

ANDREA CHIZZOTTI CUSATIS

**DIAGNÓSTICO DE TALUDES RODOVIÁRIOS REVEGETADOS
NATURALMENTE NA REGIÃO DE VIÇOSA, MG**

Tese 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
2001

ANDREA CHIZZOTTI CUSATIS

**DIAGNÓSTICO DE TALUDES RODOVIÁRIOS REVEGETADOS
NATURALMENTE NA REGIÃO DE VIÇOSA, MG**

Tese 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: 3 de maio de 2001

Prof. José Luiz Lani
(Conselheiro)

Prof. João Augusto Alves Meira Neto
(Conselheiro)

Prof. Sebastião Venâncio Martins

Prof. Haroldo Nogueira de Paiva

Prof. James Jackson Griffith
(Orientador)

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, pelo estímulo, carinho e apoio incondicional nestes longos anos de distância.

Ao meu orientador, professor James Jackson Griffith, por ter sido compreensivo e acreditado em mim desde o princípio, pelo aprendizado que me proporcionou, não só técnico como pessoal, que, por meio da compreensão das interações humanas, estimulou meu autoconhecimento e a iniciativa de mudar.

Aos professores conselheiros José Luiz Lani e João Augusto Alves Meira Neto, pela paciência com minha ignorância em solos e botânica e por terem tentado, a todo custo, me ensinar a explorar da melhor forma a contribuição destas ciências para este trabalho.

Ao professor Joel Gripp, do Departamento de Engenharia Civil, por acreditar na importância deste trabalho e se dispor a colaborar com seu tempo e sua experiência sobre as últimas técnicas de levantamento topográfico.

Ao meu amigo André Furtado Carvalho, pela identificação completa das plantas do estudo, pela interpretação dos ambientes e da vida e por ter participado com entusiasmo de todos os progressos deste trabalho.

Aos professores Sebastião Venâncio Martins, José Carlos Ribeiro e Agostinho Lopes de Souza, por terem investido seu tempo e suas idéias, que, acima de tudo, fizeram despertar meu interesse por novas descobertas.

Ao Tarcísio Faria de Ozório, pelo seu projeto de mestrado, que auxiliou em etapas importantes deste trabalho.

Ao Departamento de Solos, pela gentileza em colaborar com as análises e colocar à disposição infra-estrutura e pessoal para geração dos dados. À competência do

técnico Cláudio, que, além do conhecimento teórico, demonstrou exemplar capacidade para ensinar.

À Sociedade de Investigações Florestais – SIF, por ter auxiliado em todos os momentos, quando a vontade não era o suficiente para atingir os objetivos, e pelo investimento que fez em mim e em meu trabalho. Da mesma forma, ao Departamento de Engenharia Florestal e seus funcionários, que não mediram esforços para atender as necessidades de um projeto de mestrado.

Ao Ednilson, técnico da SIF, pelo profissionalismo, que surpreendeu com suas criações gráficas e iniciativa.

Ao CNPq, pela bolsa de mestrado sempre pontual e regular.

Àqueles para os quais palavras não exprimem a importância que fazem em minha vida.

ÍNDICE

	Página
RESUMO.....	v
ABSTRACT.....	vii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1 Rodovias e Meio Ambiente.....	4
2.2 Diagnóstico para Recuperação Ambiental.....	5
2.3 Talude Rodoviário.....	6
2.4 Erosão do Solo.....	7
2.5 Revegetação de Taludes Rodoviários.....	8
2.5.1 Características da cobertura vegetal.....	8
2.5.2 Técnicas de revegetação.....	11
2.6 Regeneração Natural como Técnica de Revegetação.....	12
2.6.1 A dinâmica da regeneração.....	13
2.6.2 Estudos da Revegetação em Taludes.....	14
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
3.1 Caracterização da Área de Estudo.....	16
3.2 Análise Topográfica.....	19
3.3 Análise Florística e Fitossociológica.....	22
3.4 Análises de Solos.....	23
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
4.1 Caracterização Climática.....	25
4.2 Análise Topográfica.....	28
4.3 Análise Florística e Fitossociológica.....	29
4.4 Análises de Solos e suas Interações.....	43
4.5 Análises Gerais.....	60
5. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	64
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	69

RESUMO

CUSATIS, Andrea Chizzotti, M.S., Universidade Federal de Viçosa, maio de 2001.

Diagnóstico de taludes rodoviários revegetados naturalmente na região de Viçosa, MG. Orientador: James Jackson Griffith. Conselheiros: José Luiz Lani e João Augusto Alves Meira Neto.

Diante da problemática econômica, social, ambiental e paisagística que a ausência de medidas mitigadoras em projetos rodoviários acarreta, entende-se que a revegetação de áreas abertas, como taludes, seja a alternativa de menor custo e maior sustentabilidade para as condições criadas. As espécies que crescem espontaneamente nesses locais perturbados podem ser as mais indicadas, devido à sua grande adaptabilidade, para recuperação dessas áreas degradadas. Fundamentado neste princípio, propôs-se o estudo da cobertura vegetal e do ambiente - abrangendo topografia, solos e clima - em taludes rodoviários revegetados naturalmente, com o intuito de compreender as interações entre estas variáveis e estabelecer padrões ambientais locais. Para isso, foram escolhidos seis taludes em estradas nos municípios de Viçosa, Teixeira e São Geraldo, Minas Gerais. O clima difere nas duas regiões, sendo Viçosa e Teixeira mais frias e úmidas em relação a São Geraldo. Para caracterização do relevo, foi realizado o levantamento topográfico com um equipamento denominado "Estação Total". O tamanho das parcelas de amostragem da cobertura vegetal foi determinado pelo Método de Área Mínima. A partir da locação destas parcelas, foram identificadas todas as espécies herbáceas e arbustivas encontradas; para cada uma, foi atribuído um índice de cobertura,

segundo o Método de Cobertura e Abundância de Braun-Blanquet. No levantamento florístico e fitossociológico foi amostrado um total de 115 espécies, distribuídas em 38 famílias botânicas. Nos taludes da região de Viçosa, incluindo Teixeira, as espécies que se destacaram tanto em presença quanto em cobertura foram *Melinis minutiflora* (capim-gordura), *Dicramopteris flexuosa* (samambaia) e *Sticherus penninger* (samambaia). Em São Geraldo, dominaram, para os mesmos indicadores, *Melinis minutiflora* (capim-gordura) e *Hyparrhenia rufa* (capim-jaraguá). Aproximadamente 63% das espécies encontradas ocorreram apenas em um talude e com baixa cobertura, caracterizando alto número de espécies raras. As análises de solos revelaram grande variação em sua composição, a qual, pode-se supor, está diretamente relacionada com a localização geográfica dos taludes e a cobertura vegetal. Assim, os taludes de São Geraldo têm níveis de fósforo mais altos, com abundante presença de gramíneas, e são mais férteis em comparação com os da região de Viçosa. A aplicação do Coeficiente de Correlação por Postos de Spearman aos resultados indicou o principal padrão ambiental local, relacionando a riqueza vegetal com a fertilidade dos solos dos taludes.

ABSTRACT

CUSATIS, Andrea Chizzotti, M.S., Universidade Federal de Viçosa, May 2001.
Evaluation of naturally revegetated roadside slopes in Viçosa region, Minas Gerais. Adviser: James Jackson Griffith. Committee Members: José Luiz Lani and João Augusto Alves Meira Neto.

Considering the economical, social, environmental and landscape problems that the absence of mitigating actions in road projects may cause, natural revegetation of open areas along roadsides, such as slopes, is an attractive alternative due to smaller cost and greater sustainability. Species that grow spontaneously in these disturbed sites may be the most suitable reclamation solution due their great adaptability. Based on this principle, a study of vegetation that includes considerations about topography, soils and climate was conducted of naturally vegetated road slopes, with the objective of understanding interactions among these variables and to establish local environmental patterns. Six road slopes were chosen, in Viçosa, Teixeiras and São Geraldo counties, Minas Gerais State. The climate differs between these two regions: Viçosa and Teixeiras are colder and more humid than São Geraldo. In order to characterize the land form, an electronic surveying apparatus called “Estação Total” was used. The size of the samples of the vegetation cover was determined by a relation between species richness and area (Minimal Sample Area). All herbaceous and shrub species were identified and for each was attributed a cover index, according to the Braun-Blanquet Cover-Abundance Scale. In the structural community study, a total of 115 species distributed

in 38 botanical families was found. For the slopes of Viçosa region, including Teixeiras, species that stood out in presence and in cover were *Melinis minutiflora* (grease grass), *Dicranopteris flexuosa* (fern) and *Sicherus penninger* (fern). For São Geraldo slopes, *Melinis minutiflora* (grease grass) and *Hyparrhenia rufa* (capim-jaraguá) pre-dominated for the same indexes. Approximately 63% of the sampled species were found only on one slope and with low cover index, characterized by a high number of rare species. The soil analysis revealed great variation in composition, which can be directly related to the geographical location of the slopes and the vegetation cover. Accordingly the slopes at São Geraldo have higher phosphorous levels with abundant presence of grasses, and they are more fertile in comparison with the ones at Viçosa region. The application of the Spearman coefficient of correlation by positions indicated that the principal local environmental pattern relates vegetation richness to slope soil fertility.

1. INTRODUÇÃO

A contenção de taludes abertos pela construção civil é uma necessidade, uma vez que, expostos às intempéries da natureza, estão suscetíveis à ação da erosão e dos deslizamentos. Esses eventos, na ausência de medidas mitigadoras, podem provocar prolongadas conseqüências econômicas, sociais, ambientais e paisagísticas, além de desencadear o transporte imediato de sedimentos. No caso de vias de transportes, entre outros problemas, podem interromper o fluxo de tráfego, causar acidentes e comprometer a estrutura física do sistema. Todos esses resultados podem ser agravados por deficiências no processo de planejamento, monitoramento e manutenção.

No caso do setor de estradas brasileiras, a revegetação de taludes rodoviários tem se mostrado muitas vezes uma alternativa economicamente viável para a solução de tal problemática. A escolha de espécies adequadas tem grande importância para o êxito desses projetos, porque podem apresentar problemas de desenvolvimento provocados pelas limitações ambientais, como: déficit hídrico, ataque de formigas, carência nutricional, entre outros. Com o aumento da diversidade, as chances de êxito do conjunto são maiores, uma vez que cada espécie responde diferentemente às condições ambientais, o que implica a estabilidade da comunidade.

Existem estudos que buscam auxiliar a escolha das espécies a serem utilizadas para recuperação destas áreas levando em conta, principalmente, características como: significativo desenvolvimento radicular, tolerância a seca, crescimento vigoroso, adaptação a condições de baixa fertilidade e eficácia na cobertura do solo (EINLOFT, 1996).

Além dessas características, devem ser também consideradas a origem das espécies e a sucessão ecológica da região.

Segundo REIS et al. (1996), é necessário para a recuperação de ecossistemas o conhecimento dos padrões sucessionais locais onde os diferentes grupos ecológicos de espécies estariam inseridos, devendo provocar o aparecimento de diferentes espécies, dentro do processo de sucessão. Neste sentido, a seleção das espécies que reiniciarão a sucessão local deverá atender a um conjunto de quesitos associados às condições edáficas e climáticas locais, visando um alto grau de interação biótica.

O principal problema em deixar os processos naturais recuperarem os ambientes alterados, sem intervenções antrópicas, é o fator tempo. São necessários muitos anos para que comunidade atinja alto estágio de desenvolvimento. Contudo, esta escala de longo prazo depende de problemas específicos, que, uma vez identificados, podem ser superados por meio de intervenções artificiais, que seriam mais bem sucedidas se simulassem os processos naturais. Estes processos de identificação e intervenção são a essência da restauração ecológica (DODSON et al.,1997).

O presente estudo baseou-se nesses princípios para a realização de um diagnóstico dos taludes de estradas revegetados naturalmente nas regiões de Viçosa e São Geraldo, Zona da Mata, Minas Gerais. Foi proposta uma caracterização da cobertura vegetal e do ambiente, incluindo topografia, solos e clima, com a aplicação de metodologias versáteis, que permitiram uma interação das análises dos resultados, visando o estabelecimento de padrões ambientais dos locais de estudo. Mais especificamente, os objetivos foram:

- Determinar as diferentes estruturas e composições da vegetação espontânea em taludes abandonados nas regiões de Viçosa e São Geraldo, MG.
- Conhecer os fatores edafoclimáticos determinantes para ocorrência da vegetação encontrada nestes diferentes ambientes.
- Estabelecer correlações entre planta e ambiente, buscando determinar padrões ambientais.

As três hipóteses utilizadas na elaboração do projeto foram as seguintes:

1. Devido ao ambiente inóspito dos taludes, as espécies mais agressivas devem dominar em cobertura e abundância, como o capim-gordura (*Melinis minutiflora*), por exemplo.

2. As principais condições que devem determinar a ocorrência das espécies devem ser: o tipo de solo, a disponibilidade de água, a inclinação do talude, a exposição solar, a proximidade de fonte de propágulos e o histórico de uso da área.

3. Observações informais de campo revelam o comportamento diferenciado da cobertura vegetal nos taludes das regiões de Viçosa e São Geraldo. Supõe-se, fundamentado nessas observações, que isto se deva, principalmente, à variação das condições edáficas e climáticas.

Considerando as diferentes áreas das ciências ambientais abordadas no trabalho, inicialmente serão descritas as metodologias utilizadas na realização de cada levantamento.

Em seguida, serão comentados os resultados e principalmente as potencialidades do levantamento topográfico eletrônico - nova tecnologia que vem sendo difundida nas ciências geodésicas.

Nas análises florística e fitossociológica foi utilizada a Escala de Cobertura e Abundância de Braun-Blanquet, a qual também é indicada para comunidades de porte herbáceo com grande número de espécies (MUELLER-DOMBOIS e ELLEMBERG, 1974). Nas análises de solos foram abordados aspectos físicos, químicos e mineralógicos dos solos desses ambientes.

Uma vez realizadas as análises dentro de cada área e entre os taludes, buscou-se estabelecer correlações dos resultados das técnicas mencionadas, objetivando a determinação de possíveis padrões ambientais, que contaram com a fundamentação de referências bibliográficas. A conclusão, além de destacar os padrões ambientais encontrados para as regiões de Viçosa e São Geraldo e para o estudo como um todo, remete à reflexão sobre alguns questionamentos ecológicos que surgiram ao longo do estudo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Rodovias e Meio Ambiente

Um importante princípio a ser considerado em um projeto rodoviário é de que as estradas devem funcionar como elemento indutor de crescimento de uma região, se, evidentemente, estiverem inseridas dentro de um programa de desenvolvimento integrado e multidisciplinar. Não havendo a compatibilização do ambiente com o pretense desenvolvimento, certamente ocorre a degradação dos recursos naturais, com reflexos diretos na conjuntura social e econômica da região (JESUS, 1999).

Dentro desta linha de raciocínio, LOPES e QUEIROZ (1994) afirmam que uma rodovia é eficiente, econômica e socialmente justa quando estiver enquadrada no meio ambiente ocupado por ela. Conscientes deste princípio, os profissionais envolvidos já admitem a importância da cobertura vegetal e de estruturas de drenagem em projetos rodoviários.

Um fator que contribuiu para essa mudança de comportamento foi também um dos marcos da legislação brasileira, que conciliou desenvolvimento e conservação dos recursos naturais: a Lei 6.938 de 1981, que instituiu a Política Nacional de Meio Ambiente. Em seguida, veio a Resolução 001/86 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que estabeleceu a obrigatoriedade e o conteúdo dos Estudos (EIA) e Relatórios de Impactos sobre o Meio Ambiente (RIMA). O artigo quarto desta resolução determina a necessidade de compatibilizar os processos de licenciamento com

as etapas de planejamento e implantação das atividades modificadoras do meio ambiente (LOPES e QUEIROZ, 1994).

Os problemas mais comuns encontrados ao longo de rodovias são as erosões e os deslizamentos de taludes de corte e aterros, os quais, muitas vezes, são resultantes do deficiente acabamento da terraplanagem executada durante obras de construção das estradas e das próprias características dos solos (PARANÁ, 2000).

Os Estudos e Relatórios de Impacto ambiental prevêem medidas mitigadoras e planos de recuperação de áreas degradadas para os projetos rodoviários. Uma das medidas adotadas atualmente para minimizar os problemas relacionados anteriormente é a construção de cortes intercalados com bermas, porém estes dependem de estruturas de drenagem e outras ações integradas, como preconiza o planejamento, para serem eficientes.

Outra importante medida preventiva que deve ser tomada pelo órgão fiscalizador é a supervisão. Mesmo que seja prevista por lei, se não executada, limita as garantias de que os projetos de proteção previstos nos documentos e aprovados tanto pela comunidade quanto pelo poder judicial sejam realizados na íntegra. É preciso ainda que os sistemas rodoviários existentes e em processo de degradação sejam submetidos aos mesmos trâmites, pois, devido à falta de tecnologia e consciência ambiental na época em que foram construídos, são hoje projetos altamente impactantes (LOPES e QUEIROZ, 1994).

2.2 Diagnóstico para Recuperação Ambiental

Considerando as fases do processo de recuperação ambiental de áreas degradadas por mineração, BARTH (1989) enfatizou a importância de o planejamento estabelecer objetivos efetivos e que garantam a sustentabilidade do local.

No setor rodoviário, as diretrizes estabelecidas pelo Departamento Nacional de Estradas de Rodagens estão teoricamente aquém deste princípio usado na mineração. São elas: “a de recuperar e manter a malha existente, melhorando os níveis operacionais, com a conseqüente elevação dos padrões de segurança e conforto para usuários” e “implantação de novas rodovias, pavimentação daquelas já existentes e ampliação da capacidade de diversos segmentos da rede são demandas nacionais claramente identificadas” (PARANÁ, 2000).

O planejamento deveria associar ações às comunidades e ao meio ambiente, verificar a ocorrência de impactos de ações isoladas e associar intervenções na mesma

área ou com impacto sobre o mesmo grupo social. Caso contrário, gera alto custo de manutenção e elevado grau de deterioração ambiental (MARCELINO, 1993).

Segundo o Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias, a função do planejamento é de identificar os impactos provocados pelos sistemas rodoviários, de forma a evitá-los ou minimizá-los. O diagnóstico, como parte do planejamento, subsidia esse processo, visto que se inicia por uma visita técnica minuciosa ao local, levantando detalhes como tipo de solo, clima, população, vegetação existente, redes de drenagem, tubulações de telefone, redes elétricas, redes de água e esgoto, inclinações do terreno, banhados e topografia (PARANÁ, 2000).

A pequena experiência em levantamentos de passivos ambientais de rodovias no Brasil ainda não permitiu o estabelecimento de uma metodologia que possa ser aplicada sem ressalvas. Alguns pontos, entretanto, parecem decisivos na obtenção de um produto final consistente, que auxilie nas intervenções corretivas e na gestão ambiental de um projeto de restauração. Um dos passos a serem seguidos é o zoneamento, que deve considerar a fragilidade ambiental da região e de suas condições em termos de ocupação humana. Para isso, é importante o estabelecimento de uma equipe interdisciplinar que inclua tanto profissionais usualmente necessários aos projetos viários quanto profissionais das áreas de ciências biológicas, sociais e econômicas (PARANÁ, 2000).

2.3 Talude Rodoviário

Taludes rodoviários são encostas nas margens de estradas que foram realizadas por intervenção antrópica. Eles podem ser classificados como taludes de corte - resultantes de algum processo de escavação, ou de aterro - construídos a partir de vários materiais, como argila, silte, areia, cascalho e rejeitos de mineração (CUNHA et al., 1991).

No manual de revegetação das margens de estradas - possivelmente um dos primeiros documentos técnicos brasileiros de recuperação ambiental - SHOCK e SAITO (1975) consideraram taludes aqueles terrenos com declividade acima de 18°. A partir desta inclinação fica inviável, por motivo de segurança, o uso de tratores e ceifadeiras, utilizados nas operações de estabelecimento e manutenção da cobertura vegetal. Usualmente, a inclinação recomendada para taludes de estradas é de 2:1 (horizontal:vertical), obtendo-se assim uma proporção média razoável para maior estabilidade da encosta; essa razão pode variar em função de uma série de fatores, entre eles o material de origem do solo.

2.4 Erosão do Solo

A erosão do solo, ou o processo de transporte de massa (CUNHA et al., 1991), pode ser entendida como a remoção das camadas superficiais do solo pela ação de vento, água ou gelo. Esses agentes são responsáveis tanto pelo processo de remoção quanto de transporte das partículas de solo. A erosão é iniciada pelas forças de arraste, impacto ou tração que atuam sobre partículas individuais na superfície do solo (GRAY e LEISER, 1989).

Os dois fatores mais comuns causadores da erosão são as gotas de chuva e o vento. O primeiro tipo se inicia pela própria queda da gota no solo, pois a energia cinética provocada pelo impacto da gota em solo exposto pode desalojar e mover partículas de solo para distâncias surpreendentes. Após o impacto há o escoamento superficial, provocado pelo acúmulo da água em volume suficiente para provocar o arraste das partículas liberadas. Assim se dá a erosão laminar, através do escoamento da água, carreando partículas encosta abaixo, sem formar canais definidos. Por esse motivo, esta é uma das formas mais difíceis de serem percebidas.

Com a intensificação das chuvas, e conseqüentemente do arraste de partículas, o tipo de erosão passa a ser classificado como erosão por sulcos, quando ocorre concentração do fluxo d'água em caminhos preferenciais distribuídos a favor dos sistemas naturais de drenagem, arrastando as partículas e aprofundando sulcos, podendo formar ravinas com alguns metros de profundidade, sendo, assim, facilmente percebida. O estágio mais avançado de erosão é o de voçorocas, caracterizado pelo avanço em profundidade das ravinas até estas atingirem o lençol freático ou o nível d'água do terreno (CUNHA et al., 1991).

Erosões provocadas por chuvas e ventos são controladas por uma soma de fatores edáficos, climáticos e topográficos, incluindo intensidade e duração da precipitação, material de origem do solo, altura e inclinação da encosta, erodibilidade do solo e tipo e extensão da cobertura. Todos esses fatores são considerados na Equação Universal de Perda do Solo (WISCHMEIER e SMITH, 1965). As correlações entre esses fatores podem estimar ou prever as perdas por erosão em sítios específicos. Essa equação original tem sido aperfeiçoada pela Equação Universal de Perda do Solo Revisada (TOY e FOSTER, 1998).

Movimentos de massa é a denominação descritiva para a visível descida de material componente da encosta (rochas, solo, material artificial de preenchimento ou a combinação destes), podendo ocorrer em diferentes intensidades e formas de

movimentos. Podem ser classificados como rastejo, escorregamento, tombamento e corridas de massa.

O principal agente causador dos movimentos de massa é a água, que pode atuar tanto na forma de chuvas como no elevado grau de saturação do solo. Contudo, GRAY e LEISER (1989) afirmam que, além do fator água, as condições geológicas, como a orientação das fendas e os planos de fraqueza do talude, têm profunda influência na estabilização da massa, o que não ocorre para a erosão superficial. No caso da vegetação, sua importância está presente tanto para prevenção da erosão quanto para o movimento de massa superficial.

CUNHA et al. (1991) listam ainda outros fatores que predisõem os fenômenos de instabilização e, por consequência, condicionam sua ocorrência. A alta declividade da encosta, as diferentes características de resistência das rochas e dos solos, a distribuição das chuvas, a face para qual está voltada o talude (grau de insolação recebido), a profundidade do lençol freático e, por fim, a ação antrópica (cortes, aterros, desmatamentos, queimadas, entre outros) são exemplos de fatores que interferem, conforme a situação, em menor ou maior grau na instabilidade das encostas.

2.5 Revegetação de Taludes Rodoviários

2.5.1 Características da cobertura vegetal

Tendo em vista os benefícios que a cobertura vegetal pode proporcionar diante dos problemas relacionados, a escolha de espécies é considerada fator preponderante nos trabalhos de revegetação das faixas de domínio de rodovias. Algumas características vegetais devem ser preferidas, como (PARANÁ, 2000):

- Apresentar resistência às variações das condições climáticas.
- Ter tolerância ao calor e às geadas, se for o caso.
- Ser pouco exigente quanto ao solo.
- Estar disponível no mercado regional.
- Não necessitar de tratamentos culturais intensivos.
- Ter pouca queda de folhas e frutos.
- Possuir pouco volume de raízes fora do solo.
- Considerar espécies de porte diferenciado para áreas de rede elétrica.
- Evitar árvores muito frágeis, de fácil tombamento pelo vento.
- Considerar a toxicidade das espécies.

Em uma revisão que enfatiza a importância da vegetação na restauração ambiental, JESUS (1999) destaca as vantagens da cobertura vegetal em relação aos outros métodos no controle da erosão; entre elas está a deposição de uma camada orgânica no solo, que melhora consideravelmente as suas características físicas e químicas.

