas avaliações subsequentes, embora ainda tenha se mantido baixo em alguns tratamentos.

Nos tratamentos em que o preparo do solo foi realizado em toda a área da parcela (BbE e AgE), onde em princípio se proporcionou melhores condições de germinação das sementes e emergência de plântulas, o número de plantas estabelecidas foi menor em praticamente todas as épocas de avaliação. No entanto, a altura média na 2ª avaliação (Quadro 14), foi maior nestes tratamentos, especialmente no caso do tratamento AgE. O grande número de plantas estabelecidas inicialmente nos tratamentos em sulcos (BbS e AgS) e covas (BbC, BbCE, AgC e AgCE), função da

QUADRO 13 - Número de plantas das espécies introduzidas por m², de acordo com a época de avaliação, sob diferentes métodos de estabelecimento (Médias de 4 repetições)

TRATAMENTOS	AVALIAÇÕES E DATAS				PARTICIPAÇÃO DAS PLANTAS INTROD.
	1a	2a	3a	4a	
	(20/02/91)	(26/03/91)	(24/04/91)	(13/12/91)	
	----- número de plantas/m ² -----				%
BbC	1	42	46	34	4,50
BbCE	1	30	26	24	4,75
BbS	1	20	20	19	3,25
BbE	1	10	6	9	12,50
AgC	3	38	35	26	2,50
AgCE	2	35	30	24	3,25
AgS	2	27	15	13	1,25
AgE	6	12	9	12	47,75

QUADRO 14 - Altura média de plantas das gramíneas introduzidas, em duas épocas de avaliação e índice de cobertura vegetal, sob diferentes métodos de estabelecimento (Médias de 4 repetições)

TRATAMENTO	AVALIAÇÕES E DATAS		INDICE DE COBERTURA VEGETAL
	1ª	2ª	
	(24/04/91)	(13/12/91)	
	altura média de plantas (cm) ⁽¹⁾		
BbC	3	7	2,500 b
BbCE	3	9	2,625 b
BbS	3	8	2,625 b
BbE	4	14	3,938 a
AgC	6	15	2,594 b
AgCE	6	18	2,594 b
AgS	6	11	2,375 b
AgE	7	34	3,859 a
PnE	-	-	4,026 a
PnT	-	-	2,540 b

(1) Altura medida na dobra da folha mais alta.

Médias seguidas da mesma letra, na vertical, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5%.

grande concentração de sementes nos sulcos e nas covas, associado à sua menor altura média, mostra que a ocorrência de uma competição intra-específica por luz, água e nutrientes tende a aumentar com o tempo. Além disso, há a ocorrência de competição entre espécies nativas e introduzidas. O decréscimo generalizado do número de plantas por m², da 2ª para a 4ª avaliação, confirma essa tendência que também foi verificada por COSER & CRUZ FILHO (1989) na introdução de leguminosas através de semeadura em covas e em sulcos em pastagens de capim-gordura.

Os maiores valores do índice de cobertura vegetal (Quadro 14) foram observados nos tratamentos com escarificação, tanto para a pastagem nativa como para as introduzidas, estando estreitamente relacionados com os menores valores de perda de solo e com a maior altura média de plantas das espécies introduzidas. Apesar do hábito de crescimento cespitoso favorecer uma maior altura média para o *A. gayanus*, o desempenho das duas espécies exóticas em relação à cobertura do solo, à exceção dos tratamentos BbE e AgE, foi semelhante ao da testemunha ($p > 0,05$).

5. RESUMO E CONCLUSOES

Objetivou-se com o presente trabalho, avaliar as perdas de solo por erosão e a produtividade de pastagens nativas melhoradas, com e sem a introdução de espécies exóticas, em diferentes sistemas de preparo do solo, visando sugerir alternativas que possam minorar os problemas de erosão tão comuns na microrregião dos Campos da Mantiqueira (MG). A avaliação das perdas de solo foi feita sob condições de chuva natural, através da determinação de mudanças de nível da superfície do solo, utilizando-se pinos de metal de 20cm de comprimento, cravados no solo, à profundidade de 15cm. O estudo foi realizado no período de novembro/90 a fevereiro/92, em uma área de Cambissolo distrófico (epiálico), textura muito argilosa, substrato filito, com declividade de 15%, sob pastagens nativas de campo, em São João Del Rei (MG). Os tratamentos testados, em parcelas de 36m², foram os seguintes: (BbC) *Brachiaria brizantha* (Bb) semeada em covas; (BbCE) Bb em covas + escarificação entre-covas; (BbS) Bb

em sulcos; (BbE) E b à lanço em solo escarificado; (AgC) *Andropogon gayanus* (Ag) semeado em covas; (AgCE) Ag em covas + escarificação entre-covas; (AgS) Ag em sulcos; (AgE) Ag à lanço em solo escarificado; (PnE) Pastagem nativa com escarificação; e (PnT) Pastagem nativa (testemunha). Adicionalmente, foram mantidas parcelas sem vegetação e sem nenhuma prática de manejo. Após o preparo do solo, à exceção da testemunha, procedeu a calagem (1,967 t/ha) e a adubação (100 kg P₂O₅ e 45 kg K₂O/ha), sendo o N aplicado em cobertura na dose de 40 kg/ha.

Em relação aos parâmetros de solo, avaliados durante e ao final do período experimental, foram verificadas pequenas alterações no pH e redução dos valores de alumínio trocável. Não foram constatadas diferenças acentuadas entre os tratamentos no que se refere ao teor de matéria orgânica, que apresentou um aumento na 2ª época de amostragem. A argila dispersa em água tendeu a diminuir com o tempo de cultivo, enquanto a estabilidade de agregados em água apresentou uma pequena variação ao final do experimento.

A simples manutenção da vegetação de campo nativo (tratamento PnT) reduziu as perdas de solo em 85% em relação ao solo descoberto (22,4 t/ha *versus* 151,2 t/ha), o que demonstra o potencial de perda de solo no período entre a queimada (prática de manejo comum na microrregião) e a rebrota do pasto. Quando se compara os demais tratamentos, as menores perdas de solo foram registradas nos tratamentos PnE (3,4 t/ha), BbE (4,5 t/ha) e AgE (5,4 t/ha), que se enquadram dentro da tolerância de perdas por erosão, calculada para esse solo.

