

# PROBLEMAS RELATIVOS AO USO, MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO EM MINAS GERAIS



Nilton Curi <sup>1</sup>

Deoclécio Nazareno do Carmo <sup>2</sup>

Victor Gonçalves Bahia <sup>3</sup>

Mozart Martins Ferreira <sup>4</sup>

Derli Prudente Santana <sup>5</sup>

## INTRODUÇÃO

Minas Gerais apresenta um quadro ecológico de nitidos e variados contrastes fisiográficos e bióticos, constituindo um mosaico rico de ambientes, onde os mais diversos estratos naturais podem ser identificados através das diferenciações de clima, topografia, vegetação natural, solos e uso agrícola.

A agricultura, desta maneira, está estreitamente determinada por condicionantes de ordem agroecológica e sócio-econômica, que interagem de forma específica em espaço agrícola. Todo e qualquer estudo realizado em nível de produtor, por mais completo e sofisticado que seja na sua concepção e execução, não se poderá furtar ao determinismo provocado pela estreita interação entre o homem e seu meio ambiente. Torna-se, assim, fácil entender que a situação relativa ao manejo e à conservação do solo e da água, em Minas Gerais, varia acentuadamente face à diversidade das condições antes mencionadas.

Frete à multiplicidade de ambientes que compõem o estado de Minas Gerais, faz-se necessária uma estratificação, visando agrupar as Zonas Fisiográficas do Estado (Fig. 1) em conjuntos de ambien-

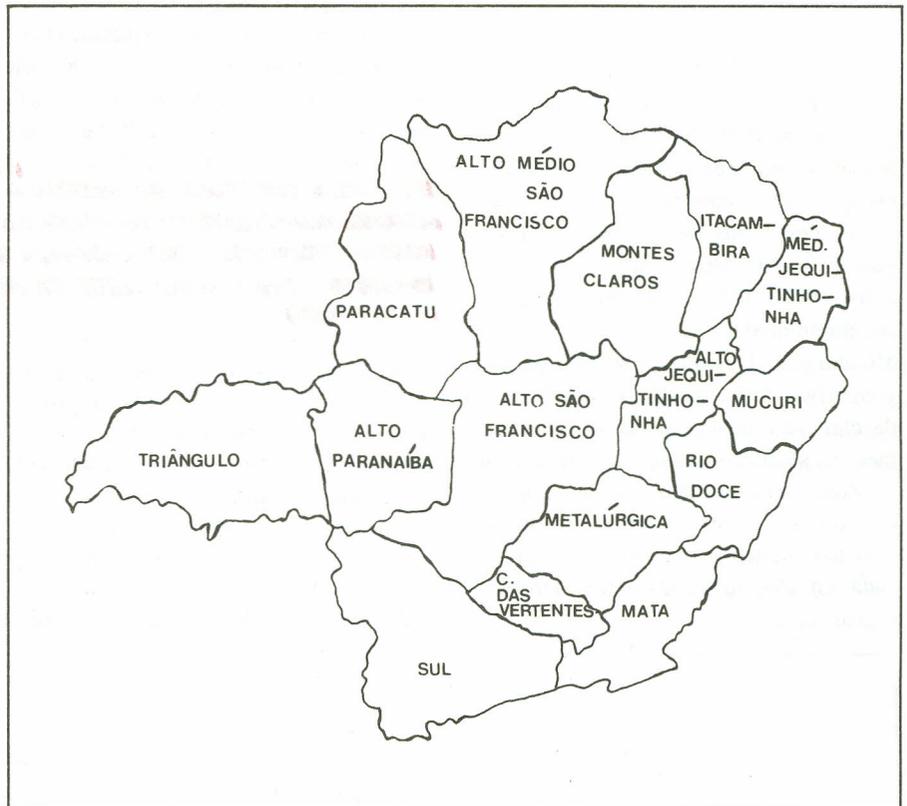


Figura 1 — Zonas Fisiográficas de Minas Gerais.

tes naturais mais homogêneos. Desse modo, tendo por critério as variações gerais no clima, relevo regional, vegetação natural, solos predominantes e aspectos de uso agrícola, identificaram-se seis regiões que servirão como moldura para os grandes estratos de ambientes naturais a serem aqui abordados.

Para cada região será feita uma ava-

liação crítica, em que serão analisadas as principais interações entre o homem e o ambiente, através das diferentes modalidades e intensidades de utilização agrícola, atendo-se principalmente às relações entre causa e efeito. No decorrer deste artigo, são apresentadas ilustrações objetivando facilitar a identificação de algumas dessas inter-relações em nível de

<sup>1</sup> Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, Ph.D. — Prof. Titular/DCS/ESAL — Caixa Postal 37 — CEP 37200-000 Lavras, MG.

<sup>2</sup> Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, M.S. — Asses. Assuntos Agronômicos/Merck — Estrada dos Bandeirantes, 1.099 — CEP 22710-113 Rio de Janeiro, RJ.

<sup>3</sup> Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, D.S. — Prof. Titular/DCS/ESAL — Caixa Postal 37 — CEP 37200-000 Lavras, MG.

<sup>4</sup> Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, D.S. — Prof. Adjunto/ESAL — Caixa Postal 37 — CEP 37200-000 Lavras, MG.

<sup>5</sup> Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, Ph.D. — Pesq./EMBRAPA/CNPMS — Caixa Postal 151 — CEP 35701-970 — Sete Lagoas, MG.

campo.

Não se pretende, aqui, propor soluções para problemas regionais específicos, mas sim ressaltar a importância de se conhecerem os principais problemas de uso e manejo agrícolas de cada região, para que o esforço despendido na busca de soluções não se desvança em estudos de caráter geral que, muitas vezes, não atingem as verdadeiras necessidades inerentes às diferentes regiões. Cada agrossistema apresenta um conjunto próprio de características que se reflete em determinadas alterações, que, por sua vez, requerem estudos e soluções específicas para aquele ambiente distinto.

### REGIÃO 1

Abrangendo praticamente toda a região Centro-oeste do Estado, a Região 1 é uma extensa área, originalmente sob vegetação predominante de cerrado, que engloba as Zonas Fisiográficas do Triângulo Mineiro, Alto Paranaíba, Paracatu, Alto e Alto Médio São Francisco, Alto Jequitinhonha e grande parte da Zona Metalúrgica. Devido à grande expressão geográfica desta Região e às diferenças de clima e relevo dos seus diversos segmentos, serão utilizadas como referências as Zonas Fisiográficas que a compõem, com o objetivo de possibilitar uma melhor visualização das características inerentes a cada estrato mais homogêneo dentro da região geral.

### Triângulo Mineiro

Com relevo geral aplanado, o Triângulo Mineiro é uma região com predominância de Latossolos (Fig. 2), originalmente sob vegetação com predomínio de cerrado, e hoje, em sua maior parte, ocupada por pastagens e agricultura intensiva. Apesar de a maioria dos solos da região apresentarem textura média e baixa fertilidade natural, o Triângulo Mineiro é uma das regiões de maior desenvolvimento agrícola do Estado. O avançado nível tecnológico aplicado à agricultura, favorecido pelo relevo plano ou suave ondulado, propicia a mecanização em todas as fases do processo agrícola.

O uso intensivo de máquinas, principalmente o apurado preparo de solo, acarreta uma acentuada pulverização, processo facilitado pelo caráter mais arenoso da maioria dos solos da região. **A mobilização do material desses solos, no período de ventos de relativa intensidade (julho a setembro), os torna propensos a um lento, porém persistente, processo de erosão eólica.**

A extrema pulverização dos solos por ocasião do preparo, associada ao impacto direto das gotas de chuva, provoca o processo de endurecimento da camada superficial, processo este agravado pelos frequentes veranicos, comuns na região no decorrer do período chuvoso. Os ciclos alternados de umedecimento e secagem acabam por transformar a camada solta do solo onde foi realizado o semeio

numa camada endurecida, com sérios reflexos no desenvolvimento radicular das culturas, na dinâmica da água do solo e, conseqüentemente, no processo erosivo, pois a redução na infiltração propiciará um maior escoamento superficial das águas de chuva.

A compactação abaixo da camada arável pode ser considerada hoje um dos maiores problemas na utilização agrícola em regiões de agricultura intensiva, notadamente sob cultivo de soja. Este processo é tanto mais drástico quanto mais intensas forem as operações de preparo do solo com grade.

A menor permeabilidade tanto da camada superficial quanto da subsuperficial acentua demasiadamente o deflúvio. O sistema de terraceamento muitas vezes passa a não mais suportar o volume d'água no decorrer de chuvas mais intensas, o que resulta no seu rompimento, com graves conseqüências. É cada vez mais comum o aparecimento de imensas voçorocas em áreas agrícolas do Triângulo Mineiro, formadas em curtos espaços de tempo.