Atualmente, espécies gramíneas e leguminosas estão sendo largamente utilizadas na revegetação de taludes de estradas. Tamanho sucesso pode ser explicado pelos efeitos destas, há muito tempo conhecidos, na prevenção da erosão. Estes efeitos incluem (GRAY e LEISER, 1989):

- Intercepção: copa e serapilheira absorvem o impacto das gotas de chuva e previnem a compactação do solo.

- Retenção: o sistema radicular, fisicamente, retém ou enlaça as partículas do solo, enquanto na superfície resíduos são filtrados e detidos, evitando o escoamento superficial.

- Retardamento: a serapilheira aumenta a resistência da superfície e diminui a velocidade do escoamento superficial.

- Infiltração: serapilheira e raízes contribuem para manter a porosidade e permeabilidade do solo.

- Transpiração: a redução da umidade do solo retarda a saturação e diminui o escoamento superficial.

Além dessas características, estas herbáceas possuem peculiaridades que contribuem para melhorar as condições do ambiente. O sistema radicular das gramíneas, fasciculado e abundante, agrega o solo, aumentando a resistência à erosão. A forma com que as raízes se distribuem favorece a produção da matéria orgânica do solo. Exsudatos orgânicos são liberados no solo e podem agir diretamente na cimentação de partículas sólidas (SILVA, 1993). As leguminosas são importantes restauradoras da fertilidade do solo; as raízes também auxiliam na agregação do solo e na capacidade de absorção de água. A cobertura produzida protege o solo contra perdas por erosão (BONI et al., 1994).

Por outro lado, BELLIA (1993) faz algumas ressalvas quanto à cobertura vegetal, afirmando que esta é desejável do ponto de vista do controle da erosão, mas, por vezes, toma vulto, de modo que impede a visibilidade dos motoristas, cobrindo as placas de sinalização e até reduzindo a faixa de circulação dos veículos. A presença de vegetação exuberante e em profusão à beira das estradas concentra material de fácil combustão (capim seco) e origina incêndios de grandes proporções, que prejudicam o

tráfego e causam acidentes com e entre veículos, constituindo-se em grande risco para os motoristas de veículos que transportam combustíveis; e se expandem pelos terrenos vizinhos, queimando pastos, matas e culturas, quando não atingem animais, benfeitorias e equipamentos dos proprietários limítrofes.

Segundo GRAY e LEISER (1989), a vegetação, fundamentalmente as plantas lenhosas, atuam a favor da prevenção dos movimentos de massa, particularmente nos deslizamentos superficiais das encostas. Essa propriedade, além de não ser bem conhecida, algumas vezes chega a ser depreciada. VARNES (1958) agrupou em seu estudo os fatores que influenciam a estabilidade de uma encosta, tanto aqueles que tendem a aumentar o estresse de deslizamento quanto aqueles que reduzem essas forças. Entre eles estão as prováveis influências da vegetação na estabilidade de uma encosta. As possíveis maneiras pelas quais as árvores podem influenciar o balanço das forças em uma encosta incluem:

- Reforço radicular: as raízes reforçam mecanicamente o solo, pela transferência das forças de deslizamento para a resistência elástica das raízes.
- Modificação na umidade do solo: evapotranspiração e interceptação pela folhagem limitam o saturação do solo.
- Ancoramento: o caule pode atuar como âncora em uma encosta, opondo-se às forças de deslizamento.
- Sobrecarga: o peso da vegetação em encostas exerce efeito a favor das forças de deslizamentos, como também age como componente perpendicular, tendendo a aumentar a resistência ao deslizamento.
- Enlace das raízes: tendência das raízes em invadir rachaduras no solo ou maciços rochosos; esta característica de preenchimento é interessante em taludes de barragens, pois o entrelaçamento das raízes segura o solo, mitigando as rachaduras. Espécies lenhosas podem causar instabilidade local, pelo possível efeito alavanca.
- Queda pelo vento: ventos a favor das forças de deslizamentos podem provocar o tombamento de algumas árvores.

Os três primeiros aspectos ou influências - reforço radicular, modificação na umidade do solo e ancoramento - aumentam a estabilidade da encosta. O quarto - sobrecarga - pode ter tanto impacto benéfico quanto adverso, dependendo do solo ou das condições da encosta. Os dois últimos - enlace das raízes e queda pelo vento -, por outro lado, provavelmente afetam a estabilidade da encosta de maneira contrária.

2.5.2 Técnicas de revegetação

Para recuperação ambiental, GRIFFITH et al. (1994) propuseram que a revegetação seja feita em duas fases: fase 1 - prover o solo dos locais degradados com condições favoráveis à rápida cobertura vegetal e receptivas ao início do processo sucessional; e fase 2 – promover a evolução do processo sucessional de forma eficiente, em harmonia com a paisagem regional. Esse modelo permite a aplicação, na primeira fase, de algumas técnicas vigentes – materiais geotêxteis e utilização de serapilheira – que podem garantir a auto-sustentabilidade do sistema.

EINLOFT et al. (2000) comentam técnicas, algumas importantes e inovadoras, para a revegetação de áreas degradadas. A hidrossemeadura, prática tradicional, se resume a uma mistura de sementes, fertilizantes, materiais adesivos e água, que é aplicada por meio de bombas acopladas a caminhões-pipa. Apesar de ser um método de revegetação de taludes de baixo custo, apresenta problemas, como falhas de germinação, carreamento de sementes pela chuva e fertilizantes, que implicam atividades sucessivas de manutenção.

Os materiais geotêxteis, ou tecido de fibra vegetal, promovem a cobertura do solo e, conseqüentemente, a melhor adesão das sementes, a incorporação de matéria orgânica e adubos químicos, como também a manutenção da umidade superficial. A utilização de sacos de aniagem, exemplo de material geotêxtil, preenchidos com uma mistura de sementes, fertilizantes, capim picado, terra e esterco, tem apresentado bons resultados na recuperação de taludes.

A serapilheira, material em decomposição acumulado sob o solo de florestas, composta por folhas, galhos, flores, sementes, entre outros, pode ser uma alternativa acessível e de baixo custo. Nessa camada se encontra grande atividade biológica, fundamental para a ciclagem de nutrientes no sistema. Assim, os nutrientes, a umidade, os microrganismos e o rico banco de sementes podem ser uma combinação fecunda para revegetação ambiental.

Para áreas como os taludes de corte e aterro do Sistema Rodoviário Anchieta-Imigrantes, o Manual de Revestimento Vegetal Rodoviário, de SHOCK e SAITO (1975), recomenda o plantio consorciado de espécies gramíneas e leguminosas, inclusive naqueles onde o plantio de grama-batatais (*Paspalum notatum*) não foi bem sucedido. Desde então, esta técnica tem sido reconhecida por contribuir para o restabelecimento da vegetação original e proteção do solo.

Até hoje, trabalhos como o Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias (PARANÁ, 2000) enfatizam o uso de leguminosas associadas a gramíneas, em razão do aporte de biomassa, principalmente em períodos de seca, e da capacidade de fixação de nitrogênio. SCHOENHOLTZ et al. (1987), REICHMANN NETO (1992) e EINLOFT (1996) reconhecem as vantagens dessa técnica para revegetação inicial e estabilização de solos degradados.

2.6 Regeneração Natural como Técnica de Revegetação

O sucesso no processo de recuperação de áreas degradadas não depende apenas da escolha das espécies e das tecnologias empregadas na fase de implantação, mas também da eficiência da regeneração natural no processo de sucessão. Estudos da composição florística e da ecologia das comunidades arbóreas remanescentes podem orientar experimentos que avaliam o comportamento das espécies em ambientes depauperados (DAVIDE, 1994).

Dependendo do grau de degradação do ambiente, técnicas simples podem ser utilizadas para sua recuperação. A regeneração natural da vegetação pode ser o procedimento de menor custo para restaurar áreas degradadas. Nesse aspecto, a variável é o fator tempo, o qual está diretamente relacionado com o grau de degradação. Contudo, antes de iniciar qualquer atividade de recuperação, é necessário avaliar as causas da degradação e o grau de comprometimento do meio (SEITZ, 1994).

De acordo com BRADSHAW e CHADWISK (1980), uma cobertura vegetal satisfatória pode desenvolver-se naturalmente em áreas abandonadas. Ao identificar essas espécies e entender como elas superam as limitações ambientais, seria possível desenvolver um eficiente método de recuperação destas áreas.

A regeneração natural pode ser um guia em potencial para a revegetação. Para este objetivo, as características da vegetação a serem consideradas incluem: grau de cobertura vegetal, número de espécies, composição de espécies, espécies anuais ou perenes, percentagem de espécies arbóreas, extensão e profundidade das raízes, vigor da planta e sintomas de deficiência e toxicidade. Observações de campo a respeito do comportamento dessa vegetação podem fornecer indícios sobre o ambiente (BRADSHAW e CHADWISK, 1980), como:

- A ausência ou escassez de plantas pioneiras é normalmente indicativo de um substrato com toxidez, problemas físicos ou deficiência de nutrientes; em contrapartida,

um alto grau de cobertura vegetal geralmente indica condição potencial para crescimento das plantas.

- A alta diversidade florística indica maior potencial para recuperação em relação ao baixo número de espécies: este fator pode ser relacionado com a idade do sítio, mas geralmente está mais associado com as condições dos solos.

- A composição de espécies pode ser um indicador da natureza do substrato: muitas espécies têm bem definidas tolerâncias ecológicas e podem ser utilizadas como espécies indicadoras.

- O vigor da planta e a aparência geral da vegetação podem ser subsídios da condição do sítio.

- Raízes excessivamente longas e pouco distribuídas são freqüentemente indicadores de suprimento de água deficiente; raízes muito superficiais indicam ambiente alagado ou toxidez de algum elemento no solo.

2.6.1 A dinâmica da regeneração

Um estudo realizado por REDENTE et al. (1993) concluiu que os processos sucessionais descritos por Clements (1916 e 1928) são a abordagem mais apropriada para compreender a dinâmica das comunidades em áreas degradadas. Segundo este autor, depois da perturbação da área, estabelece-se a seguinte seqüência sucessional: dispersão, estabelecimento, competição, reação e estabilização.

Para iniciar a revegetação de uma área, os propágulos podem ser oriundos de um banco de sementes local, dispersos pela fauna e pelo vento, por recolocação da camada superior do solo (*topsoil*), deposição de serapilheira, sementes coletadas ou compradas e por mudas. Para a planta se estabelecer, é preciso que complete seu ciclo de vida, ou seja, ela deve passar pelas seguintes etapas: germinação, sobrevivência, crescimento e reprodução. Para isso, as condições ambientais devem ser propícias, como: topografia, solo, umidade, microclima e ausência de predadores e de fogo. As espécies também devem ser adaptadas ao ambiente e, ainda, estabelecer interações com organismos que habitam o solo.

As primeiras espécies que compõem a comunidade vegetal em áreas degradadas - as pioneiras - têm características de rusticidade que contribuem para melhoria do ambiente, ao ponto que espécies mais exigentes - as secundárias - se estabeleçam. A interação entre plantas, microbiota e ambiente proporciona condições de crescimento e

aumento da diversidade. Após esse estágio, o sistema tende a se estabilizar, tornando-se inclusive resistente a perturbações de certo grau.

WEST (1989) afirma que o princípio da colonização, tanto em uma área natural como em uma área degradada, acontece por meio de “ilhas de fertilidade” formadas por arbustos. Segundo o autor, estas ilhas exercem importante função no suprimento de nutrientes e água, devido às condições inóspitas do entorno, e, ainda, são o núcleo de expansão da vegetação. Estes locais podem receber propágulos dispersos por plantas, animais e microrganismos, o que auxilia no processo de sucessão (ALLEN, 1988). Assim, a simulação desses núcleos de colonização pode ser decisiva na recuperação das comunidades (ALLEN, 1990).

Muitos princípios de ecologia básica podem ser utilizados no planejamento de projetos de recuperação ambiental. Para se estabelecer uma comunidade auto-sustentável que se assemelhe à original, podem-se seguir os seguintes princípios:

- Simular a diversidade local da área a ser recuperada.
- Simular em pequena escala os núcleos de colonização.
- Recriar uma estrutura horizontal, introduzindo formas de vida (herbáceas, arbóreas e arbustivas) iguais ou semelhantes.
- Incluir espécies de fenologia variável para diminuir o tempo de renovação dos recursos.
- Incluir “espécies-chaves” que melhorem as condições do sítio (como leguminosas) para o estabelecimento de outras.
- Utilizar uma composição de espécies associadas a técnicas culturais que permitam a colonização natural.
- Aproveitar espécies daninhas não-agressivas, que facilitem o estabelecimento de espécies desejáveis.

Além desses princípios, o monitoramento pode ser importante ferramenta para subsidiar o planejamento, assegurando o sucesso futuro do projeto de restauração ambiental (ALLEN, 1990).

2.6.2 Estudos da Revegetação em Taludes

SAITO et al. (1986) estudaram taludes na rodovia Manaus-Porto Velho e no Projeto Ferro Carajás, nos últimos 10 anos, objetivando avaliar e identificar os fatores

limitantes na implantação e manutenção de gramíneas e leguminosas e solucioná-los ou minimizá-los por meio de materiais e metodologias apropriadas.

Para identificar esses problemas, a análise física e química dos subsolos foi o fator-chave. Foram conduzidos ensaios de adubação e correção. As plantas foram avaliadas em função das características reprodutivas e de crescimento, da adaptabilidade, da eficiência de cobertura do solo e da viabilidade e disponibilidade de material de plantio. As manutenções necessárias, especialmente adubação e controle de pragas e doenças, foram outros aspectos pesquisados.

Acredita-se que RIGONI (1985) tenha sido a precursora no Brasil na aplicação da idéia de que as melhores espécies para se revegetar taludes de estradas são aquelas que crescem espontaneamente nessas áreas. Visando selecionar algumas destas espécies, a autora realizou levantamentos fitossociológicos, utilizando o método de parcelas múltiplas, em 14 taludes localizados na região de Viçosa, como também caracterizou os solos, a inclinação, a orientação e a idade desses locais. Apesar das dificuldades na identificação do material botânico encontrado, a autora chegou a uma lista de 12 espécies, que classificou por ordem decrescente de Índice de Valor de Importância.

Em outro projeto cujo objetivo foi o cadastramento de espécies utilizadas no controle da erosão, foram estudados cinco taludes e cinco voçorocas, todos em processo de recomposição natural, distribuídos pelo Estado de Minas Gerais (LACA-BUENDIA et al., 1994). Foram cadastradas as espécies encontradas, sendo avaliados: presença de indivíduos isolados e/ou em populações; hábito da planta; tipo de folhagem; tipo de raiz, posição ao longo do declive e/ou voçoroca; áreas de ocorrência; fenologia; entre outros.

Em um estudo mais recente, SANTANA FILHO et al. (1995) realizaram um levantamento das espécies que vegetavam espontaneamente o horizonte C de taludes, também na região de Viçosa, e buscaram relacionar a distribuição destas plantas com as condições ambientais, considerando a orientação, a inclinação e as características físicas e químicas do solo.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da Área de Estudo

Considerou-se na seleção dos taludes rodoviários a representatividade destes nas diferentes regiões estudadas, bem como a heterogeneidade dos fatores abióticos avaliados, com base na percepção visual do ambiente.

O estudo foi desenvolvido em cinco taludes distribuídos ao longo da rodovia BR 120 e um em estrada secundária, dentro do *campus* da Universidade Federal de Viçosa (UFV) (Figura 1).

O primeiro talude amostrado localiza-se no município de Teixeiras; o segundo, o terceiro e o quarto, em Viçosa; e o quinto e o sexto, em São Geraldo, todos situados na Zona da Mata de Minas Gerais. A denominação atribuída a cada talude se deu em função da proximidade destes a locais conhecidos, como, por exemplo, o talude chamado Veterinária, que se localiza próximo ao Departamento de Medicina Veterinária da UFV.

Para melhor representação, e visando os objetivos deste trabalho, os taludes foram agrupados em duas regiões: Viçosa e São Geraldo, sendo esta representada pelos quatro primeiros taludes e aquela pelos dois últimos.

O talude de Teixeiras encontra-se nas coordenadas 20°38'57" S e 42°51'36" W, a 628 m de altitude, apresentando inclinação média de 42° e exposição solar de 62°40' NE (Quadro 1, Figura 2).



- Identificação dos taludes:
- ① Teixeira
 - ② Veterinária
 - ③ Usina de Lixo
 - ④ Cajuri
 - ⑤ São Geraldo A
 - ⑥ São Geraldo B

Figura 1 - Localização dos taludes rodoviários estudados nas regiões de Viçosa e São Geraldo (adaptado de INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS APLICADAS, 1983).

Quadro 1 - Descrição abiótica dos taludes estudados

Talude	Altitude	Longitude	Latitude	Inclinação média	Exposição solar
Teixeiras	628 m	20°38'57" S	42°51'36" W	42°	62°40' NE
Veterinária	678 m	20°45'55" S	42°51'20" W	> 52°	52°20' NO
Cajuri	672 m	20°48'01" S	42°50'04" W	46°	51°40' SO
Usina de Lixo	625 m	20°44'34" S	42°51'09" W	47°	67°40' NO a 0° N ¹
São Geraldo A	350 m	20°54'38" S	42°47'36" W	41°	22°20' NO
São Geraldo B	355 m	20°54'47" S	42°48'02" W	45°	35°25' SE

¹ A variação da exposição justifica-se pelo fato de o talude estar localizado em curva extensa.

O talude denominado Veterinária localiza-se à margem direita da estrada de terra que se inicia na entrada do Departamento de Medicina Veterinária e leva à “horta velha”, mais precisamente nas coordenadas 20°45'55" S e 42°51'20" W. Está na altitude de 678 m e exposição solar de 52°20' NO. A inclinação deste talude foi a mais acentuada, maior que 52°, sendo impossível, com clinômetro, ler acima desta medida (Quadro 1, Figura 3).



Figura 2 - Talude de Teixeira parcialmente coberto por capim-gordura (*Melinis minutiflora*) e arbustos de pixirica (*Leandra* cf. *nianga*) - município de Teixeira, MG.



Figura 3 - Talude da Veterinária, com predominância na metade inferior de samambaias (*Sticherus penninger* e *Dicranopteris flexuosa*) e na metade superior de capim-gordura (*Melinis minutiflora*) - município de Viçosa, MG.

O terceiro talude localiza-se em frente à Usina de Reciclagem de Lixo de Viçosa, nas coordenadas 20°44'34'' S e 42°51'09'' W. Está a 625 m de altitude, possui 47° de inclinação média e a exposição solar varia de 67°40' NO a 0° N, devido à grande curva na qual sua base está inserida (Quadro 1). A determinação deste talude se deu para fins didáticos, pois ele se encontra totalmente desprovido de vegetação e apresenta nítidas variações em sua composição pedológica (Figura 4).

O talude de Cajuri está localizado no município de Viçosa, próximo à entrada da BR 120 para aquele município, nas coordenadas 20°48'01'' S e 42°50'04'' W. Está na altitude de 672 m, com inclinação média de 46° e exposição solar de 51°40' SO (Quadro 1). Quando escolhido, o talude estava com boa cobertura vegetal, apresentando aparentemente alta diversidade, inclusive com presença de indivíduos arbóreos. Entre o levantamento fitossociológico e as coletas de amostras de solos para análises, em meados de abril do ano 2000, o talude foi incendiado, ficando assim as análises destes solos comprometidas pela ação do fogo (Figura 5).

O talude São Geraldo A, localizado abaixo da serra de São Geraldo, fica a 350 m de altitude, nas coordenadas 20°54'38'' S e 42°47'36'' W, com inclinação média de 41° e exposição solar de 22°20' NO (Quadro 1). Ele possui fitofisionomia que parece altamente representativa da cobertura vegetal dos taludes da região (Figura 6).

O talude São Geraldo B localiza-se muito próximo ao anterior, sob coordenadas 20°54'47'' S e 42°48'02'' W. Está a 355 m de altitude, possui 45° de inclinação média e sua exposição solar é de 35°25' SE (Quadro 1). Em contraste com o talude São Geraldo A, ele apresenta algumas alterações pedológicas aparentes em relação ao padrão ambiental local, havendo, por exemplo, mais áreas de solo exposto (Figura 7).

3.2 Análise Topográfica

O levantamento topográfico foi realizado pelo método eletrônico, com o equipamento “Estação Total” (TOPCON GTS212), com memória interna. A tomada de pontos em campo foi realizada por meio de balizas com prismas. Estes pontos foram distribuídos de forma a representar da melhor maneira possível as peculiaridades do relevo do talude.

O processamento das informações armazenadas foi realizado no Sistema Topograph 98 (para Windows) e a edição das imagens em Autocad 14.



Figura 4 - Talude da Usina de Lixo sem cobertura vegetal e com grande variação na cor do solo - município de Viçosa, MG.



Figura 5 - Vista geral do talude de Cajuri após a queima, com presença de árvores - município de Viçosa, MG.



Figura 6 - Talude São Geraldo A com predominância do capim-jaraguá (*Hyparrhenia rufa*) e capim-gordura (*Melinis minutiflora*) - município de São Geraldo, MG.



Figura 7 - Talude São Geraldo B, com manchas de solo exposto na área onde ocorre o capim-gordura (*Melinis minutiflora*) - município de São Geraldo, MG.

3.3 Análise Florística e Fitossociológica

O levantamento florístico e fitossociológico se deu nos meses de fevereiro e março de 2000. Contudo, após essa fase, visitas ocasionais foram feitas, para coletar possíveis indivíduos em estágio reprodutivo que auxiliassem na identificação do material indeterminado. Na identificação das espécies utilizou-se o sistema de classificação de Cronquist (1968).

Para determinar o tamanho da parcela amostral da vegetação de cada talude, utilizou-se o método de Área Mínima baseado no princípio da curva de espécie por área (MUELLER-DOMBOIS e ELLEMBERG, 1974). A parcela inicial sempre foi de 2 m², e, após identificação e registro das espécies que ocorriam nesta área, duplicava-se a parcela sucessivamente sempre para cima e para a direita do talude, até se perceber que houve estabilização na detecção de novas espécies. Esse fato se dá quando, à medida que a área amostral aumenta, o número de novas espécies na parcela é considerado pequeno. Após plotados os dados relacionando área amostral (eixo x) e número de espécies (eixo y), obteve-se o ponto onde a curva apresentou estabilização, adicionando-se à área respectiva 33% como margem de segurança. Foi obtida, assim, a área da unidade amostral para levantamento florístico e fitossociológico. Foi utilizada como critério de inclusão de indivíduos a altura mínima de 20 cm.

O número de parcelas empregado em cada talude estava diretamente relacionado a área deste. O talude Veterinária possui área total menor em relação aos demais e comportou apenas uma unidade amostral. Nos taludes restantes foi possível a implantação de três unidades amostrais.

Como a vegetação encontrada nos taludes rodoviários é predominantemente herbácea, optou-se pela utilização do método fitossociológico de Cobertura e Abundância de Braun-Blanquet (MUELLER-DOMBOIS e ELLEMBERG, 1974), o qual consiste em atribuir a cada espécie registrada na parcela uma das sete escalas de cobertura preestabelecidas pelo método. As escalas são baseadas na abundância e na percentagem de cobertura que cada espécie apresenta, determinada visualmente, na amostra (Quadro 2).

Quadro 2 - Descrição da Escala de Cobertura e Abundância de Braun-Blanquet

Escala	Classificação
<i>r</i>	Indivíduos solitários, com pequena cobertura
+	Poucos indivíduos, com pequena cobertura
<i>1</i>	Numerosos indivíduos, com menos de 5% de cobertura
<i>2</i>	Qualquer número de indivíduos, com cobertura entre 5 – 25%
<i>3</i>	Qualquer número de indivíduos, com cobertura entre 25 – 50%
<i>4</i>	Qualquer número de indivíduos, com cobertura entre 50 – 75%
<i>5</i>	Qualquer número de indivíduos, com cobertura acima de 75%

3.4 Análises de Solos

A maneira como a coleta das amostras de solos foi feita, no mês de março de 2000, dependeu da dominância da cobertura vegetal encontrada na época e não correspondeu às mesmas unidades amostrais das análises florísticas e fitossociológicas. Nos locais onde havia predominância de espécies como *Melinis minutiflora* (capim-gordura), *Hyparrhenia rufa* (capim-jaraguá), *Sticherus penninger* e *Dicranopteris flexuosa* (samambaias), bem como em solo exposto, eram coletadas amostras de solo de 0-10 cm e 10-20 cm de profundidade.

Foram realizadas coletas em dois pontos distintos nos taludes: Veterinária, Cajuri, São Geraldo A e São Geraldo B; e três em Teixeira. O número de pontos amostrais no talude Usina de Lixo foi de sete, sendo as coletas realizadas apenas a 0-10 cm de profundidade, uma vez que o objetivo, neste caso, foi de caracterizar as variações edáficas dentro de um mesmo talude.

