

**LEVANTAMENTO DE SOLOS EM SUB-BACIAS
HIDROGRÁFICAS COMO APOIO PARA
AVALIAÇÃO DO USO DA TERRA E DA
POTENCIALIDADE DE RECARGA DE
AQUÍFEROS**

MICHELE DUARTE DE MENEZES

2007

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

MICHELE DUARTE DE MENEZES

**LEVANTAMENTO DE SOLOS EM SUB-BACIAS
HIDROGRÁFICAS COMO APOIO PARA
AVALIAÇÃO DO USO DA TERRA E DA
POTENCIALIDADE DE RECARGA DE
AQUÍFEROS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientador

Prof. Dr. Nilton Curi

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2007

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Menezes, Michele Duarte de.

Levantamento de solos em sub-bacias hidrográficas como apoio para
avaliação do uso da terra e da potencialidade de recarga de aquíferos /
Michele Duarte de Menezes. -- Lavras : UFLA, 2007.

107 p. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2007.

Orientador: Nilton Curi.

Bibliografia.

1. Mapeamento de solos. 2. Microbacia hidrográfica. 3. Aptidão agrícola. 4. Hidrografia. 5. Áreas de
preservação permanente. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD - 631.47

MICHELE DUARTE DE MENEZES

**LEVANTAMENTO DE SOLOS EM SUB-BACIAS
HIDROGRÁFICAS COMO APOIO PARA AVALIAÇÃO
DO USO DA TERRA E DA POTENCIALIDADE DE
RECARGA DE AQUÍFEROS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo para a obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 31 de julho de 2007

Prof. Dr. Nilton Curi

UFLA

Prof. Dr. João José Marques

UFLA

Prof. Dr. Carlos Rogério de Mello

UFLA

Nilton Curi
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL

Aos meus pais Albérico e Geralda, pelo amor, apoio incondicional, conselhos valiosos e por me ensinarem o valor do trabalho e perseverança. Aos meus irmãos Vitor e Guilherme, por quem nutro profundo amor e admiração.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Á Deus, por me dar forças e por me guiar ao longo da minha vida

Á Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Ciência do Solo pela oportunidade

Ao CNPq pela concessão da bolsa e a CEMIG/ANEEL por ter financiado o projeto de pesquisa.

Ao professor Nilton Curi pela valiosa orientação, compreensão, paciência, exemplo de vida e por conselhos valiosos que levaria por toda vida.

Ao professor João José pelas sugestões, orientação desde o princípio deste trabalho e paciência em todos os momentos, sempre com grande disposição para qualquer tipo de ensinamento.

Ao professor Carlos Rogério de Mello pela participação na banca contribuindo com sugestões valiosas para este trabalho.

Aos colegas de pós-graduação Adriana (Parceira), Xandão, Geila, Amaury, Sheila, Marcos, Eduardo, Cezinha, Fabiana, Ricardo.

À Duda e Gleice do Departamento de Engenharia Florestal pela ajuda na elaboração de mapas.

As amigas Ana Paula, Pardinha, Andressa, Luciana (Lanchonete), Luciana (Berenice), Ana Luisa, Alini, Renata e Natascha pela ótima convivência. Agradecimento em especial a Cecília pela ajuda nos momentos mais preciosos, pelo incentivo e companhia, contribuindo muito para a execução deste trabalho.

A todos os meus familiares pelo incentivo e carinho em todas as etapas da minha vida

Muito obrigada!

SUMÁRIO

RESUMO GERAL.....	i
GENERAL ABSTRACT	iii
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	1
CAPÍTULO 1: Levantamento de solos em sub-bacia hidrográfica.....	3
1. Introdução.....	3
2. Referencial teórico.....	4
2.1 Bases.....	4
2.2 Solos.....	7
2.3 Relevo.....	7
2.4 Clima.....	9
3. Material e métodos.....	11
3.1 Caracterização geral da área.....	11
3.1.1 Sub-bacia hidrográfica do Ribeirão Vista Bela.....	14
3.1.2 Sub-bacia hidrográfica do Ribeirão Lavrinha.....	15
3.2 Metodologia empregada.....	15
3.2.1 Métodos de trabalho em escritório.....	15
3.2.2. Métodos de Trabalho de Campo.....	17
3.2.3. Métodos de Análises de Solos.....	18
3.2.3.1. Análises Químicas.....	18
3.2.3.2 Análises físicas.....	19
4. Resultados e discussão.....	20
4.1 Classes de solos encontradas nas sub-bacias hidrográficas (1º nível categórico).....	20
4.1.1 Latossolos.....	20
4.1.2 Cambissolos.....	20
4.1.3 Neossolos.....	21