Em relação à produção de matéria seca, diferenças significativas entre tratamentos foram observadas somente no 4º corte (427 dias após a semeadura), indicando ser gradativo o processo de estabelecimento das espécies introduzidas. Os maiores valores para produção de matéria seca (2241, 2213 e 2129 kg/ha) foram obtidos nos tratamentos PnE, BbS e AgE, respectivamente ($p < 0,05$), em relação ao tratamento PnT, indicando o efeito benéfico da escarificação, associada à calagem e adubação, e da semeadura em sulcos. Essas práticas de melhoria também estiveram associadas a aumentos no índice de cobertura do solo que foi maior nos tratamentos PnE (51 a 75%), BbE e AgE (26 a 50%), diferentes estatisticamente dos demais ($p < 0,05$).

Uma análise global dos resultados obtidos até o momento enfatiza a possibilidade de melhoramento dessas pastagens nativas através da escarificação, calagem e adubação, e o potencial da introdução de gramíneas com o uso destas práticas de manejo visando aumentar a quantidade de forragem disponível, dentro dos limites de perdas toleráveis por erosão.

6. SUMMARY AND CONCLUSIONS

SOIL LOSSES AND PRODUCTIVITY OF IMPROVED NATIVE PASTURES UNDER DIFFERENT MANAGEMENT PRACTICES IN DYSTROPHIC (EPIALLIC) CAMBISOL (INCEPTISOL) AT CAMPOS DA MANTIQUEIRA (MG)

The objective of this work was to evaluate the soil losses by erosion and the native pastures productivity with and without introduction of exotic species under different systems of soil management aiming to suggest alternatives which could decrease the erosion problems so common in the micro-region of Campos da Mantiqueira (MG). The soil losses were evaluated under natural rainfall conditions measuring changes in the level of soil surface by erosion process. It were utilized 20cm length metal pines stuck into the ground at 15cm depth. The study was conducted from November/1990 to February/1992 in an area of dystrophic (epiallic), very clayey, undulating relief (15% slope), substrate poor metapellitic rocks, Cambisol (Inceptisol).

The studied area is located in the county of São João Del Rei, Minas Gerais State, Brazil. The tested treatments, in plots measuring 36m² each, were the following: (BbC) *Brachiaria brizantha* (Bb) sowed in pits; (BbCE) Bb in pits + scarification among pits; (BbS) Bb in furrows; (BbE) Bb broadcasted in scarified soil; (AgC) *Andropogon gayanus* (Ag) sowed in pits; (AgCE) Ag in pits + scarification among pits; (AgS) Ag in furrows; (AgE) Ag broadcasted in scarified soil; (PnE) Native pasture with scarification; (PnT) Native pasture. Additionally, plots without vegetation and management practices were maintained. After soil preparation, with exception of the control, it were performed liming (1.967 t/ha) and fertilization (100 kg P₂O₅ and 45 kg K₂O), being the N applied in cover at the dose of 40 kg/ha.

The evaluation of soil chemical parameters showed a small alteration in pH values and reduction of exchangeable aluminum values. Acentuated differences among the treatments were not detected for the soil organic matter, which presented a higher value in the second epoch of evaluation. The water dispersible clay showed a tendency of reduction and the stability of aggregates in water presented a small alteration at the final of the experiment.

The single maintenance of native vegetation (treatment PnT) reduced the soil losses in 85% in relation to bare soil (22.4 t/ha versus 151.2 t/ha), which showed the potential of soil losses in the period between the fire treatment (a common management practice in this micro-region) and the growth initial stage of pasture. In relation to the other treatments, the

smallest soil losses were registered in PnE (3.4 t/ha), Bb (4.5 t/ha) and AgE (5.4 t/ha), which are in accordance with the soil losses tolerance limits calculated for this soil.

The forages showed significative differences for the dry matter production among the treatments only in the fourth evaluation, which indicates the gradative process of exotic species stablishment. The highest values of dry matter production (2241, 2213 e 2129 kg/ha) were obtained in PnE, BbS and AgE, respectively ($p < 0.05$) in relation to PnT, indicating the benefic effect of scarification in association with lime + fertilization and furrow sowing. These management practices were also associated with increases in the soil cover index, wich was highest in PnE (soil cover of 51 to 75%), BbE and AgE (soil cover of 26 to 50%), statically different of the others treatments ($p < 0.05$).

A global analysis of data obtained at the current research stage, suggests the possibility of improvement of these native pastures by scarification, liming and fertilization, and the potential of exotic species introduction using these management practices aiming to increase the quantity increases of available forage in accordance with the soil losses tolerance limits.

17. BLAKE, G.R. & HARTGE, K.H. Particle density. In: KLUTE, A., ed. Methods of soil analysis, 2.ed. Madison, American Society of Agronomy, 1986b. v.1, p.377-82.
18. BOGDAN, A.V. Tropical pasture and fodder plants; grasses and legumes. London, Longman, 1977. 475p.
19. BONSU, M. Effect of liming on maize production and erosion on an acid soil in SW Ghana. Tropical Agriculture, Trinidad, 68(3):271-3, July 1991.
20. BOTREL, M.A. Alternativas forrageiras para formação de pastagens na região Campos das Vertentes. In: REUNIAO DE TRABALHO: PASTAGENS NATIVAS E DESENVOLVIMENTO DE PASTAGENS PARA GADO DE LEITE NA ZONA DOS CAMPOS DAS VERTENTES, Lavras, ESAL/EMBRAPA-CNPGL, 1992. (No prelo)
21. _____ ; ALVIM, M.J. & MOZZER, O.L. Avaliação agronômica de gramíneas forrageiras sob pastejo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 22(9/10):1019-25, set./out. 1987.
22. BOWN, T.A. The role of grassland in erosion control in Hawaii. In: PAN AMERICAN SOIL CONSERVATION CONGRESS, 1, São Paulo, 1966. Anais... São Paulo, Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo/Ministério da Agricultura, 1966. p.841-6.