Ao longo dos rios principais ocorrem os Latossolos Roxos, desenvolvidos a partir de basalto (Fig. 2). São solos mais férteis, mas que, por outro lado, apresentam maior susceptibilidade ao fenômeno de encrostamento. A erosão, inicialmente laminar, depois em sulcos rasos, acaba por romper a camada encrostada. O horizonte B, com grânulos muito pequenos e pouco

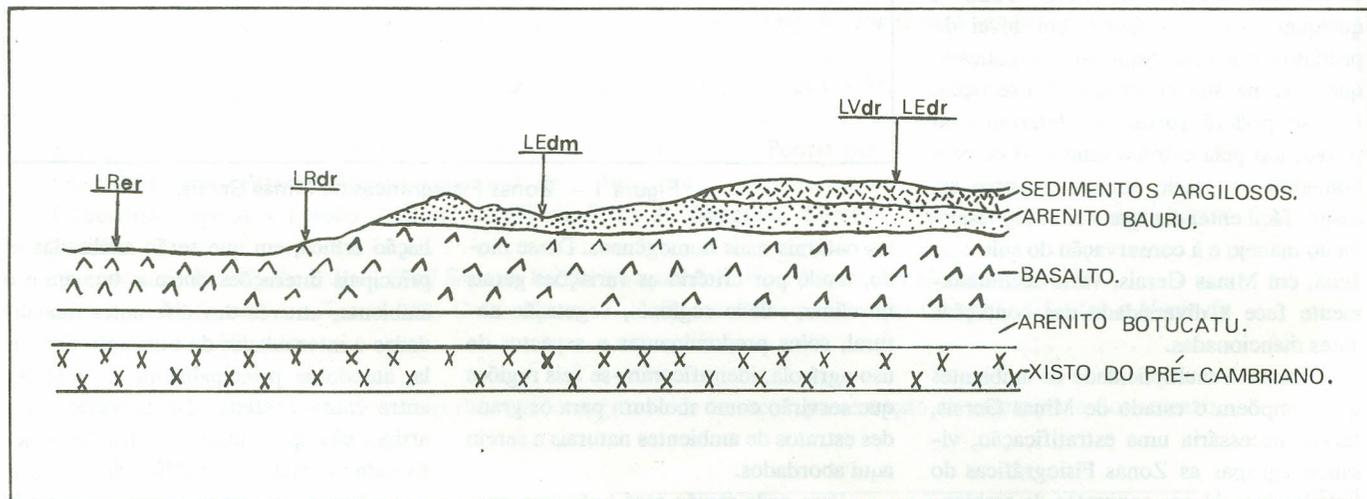


Figura 2 — Distribuição Esquemática dos Solos na Paisagem do Triângulo Mineiro.

FONTE: Dados básicos: Resende (1976).

NOTA: LRer — Latossolo Roxo eutrófico muito argiloso; LRdr — Latossolo Roxo distrófico muito argiloso; LEdm — Latossolo Vermelho-Escuro distrófico textura média; LVdr e LEDr — Latossolos Vermelho-Amarelos e Vermelho-Escuros distróficos muito argilosos.

coerentes, é arrastado com facilidade, iniciando com isso o processo de voçorocamento.

### Alto Paranaíba

Merecem destaque nesta região os chapadões de Latossolos argilosos da área sob influência do Programa de Assentamento Dirigido do Alto Paranaíba (PADAP) e as áreas mais acidentadas que compõem a encosta ocidental deste planalto, onde ocorre Latossolo Roxo desenvolvido de tufito. Este tipo de Latossolo estende-se para a região de Patos de Minas, apresentando um relevo mais acidentado do que os Latossolos de basalto e abrange uma área muito restrita em relação às áreas basálticas do Brasil (Fig. 3). O restante dos solos das chapadas desta região são afins aos do Triângulo Mineiro. Áreas de Cambissolos, de baixa fertilidade natural e de elevada erodibilidade, são também comuns nesta região.

Os solos argilosos das chapadas da região do PADAP, sob intensa atividade agrícola, principalmente nas áreas sob rotação de soja-trigo e sob a cultura de milho, estão sujeitos a um constante re-trabalhamento decorrente das atividades de preparo do solo. Estas operações re-

presentadas por fases intermitentes de pulverização – reorganização (Resende, 1985), estão resultando num crescente processo de degradação física. Isto se reflete num gradativo aumento do empacotamento das partículas do solo e conseqüente endurecimento da camada superficial, semelhante ao que ocorre em Latossolos sob cultivo sucessivo de soja no Triângulo Mineiro, São Paulo, Mato Grosso do Sul e outras regiões, (Costa et al., 1984), além do problema de compactação nas camadas subsuperficiais.

Nas áreas de tufitos, o Latossolo Roxo, por seu relevo mais acidentado, associado ao desmatamento e manejo inadequado de pastagens e lavouras, está sofrendo um constante processo erosivo, já com formação de inúmeros sulcos e voçorocas localizadas, além da erosão laminar, que é de difícil constatação nas suas formas iniciais.

### Paracatu

Paracatu é uma região formada por extensas chapadas, em diferentes níveis (cotas), onde predominam solos extremamente pobres do ponto de vista químico e, no geral, arenosos, mais especificamente Latossolos Vermelho-Amarelos e Ver-

melho-Escuros de textura média e Areias Quartzosas. Esta região está sendo rapidamente transformada em um dos maiores maciços florestais de Minas Gerais. Apesar da topografia favorável à mecanização, o período seco prolongado e a natureza arenosa dos solos da região têm apresentado uma certa limitação à expansão de lavouras não irrigadas.

Não obstante o relevo aplainado predominante em Paracatu, já existe em algumas áreas reflorestadas um intenso processo erosivo, decorrente de um preparo de solo inadequado e principalmente de um talhonomento quase sempre no sentido do declive. Os lançantes muito longos, apesar de suaves, a baixa agregação das partículas do solo, estradas e aceiros (com alto nível de compactação) no sentido do declive resultam em freqüentes voçorocamentos, com perdas de grandes quantidades de solo e, o que é mais crítico, grande perda de água do sistema, fato que apresenta sérios reflexos negativos no desenvolvimento dos povoamentos florestais e das culturas.

### Alto São Francisco

A região do Alto São Francisco apresenta um quadro pedológico peculiar,

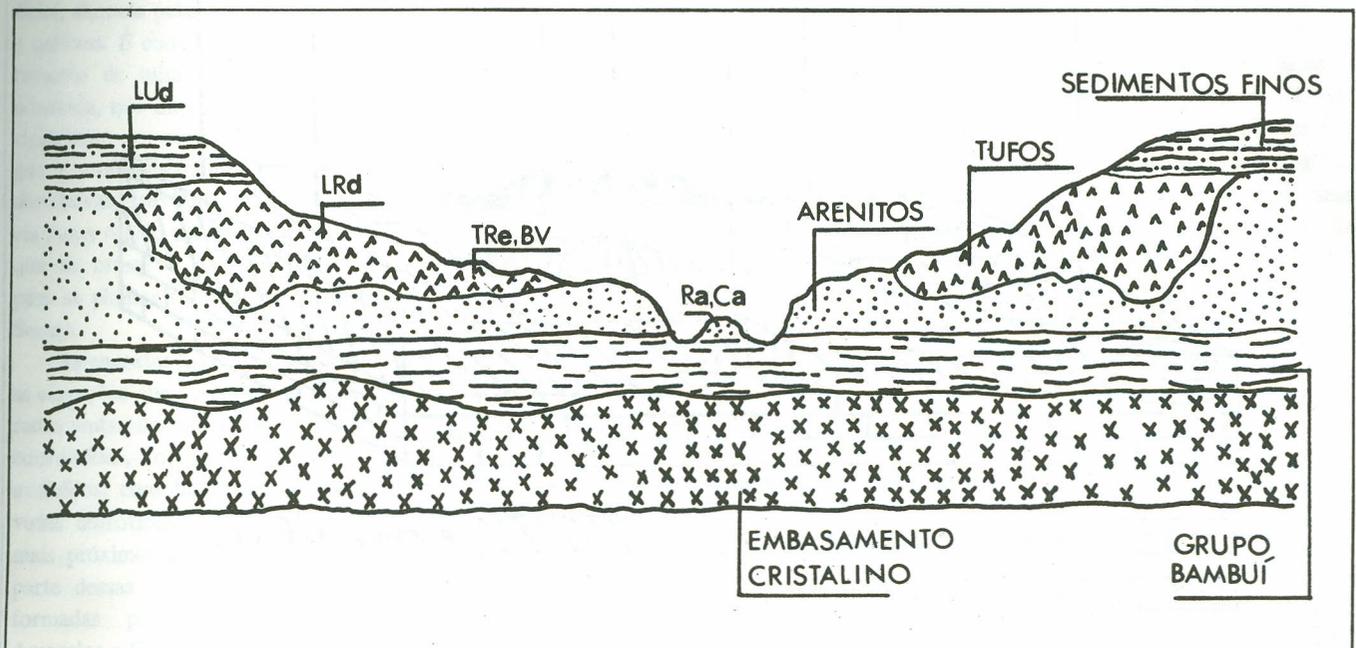


Figura 3 – Distribuição Esquemática dos Solos na Paisagem do Alto Paranaíba (MG).

FONTE: Carmo et al. (1984).