4.1.4 Gleissolos.....	21
4.2 Distribuição dos solos na sub-bacia hidrográfica do Ribeirão Vista Bela.....	22
4.3 Caracterização dos solos na sub-bacia hidrográfica do ribeirão Vista Bela.....	25
4.4 Distribuição dos solos na sub-bacia hidrográfica do Ribeirão Lavrinha.....	36
4.4.1 Descrição das classes de solos e seus respectivos perfis.....	39
5. Conclusões.....	46
6. Referências bibliográficas.....	47
CAPITULO 2: Levantamento de solos em sub-bacias hidrográficas como apoio para avaliação de uso da terra.....	51
1. Resumo.....	51
2. Abstract.....	53
3. Introdução.....	54
4 Material e métodos.....	57
4.1 Aptidão agrícola.....	57
4.2 Uso atual.....	57
4.3 Áreas de Preservação Permanente.....	57
5. Resultados e discussão.....	59
5.1 Aptidão agrícola das terras da sub-bacia do Ribeirão Vista Bela.....	59
5.2 Uso Atual da sub-bacia do Ribeirão Vista Bela.....	62
5.3 Aptidão agrícola <i>versus</i> uso atual da sub-bacia hidrográfica do Ribeirão Vista Bela.....	63
5.4 Uso atual e aptidão agrícola nas áreas de Preservação Permanente na sub-bacia do Ribeirão Vista Bela.....	65
5.5 Aptidão agrícola das terras da sub-bacia do Ribeirão Lavrinha.....	68
5.6 Uso Atual da sub-bacia do Ribeirão Lavrinha.....	70

5.7 Aptidão agrícola <i>versus</i> uso atual da sub-bacia hidrográfica do Ribeirão Lavrinha.....	72
5.8 Uso atual e aptidão agrícola nas áreas de Preservação Permanente na Sub-bacia do Ribeirão Lavrinha.....	74
6. Conclusões.....	77
7. Referências bibliográficas.....	78
CAPITULO 3: Levantamento de solos em sub-bacias hidrográficas como apoio para estudos da potencialidade de recarga de aquíferos.....	81
1. Resumo.....	81
2. Abstract.....	83
3. Introdução.....	84
4. Material e métodos.....	88
5. Resultados e discussão.....	91
5.1 Potencialidade de recarga de aquíferos na sub-bacia do Ribeirão Vista Bela.....	91
5.2 Potencialidade de recarga de aquíferos na sub-bacia do Ribeirão Vista Bela.....	94
6. Conclusões.....	97
7. Referências bibliográficas.....	98
ANEXOS.....	101

RESUMO GERAL

Menezes, Michele Duarte de. **Levantamento de solos em sub-bacias hidrográficas como apoio para estudos de recarga de aquíferos e uso da terra.** 2007, 107p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.¹

O conhecimento dos recursos naturais, especialmente solo e água, é necessário para uma melhor avaliação do potencial de uso das terras, fazendo com que essa exploração tenha bases sustentáveis, indicando o potencial e as limitações para o aproveitamento agrícola e não agrícola. Essa avaliação pode ser aprimorada com a aplicação do Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras, que além de indicar o potencial agrícola para diferentes tipos de uso, procura ainda atender a uma relação custo/benefício favorável sob os pontos de vista econômico e ambiental, considerando diferentes níveis de manejo num reconhecimento explícito de que os problemas atingem diferencialmente o grande e o pequeno produtor. Assim, este trabalho foi realizado com os objetivos de caracterizar e mapear os solos de duas sub-bacias hidrográficas da Bacia do Alto Rio Grande, MG; avaliar suas propriedades morfológicas, físicas e químicas, classificando-os segundo nomenclatura vigente; interpretar os atributos pedológicos para embasamento de estudo hidrológico voltado para recarga de aquíferos; e avaliar a aptidão agrícola, o uso atual das terras e as Áreas de Preservação Permanente (APPs), verificando as áreas de conflito de uso. Na sub-bacia hidrográfica do Ribeirão Vista Bela, foram encontradas as seguintes classes de solos: Latossolo Vermelho-Amarelo (34,4%), Latossolo Vermelho (12%), Latossolo Amarelo (0,6%), Cambissolo Háplico (35%), Neossolo Flúvico (15,5 %) e Neossolo Litólico (2,3%). Os Latossolos ocorrem principalmente nas áreas de relevo ondulado e suave ondulado. Já os Cambissolos estão presentes principalmente em relevo forte ondulado e ondulado. Os Neossolos Litólicos ocorrem em relevo forte ondulado e os Neossolos Flúvicos em relevo plano de várzea. Os Latossolos e os Neossolos Flúvicos são os principais responsáveis pela recarga de aquíferos, devido à maior permeabilidade, profundidade e posição favorável desses solos na paisagem. Foi constatado na área o predomínio da classe de aptidão 3(bc) (aptidão restrita para lavoura nos níveis de manejo B e C), representando 38,7% da área. As principais classes de solos encontradas na sub-bacia hidrográfica do Ribeirão Lavrinha foram: Cambissolo Háplico (92%), Neossolo Flúvico (7%) e Gleissolo Háplico (0,8%). Os Cambissolos estão presentes nas áreas de relevo acidentado, de onde material é removido por erosão geológica e se acumula nas

