

FABIANA CABRAL DA SILVA

**MÉTODOS DE SEMEADURA E USO DE MANTAS NO CONTROLE DE
EROSÃO EM TALUDES DE CORTE**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Ciência Florestal, para obtenção do
título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2008

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

S586m
2008

Silva, Fabiana Cabral, 1978-

Métodos de semeadura e uso de mantas no controle
de erosão em taludes de corte / Fabiana Cabral Silva.
– Viçosa, MG, 2008.
x, 63f.: il. (algumas col.) ; 29cm.

Inclui anexo.

Orientador: James Jackson Griffith.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 39-44.

1. Proteção ambiental. 2. Solos - Erosão. 3. Solos -
Conservação. 4. Semeadura. 5. Taludes (Mecânica do
Solo). I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDO adapt CDD 634.9424

FABIANA CABRAL DA SILVA

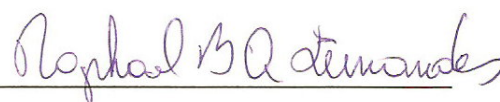
**MÉTODOS DE SEMEADURA E USO DE MANTAS NO CONTROLE DE
EROSÃO EM TALUDES DE CORTE**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Ciência Florestal, para obtenção do
título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 17 de abril de 2008.



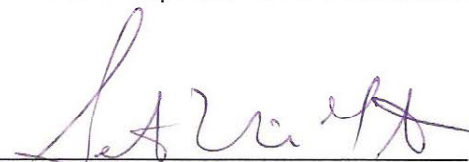
Prof. Dilermando M. da Fonseca
(Co-orientador)



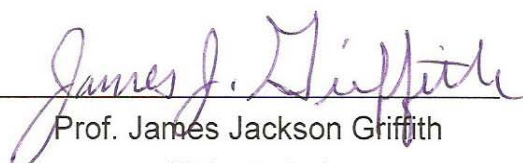
Prof. Raphael B. A. Fernandes



Prof. Haroldo Nogueira de Paiva



Prof. Sebastião Venâncio Martins



Prof. James Jackson Griffith
(Orientador)

Aos meus pais, Oswaldo e Dulceli.
As minhas irmãs, Luciana e Tatiana.
A Deus, por tudo.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela presença constante em minha vida e por ter colocado pessoas tão especiais no meu caminho.

À Capes, pela concessão da bolsa de pesquisa.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Engenharia Florestal.

Ao professor James J. Griffith.

Ao professor Dilermando Fonseca, do Departamento de Zootecnia, pela atenção e pela valiosa contribuição para a execução deste trabalho e para a vida.

Ao professor Hugo Alberto, pelo auxílio na análise estatística.

Ao professor Haroldo, do Departamento de Engenharia Florestal, pela paciência e disponibilidade para esclarecer minhas dúvidas.

Ao professor Raphael B. A. Fernandes, do Departamento de Solos, pelas valiosas contribuições para finalização do trabalho.

Aos meus pais, meus grandes amores, pela compreensão e pelo carinho em todos os momentos.

Às minhas irmãs amadas, que sempre me apoiaram.

À minha tia Dulcinéia, pelo amor e carinho e pela atenção.

À amiga Neuza, pelo incentivo e pela ajuda em todos os momentos difíceis.

Ao professor Roberto Azevedo, do Departamento de Engenharia Civil, responsável pelo local do experimento, pela ajuda na fase inicial do trabalho.

Ao professor Luiz Eduardo Dias, do Departamento de Solos, pelas dicas iniciais.

Ao pesquisador Marcos Deon, Embrapa/Universidade Federal de Viçosa, pela boa vontade em ajudar na análise estatística.

À Cassinha, Departamento de Engenharia Florestal, que sempre encontrou uma hora na sua agenda lotada na tentativa de ajudar.

A Adriana Gomes, pela amizade e pelo incentivo nos momentos finais.

Ao Antonio Jorge, pelo incentivo inicial e paciência em ler a Versão final.

À amiga Nathália Kivitz, que, mesmo distante, sempre torceu para que tudo desse certo.

Ao Evaldo, Departamento de Engenharia Florestal, sempre muito prestativo.

À Izabel Oliveira, pela gentileza em corrigir as referências.

Ao pesquisador Allan Kardec, da Embrapa, por fornecer as sementes da espécie estilosa, variedade mineirão.

À amiga Dilza, da Papelaria Universitária, pelo apoio, pela amizade e pela confiança durante minha jornada em Viçosa.

Aos funcionários do Departamento de Engenharia Florestal Alfredo, Jamile, Imaculada e José Mauro, e em especial à Ritinha, pela atenção e amizade e pelos esclarecimentos em todos os momentos.

A Geraldo Magela, Viveiro do Departamento de Engenharia Florestal, pela boa vontade sempre.

Às empresas Maccaferri e Deflor Bioengenharia, pela doação das mantas sintética (MacMat®) e orgânica (tela FIBRAX® 400 BF).

Ao funcionário Francisco Bezerra, Departamento de Engenharia Florestal, Setor Silvicultura, pelo transporte parcial das mantas até o local do experimento.

Ao funcionário “João do Burro”, da Serraria, pela amizade e confecção dos piquetes de madeira para a demarcação das parcelas.

À cidade de Viçosa, que enriqueceu minha história.

SUMÁRIO

RESUMO	vii
ABSTRACT	x
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. O solo	3
2.2. Taludes	6
2.3. Erosão	7
2.3.1. Causas e conseqüências	7
2.3.2. Tipos de erosão	9
2.3.3. Alguns fatores naturais que influenciam a erosão	10
2.3.3.1. Chuva	10
2.3.3.2. Vento	11
2.3.3.3. Cobertura vegetal	11
2.3.3.4. Topografia	12
2.3.4. Movimentos de massa	12
2.3.5. Algumas formas de controle da erosão	14
2.3.5.1. Uso da bioengenharia de solos	14
2.3.5.2. Serapilheira	14
2.3.5.3. Biomantas ou biotêxteis	15
2.3.5.3.1. Manta sintética – MacMat®	16
2.3.5.3.2. Manta orgânica – Tela FIBRAX® 400 BF	16
2.3.5.4. Vegetação	17
2.3.6. Plantas para revestimento de taludes	18
2.3.6.1. Espécies com potencial para revestimento de taludes	19
2.3.6.1.1. Estilosantes cultivar Mineirão	19
2.3.6.1.2. Estilosantes cultivar Campo Grande	19
2.3.6.1.3. Crotalária	19
2.3.6.1.4. Capim-massai	20
2.3.6.1.5. Milheto (cultivar ADR 500)	21
3. MATERIAL E MÉTODOS	22

3.1. Caracterização da área de estudo	22
3.2. Materiais utilizados	23
3.3. Descrição dos métodos de semeadura	27
3.4. Procedimentos estatísticos.....	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
5. CONCLUSÕES	37
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38
APÊNDICE A.....	45
APÊNDICE B.....	46
APÊNDICE C.....	59

RESUMO

SILVA, Fabiana Cabral da, M.Sc.; Universidade Federal de Viçosa, abril 2008. **Métodos de semeadura e uso de mantas no controle de erosão em taludes de corte.** Orientador: James Jackson Griffith, Co-Orientadores: Dilermando Miranda da Fonseca e Hugo Alberto Ruiz.

Este trabalho foi realizado em um talude de corte aberto no *Campus* da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, Minas Gerais, localizado em frente ao Galpão de Triagem de Materiais Recicláveis (ASBEN), entre as latitudes 20° 46' 10.21" sul e longitude 42° 51' 31.29" oeste. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, composto de quatro tratamentos (semeadura em covas abaixo da manta sintética; semeadura em covas; semeadura sobre a manta sintética; e semeadura em covas abaixo da manta orgânica), cada um com quatro repetições. Em todos os tratamentos, a semeadura foi realizada com uma mistura de substrato (solo peneirado e adubo) e sementes de gramíneas: milheto (*Pennisetum americanum*) e capim-massai (*Panicum maximum*, cv. Massai), híbrido entre *Panicum maximum* e *Panicum infestum*); leguminosas: estilosantes Mineirão (*Stylosanthes guianensis*, cv. Mineirão) e Campo Grande (*Stylosanthes capitata* × *Stylosanthes macrocephala*); e crotalária (*Crotalaria juncea* L.). O número e a altura média das plantas em cada método de semeadura foram avaliados nos meses de março, junho, setembro e dezembro de 2007 e os dados foram submetidos à análise descritiva utilizando-se a média, o desvio-padrão, os valores extremos e o coeficiente de variação. O método de semeadura em covas com posterior

recobrimento com manta sintética e orgânica foi o mais eficiente e adequado às condições do talude de corte avaliado. Entre as espécies utilizadas, o estilosantes Campo Grande mostrou-se eficiente para utilização na revegetação de taludes.

ABSTRACT

SILVA, Fabiana Cabral da, M.Sc.; Universidade Federal de Viçosa, April 2008.
Sowing methods and use of erosion control blankets on cut embankments. Adviser: James Jackson Griffith. Co-Advisers: Dilermando Miranda da Fonseca and Hugo Alberto Ruiz.

The study was carried out on a cut embankment located on the Federal University of Viçosa campus, Brazil, at latitude 20° 46'10.21"S and 42° 51'31.29"W. The hillside cut had been excavated in 2006 to provide location for the University Recyclable Materials Shed (*Galpão de Triagem de Materiais Recicláveis* - ASBEM). A random design was used for the experiment, comprised of four treatments (sowing in small planting holes covered by synthetic erosion control blanket, seeding small planting holes with no blanket, sowing in substrate on top of synthetic erosion control blanket, sowing in small planting holes under organic erosion control blanket), each treatment having four repetitions. Sowing for all treatments used a mixture of substrate (sieved soil plus fertilizer) and seeds of the following grasses: Milheto (*Penmisetum americanum*) and Massai-grass (*Panicum maximum* cv. Massai), hybrid of *Panicum maximum* and *panicum infestum*; and legumes: Stylosanthes Mineirão (*Stylosanthes guianensis* cv. Mineirão) and Campo Grande (*Stylosanthes capitata* × *Stylosanthes macrocephala*), and Crotalária (*Crotalaria juncea*). Number of individual plants and average plant height for each sowing method were evaluated during March, June, September and December of 2007. The

analysis used mean, standard deviation, extreme values and variation. The treatments in which seeds were sown in small holes and then covered with either synthetic or organic erosion control blankets proved to be the most efficient and adequate for the embankment cut studied. Among the tested species, Campo Grande proved to be the most efficient.

1. INTRODUÇÃO

A alteração na conformidade de taludes ou encostas pela modificação do relevo e remoção da vegetação é uma das principais causas da desagregação da superfície do solo. O talude natural que sofreu um processo de escavação promovido pelo homem é chamado talude de corte (Cunha, 1991). A falta de planejamento técnico para a execução do corte e a ausência de métodos de estabilização tornam as áreas próximas ao corte perigosas ao trânsito de pessoas. Assim, a vegetação atua como principal agente estabilizador, evitando a ação dos agentes erosivos e os movimentos de massa.

No mercado, há grande variedade de materiais que podem ser utilizados na prática de revegetação e contenção do processo de desagregação superficial do solo. Entre esses materiais, destaca-se o geotêxtil, tecido sintético permeável normalmente utilizado como elemento filtrante em estruturas de construção ou de proteção (IBAMA, 1990). Nessa categoria, também podem ser incluídos materiais formados por fibra vegetal utilizados na construção de mantas para o recobrimento de taludes, denominadas mantas orgânicas.

As mantas de controle de erosão, além de proteger de imediato a superfície de corte, evitam o início dos processos erosivos; possuem degradação programável, reduzem a evaporação de água do solo, permitem o

plantio em épocas de estiagem, melhoram de imediato o aspecto visual das áreas degradadas, incorporam matéria orgânica e aceleram o processo de revegetação (Deflor, 2006).

Entretanto, a aplicação correta desses materiais, assim como a proporção mais adequada de sementes e espécies, merece estudos, principalmente em taludes, que se enquadram em uma situação mais desafiadora, pois sua declividade pode limitar ou restringir o estabelecimento e o desenvolvimento de espécies. Fernandes (2004) constatou que a técnica de plantio usada em projetos de revegetação utilizando mantas de polipropileno pode ser melhorada. A prática atual de aplicação, sobre a manta já fixada, de um substrato composto de solo peneirado, areia lavada, sementes e fertilizantes é muito trabalhosa. Além disso, a operação de semeadura sobre a manta é ergonomicamente difícil e facilita a perda de sementes e de fertilizantes, sobretudo no período das chuvas.

Para execução deste trabalho, foram levantadas as seguintes hipóteses:

- a semeadura sobre a manta proporcionará maiores perdas de sementes e substrato e menor taxa de cobertura do talude;
- a semeadura realizada em covas, sem a presença da manta aumentará a eficiência de aplicação do substrato com a rápida emergência das plântulas;
- a manta orgânica retardará a emergência das sementes, em virtude de sua estrutura de polipropileno, que envolve as fibras de coco.

Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar a eficiência do método de semeadura e o desenvolvimento das espécies utilizando dois tipos de materiais geotêxteis na estabilização de taludes.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. O solo

Os fatores de formação do solo, que determinam seu intemperismo, incluem as forças físicas, que resultam na desintegração das rochas, as reações químicas, que alteram a composição das rochas e dos minerais, e as forças biológicas, que intensificam as forças físicas e químicas (Bertoni e Lombardi Neto, 1990).

Uma característica comum a todos os solos é o desenvolvimento de camadas morfológicamente diferentes, denominadas horizontes. O grau de diferenciação reflete a intensidade e a extensão de processos, mecanismos ou reações de gênese (Andrade e Souza, [s.d.]).

Um corpo tridimensional que representa o solo é chamado pedon e sua face, que se estende da superfície ao material de origem e usada para coleta, descrição e exame do solo, é chamada perfil (Figura 1). Por convenção mundial, os horizontes são representados pelas letras H, O, A, E, B e C da superfície em direção ao material de origem (Santos et al., 2005). A camada mais superficial geralmente tem espessura de 20 a 30 cm e sua maior porosidade, decorrente da presença de matéria orgânica e da riqueza em elementos nutritivos, permite melhor desenvolvimento de raízes.