23. BRASIL. Ministério da Agricultura. Escritório de Meteorologia. Normais climatológicas (Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro, Guanabara). Rio de Janeiro, 1969. v.3. 98p.
24. _____. Ministério das Minas e Energia. Projeto Radambrasil, folhas SF. 23/24, Rio de Janeiro/Vitória. Rio de Janeiro, 1983. 775p.
25. CABEDA, M.S.V. Degradação física e erosão do solo. In: SIMPOSIO DE MANEJO DO SOLO E PLANTIO DIRETO NO SUL DO BRASIL, 1, Passo Fundo, 1983. Anais... EMBRAPA-CNPT, 1984. p.28-33.
26. CARON, J.; KAY, B.D. & PERFECT, E. Short-term decrease in soil structural stability following brome grass establishment on a clay loam soil. Plant and Soil, The Hague, 145:121-30, 1992.
27. CARPENEDO, V. & MIELNICZUK, J. Estado de agregação e qualidade dos agregados de Latossolos Roxos, submetidos a diferentes sistemas de manejo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 14(1):99-105, jan./abr. 1990.
28. CARVALHO, M.M. & CRUZ FILHO, A.B. Estabelecimento de pastagens. Coronel Pacheco, EMBRAPA-CNPGL, 1985. 46p. (EMBRAPA-CNPGL. Circular Técnica, 26).

29. CASTRO, O.M.; CAMARGO, O.A.; VIEIRA, S.R.; DECHEN, S.C.F. & CANTARELLA, H. Caracterização química e física de dois latossolos em plantio direto e convencional. Campinas, Instituto Agrônômico, 1987. 23p. (Boletim Científico, 11).
30. _____ ; CAMARGO, O.A. ; VIEIRA, S.R. ; QUAGGIO, J.A. & VASQUES FILHO, J. Efeito de dois tipos de calcário em atributos físicos de um Latossolo Vermelho-Escuro e de um Podzólico Vermelho- Amarelo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIENCIA DO SOLO, 22, Recife, 1989. Anais... Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1989. p.64-5.
31. CASTRO FILHO, C. & LOGAN, T.J. Liming effects on the stability and erodibility of some Brazilian Oxisols. Soil Science Society of America Journal, Madison, 55(5):1407-13, Sept./Oct. 1991.
32. CATEN, A. Influência de sistemas de cultivo nas características químicas de um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, argiloso, originalmente sob cerrado. Lavras, ESAL, 1982. 122p. (Tese MS)
33. CERRI, C.C. Dinâmica da matéria orgânica em solos de pastagens. In: SIMPOSIO SOBRE ECOSISTEMA DE PASTAGENS, Jaboticabal, 1989. Anais... Jaboticabal, FUNEP, 1989. p.135-47.

34. COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais; 4ª aproximação, Lavras, 1989. 176p.
35. COSER, A.C. & CRUZ FILHO, A.B. Estabelecimento de leguminosas em pastagens de capim-gordura. Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Viçosa, 18(5):410-6, 1989.
36. COSTA, N.L.; OLIVEIRA, J.R.C. & GONÇALVES, C.A. Avaliação agronômica de gramíneas forrageiras em Rondônia, Brasil. Pasturas tropicales, Cali, 11(11):21-4, 1989.
37. COSTA JUNIOR, M.A. A pecuária leiteira no Brasil e em Minas Gerais, Belo Horizonte, 1985. n.p.
38. COUTINHO, L.M. O conceito de cerrado. Revista Brasileira de Botânica, São Paulo, 1(1):17-23, 1978.
39. COUTO, W. ; LEITE, G.G. & KORNELIUS, E. The residual effect of phosphorus and lime on the performance of four tropical grasses in a high P fixing Oxisol. Agronomy Journal, Madison, 75(1):39-42, Jan. 1985.

40. CRUZ FILHO, A.B.; COSER, A.C. & NOVELLY, P.E. Comparação entre métodos de plantio de *Brachiaria decumbens* em pastagens de capim-gordura em áreas montanhosas. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, 15(4):297-306, 1986.
41. CURI, N. Relações solo-pastagens na região dos Campos das Vertentes (MG). Lavras, 1991. 24p. (Relatório apresentado à EMBRAPA-CNPGL).
42. DADALTO, G.G.; COSTA, L.M. & MOURA FILHO, W. Alterações em características físicas de solos cultivados com pastagem. *Revista Ceres*, Viçosa, 36(206):317-29, 1989.
43. DANIELSON, R.E. & SUTHERLAND, P.L. Porosity. In: KLUTE, A., ed. *Methods of soil analysis*, 2.ed., Madison, American Society of Agronomy, 1986. v.1, p.443-61.
44. DECHEN, S.C.F.; LOMBARDI NETO, F. & CASTRO, O.M. Gramíneas e leguminosas e seus restos culturais no controle da erosão em um Latossolo Roxo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 5:133-7, 1981.
45. DEDECEK, R.A. Coberturas permanentes do solo na erosão sob condições de cerrados. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 24(4):483-8, abr. 1989.

46. DEDECEK, R.A. ; RESCK, D.V.S. & FREITAS JUNIOR, E. Perdas de solo, água e nutrientes por erosão em Latossolo Vermelho-Escuro dos cerrados em diferentes cultivos sob chuva natural. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 10(3):265-72, 1986.
47. ELTZ, F.L.F.; COGO, N.P. & MIELNICZUK, J. Perdas por erosão em diferentes manejos de solo e coberturas vegetais em solo Laterítico Bruno Avermelhado distrófico (São Jerônimo). I. Resultados do primeiro ano. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 1:123-7, 1977.
48. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite. Programa de pesquisa em pastagens para a região dos "Campos das Vertentes". Coronel Pacheco, 1987. 4p.
49. _____. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, 1979. n.p.
50. FASSBENDER, H.W. Química de suelos; con énfasis en suelos de America Latin. San José, Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas, 1982. 422p.

51. FERNANDES, M.R. Alterações em propriedades de um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, fase cerrado, decorrentes da modalidade de uso e manejo. Viçosa, UFV, 1982. 65p. (Tese MS)
52. _____, Coord. Práticas conservacionistas para áreas acidentadas dos estados de Minas Gerais, Espírito Santo e Rio de Janeiro. Belo Horizonte, EMATER-MG, s.d., 46p.
53. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. La erosión del suelo por el agua; algunas medidas para combatirla en las tierras de cultivo. Roma, Organización de Las Naciones Unidas, FAO, 1967. 207p.
54. GALINDO, I.C.L. & MARGOLIS, E. Tolerância de perdas por erosão para solos do Estado de Pernambuco. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 13:95-100, 1989.
55. GHANI, M.O.; HASAN, K.A. & KHAN, M.F.A. Effect of liming on aggregation, noncapillary pore space, and permeability of a lateritic soil. Soil Science, Baltimore, 80:469-78, 1955.
56. GLEASON, C.H. Reconnaissance methods of measuring erosion. Journal of Soil and Water Conservation, Fairmont, 12:105-7, 1957.