¹ Comitê Orientador: Nilton Curi (UFLA) e João José G.S.M. Marques (UFLA).

várzeas, onde estão presentes os Neossolos Flúvicos e Gleissolos. Os Cambissolos são responsáveis pelo baixo potencial da recarga de aquíferos nesta sub-bacia. Foi constatado o predomínio da classe de aptidão 5N (aptidão boa para pastagem natural), representando 58% da área. De maneira geral, os solos das duas sub-bacias apresentam baixa fertilidade natural e problemas com saturação por alumínio, tendo os ambientes de várzea sido os menos restritivos neste quesito. Para as terras que podem ser utilizadas para agricultura, os principais fatores limitantes foram a elevada declividade e baixa fertilidade natural, exigindo emprego de capital para que as terras alcancem seu máximo potencial produtivo de forma sustentável. As terras inaptas para a agricultura situam-se nas áreas de solos com pequena profundidade e relevo movimentado, muita pedregosidade e rochiosidade. Ocorreu o predomínio da subutilização das terras, o que demonstra que elas poderiam receber um uso mais intensivo em relação ao seu uso atual. As áreas pertencentes às APPs têm diferenciados usos agrícolas, não ocorrendo a manutenção da vegetação nativa, conforme indicado por lei. Nestas áreas estão as terras com aptidão agrícola mais elevada. Com relação à recarga de aquíferos, na sub-bacia do Ribeirão Lavrinha é necessário realizar a manutenção de uma eficiente cobertura vegetal, já que esta sub-bacia apresentou baixo potencial de recarga de aquíferos de acordo com suas características pedológicas, enquanto que a situação na sub-bacia do Ribeirão Vista Bela é bem mais confortável.

GENERAL ABSTRACT

Menezes, Michele Duarte de. **Soil survey in hydrografic watersheds as support to evaluation of land use and aquiferous recharge potencial.** 2007. 107 p. Dissertation (M. Sc. In Soil Science) – Federal University of Lavras, Lavras, Minas Gerais Brazil.²

The knowledge of natural resources, mainly soil water, is fundamental for a better evaluation of land use in sustainable basis, indicating its potential and limitations for agricultural and non-agricultural exploration. This evaluation can be improved by the use of Land Agricultural Vocation Evaluation System, in which the differential impacts of limitations on the small and big farmers are clearly recognized. So, this work aimed to characterize and map the soils of two hydrographic watersheds, as a basis for evaluation of land use and aquifers recharge potential. In Vista Bela creek watershed, the main soils are: Red-Yellow Latossol (34,4%), Red Latosol (12%), Haplic Cambisol (35%), and Fluvic Neosol (16%). The 3(bc) agricultural vocational class predominates. The Latosols and Fluvic Neosols are the main responsible for the aquiferous recharge potential. The main soils in the Lavrinha creek watersheds are: Haplic Cambisol (92%) and Fluvic Neosol (7%). The Cambisols are responsible for the low aquiferous recharge potential. The 5N agricultural vocational class predominates. In general, the soil natural fertility is low and the land being utilized below its agricultural potential with respect to the aquiferous recharge, in the Lavrinha creek watershed it is necessary the maintenance of an efficient vegetal cover because of this low recharge potential in pedological terms, while the situation is much more comfortable in the Vista Bela creek watershed.

² Guiddance Commite: Nilton Curi – UFLA/DCS. João José Marques - UFLA/DCS.

1 INTRODUÇÃO GERAL

O conhecimento das potencialidades e limitações de ambientes distintos, nos quais variam clima, relevo e solos, é de importância capital para o planejamento dessas áreas, na adoção de práticas agrícolas e não agrícolas, em bases sustentáveis.