NOTA: LUd – Latossolo variação Una distrófico; LRd – Latossolo Roxo distrófico; TRe – Terra Roxa Estruturada eutrófica; BV – Brunizem Avermelhado; Ra – Solo Litólico álico; Ca – Cambissolo álico.

tanto no que se refere à fertilidade do solo, quanto à erosão e mecanização. É comum deparar-se nesta região com solos eutróficos (saturação por bases trocáveis igual ou maior que 50%), desenvolvidos de calcário, ao lado de solos álicos (saturação por alumínio trocável igual ou maior que 50%), originados de rochas pobres em nutrientes e de textura fina.

Os Cambissolos e Solos Litólicos, associados à vegetação campestre ou campo cerrado, em relevo mais acidentado e muitas vezes com afloramentos de rochas (regionalmente conhecidos pela denominação de toás), são solos extremamente susceptíveis à erosão, a qual, aliada à acentuada pobreza química destes solos, constitui um sistema com sérias limitações, tanto no que se refere à fertilidade quanto à erosão. A pouca profundidade desses solos e o relevo acidentado implicam sérias limitações também no aspecto de mecanização e disponibilidade d'água.

Os solos mais velhos da região (Latosolos) desenvolvidos de rochas pobres em bases, são menos limitantes nos aspectos de água, mecanização e erosão,

além de, paradoxalmente, apresentarem menor limitação quanto à fertilidade, pois, apesar do distrofismo acentuado (saturação por bases trocáveis < 50%) possuem menores teores de alumínio trocável.

A retirada quase que total do cerrado natural para carvoejamento na área de Latossolos propicia um aumento da intensidade erosiva nestes solos, pois, com a exposição deles forma-se uma camada superficial encrostada, que reduz a infiltração e aumenta o escoamento superficial e, conseqüentemente, a erosão. Este fato, associado à ocorrência de grandes extensões de Cambissolos e Solos Litólicos, extremamente susceptíveis à erosão, fazem dessa região uma das mais críticas do Estado. Desse modo, a represa de Três Marias, que capta uma ampla rede de drenagem infiltrada em uma área típica de solos anteriormente mencionados deve receber continuamente uma substancial carga de sedimentos (Fig. 4). Uma taxa erosiva regional tão intensa refletirá obrigatoriamente numa capacidade efetiva cada vez menor do reservatório que poderá, a longo prazo, acarretar sérios

transtornos a um empreendimento de tal magnitude e importância sócio-econômica.

### Alto Médio São Francisco

Na zona do Alto Médio São Francisco ocorrem extensas áreas de Areias Quartzosas (classes texturais areia e areia franca), onde se constata a presença de sulcos e voçorocas localizadas em decorrência da grande susceptibilidade desses solos à erosão (EMBRAPA, 1979). Com a ocupação de grandes extensões de terra por empresas reflorestadoras, está havendo um agravamento substancial do processo erosivo, à medida que o cerrado nativo está sendo retirado para dar lugar a povoamentos florestais. A fase é mais crítica no período entre a retirada do cerrado e a implantação dos povoamentos, quando é feito o preparo da área. Nessa fase, processa-se uma perda muitas vezes assustadora de solo, cujos reflexos podem ser notados pelo rápido assoreamento dos rios drenadores da região. Nestas áreas principalmente, mas também na região de cerrado como um

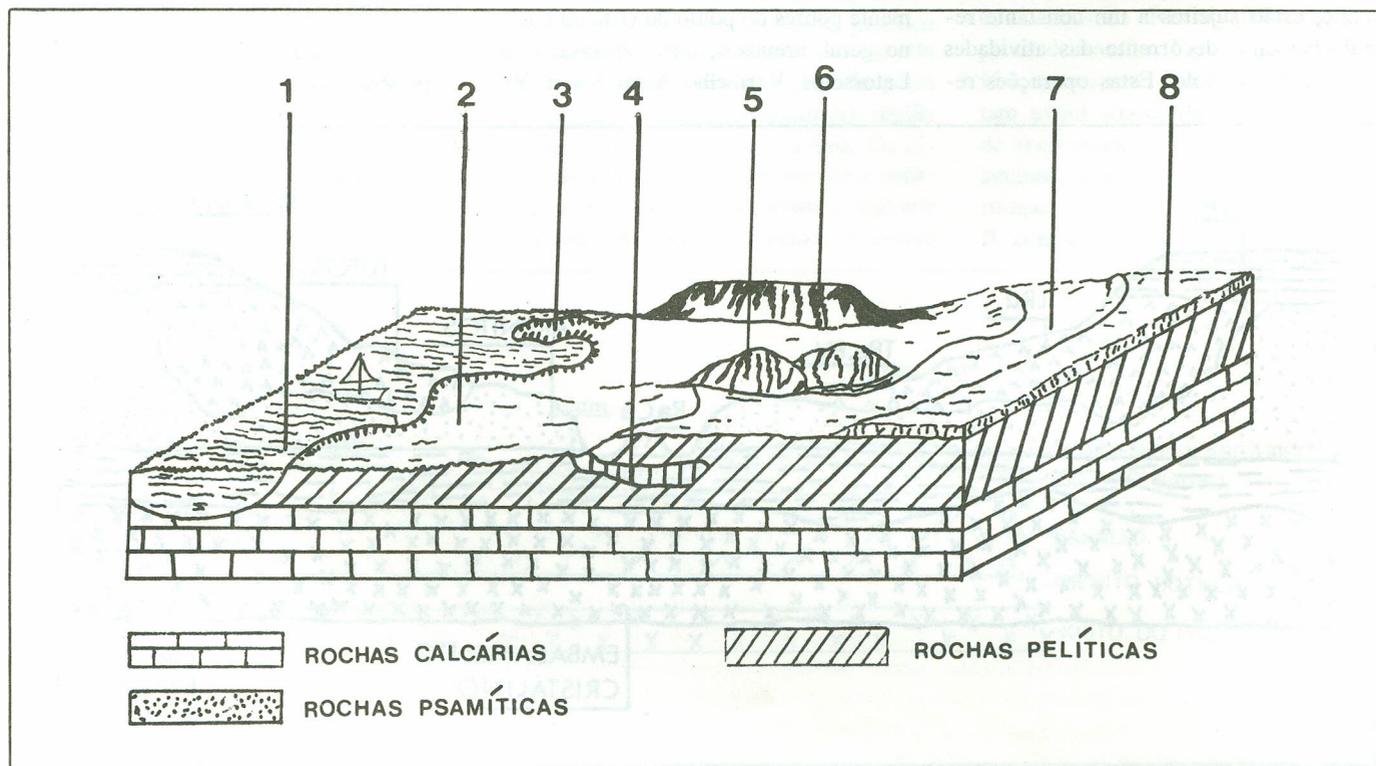


Figura 4 – Bloco-diagrama da Área sob Influência do Reservatório de Três Marias (MG).

FONTE: Almeida (1979).

NOTA: 1 – Represa de Três Marias; 2 – Latossolo Vermelho-Escuro; 3 – Latossolo Vermelho-Amarelo câmbico; 4 – Podzólico eutrófico; 5 – Cambissolo álico; 6 – Solo Litólico álico; 7 – Latossolos Vermelho-Escuro e Vermelho-Amarelo; 8 – Latossolos Vermelho-Escuro e Vermelho-Amarelo, textura média, e Areias Quartzosas.

todo, a perda de água do sistema, talvez mais do que a perda de solo, pode ser um dos fatores mais limitantes ao uso agrícola, considerando-se a natureza dos solos, naturalmente pouco propícios à retenção d'água.

### Alto Jequitinhonha

A região do Alto Jequitinhonha possui um contraste marcante de solos e topografia, apresentando uma nítida separação entre as extensas chapadas, com cotas entre 800 e 900 m, e as áreas dissecadas com relevo muito movimentado e vales profundos, geralmente sem a presença de terraços fluviais.

Os solos das chapadas, com vegetação primitiva de cerrado, são representados por Latossolos Vermelho-Amarelos com textura argilosa, atualmente, recobertas, em quase sua totalidade, por eucaliptais, formando extensos maciços reflorestados. Semelhantemente ao que ocorre no Noroeste mineiro, os solos das abas das chapadas do Alto Jequitinhonha apresentam muitas vezes elevada erodibilidade. Diferenciam-se daqueles, no entanto, pela tendência de formação de sulcos rasos que evoluem rapidamente, o que leva à decaptação total da camada superficial, alterada pelas operações de preparo e cultivos. É comum observar-se o afloramento de uma camada subsuperficial adensada, que implica sérios danos, principalmente por reduzir a infiltração d'água e, conseqüentemente, a efetividade das chuvas, fato de inestimável importância numa região considerada marginal, no que se refere à disponibilidade d'água para as plantas (inclusive no Polígono das Secas).

As encostas íngremes das chapadas e as elevações que compõem as áreas dissecadas embutidas entre estas chapadas são constituídas, em parte, por solos menos evoluídos, com horizonte B textural, às vezes eutróficos, e por Solos Litólicos, mais próximos à calha dos rios. Grande parte dessas elevações, no entanto, são formadas por Latossolos Vermelho-Amarelos e Cambissolos latossólicos, ambos distróficos.

É nos solos eutróficos e pouco permeáveis das partes dissecadas que se ins-

tala a parca agricultura da região. O seu uso é condicionado pelo clima regional já não muito propício, fato agravado pelo relevo muito acidentado, que, aliado ao elevado índice de erodibilidade, dificulta sobremaneira a implantação das lavouras e torna muito curto o tempo de aproveitamento das pastagens no decorrer do ano.