Foram feitas as seguintes análises físicas: granulométrica (método da pipeta) e equivalente de umidade e argila dispersa em água (EMBRAPA, 1997).

Na análise mineralógica utilizou-se a difratometria de raios X, com o difratômetro Rigaku (WHITTIG e ALLARDICE, 1994).

As análises químicas das amostras de solos foram realizadas segundo a seguinte metodologia: pH em água e em KCl, por potenciometria (EMBRAPA, 1997); cálcio, magnésio e alumínio, por espectrofotometria de absorção atômica após extração com KCl (1 mol.L⁻¹); potássio, por fotometria de chama após extração com Mehlich-1; fósforo disponível pelo método colorimétrico, após extração com Mehlich-1 (DEFELIPO e RIBEIRO, 1981); micronutrientes, por espectrofotometria de absorção

atômica após extração com Mehlich-1; e teores de carbono orgânico, pelo processo de Walkley-Black (DEFELIPO e RIBEIRO, 1981). A adsorção de fosfato foi estimada pelo fósforo remanescente, determinado em solução após a agitação de 60 mg.L⁻¹ de P, em CaCl₂ 0,01 mol.L⁻¹, por uma hora, na relação solo:solução de 1:10 (ALVAREZ et al., 1993).

Para determinar possíveis padrões ambientais que relacionassem as características da vegetação e dos solos dos taludes, conforme prevêem as hipóteses deste estudo, foi aplicado aos resultados das análises o Coeficiente de Correlação por Postos de Spearman (ρ) (SIEGEL, 1975):

$$\rho_s = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^N d_i^2}{N^3 - N},$$

em que d é a diferença dos postos das duas variáveis consideradas, no caso riqueza de espécies e fertilidade para determinado talude, e N é o número total de taludes.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização Climática

Tendo em vista a importância do clima no estabelecimento e desenvolvimento da cobertura vegetal, a análise comparativa do balanço hídrico e da temperatura das regiões estudadas se faz necessária, a fim de apoiar as hipóteses formuladas sobre as interações da vegetação com o ambiente encontrado nos taludes.

A região de Viçosa, a aproximadamente 650 m de altitude, tem o clima notadamente marcado por duas estações: a chuvosa, de outubro a março, quando, em dezembro, a precipitação média chega a 245 mm; e a seca, de abril a setembro, quando, nos meses de junho e agosto, a precipitação média não ultrapassa 19 mm. A precipitação média anual é de 1.221 mm, porém mal distribuída. Conseqüentemente, no mês de agosto a deficiência hídrica chega a 22 mm, quando a evapotranspiração também é a menor do ano (Figura 8). A temperatura média no mês mais frio - julho - é de 15,4 °C, e a do mês mais quente - fevereiro - atinge 22,3 °C, sendo a média anual de 19,4 °C (Figura 9).

Como não há no município de São Geraldo estação meteorológica, optou-se por utilizar os dados da região de Ponte Nova, cujos aspectos climáticos se assemelham aos da serra de São Geraldo.

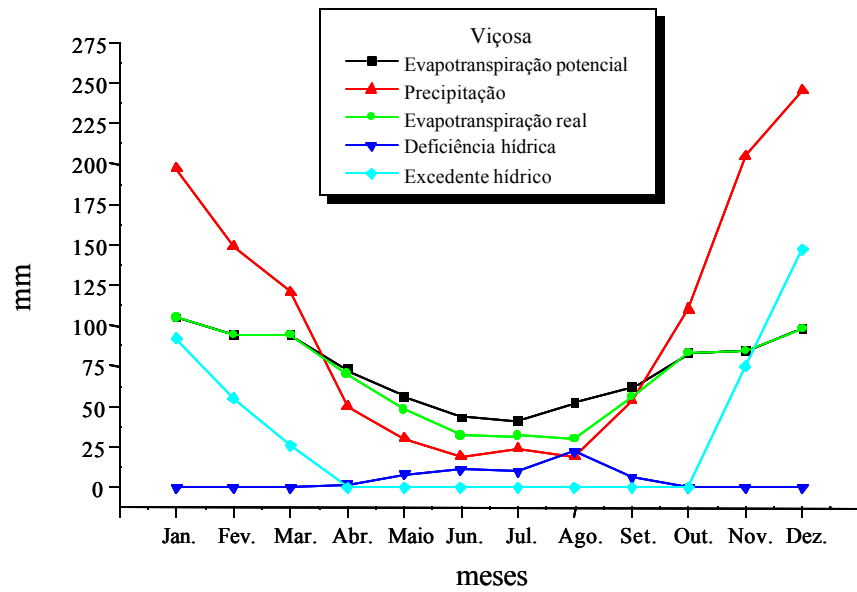


Figura 8 - Balanço hídrico de Viçosa-MG. Sistema de Holdridge, de 1961 a 1990 (ELOI, 2001).

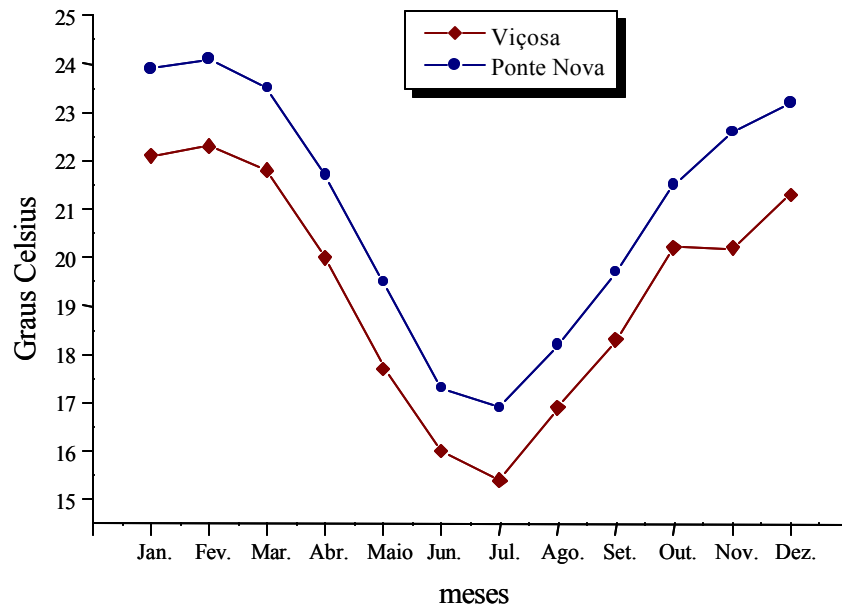


Figura 9 - Temperatura atmosférica média nos municípios de Viçosa e Ponte Nova-MG. Valores médios no período de 1961 a 1990 (ELOI, 2001).

Em Ponte Nova, a aproximadamente 400 m de altitude, a precipitação é mais bem distribuída ao longo do ano, variando de 126,6 mm em janeiro, mês de máxima, a 51,2 em julho, mês de mínima. A precipitação anual média é menor: 1.071,3 mm. O período de deficiência hídrica é o mesmo de Viçosa, porém duas vezes maior - 45 mm - para o mês de agosto (Figura 10). A temperatura média anual é maior em Ponte Nova (22,1 °C), sendo a menor média no mês de julho (18,5 °C) e a maior em fevereiro (24,9 °C) (Figura 9).

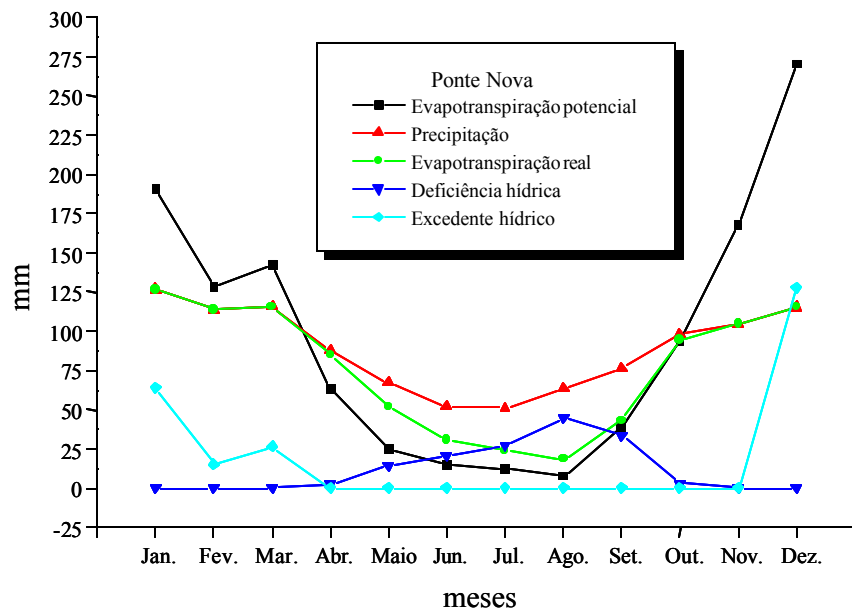


Figura 10 - Balanço hídrico de Ponte Nova-MG. Sistema de Holdridge, de 1961 a 1990 (ELOI, 2001).

Comparativamente, apesar de Viçosa ter 150 mm anuais de precipitação a mais que Ponte Nova, a evapotranspiração é bastante acentuada nesta última região, devido às temperaturas maiores, justificando assim a deficiência hídrica maior em Ponte Nova, em relação a Viçosa. Enfim, Viçosa é um ambiente mais ameno, de maior umidade e temperatura média menor em relação a Ponte Nova.

No caso de São Geraldo, a percepção de campo indica que o clima é mais quente e seco e com grande deficiência de umidade em relação a Viçosa, haja vista os índices de umidade atual do solo destas duas regiões (Quadro 9). Trata-se de, como os dados apontam, um clima mais semelhante ao de Ponte Nova.

Enfim, relacionando o clima de Viçosa e São Geraldo, infere-se que a primeira é mais fria e úmida e a segunda, mais quente e seca.

4.2 Análise Topográfica

O método eletrônico de levantamento topográfico foi aplicado nos taludes São Geraldo B, Veterinária e Teixeiras e resultaram na geração de imagens relativas a plantas baixas, perfis e imagens em três dimensões (Figura 11).

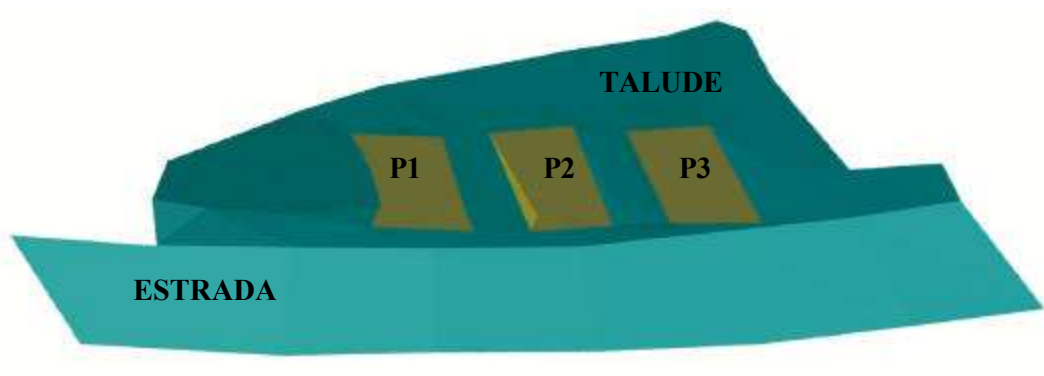


Figura 11 - Imagem oblíqua do talude de Teixeiras. Em destaque, a localização das parcelas (P1, P2 e P3) do levantamento florístico e fitossociológico.

Além da produção de informações em maior quantidade e qualidade (imagens digitais), o equipamento “Estação Total” permite a execução do levantamento de campo de forma rápida e prática. Contudo, em escritório se faz necessária a participação de profissional especializado nos programas, para a produção e edição das imagens digitais.

Tais imagens propiciam uma análise detalhada da forma do talude. Assim, irregularidades no terreno podem ser detectadas independentemente do nível da cobertura vegetal. Sob vegetação densa, sulcos e voçorocas não poderiam ser registrados, tampouco fotografados, por exemplo.

O método se mostrou excelente ferramenta para planejamento de projetos de recuperação ambiental, uma vez que fornece subsídios para calcular a partir dos perfis, por exemplo, a inclinação do talude em qualquer ponto. Dessa forma, há maior praticidade em diagnosticar possíveis falhas no relevo, auxiliando na elaboração de um sistema de drenagem apropriado. Dessa forma, este método permite conferir maior eficácia no momento da revegetação, natural ou não, dos taludes.

4.3 Análise Florística e Fitossociológica

Para o levantamento da vegetação, cada talude foi considerado uma comunidade. Assim, com a utilização do Método de Área Mínima, cada talude teve um tamanho de parcela específico em função do número de espécies registradas e do número de repetições possíveis, conforme sua área total (Quadro 3). Como não havia cobertura vegetal no talude Usina de Lixo, este não foi considerado na análise.

Quadro 3 - Distribuição das parcelas nos taludes amostrados

Região	Talude	Número de Parcelas	Tamanho da Parcela (m ²)	Área Total Amostrada (m ²)
Viçosa	Teixeiras	3	48	144
	Veterinária	1	80	80
	Cajuri	3	32	96
São Geraldo	São Geraldo A	3	42,5	127,5
	São Geraldo B	3	21	63

Ao todo, foram instaladas 13 parcelas, onde foram amostradas 115 espécies; destas, 102 nas parcelas da região de Viçosa e 34 nas de São Geraldo, distribuídas em 38 famílias botânicas (Quadro 4).

Quadro 4 - Composição florística geral dos taludes amostrados no estudo

Família	Nome científico	Nome comum
Amaranthaceae	<i>Alternanthera philoxeroides</i> (Mart.) Griseb.	Quebra-tigela
Anacardiaceae	<i>Schinus terebenthifolius</i> Raddi.	Aroerinha
Annonaceae	<i>Xylopia sericea</i> A. St. Hill.	Pimenteira
Aristolochiaceae	<i>Aristolochia arcuata</i> Mast.	Cipó-mil-homens
Asclepiadaceae	<i>Oxypetalon mexiae</i> Malme.	Cipó-leite
Asteraceae	<i>Acanthospermum australe</i> (Leofl.) O. Kuntze	Maroto
	<i>Achyrocline satureioides</i> (Lam.) DC.	Marcela
	<i>Aster squamatus</i> (Spreng.) Hieron.	Falso-mio-mio
	<i>Baccharis</i> sp.	
	<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	Alecrim
	<i>Baccharis trimera</i> (Less.) DC.	Carqueja
	<i>Bidens pilosa</i> L.	Picão
	<i>Chaptalia nutans</i> (L.) Polak.	Língua-de-vaca
	<i>Conyza bonariensis</i> L.	Buva
<i>Elephantopus mollis</i> H.B.K.	Fumo-bravo	

Continua...

Quadro 4, Cont.

Familia	Nome científico	Nome comum
	<i>Eupatorium buniifolium</i> Hook e Arn.	
	<i>Eupatorium laevigatum</i> Lam.	Cambará
	<i>Eupatorium maximilianii</i> Schrad.	Cambará-santa-cruz
	<i>Eupatorium</i> sp.	
	<i>Gnaphalium pensylvanicum</i> Willd.	Macela-branca
	<i>Mikania hirsutissima</i> DC.	Cipó-cabeludo
	<i>Orthopappus angustifolius</i> (Sw.) Gleason	Língua-de-vaca
	<i>Piptocarpha</i> sp.	Pau-fumo
	<i>Porophyllum ruderale</i> (Jacq.) Cass.	Couve-de-veado
	<i>Pterocaulon alopecuroides</i> (Lam.) DC.	Barbasco
	<i>Pterocaulon virgatum</i> (L.) DC.	Macela-branca
	<i>Symphiopappus</i> sp.	
	<i>Tithonia speciosa</i> Hook ex Gris.	Titônia
	<i>Vernonia glabrata</i> Less.	Vernônia
	<i>Vernonia polyanthes</i> Less.	Assapeixe
	<i>Vernonia scorpioides</i> (Lam.) Pers.	Vernônia
Bignoniaceae	<i>Pithecotenium dolichoides</i> Schum.	Cipó-pente-de-macaco
	<i>Pyrostegia venusta</i> Miers.	Cipó-são-joão
	<i>Sparattosperma leucanthum</i> K. Schum.	Cinco-folhas-brancas
Boraginaceae	<i>Cordia corymbosa</i> (L.) Don.	Maria-preta
	<i>Tournefortia paniculata</i> Cham.	Marmelinho
Caesalpinaceae	<i>Chamaecrista flexuosa</i> (L.) Greene	Peninha
	<i>Chamaecrista nictitans</i> (L.) Moench.	Peninha
	<i>Chamaecrista rotundifolia</i> (Pers.) Greene	Peninha
	<i>Senna macranthera</i> (DC. ex Colladon) H. S. Irwin et R. C. Barnebv.	Fedegoso
Cecropiaceae	<i>Cecropia hololeuca</i> Miq.	Embaúba
	<i>Cecropia pachystachya</i> Trec.	Embaúba
Commelinaceae	<i>Commelina nutiflora</i> L.	Trapoeraba
Cyperaceae	<i>Rhynchospora aurea</i> Vahl.	Navalha-de-macaco
Dilleniaceae	<i>Davilla rugosa</i> Poir.	Cipó-carijó
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum pelleterianum</i> A. St. Hill.	Sessenta-e-um
Euphorbiaceae	<i>Croton floribundus</i> Spreng.	Capixinguim
	<i>Croton glandulosus</i> (L.) Muell.	Gervão-branco
	<i>Croton</i> sp.	Belém
	<i>Euphorbia hirta</i> L.	Erva-pombinha
	<i>Euphorbia hyssopifolia</i> L.	Erva-pombinha
	<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	Vaquinha-branca
	<i>Phyllanthus tenellus</i> Roxb.	Quebra-pedra
Fabaceae	<i>Aeschynomene falcata</i> (Poir.) DC.	Falsa-sensitiva
	<i>Centrosema pubescens</i> Benth.	Gentirana
	<i>Crotalaria incana</i> L.	Xique-xique
	<i>Desmodium adscendens</i> (Sw.) DC.	Focinho-de-boi
	<i>Desmodium barbatum</i> (L.) Benth.	Focinho-de-boi
	<i>Galactia striata</i> (Jacq.) Urb.	Galatia
	<i>Machaerium brasiliense</i> Vog.	Sangue-de-burro

Continua...

Quadro 4, Cont.

Familia	Nome científico	Nome comum
	<i>Machaerium</i> sp.	Bico-de-pato
	<i>Machaerium</i> sp.	Cipó-rasga-diabo
	<i>Machaerium</i> sp.	Correia
	<i>Phaseolus lathyroides</i> L.	Siratiro
	<i>Rhynchosia minima</i> DC.	Pata-de-leão
	<i>Stylosanthes guyanensis</i> (Aubl.) Sw.	Meladinho
	<i>Stylosanthes viscosa</i> Sw.	Meladinho
	<i>Teramnus uncinatus</i> Sw.	Amendoim-de-veado
	<i>Zornia diphylla</i> Pers.	Urinária
Gleicheniaceae	<i>Sticherus penninger</i> (Mart.) Coopel.	Samambaia
	<i>Dicranopteris flexuosa</i> (Schrad.) Underw.	Samambaia
Lamiaceae	<i>Hyptis suaveolens</i> Poit.	Erva-canudo
	<i>Hyptis</i> sp.	Cheirosa
Lythraceae	<i>Cuphea carthagenensis</i> (Jacq.) Macbr.	Sete-sangrias
Malvaceae	<i>Sida</i> sp.	Guaxuma
	<i>Sidastrum paniculatum</i> (L.) Fryxell	Guaxuma
	<i>Urena lobata</i> L.	Guaxima
Melastomataceae	<i>Leandra</i> cf. <i>nianga</i> Cong.	Pixirica
	<i>Leandra</i> sp.	Pixirica
Melastomataceae	<i>Miconia candolleana</i> Triana.	Quaresma
Mimosaceae	<i>Anadenanthera peregrina</i> Speg.	Angico
	<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mast.) Mack.	Jacaré
Mirtaceae	<i>Myrcia sphaerocarpa</i> DC.	Jambo-vermelho
Monimiaceae	<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	Nega-mina
Myrsinaceae	<i>Rapanea ferruginea</i> Mez.	Canela-azeitona
Passifloraceae	<i>Passiflora</i> sp.	Abre-e-gira
Piperaceae	<i>Piper clausenianum</i> C.DC.	Jaborandi
	<i>Piper</i> sp.	Jaborandi
Poaceae	<i>Andropogon bicornis</i> L.	Capim-rabo-de-burro
	<i>Andropogon leucostachys</i> H.B.K.	Capim-membeca
	<i>Brachiaria decumbens</i> Stapf.	Capim-braquiária
	<i>Hyparrhenia rufa</i> (Ness.) Stapf.	Capim-jaraguá
	<i>Melinis minutiflora</i> Beauv.	Capim-gordura
	<i>Panicum maximum</i> Jacq.	Capim-colonião
	<i>Setaria geniculata</i> (Lam.) Beauv.	Capim-rabo-de-gato
Polygalaceae	<i>Polygala paniculata</i> L.	Bromil
	<i>Polygala violacea</i> Aubl.	Bromil-roxo
Rosaceae	<i>Rubus rosifolius</i> J. Smith.	Amora
	<i>Rubus urticifolius</i> J. Smith.	Amora-cipó
Rubiaceae	<i>Coccocypselum</i> sp.	Poaia
	<i>Diodia alata</i> Ness et Mart.	Erva-lagarto
	<i>Spermacoce capitata</i> Ruiz e Pav.	Ipeca-preta
	<i>Spermacoce verticillata</i> L.	Ipeca-preta
Sapindaceae	<i>Serjania</i> sp.	Cipó-cinco-folhas

Continua...

Quadro 4, Cont.

Família	Nome científico	Nome comum
Schizaeaceae	<i>Anemia phyllitidis</i> (L.) Sw.	Samambaia
	<i>Lygodium volubile</i> Sw.	Abre-caminho
Solanaceae	<i>Solanum aculeatissimum</i> Jacq.	Juá
	<i>Solanum</i> sp.	
	<i>Solanum swartzianum</i> Roem e Schult.	Mercurinho
Sterculiaceae	<i>Waltheria rotundifolia</i> Schrank.	Douradinha
Tiliaceae	<i>Triumfetta bartramia</i> L.	Carrapichão
Ulmaceae	<i>Trema micrantha</i> Blume.	Crindiúva
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i> L.	Cambará-de-espinho
	<i>Lantana trifolia</i> L.	Cambará-roxo
	<i>Stachytarpheta cayenensis</i> (L.C. Rich) Vahl	Jurubão

A família mais representativa do estudo foi a Asteraceae, com total de 26 espécies; na região de Viçosa, ela apresentou 25 espécies, contra 7 espécies nas parcelas de São Geraldo. Em seguida, a família Fabaceae apresentou um total de 16 espécies amostradas, sendo a mais rica na região de São Geraldo, onde foi amostrado número maior de espécies (12) em relação à região de Viçosa (7). Todas as espécies registradas das famílias Poaceae e Euphorbiaceae (7) ocorreram na região de Viçosa, enquanto nas parcelas de São Geraldo foram registradas 4 espécies daquela e 1 desta família (Figura 12).

O destaque que as quatro famílias relacionadas anteriormente tiveram no estudo pode ser explicado pelo alto número de espécies que originalmente as compõe e por sua tendência a serem plantas consideradas invasoras. A família Asteraceae, também conhecida como Compositae, é a maior família de dicotiledôneas, com mais de 2.000 espécies (CRONQUIST, 1968). Muitas são caracterizadas pela agressividade que apresentam, como também pelo uso como plantas ornamentais. A família Fabaceae, juntamente com Caesalpiniaceae e Mimosaceae, forma o grupo das Leguminosas, um dos maiores entre as dicotiledôneas. Estas são, na sua maioria, fixadoras de nitrogênio, propriedade que melhora as condições do solo, favorecendo o estabelecimento da cobertura vegetal. Outra família de grande diversidade, Poaceae ou Gramineae, é composta por espécies que protegem o solo contra erosão e têm grande capacidade de adaptação. Entre as dicotiledôneas, a família Euphorbiaceae também é uma das maiores, na qual se encontram desde espécies herbáceas até arbóreas (KISSMANN, 1997 a, b).