57. GOEDERT, W.J. & LOBATO, E. Avaliação agronômica de fosfatos em solo de cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 8:97-102, 1984.
58. _____ ; RITCHEY, K.D. & SANZONOWICZ, C. Desenvolvimento radicular do capim-andropogon e sua relação com o teor de cálcio no perfil do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 9:89-91, 1985.
59. GOLDSMITH, F.B. & HARRISON, C.M. Description and analysis of vegetation. In: CHAPMAN, S.B., ed. *Methods in plant ecology*, New York, John Wiley Sons, 1976. p.85-155.
60. GREENLAND, D.J. Changes in the nitrogen status and condition of soils under pasture with special reference to the maintenance of the fertility of Australian soils used for growing wheat. *Soil and Fertilizers*, 34:237-50, 1971.
61. GROHMANN, F. Distribuição do tamanho de poros em três tipos de solo do Estado de São Paulo. *Bragantia*, Campinas, 19:319-28, 1960.
62. HAMBLIN, A.P. The influence of soil structure on water movement crop root growth, and water uptake. *Advances in Agronomy*, Orlando, 38:95-158, 1985.
63. HAYNES, R.J. Lime and phosphate in the soil-plant system. *Advances in Agronomy*, Orlando, 27:249-315, 1984.

64. HUMPHREYS, L.R. Tropical pasture and fodder crops. London, Longman, 1978. 135p.
65. ITALIANO, E.C.; GOMIDE, J.A. & MONNERAT, P.H. Doses e modalidades de aplicação de superfosfato simples na semeadura do capim-jaraguá. Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Viçosa, 10(1):1-10, 1981.
66. JENKINSON, D.S. Studies on the decomposition of plant material in soil. V. The effects of plant cover and soil type on the loss of carbon from ^{14}C labelled ryegrass decomposing under fields conditions. Journal of Soil Science, London, 28(3):424-34, 1977.
67. JUCKSCH, I.; COSTA, L.M.; MOURA FILHO, W.; RIBEIRO, A.C. & SOPRANO, E. Efeito da calagem na dispersão de argila de um Latossolo Vermelho-Escuro. Revista Ceres, Viçosa, 33(189):456-60, 1986.
68. KAY, B.D. Rates of change in soil structure under different cropping systems. Advances in Soil Science, 12:1-52, 1990.
69. KEMPER, W.D. & ROSENAU, R.C. Aggregate stability and size distribution. In: KLUTE, A., ed. Methods of soil analysis, 2.ed. Madison, American Society of Agronomy, 1986. v.1, p.425-42.

70. KLUTE, A. Water retention: laboratory methods. In: _____ ,
ed. Methods of soil analysis, 2.ed. Madison, American
Society of Agronomy, 1986. v.1, p.635-62.
71. KONONOVA, M.M. Soil organic matter; its nature, its role in
soil formation and in soil fertility, Pergamon Press,
1961. 450p.
72. KORNELIUS, E.; SAVERESSIG, M.G. & GOEDERT, W.J.
Establecimiento y manejo de praderas en los cerrados del
Brasil. In: TERGAS, L.E. & SANCHEZ, P.A., ed.
Producción de pastos en suelos acidos de los tropicos.
Cali, CIAT, 1979. p.159-79.
73. KRUMBEIN, W.C. & PETTIJOHN, F.J. Manual of sedimentary
petrography. New York, Appleton Century-Crofts, 1938.
549p.
74. LAL, R. Conservation tillage for sustainable agriculture:
tropics versus temperate environments. Advances in
Agronomy, San Diego, 42:85-197, 1989.
75. _____. Soil erosion from tropical arable lands and its
control. Advances in Agronomy, New York, 37:183-247, 1984.

76. LAL, R. ; VLLESCHAUWER, D. De & NGANJE, R.M. Changes in properties of newly cleared tropical Alfisols as affected by mulching. Soil Science Society of America Journal, Madison, 44:827-33, 1980.
77. LEMOS, P.O.C. & LUTZ, J.F. Soil crusting and some factors affecting it. Soil Science Society of America Proceedings, Madison, 21(6):485-91, Nov./Dec. 1957.
78. LIMA, J.M.; CURI, N.; RESENDE, M. & SANTANA, D.P. Dispersão do material de solo em água para avaliação indireta da erodibilidade de latossolos. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 14(1):85-90, 1990.
79. MARQUES, J.Q.A. Determinação de perdas por erosão. Archivo Fitotécnico del Uruguay, Montevideo, 4(3):505-56, 1951.
80. _____. Processos modernos de preparo do solo e defesa contra a erosão. Salvador, Instituto Central de Fomento Econômico da Bahia, 1950. 198p.
81. MEHRA, O.P. & JACKSON, M.L. Iron oxide removed from soils and clays by a dithionite-citrate system buffered with sodium bicarbonate. Clays and Clays Minerals, New York, 7:317-27, 1960.
82. MEXICO. Colegio de Postgraduados. Manual de conservación del suelo y del agua. Mexico, SAHR, 1977. 574p.

83. MILLER, W.P. & BAHARUDDIN, M.K. Relationship of soil dispersability to infiltration and erosion of southeastern soils. *Soil Science*, Baltimore, 142:235-40, 1986.
84. MORAES, W.V. Comportamento de características e propriedades físicas de um Latossolo Vermelho Escuro, submetido a diferentes sistemas de cultivos. Lavras, ESAL, 1984. 107p. (Tese MS)
85. MORELLI, M. & FERREIRA, E.B. Efeito do carbonato de cálcio e do fosfato diamônico em propriedades eletroquímicas e físicas de um latossolo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 11(1):1-6, 1987.
86. MORGAN, R.P.C. Implications. In: KIRKBY, M.J. & MORGAN, R.P.C., eds. *Soil erosion*. Chichester, John Wiley & Sons, 1980. p.253-301.
87. NEIVA, J.N.M. Crescimento e valor nutritivo de pastagens nativas submetidas ou não ao tratamento de queima. Lavras, ESAL, 1990. 97p. (Tese MS)
88. NIMER, E. Clima. In: BRASIL. IBGE. *Geografia do Brasil: região Sudeste*, Rio de Janeiro, SERGRAF-IBGE, 1977. p. 51-89.