É necessário o conhecimento da vocação natural das terras, bem como de sua capacidade de suportar a interferência antrópica, preconizando práticas de manejo que possam garantir produtividades compensadoras e mantendo a degradação ambiental em nível aceitável. Essas informações podem ser obtidas por meio de um levantamento pedológico e do sistema de aptidão agrícola das terras, sendo necessário respeitar as especificidades locais dos ambientes e as interações entre os diferentes componentes, buscando selecionar e adaptar técnicas e práticas agrícolas que possibilitem o uso sustentável das terras.

O levantamento pedológico fornece dados a respeito dos recursos edáficos e suas relações com o meio ambiente, notadamente clima e vegetação. Além disso, traz informações relevantes que podem fornecer a base para estudos hidrológicos nas distintas regiões, constituindo a base primária de dados para a simulação hidrológica em sub-bacias hidrográficas.

A maneira como o solo se comporta no tocante à recarga de aquíferos é fundamental para o entendimento deste processo dinâmico, de fundamental importância para a manutenção de rios, lagos e nascentes.

Com isso, o presente trabalho foi realizado com os seguintes objetivos: caracterizar e mapear os solos de duas sub-bacias hidrográficas na Bacia do Alto Rio Grande, MG, avaliar suas propriedades morfológicas, físicas e químicas, classificando-os segundo nomenclatura vigente; interpretar os atributos pedológicos e para embasamento de estudo hidrológico voltado para recarga de

aquíferos e avaliar a aptidão agrícola, o uso atual das terras e as áreas de preservação permanente (APPs), verificando as áreas de conflito de uso.

CAPÍTULO 1

LEVANTAMENTO DE SOLOS EM SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS

1 INTRODUÇÃO

A distribuição e a avaliação da potencialidade dos recursos de solos são bases físicas fundamentais para o estabelecimento de modelo de desenvolvimento sustentável. Esse modelo deve considerar as qualidades e os fatores limitantes das terras, os quais interferem na elevação e na manutenção da produtividade, sem causar danos irrecuperáveis aos ecossistemas.

O modelo de exploração adotado demanda a necessidade de conhecimento dos recursos naturais existentes na área, haja vista que solos diferentes implicam em respostas diferentes com o mesmo uso e manejo. O conhecimento dos tipos de solos existentes e o seu arranjo espacial são importantes para o planejamento de ocupação e uso da terra e definição do manejo adequado.

Neste contexto se insere o levantamento pedológico, que tem como objetivo subdividir áreas heterogêneas em parcelas mais homogêneas, que apresentem a menor variabilidade possível, em função dos parâmetros de classificação e das características utilizadas para a distinção dos solos. Realiza-se um inventário das características morfológicas, físicas e químicas dos solos, e apresentam-se a classificação taxonômica e interpretativa e a sua distribuição geográfica na área estudada.

Este trabalho foi realizado com os objetivos de caracterizar e mapear os solos de duas sub-bacias hidrográficas na bacia do Alto Rio Grande, MG e avaliar suas propriedades morfológicas, físicas e químicas, classificando-os segundo nomenclatura vigente.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Bases

O crescimento econômico e a exploração do meio rural têm sido constantemente prejudicados pela falta de um planejamento real que tenha como base o conhecimento dos recursos naturais (solo, água, clima, vegetação e relevo) para uma melhor avaliação do potencial de uso das terras, fazendo com que essa exploração tenha bases sustentáveis.

Desde modo, o inventário dos recursos edáficos de uma determinada área e suas relações com o meio ambiente, notadamente clima e vegetação, recebe, genericamente, o nome de levantamento pedológico (Minas Gerais, 1980).

As informações contidas em um levantamento pedológico são essenciais para a avaliação do potencial ou das limitações de uma área, constituindo uma base de dados para estudos de viabilidade técnica e econômica de projetos e planejamento de uso, manejo e conservação de solos (Embrapa, 1989). Por meio dos levantamentos de solos são identificadas e mapeadas as diversas classes existentes em uma determinada área, diferenciadas pelas características morfológicas, físicas, químicas e mineralógicas, que têm se mostrado fundamentais para a utilização adequada desse recurso natural (Motta et al., 2001).

Um levantamento completo de solos inclui mapa e as informações das classes de solos mostradas no mapa, resumizando o que é conhecido sobre elas. Essas informações fazem a ligação entre os dados obtidos em laboratório e a área total estudada na individualização de áreas dentro do perímetro mapeado (Estados Unidos, 1951).