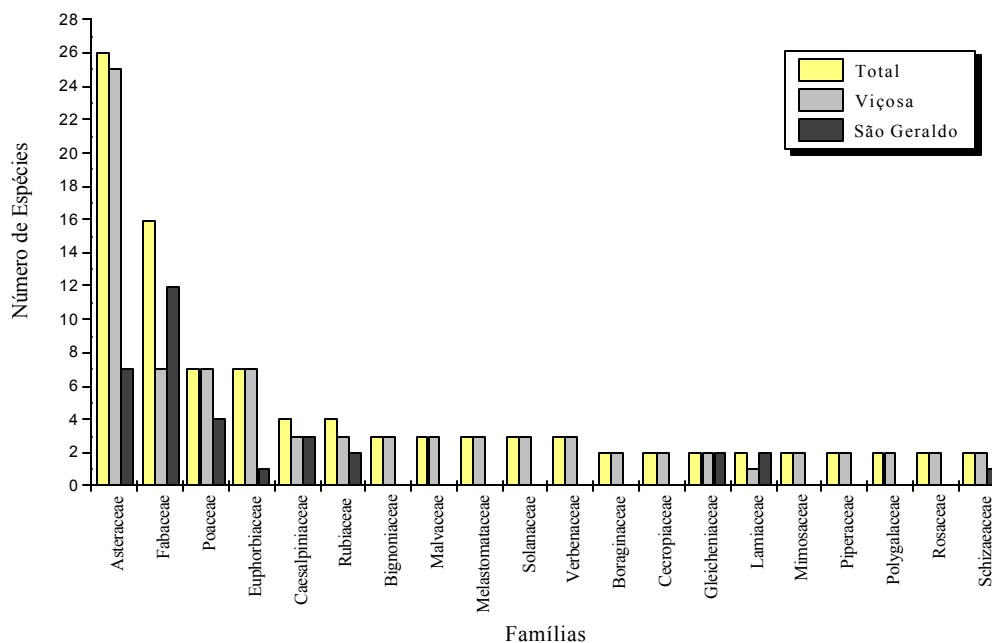


Figura 12 – Famílias com maior representatividade de espécies amostradas nas áreas de Viçosa e São Geraldo (em cada uma das demais 18 famílias ocorreu uma única espécie, todas na região de Viçosa).

Além das quatro primeiras famílias mencionadas, as famílias Caesalpiniaceae, Rubiaceae, Gleicheniaceae, Lamiaceae e Schizaeaceae foram as únicas nove famílias que tiveram representantes amostrados nas parcelas da região de São Geraldo. Em contrapartida, na região de Viçosa ocorreram espécies em todas as 38 famílias, em 18 das quais houve registro de apenas uma espécie.

Destaca-se ainda que nas parcelas da região de São Geraldo não foi amostrada nenhuma família diferente daquelas em relação à região de Viçosa, ou seja, aquela região não acrescentou famílias ao estudo como um todo (Figura 12).

A análise fitossociológica foi realizada nas 13 parcelas por meio do método de Escala de Cobertura e Abundância de Braun-Blanquet. Dessa forma, todas as 115 espécies amostradas (Figuras 13 e 14) receberam uma classificação conforme as escalas estabelecidas pelo método, com base na cobertura e abundância que apresentavam em cada parcela (Quadro 5).

Quadro 5 – Análise fitossociológica das 115 espécies amostradas nas 13 parcelas distribuídas nos cinco taludes estudados, representadas pela Escala de Cobertura e Abundância de Braun-Blanquet, sendo *r*: apenas um indivíduo, com menos de 1% de cobertura; +: poucos indivíduos, com menos de 1% de cobertura; *l*: menos de 5% de cobertura; 2: 5 a 25% de cobertura; 3: 25 a 50% de cobertura; 4: 50 a 75% de cobertura; e 5: acima de 75% de cobertura na parcela, ordenadas pela maior ocorrência nas parcelas (TX: talude em Teixeira, Vet: talude na Veterinária, CJ: talude em Cajuri, SGA: talude em São Geraldo A e SGB: talude em São Geraldo B). Espécies ordenadas decrescentemente pelo número de parcelas que ocorreram

Nome Científico	Nome Comum	TX			Vet	CJ			SGA			SGB		
		A	B	C		A	B	C	A	B	C	A	B	C
<i>Melinis minutiflora</i>	Capim-gordura	3	2	2	5	3	l	+	4	l		4	4	4
<i>Dicranopteris flexuosa</i>	Samambaia	2	l	+	2	3	5	4				r	r	
<i>Sticherus penninger</i>	Samambaia	2	l	+	2	3	5	4				r	r	
<i>Andropogon bicornis</i>	Capim-rabo-de-burro	+		r	+	r	+	l						+
<i>Baccharis trimera</i>	Carqueja	+	+	r	+	+	+	+						
<i>Spermacoce verticillata</i>	Ipeca-preta	r	r	r	+						r	r		r
<i>Stylosanthes viscosa</i>	Meladinho	+	+						r	+	+		+	+
<i>Baccharis dracunculifolia</i>	Alecrim	r	+	r		r		r						r
<i>Hyptis suaveolens</i>	Erva-canudo			r	+	+	r				+			r
<i>Andropogon leucostachys</i>	Capim-membeca		2	l								l	l	2
<i>Anemia phyllitidis</i>	Samambaia	r		r	r	+	r							
<i>Lantana camara</i>	Cambará-de-espinho	r	+	l	r			r						
<i>Leandra cf. nianga</i>	Pixirica	r			+	+	+	+						
<i>Pterocaulon virgatum</i>	Macela-branca			+							r	+	r	r
<i>Achyrocline satureioides</i>	Marcela	+	+	+	+									
<i>Desmodium barbatum</i>	Focinho-de-boi								+	+	r			r
<i>Hyparrhenia rufa</i>	Capim-jaraguá	+							5	5	4			
<i>Pterocaulon alopecuroides</i>	Barbasco		+			l						+		r
<i>Vernonia scorpioides</i>	Vernônia	+	+		+			r						
<i>Aeschynomene falcata</i>	Falsa-sensitiva		+						r	r				
<i>Baccharis</i> sp.						r	+	+						
<i>Centrosema pubescens</i>	Gentirana								r	r	r			
<i>Chamaecrista rotundifolia</i>	Peninha		r							r	r			
<i>Chaptalia nutans</i>	Língua-de-vaca	r			r	+								
<i>Coryza bonariensis</i>	Buva		r			+								r
<i>Desmodium adscendens</i>	Focinho-de-boi			r	r									r
<i>Eupatorium buniifolium</i>	Titonia	r		r			+							
<i>Eupatorium laevigatum</i>	Cambará	r			r	l								
<i>Galactia striata</i>	Galatia								r	r	r			
<i>Gnaphalium pensylvanicum</i>	Macela-branca	+				l		+						
<i>Leandra</i> sp.	Pixirica	2	2	l										
<i>Lygodium volubile</i>	Abre-caminho				r		r							r

Continua...

Quadro 5, Cont.

Nome Científico	Nome Comum	TX			Vet	CJ			SGA			SGB		
		A	B	C		A	B	C	A	B	C	A	B	C
<i>Oxypetalon mexiae</i>	Cipó-leite				r	r	r							
<i>Piper claussonianum</i>	Jaborandi	r			r	r								
<i>Pithecotenium dolichoides</i>	Cipó-pente-de-macaco					+	l	l						
<i>Polygala paniculata</i>	Bromil		+	+		+								
<i>Porophyllum ruderale</i>	Couve-de-veado	r				+								r
<i>Pyrostegia venusta</i>	Cipó-são-joão	+		+			+							
<i>Teramnus uncinatus</i>	Amendoim-de-veado								r	r	r			
<i>Vernonia polyanthes</i>	Assapeixe	+					r							+
<i>Aristolochia arcuata</i>	Cipó-mil-homens				r			r						
<i>Chamaecrista flexuosa</i>	Peninha								r		r			
<i>Chamaecrista nictitans</i>	Peninha	r	+											
<i>Crotalaria incana</i>	Xique-xique								r	r				
<i>Diodia alata</i>	Erva-lagarto	r		r										
<i>Elephantopus mollis</i>	Fumo-bravo	+			+									
<i>Eupatorium</i> sp.		r		r										
<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	Erva-pombinha			r					r					
<i>Lantana trifolia</i>	Cambará-roxo				+			r						
<i>Maprounea guianensis</i>	Vaquinha-branca				r		r							
<i>Miconia candolleana</i>	Quaresma					l	r							
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	Jacaré				l		r							
<i>Rapanea ferruginea</i>	Canela-azeitona						r	+						
<i>Senna macranthera</i>	Fedegoso						r		r					
<i>Sparattosperma leucanthum</i>	Cinco-folhas-brancas				r		2							
<i>Stylosanthes guyanensis</i>	Meladinho								r	+				
<i>Vernonia glabrata</i>	Vernônia					r	r							
<i>Waltheria rotundifolia</i>	Douradinha	r					r							
<i>Acanthospermum australe</i>	Maroto	r												
<i>Alternanthera philoxeroides</i>	Quebra-tigela	r												
<i>Anadenanthera peregrina</i>	Angico				r									
<i>Aster squamatus</i>	Falso-mio-mio						r							
<i>Bidens pilosa</i>	Picão						+							
<i>Brachiaria decumbens</i>	Capim-braquiária			l										
<i>Cecropia hololeuca</i>	Embaúba							l						
<i>Cecropia pachystachya</i>	Embaúba							2						
<i>Coccocypselum</i> sp.	Poaia						r							
<i>Commelina nutiflora</i>	Trapoeraba				+									
<i>Cordia corymbosa</i>	Maria-preta				r									
<i>Croton floribundus</i>	Capixinguim	r												
<i>Croton glandulosus</i>	Gervão-branco			r										
<i>Croton</i> sp.	Belém				r									
<i>Cuphea carthagenensis</i>	Sete-sangrias				+									

Continua...

Quadro 5, Cont.

Nome Científico	Nome Comum	TX			Vet	CJ			SGA			SGB		
		A	B	C		A	B	C	A	B	C	A	B	C
<i>Davilla rugosa</i>	Cipó-carijó							r						
<i>Erythroxylum pelleterianum</i>	Sessenta-e-um				r									
<i>Eupatorium maximilianii</i>	Cambará-santa-cruz				r									
<i>Euphorbia hirta</i>	Erva-pombinha	r												
<i>Hyptis</i> sp.	Cheirosa								r					
<i>Machaerium</i> sp.1	Bico-de-pato							r						
<i>Machaerium</i> sp.2	Cipó-rasga-diabo				+									
<i>Machaerium</i> sp.3	Correia							+						
<i>Machaerium brasiliense</i>	Sangue-de-burro				r									
<i>Mikania hirsutissima</i>	Cipó-cabeludo							r						
<i>Myrcia sphaerocarpa</i>	Jambo-vermelho							+						
<i>Orthopappus angustifolius</i>	Língua-de-vaca													r
<i>Panicum maximum</i>	Capim-colonião	r												
<i>Passiflora</i> sp.	Abre-e-gira								r					
<i>Phaseolus lathyroides</i>	Siratiro											r		
<i>Phyllanthus tenellus</i>	Quebra-pedra				+									
<i>Piper</i> sp.	Jaborandi				r									
<i>Piptocarpha</i> sp.	Pau-fumo							l						
<i>Polygala violacea</i>	Bromil-roxo	r												
<i>Rhynchospora aurea</i>	Navalha-de-macaco				+									
<i>Rhynchosia minima</i>	Pata-de-leão									r				
<i>Rubus rosifolius</i>	Amora								r					
<i>Rubus urticifolius</i>	Amora-cipó							l						
<i>Schinus terebenthifolius</i>	Aroerinha				r									
<i>Serjania</i> sp.	Cipó-cinco-folhas				r									
<i>Setaria geniculata</i>	Capim-rabo-de-gato	+												
<i>Sida</i> sp.	Guanxuma	r												
<i>Sidastrum paniculatum</i>	Guanxuma		r											
<i>Siparuna guianensis</i>	Nega-mina							r						
<i>Solanum aculeatissimum</i>	Juá		r											
<i>Solanum</i> sp.					r									
<i>Solanum swartzianum</i>	Mercurinho				r									
<i>Spermacoce capitata</i>	Ipeca-preta									r				
<i>Stachytarpheta cayenensis</i>	Jurubão				r									
<i>Symphyopappus</i> sp.									+					
<i>Tithonia speciosa</i>	Titônia				+									
<i>Tournefortia paniculata</i>	Marmelinho				l									
<i>Trema micrantha</i>	Crindiúva				r									
<i>Triumfetta bartramia</i>	Carrapichão				r									
<i>Urena lobata</i>	Guaxima				+									
<i>Xylopia sericea</i>	Pimenteira							r						
<i>Zornia diphylla</i>	Urinária											r		

Figura 13 – Ocorrência das espécies presentes em duas ou mais parcelas nas regiões de Vigosa e São Geraldo.

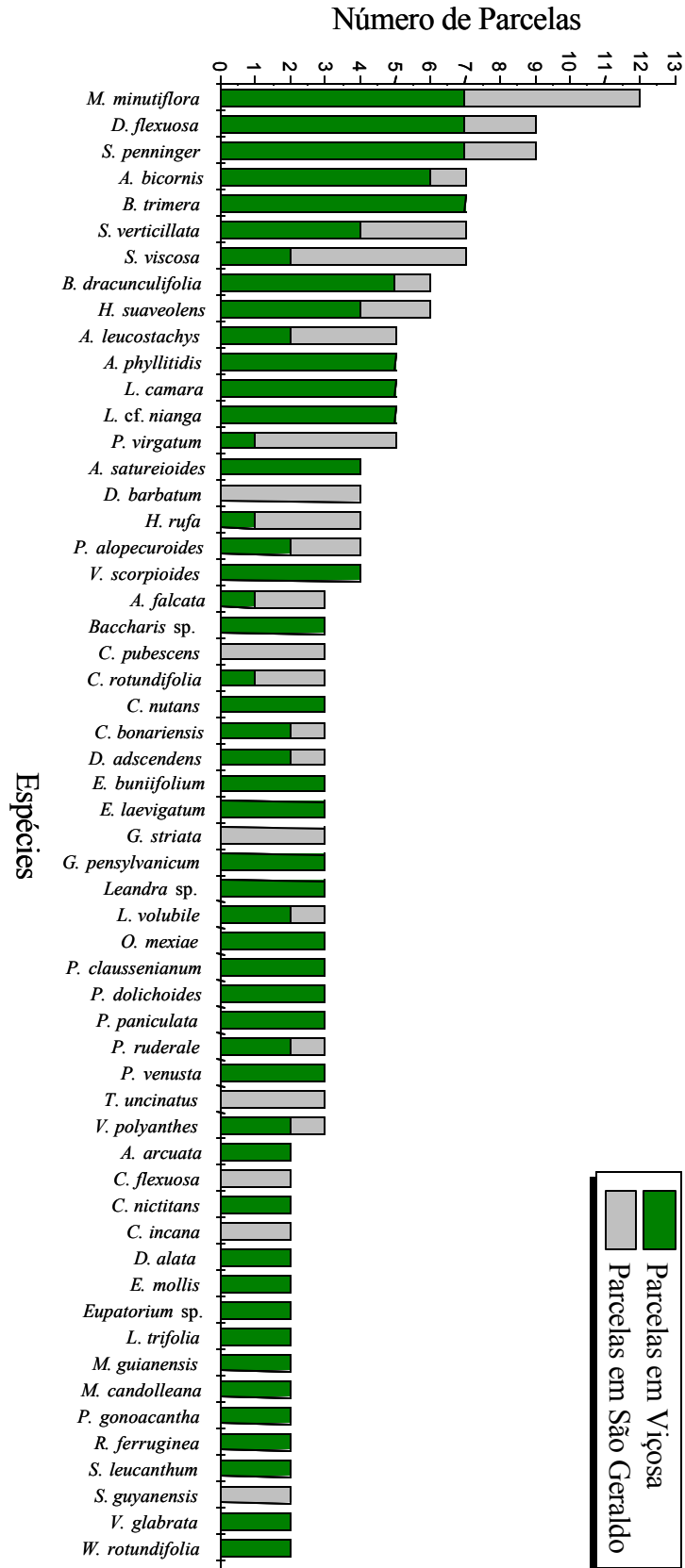
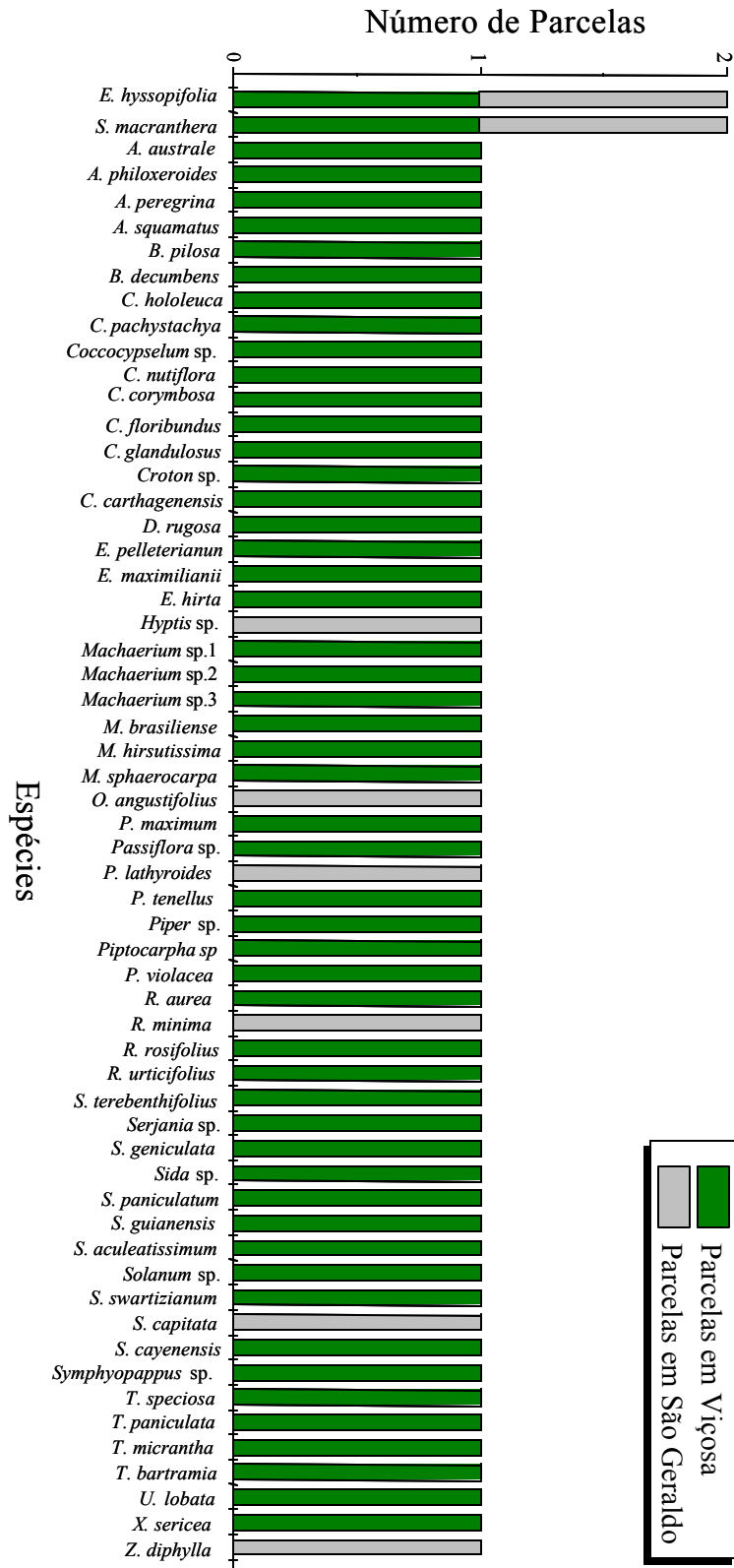


Figura 14 – Ocorrência das espécies presentes em uma parcela nas regiões de Viçosa ou São Geraldo.



As parcelas amostradas na região de Viçosa apresentaram, em média, duas vezes mais espécies em relação àquelas da região de São Geraldo (Quadro 6). Nesse contexto, é importante ressaltar que em todos os taludes de Viçosa havia, nas proximidades, fontes de propágulos, o que favorece o início da revegetação e pode ser uma das justificativas para a riqueza de espécies encontrada, como mencionado na segunda hipótese proposta neste estudo. Ainda, estimativas visuais da percentagem de solo exposto de cada parcela revelaram que os dois taludes em São Geraldo apresentaram de 15 a 30% de solo sem nenhuma cobertura vegetal, enquanto nos taludes de Viçosa, com exceção de Teixeira, praticamente não houve exposição direta da superfície.

Apesar de o talude Usina de Lixo estar na mesma rodovia do talude de Cajuri, a ausência da vegetação naquele pode ser explicada por ter sido produto de uma obra realizada posteriormente à construção original.

Quadro 6– Número de espécies nas diferentes Escalas de Cobertura e Abundância de Braun-Blanquet encontradas nas 13 parcelas, divididas entre 5 taludes das duas regiões estudadas, sendo *r*: apenas um indivíduo, com menos de 1% de cobertura; *+*: poucos indivíduos, com menos de 1% de cobertura; *I*: menos de 5% de cobertura; 2: 5 a 25% de cobertura; 3: 25 a 50% de cobertura; 4: 50 a 75% de cobertura; e 5: acima de 75% de cobertura na parcela

Escala de Cobertura de Braun-Blanquet	Região de Viçosa							Região de São Geraldo					
	Teixeiras			Vet	Cajuri			SGA			SGB		
	A	B	C		A	B	C	A	B	C	A	B	C
Raras (<i>r</i>)	21	5	12	25	10	13	9	11	7	11	3	4	10
< 1% (<i>+</i>)	11	10	6	16	10	8	7	1	2	3	2	2	2
< 5% (<i>I</i>)	0	2	4	2	4	4	3	0	1	0	1	1	0
5 - 25% (2)	3	3	1	2	0	2	0	0	0	0	0	0	1
25 - 50% (3)	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
50 - 75% (4)	0	0	0	0	0	0	2	1	0	1	1	1	1
> 75% (5)	0	0	0	1	0	2	0	1	1	0	0	0	0
Espécies amostradas	36	20	23	46	27	29	21	14	11	15	7	8	14
	50			46	53			22			18		
				102				34					

A espécie de maior destaque foi *Melinis minutiflora* (capim-gordura), tanto pelas altas escalas de cobertura apresentadas (Quadro 5) quanto pelo número de

ocorrência nas parcelas (Figura 13). Pode-se supor que o capim-gordura (*Melinis minutiflora*) deixou de estar presente em apenas uma parcela, no talude São Geraldo A, das 13 parcelas do estudo, devido à alta concorrência com *Hyparrhenia rufa* (capim-jaraguá) no local. Neste caso, o capim-jaraguá apresentou cobertura entre 50 e 75% na parcela, e, como será abordado posteriormente, esta última tende a maior adaptação ao ambiente de São Geraldo.

As espécies *Dicranopteris flexuosa* e *Sticherus penninger*, ambas samambaias, foram, na seqüência (Quadro 5 e Figura 13), dominantes nas comunidades da região de Viçosa. Considerando o talude São Geraldo B, no qual a presença destas samambaias foi muito pequena, as espécies foram registradas em todas as escalas de cobertura variando de um indivíduo até acima de 75% de cobertura na parcela. A ausência das samambaias (*Sticherus penninger* e *Dicranopteris flexuosa*) no talude São Geraldo A pode também ser explicada pela presença agressiva do capim-jaraguá (*Hyparrhenia rufa*).

Além da alta dominância do capim-jaraguá (*Hyparrhenia rufa*) no talude São Geraldo A (Figura 6), foi notada a presença deste no talude São Geraldo B com relativa abundância na margem da estrada (Figura 7), apesar de não ter sido registrada nenhuma ocorrência dentro das parcelas. Percebe-se que o capim-jaraguá é a espécie predominante na fitofisionomia no ambiente de São Geraldo.

As espécies *Melinis minutiflora* (capim-gordura), *Dicranopteris flexuosa* e *Sticherus penninger* (samambaias) e *Hyparrhenia rufa* (capim-jaraguá) dominaram em cobertura, demonstrando a agressividade destas espécies nos taludes, como formulado em uma das hipóteses deste trabalho.

As únicas espécies que ocorreram exclusivamente nas parcelas da região de São Geraldo foram: *Desmodium barbatum*, *Centrosema pubescens*, *Galactia striata*, *Teramnus uncinatus*, *Crotalaria incana*, *Stylosanthes guyanensis*, *Phaseolus lathyroides*, *Rhynchosia minima*, *Zornia diphylla*, *Hyptis* sp., *Orthopappus angustifolius* e *Spermacoce capitata*, representando apenas 10% do total das espécies amostradas (Figuras 13 e 14). Destas espécies, as nove primeiras pertencem à família Fabaceae. Os representantes desta família são capazes de fixar nitrogênio atmosférico, característica que atende aos requisitos iniciais de recobrimento do solo no processo de recuperação, pois criam condições favoráveis no ambiente, por meio de aporte de material orgânico, surgimento e transformação de raízes e nódulos e da associação com fungos

micorrízicos, permitindo que plantas de estágios sucessionais mais exigentes possam se estabelecer (FRANCO et al., 1995).