89. NUERNBERG, N.J.; STAMMEL, J.G. & CABEDA, M.S.V. Efeito de sucessão de culturas e tipos de adubação em características físicas de um solo da encosta basáltica Sul Rio-Grandense. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 10:185-90, 1986.
90. NUNES, S.G.; BOOCK, A.; PENTEADO, M.I.O. & GOMES, D.T. *Brachiaria brizantha* cv. marandu. 2.ed. Campo Grande, EMBRAPA-CNPGC, 1985. 31p. (EMBRAPA-CNPGC. Documentos, 21).
91. OADES, J.M. Soil organic matter and structural stability: mechanisms and implications for management. *Plant and Soil*, The Hague, 76:319-37, 1984.
92. OSTER, J.D.; SHAINBERG, I. & WOOD, J.D. Flocculation value and gel structure of Na/Ca montmorillonite and illite suspension. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, 44:955-9, 1980.
93. PIMENTEL GOMES, F. *Curso de estatística experimental*. 12.ed. Piracicaba, Nobel, 1987. 467p.
94. PCTT, A. O papel da pastagem na modificação da vegetação clímax. In: SIMPOSIO SOBRE ECOSSISTEMA DE PASTAGENS, Jaboticabal, 1989. *Anais...* Jaboticabal, FUNEP, 1989. p.43- 67.

95. QUINTAO, S.O. & CRUZ FILHO, A.B. Estimativas do potencial forrageiro das pastagens nativas de campo; levantamento florístico. Relatório Técnico. Coronel Pacheco, EMBRAPA-CNPGL, 1989. 7p.
96. RAMOS, A.D. & MARINHO, H.E. Estudo da erodibilidade de um solo litólico sem cobertura vegetal e sob duas condições de pastagem nativa de caatinga. Sobral, EMBRAPA-CNPCOT, 1980. 16p. (EMBRAPA-CNPCOT. Boletim de Pesquisa, 02).
97. REID, J.B. & GOSS, M.J. Effect of living roots of different plant species on the aggregate stability of two arable soils. *Journal of Soil Science, London*, 32:521-41, 1981.
98. RESENDE, M. Aplicações de conhecimentos pedológicos à conservação de solos. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 11(128):3-18, 1985.
99. _____. Caracterização dos solos tropicais. Brasília, ABEAS, 1987. 182p. (Curso de Agricultura Tropical, Módulo 2.1).
100. _____. Pedologia. Viçosa, UFV, 1982. 100p.
101. _____ ; REZENDE, S.B. & CARMO, D.N. Roteiro pedológico. Viçosa, UFV, 1990. (No prelo).

102. ROSA JUNIOR, E.J. Efeito de sistema de manejo e tempo de uso sobre características físicas e químicas de dois solos no município de Ponta Pora. Viçosa, UFV, 1984. 89p. (Tese MS)
103. ROTH, C.H.; CASTRO FILHO, C. & MEDEIROS, G.B. Análise de fatores físicos e químicos relacionados com a agregação de um Latossolo Roxo distrófico. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 15(3):241-8, set./dez. 1991.
104. _____ & PAVAN, M.A. Effects of lime and gypsum on clay dispersion and infiltration in samples of a Brazilian Oxisol. Geoderma, Amsterdam, 48:351-61, 1991.
105. _____ ; PAVAN, M.A. ; CHAVES, J.C.D. ; MEYER, B. & FREDE, H.G. Efeitos das aplicações de calcário e gesso sobre a estabilidade de agregados e infiltração de água em um Latossolo Roxo cultivado com cafeeiros. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 10:163-6, 1986.
106. SANCHEZ, P.A. Suelos del trópico: características y manejo. San José, Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas, 1981. 660p. (Série de Libros y Materiales Educativos, 48).

107. SANCHEZ, P.A. & SALINAS, J.G. Low-input technology for managing Oxisols and Ultisols in Tropical America. *Advances in Agronomy*, New York, 34:279-406, 1982.
108. SARAIVA, O.F. Recuperação de pastagens e seus efeitos sobre as perdas por erosão em áreas acidentadas com capim-gordura. Relatório Final de Pesquisa. Coronel Pacheco, EMBRAPA-CNPGL, 1981. 6p.
109. _____ ; COGO, N.P. & MIELNICZUK, J. Erosividade das chuvas e perdas por erosão em diferentes manejos de solo e coberturas vegetais em solo Laterítico Bruno Avermelhado distrófico. I. Resultados do segundo ano. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 16(1):121-8, jan. 1981.
110. SILVA, I.F.; ANDRADE, A.P.; CAMPOS FILHO, O.R. & OLIVEIRA, F.A.P. Efeito de diferentes coberturas vegetais e de práticas conservacionistas no controle de erosão. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 10(3):289-92, 1986.
111. SINGH, R.D. & CHATTERJEE, B.N. Growth analysis of perinneal grasses in tropical India. I. Herbage growth in pure grass swards. *Experimental Agriculture*, New York, 4(2):117-25, 1968.

112. SINGH, R.D. ; PREMCHAND, & RAHAMAN, A. A herbage growth of pearl-millet Napier grass hibrid when compared with other grasses. Indian Journal of Agricultural Science, New Delhy, 42(3):218-22, 1972.
113. SKIDMORE, E.L.; CARSTENSON, W.A. & BANBURY, E.E. Changes resulting from cropping. Soil Science Society of America Proceedings, Madison, 39:964-7, 1975.
114. SOUZA FILHO, A.P.S.; MEIRELLES, P.R.L. & MOCHIUTTI, S. Desempenho agronômico de gramíneas forrageiras em condições de Campo Cerrado do Amapá, Brasil. Pasturas Tropicales, Cali, 14(1):17-21, 1992.
115. SOUZA, L.S. & COGO, N.P. Caracterização física em solo da unidade de mapeamento São Jerônimo (Paleudult), em três sistemas de manejo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 2:170-5, 1978.
116. STALLINGS, J.H. Soil conservation. New York, Prentice-Hall, 1957. 575p.
117. TEIXEIRA, W.G. Métodos de manejo em Cambissolo distrófico (epialíco) para a implantação de gramíneas forrageiras em pastagens nativas da microrregião dos Campos da Mantiqueira (MG). Lavras, ESAL, 1993. n.p. (Tese de Mestrado).