Larach (1983) descreveu diversas finalidades de um levantamento pedológico. Dentre elas, destacam-se: avaliação dos recursos do solo; seleção

de áreas mais apropriadas para trabalhos experimentais; seleção de áreas para projetos de colonização e desenvolvimento de comunidades pioneiras; zoneamento de culturas; base para pesquisas de campo, especialmente aquelas voltadas para o entendimento e a modelagem da dinâmica da água; planejamento e condução de trabalhos nos projetos de extensão agrícola; ensino de pedologia; programas de adubação, controle da erosão, reflorestamento, drenagem e irrigação; planejamento de trabalhos de engenharia; avaliação, taxaço de impostos, financiamentos e desapropriações; auxílio para pesquisa em outros ramos como vegetação, geomorfologia, hidrologia e geologia; e planejamento de safras e propriedades rurais.

O nível de classificação, o grau de diferenciação e a individualização das diversas unidades de solos dependem, basicamente, do objetivo que se pretende alcançar com os estudos a serem realizados (Curi et al., 1990).

Dessa forma, o levantamento detalhado, segundo Estados Unidos (1951), é caracterizado pelas linhas de separação entre unidades de mapeamento obtidas por meio de observações conduzidas em toda a extensão da área em questão. A execução de levantamentos detalhados visa à obtenção de informações sobre os solos de áreas relativamente pequenas, para decisões localizadas, onde está previsto o uso realmente intensivo do solo. Além disso, a em microbacias permite o crescente entendimento dos níveis de detalhe, permitindo um enfoque mais abrangente, sem a perda da noção do conjunto (Resende et al., 2007).

Mediante a constatação da importância dos levantamentos pedológicos, é preocupante o cenário em que se encontra o Brasil, o que passa, hoje, por uma carência pela produção de mapas atualizados. Devido à escassez de recursos, os governos locais relutam em manter programas de levantamentos pedológicos por vários motivos, dentre eles o tempo de execução, a onerosidade do trabalho e a relação custo/benefício, que é pouco compreendida e difícil de ser estimada

(Giasson et al., 2006). Conseqüentemente, tem havido restrições orçamentárias para a execução de levantamentos de solos, resultando numa desaceleração na atualização progressiva do conhecimento dos solos brasileiros (Embrapa, 1995).

Ker (2007) ressalta a importância da sensibilização dos tomadores de decisão e do direcionamento de recursos, já que o trabalho de mapeamento de solos no Brasil não ficou concluído com os mapas gerados pelas diversas instituições que trabalham com o tema no país. Sua continuidade, em escala e nível de detalhamento maior, é essencial para o planejamento agrícola e ambiental do país, particularmente se for considerado o aspecto cada vez mais cobrado pela sociedade, que abrange a sustentabilidade agrícola e a qualidade ambiental.

Até o presente, aproximadamente 35% do território brasileiro é coberto por mapas de solos em escalas médias a pequenas (1:100.000 a 1:600.000) e uma cobertura completa do país em níveis exploratório e esquemático em escalas pequenas (1:1.000.000 a 1:5.000.000). Outros levantamentos sistemáticos não inseridos no programa nacional de levantamento de solos, mas de grande importância, foram realizados principalmente pelo Projeto RADAMBRASIL, pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), pelo antigo Instituto de Pesquisa e Experimentação Agropecuária do Nordeste (IPEAN – atual CPATU – Embrapa Amazônia Oriental), entre outras instituições oficiais, federais e estaduais.

Outra realidade são as ferramentas auxiliares no mapeamento tais como bases de dados de solos, modelos digitais de elevação, sensoriamento remoto e sistemas de informações geográficas (SIG) (Santos, 2007). Esta última merece destaque, pois consiste num conjunto de ferramentas que permite armazenar informações detalhadas sobre o recurso da terra, de modo que possam ser acessadas, combinadas e analisadas sob vários pontos de vista, para os mais variados usos.

2.2 Solos

Entre os distintos levantamentos da potencialidade natural de uma região, o estudo sistemático das condições de solo constitui, reconhecidamente, um instrumento básico na definição de seu possível aproveitamento agrícola e não agrícola.

O solo, como entidade natural, é resultado da ação conjunta dos seguintes fatores: clima, organismos, material de origem, relevo e tempo (Jenny, 1941), e em certos casos, o uso a que foi submetido pelo homem. Cada um desses fatores é considerado independente, e a modificação em qualquer deles acarreta modificações nos solos.

2.3 Relevo

As diferenças no material de origem e minerais envolvidos (diferentes resistências), condições bioclimáticas e idade (que é controlada basicamente pela evolução do relevo) são responsáveis pelo fato de os solos diferirem regionalmente (Resende et al., 1988, Resende, 1976, Resende, 1982).