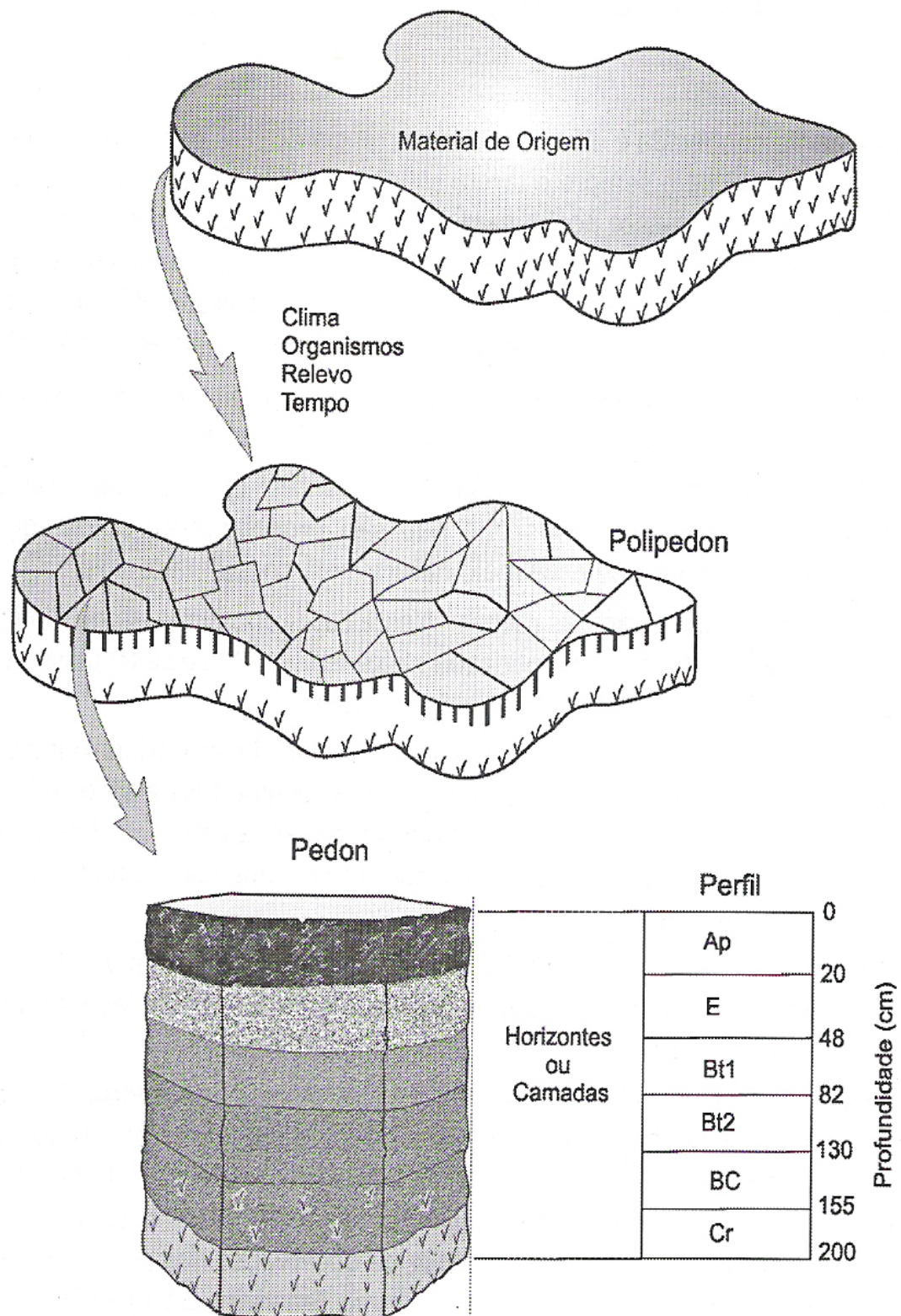


Figura 1 - Composição dos solos, incluindo o pedon, o perfil e alguns horizontes genéticos (Souza et al., 2005).

A camada seguinte, chamada horizonte B, mais resistente, composta de material mais impermeável e com poucos nutrientes, é o subsolo. A terceira camada é o horizonte C, correspondente à rocha em decomposição que deu origem aos horizontes superiores (Ferreira, 1992b).

Entre as características morfológicas utilizadas para distinguir os horizontes, destacam-se a cor, textura, estrutura e consistência e a presença de formações especiais como carbonatos, concreções e adensamento (Andrade e Souza, [s.d.]). Independentemente destas características, o solo contém proporções variáveis de água com substâncias dissolvidas (solução do solo) e ar (atmosfera do solo) (Costa, 1991). A fração sólida, principalmente mineral, é constituída por minerais primários não intemperizados, classificados como cascalho, areia ou silte, de acordo com o tamanho de suas partículas, e minerais secundários (fração argila). As partículas do tamanho argila (menores que 0,002 mm) são as que mais afetam as características físicas e químicas do solo, pois possuem aspecto coloidal, com cargas de superfície e grande superfície específica, que garante a atividade do solo. Os materiais orgânicos são constituídos de resíduos vegetais e animais – parte vivos e o restante em diversos estádios de decomposição (Vieira, 1975; Vieira et al., 1988).

A parte líquida é formada essencialmente de água e contém elementos químicos dissolvidos e materiais orgânicos que preenchem parte ou quase todo o espaço vazio entre as partículas sólidas, dependendo da umidade do solo. Essa água pode ser absorvida pelas raízes das plantas, evaporada para a atmosfera, drenada ao longo do perfil ou retida na matriz do solo (Resende et al., 2002).

A parte gasosa ocupa os espaços vazios não ocupados pela água. É uma porção importante do sistema solo, pois a maioria das plantas exige certa aeração do sistema radicular (Resende et al., 2002). Quanto maior o equilíbrio entre essas três fases, mais intensa a atividade biológica e mais rápido o estabelecimento do processo de ciclagem biogeoquímica, o que favorece o estabelecimento e o desenvolvimento da vegetação (Vieira et al., 1988).

A melhoria na qualidade do solo é indicada pelo aumento da infiltração e aeração, pela formação de macroporos, pelo tamanho e pela estabilidade de agregados e dos teores de matéria orgânica. É indicada ainda pela diminuição

de sua densidade, da resistência à erosão e por evitar a perda de nutrientes nas águas superficiais (Parr et al., 1992). Muitas áreas degradadas apresentam limitações edáficas, como acidez no substrato, alta saturação por alumínio trocável, baixo teor de matéria orgânica e elevado teor de manganês, que restringem o crescimento de plantas (Leon, 1993).

2.2. Taludes

Entende-se por talude qualquer superfície inclinada que limita um maciço de terra, de rocha ou de terra e rocha (Caputo, 1988). Os taludes podem ser naturais, no caso das encostas, ou artificiais, no caso dos taludes de corte e dos aterros.

A instabilidade de encostas naturais e taludes de corte é definida por fatores topográficos e geológicos e pela resistência ao cisalhamento do solo. Independentemente das alterações de geometria (que podem ser provenientes de intervenções antrópicas ou processos naturais) e de escorregamentos externos (resultado da sobrecarga de aterro ou bermas), a estabilidade de encostas varia ao longo do tempo (Castelo, 1986).

Segundo Souza et al. (2003), os efeitos combinados do comprimento de rampa e do grau de declividade da encosta são também conhecidos como fator topográfico e caracterizam o tipo de relevo no qual ocorrerão os processos de perdas de solo decorrentes da declividade e do comprimento, que fornecem informações sobre a forma da encosta.

A remoção da vegetação de uma encosta implica uma série de fatores que tendem a reduzir o coeficiente de segurança desta encosta. Esses fatores, segundo Guidicini e Nieble (1983), são resumidos em:

- cessação imediata do efeito estabilizador da vegetação sobre as variações térmicas e climáticas, que reflete de forma negativa na estabilidade dos solos;
- cessação imediata de todos os efeitos das partes aéreas: interceptação, retenção e evapotranspiração, que aumentam a quantidade de água que atinge o terreno e de água de infiltração;

- perda, em curto prazo, por calcinação e erosão, dos efeitos da camada superficial de detritos;

- elevação do lençol freático, como conseqüência da eliminação da atividade de evapotranspiração da cobertura vegetal, com possíveis reflexos no grau de saturação do solo superficial e aumento de peso;

- perda, em médio prazo, dos efeitos mecânicos do sistema radicular, por deterioração dos tecidos vegetais, comprometendo a resistência ao cisalhamento do maciço.

A estabilidade dos taludes é determinada pela topografia, pela geologia e pedologia e pela relação destes fatores com a resistência ao corte no talude (Gray e Sotir, 1996). Sempre que há riscos de desmoronamento e comprometimento da segurança é necessário adotar medidas de estabilização. Ao realizar a análise do talude, obtêm-se informações sobre seu peso, suas propriedades e sua resistência e sobre a presença de água.

Segundo Blight (1987), se uma vegetação com raízes profundas é removida, as tensões capilares se reduzem e o nível freático do talude pode aumentar. As raízes oferecem resistência mecânica aos solos e sua retirada diminui a estabilidade do talude.

2.3. Erosão

2.3.1. Causas e conseqüências

Erosão é o processo de degradação e de remoção de partículas do solo ou de fragmentos de partículas de rocha, decorrente da ação combinada da gravidade com água, vento, gelo e organismos (plantas e animais) (Salomão et al., 1995). Em muitos locais, a taxa de perda de solos decorrente da erosão é maior que a de sua formação, o que resulta em áreas degradadas, na depleção do solo e na conseqüente redução do potencial de revegetação natural (Toy et al., 2002).

Segundo Gray e Sotir (1996), toda erosão apresenta um aspecto visual negativo, com sinais de abandono, perigo e degradação ambiental e, na maioria das vezes, carreando sedimentos para os cursos d'água, contribuindo para o assoreamento de rios e lavando a camada fértil de solo.

A erodibilidade é uma propriedade do solo que resulta da interação entre suas características físicas, químicas, mineralógicas e biológicas e reflete a perda diferencial dos solos quando os demais fatores que influenciam a erosão permanecem constantes. É influenciada principalmente pelas características que afetam a capacidade de infiltração e a permeabilidade do solo e sua capacidade de resistir ao desprendimento e ao transporte de partículas pela chuva e enxurrada (Lombardi Neto e Bertoni, 1975).

A resistência do solo à erosão depende de fatores que envolvem as propriedades físicas (textura, estrutura, permeabilidade, densidade), químicas mineralógicas e biológicas do solo. Segundo Ferreira (1992a), a distribuição do tamanho das partículas é um dos maiores determinantes da erodibilidade. As partículas mais finas do solo são mais facilmente transportadas, enquanto as maiores resistem à remoção e tendem a se acumular na superfície (Resende, 1985).

A estrutura é o padrão de arranjo das partículas primárias do solo (areia, silte e argila) em unidades estruturais compostas denominadas agregados. Esses agregados são ligados entre si por substâncias orgânicas, óxidos de ferro e de alumínio, carbonatos, sílica e a própria argila (Santos et al., 2005).

A presença de matéria orgânica permite a reciclagem de nutrientes, provê a superfície para armazenamento de água e agrega as partículas minerais do solo tornando-as resistentes ao vento e à erosão do solo (Toy et al., 2002). Segundo Oldeman (1994), citado por Dias e Griffith (1998), os principais fatores de degradação do solo são:

- desmatamento, ou remoção da vegetação natural para diversas finalidades, como agricultura, florestas comerciais, construção de estradas e urbanização;
- superpastejo da vegetação;
- atividade agrícola com uso ineficiente ou excessivo de fertilizantes, uso de água de irrigação de baixa qualidade, uso inapropriado de máquinas agrícolas e ausência de práticas de conservação de solo;
- exploração intensa da vegetação para fins domésticos, como combustível e cercas, expondo o solo à ação dos agentes de erosão; e

- atividades industriais ou bioindustriais que causam a poluição do solo.

Algumas condições, segundo Cunha e Guerra (1996), também podem intensificar os processos erosivos, como a presença de encostas desprovidas de vegetação, ocorrência de chuvas intensas, contato abrupto solo-rocha, descontinuidades litológicas e pedológicas e declividade das encostas.

As obras de engenharia apresentam como maior degradação a retirada dos horizontes superficiais do solo, expondo os horizontes inferiores, onde o material não apresenta agregação, o que resulta, muitas vezes, em processos erosivos. Para áreas susceptíveis à erosão, sugere-se adotar as seguintes medidas de prevenção (Gray e Sotir, 1996):

- evitar a remoção da vegetação nativa, sempre que possível;
- evitar revolvimento intensivo do solo;
- instalar sistema de drenagem para evitar aumento do escoamento superficial;
- manter baixa a velocidade de fluxo de água;
- proteger as áreas destituídas de vegetação com cobertura vegetal de crescimento rápido;
- construir sistema de drenagem e bermas para interceptar águas de taludes íngremes e das áreas destituídas de vegetação;
- construir bacias de sedimentação para conter a desagregação do solo, evitando seu deslocamento para áreas adjacentes;

Solos expostos, que tiveram a cobertura vegetal removida, são ambientes de grande geração de fluxos superficiais, pois não possuem os elementos e mecanismos que definem a condição de infiltração da água da subsuperfície (Coelho Netto, 2003).

2.3.2. Tipos de erosão

Segundo Guerra (2001), os processos erosivos são classificados de acordo com suas características. Lal (1988) considera a erodibilidade do solo e a erosividade da chuva os dois fatores físicos mais significativos na intensificação da erosão do solo.

No sentido amplo, erosão é a remoção das partes superficial e subsuperficial do solo, principalmente pela ação da água e do vento. A erosão eólica ocorre em regiões semi-áridas ou com períodos marcantes de seca ou em solos com materiais fracamente agregados (Santos et al., 2005).

A erosão hídrica é o resultado da remoção de material sólido pelo fluxo de água no solo e ocorre sob duas formas: erosão laminar e erosão em sulcos. A erosão laminar é o tipo de remoção mais ou menos uniforme de camadas do solo em uma área, sem o aparecimento de sulcos na superfície (Santos et al., 2005). Esse tipo de erosão exige mais tempo de observação para realmente ser detectada, pois o desgaste ocorre de forma paralela sobre toda a superfície do terreno. Por esse motivo, é considerada uma das formas de erosão mais graves. A erosão em sulcos promove aberturas no sentido da declividade da área afetada, fazendo com que a enxurrada concentre-se em alguns pontos do terreno, atingindo volume e velocidade que formam riscos profundos ou superficiais, com sulcos inferiores a 50 cm, que podem ser desfeitos durante as atividades de preparo do solo (Bertoni e Lombardi Neto, 1990).

As outras formas de erosão são formas avançadas de erosão por sulcos, como as voçorocas, que podem atingir grandes dimensões e se formar no solo e no subsolo mal consolidados, como resultado da ação da água superficial ou subsuperficial (IBAMA, 1990). Segundo Guerra (1998), à medida que a precipitação excede a capacidade de infiltração do solo, inicia-se o escoamento superficial.

A taxa de perda de solos por erosão resulta da combinação de mudanças nas características e propriedades do solo, na topografia e na cobertura vegetal (Lal, 1988).

2.3.3. Alguns fatores naturais que influenciam a erosão

2.3.3.1. Chuva

A chuva é um dos fatores climáticos de maior importância na erosão dos solos, pois sua intensidade, duração e frequência são determinantes do processo erosivo (Bertoni e Lombardi Neto, 1990). Segundo Wischmeier e Smith (1958), a erosão pode ser maior ou menor de acordo com a intensidade,

duração e distribuição e com o tamanho das gotas de chuva. Chuvas mais intensas promovem maiores enxurradas, portanto, são mais erosíveis (Galetti, 1985).

Em regiões onde a distribuição das chuvas se concentra em poucos meses do ano, a quantidade de eventos de grande intensidade geralmente é maior e, conseqüentemente, o índice de erosividade e os danos causados são maiores (Bertoni e Lombardi Neto, 1990).