118. TEIXEIRA, W.G. ; SANTOS, D.; CURI, N.; EVANGELISTA, A.R.; FAQUIN, V. & GUEDES, G.A.A. Resposta de *Andropogon gayanus*, *Brachiaria decumbens* e *Brachiaria brizantha* a níveis de fósforo em Cambissolo álico, em casa de vegetação. In: REUNIAO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 20, Piracicaba, 1992. Anais... Piracicaba, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992. p.276-7.
119. THOMAS, G.W. & HARGROVE, W.L. The chemistry of soil acidity. In: Soil acidity and liming. 2.ed. Madison, American Society of Agronomy, 1984. p.3-56.
120. TISDALE, S.L. & NELSON, W.L. Soil fertility and fertilizers. New York, McMillan, 1975. 694p.
121. TISDALL, J.M. & OADES, J.M. Organic matter and water-stable aggregation in soils. Soil Science, 33:141-63, 1982.
122. _____ & _____. Stabilization of soil aggregates by root systems of ryegrass. Australian Journal of Soil Research, Victoria, 17:429-41, 1979.
123. VETTORI, L. Métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo-MA, 1969. 24p. (Boletim Técnico, 7).

124. VILELA, H.; OLIVEIRA, S.; GARCIA, A.B. & VILELA, E.
Rendimento em peso vivo de novilhos azebuados e capacidade de suporte de pastagem natural e melhorada estabelecidas em Litossol distrófico (fase Campo Limpo). Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Viçosa, 7(2):208-19, 1978.
125. WHITELEY, G.M. The deformation of soil by penetrometers and root tips of *Pisum sativum*. Plant and Soil, The Hague, 117:201-5, 1989.
126. ZIMMER, A.H. Pastagens para bovinos de corte. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PASTAGENS e SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 8, Piracicaba, 1986. Anais... Piracicaba, FEALQ, 1986. p.323-50.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

01. AFONSO NETO, M.J. Garantia de produção de leite e carne. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 11(132):1, 1985.
02. AINA, P.O. Soil changes resulting from long-term management practices in Western Nigeria. Soil Science Society of America Journal, Madison, 43:173-7, 1979.
03. ALMEIDA, J.R. Cronocromossequência de solos originados de rochas pelíticas do Grupo Bambuí. Viçosa, UFV, 1979. 150p. (Tese MS).
04. _____ & RESENDE, M. Considerações sobre o manejo de solos rasos desenvolvidos de rochas pelíticas no Estado de Minas Gerais. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 11(128):19-26, 1985.

05. ANDRADE, R.P. & LEITE, G.G. Pastagens na região dos cerrados. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 13(153/154):26-39, 1988.
06. _____ ; SANZONOWICZ, C.; GOMES, D.T.; ROCHA, C.M.C.; COUTO, W.; THOMAS, D. & MOORE, C.P. Recomendações preliminares para a formação de capim andropogon. Planaltina, EMBRAPA-CPAC, 1980. 3p. (EMBRAPA-CPAC. Comunicado Técnico, 11).
07. ANGERS, D. A. & MEHUYS, G.R. Effects of cropping on macroaggregation of a marine clay soil. Canadian Journal of Soil Science, Ottawa, 68:723-32, 1988.
08. ARRUDA, M.L.R. Recuperação e melhoramento de pastagem. Governador Valadares, EMBRAPA/EPAMIG, 1987. 12p. (Pesquisa em andamento).
09. AZEVEDO, L.G. Tipos de vegetação do Sul de Minas e Campos da Mantiqueira (Brasil). Anais da Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, 34(2):225-34, 1962.
10. BAENA, A.R.C. O efeito de pastagens (*Panicum maximum*) na composição química do solo em floresta tropical de terra firme. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA SOBRE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 2, Passo Fundo, 1978. Anais... Passo Fundo, EMBRAPA- CNPT, 1978. p.355-77.

11. BARNETT, A.P.; CARREKER, J.R.; ABRUNA, F.; JACKSON, W.A.; DOOLEY, A.E. & HOLLADAY, J.H. Soil and water losses in runoff with selected cropping treatments on tropical soils. *Agronomy Journal*, Madison, 64(3):391-5, May/June 1972.
12. BARRETO, I.L.; VINCENZI, M.L. & NABINGER, C. Melhoramento e renovação de pastagens. In: SIMPOSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 5, Piracicaba, 1978. *Anais...* Piracicaba, Fundação Cargill, 1980. p.28-63.
13. BARUQUI, A.M. & FERNANDES, M.R. Práticas de conservação do solo. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, 11(128):55-69, 1985.
14. BERTONI, J. Conservação do solo em pastagem. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 9, São Paulo, 1965. *Anais...* São Paulo, Ministério da Agricultura/Deptº de Produção Animal/Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo, 1966. p.583-86.
15. _____ & LOMBARDI NETO, F. Conservação do solo. São Paulo, Icone, 1990. 355p.
16. BLAKE, G.R. & HARTGE, K.H. Bulk density. In: KLUTE, A., ed. *Methods of soil analysis*, 2.ed. Madison, American Society of Agronomy, 1986a. v.1, p.363-75.

A P Ê N D I C E

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A. Descrição Geral

DATA - 19/11/92

CLASSIFICAÇÃO - CAMBISSOLO DISTROFICO (EPIALICO) argila de atividade baixa A moderado textura muito argilosa fase campo cerrado relevo ondulado substrato filito.

LOCALIZAÇÃO - A aproximadamente 3 km do Distrito de São Sebastião da Vitória, Município de São João Del Rei (MG), em área da Fazenda do Sr. Miguel Afonso de Andrade Leite, reservada à experimentação.

SITUAÇÃO E DECLIVE - Trincheira situada no terço médio da encosta, com 15% de declive.

ALTITUDE - 950 metros.

LITOLOGIA - Rochas metapelíticas (filito).

MATERIAL DE ORIGEM - Produto de alteração do filito

RELEVO - Ondulado

EROSÃO - Laminar severa, com presença de ravinamento na área

DRENAGEM - Moderadamente drenado

VEGETAÇÃO - Campo cerrado

USO ATUAL - Pastagens nativas

CLIMA - Cwa [temperado suave (mesotérmico)] da Classificação de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR - C.S. Chagas, N.F.B. Giarola e N. Curi.