Numa paisagem particular, a taxa de erosão por unidade de tempo é que controla o tempo de exposição da rocha original. Em posições mais planas os solos vão atingir um estágio mais avançado que os solos em áreas mais declivosas. Em outras palavras, o tempo de exposição das partículas de solo aos agentes bioclimáticos nos solos planos é muito maior. Para que tais circunstâncias ocorram, os solos devem estar em condições comparáveis (Resende, 1976, Resende 1982).

O relevo condiciona à penetração de água, influencia na intensidade de intemperismo bem como em outros atributos do solo. Essa influência em uma seqüência hidrológica estabelecida sob forte influência do relevo, está ilustrada na Figura 1.

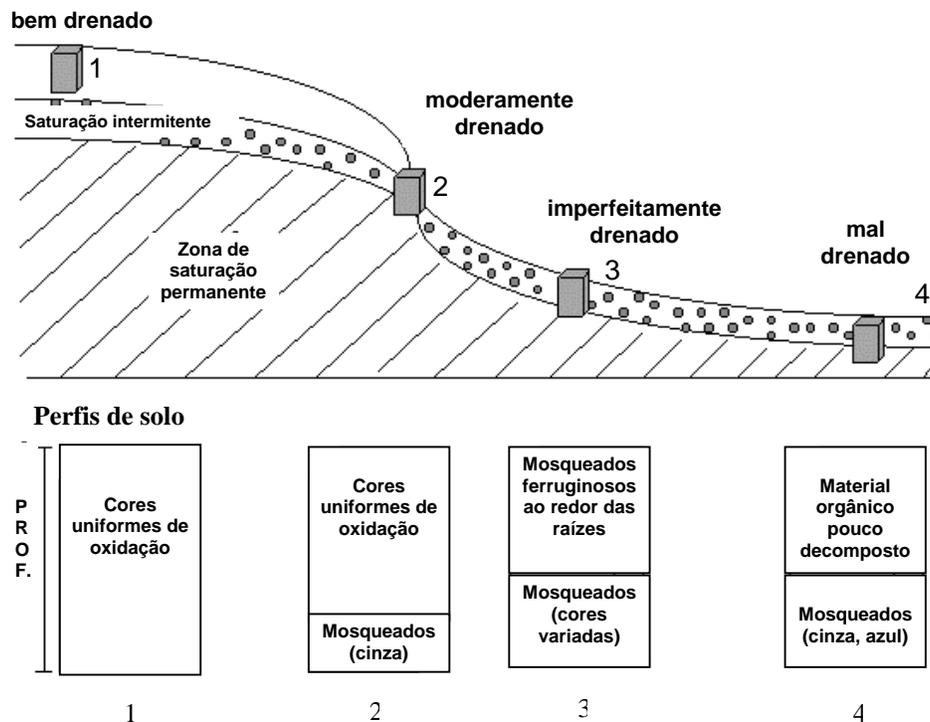


FIGURA 1: Seqüência hidrológica de solos formados sob grande influência do relevo. Perfil 1: solo bem drenado (topo); perfil 2: solo moderadamente drenado (encosta), perfil 3: solo imperfeitamente drenado (pedimento); perfil 4: solo mal drenado (baixada). Adaptado por Seqüência hidrológica (2007).

Em áreas mais aplainadas na parte alta do relevo (1) ocorre penetração de grande quantidade de água, com pequena formação de enxurrada, ocasionando lixiviação interna bastante grande, com a formação de solos profundos, altamente intemperizados, bastante ácidos e pobres em nutrientes. Em áreas mais declivosas (2 e 3), a penetração de água é menor, com formação de mais enxurrada, ocasionando lixiviação menos intensa e formando solos mais rasos, menos intemperizados, menos ácidos e com mais nutrientes. Nas áreas de baixada (4), ocorre ganho de material, seja por meio da enxurrada, seja através do lençol freático, com menor ocorrência de lixiviação, formando solos

rasos, não muito intemperizados, porém não muito ácidos e normalmente mais ricos em nutrientes.

2.4 Clima

O clima está relacionado principalmente à precipitação e à temperatura, bem como à combinação desses fatores. É considerado como um fator ativo porque dirige forças que promovem processos que causam mudanças nos solos ou em propriedades dos ecossistemas durante a sua gênese.

O clima está freqüentemente relacionado ao relevo. O aumento da elevação topográfica provoca o aumento da umidade e a diminuição da temperatura, ocasionando contrastes entre os ecossistemas (Jenny, 1983). A temperatura diminui, aproximadamente, 0,5°C para cada 100 m de aumento na altitude, alterando, assim, a quantidade e a intensidade dos eventos de chuva, afetando, conseqüentemente, as relações de umidade.