O percentual de espécies nas escalas raras ou solitárias (r) em São Geraldo é maior em relação a Viçosa (Quadro 7). Já na categoria seguinte - poucos (+) - Viçosa tem praticamente o dobro de registros, porém não é superior ao percentual de raras neste ambiente. As espécies raras ou incomuns podem formar, como um todo, a maior parte da comunidade vegetal em relação às espécies mais abundantes. Mesmo importantes, raramente são consideradas no processo de recuperação (RABINOWITZ et al., 1986).

Quadro 7- Percentagem de espécies amostradas para cada escala de cobertura, sendo r: apenas um indivíduo, com menos de 1% de cobertura; +: poucos indivíduos, com menos de 1% de cobertura; 1: menos de 5% de cobertura; 2: 5 a 25% de cobertura; 3: 25 a 50% de cobertura; 4: 50 a 75% de cobertura; e 5: acima de 75% de cobertura na parcela

Escala de Cobertura de Braun-Blanquet	Percentagem de Registros		
	Geral	Viçosa	São Geraldo
Raras (r)	52,03	47,03	66,67
< 1% (+)	29,52	33,66	17,39
< 5% (1)	8,12	9,41	4,35
5 - 25% (2)	4,43	5,45	1,45
25 - 50% (3)	1,48	1,98	0
50 - 75% (4)	2,58	0,99	7,25
> 75% (5)	1,85	1,49	2,90
Total	100	100	100

Nas escalas de maior cobertura, o ambiente de São Geraldo também tem percentuais maiores que a região de Viçosa. Inclusive, na escala acima de 75% de cobertura, São Geraldo possui o dobro de registros.

Em resumo, a região de São Geraldo é um ambiente de extremos, onde há alta cobertura nas parcelas devido basicamente a duas espécies – capim-gordura (*Melinis minutiflora*) e, principalmente, capim-jaraguá (*Hyparrhenia rufa*) - e indivíduos raros cuja cobertura é insignificante. Já o ambiente de Viçosa possui os registros mais bem distribuídos dentro das escalas, revelando comunidades mais evoluídas sucessionalmente (Quadros 6 e 7), confirmando, assim, a hipótese de que a vegetação apresenta comportamento diferenciado na região de Viçosa em relação à de São Geraldo.

Considerando que as estradas onde estão os taludes em questão são da mesma época, talvez uma justificativa para o estágio mais avançado de sucessão da cobertura vegetal dos taludes em Viçosa seja o histórico de perturbação. O clima mais seco e quente de São Geraldo poderia facilitar a propagação acentuada do fogo, em relação a Viçosa. A proximidade dos taludes de São Geraldo das propriedades rurais poderia acarretar influências outras além do fogo, como o pastoreio, a baixa diversidade de fonte de propágulos (basicamente capins) ou a aplicação de herbicidas. Outra hipótese seriam as condições edáficas mais favoráveis para o desenvolvimento vegetal na região de Viçosa, aspectos que serão abordados posteriormente.

RIGONI (1985) avaliou a vegetação natural de taludes rodoviários por meio de parcelas múltiplas utilizando o Índice de Valor de Importância (IVI), no qual considerou a percentagem de cobertura e a frequência das espécies amostradas. Das 12 espécies identificadas com maior IVI, oito coincidem em nível de gênero com os resultados obtidos no estudo atual, sendo elas: *Baccharis*, *Melinis*, *Panicum*, *Andropogon*, *Miconia*, *Chaptalia*, *Vernonia* e *Piptadenia*. Destaca-se na análise de Rigoni o capim-gordura (*Melinis minutiflora*) como segunda espécie com maior valor de importância; resultado próximo a este foi encontrado no presente trabalho, em que a espécie apresentou as maiores escalas de cobertura e ocorrência nas parcelas.

Em um levantamento de espécies que vegetam espontaneamente em horizonte C nos taludes rodoviários na região de Viçosa, SANTANA FILHO et al. (1995) encontraram o capim-rabo-de-burro (*Andropogon bicornis*), duas espécies de samambaias (*Gleichenia* sp. e *Lycopodium* sp.), o capim-gordura (*Melinis minutiflora*) e a vernônia (*Vernonia glabrata*) como espécies de maior frequência. No referido trabalho foram consideradas a orientação e a inclinação dos perfis. Relacionando esses fatores com o número de espécies e de indivíduos amostrados, concluiu-se que a menor incidência solar nos perfis voltados para o sul e o leste propiciou teor um pouco maior de umidade do solo, que favoreceu a maior colonização destas áreas.

LACA-BUENDIA et al. (1994) estudaram as plantas daninhas que ocorreram em cinco barrancos e cinco voçorocas em processo de recomposição no município de Belo Horizonte e adjacências. Foram analisados hábito da planta, densidade da folhagem, tipo de raiz, posição ao longo do declive, entre outras. Foram encontrados representantes de 19 famílias, em um total de 125 espécies; destas, 33 também foram amostradas no presente estudo. As famílias mais representativas foram: Poaceae e Leguminosae, com 24 e 30 espécies, respectivamente. Os representantes das Poacea

ocorreram preferencialmente nas áreas superiores dos taludes e dos voçorocas. Devido à grande cobertura que as plantas trepadeiras apresentaram, os autores concluíram que elas podem ser mais eficazes quando se desenvolvem nas margens e no topo das áreas erodidas, pois protegem esses pontos do impacto da chuva.

Em um estudo desenvolvido nas margens de rodovia e ferrovia na Amazônia, experimentos revelaram que as gramíneas, espécies de *Brachiaria* e *Melinis minutiflora*, se destacaram com melhor comportamento e eficácia no controle da erosão. Dentre as leguminosas, as mais adaptadas foram espécies de *Calopogonium*, *Dioclea*, *Canavalia*, *Pueraria* e *Galactia* (SAITO et al., 1986).

4.4 Análises de Solos e suas Interações

Segundo RESENDE et al. (2001), o início do estabelecimento da vegetação em qualquer ambiente depende da combinação de três fatores essenciais: água, nutrientes e radiação. Outros fatores indiretos também interferem nesse processo, como pragas, doenças, etc. No entanto, a abordagem realizada para melhor compreender os ambientes às margens de rodovias (Quadro 8) proporcionou aprofundamento no tocante a água e nutrientes (Quadros 9 e 10).

A água no solo está diretamente relacionada com a precipitação pluviométrica, a qual será discutida mais adiante; a radiação solar (posicionamento da face do talude); formas irregulares no barranco (como buracos); e textura - solos mais siltosos retêm maiores teores de água em relação aos arenosos (Figuras 15 e 16).

O Equivalente de Umidade é uma das formas de se avaliar a retenção de água no solo. Considerando os resultados das amostras coletadas no estudo (Quadro 9), percebe-se grande variação nesses valores. Esse valor representa a quantidade de água retida pelo solo quando submetido a uma pressão de 1.000 atm – 2.440 rpm por meia hora (EMBRAPA, 1997). Quanto maiores os valores retidos de água, maior é a capacidade de o solo manter-se úmido.

A umidade atual (Quadro 9) avalia o teor de água no solo no momento da coleta da amostra. Contudo, este é um dado que se deve interpretar com cuidado, pois o teor de água no solo pode ser influenciado, por exemplo, pela chuva, que pode ocorrer em um local e não em outro, pela vegetação, pela exposição do talude, entre outros.

Quadro 8 – Descrição pedoambiental dos pontos amostrais e respectivos taludes estudados nas regiões de Viçosa e São Geraldo

	Amostra	Horizonte	Cobertura/Local de Coleta	Material de Origem	Características
Usina de Lixo	UL 1.1	Bw	Totalmente desnudo, presença ocasional de musgo. As coletas foram realizadas da direita para a esquerda, ou seja, no sentido Viçosa – Cajuri (Figura 17)	Gnaisse	Solo bem estruturado, maior resistência à erosão
	UL 2.1	Bw		Gnaisse	Menor teor de ferro, material mais esbranquiçado, maior resistência à erosão
	UL 2.2	C		Gnaisse	Esbranquiçado, baixo teor de ferro, mais erodido, cavidades na superfície que permitem maior condição de desenvolvimento de plântulas
	UL 3.1	Bw		Gnaisse	Mais resistente em relação ao CR; superfície mais lisa, sendo menor a probabilidade de fixação de sementes
	UL 3.2	CR		Gnaisse	Mais erodível em relação ao anfíbolito, variável na profundidade; presença de rochas expostas de anfíbolito
	UL 4.1	Bw		Anfíbolito	Solos com cores mais avermelhadas
	UL 4.2	CR		Anfíbolito	Pontuações de biotita, coloração mais amarelada, variável na altura
Teixeiras	TX 1	CR	Sem vegetação, boa parte coberta com musgo; aproximadamente 6 m do topo do talude	Gnaisse	Sem raízes; variegado de cores (róseo a amarelo); presença de quartzo, flocos de feldspato e biotita; área menos corrugada
	TX 2	A	Totalmente coberto de capim-gordura (<i>Melinis minutiflora</i>), com presença de musgo, cobertura sub-superficial deficiente; coleta a 4 m do topo do talude	Gnaisse	Área inclinada; solo escuro; presença de matéria orgânica e carvão; presença de minhocas
		Bw		Gnaisse	Cor avermelhada; presença de raízes finas; mais uniforme quanto ao material, estrutura em blocos subangular, tamanho médio a moderado; presença de minhocas
TX 3	CR	Coleta sob planta, musgo superficial com 3mm de espessura; coleta a 8 m do topo do talude, fora da área amostrada pela vegetação	Gnaisse	Grande presença de quartzo, gnaisse com feldspatos pseudomorfos de caulinita e biotita; sistema radicular a 10 cm com 0,5 cm de diâmetro	
Veterinária	VT 1	A	Presença abundante de samambaias (<i>Sticherus penninger</i> e <i>Dicranopteris flexuosa</i>), subsuperficialmente de musgo, espécies pioneiras deste ambiente; coleta fora da área amostrada pela vegetação. Proximidade de fonte de propágulos	Gnaisse	Grota, pedoambiente mais úmido, não ocorre insolação direta, sombra provocada pela presença de árvores; abundância de raízes; significativa caixa d'água a montante
		C		Gnaisse	Solo amarelo esbranquiçado, caulinita desferificada, consequência do ambiente mais úmido
	VT 2	Bw	Presença de muito capim-gordura (<i>Melinis minutiflora</i>) (necessita de maiores teores de oxigênio no sistema radicular) na parte superior do talude	Gnaisse	Fluxo de água vertical e lateral, conforme bandejamento do gnaisse

Continua...

Quadro 8, Cont.

	Amostra	Horizonte	Cobertura/Local de Coleta	Material de Origem	Características
Cajuri	CJ 1	A	Talude desnudo, incendiado em meados de abril/2000. Cobertura no terço superior, basicamente cipós emaranhados e árvores espaçadas; terço médio, embaúbas (<i>Cecropia</i> sp.) mais espaçadas, capim-gordura (<i>Melinis minutiflora</i>), samambaias (<i>Sticherus penninger</i> e <i>Dicranopteris flexuosa</i>) e outros de hábitos herbáceos que após o fogo deixou o solo sem cobertura; terço inferior, predominância de assapeixe (<i>Vernonia polyanthes</i>). Proximidade com fonte de propágulos. Talude de menor altura (aproximadamente 10 m) de todo o estudo	Gnaisse	Presença de muitas raízes grossas dos cipós de 0 – 10 cm e de 10 – 20 cm diminui a quantidade, mas aumenta a espessura; solo mais estruturado; Latossolo Vermelho-Amarelo argiloso
		Bw		Gnaisse	Coloração uniforme
	CJ 2	A		Gnaisse	Presença de minhocas; muitas raízes finas
		CR		Gnaisse	Faixas de feldspato formando os pseudomorfos de caulinita e pontuações escuras de biotita; bandas paralelas do gnaisse proporcionando maior estabilidade e conservação dos microambientes; róseo; presença de apenas uma área erodida
São Geraldo A	SGA 1	A/Bw	Capim-jaraguá (<i>Hyparrhenia rufa</i>); superficialmente, presença de musgo de verde mais intenso; coleta a 2 m do topo do talude	Anfibolito	Presença de formiga lava-pé; muitas raízes fasciculadas; 0 – 10 cm estrutura granular, 10 – 20 cm blocos subangular, fraca; quartzos granular angulosos distribuídos aleatoriamente
	SGA 2	CR	Muito capim-jaraguá (<i>Hyparrhenia rufa</i>) competindo com capim-gordura (<i>Melinis minutiflora</i>); presença de leguminosas, musgos; coleta a 10 cm do topo	Anfibolito	Muito rico em mica proveniente do anfibolito; solo extremamente friável
São Geraldo B	SGB 1	CR	Terço-inferior do talude totalmente coberto por capim-jaraguá (<i>Hyparrhenia rufa</i>); quanto mais para cima, maior a quantidade de capim-gordura (<i>Melinis minutiflora</i>); coleta a 30 m do topo	Anfibolito	Material friável; presença de voçorocas maiores; mica; raízes fasciculadas; presença de formiga; não observada a presença de minhoca
	SGB 2	Bw/C	Sem vegetação, presença de musgo proporcionando alguma estabilidade; coleta a 6m do topo do talude	Anfibolito	Muito friável, sem estrutura; presença de linhas de quartzo na vertical, seixo arredondado de quartzo na horizontal; baixa fertilidade

Quadro 9 – Resultado das análises físicas das amostras de solos dos seis taludes das regiões de Viçosa e São Geraldo

Amostra	Horizonte	Profundidade cm	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila	Argila H ₂ O	Equivalente de Umidade	Umidade Atual	Textura	Cor-Munsell		Índice de Avermelhamento
											Seco	Úmido	
TEIXEIRAS													
TX 1.1	CR	0-10	28	16	33	23	4	27,9	22,3	Franco	5YR5/8	2,5YR4/6	8,0
TX 1.2	CR	10-20	29	17	35	19	0	28,8	19,2	Franco	2,5YR6/6	2,5YR4/8	7,5
TX 2.1	A	0-10	45	11	24	20	10	35,4	30,5	Franco-Argilo-Arenoso	5YR4/3	5Y3/2	3,8
TX 2.2	Bw	10-20	10	13	49	28	0	40,8	24,9	Franco-Argiloso	10R4/8	10R4/6	20,0
TX 3.1	CR	0-10	48	14	27	11	1	18,9	12,8	Franco-Arenoso	10R6/4	10R5/6	6,7
TX 3.2	CR	10-20	50	19	19	12	1	16,4	11,6	Franco-Arenoso	10R6/4	10R4/8	6,7
VETERINÁRIA													
VT 1.1	A	0-10	29	13	23	35	20	33,3	26,6	Franco-Argiloso	2,5YR5/4	2,5YR3/6	6,0
VT 1.2	C	10-20	17	27	47	9	1	25,8	21,6	Franco	10YR6/4	2,5YR5/6	0,0
VT 2.1	Bw	0-10	54	9	11	26	11	20,2	20,7	Franco-Argilo-Arenoso	5YR4/4	2,5YR3/4	5,0
VT 2.2	Bw	10-20	41	11	12	36	18	25,1	22,3	Argilo-Arenoso	5YR4/6	2,5YR3/6	7,5
CAJURI													
CJ 1.1	A	0-10	21	17	15	47	25	29,6	23,6	Argila	5YR4/6	2,5YR3/6	7,5
CJ 1.2	Bw	10-20	17	17	12	54	28	29,9	22,9	Argila	5YR5/6	2,5YR3/6	6,0
CJ 2.1	A	0-10	32	27	33	8	6	25,8	23,0	Franco-Arenoso	5YR5/3	2,5YR4/6	3,0
CJ 2.2	C	10-20	25	37	33	5	1	27,1	23,8	Franco-Arenoso	7,5YR5/6	5YR4/6	3,0
USINA DE LIXO													
UL 1.1	Bw	0-10	23	12	12	53	0	26,2	17,7	Argila	5YR5/6	2,5YR4/8	6,0
UL 2.1	Bw	0-10	23	11	12	54	0	26,8	14,9	Argila	5YR5/6	2,5YR4/8	6,0
UL 2.2	C	0-10	41	16	41	2	1	24,8	17,0	Franco-Arenoso	10R6/4	10R4/8	6,7
UL 3.1	Bw	0-10	27	23	32	18	1	29,2	20,6	Franco	2,5YR4/4	2,5YR3/6	7,5
UL 3.2	CR	0-10	31	24	23	22	1	21,8	15,2	Franco-Argilo-Arenoso	2,5YR4/4	2,5YR3/6	7,5
UL 4.1	Bw	0-10	11	8	22	59	5	29,2	19,9	Argila	5YR4/6	5YR4/6	7,5
UL 4.2	CR	0-10	12	20	53	15	1	35,6	25,4	Franco-Siltoso	7,5YR5/8	5YR4/6	4,0
SÃO GERALDO A													
SGA 1.1	A	0-10	32	16	14	38	16	20,8	15,6	Argilo-Arenoso	2,5YR3/6	2,5YR3/6	15,0
SGA 1.2	Bw	10-20	31	16	8	45	9	19,1	16,0	Argilo-Arenoso	5YR4/6	2,5YR3/6	7,5
SGA 2.1	CR	0-10	64	25	9	2	1	11,5	16,2	Areia	2,5Y5/6	10YR3/4	-
SGA 2.2	CR	10-20	61	25	10	4	2	17,0	14,4	Areia-Franca	10YR3/4	10YR2/2	-
SÃO GERALDO B													
SGB 1.1	CR	0-10	66	20	8	6	2	14,0	19,3	Areia-Franca	2,5Y4/4	2,5Y4/2	-
SGB 1.2	CR	10-20	62	23	7	8	2	15,5	18,7	Areia-Franca	2,5Y4/4	2,5Y4/2	-
SGB 2.1	Bw/C	0-10	27	25	20	28	1	26,0	19,4	Franco-Argilo-Arenoso	5YR5/6	5YR4/6	6,0
SGB 2.2	Bw/C	10-20	27	27	22	24	1	28,4	19,7	Franco-Argilo-Arenoso	5YR5/6	5YR4/6	6,0

Quadro 10 – Resultado das análises químicas das amostras de solos dos seis taludes das regiões de Viçosa e São Geraldo

Amostra	Horizonte	Profundidade cm	pH		Ca	Mg	K	SB	H+Al	Al	CTC(t)	CTC(T)	V	m	MO	P	P-rem	Zn	Fe	Mn	Cu
			H ₂ O	KCl	cmol _c .dm ⁻³	mg.dm ⁻³	cmol _c .dm ⁻³					%	dag.kg ⁻¹	mg.dm ⁻³	mg.L ⁻¹	mg.dm ⁻³					
TEIXEIRAS																					
TX 1.1	CR	0-10	5,5	4,6	0,25	0,10	43	0,46	1,0	0,10	0,56	1,46	31,5	17,9	0,39	0,2	31,5	0,54	18,6	6,8	1,12
TX 1.2	CR	10-20	5,2	4,9	0,05	0,01	6	0,08	2,0	0,20	0,28	2,08	3,8	71,4	0,13	1,5	34,9	0,42	13,1	1,2	3,14
TX 2.1	A	0-10	6,1	5,5	2,47	0,60	93	3,31	2,6	0,20	3,51	5,91	56,0	5,7	6,59	26,0	35,3	7,02	101,8	69,4	1,22
TX 2.2	Bw	10-20	5,1	4,8	0,48	0,16	35	0,73	2,3	0,00	0,73	3,03	24,1	0,0	6,46	0,0	45,7	0,48	44,5	11,4	0,80
TX 3.1	CR	0-10	4,7	4,2	0,15	0,08	27	0,30	2,0	0,40	0,70	2,30	13,0	57,1	1,89	0,0	55,1	0,49	18,8	12,1	1,18
TX3.2	CR	10-20	5,0	4,3	0,08	0,04	16	0,16	1,0	0,70	0,86	1,16	13,8	81,4	0,20	0,0	53,7	0,17	19,7	7,4	0,69
VETERINÁRIA																					
VT 1.1	A	0-10	5,6	5,1	1,50	1,08	123	2,89	4,0	0,00	2,89	6,89	41,9	0,0	2,93	0,2	52,2	2,44	62,5	99,8	3,55
VT 1.2	C	10-20	4,4	4,0	0,19	0,76	55	1,09	5,3	2,30	3,39	6,39	17,1	67,8	0,33	0,4	55,1	0,70	38,6	17,4	0,39
VT 2.1	Bw	0-10	4,2	4,0	0,52	0,15	28	0,74	6,6	0,70	1,44	7,34	10,1	48,6	3,52	0,7	48,3	0,95	99,7	16,4	1,12
VT 2.2	Bw	10-20	4,0	3,8	0,28	0,07	21	0,40	7,6	0,70	1,10	8,00	5,0	63,6	2,48	0,2	42,0	0,36	108,2	11,4	1,45
CAJURI																					
CJ 1.1	A	0-10	4,2	3,9	0,53	0,21	35	0,83	12,5	0,90	1,73	13,33	6,2	52,0	4,11	2,7	46,0	1,01	94,1	21,4	1,42
CJ 1.2	Bw	10-20	4,1	3,8	0,08	0,03	24	0,17	4,6	0,90	1,07	4,77	3,6	84,1	2,35	0,0	43,5	0,28	75,7	6,5	1,09
CJ 2.1	A	0-10	4,7	4,2	0,90	0,42	158	1,72	5,9	0,40	2,12	7,62	22,6	18,9	2,67	6,3	54,9	2,66	39,5	108,3	3,31
CJ 2.2	C	10-20	4,4	4,0	0,15	0,09	63	0,40	5,3	0,50	0,90	5,70	7,0	55,6	0,26	1,3	53,1	0,41	25,0	17,6	2,63
USINA DE LIXO																					
UL 1.1	Bw	0-10	4,3	4,0	0,08	0,03	17	0,15	10,2	0,10	0,25	10,35	1,4	40,0	0,39	0,0	7,2	0,12	31,6	2,5	1,12
UL 2.1	Bw	0-10	4,1	3,9	0,20	0,02	10	0,25	9,9	0,60	0,85	10,15	2,5	70,6	1,04	0,0	14,1	0,06	43,3	3,3	5,96
UL 2.2	C	0-10	4,2	3,8	0,01	0,00	6	0,03	6,3	1,00	1,03	6,33	0,5	97,1	0,13	0,0	32,2	0,08	19,7	2,1	0,54
UL 3.1	Bw	0-10	4,4	4,0	0,04	0,01	3	0,06	5,6	0,40	0,46	5,66	1,1	87,0	0,33	0,0	11,0	0,12	40,4	5,9	4,83
UL 3.2	CR	0-10	4,5	4,0	0,08	0,02	2	0,11	5,3	0,30	0,41	5,41	2,0	73,2	0,20	0,0	9,9	0,12	37,4	7,0	3,89
UL 4.1	Bw	0-10	4,0	3,7	0,38	0,02	2	0,41	8,9	1,30	1,71	9,31	4,4	76,0	1,70	0,0	10,4	0,09	41,4	14,5	10,29
UL 4.2	CR	0-10	4,2	3,9	0,07	0,38	4	0,46	5,0	4,10	4,56	5,46	8,4	89,9	0,00	1,1	3,6	3,13	41,0	7,6	8,79
SÃO GERALDO A																					
SGA 1.1	A	0-10	6,5	5,7	2,87	1,57	68	4,61	1,3	0,00	4,61	5,91	78,0	0,0	2,54	2,7	42,8	3,51	49,2	60,7	0,87
SGA 1.2	Bw	10-20	5,8	5,3	2,13	0,73	32	2,94	3,6	0,00	2,94	6,54	45,0	0,0	1,50	0,7	42,3	0,85	54,8	24,6	1,23
SGA 2.1	CR	0-10	6,2	5,6	4,62	3,95	25	8,63	2,6	0,50	9,13	11,23	76,8	5,5	0,39	35,5	54,0	1,26	66,6	11,6	0,55
SGA 2.2	CR	10-20	6,0	5,6	3,86	3,70	32	7,64	4,3	0,20	7,84	11,94	64,0	2,6	0,78	44,3	54,4	2,54	112,3	39,0	1,02
SÃO GERALDO B																					
SGB 1.1	CR	0-10	6,4	5,6	2,47	0,77	115	3,53	1,0	0,60	4,13	4,53	77,9	14,5	0,20	33,6	52,9	8,39	128,3	56,7	4,39
SGB 1.2	CR	10-20	6,4	5,7	2,67	0,90	95	3,81	1,3	0,00	3,81	5,11	74,6	0,0	2,35	36,5	48,8	5,56	118,1	46,6	1,13
SGB 2.1	Bw/C	0-10	5,5	4,9	0,11	0,28	32	0,47	1,3	0,00	0,47	1,77	26,6	0,0	2,87	1,1	34,1	0,32	52,7	7,1	0,24
SGB 2.2	Bw/C	10-20	5,5	5,1	0,04	0,24	20	0,33	1,3	0,00	0,33	1,63	20,2	0,0	0,33	0,6	41,1	0,18	54,1	2,6	0,21

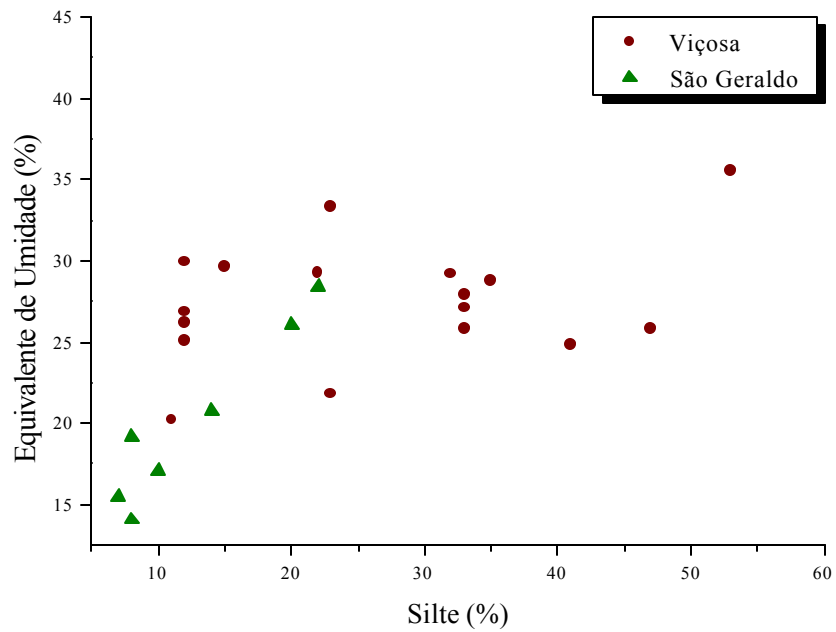


Figura 15 – Relação entre os teores de silte e o equivalente de umidade.