B. Descrição Morfológica

- Ap 0 - 18cm, bruno-amarelado-escuro (10YR 4/4, úmido); muito argiloso; fraca média e grande granular e moderada média blocos subangulares; firme, plástico e pegajoso; transição clara e plana.
- AB 18 - 28cm, bruno-amarelado (10YR 5/7, úmido); muito argiloso; moderada pequena e média blocos subangulares; firme, plástico e pegajoso; transição clara e plana.
- Bi 28 - 36cm, bruno-forte (7,5YR 5/8, úmido); muito argiloso; fraca a moderada pequena e média blocos subangulares; firme, plástico e pegajoso; transição clara e plana.
- BC1 36 - 65 (61-71)cm, amarelo-avermelhado (6YR 6/6, úmido); muito argiloso; fraca pequena e média blocos subangulares; firme, plástico e pegajoso; transição gradual e ondulada.
- BC2 65 - 91 (88-96)cm, amarelo-avermelhado (5YR 6/6, úmido); argilosa; fraca pequena e média blocos subangulares; firme, plástico e pegajoso; transição gradual e ondulada.
- C 91 - 110cm+, amarelo-avermelhado (4YR 6/6, úmido); argila a muito argiloso; fraca média blocos subangulares; firme, plástico e pegajoso.

RAÍZES

- Raízes comuns finas e médias no Ap, poucas finas e médias em AB e Bi e praticamente ausentes nos demais horizontes.

- OBSERVAÇÕES
- Ocorrência de forte adensamento no perfil, principalmente a partir do horizonte Bi.
 - Ocorrência em Bi e, a partir deste, de pontuações amarelo-brunadas (10YR 6/6).
 - Poros comuns e pequenos no Ap, AB e Bi; e poucos e pequenos nos demais horizontes.

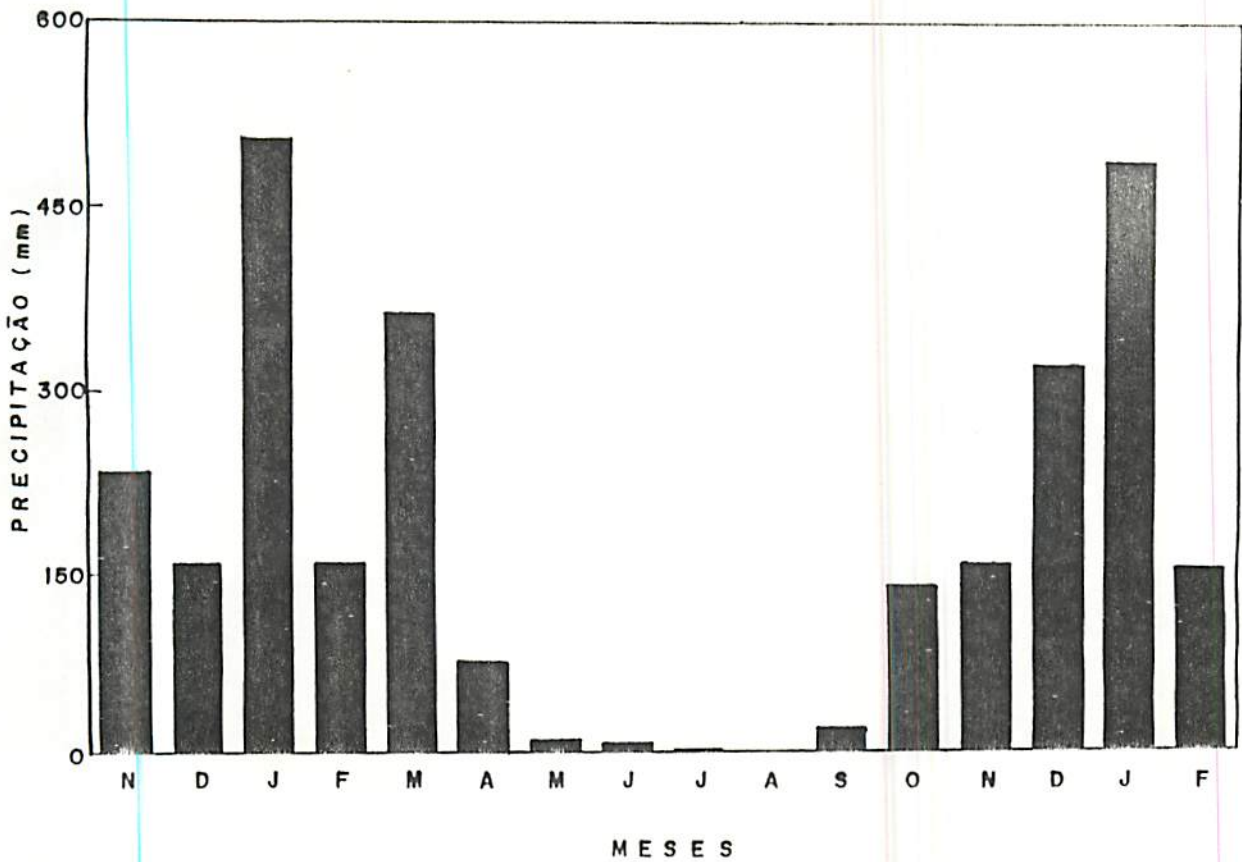
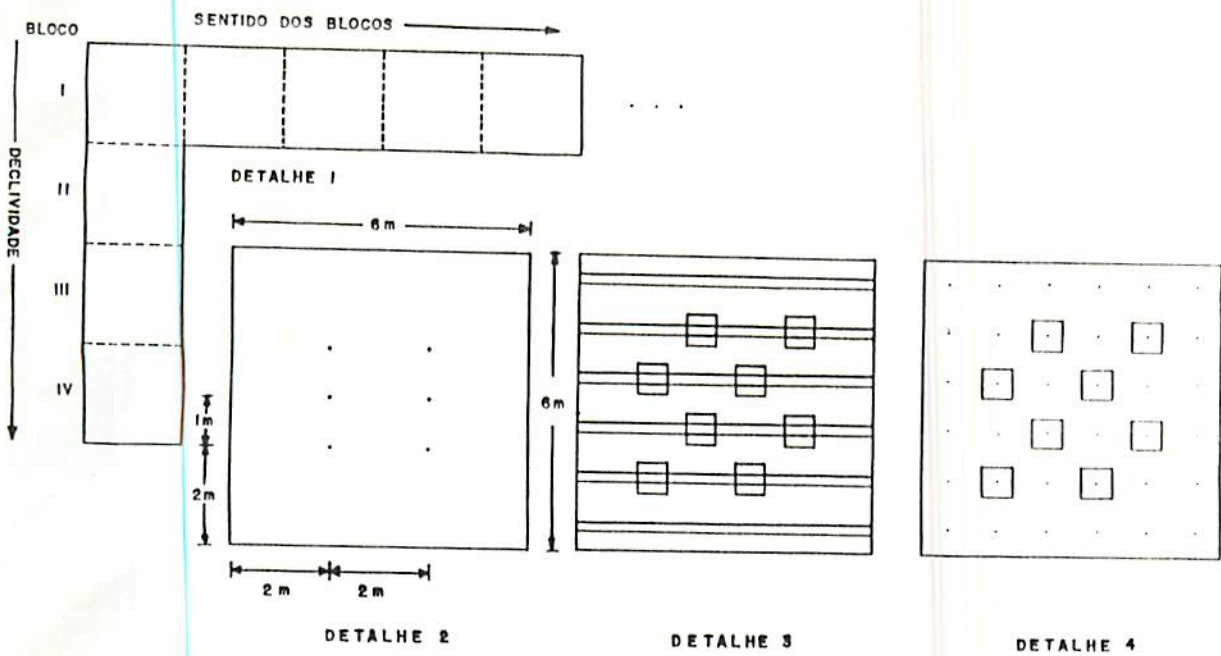