O controle do intemperismo é feito pelo clima por meio da pluviosidade e da temperatura. A intensidade do intemperismo aumenta com a pluviosidade, ou seja, áreas de baixa temperatura e baixa pluviosidade tendem a ser mais afetadas pelo intemperismo físico.

A água, além do seu papel na erosão e deposição, tem importante função dentro do perfil do solo (Buol et al., 1980). Jenny (1941) observou que com o aumento da pluviosidade, aumenta a concentração do íon hidrogênio (pH diminui) e o conteúdo de argila no *solum*.

Ghani (1996), estudando solos na região fisiográfica da serra do Mar, com precipitação média anual de 3.469 mm, concluiu que o clima é o condicionador da fertilidade dos solos altimontanos, pois, mesmo um material de origem rico em bases, produziria solos pobres.

A disponibilidade de água durante o ano todo permite a existência de uma vegetação mais exuberante em solos pobres, estando grande parte dos

nutrientes ligada ao ciclo orgânico. A percepção dos efeitos dessas diferentes interações foi elucidada pela Embrapa (2003). Estudando a região montanhosa da serra da Mantiqueira, os autores relataram que as baixas temperaturas, aliadas à pobreza química desses solos e a elevada pluviosidade, promovem acúmulo de matéria orgânica, componente de fundamental importância para a geração de cargas e ciclagem de nutrientes e, deste modo, contribuindo para a sustentabilidade dos ecossistemas da mata atlântica presentes no local.

No ecossistema florestal, o clima, dentre outros fatores bióticos e abióticos, pode influenciar também na deposição de serrapilheira (Portes et al., 1996; Schumacher, 1992), que compreende o material precipitado ao solo pela biota, incluindo folhas, caules, frutos, sementes flores e resíduos animais. Esta contribui para a manutenção de umidade, além de aumentar a capacidade de infiltração nesses ecossistemas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização geral da área

As sub-bacias hidrográficas estudadas estão inseridas na bacia do Alto Rio Grande, MG, a montante da UHE de Camargos/CEMIG (Figura 2), de grande importância econômica. Além de possuir três usinas hidrelétricas (UHEs) em funcionamento de grande potencial gerador de energia (Camargos, 48 MW, Itutinga, 52 MW e a UHE Funil, 180 MW), tem localização estratégica no centro de um triângulo, tendo por vértices os grandes centros urbanos do Sudeste: Belo Horizonte, Rio de Janeiro e São Paulo (Vieira, 1988).