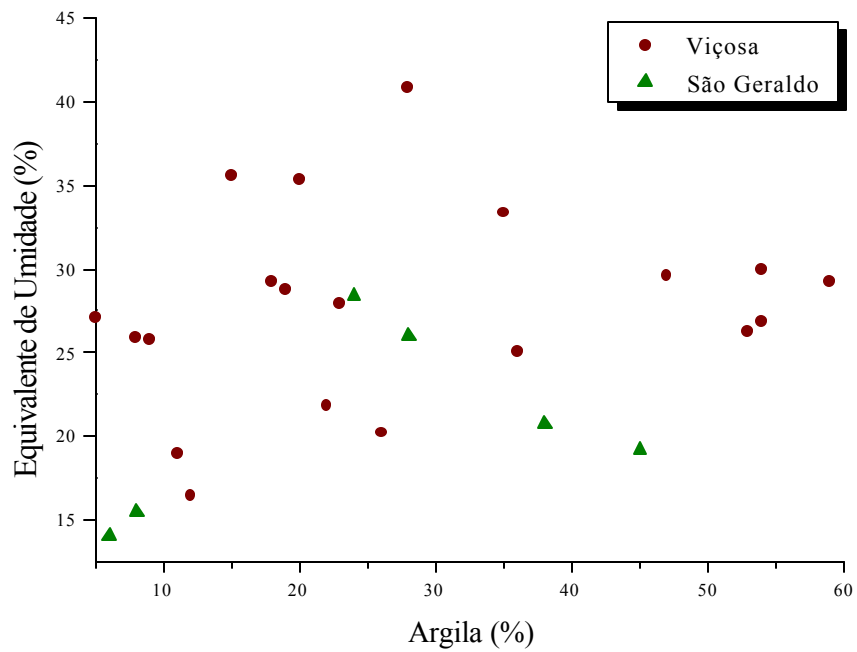


Figura 16 – Relação entre os teores de argila e o equivalente de umidade.

Quando se observam os taludes na região de Viçosa muitas vezes lado a lado, têm-se taludes com e sem cobertura vegetal. Independentemente de outros fatores, percebe-se que os vegetados apresentam maior umidade no solo, ou seja, a vegetação contribui para manter a umidade, se comparado a um ambiente depauperado ou totalmente desvegetado.

A menor ou maior umidade em taludes vizinhos talvez possa ser explicada considerando-se a pedoforma – forma do relevo que pode ser côncava-côncava, convexa-convexa entre outras (RESENDE, 1971). Os taludes podem estar situados de tal forma no terreno que deste flui a água que infiltrou a montante, como é o caso do Talude da Veterinária. Logo, indiferentemente do teor de argila, silte, areia ou mesmo de sua posição em relação ao sol (radiação), o talude pode apresentar-se, em média, úmido por mais tempo. Nestes ambientes a vegetação tem maior facilidade de se estabelecer, uma vez que, para a mesma quantidade de nutrientes, a absorção é maior. Assim, as espécies a se instalarem irão variar em função da fertilidade e não mais dos teores de água no solo, já que esta é abundante.

Com o objetivo de fundamentar a hipótese de que as condições locais determinam a ocorrência das espécies vegetais, foram consideradas as inclinações e exposições solares dos taludes (Quadro 1), porém não houve correlação entre estes fatores e a cobertura vegetal.

Em um mesmo talude podem existir inúmeros ambientes, como por exemplo o da Usina de Lixo (Figura 17), onde há os horizontes A, B, C e CR. Além de cada um ter características diferentes quanto a textura, estrutura, cor e mineralogia, eles podem ser de materiais de origens diferentes. Em Viçosa, por exemplo, predomina o gnaíse, no qual pode haver intrusões de anfíbolito (rocha máfica), as quais influenciam o solo quanto a textura, mineralogia e fertilidade, especialmente nos horizontes ou camadas próximas às mesmas (C e CR), se estes não forem muito espessos.

A cor escura da superfície provém da matéria orgânica. Esta, em maior quantidade no horizonte A, pode, por gravidade, escorrer pelo perfil do talude, chegando a impermeabilizar os horizontes ou as camadas inferiores, fato este que dificulta a penetração de água e o estabelecimento das sementes ou plantas, mas, por outro lado, diminui os efeitos erosivos.

A variedade de cores no talude Usina de Lixo é notória e pode ser indicadora de ambiente: o branco indica a presença de caulinita (Figura 18); e baixos teores de ferro, solos rosas e avermelhados são associados a caulinita, juntamente com hematita (vermelha) e goethita (amarela).

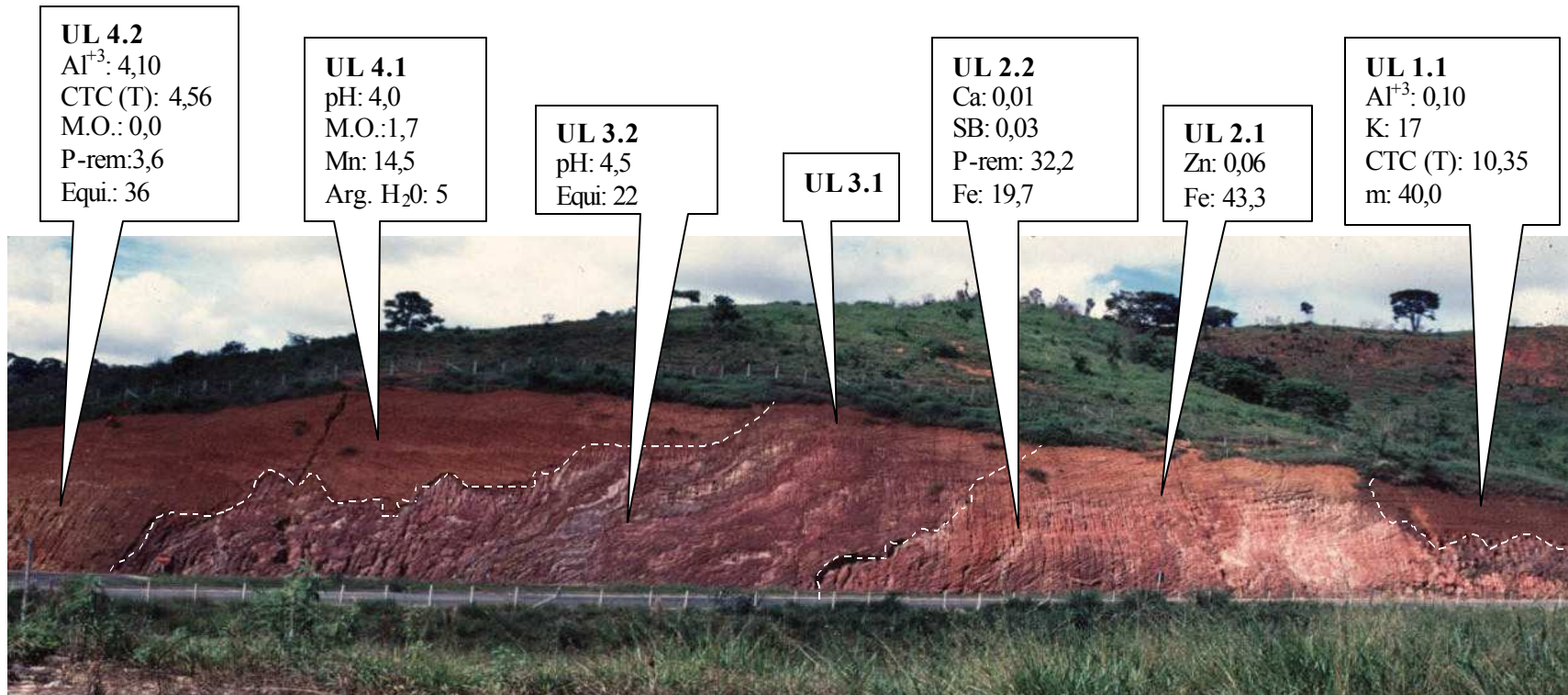


Figura 17– Talude Usina de Lixo estratificado conforme as diferentes características pedológicas. Em destaque, os pontos amostrais e seus valores máximos ou mínimos encontrados, sendo: Al^{+3} – acidez trocável ($cmol_c.dm^{-3}$), CTC(T) – capacidade de troca de cátions ($cmol_c.dm^{-3}$), M.O. – matéria orgânica ($dag.kg^{-1}$), P-rem – fósforo remanescente (mg/L), Equi. - equivalente de umidade ($dag.kg^{-1}$), Mn - manganês ($mg.dm^{-3}$), Arg. H_2O - argila dispersa em água ($dag.kg^{-1}$), Ca - cálcio ($cmol_c.dm^{-3}$), SB – soma de bases ($cmol_c.dm^{-3}$), Fe - ferro ($mg.dm^{-3}$), Zn - zinco ($mg.dm^{-3}$), K - potássio ($mg.dm^{-3}$), m - saturação por alumínio (%).

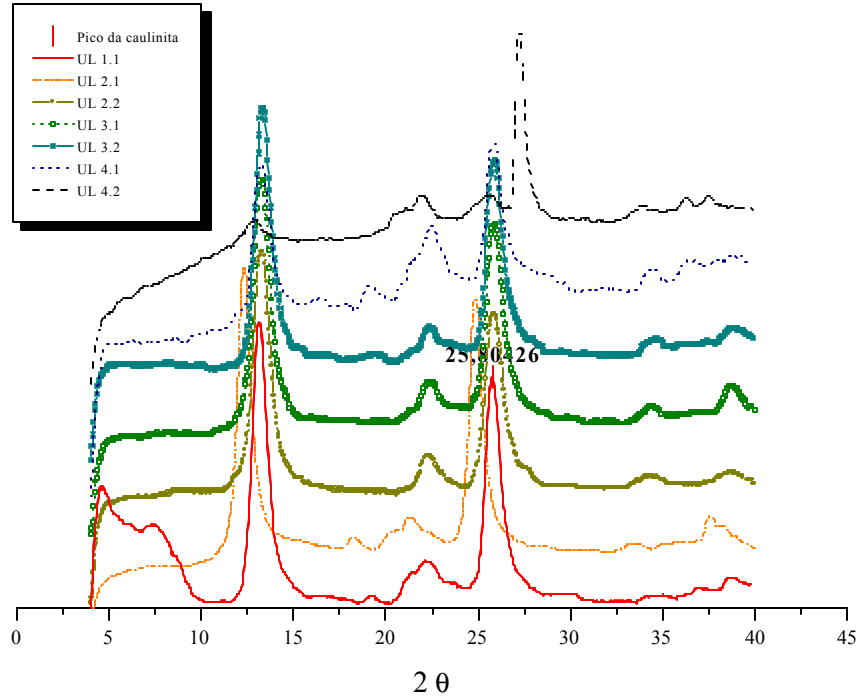


Figura 18 - Difratoogramas de raios γ da fração argila, com destaque para o pico que caracteriza a presença de caulinita, nos sete pontos amostrais do talude Usina de Lixo.

É interessante observar que o talude Usina de Lixo (Figura 17) encontra-se totalmente desvegetado. Especula-se que, além dos já mencionados fatores básicos - água, nutrientes e radiação -, é preciso “tempo”. A partir deste, há infinitas combinações diferentes, as quais resultam na diversidade dos ambientes encontrados.

Ainda tratando do talude Usina de Lixo, percebe-se nos horizontes C e CR a presença de severos sulcos e ravinas. Normalmente estes locais são menos férteis e os seus teores de alumínio trocáveis são elevados (Quadro 10). Apesar dessas limitações, é nos horizontes C e CR que se encontram condições favoráveis para o estabelecimento das sementes - como refúgios ou covas naturais -, pois trata-se de um microambiente mais sombreado, conseqüentemente mais úmido (amostra UL 4.2 – Quadro 9) e protegido do vento. É por esta razão que o início da revegetação dos taludes muitas vezes se dá nestes horizontes, uma vez que a umidade torna a absorção mais eficiente. Em contrapartida, o horizonte B, por ser mais bem estruturado, torna-se menos corrugado, fato que dificulta o estabelecimento das sementes e a própria penetração da água.

A fertilidade dos taludes pode ser observada pelos valores de pH e pelos teores de cálcio, magnésio, potássio e fósforo. Analisando o Quadro 10, percebe-se que os taludes SGA e SGB, na região de São Geraldo, são mais férteis em comparação aos de Viçosa. A vegetação, predominantemente capim-jaraguá (*Hyparrhenia rufa*), é mais exigente nutricionalmente, indicando também que os solos de São Geraldo são eutróficos (ricos em bases trocáveis).

Na região de Viçosa, relacionando os quatro taludes - Teixeira, Cajuri, Veterinária e Usina de Lixo - quanto a soma de bases e teores de alumínio trocável (Quadro 10), pode-se perceber que a melhor fertilidade, como era de se esperar, encontra-se nos horizontes A. A ciclagem de nutrientes e os maiores teores de matéria orgânica devem contribuir nesse aspecto.

Considerando os limites estabelecidos pela CFSEMG (1999) (Quadro 11), a soma de bases do horizonte A de Teixeira é considerada média (TX 2.1), assim como o horizonte A da Veterinária (VT 1.1). Já o mesmo horizonte no talude de São Geraldo (SGA 1.1) enquadra-se numa classe superior - bom. Nos taludes de São Geraldo, os maiores valores - variando de bom a muito bom - ocorrem nos horizontes CR, provavelmente devido à presença do anfíbolito, rocha de melhor qualidade.

Quadro 11 – Classes de interpretação de fertilidade do solo para a matéria orgânica e para o complexo de troca catiônica, segundo a COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (CFSEMG, 1999)

Característica	Unidade	Classificação				
		Muito baixo	Baixo	Médio	Bom	Muito bom
Matéria orgânica (M.O.)	dag.kg ⁻¹	≤ 0,70	0,71 – 2,00	2,01 – 4,00	4,01 – 7,00	> 7,00
Cálcio trocável (Ca ²⁺)	cmol _c .dm ⁻³	≤ 0,40	0,41 – 1,20	1,21 – 2,40	2,41 – 4,00	> 4,00
Magnésio trocável (Mg ²⁺)	cmol _c .dm ⁻³	≤ 0,15	0,16 – 0,45	0,46 – 0,90	0,91 – 1,50	> 1,50
Acidez trocável (Al ³⁺)	cmol _c .dm ⁻³	≤ 0,20	0,21 – 0,50	0,51 – 1,00	1,01 – 2,00 ^{1/}	> 2,00 ^{1/}
Soma de bases (SB)	cmol _c .dm ⁻³	≤ 0,60	0,61 – 1,80	1,81 – 3,60	3,61 – 6,00	> 6,00
Acidez potencial (H+Al)	cmol _c .dm ⁻³	≤ 1,00	1,01 – 2,50	2,51 – 5,00	5,01 – 9,00 ^{1/}	> 9,00 ^{1/}
CTC efetiva (t)	cmol _c .dm ⁻³	≤ 0,80	0,81 – 2,30	2,31 – 4,60	4,61 – 8,00	> 8,00
CTC pH 7 (T)	cmol _c .dm ⁻³	≤ 1,60	1,61 – 4,30	4,31 – 8,60	8,61 – 15,0	> 15,00
Saturação por Al ³⁺ (m)	%	≤ 15,0	15,1 – 30,0	30,1 – 50,0	50,1 – 75,0 ^{1/}	> 75,0 ^{1/}
Saturação por bases (V)	%	≤ 20,0	20,1 – 40,0	40,1 – 60,0	60,1 – 80,0	> 80,0

^{1/} A interpretação destas características, nestas classes, deve ser alta e muito alto em lugar de bom e muito bom.

As amostras consideradas eutróficas (saturação de bases superior a 50% da Capacidade de Troca – CTC) são poucas. No talude São Geraldo A, praticamente todas as amostras são eutróficas, à exceção do horizonte B (SGA 1.2).

No caso do talude São Geraldo B, as amostras coletadas nos horizontes CR também são eutróficas, e nos horizontes B/C, distróficas. Esta situação é interessante, pois nos horizontes CR, terço inferior dos taludes, de São Geraldo é que são encontrados os maiores valores de fertilidade do estudo, fato que pode ser explicado pela proximidade do horizonte CR da rocha, onde há maior liberação de minerais primários.

Quando a saturação de alumínio trocável é superior a 50% do complexo de troca (CTC), o solo é álico, o que significa ter baixa fertilidade. Analisando essas características nos pontos amostrais coletados nos taludes da região de Viçosa, à exceção dos pontos TX1.1, TX 2.1, TX 2.2, VT 1.1, CJ 2.1 e UL 1.1, dos quais três são horizonte A, todos os demais valores de saturação de alumínio são de alto a muito alto, e a soma de bases, inferior a $0,60 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$, revelando quão distróficos são os solos desta região. Sob esta condição, se desejado o estabelecimento adequado da vegetação, no talude Usina de Lixo, por exemplo, seria necessário a correção e a fertilização deste antes do plantio para a revegetação.

SANTANA FILHO et al. (1995) estudaram a vegetação que se desenvolvia nos horizontes C dos taludes de Viçosa e concluíram que os resultados das análises físicas e químicas dos solos eram desfavoráveis para a colonização destes ambientes e, ainda, que pequenas alterações na fertilidade poderiam provocar mudanças quanto ao número de espécies e indivíduos.

A pergunta que se faz é: por que taludes tão pobres estão vegetados?

Verifica-se, pelos resultados da fitossociologia, o destaque de algumas espécies quanto a abundância e cobertura dos taludes, como o capim-gordura (*Melinis minutiflora*) e as samambaias (*Sticherus penninger* e *Dicranopteris flexuosa*), que, entre outras, são muito bem adaptadas a solos de extrema pobreza.

Informações encontradas sobre a auto-ecologia de algumas espécies amostradas no estudo e consideradas importantes no aspecto da restauração ambiental e na função destas para sustentabilidade das comunidades serão discutidas com o intuito de fundamentar a hipótese de que a ocorrência das espécies está em função das condições locais e, ao mesmo tempo, responder a pergunta formulada anteriormente.

O capim-gordura (*Melinis minutiflora*) foi a espécie de maior importância, pois ocorreu em 12 das 13 parcelas do estudo, tanto na região de Viçosa quanto na de São

Geraldo, com diferentes escalas de cobertura e abundância. Em se tratando de uma espécie africana, introduzida no século XIX, está muito bem adaptada às condições edafoclimáticas brasileiras, haja vista sua grande expansão, inclusive nos taludes rodoviários. Sabe-se que este fato se dá pela tolerância desta espécie a solos pobres e pela sua capacidade de propagação, que pode ser tanto por rizomas quanto por sementes (ARONOVICH e ROCHA, 1985).

Os fatores que restringem seu desenvolvimento são os eventuais desvios da temperatura média e a pequena resistência ao fogo (ARONOVICH e ROCHA, 1985). Esta última característica está relacionada ao peso seco desta espécie, que atinge 80 a 90%, podendo queimar em umidades relativas muito altas (85-90%) (SMITH e TUNISON, 1992). KISSMANN (1997a) destaca a importância econômica do capim-gordura em terrenos íngremes, como os cortes de estrada, visando o controle da erosão. Este autor afirma que, quando ocorre em solos pobres, ele tende a dominar o terreno, constituindo povoamentos uniformes e exclusivos. Esse comportamento foi confirmado por meio dos altos índices de cobertura apresentados no estudo fitossociológico. A faixa ideal de temperatura para o desenvolvimento do capim-gordura (*Melinis minutiflora*) é entre 14 e 27 °C. A precipitação ótima é de 900 mm anuais, bem distribuídos, e o desenvolvimento é bom tanto para a insolação direta como para a difusa.

Segundo CORRÊA (1984), o capim-gordura associa-se a locais de clima ameno e solos pobres e porosos, características dos Latossolos Vermelho-Amarelos que predominam no Planalto de Viçosa. Sua máxima produtividade pode ocorrer quando a concentração de nutrientes no solo está acima da média (BARUCH, 1984). Normalmente esta espécie ocupa o topo e o terço superior das elevações (BARUQUI et al., 1985), situação observada nos taludes de Teixeira e Veterinária.

BILBAO e MEDINA (1990) criaram uma hipótese para explicar a invasão seletiva das savanas neotropicais por *Melinis*. Apesar da alta produtividade de biomassa desta espécie em relação às gramíneas nativas, ela não tem a mesma eficiência na busca por nutrientes, devido à alta proporção da parte aérea em relação à subterrânea. Assim, o aumento da mineralização, resultante da ação do fogo por exemplo, ou o acúmulo de matéria orgânica no solo, provoca o aumento da concentração de nutrientes na camada superficial. Nessas condições, *Melinis* pode apresentar maior crescimento em relação às espécies nativas, chegando até a substituí-las.

Percebe-se que cinco pontos amostrais (TX 2.1, SGA 2.1 e 2.2, SGB 1.1 e 1.2 – Quadro 10), todos coletados sob cobertura de gramíneas (*Melinis minutiflora* e

Hyparrhenia rufa), apresentaram altos teores de fósforo disponível (CFSEMG, 1999). Até então, não se estabeleceu nenhuma interação entre solo e planta que explicasse tal comportamento.

Os horizontes CR de São Geraldo apresentam a textura areia-franca e areia (Figuras 19 e 20), característica que também interfere na menor retenção de fósforo (P-remanescente).

Além do alto teor de fósforo disponível e fósforo remanescente, o ponto amostral coletado sobre cobertura de capim-gordura em Teixeira, horizonte A (TX 2.1), apresentou maior teor de cálcio e, juntamente com o horizonte B (TX 2.2), possui os maiores valores de matéria orgânica encontrados no estudo, cujo valor é considerado muito bom (CFSEMG, 1999).

No talude Veterinária, as samambaias (*Sticherus penninger* e *Dicranopteris flexuosa*) predominam no terço inferior, horizontes C e CR (VT1.1 e 1.2). Ao avaliar os dados destes pontos amostrais, constata-se alta saturação de alumínio (solo álico), baixa soma de bases e baixo teor de matéria orgânica. Logo, pode-se supor que as samambaias toleram muito bem tais ambientes, uma vez que predominaram nessas condições na região de Viçosa, inclusive em outros taludes.

O capim-jaraguá (*Hyparrhenia rufa*), por outro lado, ocorreu com grande destaque no talude SGA, com altas coberturas nas parcelas. Os taludes em São Geraldo, principalmente o horizonte CR, apresentaram altos teores de fósforo disponível, alta fertilidade (valor S), bem como teores de micronutrientes (Zn, Fe, Mn e Cu) mais elevados, caracterizando, assim, o eutrofismo.