As características do solo também influenciam a erosão. Essas características estão relacionadas a maiores teores de silte e areia fina (Wischmeier et al., 1971). Solos de textura mais grosseira, como areia grossa e cascalho, podem também ser susceptíveis à erosão, por não apresentarem agregação de partículas (Venturim e Bahia, 1998). A agregação do solo (união de partículas formando pequenos torrões) é uma propriedade importante, sobretudo por estar relacionada à porosidade. Quanto maior o volume de poros grandes do solo, maior a infiltração de água das chuvas e menor o escoamento superficial. A infiltração é o movimento de água dentro do perfil do solo e, quanto maior sua velocidade, menor a intensidade de enxurrada na superfície e menor a erosão (Bertoni, 1990).

2.3.3.2. Vento

As terras ficam sujeitas à erosão pelo vento quando não possuem vegetação ou são colocadas em cultivo com manejo inadequado (Bertoni e Lombardi Neto, 1990).

De acordo com Souto (1984), quatro fatores são fundamentais para a ação destrutiva de agentes eólicos: vulnerabilidade da superfície do solo; área de extensão; velocidade; constância dos ventos; e grau de umidade. Em geral, a erosão eólica ocorre em regiões planas, de pouca precipitação pluvial e sem vegetação.

2.3.3.3. Cobertura vegetal

A cobertura vegetal é a defesa natural de um terreno contra a erosão, uma vez que impede a ação do sol, da chuva e do vento diretamente sobre a superfície do solo, quebra e dispersa a energia das águas de escoamento

superficial, aumenta a infiltração pela produção de poros no solo por ação da decomposição das raízes das plantas, favorece a produção e incorporação de matéria orgânica, estruturando o solo e aumentando sua capacidade de retenção de água (Salomão et al., 1995).

As raízes são uma das principais fontes de matéria orgânica para o solo e influenciam, simultaneamente, a atividade microbiana e os processos de decomposição (Cheng, 1999).

Entre os fatores que influenciam na vegetação, destacam-se os climáticos, edáficos e topográficos (Vasconcelos, 2000). Os fatores climáticos atuantes sobre a cobertura vegetal são temperatura, ventos, precipitação pluvial e radiação solar. Os edáficos representam a influência do solo sobre a vegetação: textura, estrutura do solo, teor e disponibilidade de nutrientes para as plantas, profundidade do solo e pH. Os fatores topográficos incluem altitude, declividade ou inclinação de encostas ou taludes, exposição solar e formas do relevo.

2.3.3.4. Topografia

A topografia do terreno, representada pela declividade e pelo comprimento dos lançantes, tem acentuada influência sobre a erosão (Bertoni e Lombardi Neto, 1990). Assim, quanto maior a extensão do declive, maior a velocidade da enxurrada, o que aumenta o processo erosivo. A declividade do terreno é a diferença de altura entre um ponto e outro, ou seja, na direção de subida ou de descida da encosta; quanto maior a declividade, maior a erosão. Segundo Ferreira (1992b), a erosão em áreas maiores é maior que em áreas menores, onde a declividade é a mesma.

A recomposição topográfica é a etapa inicial do processo de revegetação e controle dos processos erosivos, pois confere ao solo maior estabilidade.

2.3.4. Movimentos de massa

Os movimentos de massa envolvem uma massa ou um volume de solo ou rocha que se desloca em conjunto (Maciel Filho, 1997). Esses movimentos ocorrem em encostas e terrenos inclinados e podem ser lentos ou rápidos.

Movimentos de massa rápidos podem ser intermitentes, repentinos ou contínuos. Atividade biológica ou processos físicos resultantes de condições climáticas provocam movimentos de massa, no entanto, a ação da gravidade é a principal causa, pois intensifica os movimentos gerados por outras forças (Penteado, 1983).

Augusto Filho e Virgili (1998) classificam os movimentos de massa como:

- rastejos - vários planos de deslocamento interno, velocidade muito baixa e geometria definida. Ocorrem em solos, depósitos e rocha alterada;
- escorregamentos - poucos planos de escorregamento externos e velocidade média a alta. Podem ter geometria planar, circular ou em cunha;
- quedas - sem planos de deslocamento e com alta velocidade. Ocorrem em material rochoso e com geometria variável;
- corridas - muitas superfícies de deslocamento, desenvolvimento ao longo de drenagens, velocidade média a alta, mobilização de diversos materiais com o solo, como rocha, detritos e água.

De acordo com Maciel Filho (1997), desmoronamento significa a queda do bloco por ação da gravidade. Os blocos, deslocados do maciço por intemperismo, caem em queda livre a partir de determinada altura, com ausência de superfície de movimentação. O desmoronamento pode atuar em conjunto com outros movimentos, como saltos, rotação de blocos e ações de impacto no substrato, resultando em fragmentação do material com o progresso da movimentação. O termo escorregamento abrange todo e qualquer movimento coletivo de materiais terrosos ou rochosos, independentemente da diversidade de processos, das causas, velocidades, formas e demais características (Guidicini e Nieble, 1983).

Autores como Vieira et al. (1997) afirmam que, entre os diversos fatores que contribuem para a geração de movimentos de massa nas encostas com coberturas de solos, destacam-se a morfologia do terreno (declividade, forma em planta e perfil, orientação, entre outros), o regime pluvial (intensidade e volume da chuva, umidade antecedente), as propriedades do solo e da rocha (espessura, textura, mineralogia, coesão, atrito interno, descontinuidades hidráulicas, profundidade e característica do contato solo - rocha, feições

estruturais da rocha), a cobertura vegetal (tipo, densidade) e o tipo de uso e ocupação do solo.

2.3.5. Algumas formas de controle da erosão

2.3.5.1. Uso da bioengenharia de solos

A técnica de bioengenharia consiste na utilização de elementos biologicamente ativos em obras de estabilização dos solos e sedimentos. Esses elementos podem ser a vegetação combinada com elementos inertes, como rochas, concreto, madeira, ligas metálicas, polímeros naturais e sintéticos e geotêxteis (Schieltz e Stern, 1996). A bioengenharia de solos, representada pelo uso de mantas de fibras vegetais (biotêxteis), como a fibra de coco, tem sido bastante utilizada e apresentado resultados satisfatórios.

2.3.5.2. Serapilheira

Segundo Golley et al. (1978) e IBAMA (1990), a serapilheira é formada por uma camada solta na superfície dos solos sob as florestas, constituída de folhas caídas, ramos, caules, cascas, frutos, sementes, insetos, microrganismos, restos de animais e material fecal. Por meio da sua decomposição, os nutrientes tornam-se disponíveis para as plantas. Segundo Louzada et al. (1997), os fatores que afetam o processo de decomposição da serapilheira são: características físicas e químicas do material; umidade e temperatura; e cobertura da vegetação e atividade da micro e macrofauna no solo.

As principais funções da serapilheira, segundo Ozório (2000), são:

- armazenamento de sementes sob a superfície do solo, permitindo que elas se mantenham viáveis por determinado período;
- diminuição da erosão, em virtude da formação de uma camada protetora que protege o solo do contato direto com as gotas de água das chuvas;
- ciclagem de nutrientes, por meio da redução do material vegetal e de sua decomposição por microrganismos;
- criação de um horizonte orgânico;

- fonte de substrato para fungos e bactérias;
- formação de habitats para várias espécies de artrópodes, e
- utilização para construção de ninhos de aves e répteis de hábito terrestre.

2.3.5.3. Biomantas ou biotêxteis

Os biotêxteis, também conhecidos como PRCE (produtos em rolo para controle de erosão), podem ser classificados como degradáveis e não-degradáveis (Austin e Driver, 1995). Esses PRCE flexíveis potencializam os efeitos protetores da vegetação na redução de processos erosivos, permitindo o estabelecimento da vegetação em situações adversas (CEMIG, 2002).

Esses produtos para controle da erosão são construídos com uma variedade de fibras orgânicas ou sintéticas, degradáveis ou não, que podem ser costuradas, coladas ou estruturalmente ligadas a malhas ou a redes (Gray e Sortir, 1996).

À medida que os geossintéticos criam condições para o restabelecimento dos elementos orgânicos das encostas e da vida na superfície do solo, promovem a renovação da qualidade visual do cenário (Fortes, 2000). A composição, a degradabilidade, a gramatura e a resistência das biomantas variam, portanto, a escolha deve ser feita com base nas necessidades de cada projeto de recuperação e proteção ambiental.

Quando são de natureza temporária, os geossintéticos, que podem ser chamados de TERMS (*temporary erosion and revegetation materials*), facilitam o desenvolvimento da vegetação quando degradados. A composição básica dos TERMS se baseia em componentes sintéticos ou naturais, que fornecem controle temporário contra a erosão e facilitam o estabelecimento da vegetação (Theisen, 1992).

A aplicação das mantas sobre a superfície a ser recuperada confere proteção imediata contra o efeito dos agentes erosivos e dos processos de deslocamento e mobilização de partículas, como: áreas recém-terraplenadas, taludes de corte e aterro, dunas não estabilizadas, margens de rios e canais, áreas com recobrimento deficiente da vegetação, proteção de dispositivos de drenagem, áreas de disposição de resíduos industriais, aterros sanitários e

quaisquer superfícies de solo desprotegidas contra a ação dos processos erosivos (Deflor, 2006).

A seguir, serão descritos dois tipos de materiais geotêxteis utilizados na recuperação de taludes.

2.3.5.3.1. Manta sintética – MacMat®

MacMat® é uma geomanta fabricada pela empresa Maccaferri América Latina, com filamentos espessos de determinados polímeros, que, fundidos nos pontos de contato, formam uma estrutura tridimensional densa e com vazios em mais de 90% de seu volume. A função dessa geomanta é confinar as partículas do solo, garantindo boa interação solo/material e a conseqüente estabilização da superfície revestida, resultando em um ambiente propício à germinação de sementes. Após o desenvolvimento da vegetação, a MacMat® passa a atuar como reforço permanente para as raízes. A presença da MacMat® evita que o solo seja transformado em uma superfície estéril e cheia de sulcos (ravinamento) pela ação das águas da chuva ou do vento. Essa manta é indicada para a proteção de taludes contra erosões superficiais e para a estabilização de coberturas em aterros sanitários (Maccaferri, 2002).

2.3.5.3.2. Manta orgânica - Tela FIBRAX® 400 BF

A tela FIBRAX® 400 BF é constituída unicamente por fibras de coco entrelaçadas e incorporadas em redes de polipropileno nos dois lados, por meio de costura longitudinal feita por processo industrial, com fios resistentes degradáveis de polipropileno. O espaçamento é de 5 cm entre os fios e de 6 cm entre os pontos, formando uma trama que confere grande resistência ao produto. Após a fabricação, a manta é enrolada em bobina e embalada em filme plástico; sua utilização ocorre em projetos de bioengenharia, áreas degradadas, projetos residenciais e paisagísticos, aeroportos, polidutos, ferrovias, taludes, rodovias, campos e gramados, proteção de aterro sanitário, proteção de cursos d'água, revestimento de canais e drenagens de alto fluxo, que conferem proteção prolongada contra a erosão (Deflor, 2006).

2.3.5.4. Vegetação

A revegetação pode ser um elemento de atuação e de utilização nos programas de recuperação de áreas degradadas, pois possui diversas funções, que variam de acordo com as particularidades de cada local (Fonseca, 1989).

Quando as plantas cobrem o solo, exercem importante papel na sua estabilização, pois diminuem as taxas de erosão, em virtude do aumento da bioporosidade, que resulta em maior permeabilidade do solo. As raízes também promovem infiltração de água pelos dutos que formam no subsolo, o que aumenta a capacidade de infiltração do solo em comparação àqueles sem vegetação (Cunha e Guerra, 2002).

Segundo Fageria et al. (1991), as espécies forrageiras contribuem na renovação da matéria orgânica, previnem a erosão, melhoram a cobertura e restauram a fertilidade do solo. As culturas forrageiras, gramíneas e leguminosas, em razão de suas características, têm sido utilizadas em programas de recuperação de áreas degradadas.

As gramíneas possuem sistema radicular fasciculado, no qual a raiz primária não é desenvolvida e as secundárias são ramificadas e abundantes, proporcionando ao solo rápida cobertura vegetal. As raízes das gramíneas, por causa de sua elevada relação carbono/nitrogênio, são decompostas lentamente, atuando como importantes agentes estabilizadores dos macroagregados. Dessa forma, podem contribuir para a melhoria da estrutura do solo (Tisdall e Oades, 1982).

As leguminosas são reconhecidas como eficientes restauradoras da fertilidade dos solos e promovem a produção de grande quantidade de massa verde e de grande exploração do solo pelo sistema radicular, pivotante com predominância da raiz primária sobre as demais, concorrendo expressivamente para maior agregação das partículas, ciclagem de nutrientes, aumento da capacidade de retenção de água do solo e de outros fatores físicos, além da proteção como cobertura, diminuindo as perdas por erosão (Boni et al., 1994). As leguminosas são ainda capazes de formar associações simbióticas com bactérias fixadoras de nitrogênio no solo e apresentam raízes com arquitetura e profundidade que permitem maior estabilização dos solos (Pereira, 2006). As

de porte arbustivo e subarbustivo, em comparação às gramíneas, possuem raízes que exploram camadas de solo mais profundamente.

Outro aspecto importante na implantação da cobertura viva são as taxas de crescimento das leguminosas perenes, inicialmente lentas se comparadas às leguminosas anuais (Perin et al., 2000). A cobertura viva protege o solo dos agentes climáticos, mantém ou aumenta o teor de matéria orgânica do solo, mobiliza e recicla nutrientes e favorece a atividade biológica no solo (Guerra e Teixeira, 1997; Perin, 2001; Duda et al., 2003).

O sistema radicular promove a estabilização das encostas, atuando sob dois aspectos principais, o mecânico e o hidráulico (Guidicini e Nieble, 1983): o aspecto mecânico pode se manifestar diretamente por meio da estruturação do solo, conferindo um acréscimo substancial de resistência ao cisalhamento e, indiretamente, pela continuidade de sua estrutura, verdadeira malha, que distribui na encosta as tensões originadas em pontos críticos. O aspecto hidráulico pode se manifestar, diretamente, pelo estabelecimento de escoamento hipodérmico, que desvia ou reduz a intensidade da infiltração efetiva no maciço. Indiretamente, como parte da ação biológica, esse sistema promove a sucção, com dois efeitos benéficos: criação de pressões neutras, aumentando a coesão do solo e, finalmente, subtraindo, por sua vez, parte da água destinada à infiltração efetiva no maciço.

2.3.6. Plantas para revestimento de taludes

A escolha da espécie para revegetação de taludes é importante, pois quando inadequada, pode tornar áreas instáveis e susceptíveis a processos erosivos. O uso do consórcio gramíneas e leguminosas constitui uma estratégia eficiente para melhorar a estrutura do solo (Cintra e Mielniczuk, 1983). Essa associação de espécies e períodos de germinação, emergência e taxas de crescimento permite a obtenção de mais rápida cobertura inicial da área e possibilita a melhoria do aspecto visual da paisagem.