### Metalúrgica

Ainda se enquadra na extensa área dos cerrados mineiros uma grande parte da Zona Metalúrgica de Minas Gerais, mais especificamente as regiões que abrangem o alto curso do Rio das Velhas e Paraopeba. É uma região constituída por solos quimicamente pobres, com relevo geral muito acidentado, principalmente em uma faixa central montanhosa, que se inicia na base da Serra do Espinhaço, na região de Ouro Preto, e se prolonga para o norte, em direção à Serra do Cipó. Nesta faixa, os solos são rasos, geralmente originados de rochas psamíticas (ricas em quartzo), não apresentando condições mínimas necessárias à implantação de atividades agropecuárias. É interessante observar que o número de núcleos populacionais desta área é relativamente elevado e surgiu exclusivamente do interesse despertado pelas jazidas mineiras abundantes e variadas na região.

Além dos problemas de erosão típicos dos Solos Litólicos de regiões acidentadas, esta parte da Zona Metalúrgica, por seu rico subsolo, apresenta vários pólos de prospecção de minérios. As atividades mineradoras implicam geralmente total desestabilização da paisagem, com remanejamento de enormes quantidades de material de solo e subsolo. Nestas áreas, volumosas quantidades de detritos são acumuladas, geralmente sem os cuidados conservacionistas mínimos necessários. Desse modo, as áreas de mineração, desprovidas de um conjunto de medidas necessárias ao acondicionamento ambiental, transformam-se em gigantescas e pródigas fontes de sedimentos. Córregos, rios e represas da região estão passando por um intenso processo de assoreamento, que, por sua vez, acarreta mudanças drásticas na capacidade de vazão dos

cursos d'água, ocasionando enchentes muitas vezes catastróficas e reduzindo drasticamente a capacidade de armazenamento dos reservatórios. Além disso, estes sedimentos, acrescentados às águas utilizadas na manipulação de minérios, muitas vezes lançadas diretamente aos fluxos d'água da região sem os devidos tratamentos, comprometem ainda mais a qualidade da água. Este fato ainda se torna mais grave, quando se considera a grande densidade populacional da região e a crescente quantidade de efluentes industriais, já normalmente lançados nos cursos d'água.

Cumpramos ressaltar que da cidade de Conselheiro Lafaiete, uma das principais produtoras de batata (cultura em que geralmente se utiliza um grande número de agrotóxicos) do Estado, análises de resíduos dos inseticidas aldicarbe (Temik) e forato (Granutox) em amostras de água realizadas nos laboratórios de Toxicologia de Pesticidas da Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL), revelaram valores abaixo do limite de tolerância<sup>6</sup>, conforme estabelecido pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos, ou seja, 10 µg/l. entretanto, por se tratar de compostos extremamente tóxicos ao ser humano e que têm sido detectados em concentrações relativamente altas em água de minas e de poços em várias regiões agrícolas dos Estados Unidos (Matsumura, 1975), iniciou-se um programa de monitoramento dos resíduos desses compostos (programa piloto nessa área), envolvendo a Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA) e a ESAL, o que deveria ser estendido a outras áreas onde problemas potenciais de poluição ambiental existem.

## REGIÃO 2

Representada pelas Zonas Fisiográficas do Sul de Minas e Campos das Vertentes, a Região 2 é tida pedologicamente como muito heterogênea (como ilustração é mostrado na Figura 5 um bloco-diagrama da região de Lavras, Sul de Minas), e apresenta variada atividade agrícola, ressaltando-se a cafeicultura e a pecuária leiteira.

<sup>6</sup> Informação verbal fornecida pelo Professor da ESAL, R.L.G. Rigitano em junho de 1992.

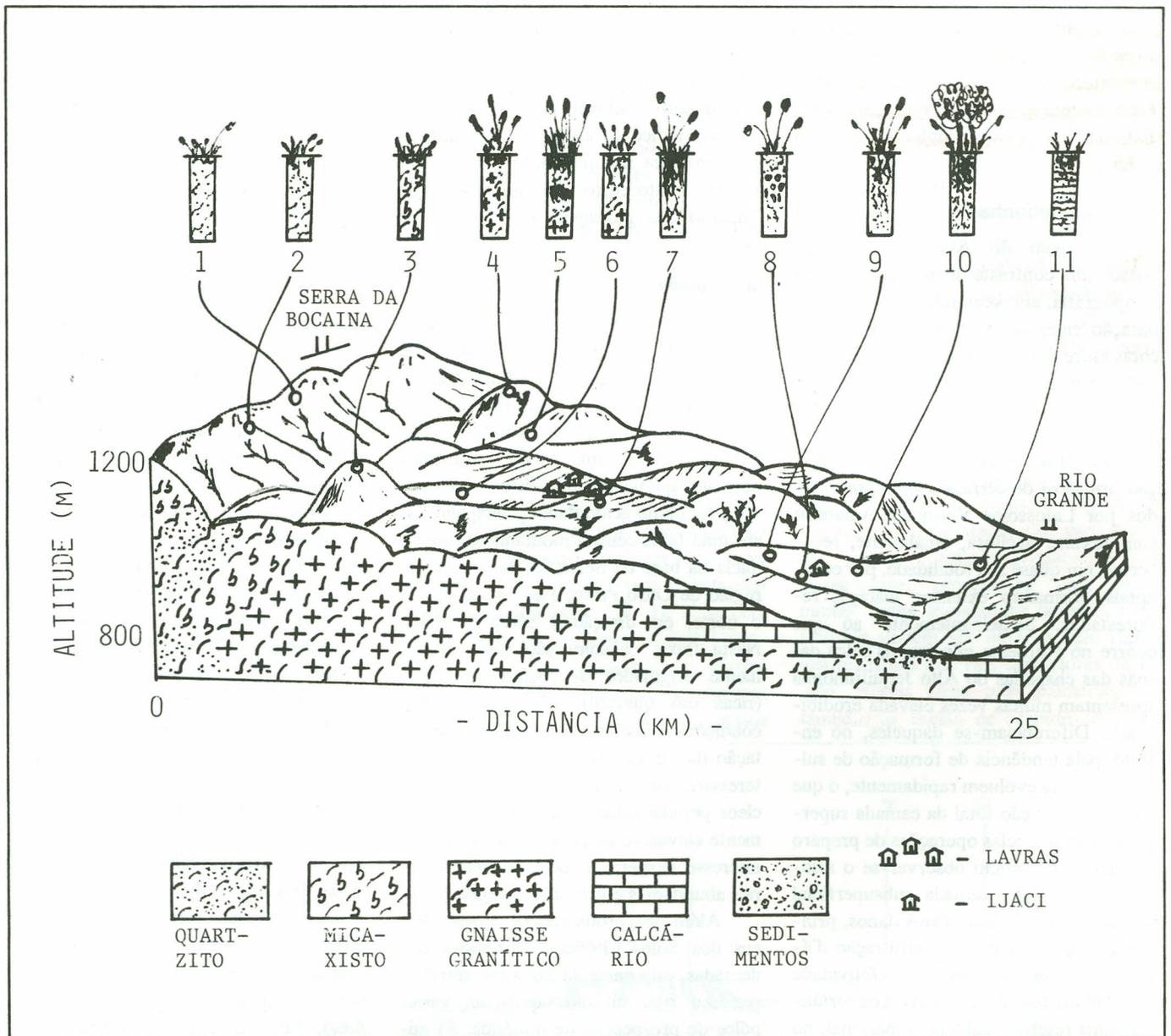


Figura 5 – Distribuição dos Solos na Paisagem Regional de Lavras (MG).

FONTE: Curi et al. (1990).

NOTA: 1 e 3 – Solo Litólico álico; 2 – Cambissolo álico; 4 – Solo Litólico distrófico; 5 – Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico; 6 e 8 – Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico; 7 – Latossolo Vermelho-Escuro distrófico; 9 e 10 – Latossolo Vermelho-Escuro álico; 11 – Solo Aluvial eutrófico.

Os maiores problemas de erosão, em termos de extensão territorial, estão ligados aos Cambissolos e Latossolos Vermelho-Amarelos com baixo teor de Fe. No primeiro caso, os Cambissolos são solos que apresentam propensão à erosão, em decorrência do relevo acidentado (declividade média em torno de 30%), de propriedades físicas desfavoráveis (entre elas, a presença de uma zona adensada e de maior coesão na camada subsuperficial), espessura relativamente reduzida dos perfis e permeabilidade restringida

das rochas subjacentes, circunstâncias conjuntas que favorecem o escoamento superficial das águas (Brasil, 1962). O desgaste superficial destes solos por erosão laminar é comum, sendo que a erosão varia desde ligeira até severa, verificando-se ainda a ocorrência de voçorocas esparsas na paisagem.