ARONOVICH e ROCHA (1985) afirmam que o capim-jaraguá (*Hyparrhenia rufa*) ocorre em ambientes de fertilidade mais alta, competindo vantajosamente com o capim-gordura (*Melinis minutiflora*). De fato, nas parcelas de fitossociologia da serra de São Geraldo, onde ambas as espécies ocorreram, o capim-jaraguá apresentou maior índice de cobertura do que o capim-gordura.

BARUQUI et al. (1985) relatam que na Zona da Mata, quando os solos são eutróficos, predomina o capim-jaraguá e que, ainda, nas encostas, esta espécie ocupa o terço inferior normalmente mais fértil, fundamentando, assim, a fitofisionomia dos taludes encontrados na serra de São Geraldo (Figuras 6 e 7).

Além destas, um grande número das espécies encontradas no estudo destaca-se, segundo KISSMANN (1997a), pelo potencial de tolerar condições críticas. As espécies do gênero *Andropogon* - capim-rabo-de-burro e capim-membeca - ocorreram tanto na

região de Viçosa quanto na de São Geraldo, com baixas coberturas, mas presentes em um bom número de parcelas. Normalmente estas são espécies agressivas que habitam as margens de estradas e toleram muito bem solos ácidos e com baixa umidade, fato que demonstra a grande plasticidade destas espécies.

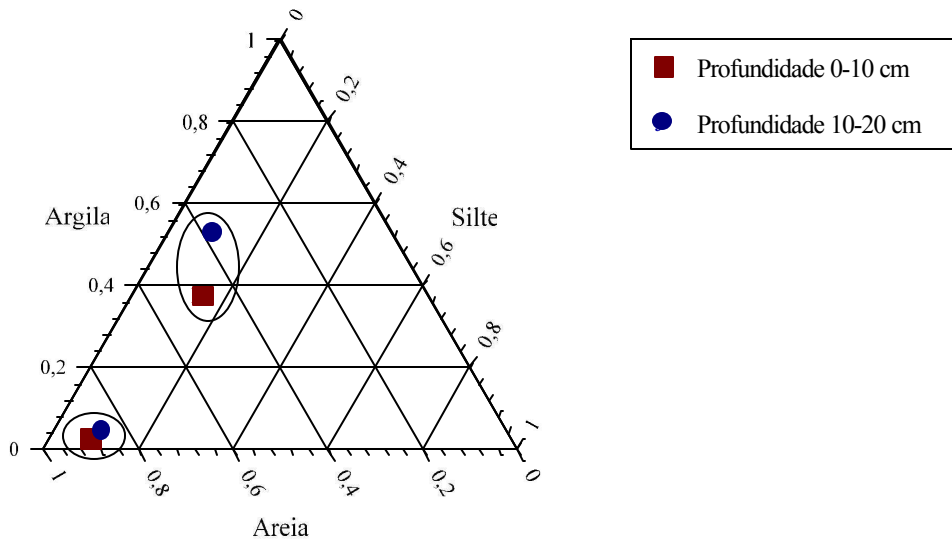


Figura 19 - Textura do solo nos pontos amostrais, agrupados na figura, coletados no talude São Geraldo A em diferentes profundidades.

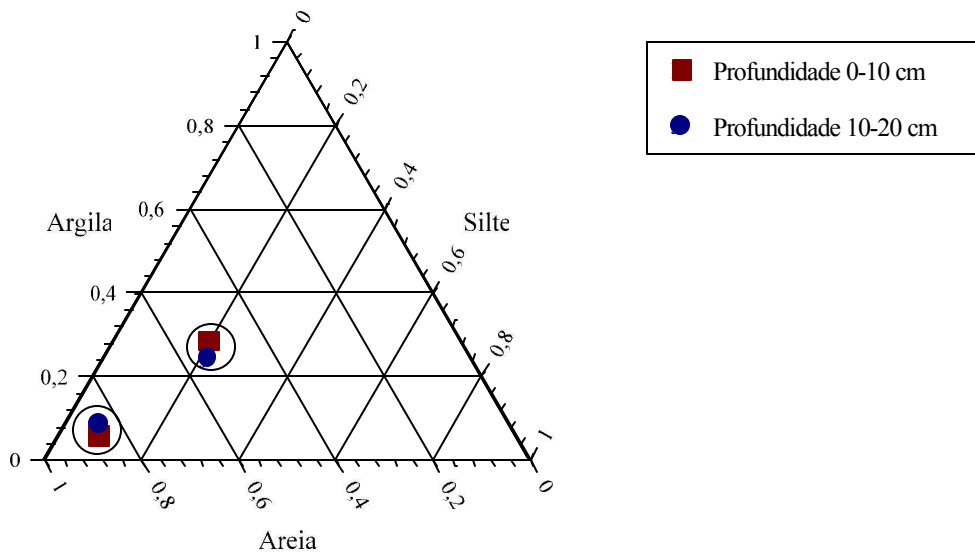


Figura 20 - Textura do solo nos pontos amostrais, agrupados na figura, coletados no talude São Geraldo B em diferentes profundidades.

A ação do fogo, muito comum em taludes rodoviários, favorece a dispersão de gramíneas como *Andropogon gayanus*, *Hyparrhenia rufa*, *Panicum maximum*, *Brachiaria mutica*, *Pennisetum purpureum* e *Digitaria decumbens*. Após essa perturbação, o sítio torna-se propício à germinação, devido à eliminação da competição de plantas adultas (ANGEVINE e CHABOT, 1979).

Achyrocline satureioides (macela) é pouco exigente quanto aos solos, desenvolvendo-se também em áreas pedregosas e em terrenos arenosos. O alecrim (*Baccharis dracunculifolia*) ocorre em solos pobres e ácidos, tolera grande amplitude de temperaturas e de luminosidade e, por ter raízes profundas, é resistente a geadas e períodos de seca.

A carqueja (*Baccharis trimera*), que ocorreu em todas as parcelas da região de Viçosa, cresce em solos pobres e ácidos. Ela se caracteriza por infestar campos nativos, com solos de textura média e drenados. Ocorre tanto em plena insolação como também em luz difusa e resiste bem a geadas.

Chaptalia nutans (língua-de-vaca), também presente em todos os taludes da região de Viçosa, é indicada para controlar a erosão em terrenos íngremes e pedregosos, preferindo solos medianos em fertilidade, com razoável umidade. Ocorre tanto em locais ensolarados como semi-sombreados.

A dispersão de *Conyza bonariensis* (buva) se dá através do vento, por enorme quantidade de sementes. É agressiva e pouco exigente em relação ao tipo de solo, tanto assim que foi amostrada em Viçosa e São Geraldo.

As espécies do gênero *Eupatorium* (titônia e cambará) toleram solos pobres, ácidos e rasos, condições semelhantes aos taludes onde foram amostradas. Têm grande capacidade de dispersão e são heliófilas.

Gnaphalium pensylvanicum (macela branca) desenvolve-se em áreas abandonadas, com ampla faixa de tipos de solos, tanto pesados como arenosos, características encontradas nos taludes de Teixeiras e Cajuri (Figuras 21 e 22), onde foram registrados alguns indivíduos desta espécie.

O gênero *Vernonia* (vernônia e assapeixe) tem grande eficiência de reprodução. Muitas espécies apresentam estrutura singular na parte subterrânea, xilopódio ou rizóforo - estrutura de armazenamento de água que permite adaptação a terrenos arenosos e sobrevivência em períodos de baixa precipitação. É comum a associação de raízes com micorrizas, que são particularmente eficientes na absorção de nutrientes que se movimentam por difusão no solo, como fósforo e zinco, podendo fornecer ao

hospedeiro algum nitrogênio. Conseqüentemente, contribui para o estabelecimento das plantas em áreas de solo pobre, como os encontrados na região de Viçosa, onde tais espécies ocorreram.

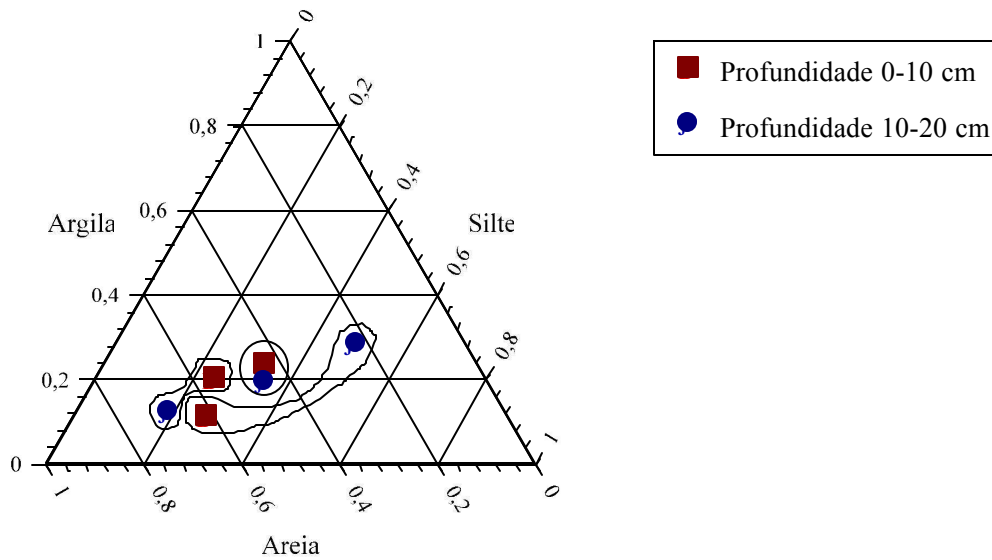


Figura 21 – Textura do solo nos pontos amostrais, agrupados na figura, coletados no talude de Teixeira em diferentes profundidades.

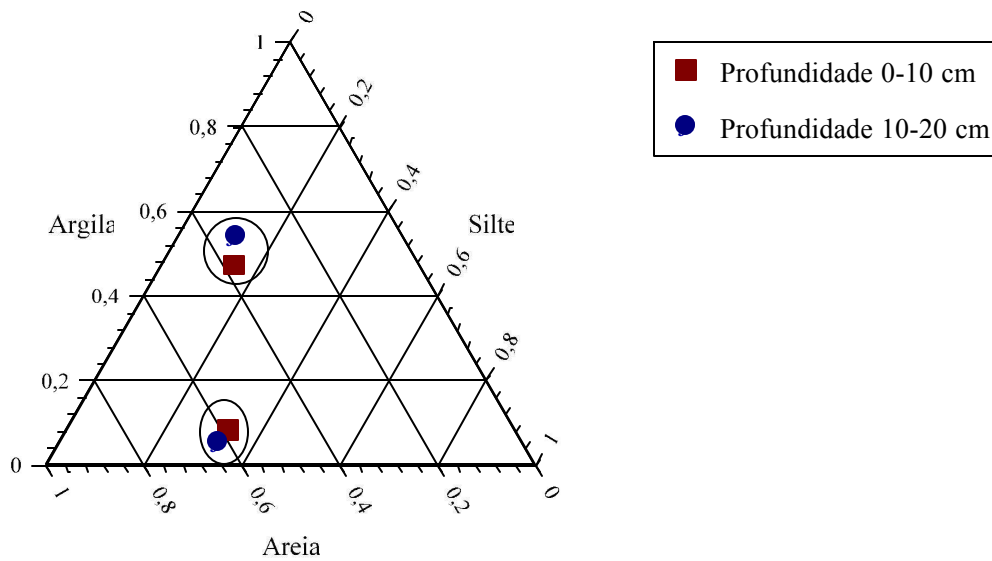


Figura 22 - Textura do solo nos pontos amostrais, agrupados na figura, coletados no talude Cajuri em diferentes profundidades.

Croton glandulosus (gervão-branco) tolera solos pobres e arenosos e, nessas condições, compete com maior grau de agressividade e resiste bem a períodos de seca; e, ainda, indivíduos danificados rebrotam com facilidade, inclusive após a queima.

Chamaecrista rotundifolia (peninha), *Desmodium adscendens* (carrapichinho) e *Desmodium barbatum* (focinho-de-boi) contribuem para o enriquecimento do solo pela fixação biológica de nitrogênio e se desenvolvem preferencialmente em terrenos arenosos, como aqueles solos onde estas espécies foram encontradas (Figuras 19, 20, 21, 22 e 23).

O gênero *Pithecotenium* (cipó-pente-de-macaco) ocorreu apenas no talude Cajuri, no terço superior, próximo às margens de um talhão de eucalipto. Segundo POTT e POTT (1994), o habitat desta espécie são as bordas e clareiras de matas e cerradão, em solos arenosos e argilosos.

A embaúba (*Cecropia pachystachya*), apesar de não ter sido amostrada na fitossociologia, ocorreu nos taludes Cajuri e São Geraldo B. Seu porte é arbóreo e tem vários usos, como: forrageira, apícola, madeira para papel, corante, tanino e medicinal. A planta rebrota após cortes quando nova, morre apenas com fogo alto e ocorre em solos arenosos ou argilosos.

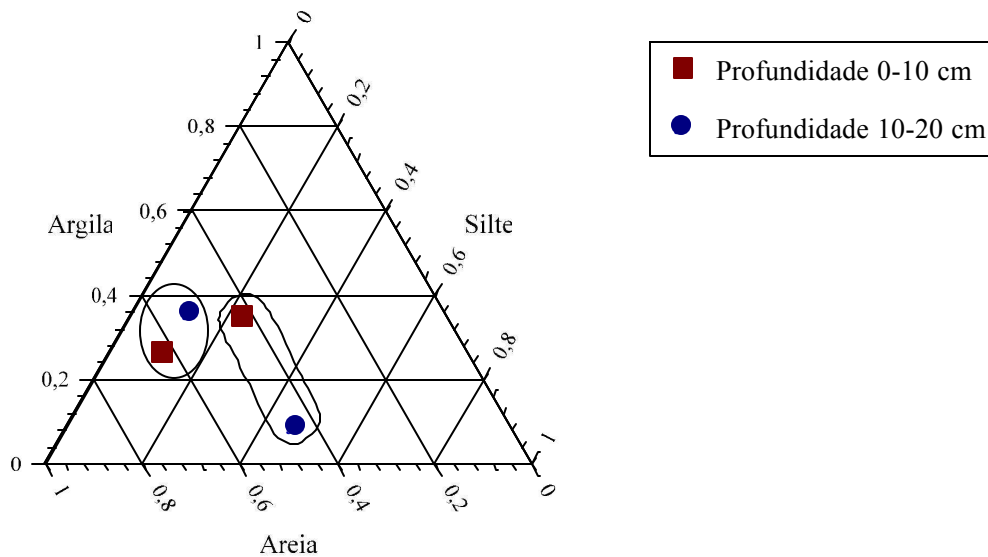


Figura 23 - Textura do solo nos pontos amostrais, agrupados na figura, coletados no talude Veterinária em diferentes profundidades.

O *Desmodium barbatum* (focinho-de-boi) tolera bem a ação do fogo. Normalmente é abafado pelas gramíneas altas, situação na qual se encontrava nos taludes de São Geraldo. É comum em campos menos arenosos. A *Rhynchosia minima* (pata-de-leão) ocorre em locais perturbados, ricos em cálcio, assim como os de São Geraldo, onde foi registrada, não-inundáveis e arenosos.

Não foi encontrada bibliografia que tratasse da caracterização do ambiente que a pixirica (*Leandra* cf. *nianga*) habita, espécie que se destacou no talude de Teixeira (Figura 2). No entanto, ela possui comportamento semelhante ao de *Miconia albicans* (também da família Melastomataceae), a qual sobrevive bem ao fogo e ocorre abundantemente em pequenos capões, borda de cerradão distrófico e campo cerrado, pouco ou não-alagáveis (POTT e POTT, 1994). No talude de Teixeira foram encontrados vestígios de queima (Quadro 8), o que indica que há grande possibilidade de que a pixirica *Leandra* cf. *nianga* seja resistente e também indicadora desse impacto.

4.5 Análises Gerais

Com o objetivo de estabelecer padrões ambientais para as regiões estudadas, buscaram-se possíveis interações dentro e entre as variáveis analisadas.

Aplicando a correlação matricial aos dados das análises de solos de todo o estudo (Quadros 9 e 10), encontrou-se relação significativa entre os valores de pH com o índice de saturação de alumínio (m) e o índice de saturação de bases (V). Essa estreita relação é reconhecidamente um padrão para o Brasil, tendo o primeiro trabalho sendo descrito na década de 50, entre outras regiões do mundo (RAIJ, 1991).

A interação inversa entre os 29 pontos amostrais, relacionando o $\text{pH}_{(\text{H}_2\text{O})}$ e o índice de saturação de alumínio (m), foi significativa em nível de 5% (Figura 24) e indica que, quanto mais neutro o pH (próximo a 7), menor é a saturação de alumínio no solo.

Os dados de $\text{pH}_{(\text{H}_2\text{O})}$ correlacionam-se positivamente com o índice de saturação por bases (V) (nível de 5% de significância), ou seja, quanto mais neutro o pH, maior é a saturação de bases no solo (Figura 25).

Esse resultado indica um padrão de comportamento do pH em função dos teores de alumínio – acidez do solo e toxicidade às plantas – e da fertilidade nos taludes amostrados. Considerando os taludes do estudo representativos do ambiente local, pode-se extrapolar estes resultados para toda a região de Mares de Morros de Minas Gerais com características semelhantes de pedogênese. Partindo do pressuposto de que este

seria o resultado de um trabalho piloto, a medição de pH no campo, utilizando-se peagâmetro portátil, por exemplo, poderia auxiliar na determinação da fertilidade e dos teores de saturação de alumínio no local.

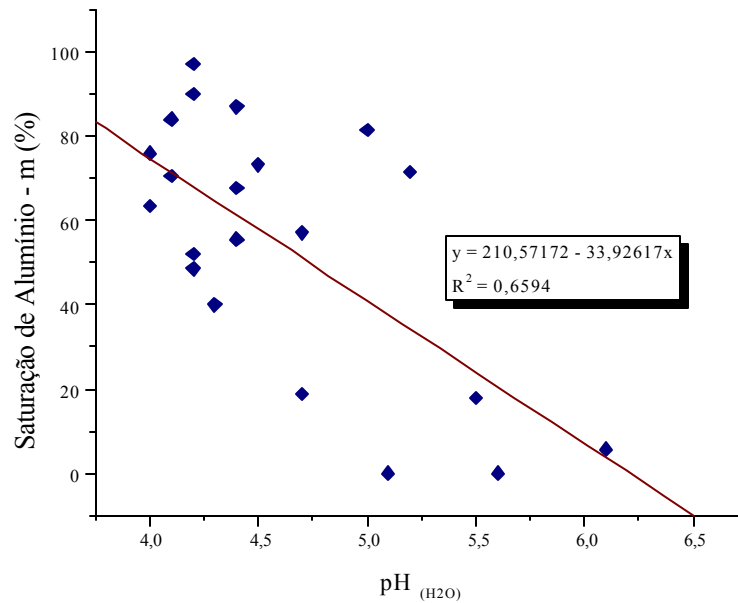


Figura 24 – Relação entre o pH (H₂O) e o índice de saturação de alumínio (m).

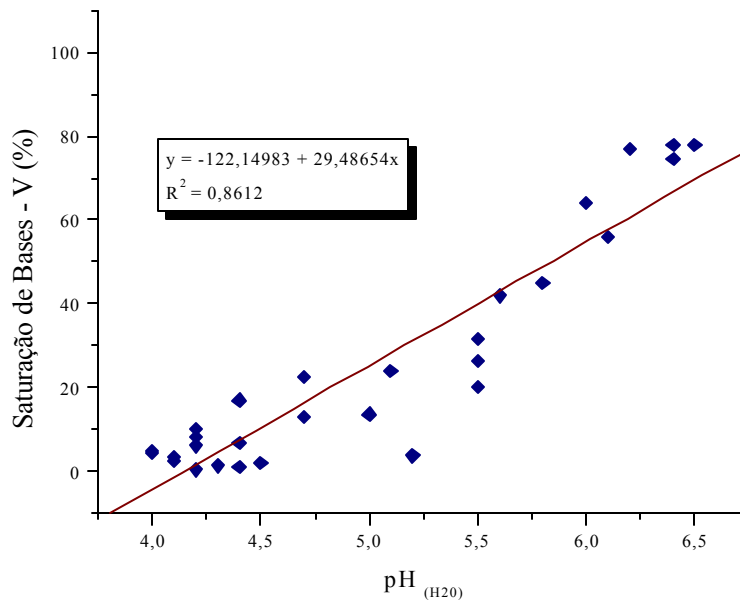


Figura 25 – Relação entre o pH (H₂O) e o índice de saturação por bases (V).

A aplicação do Coeficiente de Correlação por Postos de Spearman (ρ) (SIEGEL, 1975) aos dados de soma de bases (SB) do solo nos pontos amostrais e a riqueza das espécies resultaram na determinação de um padrão ambiental mais abrangente.

Com os dados dos cinco taludes com cobertura vegetal, obteve-se $\rho_S = - 0,9$ em nível de 5% de significância. Pode-se interpretar este resultado como uma correlação inversa entre as variáveis, ou seja, o número de espécies está correlacionado negativamente com a soma de bases, ou fertilidade, nos solos destes taludes (Figura 26).

De fato, os taludes da região de Viçosa são distróficos (Quadro 10) e apresentaram maior número de espécies (Quadro 6) em relação aos de São Geraldo, determinando assim mais um padrão ambiental que se aplica para as duas regiões em questão.

Confirmando esses resultados e a terceira hipótese formulada no presente estudo, TILMAN (1987) afirma que um sítio rico em recursos edáficos deve apresentar baixa diversidade, enquanto um baixo ou moderado nível de fertilidade ativará a maior diversidade (POWELL et al., 1990).

O talude São Geraldo B não foi representativo da região, pois apresentou nos horizontes B/C baixos índices de fertilidade (Quadro 10) e, conseqüentemente, baixo desenvolvimento da cobertura e alta percentagem de solo exposto (Figura 7, Quadro 6). Assim, para fins elucidativos, suprimiram-se os dados deste talude e aplicou-se a fórmula aos dados dos demais taludes, resultando em $\rho_S = - 1,0$ a 5% de significância. Neste caso, a caracterização do padrão ambiental fica mais acentuada e mais precisa, como demonstra a análise de regressão (Figura 27).

O trabalho de MARANGON (1999) encontrou resultados semelhantes, na mesma região, quanto à correlação inversa entre fertilidade e riqueza. O autor estudou a vegetação arbórea e suas interações com as características ambientais, como os fatores edáficos em diferentes toposseqüências, da Mata da Pedreira, no município de Viçosa-MG. Uma das constatações foi de que nas encostas onde os solos eram distróficos havia maior diversidade em comparação com a vegetação do plano, ravina ou topo.

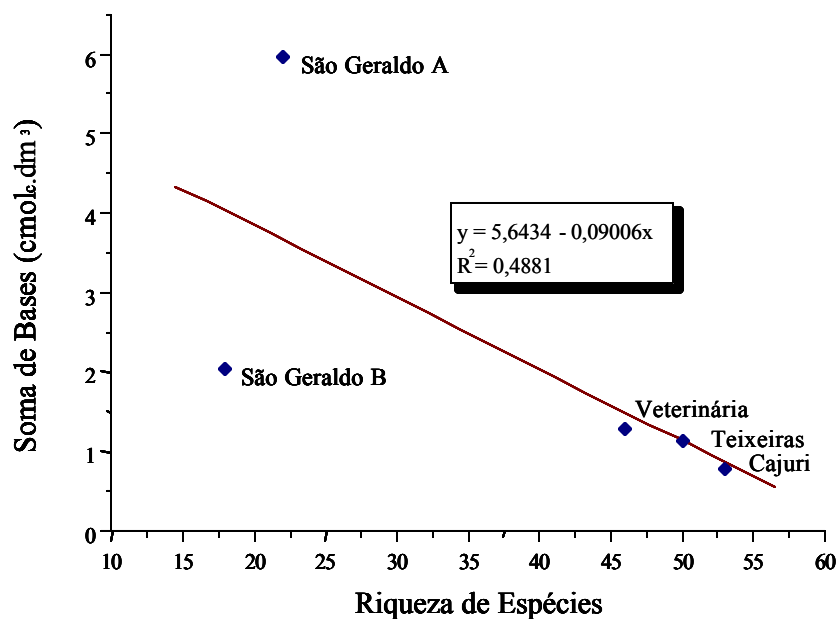


Figura 26 - Relação entre os valores médios da soma de bases e riqueza de espécies, considerando os cinco taludes do estudo.