Segundo Pereira (2006), é necessário aumentar a taxa de semeadura quando: o talude é inclinado; o preparo do solo e o coveamento são deficientes; ocorrem ventos; a região apresenta deficiência hídrica; há pássaros e predadores de sementes; as sementes apresentam baixo valor cultural; as

técnicas de proteção do solo são rústicas, o solo do talude apresenta granulometria arenosa ou siltosa; e quando o solo apresenta baixa fertilidade natural.

2.3.6.1. Espécies com potencial para revestimento de taludes

2.3.6.1.1. Estilosantes cultivar Mineirão

A espécie *Stylosanthes guianensis*, Cultivar Mineirão, é originária do Brasil. É uma leguminosa perene, semi-ereta, e pode atingir 2,50 m de altura no segundo ano. Apresenta excelente adaptação a solos ácidos e de baixa fertilidade, mas responde bem à adubação. Adapta-se bem às condições climáticas da região dos cerrados, com verão quente e chuvoso, e a áreas de invernos frios e secos (EMBRAPA, 2000).

O cultivar Mineirão apresenta ainda como principais características grande produção de massa seca; alta retenção de folhas no período seco; boa adaptação ao pastejo e ao pisoteio; grande capacidade de consorciação; baixa susceptibilidade a pragas e a doenças; boa aceitação pelos animais; tolerância moderada a geadas; e desenvolvimento razoavelmente bom à sombra (Pereira, 2006). Essas plantas são capazes de efetuar um entrelaçamento superficial, ou subsuperficial, o que permite melhor controle da erosão.

2.3.6.1.2. Estilosantes cultivar Campo Grande

Esse cultivar é uma mistura física de duas espécies de leguminosas, *Stylosanthes capitata* e *Stylosanthes macrocephala*, lançada pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. É um cultivar com plantas que podem atingir até 1 m de altura, com alto teor de proteína, boa capacidade de associação com bactérias que fixam nitrogênio atmosférico e adapta-se bem a solos arenosos e de baixa fertilidade. Apresenta ainda capacidade de ressemeadura natural, o que garante sua persistência no local onde foi estabelecido (EMBRAPA, 2000).

2.3.6.1.3. Crotalária

A crotalária, *Crotalaria juncea* L., é uma leguminosa anual, de crescimento arbustivo, que pode atingir 2 m de altura. Possui flores amarelas e

vagens que se inserem no topo da planta. O florescimento ocorre no período de março a abril e a maturação das sementes, entre maio e junho. Essa espécie tem crescimento muito rápido e vigoroso e apresenta bom controle de plantas daninhas e boa produção de massa verde. É uma leguminosa que contribui ainda para a diminuição de nematóides no solo. Exige pouca água e tem grande potencial de fixação biológica de nitrogênio, características essenciais para a melhoria da qualidade do solo (Pereira, 2006).

2.3.6.1.4. Capim-massai

O cultivar Massai é um híbrido espontâneo entre *Panicum maximum* e *Panicum infestum*. É originário da Tanzânia (África) e foi lançado no Brasil em 2001 pela Empresa de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2001).

É uma gramínea com crescimento em forma de touceira e que atinge altura média de 60 a 80 cm. Possui folhas quebradiças, sem cerosidade e largura média de 9 mm. As inflorescências possuem ramificações primárias curtas, sem ramificações secundárias, e as espiguetas são pilosas, distribuídas uniformemente, com a metade da superfície externa arroxeadas. Essa espécie apresenta elevada produção de forragem e reduzido período para estabelecimento e rebrotação, média tolerância ao frio e boa resistência ao calor. Em comparação a outros cultivares de *Panicum maximum*, o Massai (EMBRAPA, 2000) se destaca pelas seguintes características:

- melhor cobertura do solo;
- maior persistência em solos com baixos níveis de fósforo;
- maior produção de parte aérea e de raízes em soluções com alta concentração de alumínio;
- sistema radicular mais adaptado às condições adversas do solo, como compactação;
- alta tolerância a acidez, déficit hídrico e baixa fertilidade do solo;
- apresenta resistência à cigarrinha-das-pastagens;
- menor exigência de adubação de manutenção, apesar de exigir níveis médios a altos de fertilidade do solo na implantação.

2.3.6.1.5. Milheto (cultivar ADR 500)

O milheto, *Pennisetum americanum*, é uma gramínea anual de clima subtropical e tropical originária da África. Tem alto porte (chega a 3 m de altura) e crescimento ereto. É resistente à seca e adapta-se a vários tipos de solo convenientemente adubado mas com baixo teor de alumínio. Desenvolve-se também em solos arenosos de boa qualidade (Pereira, 2006).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Caracterização da área de estudo

O trabalho foi conduzido em um talude de corte (Figura 2) no *Campus* da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, Minas Gerais, localizado em frente ao Galpão de Triagem de Materiais Recicláveis (ASBEN), entre as latitudes 20° 46' 10.21" sul e longitude 42° 51' 31.29" oeste. O experimento foi realizado na transição dos horizontes B e C de solo pedologicamente classificado como um latossolo vermelho-amarelo, classe que agrupa solos com B latossólico, correlacionados ou não a rochas cristalinas.

O município de Viçosa está localizado na Zona da Mata de Minas Gerais, cujo relevo apresenta topografia ondulada, variando de suave a forte. As condições climáticas predominantes são úmidas, alternadas com períodos de seca. A vegetação se desenvolve sobre um substrato gnáissico profundamente alterado, em que os processos de intemperismo resultaram em um saprolito, comum na Zona da Mata Mineira, com profundidades superiores a 100 m (IBGE, 1977).



Figura 2 - Área experimental localizada no *Campus* da UFV, em frente ao Galpão de Triagem de Materiais Recicláveis (ASBEN), novembro de 2006.

3.2. Materiais utilizados

O substrato para semeadura consistiu de solo peneirado proveniente da zona de pé do talude, adubo mineral NPK (fórmula 4-14-8) na dosagem equivalente a 800 kg/ha, grampos metálicos para fixação das mantas (Figura 3a), manta orgânica (Tela FIBRAX[®] 400 BF) (Figura 3b), manta sintética (MacMat[®]) (Figura 3c) e cinco espécies de forrageiras (Figura 4).

A estimativa dos custos para realização deste trabalho, encontra-se no apêndice A.



Figura 3 - Materiais utilizados para revegetação de parte do talude com área experimental de 48 m², em Viçosa, Minas Gerais: a) grampos metálicos para fixação das mantas; b) manta FIBRAX[®] 400BF, formada por fibras de coco entrelaçadas por uma rede de polipropileno; c) manta MacMat[®], formada por filamentos espessos de determinados polímeros (com emergência de *Crotalaria juncea* L em março de 2007).

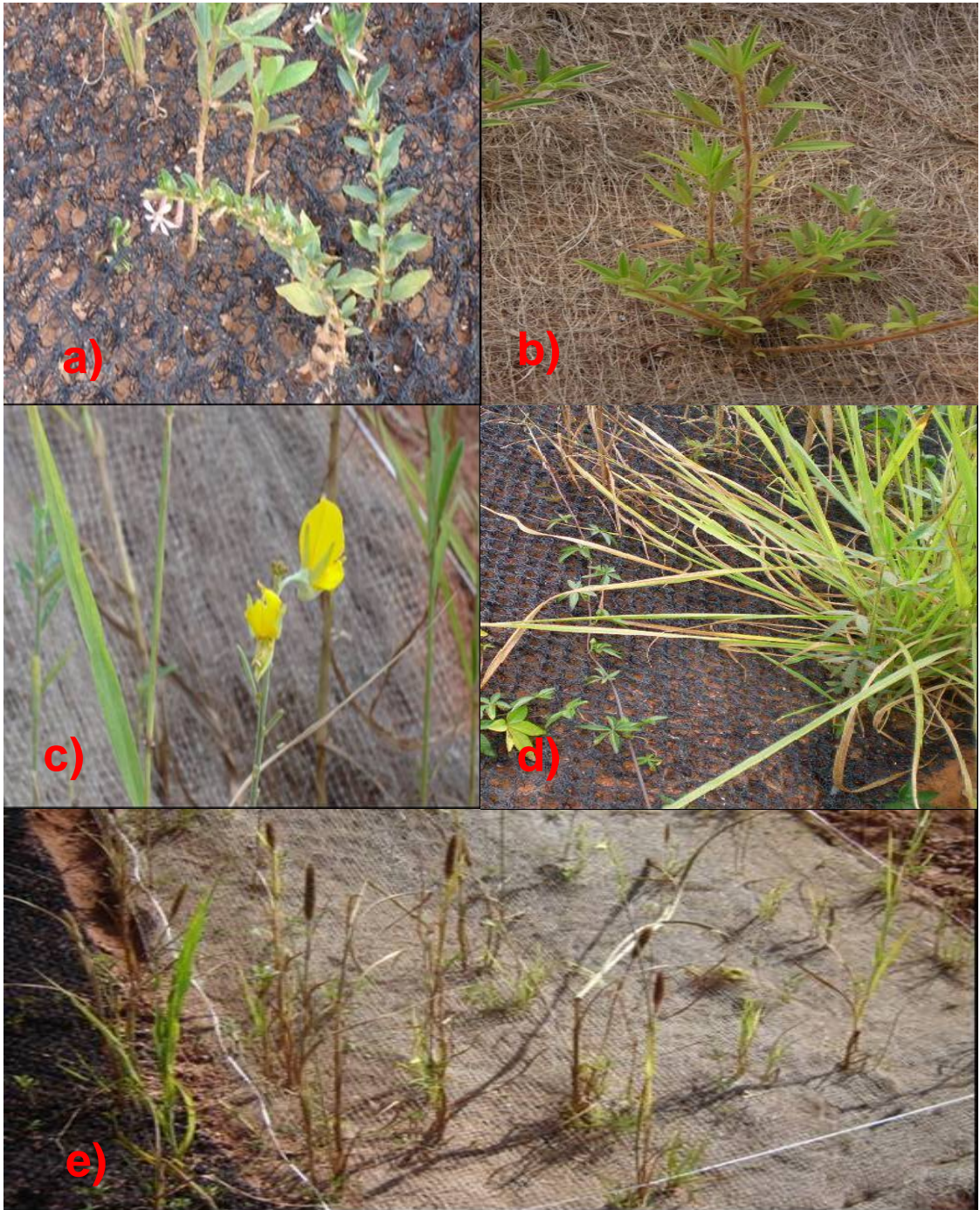


Figura 4 - Espécies utilizadas para revegetação de parte do talude de 48 m², em Viçosa, Minas Gerais: a) estilosante cultivar Mineirão; b) estilosante cultivar Campo Grande; c) crotalária; d) capim-massai; e) milho, em junho de 2007.

As cinco espécies utilizadas – estilosantes Mineirão (*Stylosanthes guianensis*); estilosantes Campo Grande (*Stylosanthes captata* × *Stylosanthes macrocephala*); crotalária (*Crotalaria juncea*); capim-massai (*Panicum maximum* × *panicum infestum*) e milheto (*Pennisetum americanum*) – foram semeadas na taxa de 0,18 g/3 m², correspondente a 3 kg/ha de sementes puras viáveis. A taxa de semeadura foi baseada no valor cultural (VC) das sementes e correspondeu ao dobro da quantidade semeada em outras áreas de cultivo com relevo plano, em virtude das condições adversas dos taludes.

Atendendo às recomendações para recuperação de taludes (IBAMA, 1990), realizou-se no local a recomposição topográfica. Assim, efetuou-se a construção de bermas com leve inclinação para dentro, isto é, da crista do talude inferior para o pé do talude superior. No sentido longitudinal, ao longo da berma da bancada, a declividade foi de 2% e direcionada até atingir as obras de drenagem para levar as águas de superfície ao pé do morro.

Na figura 5 são descritos os procedimentos para preparo do talude e aplicação dos tratamentos:



FIGURA 5 – Procedimentos para preparo do talude e aplicação dos tratamentos.

3.3. Descrição dos métodos de semeadura

Os tratamentos consistiram de quatro métodos de semeadura: semeadura em covas; semeadura sobre manta sintética; semeadura em covas seguida de fixação da manta sintética; e semeadura em covas seguida da fixação de manta orgânica (Figura 6). O delineamento estatístico adotado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições. As parcelas, de 2 m x 1,5 m, foram alocadas na parte central do talude, com extensão de 33 m de comprimento por 4,3 m de largura (sentido da inclinação do talude) e declividade de 60% (Figura 7).

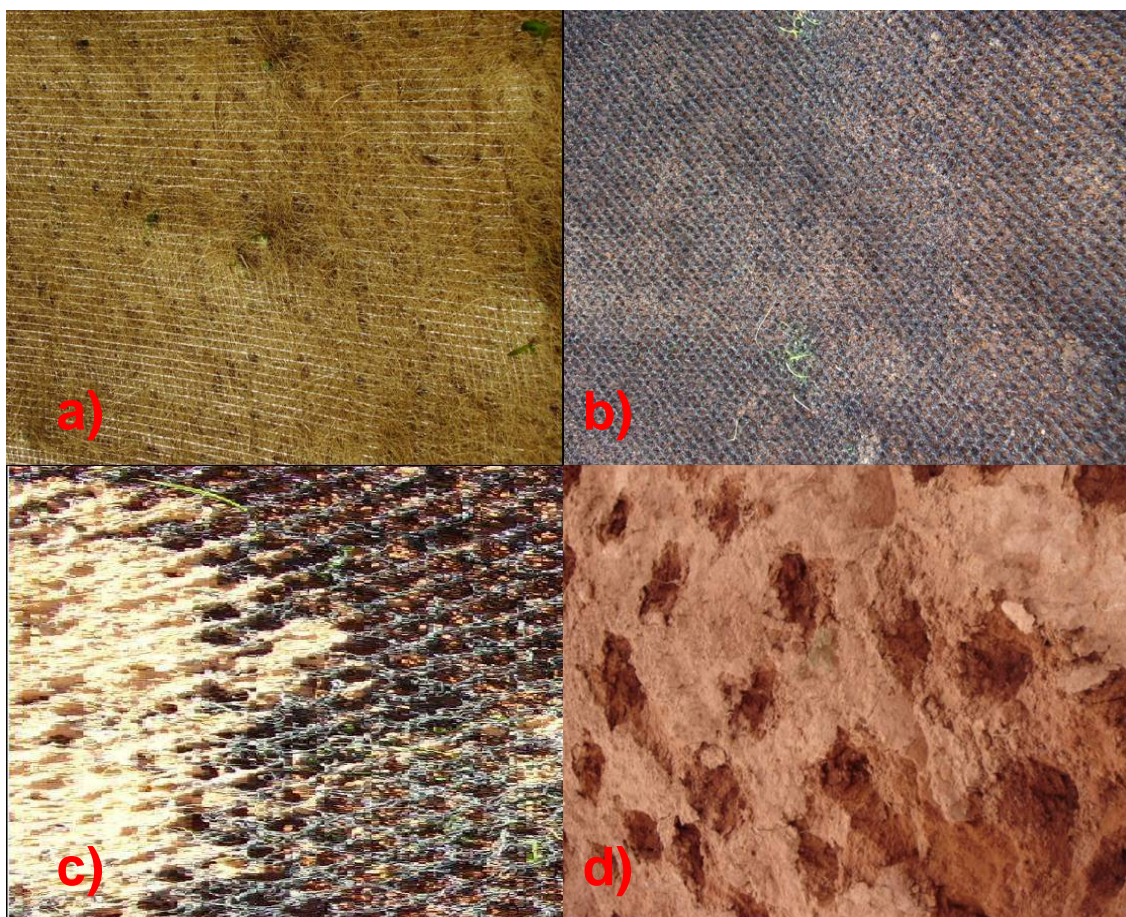


Figura 6 - Métodos de semeadura utilizados na revegetação de parte do talude de 48 m², em Viçosa, Minas Gerais, março de 2007: a) semeadura em covas com posterior fixação de manta orgânica; b) semeadura em covas com posterior fixação de manta sintética; c) semeadura sobre a manta sintética; d) semeadura em covas.