Alguns municípios dos Campos das Vertentes e mesmo do Sul de Minas apresentam significativa parcela de sua pecuária leiteira calcada em áreas de pastagens nativas de campo, que representam

a vegetação típica dos Cambissolos e Solos Litólicos regionais (Fig. 6). O manejo inadequado dessas pastagens, quase sempre com o uso do fogo para favorecer a rebrota do pasto, associado às propriedades intrínsecas dos solos e ao relevo mais acidentado, reúne condições extremamente favoráveis a um agravamento, cada vez mais intenso, do processo erosivo (Quadro 1). Santos et al. (1992) mostraram que a simples manutenção da vegetação de campo nativo reduziu as perdas de solo em 85%, em relação ao solo desco-

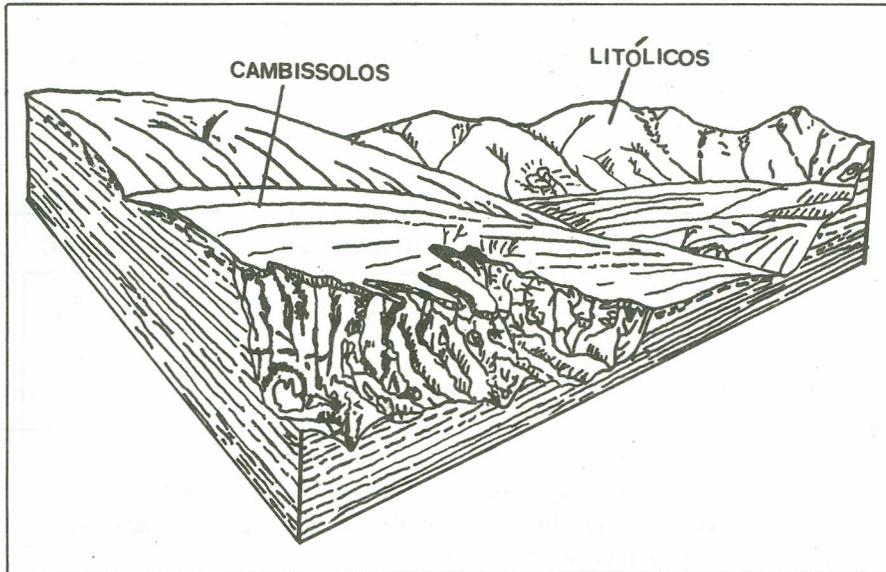


Figura 6 – Solos Litólicos Álicos, Vegetação Campestre, Geralmente Associados com Cambissolos Álicos.

FONTE: Resende; Rezende (1983).

QUADRO 1 – Perdas de Solo, Produção de Matéria Seca e Cobertura do Solo em Cambissolo Álico, com 15% de Declive, na Microrregião Campos da Mantiqueira, Zona dos Campos das Vertentes (MG)

| Tratamento  | Perdas de Solo <sup>(1)</sup> (t/ha) | Produção de Matéria Seca (kg/ha) | Cobertura Vegetal (%) |
|---|--------------------------------------|----------------------------------|-----------------------|
| A – Parcelas mantidas sem vegetação e sem nenhuma prática de manejo | 151,2                                | 0,0                              | 0                     |
| B – Campo nativo sem nenhuma prática de manejo                      | 22,4                                 | 995,5                            | 6 – 25                |
| C – Campo nativo com escarificação, calagem e adubação              | 3,4                                  | 1561,3                           | 26 – 50               |

FONTE: Santos et al. (1992).

(1) Período: de novembro/90 a fevereiro/92.

berto, o que demonstra o potencial de perda de solo no período entre a queimada (prática comum nestas áreas) e a rebrota do pasto.

Trabalho sobre avaliação indireta da erodibilidade, por camadas, de Cambissolo, derivado da alteração de gnaiss granítico leucocrático, foi realizado no Sul de Minas (região de Lavras) por Silva et al. (1990), sendo que alguns resultados

são apresentados no Quadro 2. Os índices de erodibilidade apontam as primeiras camadas (horizontes A e B) como de bem maior resistência à erosão, em comparação ao horizonte C. A estimativa da perda total de solo permite uma avaliação da aplicabilidade desses índices. A adoção dos fatores de uso e manejo e práticas conservacionistas, como valor unitário, refere-se a uma situação de total despro-

teção do solo contra a erosão. A exposição, principalmente dos horizontes subsuperficiais desses solos rasos, possibilita a instalação de formas drásticas de erosão em espaço de tempo relativamente curto. Neste aspecto, o horizonte A funciona como protetor do horizonte B e, principalmente, do C contra a erosão.

No tocante aos Latossolos Vermelho-Amarelos, a natureza da rocha de origem (principalmente gnaiss granítico leucocrático – baixo teor de Fe) faz com que haja, aliada a uma vegetação não muito exuberante, uma baixa infiltrabilidade d'água no solo. A tendência ao voçorocamento está relacionada à diminuição da espessura do solum (horizontes A + B) no terço inferior das encostas, onde a erosão é mais intensa e o horizonte C é rapidamente atingido. Este horizonte é muito erodível, devido aos elevados teores de silte + areia fina (65%) e à permeabilidade muito baixa (0,5 cm/h) (Silva, 1990). Segundo Parzanese (1991), uma vez que o sulco atinge o horizonte C, a taxa de aprofundamento aumenta rapidamente, conduzindo ao solapamento das cabeceiras, até a voçoroca evoluir por toda a encosta (Fig. 7).

Problemas sérios também ocorrem nas áreas de exploração de cenoura e batata, em glebas com declives superiores a 25%. O manejo dessas culturas provoca intensa pulverização do solo, o que facilita o transporte deste material vertente abaixo, através do escoamento superficial (enxurradas). O emprego de pesticidas de elevado potencial de contaminação ambiental vem comprometendo a qualidade da água, inclusive para consumo humano, uma vez que estes materiais são arrastados pelas enxurradas, juntamente com o material de solo, e lançados nos cursos d'água.

Trabalhos realizados no Brasil sobre o destino de pesticidas em solos são raros, e a maioria deles restringe-se a estudos sobre a persistência (resultante de todas as reações, movimentos e degradação) desses compostos. Piffer (1989), trabalhando com movimento e degradação de inseticidas em solos localizados no terço superior de encostas no Sul de Minas Gerais, concluiu que não seria esperada a contaminação da água do lençol freático (localizado a muitos metros de profundidade) nas dosagens normalmente recomendadas, sendo fundamental, nesse

QUADRO 2 – Índices de Erodibilidade Avaliados Segundo o Nomograma de Wischmeier et al. (1971) e Estimativa de Perdas de Solo em Cambissolo do Sul de Minas Gerais

| Parâmetro  | Cambissolo  |              |             |
|--|-------------|--------------|-------------|
|  | Horizonte A | Horizonte Bi | Horizonte C |
| Espessura (cm)   | 0 – 14      | 14 – 35      | 66 – 113+   |
| Índice de erodibilidade (K) (t.ha.h/ha.MJ.mm) <sup>(1)</sup> | 0,039       | 0,047        | 0,092       |
| Perdas de solo (t/ha.ano) <sup>(2)</sup>                     | 253         | 305          | 596         |

FONTE: Silva et al. (1990).

(1)  $K = 0,1317$  (Foster et al., 1981). (2) Calculada com base na equação universal de perdas de solo ( $A = RKLSCP$ ), considerando-se os índices de erodibilidade (K) de cada horizonte do solo e a erosividade das chuvas (R) da região (6.483 MJ.mm/ha.h.ano). Os demais fatores da equação são considerados unitários ( $A = KR$ ).

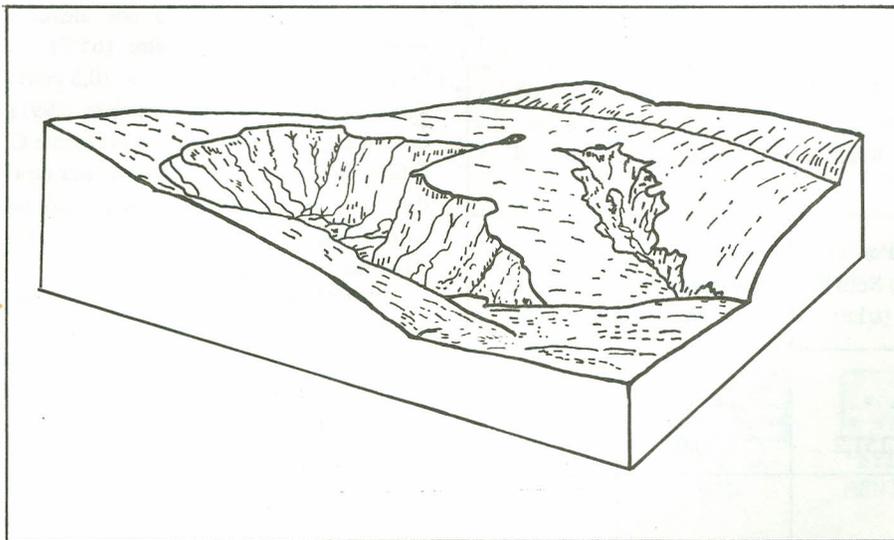


Figura 7 – As Voçorocas Progredem Rapidamente, Encosta Acima, depois que a Erosão Atinge o Horizonte C Profundo, Comum nos Latossolos Desenvolvidos de Rochas Graníticas e Gnáissicas Leucocráticas.