FIGURA 1A - Precipitações pluviométricas mensais durante o período de novembro de 1990 a fevereiro de 1992. São Sebastião da Vitória, Município de São João Del Rei (MG).



- Detalhe 1 - Blocos, mostrando a disposição das parcelas.
- Detalhe 2 - Parcelas, mostrando a disposição dos pinos dentro da área útil.
- Detalhe 3 - Parcelas, mostrando os pontos de amostragem nos tratamentos com sulcos.
- Detalhe 4 - Parcelas, mostrando os pontos de amostragem nos tratamentos com covas.

FIGURA 2A - Representação esquemática do experimento no campo, mostrando a disposição dos pinos dentro das parcelas e o esquema de amostragem utilizado nos tratamentos com sulcos e covas.

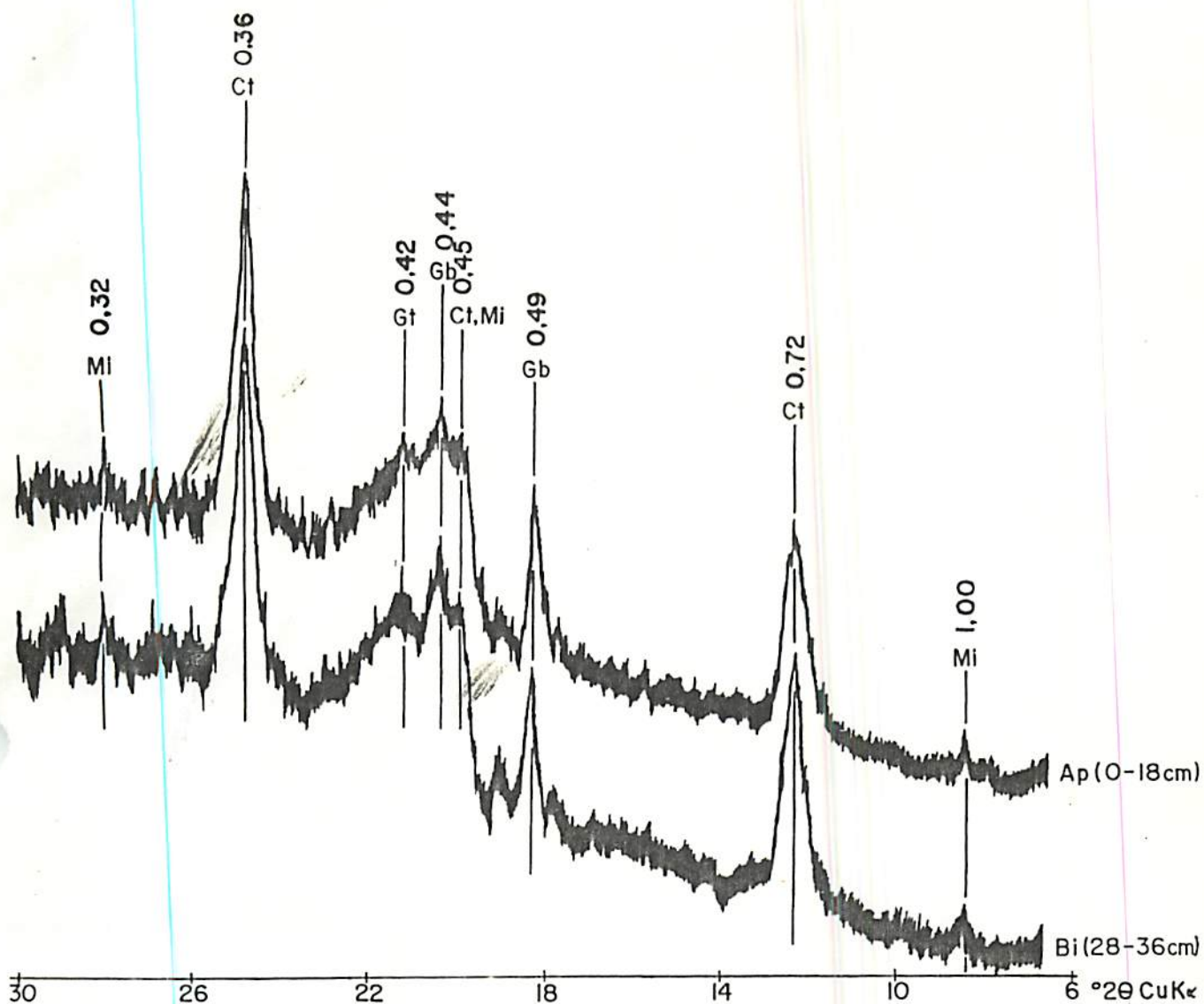


FIGURA 3A - Difratoogramas de raios X representativos da fração argila saturada com Na^+ (método do pó) dos horizontes Ap e Bi do Cambissolo estudado. Mi=mica; Ct=caulintia; Gb=gibbsita; Gt=goethita. Os números representam espaçamentos d em nm.