As covas de 10 x 10 x 10 cm foram abertas com auxílio de uma lâmina cortante. Em todos os métodos de plantio, a semeadura foi feita com uma mistura de sementes das forrageiras, solo peneirado e adubo (NPK, fórmula 4-14-8, dose equivalente a 800 kg/ha).

A semeadura foi realizada em dezembro de 2006 e as avaliações quanto ao número e à altura das plantas em cada método de semeadura foram feitas em março, junho, setembro e dezembro de 2007.



Figura 7 - Vista da parte central do talude, onde foram alocadas as parcelas, em junho de 2007.

Os dados climatológicos disponíveis para a região (Figura 8 e Apêndice B), foram obtidos na estação climatológica da Universidade Federal de Viçosa, coordenada pelo Departamento de Engenharia Agrícola.

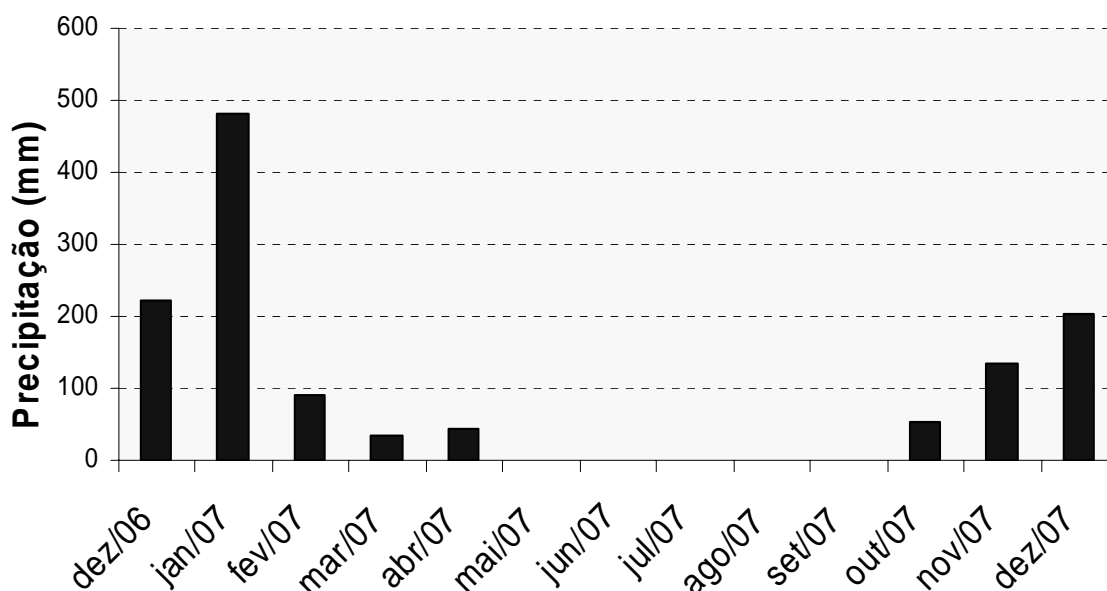


Figura 8 - Precipitação pluvial nos meses de dezembro de 2006 a dezembro de 2007 na região de Viçosa, Minas Gerais.

3.4. Procedimentos estatísticos

Os dados referentes ao número e à altura média das plantas foram submetidos à estatística descritiva utilizando-se as medidas descritivas média, desvio-padrão, valores extremos, coeficiente de variação e gráficos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em virtude das chuvas que antecederam o mês da sementeira, realizada em dezembro de 2006, e que se mantiveram até final do mês de março de 2007 (Figura 7), as sementes apresentaram rápida germinação e emergência.

Nos métodos de sementeira em covas com posterior fixação de manta sintética ou orgânica, o número de plantas foi maior em todos os períodos de avaliação, com exceção do primeiro período, março 2007, quando o método sementeira em covas apresentou maior número médio de plantas (Tabela 1).

No período subsequente, junho a outubro de 2007, a precipitação foi menor ou ausente (Figura 7), o que ocasionou redução no número de plantas. Estilosantes campo grande foi a espécie mais resistente a esse período prolongado de seca e apresentou número médio de plantas de 11 a 44/m² (Tabelas 2 e 3).

Entretanto, ao final das observações, dezembro de 2007, no método sementeira em covas, a única espécie presente foi o estilosantes Campo Grande, com média de 33,5 plantas/m², com altura média de 20 cm (Tabela 4). No método de sementeira sobre manta sintética, houve baixa sobrevivência das espécies, provavelmente em decorrência da perda de substrato que ocorre com sua aplicação sobre a manta. Portanto, apesar das recomendações fornecidas pelo fabricante para utilização, esse método não foi o mais eficaz, tanto em termos operacionais como em resultados. Fernandes (2004) observou que a colocação do substrato de sementeira sobre a manta sintética (MacMat[®])

promove a perda do material durante o processo de aplicação, além de ser demorada e cansativa, tornando-se inviável para taludes com alta declividade.

Tabela 1 - Altura e número médio de plantas 90 dias após a semeadura, no mês de março de 2007

Medida	Milheto		Capim-massai		Estilosante cv. Campo Grande		Estilosante cv. Mineirão		Crotalária	
	Altura (cm)	N ^o plantas	Altura (cm)	N ^o plantas	Altura (cm)	N ^o plantas	Altura (cm)	N ^o plantas	Altura (cm)	N ^o plantas
Semeadura em covas com manta sintética										
Média	164	45	2	1	7	35	2	1	59	2
Desvio-padrão	9	40	4	1	1	21	4	1	68	2
Valor maior	170	100	8	2	8	60	8	2	120	5
Valor menor	150	13	0	0	7	10	0	0	0	0
CV (%)	6	89	200	200	8	59	200	200	115	122
Semeadura em covas com manta orgânica										
Média	56	32	0	0	6	23	1	1	43	24
Desvio-padrão	38	36	0	0	4	9	1	1	7	9
Valor maior	84	82	0	0	8	31	2	2	52	33
Valor menor	0	0	0	0	0	15	0	0	36	11
CV (%)	160	139	0	0	67	39	200	200	17	39
Semeadura sobre manta sintética										
Média	13	19	1	1	4,8	12,5	0	0	0	0
Desvio-padrão	21,3	27	2,3	2,5	0,9	3	0	0	0	0
Valor maior	45	58	4,6	5	5,9	15	0	0	0	0
Valor menor	0	0	0	0	3,7	10	0	0	0	0
CV (%)	160	139	200	200	19	23	0	0	0	0
Semeadura em covas										
Média	79	63,5	1	1	4,8	12,5	0	0	0	0
Desvio-padrão	16,7	42	2,3	2,5	0,9	3	0	0	0	0
Valor maior	93	100	4,6	5	5,9	15	0	0	0	0
Valor menor	57	13	0	0	3,7	10	0	0	0	0
CV (%)	21,2	66	200	200	19	23	0	0	0	0

Altura – altura média (cm); N^o plantas – número médio de plantas; CV – coeficiente de variação.

Tabela 2 - Altura e número médio de plantas nos quatro métodos avaliados, em junho de 2007, 180 dias após a semeadura

Medida	Milheto		Capim-massai		Estilosante cv. Campo Grande		Estilosante cv. Mineirão		Crotalária	
	Altura (cm)	Nº plantas	Altura (cm)	Nº plantas	Altura (cm)	Nº plantas	Altura (cm)	Nº plantas	Altura (cm)	Nº plantas
Semeadura em covas com manta sintética										
Média	83	4,5	4	0,5	16	44	2,5	0,5	17	0,75
Desvio-padrão	96,4	5,3	7,5	1	0,2	24	5	1	33,5	1,5
Valor maior	181	10	15	2	16	70	10	2	67	3
Valor menor	0	0	0	0	15,6	11	0	0	0	0
CV (%)	116	117	200	200	1	55	200	200	200	200
Semeadura em covas com manta orgânica										
Média	71,5	17,5	0	0	15	36,5	0	0	26,2	2
Desvio-padrão	5	21	0	0	1,3	10	0	0	43	2,8
Valor maior	76	48	0	0	16,3	50	0	0	90	6
Valor menor	65	2	0	0	13,5	29	0	0	0	0
CV (%)	7	120	0	0	9	26,5	0	0	165	141
Semeadura sobre manta sintética										
Média	10,5	8	0	0	4	11	0	0	19	0,25
Desvio-padrão	6,2	12,4	0	0	0,3	3,5	0	0	23	0,5
Valor maior	24	26	0	0	4,2	15	0	0	47	1
Valor menor	0	0	0	0	3,6	7	0	0	0	0
CV (%)	118	160	0	0	7	31	0	0	121	200
Semeadura em covas										
Média	10,5	9,8	0	0	5	26,5	0	0	57	4,5
Desvio-padrão	12,4	8,6	0	0	0,3	2,4	0	0	19	1,3
Valor maior	24	17	0	0	5	29	0	0	77	6
Valor menor	0	0	0	0	4,2	24	0	0	36	3
CV (%)	118	88	0	0	6,6	9	0	0	33	29

Altura – altura média (cm); Nº plantas – número médio de plantas; CV – coeficiente de variação.

Tabela 3 - Altura e número médio de plantas nos quatro métodos de semeadura, em setembro de 2007, 270 dias após a semeadura

Medida	Milheto		Capim-massai		Estilosante cv. Campo Grande		Estilosante cv. Mineirão		Crotalária	
	Altura (cm)	Nº plantas	Altura (cm)	Nº plantas	Altura (cm)	Nº plantas	Altura (cm)	Nº plantas	Altura (cm)	Nº plantas
Semeadura em covas com manta sintética										
Média	0	0	4,2	0,75	23	31	0	0	0	0
Desvio-padrão	0	0	8,4	1,5	0,3	20	0	0	0	0
Valor maior	0	0	16,7	3	23,3	48	0	0	0	0
Valor menor	0	0	0	0	22,5	4	0	0	0	0
CV (%)	0	0	200	200	1	63	0	0	0	0
Semeadura em covas com manta orgânica										
Média	0	0	2,5	0,25	11	30	0	0	0	0
Desvio-padrão	0	0	5	0,5	7	14	0	0	0	0
Valor maior	0	0	10	1	15	50	0	0	0	0
Valor menor	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0
CV (%)	0	0	200	200	67	46	0	0	0	0
Semeadura sobre manta sintética										
Média	3	1	1	3	5	13	0	0	0	0
Desvio-padrão	3	1,4	2,4	6,5	3	4	0	0	0	0
Valor maior	7	3	5	13	6,6	17	0	0	0	0
Valor menor	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0
CV (%)	118	141	200	200	67	33	0	0	0	0
Semeadura em covas										
Média	0	0	0	0	7	15	0	0	0	0
Desvio-padrão	0	0	0	0	0,33	9	0	0	0	0
Valor maior	0	0	0	0	7	25	0	0	0	0
Valor menor	0	0	0	0	6	4	0	0	0	0
CV (%)	0	0	0	0	5	57	0	0	0	0

Altura – altura média (cm); Nº plantas – número médio de plantas; CV – coeficiente de variação.

Tabela 4 - Altura e número médio de plantas em dezembro de 2007, 360 dias após a semeadura, para os métodos de avaliados

Medida	Milheto		Capim-massai		Estilosante cv. Campo Grande		Estilosante cv. Mineirão		Crotalária	
	Altura (cm)	Nº plantas	Altura (cm)	Nº plantas	Altura (cm)	Nº plantas	Altura (cm)	Nº plantas	Altura (cm)	Nº plantas
Semeadura em covas com manta sintética										
Média	0	0	6,1	2,5	20	30,5	2,5	1,3	0	0
Desvio-padrão	0	0	7,7	3,3	0	12	5	2,5	0	0
Valor maior	0	0	16	7	20	40	10	5	0	0
Valor menor	0	0	0	0	20	15	0	0	0	0
CV (%)	0	0	127	133	0	39	200	200	0	0
Semeadura em covas com manta orgânica										
Média	0	0	6	4	20	33,5	0	0	0	0
Desvio-padrão	0	0	4	7	1	18	0	0	0	0
Valor maior	0	0	8	15	21	60	0	0	0	0
Valor menor	0	0	0	0	19	20	0	0	0	0
CV (%)	0	0	67	169	5	54	0	0	0	0
Semeadura sobre manta sintética										
Média	4	0,75	3	4	7	24	0	0	0	0
Desvio-padrão	8,5	1,5	3	7	1,2	4	0	0	0	0
Valor maior	17	3	6	15	9	29	0	0	0	0
Valor menor	0	0	0	0	6	20	0	0	0	0
CV (%)	200	200	116	183	16	16	0	0	0	0
Semeadura em covas										
Média	0	0	0	0	7	24	0	0	0	0
Desvio-padrão	0	0	0	0	1,2	4	0	0	0	0
Valor maior	0	0	0	0	9	29	0	0	0	0
Valor menor	0	0	0	0	6	20	0	0	0	0
CV (%)	0	0	0	0	16	16	0	0	0	0

Altura – altura média (cm); Nº plantas – número médio de plantas; CV – coeficiente de variação.

Nos métodos cuja sementeira foi realizada em covas, com posterior recobrimento com manta orgânica ou sintética, o estabelecimento e a taxa de sobrevivência das espécies foram maiores (Tabela 1). Desta forma, a sementeira em covas tornou o substrato menos susceptível aos agentes externos, como chuva e vento, e o conservou até a germinação das sementes. Essa proteção é mais efetiva quando se aplicam as mantas de controle de erosão, que protegem o solo até que a vegetação cresça e se desenvolva.

De acordo com a hipótese do trabalho, a estrutura de polipropileno que envolve as fibras de coco poderia retardar a emergência das sementes, mas, depois ultrapassarem essa malha, as plantas se desenvolveriam melhor neste método, no entanto, isso não foi observado. Neste método, ocorreu baixo estabelecimento, com número médio de 0 a 19 plantas/m² (Tabela 1), e, ao final das observações, número médio de 0 a 24 indivíduos/m² (Tabela 4), muito baixo em comparação ao obtido nos outros métodos. Esse baixo estabelecimento pode ter favorecido o surgimento de sulcos erosivos (Figura 9), o que indica que, mesmo utilizando as mantas de controle de erosão para a contenção de erosão em taludes de corte, o estabelecimento da vegetação de forma rápida e efetiva é fundamental para garantir sua estabilidade.