FONTE: Resende (1985).

contexto, a posição do solo na paisagem. Isto quer dizer que solos nos quais são aplicados defensivos agrícolas, situados no terço inferior de encostas e nas várzeas apresentam maior potencial de poluição do ambiente do que aqueles situados em cotas mais elevadas.

### REGIÃO 3

A Região 3 compreende a região fisiográfica conhecida como Zona da Mata, abrangendo a porção Sudeste do estado de Minas Gerais. Com relevo acidentado, semelhante ao do Vale do Rio Doce (Região 4), a Região 3 apresenta, no entanto, menor erodibilidade do que aquela região,

por se constituir, predominantemente, de solos bem permeáveis, porém ainda razoavelmente coerentes (Fig. 8). Tal fato, associado à presença do capim-gordura nas pastagens (boa proteção do solo), resulta em menores problemas de erosão.

As áreas canavieiras da região, em geral de solos predominantemente com horizonte B textural, já apresentam, nas partes mais acidentadas, um processo erosivo bem acentuado, sendo comum encontrarem-se encostas com decaptação total do horizonte A original. Apesar do controle natural da erosão proporcionado pela cultura da cana, o preparo inadequado de solo, muitas vezes com grade pesa-

da arrastada morro abaixo, e o uso do fogo cada vez mais arraigado por ocasião do corte da cana têm ocasionado um intenso processo de perda de solo. Com isso, é comum encontrar-se superficialmente nas encostas um material de solo avermelhado, evidência clara do afloramento do horizonte B dos Solos Podzólicos.

É oportuno recordar que a Zona da Mata, outrora uma das regiões de maior expressão em cafeicultura do país graças à reserva nutricional acumulada e mantida na camada superficial dos solos pela floresta primitiva, teve em poucas décadas, pelo processo de exaustão e erosão, seus cafezais depauperados e substituídos por pastagens de baixa capacidade de suporte.

### REGIÃO 4

Abrangendo a porção oeste da Zona Metalúrgica e todo o Médio Rio Doce, a Região 4 pode ser estratificada em dois conjuntos de ambientes bastante distintos, tanto no que se refere a solos quanto a condições bioclimáticas, o que implica diferentes problemas de utilização agrícola e de manejo e conservação do solo e da água.

Próximo à calha do Rio Doce e seus afluentes (alguns quilômetros), ocorrem elevações geralmente em forma de meia laranja, onde predominam os Podzólicos eutróficos, recobertos por pastagens de colômbio e jaraguá. Nas margens dos rios e córregos, é comum a presença dos terraços fluviais, muitas vezes com solos eutróficos, utilizados com pastagens ou

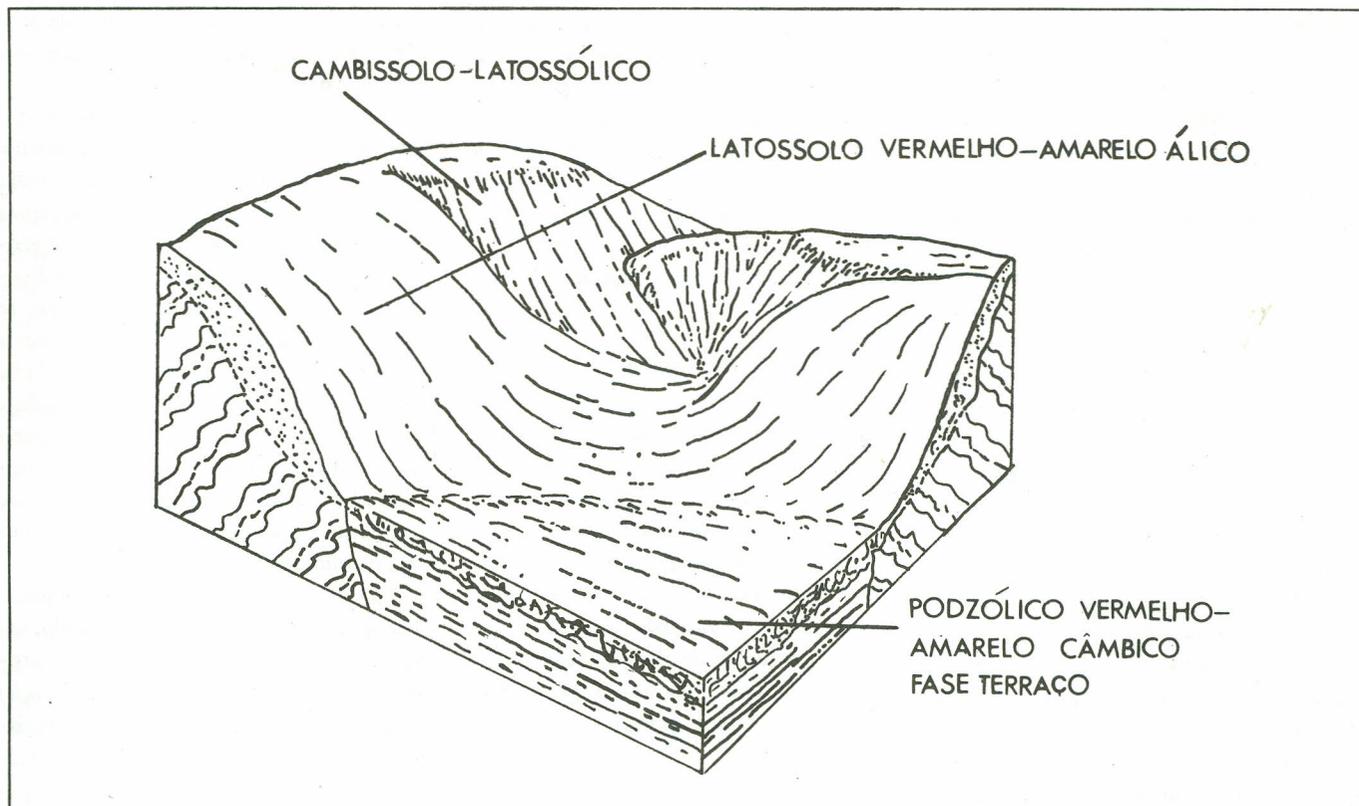


Figura 8 — Bloco-diagrama, Vendo-se os Diferentes Solos, Facilmente Identificáveis na Paisagem, no Planalto de Viçosa (MG).

FONTE: Corrêa (1984).

cultivo de milho e feijão. Esta faixa de terreno marginal aos rios é constituída por uma seqüência de solos. Tal seqüência começa às margens dos fluxos d'água pelos terraços fluviais que se fundem com as encostas das elevações, que, por sua vez, apresentam solos com horizonte B textural no terço médio e inferior, e Latossolos nos topos. É comum a presença de Latossolos com elevados teores de matéria orgânica (Latosolo Vermelho-Amarelo A húmico) nos topos mais elevados e achatados.

À medida que se afasta dos rios, o relevo torna-se cada vez mais movimentado, aumentando o domínio dos Latossolos, até dar lugar a uma espécie de planalto ondulado. Tal planalto estende-se principalmente para oeste do Rio Doce, conhecido regionalmente como "terra fria". Af dominam as pastagens de capim-gordura, muitas vezes infestadas com sapé, sendo que nas partes mais elevadas a samambaia torna-se a espécie vegetal predominante.

As faixas marginais aos rios, principalmente as do Rio Doce, são atualmente utilizadas com pastagens extensivas (pecuária de corte) e mais recentemente por

reflorestamentos de eucalipto. As pastagens da região que apresentavam há algumas décadas uma capacidade de suporte de até 2,0 UA/ha, hoje se encontram enfraquecidas e em elevado grau de depauperação, declinando para 0,8 UA/ha sua capacidade de suporte (Baruqui et al., 1985).

O uso indiscriminado do fogo no manejo das pastagens, a natureza pouco permeável dos solos com horizonte B textural, o elevado distrofismo dos Latossolos dos topos das elevações, aliados ao período seco prolongado e com elevado déficit hídrico, resultaram em um intenso processo erosivo, um dos maiores do Estado, e com sérios problemas e prejuízos para a agricultura e pecuária da região. É notoriamente conhecida a erosão dos topos de morros do Rio Doce, onde a ausência de vegetação originou os sítios conhecidos como "pelados". Nestes topos desnudos, muitas vezes em adiantado processo de voçorocamento, há pouca estabilidade das sementes, que são arrastadas pelas primeiras chuvas. Além disso, a baixa fertilidade limita praticamente a colonização do solo com colônias e jaraguá. O próprio capim-gordura, mais adaptado

a terras fracas, é seriamente limitado pelo uso do fogo (Baruqui et al., 1985) e pelo déficit hídrico peculiarmente crítico naquela posição da paisagem.

Nas partes inferiores das encostas, os solos com horizonte B textural estão sujeitos a uma intensa erosão laminar decorrente da baixa permeabilidade do horizonte B, do elevado teor de argila dispersa em água e da baixa proteção oferecida pelo hábito cespitoso do colônias, tudo isso agravado pelo uso do fogo e outras práticas inadequadas de manejo de pastagens.

Com a expansão dos reflorestamentos na região, o processo erosivo se agravou ainda mais, pois as práticas utilizadas, principalmente no preparo do solo e na exploração florestal, estão causando sérios danos aos solos da região.