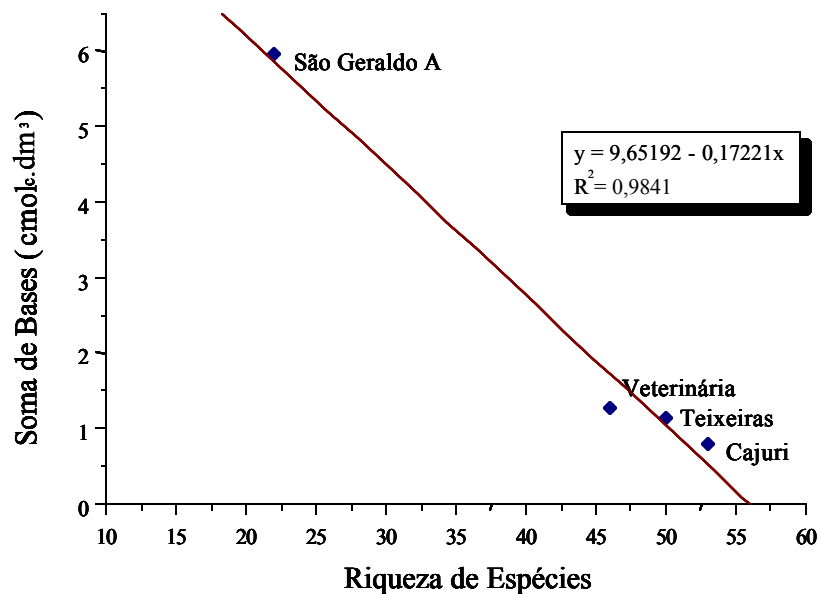


Figura 27 - Relação entre valores médios da soma de bases e riqueza de espécies, considerando os quatro taludes mais representativos.

5. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

As principais conclusões deste trabalho foram

- Viçosa possui clima mais ameno, com maior umidade e temperatura média menor em relação a São Geraldo, características que lhe propiciam melhor desenvolvimento da vegetação.
- A utilização do método eletrônico de levantamento topográfico, realizada por meio do equipamento Estação Total, tem grande potencial para auxiliar projetos de recuperação ambiental, devido à versatilidade em campo e à qualidade das informações geradas. Para isso, há necessidade de acompanhamento de profissional especializado.
- O levantamento fitossociológico revelou que ambas as regiões apresentaram distribuição semelhante entre as classes de cobertura e abundância, sendo a maioria das espécies amostradas raras e de baixa cobertura e poucas eram abundantes e de alta cobertura. Contudo, a região de Viçosa apresentou distribuição mais equilibrada entre as classes. Assim, supõe-se que, apesar de estar em um estágio inicial de sucessão, a vegetação dos taludes da região de Viçosa é mais avançada em relação àquelas de São Geraldo, o que pode ser justificado pelas condições edafoclimáticas e pelo histórico de perturbação das áreas.
- A predominância do capim-gordura (*Melinis minutiflora*) e das samambaias (*Sticherus penningeri* e *Dicranopteris flexuosa*) nos taludes de Viçosa e do capim-jaraguá (*Hyparrhenia rufa*) e do capim-gordura nos taludes de São Geraldo pode ser explicada pela agressividade que estas espécies apresentam, ou seja, possuem grande

capacidade de regeneração após fogo e são tolerantes a sítios de baixa fertilidade (no caso das duas primeiras espécies), ou são resistentes a períodos de déficit hídrico, como *Hyparrhenia rufa*.

- O talude Usina de Lixo apresentou variações microambientais. As causas destas são atribuídas à presença de diferentes materiais de origem que influenciam a composição do solo e a presença de sulcos ou ravinas, que mantêm mais umidade devido ao sombreamento e à proteção do vento.

- Os taludes localizados na serra de São Geraldo são mais férteis em relação aos de Viçosa, provavelmente por serem de material de origem de melhor qualidade. Esta característica justifica a dominância do capim-jaraguá (*Hyparrhenia rufa*), mais exigente quanto à fertilidade, situação na qual o capim-gordura (*Melinis minutiflora*), apesar de estar presente, não supera a competição.

- Confirmou-se um dos padrões ambientais previamente conhecidos: a relação entre o pH e o índice de saturação de alumínio e o índice de saturação por bases. Assim, tanto o pH como a cor dos solos dos taludes podem ser indicadores da fertilidade dos taludes da região.

- A aplicação de Coeficiente de Correlação por Postos de Spearman aos resultados de fertilidade e riqueza de espécies determinou que, para ambas as regiões estudadas, o número de espécies diminuiu à medida que a fertilidade aumentou. Acredita-se que este seja um importante padrão ambiental que pode nortear projetos de revegetação nestas regiões.

Em face da complexidade das interações envolvidas no estudo e de suas possíveis interpretações, fez-se necessário alguns comentários e recomendações, relacionados a seguir.

Devido ao grande potencial que o método eletrônico de levantamento topográfico demonstrou, acredita-se que este, apesar de não terem sido encontrados registros sobre a utilização do equipamento “Estação Total” em projetos de recuperação ambiental, tem plena condição de se tornar uma importante ferramenta para o diagnóstico e, conseqüentemente, planejamento de obras de revegetação.

A curto prazo, haverá possibilidade de a associação das imagens tridimensionais geradas ser utilizada em Sistemas de Informações Geográficas (SIG). Dessa forma, seria viável representar a cobertura vegetal por um *layer* da fotografia retificada do talude; o segundo *layer* seria a imagem do relevo gerada pela “Estação Total”, e o

terceiro conteria dados relativo ao solo, onde poderia haver interpolação dos resultados das análises nos pontos de coleta, como um mapa de solos. Assim, de forma totalmente digitalizada, seria criada uma apresentação gráfica microambiental da condição encontrada em campo, que, de maneira interativa, poderia subsidiar o planejamento e o processo de recuperação de uma área, seja ela talude ou não. No entanto, os levantamentos em campo e suas análises ainda são de suma importância para se compreender melhor o ambiente em questão. Não seria possível identificar, digitalmente por exemplo, ou em uma análise superficial, tamanha a riqueza de espécies vegetais em taludes rodoviários.

Desde que haja áreas em regeneração natural para subsidiar estudos, acredita-se que projetos de revegetação possam usar, nas mais diversas situações, o mesmo conjunto de metodologias dos levantamentos topográficos, edáficos e fitossológicos. O método torna-se muito mais eficiente quando correlacionados os resultados dos levantamentos.

A primeira hipótese formulada, a respeito da provável predominância de espécies agressivas nos taludes amostrados, confirmou-se com os notórios índices de cobertura e abundância do capim-gordura (*Melinis minutiflora*) e das samambaias (*Sticherus penninger* e *Dicranopteris flexuosa*), na região de Viçosa, e capim-jaraguá (*Hyparrhenia rufa*) e capim-gordura (*Melinis minutiflora*), na serra de São Geraldo. Contudo, a maior importância do estudo florístico e fitossociológico foi de revelar quais são as dezenas de espécies, consideradas em sua maioria plantas invasoras ou daninhas, que conseguem competir com espécies tão agressivas. Quais as estratégias que permitem que elas se desenvolvam em locais tão inóspitos? Do ponto de vista da recuperação ambiental, que visa o retorno da área degradada à sua produtividade original para usufruto da sociedade, estas espécies teriam utilidade, já que 90% delas são medicinais, algumas são apícolas, forrageiras, entre outros usos.

Talvez o padrão ambiental mais importante estabelecido, inclusive abordado na terceira hipótese, tenha sido o comportamento da vegetação diante das variações edáficas dos taludes nas diferentes regiões estudadas. Enquanto o ambiente distrófico ou álico de Viçosa apresenta maior número de espécies, o ambiente eutrófico de São Geraldo possui riqueza menor.

O padrão ambiental pode variar em poucos quilômetros na mesma rodovia, ou no mesmo talude, então, em um projeto de revegetação dos taludes desta rodovia, compensaria aplicar para todos, ao longo de toda sua extensão, o mesmo número de

espécies e a mesma composição? Seria um custo extremamente alto a ser pago, uma vez que, em média, 20 espécies ocorreram no ambiente de São Geraldo e 45 no ambiente de Viçosa. Então, as 21 das 115 espécies que ocorreram simultaneamente nos dois ambientes seriam as mais indicadas para o projeto de recuperação dos taludes desta rodovia?

Considerando a cobertura, a abundância e o número de parcelas em que estas 21 espécies ocorreram, poderiam ser apenas estas a serem utilizadas no processo de revegetação? Será que todas vão responder da mesma forma às variações das condições climáticas, por exemplo? Talvez a variação de 3 °C na temperatura média anual, associada a 150 mm de diferença de precipitação anual de um ambiente para outro, seria o suficiente para determinar a presença ou ausência destas espécies.

Como proposto na segunda hipótese, que correlaciona as espécies vegetais e as condições ambientais, se forem combinados os fatores anteriormente relacionados com a exposição solar, a inclinação dos taludes, a proximidade de fonte de propágulos e a presença de agentes dispersores, será que as 21 espécies que ocorreram nas duas regiões seriam suficientes para recuperar todos os taludes ao longo da estrada?

ALLEN (1990) afirma que a tendência dos projetos de recuperação ambiental é de elaborar mais de uma mistura de espécies para a revegetação, com o objetivo de melhor adequação das plantas às diferenças edáficas e topográficas encontradas.

Enfim, a integração entre as diferentes áreas da ciência é fundamental para que se tenha maior entendimento dos processos naturais. Sem essa sinergia, é impossível responder a tais perguntas.

Apesar da correlação de todos os possíveis fatores associados a um processo de revegetação ser muito complexa, acredita-se na importância de se estabelecerem os padrões ambientais, por mais simples que sejam, uma vez que as chances de sucesso aumentam infinitamente, já que se estará simulando a resposta da natureza às perturbações humanas. Mais ainda, quanto mais bem compreendido o processo, maiores as alternativas de intervenção. Pode-se, por exemplo, lançar mão de práticas de manejo que aceleram e favorecem o estabelecimento e a sucessão de espécies.

Coincidentemente, não havia nos taludes estudados na região de São Geraldo proximidade de fonte de propágulos semelhante à daqueles de Viçosa, como também não se pode relacionar diretamente fatores como inclinação e exposição solar por insuficiência amostral. Somados a eles, sabe-se que fatores como pedoforma e radiação influenciam diretamente a vegetação e poderiam ser analisados de forma a estabelecer novos padrões ambientais para a região.

Dada a relevância dos resultados obtidos, torna-se importante avaliar as implicações práticas da relação fertilidade e diversidade para as regiões de Viçosa e São Geraldo. Seria possível, por exemplo, testar uma ou algumas misturas das espécies amostradas em um talude distrófico e outro eutrófico, atentando para que as outras variáveis que influem no processo de revegetação - proximidade de fonte de propágulos, inclinação, exposição, entre outros – se mantenham constantes.

Em se tratando de taludes rodoviários, principalmente do sudeste brasileiro, sabe-se do efeito desastroso do fogo para usuários, comunidades vizinhas e ambiente. Essa problemática é tamanha que, em plena estação chuvosa, o talude com maior número de espécies (Cajuri) do estudo, durante o período de levantamento, foi incendiado. Contudo, os dados relativos ao estudo florístico e fitossociológico estão aqui registrados. Seria interessante realizar o estudo do comportamento da regeneração, da sua composição e evolução e, comparando com os dados anteriores, entender como este elemento influencia a revegetação natural de taludes.

Por fim, acredita-se que cada projeto de revegetação deva buscar suas próprias respostas quanto à seleção de espécies, uma vez que este estudo indica as ferramentas metodológicas apropriadas para fazê-lo. No entanto, há necessidade de se realizarem estudos de como manejar a vegetação que se desenvolve naturalmente nos taludes rodoviários, de maneira que, buscando respostas sobre o que plantar e como conduzir esta vegetação na própria natureza, reduzir-se-iam significativamente os custos de implantação e manutenção de projetos de revegetação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, E.B. Evaluating community – level processes to determine reclamation success. In: Evaluating reclamation success: the ecological consideration, 1990. April 23-26, Charleston, WV. **Proceedings...** Radnor, PA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station 47-58. 1990.
- ALLEN, E.B. Successful bond release practices. In: **Proceedings of the Mine Drainage and Reclamation Conference**, 1988, April 19-21, Pittsburgh, PA: U.S. Bureau of Mines Information Circular 9184: 294-298. 1988.
- ALVAREZ, V.V.H., DIAS, L.E., OLIVEIRA, J.A. **Determinação de fósforo remanescente**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Solos, 1993. 10p. (Mimeografado).
- ANGEVINE, M.W.E., CHABOT, B.F. Seed germination syndromes in higher plants. **Topics in Plant Population Biology**. New York, Columbia University Press. p.188-206. 1979.
- ARONOVICH, S., ROCHA, G.L. Gramíneas e leguminosas forrageiras de importância no Brasil central pecuário. **Inf. Agropec.**, Belo Horizonte, v.132, n.11, p.3-12, 1985.
- BARTH, R.C. **Avaliação da recuperação de áreas mineradas no Brasil**. Viçosa: SIF, 1989. 41p. (Boletim Técnico,1).
- BARUCH, Z. Comparative responses of *Trachypogon plumosus* and *Melinis minutiflora* to water stress. **Oecologia**. 1984.
- BARUQUI, F.M., RESENDE, M., FIGUEIREDO, M.S. Causas da degradação e possibilidades de recuperação das pastagens em Minas (Zona da Mata e Rio Doce). **Inf. Agropec.**, Belo Horizonte, v.128, n.11, p. 27-39, 1985.

- BELLIA, V. Impactos das obras rodoviárias. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE MEIO AMBIENTE NAS RODOVIAS, 1993, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: DER/SC, ABDER, 1993. (não paginado)
- BILBAO, B., MEDINA, E. Nitrogen-use efficiency for growth in a cultivated African grass and a native South American pasture grass. **Journal of Biogeography**, **17**, p.421-425. 1990.
- BONI, N.R., ESPINDOLA, W.M., GUIMARÃES, E.C. Uso de leguminosas na recuperação de solo decapitado. In: RECUPERAÇÃO DE AREAS DEGRADADAS. SIMPÓSIO SUL-AMERICANO, 1: SIMPÓSIO NACIONAL, 2, 1994, Curitiba, PR. **Anais...** Curitiba: Fundação de Pesquisas Florestais – FUFPEF, 1994. p. 563-568.
- BRADSHAW, A.D., CHADWISK, M.J. **The restoration of land**. Berkeley: University of California Press, 1980. 329p.
- CLEMENTS, F.E. **Plant succession: An analysis of the development of vegetation**. Carnegie Institute Publication 242. Washington, D.C. 1916. 512p.
- CLEMENTS, F.E. **Plant succession and indicators**. Wilson, New York, 1928. 453p.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (CFSEMG). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação**. Editores: Antonio Carlos Ribeiro, Paulo Tácio Gontijo Guimarães, Vítor Hugo Alvarez V., Viçosa, MG, 1999. 359p.
- CORRÊA, G. F. **Modelo de evolução e mineralogia da fração argila de solos do Planalto de Viçosa**. Viçosa, MG: UFV, 1984. 87p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas)– Universidade Federal de Viçosa, 1984.
- CRONQUIST, A. **The evolution and classification of flowering plant**. Boston, Houghton Missflin. 396 p. 1968.
- CUNHA, M. A., FARAH, F., CERRI, L. E. S., GOMES, L. A., GALVÊS, M. L., BITAR, O. Y., FILHO, O. A., SILVA, W. S. **Ocupação de encostas**. São Paulo: IPT. 216p. 1991.
- DAVIDE, A.C. Seleção de espécies vegetais para a recuperação de áreas degradadas. In: RECUPERAÇÃO DE AREAS DEGRADADAS. SIMPÓSIO SUL-AMERICANO, 1: SIMPÓSIO NACIONAL, 2, 1994, Curitiba, PR. **Anais...** Curitiba: Fundação de Pesquisas Florestais – FUFPEF, 1994. p.111-122.
- DEFELIPO, B.V., RIBEIRO, A.C. **Análise química do solo – metodologia**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Solos, 1981. 17p. (Boletim de extensão).
- DODSON, A.P., BRADSHAW, A.D., BAKER, A.J. Hopes for the future: Restoration ecology and conservation biology. **Science**, v.277, p.515-522, 1997.

- EINLOFT, R. **Crescimento de gramíneas e leguminosas em substrato rico em manganês proveniente de área de empréstimo**. Viçosa: UFV, 1996. 67p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- EINLOFT, R., OZÓRIO, T.F., SILVA JÚNIOR, W.M.da, Técnicas de revegetação para recuperação de áreas degradadas. **Ação Ambiental**, n.10, p. 19-20, fev/mar. 2000.
- ELOI, C.M.A. **Enquadramento das “Zonas de Vida” de Holdridge na classificação climática de Minas Gerais**. Viçosa: UFV, 2001. 126p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Manual de Métodos de Análise de Solo**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- FRANCO, A.A., CAMPELLO, E.F.C., DIAS, L.E., FARIA, S.M. The use of nodulated and mycorrhizal legume trees for revegetation of residues from bauxite mining. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SUSTAINABLE AGRICULTURE FOR TROPICS – NITROGEN FIXATION, 1995, Angra dos Reis. **Proceedings...** EMBRAPA-CNPAB: UFRJ, Brazilian Academy of Sciences, 1995. p. 80-81.
- GRAY, D. H., LEISER, A. T. **Biotechnical slope protection and erosion control**. Van Nostrand Reinhold. New York. 271p. 1989.
- GRIFFITH, J.J., DIAS, L.E., JUCKSCH, I. Novas estratégias ecológicas para a revegetação de áreas mineradas no Brasil. In: RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS. SIMPÓSIO SUL-AMERICANO, 1: SIMPÓSIO NACIONAL, 2, 1994, Curitiba, PR. **Anais...** Curitiba: Fundação de Pesquisas Florestais – FUPEF, 1994. p.31-43.
- INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS APLICADAS. **Mapa geográfico de Minas Gerais**. Secretaria de Estado de Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, 1983.
- JESUS, R.M. Recuperação de áreas degradadas em sistemas rodoviários. In: A VARIÁVEL AMBIENTAL EM OBRAS RODOVIÁRIAS – SEMINÁRIO NACIONAL, 1999. Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: FUPEF, DER/PR. 1999. p.125-135.
- KISSMANN, K.G. **Plantas infestantes e nocivas**. Tomo I. São Paulo: BASPH, 1997a. 825p.
- KISSMANN, K.G. **Plantas infestantes e nocivas**. Tomo II. São Paulo: BASPH, 1997b. 798p.
- LACA-BUENDIA, J.P., BRANDÃO, M., GAVILANES, M.L. Participação das plantas consideradas daninhas no controle de áreas erodidas. **Daphne**, Belo Horizonte, v.4, n.1, p.48-54, jan. 1994.

- LOPES, J.A.U., QUEIROZ, S.M.P. **Rodovias e meio ambiente no Brasil: uma resenha crítica.** In: RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS. SIMPÓSIO SUL-AMERICANO, 1: SIMPÓSIO NACIONAL, 2, 1994, Curitiba, PR. **Anais...** Curitiba: Fundação de Pesquisas Florestais – FUPEF, 1994. p.75-90.
- MARANGON, L.C. **Florística e fitossociologia de área de Floresta Estacional Semi-Decidual visando dinâmica de espécies florestais arbóreas no município de Viçosa – MG.** São Carlos: UFSCar, 1999. 145p. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais)– Universidade Federal de São Carlos,1999.
- MARCELINO, B.M. Ecossistemas - Impactos causados pelas rodovias. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE MEIO AMBIENTE NAS RODOVIAS, 1993, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: DER/SC, ABDER, 1993. (não paginado)
- MUELLER-DOMBOIS, D., ELLEMBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology.** New York: John Wiley, 1974. 547p.
- PARANÁ. SECRETARIA DE ESTADO DOS TRANSPORTES. DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM. **Manual de instruções ambientais para obras rodoviárias.** Curitiba: SETR/DER e UFPR/FUPEF, 2000. 246p.
- POTT, A., POTT, V.J. **Plantas do Pantanal.** Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal. Corumbá, MS: EMBRAPA-SPI, 1994. 320p.
- POWELL, K.B., VICENT, R.B., DePUIT, E.J., SMITH, J.L., PARADAY, F.E. Role of irrigation and fertilization in revegetation of cold desert mined lands. **Journal of Range Management.** 43. p. 449-455. 1990.
- RABINOWITZ, D., CAIRNS, S., DILLON, T. **Seven forms of rarity and their frequency in the flora of the British Isles.** In Soule, M.E., ed. Conservation biology. The science of scarcity and diversity. Sunderland, MA: Sinauer Associates. p 182-204. 1986.
- RAIJ, B.V. **Fertilidade do solo e adubação.** São Paulo. Editora Agronômica Ceres Ltda. Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo. Piracicaba.327p. 1991.
- REDENTE, E.F., McLENDON, T., DePUIT, E.J. Manipulation of vegetation community dynamics for degraded land rehabilitation. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA FLORESTAL,1. **Anais...** Belo Horizonte, MG. 1993. p.265-278.
- REICHMANN NETO, F. Recuperação de barragens. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 1, 1992, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Fundação de Pesquisas Florestais, 1992. p.132-136.
- REIS, A., NAKAZONO, E.M., MATOS, J.Z. Utilização da sucessão e das interações planta-animal na recuperação de áreas florestais degradadas. In: III CURSO DE ATUALIZAÇÃO – RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 1996, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 1996. p.29-41.

- RESENDE, M., LANI, J.L., REZENDE, S.B., FEITOZA, L.R. A microbacia no contexto dos assentamentos agrícolas. **Inf. Agropec.**, Belo Horizonte, v.207, n.21, p.82-94. 2001.
- RESENDE, S.B. **Estudo de crono-sequência em Viçosa – MG**. Viçosa: UFV. 1971. 71p. Dissertação (Mestrado em Solos) – Universidade Federal de Viçosa, 1971.
- RIGONI, J. **Seleção de espécies aptas para revestimento de taludes na região de Viçosa–MG**. Viçosa: UFV, 1985. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 1985. 38p.
- SAITO, H.M., SHOCK, C.C., BOSSHART, F.P. Pesquisas de revestimento vegetal de taludes na Amazônia. In: SIMPÓSIO DO TRÓPICO ÚMIDO, 1, Belém, 1984. **Anais...** Belém: EMBRAPA/CPATU, 1986, v.1, p.486-493.
- SANTANA FILHO, S., CARDOSO, I.M., SANTOS, R.H.S. Levantamento florístico em horizonte C de taludes de estradas da região de Viçosa–MG. In: CONGRESSOBRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25, 1995, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 1995. p.1859-1861.
- SCHOENHOLTZ, S.H., BURGER, J.A., TORBERT, J.L. Natural mycorrhizal colonization of pines on reclaimed surface mines in Virginia. **J. Environ. Qual.**, v.16, n.2, p. 143-146, 1987.
- SEITZ, R.A. A regeneração natural na recuperação de áreas degradadas. In: RECUPERAÇÃO DE AREAS DEGRADADAS. SIMPÓSIO SUL-AMERICANO, 1: SIMPÓSIO NACIONAL, 2, 1994, Curitiba, PR. **Anais...** Curitiba: Fundação de Pesquisas Florestais – FUPEF, 1994. p.103-110.
- SHOCK, C.C., SAITO, H.M. **Manual de Revestimento Vegetal Rodoviário**. São Paulo: DERSA, 1975. 122p.
- SIEGEL, S. **Estatística não-paramétrica: Para as ciências do comportamento**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975. 350 p.
- SILVA, I.F. **Formação, estabilidade e qualidade de agregação do solo afetados pelo uso agrícola**. Porto Alegre: UFRGS, 1993. 114p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia Porto Alegre, 1993.
- SMITH, C.W., TUNISON, T. Fire and alien plants in Hawaii: research and management implications for native ecosystems. In: ALIEN PLANT INVASION IN HAWAII: MANEGEMENT AND RESEARCH IN NATIVE ECOSYSTEMS. **Proceedings...** Ed. C.P. Stone, Honolulu University Hawaii Press, 1992. p.394-408.
- TILMAN, D. Secondary succession and the pattern of plant dominance along experimental nitrogen gradients. **Ecological monographs**, 57,p.189-214. 1987.
- TOY, T.J., FOSTER, G.R. **Guidelines for the use of the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) on mined lands, construction sites and reclaimed lands**. (Versão 1.06). Denver: Office of Surface Mining, 1998. (não paginado)

VARNES, D.J. Landslide types and processes, in "Landslides and engineering practice". Ed. by Eckel, E. B. **HRB Spec. Rept. 29**. NAS-NRC, Washington, D. C. p.20-47. 1958.

WEST, N.E. **Spatial pattern-functional interactions in shrub-dominated plant communities**. In McKell, C.M., ed. The biology and utilization of shrubs. New York: Academic Press: 283-305. 1989.

WHITTIG, L.D., ALLARDICE, W.R. X-ray diffraction techniques. In: KLUTE, A. (Ed.). **Methods of soil analysis**. Madison: Soil Society of America, 1994. pt.1, p.331-359.

WISCHMEIER, W. H., SMITH, D. D. Predicting rainfall-erosion losses from cropland east of the Rocky Mountains. **Agr. Handbook**. No 282. U. S. Govt. Printing Ofc. Washington, D. C. 47 p. 1965.