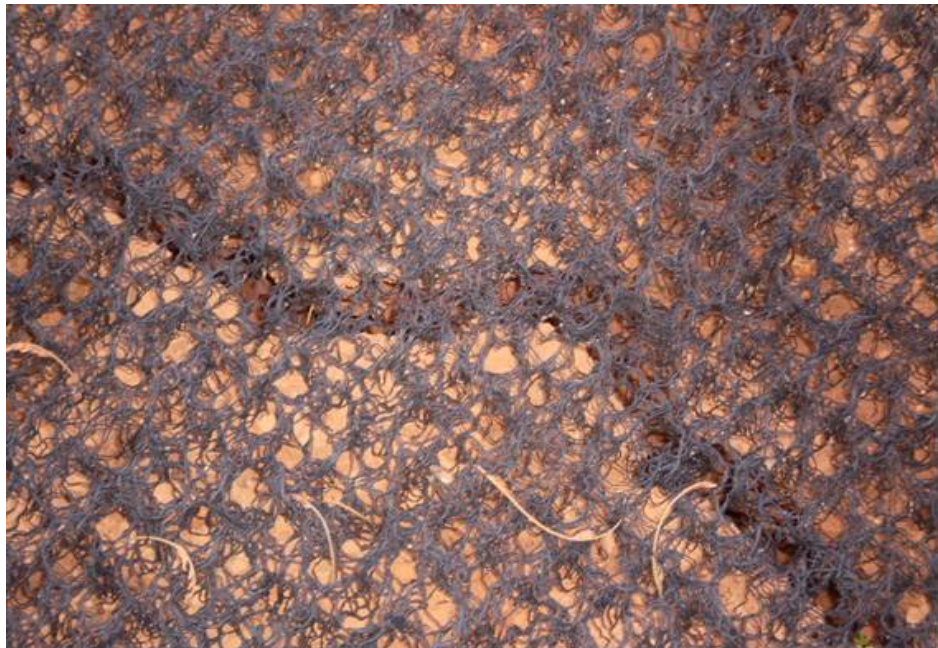


Figura 9 - Foco de erosão observado no método de sementeira sobre manta sintética, em julho de 2007.

A altura média das espécies variou entre os métodos de semeadura em todos os períodos de avaliação (Tabelas 1 a 4), mas em nenhum método as plantas atingiram a altura característica de cada espécie. Essa altura geralmente é alcançada quando as condições do local de semeadura são favoráveis, com solos de boa fertilidade natural, presença de matéria orgânica e boa drenagem, o que geralmente não ocorre em taludes de corte.

A leguminosa Campo Grande desenvolveu-se bem, crescendo de forma gradual, principalmente nos métodos de semeadura em covas com recobrimento com as mantas sintética ou orgânica. O estiloso Campo Grande apresentou altura média que variou de 4,8 a 7 cm em março (Tabela 1), de 4 a 16 cm em junho de 2007 (Tabela 2), 5 a 23 cm em setembro (Tabela 3) e de 7 a 20 cm no último mês de avaliação, dezembro de 2007 (Tabela 4). A leguminosa Mineirão, em março de 2007, apresentou altura média de 1 cm e 2 cm (Tabela 1) nos métodos de semeadura em covas com manta sintética e manta orgânica, respectivamente.

Nos métodos de semeadura em covas com manta sintética e sobre a manta sintética, o capim-massai apresentou número muito pequeno de plantas (Tabela 1), que atingiram altura média de 1 cm (Tabela 1).

Em junho de 2007, a altura média foi de 4 cm, apenas no método de semeadura em covas com a manta sintética (Tabela 2). Ao final das observações, dezembro de 2007, o capim-massai atingiu 6,1 cm no método de semeadura em covas com manta sintética; 3 cm no método de semeadura sobre a manta sintética; e 6 cm na semeadura em covas com manta orgânica (Tabela 4).

Entre as espécies utilizadas neste trabalho, o milho foi a única de ciclo anual. Um pouco antes de morrer, essa espécie força a floração para gerar sementes, o que torna possível perpetuar a espécie caso estas sementes germinem, o que não ocorreu nesta situação.

No último período de avaliação, a espécie estilosa Campo Grande estava presente em todos os métodos de semeadura, com altura média de 7 a 20 cm (Tabela 4), e foi capaz de resistir às condições adversas do local, como baixa fertilidade natural e períodos prolongados de seca.

No apêndice C consta uma visão geral do talude antes e após a realização do estudo.

5. CONCLUSÕES

A aplicação do substrato com sementes sobre manta sintética e a semeadura apenas em covas apresenta resultados menos satisfatórios que os obtidos pelos métodos de semeadura em covas com posterior fixação das mantas sintética e orgânica.

Em análise visual e geral de todo o experimento, verificou-se que a mistura de sementes de gramíneas e leguminosas com posterior recobrimento com as mantas de controle de erosão conferiu maior proteção ao solo.

O estiloso cultivar Campo Grande apresenta bom desenvolvimento e potencial para utilização em taludes de corte.

No talude de corte em estudo, o melhor método de semeadura foi o de semeadura em covas com posterior recobrimento com manta orgânica ou com manta sintética.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, H.; SOUZA, J.J. **Solos**: origem, componentes e organização. Lavras: ESAL/FAEPE, [s.d.]. 170p.(Apostila de Curso de Especialização por Tutoria à Distância - Solos e Meio Ambiente - Módulo 1).

AUGUSTO FILHO, O.; VIRGILI, J.C. **Geologia de engenharia – estabilidade de taludes**. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1998. 26p.

AUSTIN, D.N.; DRIVER, T. Classifying rolled erosion control products. **Erosion Control**. v.2, n.1, p.48-53, 1995.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 2.ed. São Paulo: Ícone, 1990. 352p.

BLIGHT, G.E. **Lowering of the groundwater by deep rooted vegetation**. 9th EUROPEAN CONFERENCE ON SOIL MECHANICS AND FOUNDATION ENGINEERING, Dublin, Ireland 1: 1987, 285-288.

BONI, N.R.; ESPINDOLA, C.R.; GUIMARÃES, E.C. Uso de leguminosas na recuperação de um solo decapitado. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 1., 1994, Foz do Iguaçu. **Anais...** Curitiba: UFPR/ FUPEF, 1994. p.563-568.

CAPUTO, H.P. **Mecânica dos solos e suas aplicações**: fundamentos. 6.ed. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos, 1988. 234p.

CASTELO, R.R. **As encostas urbanas**: análise e proposta de metodologia para enfrentar o problema em Vitória. Vitória: Fundação Abel de Almeida, 1986. 84p.

CHENG, W. Rhizosphere feedbacks in elevated CO₂. **Tree Physiol.**, v.19, p.313-320, 1999.

CINTRA, F.L.D.; MIELNICZUK, J. Potencial de algumas espécies vegetais para recuperação de solos com propriedades físicas degradadas. **R. Bras. Ci. Solo**, v.7, n.3, p.323-327, 1983.

COELHO NETTO, A.L. Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia. In: GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B. (Orgs.) **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 5.ed. Rio de Janeiro: Bertrand do Brasil, 2003. p.94-148.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS - CEMIG. **Controle de erosão em margens de reservatórios, com ênfase em métodos de bioengenharia de solos**. Belo Horizonte: 2002. 42p.

COSTA, J.V.B. **Caracterização e constituição do solo**. 4.ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1991. 597p.

CUNHA, M.A. (Coord). **Ocupação de encostas**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT, 1991. 216p.

CUNHA, S.B.; GUERRA, A.J.T. Degradação ambiental. In: GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B. (Orgs.) **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. p.337-379..

CUNHA, S.B.; GUERRA, A.J.T. (Orgs.). **Avaliação e perícia ambiental**. 4.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002. p.227-228.

DEFLOR BIOENGENHARIA. **Soluções ambientais definitivas**. Belo Horizonte: 2006. 39p. (Catálogo)

DIAS, L.E.; GRIFFITH, J.J. Conceituação e caracterização de áreas degradadas. In: DIAS, L.E.; MELO; J.W.V. (Eds). **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa; Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, 1998. p.203-215.

DUDA, G.P.et al. Perennial herbaceous legumes as live soil mulches and their effects on C, N and P of the microbial biomass. **Sci. Agric.**, v.60, n.1, p.139-147, 2003.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Capim-massai (*panicum maximum cv. massai*): alternativa para diversificação de pastagens**. Novembro 2001. (Comunicado Técnico, 69).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Estilosantes Campo Grande: estabelecimento, manejo e produção animal**. Campo Grande, 2000. 8p. (Comunicado Técnico, 61).

FAGERIA, N.K.; BALIGAR, V.C.; JONES, C.A. **Growth and mineral nutrition of field crops**. New York: M. Dekker, 1991. 476p.

FERNANDES, L.S. **Avaliação de mantas comerciais na vegetação de talude em corte de estrada.** 2004. 80f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2004.

FERREIRA, L. **Avaliação indireta da erodibilidade em solos com altos teores de ferro e aspectos relacionados à mineralogia e micromorfologia.** Lavras, 1992. 82f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG, 1992a.

FERREIRA, P.H.M. **Princípios de manejo e de conservação do solo.** 3.ed. São Paulo: Nobel, 1992b. 343p.

FONSECA, F. Os efeitos da mineração sobre o meio ambiente. **Bras. Miner.** v. 7, p.74-80, 1989.

FORTES, V.M. **Percepção estética e de danos na paisagem e mudanças obtidas pelo uso da geotêxtil ARP 430.** 2000. 109f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2000.

GALETI, P.A. **Práticas de controle à erosão.** Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1985. 278p.

GOLLEY, B.F. et al. **Ciclagem mineral em um ecossistema de floresta tropical úmida.** São Paulo: EPU/USP, 1978. 256p.

GRAY, D.H.; SOTIR, R. **Biotechnical and soil bioengineering slope stabilization** - A practical guide for erosion control. New York: John Wiley, 1996. 377p.

GUERRA, A.J.T. **Ravinas: Processo de formação de desenvolvimento.** Anuário do Instituto de Geociências. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1998. p.80-95.

GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B. (orgs.). **Geomorfologia: Uma atualização de bases e conceitos.** Afiliada, 2001. p. 149-209.

GUERRA, J.G.M.; TEIXEIRA, M.G. **Avaliação inicial de algumas leguminosas herbáceas perenes para utilização como cobertura viva permanente de solo.** Seropédica: Embrapa-CNPAB, 1997. 7 p. (Comunicado Técnico,16).

GUIDICINI, G.; NIEBLE, C.M. **Estabilidade de taludes naturais e de escavação.** São Paulo: Edgard Blucher, 1983. 211p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Geografia do Brasil: Região Sudeste.** Rio de Janeiro: 1977. p.1-43.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA. **Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração: técnicas de revegetação.** Brasília; 1990. 96p.

- LAL, R. Erodibility and erosivity. In: LAL, R. et al. **Soil erosion research methods**. Washington DC: Soil and Water Conservation Society, 1988. p.141-160.
- LEON, L.A. Nutrient availability in degraded soils of warm areas: the role of fertilizers in the process. **Soils Fert. Abstr.**, v.56, n.6, p.759, 1993.
- LOMBARDI NETO, F.; BERTONI, J. **Erodibilidade de solos paulistas**. Campinas: Instituto Agronômico, 1975. 12 p. (Boletim Técnico, 27).
- LOUZADA, J.N.C.; SCHOEREDER, J.H.; De MARCO JR., P. Litter decomposition in semdeciduous forest and *Eucalyptus* spp. crop in Brazil: a comparison. **For. Ecol. Manag.**, n. 94, p.31-36, 1997.
- MACCAFERRI DO BRASIL LTDA. **Revestimento de taludes: necessidades e soluções**. Jundiaí: 2002. 15p.
- MACIEL FILHO, C.L. **Introdução à geologia de engenharia**. 2.ed. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1997. 283p.
- ÓZORIO, T.F. **Potencial de uso da serapilheira na recuperação de áreas degradadas por mineração de ferro, Mariana – MG**. 2000. 62 f. (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2000.
- PARR, J.F. et al. Soil quality: attributes and relationship to alternative and sustainable agriculture. **Am. J. Altern. Agric**, v.7, n.1-2, p.5-11, 1992.
- PENTEADO, M.M. **Fundamentos de geomorfologia**. 3.ed. Rio de Janeiro: Secretaria de Planejamento da Presidência da República; Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 1983. 472p.
- PEREIRA, A.R. **Como selecionar plantas para áreas degradadas e controle de erosão**. Belo Horizonte: FAPI, 2006.150p.
- PERIN, A. **Desempenho de leguminosas herbáceas perenes com potencial de utilização para cobertura viva e seus efeitos sobre alguns atributos físicos do solo**. 2001. 144 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2001.
- PERIN, A.; TEIXEIRA, M.G.; GUERRA, J.G.M. Desempenho de algumas leguminosas com potencial para utilização como cobertura viva permanente de solo. **Agronomia**, v.34, n.1/2, p.38-43, 2000.
- RESENDE, M. Aplicações de conhecimentos pedológicos à conservação de solos. **Inf. Agropec.**, v.11, n.128, p.27-37, 1985.
- RESENDE, M. et al. **Pedologia: base para distinção de ambientes**. Viçosa, MG: Núcleo de Estudo e Planejamento do Uso da Terra, 2002. 338p.

SALOMÃO, F.X.; IWASA, T.; YUJIRO, O. Erosão e a ocupação rural e urbana. In: BITAR, O.Y. CURSO DE GEOLOGIA APLICADA AO MEIO AMBIENTE. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia e Engenharia, IPT, Divisão de Geologia, 1995. p.31-57.

SANTOS, R.D. et. al. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 5.ed. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência de Solo/Folha de Viçosa, 2005. 100p.

SCHIELTZ, H.M.; STERN, R. **Ground bioengineering techniques for slope protection and erosion control**. [s.l.]: Blackwell Science, 1996. 186p.

SOUTO, J.J. **Deserto, uma ameaça?** Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1984. 169p.

SOUZA, C.K. et al. Influência do relevo e erosão na variabilidade espacial de um latossolo em Jaboticabal, SP. **R. Bras. Ci. Solo**, v.27, n.6, p.1067–1074, 2003.

THEISEN, M.S. The role of geosynthetics in erosion and sediment control: an overview. **Geotext. Geomemb.**, n.44, p.535-550, 1992.

TISDALL, J.M.; OADES, J.M. Organic matter and water-stable aggregates in soil. **J. Soil Sci**, v.33, n.2, p.141-163, 1982.

TOY, T.J.; FOSTER, G.R.; RENARD, K.G. **Soil erosion: process, prediction, measurement, and control**. New York: John Wiley, 2002. 338p.

VASCONCELOS, M.M.T. **Diagnóstico da degradação do meio físico e proposição de medidas de recuperação em áreas de mineração abandonadas, na Bacia do Guarapiranga, região metropolitana de São Paulo**. 2000. 237f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mineral) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

VENTURIM, R.P.; BAHIA, V.G. Considerações sobre os principais solos de Minas Gerais e sua susceptibilidade à erosão. **Inf. Agropec.**, v.19, n.191, p.7-9, 1998.