A idéia de que o reflorestamento é uma prática conservacionista não se aplica ao Rio Doce, onde, pelo contrário, existem incontáveis evidências de drásticos desgastes provocados pela erosão em maciços florestais da região, em especial nos mais recentes.

O emprego de lâminas KG na destoca, a gradagem pesada morro abaixo, a

direção das linhas de plantio e consequentemente das capinas também no sentido do declive, a ausência de sub-bosques nos maciços florestais e o arraste de madeira encosta abaixo até os pontos de baldeio têm deixado indeléveis marcas nas elevações da região. Tais fatores irão refletir-se em uma capacidade produtiva cada vez menor dos solos do Médio Rio Doce.

Já nas partes mais elevadas da região, as pastagens de capim-gordura em Latossolos profundos e porosos, à semelhança do que ocorre na Zona da Mata, não apresentam muitos problemas de erosão, a não ser deslizamentos de encostas mais íngremes nos anos muito chuvosos. Por outro lado, os solos desta região apresentam extrema pobreza química, o que, associado a um relevo acidentado, com baixa taxa de áreas planas, torna muito difícil o desenvolvimento agrícola da região.

O intenso processo erosivo que afeta principalmente as áreas mais próximas do Rio Doce tem reflexos diretos no curso do rio, onde se torna cada vez mais evidente a presença de bancos de areia obstruindo grandes seções da calha do rio. Com a decaptação do horizonte A das elevações e o afloramento de camadas adensadas e menos permeáveis, há uma drástica redução na efetividade das chuvas, com substancial aumento das águas de escoamento superficial o que, associado ao parcial preenchimento do leito do rio com sedimentos, tem resultado em grandes inundações, com sérios reflexos na sócio-economia regional.

### REGIÃO 5

Formada pelo Mucuri e Médio Jequitinhonha, a Região 5 apresenta relevo geral ondulado e forte ondulado, tendo a pecuária de corte como atividade básica.

A presença de solos Podzólicos sob pastagens de capim-colonião, à semelhança das áreas de pastos da região de Governador Valadares, propicia intenso desgaste dos solos. Tal desgaste, associado, às vezes, ao uso do fogo e chuvas torrenciais comuns naquela área do Estado no decorrer dos poucos meses chuvosos, permite um arraste contínuo de partículas da camada superficial. Com o passar dos anos, o piso das pastagens torna-se cada vez mais endurecido, processo, em parte

também favorecido pelo pisoteio, principalmente em pastagens com lotação excessiva de animais. As sementes de gramíneas encontram a cada ano maiores dificuldades para se fixar, as touceiras de colonião tornam-se cada vez mais espaçadas, o piso do pasto cada vez mais exposto e a capacidade de suporte das pastagens, é claro, continua diminuindo gradativamente.

### REGIÃO 6

A Região 6 equivale à região Norte do Estado de Minas Gerais, mais precisamente às Zonas Fisiográficas de Montes Claros e Itacambira, e apresenta situação peculiar, por se situar na faixa climaticamente mais seca do Estado. Desse modo, há ocorrência de extensas áreas de caatinga, com inclusões de florestas caducifólia e subcaducifólia e mesmo vegetação de cerrado nas faixas marginais mais para o sul e oeste.

É comum, a ocorrência de solos jovens e rasos (principalmente Solos Litólicos), desenvolvidos de calcário em relevo acidentado e com presença quase constante de rochividade e pedregosidade. O uso agrícola destes solos, apesar da elevada fertilidade natural, apresenta-se condicionado pelo déficit hídrico acentuado. O emprego de práticas de convivência com o problema de déficit hídrico ou de um manejo mais adequado às condições locais de topografia, através de tração animal ou cultivo manual, pode, ao modo como se faz no sertão nordestino, tornar viável a utilização desses sistemas.

Nas áreas mais suaves, em geral onde a mecanização é utilizada na formação de pastagens e preparo de solo para reflorestamento e lavoura, pode ocorrer acentuado arraste da camada arada, devido às chuvas torrenciais, muito comuns nesta região, principalmente no início do período chuvoso.

### USO ATUAL VERSUS APTIDÃO AGRÍCOLA

O uso atual de uma determinada área muitas vezes não é compatível com sua real aptidão agrícola, determinada por um conjunto de fatores pedológicos, climáticos e bióticos, que se interagem naturalmente resultando em um maior ou menor grau de limitação quanto aos aspectos de

deficiência de fertilidade, de água, de oxigênio, susceptibilidade à erosão, impedimentos à mecanização e outros.

A inter-relação entre o homem e o ambiente tem resultado, principalmente nas regiões tropicais, em desastrosas consequências, traduzidas por uma rápida e constante degradação dos sistemas ecológicos através das atividades agrossilvopastoris. São raros os casos em que se observa a utilização de um ecossistema dentro de sua aptidão natural. Quando tal se verifica, o processo de depauperação é o menor possível, de modo que aquela área permanece inalterada em suas principais características, o que permite o uso constante do ecossistema sem redução de seu padrão de produtividade.

O efeito nocivo do uso inadequado dos agrossistemas pode ser creditado, em sua maior parte, ao intenso processo erosivo que advém de tipos de utilização agrícola pouco apropriados aos pedossistemas, e de um conjunto de práticas edáficas não ajustadas às necessidades e peculiaridades de cada ambiente.

Quando se visa direcionar o uso das terras dentro de sua vocação agrícola, faz-se necessária uma estratificação de ambientes através do levantamento de suas características e propriedades que, por sua vez, permitirá uma avaliação do seu potencial e de suas limitações. Para realizar o primeiro passo deste processo, isto é, a caracterização dos ecossistemas, é necessário identificar os diversos ambientes, agrupando-os em estratos homogêneos que serão então classificados de acordo com sua aptidão agrícola.

Os mapas de aptidão agrícola que abrangem o estado de Minas Gerais ou algumas de suas regiões específicas, por seu caráter generalizado, pelas limitações de ordem cartográfica e pela carência de informações em certas regiões, representam apenas classes de aptidão para estratos regionais mais homogêneos, não se atendo a segmentos específicos da paisagem. Para os técnicos que lidam no campo, no entanto, é muito importante a identificação das inclusões de classes de solos de pior ou melhor aptidão agrícola que possam ocorrer em sua área de trabalho.

Como exemplo, dentro dessa linha de pensamento, e que deveria ser considerado em cada situação particular, deve ser ressaltado que algumas regiões do estado

de Minas Gerais, como a Zona da Mata e Rio Doce, em que as elevações latossólicas representam quase a totalidade da área, têm, por outro lado, sua base agrícola implantada nos fundos dos vales (Podzólicos cámbicos nos terraços fluviais e solos Aluviais nos leitos maiores dos cursos d'água). Estes solos, apesar de representarem menos de 10% da área regional, têm expressiva importância sócio-econômica e é neles que se desenvolve a quase totalidade das atividades agrícolas. Neste contexto, é muito importante para os técnicos da região um conhecimento mais profundo dos problemas que afetam o uso agrícola destes segmentos da paisagem, através da avaliação das limitações (deltas) (Fig. 9).

Os principais entraves à solução dos problemas levantados, na atual conjuntura, são: falta de utilização das informações concernentes à aptidão agrícola, carência de estudos de problemas regionais

em determinadas áreas; falta de integração das várias áreas de estudo de forma a dar uma resposta conjunta aos problemas – enfoques unilaterais produzem resultados unilaterais; tradicionalismo reinante em certas regiões do Estado com relação ao uso inadequado do solo, de pesticidas, de fertilizantes e de implementos agrícolas; e carência de uma ação agressiva e sistêmica dos organismos governamentais, em termos de forçar o uso da melhor vocação agrícola das terras.

### REGIONALIZAÇÃO DOS PROBLEMAS

É preciso, primeiro, conhecer bem cada região, seu clima, relevo, vegetação natural, solos, uso e manejo agrícolas para que seja possível diagnosticar os proble-

mas principais e só depois recomendar práticas que possam minimizá-los ou controlá-los. Nesse contexto, a experiência do técnico regional constitui fator importante.

A título de exemplo, será utilizada a microrregião Campos da Mantiqueira, Zona dos Campos das Vertentes (parte da Região 2). Cambissolos em relevo acidentado e Latossolos em relevo suavizado são os solos dominantes. Com base nas observações e medições de campo, nos resultados das análises de laboratório e nas entrevistas informais com os agricultores, foi elaborado o Quadro 3.

Convém ressaltar que trata-se de áreas onde o sistema de agricultura é tradicionalmente de baixos insumos, o que implica uma adequação das propostas para a solução dos problemas encontrados. A vocação agrícola natural da maioria dessas áreas é intimamente ligada às pastagens (pecuária leiteira).