VIEIRA, B.C. et al. Estudo comparativo dos movimentos de massa ocorridos em fevereiro de 1996 nas Bacias do Quititi e do Papagaio (RJ): Uma Abordagem Geomorfológica. In: CONFERÊNCIA BRASILEIRA SOBRE ESTABILIDADE DE ENCOSTAS, SIMPÓSIO PAN-AMERICANO DE ESCORREGAMENTOS DE TERRA, 2., 1997, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ABMS/ABGE/ISSEME, 1997. p.165-174. v.1.

VIEIRA, L.S. **Manual da ciência do solo**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1975. 464p.

VIEIRA, L.S.; SANTOS, P.C.T.C.; VIEIRA, M.N.S. **Solos**: propriedade, classificação e manejo. Brasília: Ministério da Educação/Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior, 1988. v.2.

WISCHMEIER, W.H.; JOHNSON, C.B.; CROSS, B.V. A soil erodibility monograph for farmland and construction sites. **J. Soil Water Conserv.**, v.26, n.5, p.189-193, 1971.

WISCHMEIER, W.H.; SMITH, D.D. Rainfall energy and its relationships to soil loss. **Trans. Am. Geophys. Union**, v.39, p.285-291, 1958.

APÊNDICE

APÊNDICE A – Estimativa Custos

Quadro 1A - Estimativa dos custos para revegetação do talude da área experimental, com 48 m² e inclinação de 60%, na região de Viçosa, Minas Gerais

Materiais/ serviços *	Unidade	Quantidade	Valor unitário	Total (R\$)
Manta sintética (MacMat®)	m ²	24	9,50	228,00
Manta orgânica (TELA FIBRAX® 400BF)	m ²	12	3,50	42,00
sementes	-	-	-	-
- milho	kg	0,0288	0,50	0,014
- estilosantes Campo Grande	kg	0,0288	28,00	0,81
- estilosantes Mineirão	kg	0,0288	31,00	0,89
- crotalaria	kg	0,0288	14,00	0,40
- massai	kg	0,0288	37,00	1,06
Adubo mineral (NPK formulação 4-14-8)	kg	3,8	0,90	3,42
Serviços	-	-	-	-
- coveamento	h	7,5	4	30,00
- preparo da mistura**	h	16	4	64,00
- corte das mantas	h	4	4	16,00
- pesagem das sementes	h	2	4	8,00
- aplicação da mistura	h	7,5	4	30,00
- fixação das mantas	h	12	4	48,00
- semeadura sobre a manta	h	9	4	36,00
- pesagem das sementes	h	2	4	8,00
TOTAL				516,60

* Preços em dezembro de 2006; ** adubo, sementes, solo peneirado.

APÊNDICE B – Dados Climatológicos

Quadro 1B - Dados climatológicos de Viçosa, Minas Gerais, em dezembro de 2006

Dias	Média (°C)	Máx. (°C)	Mín. (°C)	Umidade (%)	Brilho solar (h)	Precipitação (mm)
1	21,4	23,0	20,5	84	0,0	11,2
2	21,2	26,8	16,2	80	5,1	0,2
3	21,8	28,6	18,6	80	1,5	1,0
4	60,0	26,6	20,0	84	2,1	0,2
5	21,6	26,8	18,6	91	0,9	0,0
6	24,2	29,6	18,2	72	6,6	18,0
7	23,4	29,0	21,0	83	0,6	0,3
8	21,7	26,6	18,9	86	0,1	35,4
9	21,9	27,2	19,5	94	1,0	0,0
10	21,4	25,6	19,6	88	0,4	10,5
11	21,2	24,0	19,0	80	0,0	1,2
12	22,0	26,0	18,0	78	3,0	0,0
13	22,4	26,4	19,0	88	0,1	0,6
14	21,3	23,6	20,5	93	0,0	33,0
15	21,0	23,0	20,3	87	0,0	15,8
16	20,8	24,4	19,2	80	0,0	6,0
17	22,5	28,2	19,5	76	5,2	0,7
18	23,1	29,2	19,5	75	2,9	0,0
19	20,7	30,0	2,0	71	3,5	0,0
20	24,1	29,7	21,0	84	6,0	0,0
21	24,5	30,6	20,5	87	7,2	0,0
22	25,5	32,4	20,2	73	7,1	0,6
23	25,7	32,2	22,2	76	4,9	0,0
24	23,6	30,6	19,2	81	5,1	4,2
25	22,6	27,4	19,6	84	0,0	50,5
26	22,6	29,4	19,3	82	2,4	9,8
27	22,6	28,4	20,0	87	0,7	10,0
28	22,8	27,5	20,2	84	2,0	0,0
29	22,5	27,4	20,0	88	0,2	1,3
30	21,2	25,5	18,5	88	0,0	8,3
31	21,1	23,0	19,4	87	0,0	2,6

Quadro 2B - Dados climatológicos de Viçosa, Minas Gerais, em janeiro de 2007

Dias	Média (°C)	Máx. (°C)	Mín. (°C)	Umidade (%)	Brilho solar (h)	Precipitação (mm)
1	20,2	22,2	19,4	95	0,0	4,1
2	20,6	21,8	19,5	92	0,0	6,3
3	20,0	21,4	19,0	94	0,0	24,9
4	20,3	21,2	19,5	95	0,0	50,7
5	21,6	24,8	17,2	85	0,0	11,0
6	22,5	25,6	21,7	88	0,0	40,4
7	24,6	31,2	20,9	83	2,3	1,3
8	23,7	30,8	20,4	81	3,7	0,0
9	23,5	29,6	19,5	88	5,8	32,0
10	22,8	28,0	19,0	89	3,5	29,2
11	22,3	29,0	19,0	87	2,3	8,0
12	24,2	30,0	20,5	87	4,3	15,6
13	23,7	28,4	22,0	88	0,0	13,3
14	23,9	28,2	21,5	88	0,2	9,2
15	22,1	27,6	18,0	91	0,0	2,9
16	21,7	24,6	20,5	93	0,0	12,8
17	22,0	28,0	18,5	82	2,6	16,3
18	23,8	28,6	20,0	85	0,7	0,0
19	24,9	31,8	19,8	47	4,7	20,4
20	24,8	30,4	20,7	62	4,2	0,0
21	24,0	30,0	19,0	76	6,8	0,0
22	22,4	28,0	20,1	87	0,2	50,2
23	20,4	22,0	19,2	94	0,0	1,8
24	22,2	26,6	19,6	90	0,0	92,7
25	22,4	28,0	19,8	86	4,5	0,3
26	23,3	28,5	19,4	85	0,3	2,3
27	22,8	28,0	20,5	89	0,0	4,2
28	22,9	27,6	20,4	88	0,0	5,6
29	23,0	26,8	20,8	90	0,7	0,9
30	22,6	26,2	20,5	92	0,0	14,0
31	22,6	26,2	21,0	92	0,0	11,1

Quadro 3B - Dados climatológicos de Viçosa, Minas Gerais, em fevereiro de 2007

Dias	Média (°C)	Máx. (°C)	Mín. (°C)	Umidade (%)	Brilho solar (h)	Precipitação (mm)
1	22,9	28,8	20,5	87	2,8	2,4
2	23,1	30,0	20,0	88	2,9	0,0
3	23,0	30,0	19,4	84	1,1	2,0
4	22,8	30,2	19,0	86	3,9	0,0
5	23,0	28,9	19,5	87	0,3	0,1
6	23,1	26,8	21,0	85	1,3	20,0
7	23,1	27,6	21,5	85	1,5	2,3
8	22,4	29,2	18,3	79	2,1	0,0
9	22,8	30,4	17,0	76	4,8	0,0
10	22,9	30,2	18,0	72	7,6	0,0
11	22,7	30,4	18,0	82	4,6	0,0
12	19,3	20,4	18,8	89	0,0	20,2
13	19,9	24,2	17,4	87	0,0	7,6
14	20,4	24,2	18,5	93	0,0	0,6
15	20,1	24,6	17,7	93	0,6	28,4
16	22,7	30,2	18,5	81	4,8	5,0
17	23,5	32,2	17,0	80	6,9	0,0
18	23,3	31,9	19,8	83	0,2	0,0
19	23,2	28,6	20,0	84	0,0	1,9
20	23,1	29,0	20,0	75	3,2	0,0
21	22,4	29,6	19,0	73	3,3	0,0
22	22,5	30,0	16,6	79	4,5	0,0
23	22,4	29,4	18,0	81	2,3	0,0
24	20,8	27,6	17,0	82	3,4	0,0
25	21,6	29,4	16,0	80	2,6	0,0
26	22,9	28,8	17,5	77	3,5	0,0
27	23,1	29,2	19,5	65	3,8	0,0
28	22,1	29,4	18,2	85	3,8	0,0

Quadro 4B - Dados climatológicos de Viçosa, Minas Gerais, em março de 2007

Dias	Média (°C)	Máx. (°C)	Mín. (°C)	Umidade (%)	Brilho solar (h)	Precipitação (mm)
1	20,2	19,8	15,4	74	5,7	0,0
2	22,4	31,0	16,5	81	5,8	0,0
3	23,6	30,0	19,0	79	6,6	3,1
4	22,6	29,2	19,6	75	4,4	0,0
5	22,4	29,4	17,3	78	4,6	0,0
6	23,3	30,4	18,5	73	8,6	0,0
7	23,5	30,6	18,6	78	5,0	0,0
8	22,1	28,4	18,6	78	1,7	0,0
9	21,4	30,0	16,5	69	6,4	0,0
10	20,5	29,4	14,0	70	8,7	0,0
11	21,2	29,8	15,3	73	6,5	0,0
12	23,2	30,4	18,0	71	5,9	0,0
13	22,7	30,0	17,0	78	3,6	0,0
14	22,4	29,4	18,2	77	3,1	0,0
15	21,6	29,2	17,0	72	7,0	0,0
16	22,4	29,0	16,6	81	4,4	0,0
17	22,7	27,9	21,0	85	3,5	12,3
18	22,7	27,4	19,7	84	0,5	6,8
19	22,8	28,8	19,6	86	3,1	10,8
20	23,5	32,6	19,5	80	6,1	0,0
21	23,1	29,2	20,0	85	2,8	2,5
22	23,5	31,2	18,6	85	8,2	0,0
23	23,4	31,4	19,0	81	7,6	0,0
24	22,9	30,6	18,8	83	4,9	0,0
25	22,5	29,2	19,8	39	5,3	0,0
26	23,5	29,4	19,2	79	4,5	0,0
27	23,0	30,4	17,0	77	7,7	0,0
28	22,7	31,0	17,6	78	10,8	0,0
29	23,3	32,0	17,2	76	10,5	0,0
30	22,9	31,2	17,5	76	9,6	0,0
31	22,5	32,2	16,5	78	9,1	0,0

Quadro 5B - Dados climatológicos de Viçosa, Minas Gerais, em abril de 2007

Dias	Média (°C)	Máx. (°C)	Mín. (°C)	Umidade (%)	Brilho solar (h)	Precipitação (mm)
1	22,2	31,6	15,7	73	8,0	0,0
2	22,9	31,8	17,5	73	6,6	0,0
3	22,0	30,8	16,5	77	7,9	0,0
4	24,2	31,4	15,7	76	8,2	0,0
5	23,6	31,0	17,5	79	4,6	0,0
6	21,6	24,4	20,4	88	0,0	0,1
7	20,9	24,0	19,0	86	0,7	0,0
8	22,2	27,2	20,0	87	0,4	0,2
9	21,4	26,0	18,8	89	0,0	15,4
10	21,8	28,2	18,3	81	7,2	0,0
11	21,6	29,0	18,5	80	5,3	0,0
12	19,9	27,8	15,0	85	3,5	0,0
13	22,2	30,0	15,0	73	6,5	0,0
14	21,2	28,4	16,3	78	4,6	0,0
15	21,5	28,0	16,5	61	0,0	0,0
16	20,3	29,0	16,2	83	2,8	0,0
17	19,4	28,0	15,0	87	6,8	0,0
18	21,5	29,0	16,3	72	8,1	0,0
19	21,3	29,0	17,3	78	5,9	0,0
20	21,4	27,6	17,5	83	3,3	0,0
21	21,2	25,6	18,6	87	0,4	0,0
22	20,4	23,6	18,7	94	0,0	0,0
23	21,4	28,2	17,7	85	0,0	8,9
24	21,1	27,6	18,0	86	1,6	0,0
25	20,6	26,8	16,6	82	6,1	0,0
26	20,5	26,5	15,8	85	5,0	0,0
27	22,2	31,8	16,6	76	7,1	0,0
28	18,2	21,0	17,4	83	0,0	18,7
29	19,2	23,4	16,2	88	1,3	0,0
30	19,1	25,0	17,0	87	5,7	0,0

Quadro 6B - Dados climatológicos de Viçosa, Minas Gerais, em maio de 2007

Dias	Média (°C)	Máx. (°C)	Mín. (°C)	Umidade (%)	Brilho solar (h)	Precipitação (mm)
1	18,9	19,6	18,2	77,2	819,6	0,0
2	16,9	17,7	16,1	76,5	820,5	0,0
3	17,4	18,3	16,6	73	819,9	0,0
4	18,5	19,2	17,8	77,3	556,5	0,0
5	17,6	18,4	16,8	73,7	806,9	0,0
6	17,5	18,1	16,8	81,9	546,6	0,0
7	18,6	19,4	18	81,5	640,9	0,0
8	19,6	20,4	18,9	77	775,9	0,0
9	18,7	19,4	18,1	80,5	421,3	0,0
10	15,3	15,9	14,9	72,3	336,5	0,0
11	14,5	15,2	13,6	76,3	690,5	0,0
12	15,5	16,2	14,7	79	649	0,0
13	16,9	17,9	16	75	690,3	0,0
14	17,4	18,2	16,7	77,0	743,6	0,0
15	18,9	19,7	18,3	79,0	591,7	0,0
16	19,4	19,8	18,9	79,7	460,1	0,0
17	18,6	19,4	17,9	80,9	674,1	0,0
18	17,7	18,5	17,0	81,8	630,2	0,0
19	17,6	18,4	16,9	80,0	618,5	0,0
20	18,0	18,3	17,7	87,3	192,4	0,0
21	19,2	19,7	18,7	81,0	413,9	0,0
22	17,0	17,5	16,5	84,3	390,8	0,0
23	19,5	20,2	18,9	79,7	631,9	0,0
24	17,0	17,5	16,6	84,2	392,8	0,3
25	14,6	15,3	14,0	72,0	744,4	0,0
26	13,5	14,4	12,7	76,6	631,7	0,0
27	13,8	14,3	13,2	86,3	359,1	0,3
28	18,2	18,7	17,7	82,4	601,5	0,1
29	17,9	18,6	17,3	82,7	440,7	0,0
30	15,1	15,9	14,7	78,8	530,5	0,0
31	13,0	13,5	12,4	77,0	534,1	0,0

Quadro 7B - Dados climatológicos de Viçosa, Minas Gerais, em junho de 2007

Dias	Média (°C)	Máx. (°C)	Mín. (°C)	Umidade (%)	Brilho solar (h)	Precipitação (mm)
1	14,2	14,7	13,8	83,3	289,6	0,0
2	17,2	17,7	16,5	77,1	648,5	0,0
3	18,8	19,5	18,3	84,5	457,1	0,1
4	16,3	17,1	15,8	73,3	719,3	0,0
5	12,1	12,6	11,4	84,8	357,7	0,0
6	15,1	15,9	14,4	80,3	597,4	0,0
7	15,0	15,8	14,3	82,3	613,9	0,0
8	15,7	16,4	15,0	83,6	535,3	0,0
9	16,9	17,6	16,1	81,6	605,5	0,0
10	16,9	17,9	16,2	80,5	619,4	0,0
11	15,6	16,4	14,8	79,1	682,6	0,0
12	15,2	16,0	14,3	78,3	667,3	0,0
13	14,9	15,7	14,0	81,1	685,8	0,0
14	17,8	18,4	17,2	84,1	634,3	0,0
15	17,7	18,3	17,2	82,6	625,5	0,0
16	17,3	18,1	16,6	79,5	650,1	0,0
17	17,3	18,2	16,7	82,5	450,8	0,0
18	16,5	17,3	15,7	80,4	588,3	0,0
19	15,9	16,8	15,2	76,4	656,7	0,0
20	15,1	15,9	14,3	76,4	668,2	0,0
21	15,3	16,2	14,4	78,6	521,6	0,0
22	16,4	17,1	15,6	76,2	647,2	0,0
23	15,8	16,6	14,9	79,8	580,0	0,0
24	16,5	17,3	15,7	77,8	642,0	0,0
25	17,5	18,2	16,9	74,1	480,4	0,0
26	17,6	18,2	17,0	77,3	443,8	0,0
27	16,3	17,2	15,7	79,7	539,8	0,0
28	15,9	16,7	15,1	77,1	654,0	0,0
29	16,6	17,4	15,8	76,7	611,5	0,0
30	17,0	17,7	16,4	80,6	507,8	0,0

Quadro 8B - Dados climatológicos de Viçosa, Minas Gerais, em julho de 2007

Dias	Média (°C)	Máx. (°C)	Mín. (°C)	Umidade (%)	Brilho solar (h)	Precipitação (mm)
1	17,0	17,9	16,2	79,7	632,5	0,0
2	17,0	17,8	16,2	79,0	546,0	0,0
3	14,7	15,7	14,1	81,2	490,3	0,0
4	14,3	15,1	13,4	80,5	554,5	0,0
5	14,4	15,1	13,6	82,0	382,0	0,0
6	15,6	16,4	14,9	77,6	458,5	0,0
7	14,8	15,7	13,9	77,0	461,0	0,0
8	15,4	16,2	14,6	78,9	623,4	0,0
9	15,7	16,6	14,9	80,2	542,5	0,0
10	15,4	16,1	14,5	77,2	671,0	0,0
11	16,3	17,2	15,4	73,7	669,3	0,0
12	17,6	18,3	16,9	77,1	419,3	0,0
13	16,2	17,1	15,5	74,6	600,9	0,0
14	14,8	15,7	14,0	75,3	630,0	0,0
15	16,3	17,3	15,5	73,1	687,5	0,0
16	17,2	17,9	16,3	74,6	680,6	0,0
17	19,0	19,6	18,4	75,9	428,4	0,0
18	18,3	18,9	17,7	77,5	382,5	0,0
19	18,9	19,8	18,1	60,0	720,1	0,0
20	16,1	16,7	15,3	75,3	441,6	0,0
21	17,4	18,3	16,7	77,0	587,0	0,0
22	16,7	17,4	15,9	76,3	697,2	0,0
23	20,0	20,9	19,2	64,3	687,2	0,0
24	21,5	22,4	20,7	63,4	677,3	0,0
25	21,0	21,5	20,4	65,5	566,2	0,0
26	18,2	19,1	17,7	74,8	451,7	0,0
27	15,8	16,1	15,5	81,6	176,0	0,0
28	15,1	15,4	14,9	90,6	162,8	0,2
29	14,0	14,4	13,6	75,5	366,7	0,0
30	12,1	12,8	11,4	68,2	758,2	0,0
31	11,5	12,3	10,6	70,6	771,8	0,0

Quadro 9B - Dados climatológicos de Viçosa, Minas Gerais, em agosto de 2007

Dias	Média (°C)	Máx. (°C)	Mín. (°C)	Umidade (%)	Brilho solar (h)	Precipitação (mm)
1	12,9	13,6	12,0	75,9	636,9	0,0
2	14,6	15,4	13,7	73,3	774,2	0,0
3	15,5	16,2	14,6	73,1	731,6	0,0
4	16,3	17,2	15,6	72,0	715,4	0,0
5	16,9	17,7	15,9	69,6	753,7	0,0
6	17,8	18,7	16,9	69,8	706,9	0,0
7	15,9	16,8	15,1	74,4	741,2	0,0
8	17,5	18,4	16,6	69,9	788,1	0,0
9	17,6	18,4	16,8	70,2	798,2	0,0
10	16,7	17,5	16,0	71,2	782,8	0,0
11	18,7	19,2	17,9	70,5	556,0	0,0
12	19,4	20,1	18,7	71,2	716,6	0,0
13	18,0	18,9	17,3	72,8	526,4	0,0
14	17,3	18,2	16,6	70,3	736,4	0,0
15	16,5	17,3	15,7	68,0	822,0	0,0
16	15,8	16,8	14,9	68,5	843,8	0,0
17	16,4	17,2	15,5	73,7	820,4	0,0
18	17,4	18,5	16,5	72,5	713,7	0,0
19	17,1	17,7	16,5	75,8	412,4	0,0
20	17,0	18,0	16,2	67,5	816,2	0,0
21	17,4	18,2	16,5	67,5	833,8	0,0
22	18,4	19,0	17,6	71,5	542,5	0,0
23	16,6	17,5	15,8	74,1	664,8	0,0
24	16,2	17,1	15,4	69,4	882,8	0,0
25	17,6	18,5	16,6	62,7	868,8	0,0
26	18,8	19,8	17,8	61,1	865,5	0,0
27	20,7	21,8	19,7	55,5	817,7	0,0
28	19,7	20,7	18,9	68,1	701,7	0,0
29	20,4	21,0	19,8	73,7	574,1	0,0
30	19,2	19,7	18,7	80,3	386,3	0,0
31	19,5	19,9	19,0	76,8	411,3	0,0

Quadro 10B - Dados climatológicos de Viçosa, Minas Gerais, em setembro de 2007

Dias	Média (°C)	Máx. (°C)	Mín. (°C)	Umidade (%)	Brilho solar (h)	Precipitação (mm)
1	19,6	20,4	18,8	70,3	768,0	0,0
2	18,9	19,6	18,2	73,2	676,5	0,0
3	19,0	19,8	18,3	79,2	460,1	0,4
4	19,8	20,4	19,4	75,0	459,9	0,0
5	17,6	18,2	17,0	83,2	443,8	0,0
6	19,4	20,1	19,0	74,4	686,0	0,2
7	18,3	19,2	17,6	70,6	628,2	0,0
8	18,3	19,2	17,6	70,6	703,3	0,0
9	17,5	18,3	16,8	70,8	614,3	0,0
10	18,6	19,4	17,9	69,5	728,3	0,0
11	19,0	19,6	18,4	66,8	602,3	0,0
12	18,2	19,2	17,4	61,8	978,1	0,0
13	19,7	20,4	18,8	64,6	888,8	0,0
14	18,1	19,0	17,3	65,0	912,6	0,0
15	18,6	19,5	17,7	64,2	975,6	0,0
16	20,2	21,2	19,3	59,7	943,3	0,0
17	20,9	21,8	20,2	62,7	951,5	0,0
18	19,8	20,8	19,1	67,1	706,0	0,0
19	18,7	19,2	18,0	68,0	708,0	0,0
20	20,5	21,3	19,6	63,0	930,2	0,0
21	21,2	22,2	20,3	59,3	974,0	0,0
22	20,2	21,2	19,3	61,2	999,0	0,0
23	20,5	21,3	19,7	57,0	1005,8	0,0
24	24,2	25,2	23,1	46,7	929,0	0,0
25	17,1	17,7	17,0	77,8	131,9	0,0
26	16,9	17,4	16,4	68,0	593,5	0,0
27	18,1	18,4	17,7	67,8	372,0	0,0
28	18,8	19,5	18,0	71,3	685,3	0,0
29	21,3	22,0	20,5	71,1	895,1	0,6
30	19,3	20,1	18,9	74,7	632,0	0,0

Quadro 11B - Dados climatológicos de Viçosa, Minas Gerais, em outubro de 2007

Dias	Média (°C)	Máx. (°C)	Mín. (°C)	Umidade (%)	Brilho solar (h)	Precipitação (mm)
1	18.2	23.2	14.0	65	0.0	0.0
2	18.9	25.4	15.0	72	2.5	0.0
3	19.6	28.2	15.5	67	5.8	0.0
4	14.0	28.0	12.8	67	1.2	0.0
5	19.1	27.8	11.5	67	0.3	0.0
6	20.1	29.0	12.8	60	2.3	0.0
7	21.0	30.6	14.0	64	2.1	0.0
8	21.4	29.6	13.5	66	0.6	0.0
9	20.3	28.2	15.5	66	1.2	0.0
10	19.9	28.6	12.7	58	3.9	0.0
11	20.3	29.2	13.0	63	2.8	0.0
12	20.7	29.8	13.0	56	3.5	0.0
13	22.6	23	22	75	2.3	0.0
14	23.9	32.9	16.5	66	3.1	0.0
15	23.9	31.4	18.5	58	4.1	0.0
16	21.9	30.2	15.0	63	0.0	0.0
17	20.8	34.4	18.0	54	5.7	0.0
18	23.2	30.0	19.8	74	0.0	40
19	21,0	21,0	20,0	73	3.0	0.0
20	22.4	29.4	19.0	76	0.1	0.0
21	24.7	32.8	18.0	70	3.9	0.0
22	22.6	32.0	19.4	79	0.7	1.0
23	20.8	27.5	16.8	80	6.6	0.0
24	20.9	24.0	19.2	86	0.0	0.0
25	23.0	28.8	18.7	85	0.0	10.0
26	20.4	23.2	18.7	90	0.0	0.0
27	23.5	32.6	17.9	73	5.4	2
28	24.0	33.6	13.0	72	7.5	0.0
29	23.1	33.6	18.5	66	11.1	0.0
30	26.1	35.0	19.5	65	9.7	0.0
31	24.6	31.0	22.0	77	4.9	0.0

Quadro 12B - Dados climatológicos de Viçosa, Minas Gerais, novembro 2007

Dias	Média (°C)	Máx. (°C)	Mín. (°C)	Umidade (%)	Brilho solar (h)	Precipitação (mm)
1	25.5	34.6	19.5	61	8.3	0.0
2	26.4	33.8	22.0	68	2.3	0.0
3	25.4	33.4	20.0	78	7.9	40
4	22.9	27.6	19.7	71	2.9	40
5	20.9	25.6	17.0	81	3.4	0.0
6	22.2	17.6	19.0	76	4.0	0.0
7	21.0	24.6	19.2	83	0.9	8
8	20.4	23.8	18.8	92	0.0	0.5
9	21.0	25.0	19.0	85	0.3	1
10	22.8	27.2	19.0	81	1.8	0.0
11	23.6	31.0	18.8	77	4.9	6
12	23.4	28.0	20.2	81	6.2	0.0
13	19.1	23.2	17.0	87	0.7	0.0
14	22.1	30.6	15.7	64	10.2	0.0
15	22.3	28.5	16.4	72	4.6	0.0
16	21.2	27.8	19.4	81	4.2	0.0
17	20.3	26.8	16.0	75	8.3	0.0
18	21.4	28.0	15.7	72	8.6	0.0
19	21.3	29.0	17.6	77	6.0	0.5
20	20.8	27.5	17.7	85	6.2	4.0
21	21.2	27.0	18.4	79	7.7	0.0
22	19.3	26.0	17.2	81	6.8	4
23	21.9	26.6	18.9	81	0.7	0.0
24	21.9	28.8	15.6	69	8.7	0.0
25	22.2	27.8	17.6	84	0.2	0.5
26	22.8	25.8	19.3	79	0.2	20
27	22.0	29.4	19.2	80	6.8	0.5
28	22.5	30.0	17.2	70	11.5	0.0
29	19.5	24.6	18.2	78	2.2	0.0
30	22.0	27.8	17.6	82	5.4	10.0

Quadro 13B - Dados climatológicos de Viçosa, Minas Gerais, em dezembro de 2007

Dias	Média (°C)	Máx. (°C)	Mín. (°C)	Umidade (%)	Brilho solar (h)	Precipitação (mm)
1	22.5	29.6	18.5	77	7.3	0.0
2	23.7	31.4	19.5	72	9.1	2.5
3	24.5	32.2	20.5	73	6.7	0.0
4	23.7	32.4	19.5	82	7.1	9
5	23.7	32.2	19.5	92	5.1	10
6	24.1	33.6	19.2	76	8.4	8
7	23.2	31.8	20.3	81	0.3	8
8	22.2	25.0	20.0	88	0.3	0.5
9	23.3	30.4	20.7	84	0.0	9
10	24.1	30.4	19.4	67	0.0	0.0
11	22.3	31.2	16.6	80	0.0	0.5
12	24.7	32.8	18.2	73	0.0	20.0
13	21.7	24.4	19.0	85	0.0	0.5
14	20.2	22.4	19.5	93	0.0	3
15	22.4	29.4	18.8	79	0.0	0.0
16	23.6	30.2	16.6	63	0.0	0.0.
17	22.1	29.6	17.5	72	0.0	0.0
18	22.1	29.4	15.5	71	3.6	0.0
19	22.5	27.6	17.8	83	3.6	40
20	21.5	26.6	19.8	89	0.8	40
21	20.6	23.4	18.7	93	0.0	40
22	21.6	29.6	19	85	3.7	2
23	23.0	29.0	28.7	88	0.8	10
24	22.5	28.8	19.0	78	7.7	0.0
25	21.8	28.2	16.6	77	11.2	0.0
26	22.3	30.0	17.8	73	11.7	0.0
27	23.2	31.0	17.0	75	7.0	0.0
28	23.9	30.4	19.8	74	10.0	0.0
29	23.5	31.0	17.1	65	11.8	0.0
30	23.8	30.6	19.0	66	11.1	0.0

APÊNDICE C – Talude experimental



Figura 1C - Talude experimental em outubro de 2006.



Figura 2C - Talude após um ano e quatro meses de realizada a semeadura, mês de abril de 2008.



Figura 3C - Talude após um ano e quatro meses de realizada a semeadura, mês de abril de 2008.



Figura 4C - Talude após um ano e quatro meses de realizada a semeadura, mês de abril de 2008.



Figura 5C - Talude após um ano e quatro meses de realizada a semeadura, mês de abril de 2008.



Figura 6C - Talude após um ano e quatro meses de realizada a semeadura, mês de abril de 2008.



Figura 7C - Talude após um ano e quatro meses de realizada a sementeira, mês de abril de 2008.