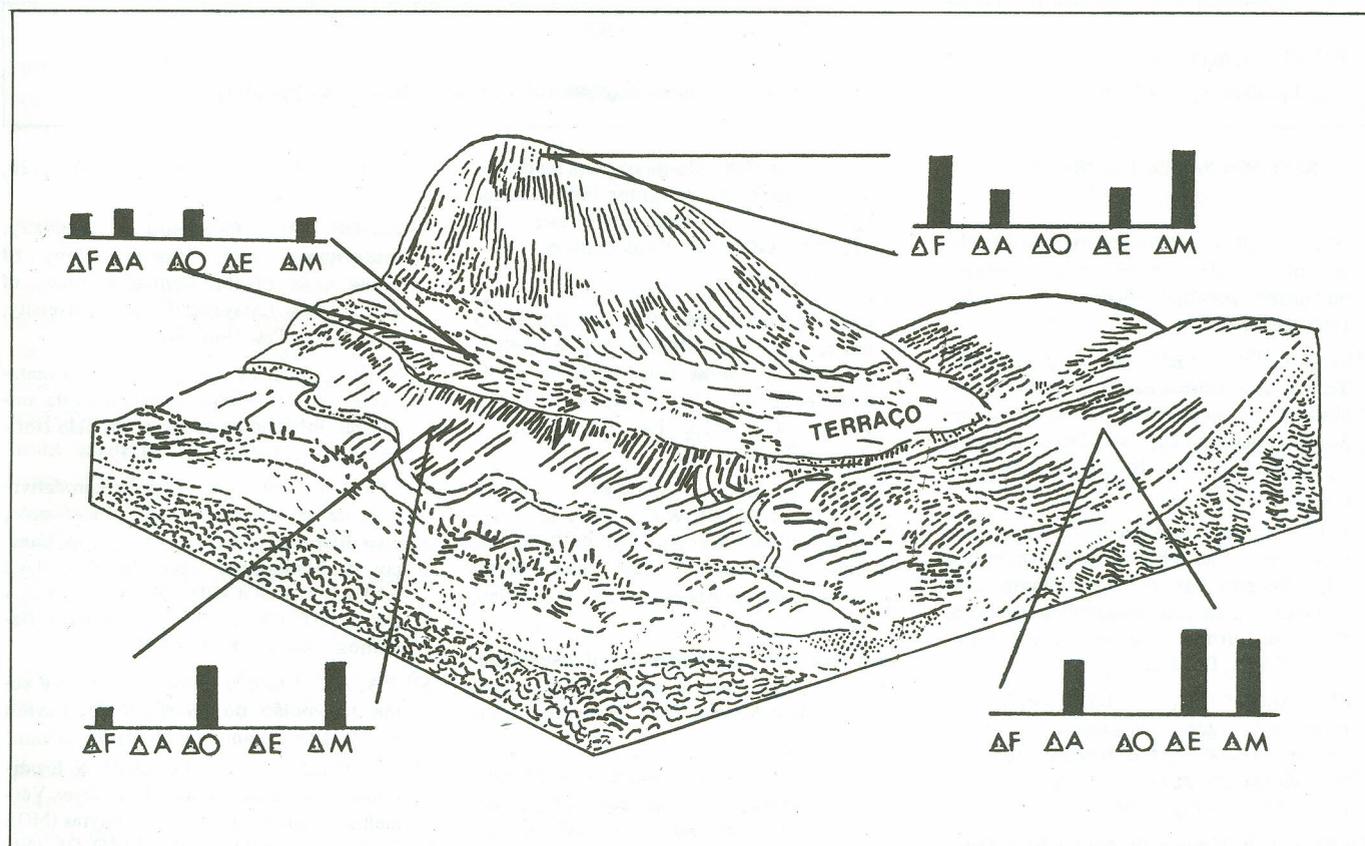


Figura 9 – Distribuição Esquemática dos Solos na Paisagem da Zona da Mata e Rio Doce (MG) e Estimativa dos Fatores de Limitação de Cada Ambiente.

NOTA: ΔF – Deficiência de fertilidade, ΔA – Deficiência de água, ΔO – Deficiência de oxigênio; ΔE – Susceptibilidade à erosão; ΔM – Impedimentos à mecanização.

As barras verticais representam a magnitude relativa da limitação.

QUADRO 3 – Principais Problemas Diagnosticados nas Áreas de Cambissolos dos Campos da Mantiqueira, Zona dos Campos das Vertentes (MG), e Sugestões para Uso e Manejo em Sistema de Agricultura de Baixos Insumos

| Principais Problemas   | Sugestões para Uso e Manejo  |
|--|--|
| Baixa infiltração de água no solo  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Preparo adequado (mínimo) do solo e revegetação, procurando aumentar a atividade biológica, a infiltração de água e a penetração de raízes</li> </ul>   |
| Alta estimativa das perdas de solo (415 t/ha.ano), numa situação de total desproteção do solo contra a erosão)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Introdução de gramíneas tolerantes (andropogon ou brachiarião) a esse ambiente (melhorando a pastagem nativa de campo), que possam cobrir melhor o terreno e propiciem uma boa produção de forragem, dentro de um sistema de manejo adequado</li> </ul> |
| Baixa fertilidade natural <sup>(1)</sup> (Ca <sup>2+</sup> = 0,24 meq/100g; Mg <sup>2+</sup> = 0,1 meq/100g; K disponível = 14,3ppm; Al <sup>3+</sup> = 0,42 meq/100g; P disponível = 1ppm e matéria orgânica = 1,43%) | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Calagem e adubação mínimas e uso de gramíneas tolerantes</li> </ul>   |
| <p>FONTE: Curi (1991).<br/>                     (1) Também é problema nos Latossolos, porém em menor intensidade (menores valores de saturação por Al).</p>  |  |

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, J.R. de. **Cronocromossequência de solos originários de rochas pelíticas do grupo Bambuí**. Viçosa: UFV, 1979. 150p. Tese Mestrado.

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). **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.11, n.8, p.27-37, ago. 1985.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Centro Nacional de Ensino e Pesquisas Agronômicas. **Levantamento de reconhecimento dos solos da região sob influência do reservatório de Furnas**. Rio de Janeiro, 1962. 462p. (SNPA. Boletim, 13).

CARMO, D.N.; CURTI, N.; RESENDE, M. Caracterização e gênese de latossolos da região do Alto Paranaíba (MG). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.8, n.2, p.235-240, maio/ago. 1984.

CORRÊA, G.F. **Modelo de evolução e mineralogia da fração argila de solos do Planalto de Viçosa, MG**. Viçosa: UFV, 1984. 87p. Tese Mestrado.

COSTA, L.M. et al. Conservação do solo. In: ENCONTRO TÉCNICO SOBRE A CULTURA DE SOJA, 1984, Ponta Porã. [Anais...] Ponta Porã, [s.n.], 1984. p.111-112.

CURI, N. **Relações solo-pastagens na região dos Campos das Vertentes (MG)**. Lavras: ESAL, 1991. 24p. Relatório apresentado à EMBRAPA-CNPGL. Datilografado.

EMBRAPA - Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Levantamento exploratório – reconhecimento de solos do Norte de Minas Gerais (área de atuação da SUDENE)**. Recife, 1979. 407p. (EMBRAPA-SNLCS. Boletim Técnico, 60).

FOSTER, G. R.; MCCOOL, D. K.; MOLDENHAUER, W.C. Conversion of the universal soil loss equation to SI metric units. **Journal of Soil and Water Conservation**, Ankeny, v.36, p.355-359, 1981.

MATSUMURA, F. **Toxicology of inseticides**. New York: Plenum Press, 1975. cap.8, p.305-324: Movement of inseticides in the environment.

PARZANESE, G.A.C. **Gênese e desenvolvimento de voçorocas em solos originados de rochas granitóides na região de Cachoeira do Campo, Minas Gerais**. Viçosa: UFV, 1991. 117p. Tese Mestrado.

PIFFER, R. **Movimento e degradação de aldicarbe e sulfona de aldicarbe em dois diferentes solos**. Lavras: ESAL, 1989. 99p. Tese Mestrado.

RESENDE, M. Aplicações de conhecimentos pedológicos à conservação de solos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.11, n.128, p.3-18, ago. 1985.

RESENDE, M. **Mineralogy, chemistry, morphology and geomorphology of some soils of the Central Plateau of Brazil**. West Lafayette: Purdue University, 1976. 237p. Tese Doutorado.

RESENDE, M.; RESENDE, S.B. Levantamento de solos: uma estratificação de ambientes. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.9, n.105, p.3-25, set. 1983.

SANTOS, D. et al. Perdas de solo e produtividade de pastagens nativas em Cambissolo, com diferentes práticas de manejo, nos Campos da Mantiqueira (MG). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29, 1992, Lavras. **Resumos...** Lavras: ESAL, 1992. p.45.

SILVA, A.C. **Relação entre voçorocas e solos na região de Lavras (MG)**. Lavras: ESAL, 1990. 124p. Tese Mestrado.

SILVA, M.L.N.; LIMA, J.M.; CURTI, N. Erodibilidade de Cambissolos e Podzólicos Vermelho-Amarelos da região de Lavras (MG). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS, 10, 1990, Fortaleza. **Resumos...** Fortaleza: UFCE, 1990. p.38.

WISCHMEIER, W.H.; JOHNSON, C.B.; CROSS, B.V. A soil erodibility nomogram for farmland and construction sites. **Journal of Soil and Water Conservation**, Ankeny, v.26, p.189-193, 1971.