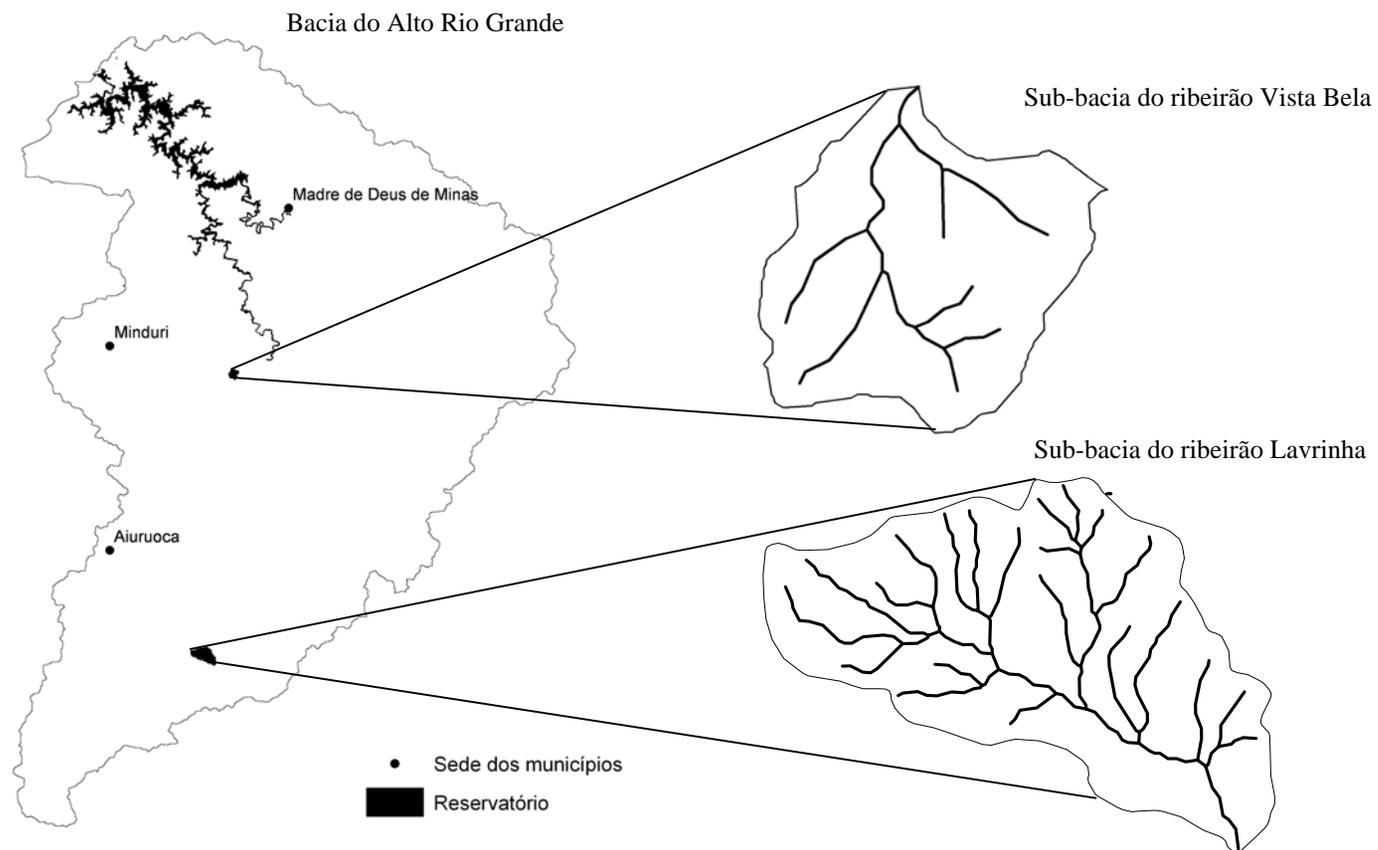


FIGURA 2. Bacia do Alto Rio Grande, MG, a montante da UHE de Camargos/CEMIG, sedes municipais, reservatório e sub-bacias do ribeirão Vista Bela e ribeirão Lavrinha.

As duas sub-bacias estão inseridas na Unidade de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos (UPGRH) GD1. A bacia do Rio Grande possui oito dessas UPGRH (GD1, GD2, GD3, GD4, GD5, GD6, GD7 e GD8), que têm o objetivo de orientar ações relacionadas à Política Estadual de Recursos Hídricos.

A sub-bacia do ribeirão Vista Bela é representativa da região Campos das Vertentes; já a sub-bacia do ribeirão Lavrinha é representativa da região da Serra da Mantiqueira, sendo caracterizada como uma bacia hidrográfica de cabeceira (Silva & Mello, 2005).

Essas duas sub-bacias estão situadas na microrregião fisiográfica Andrelândia (Geominas, 2007), conforme Figura 3.

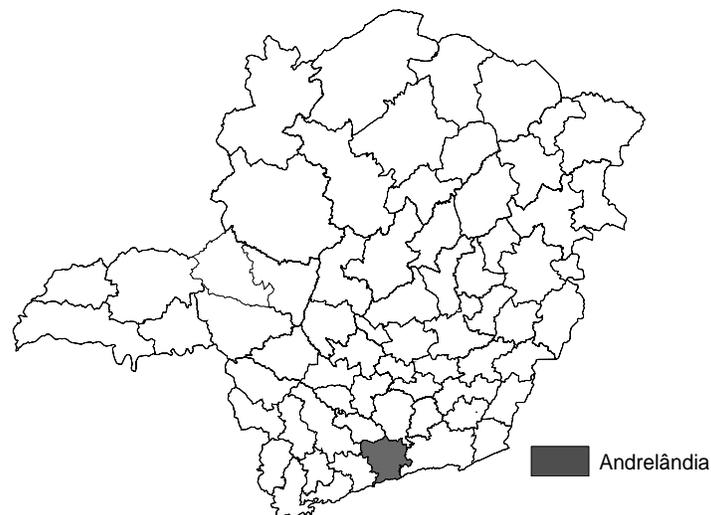


FIGURA 3. Microrregiões fisiográficas de Minas Gerais. Fonte: Geominas (2007).

3.1.1 Sub-bacia hidrográfica do ribeirão Vista Bela

Localizada no município de Andrelândia, possui área de drenagem de 175 ha e está situada entre as coordenadas UTM 559895 e 561563 m, 7597109 e

7598777 m, fuso 23, *datum* Córrego Alegre. Suas águas drenam diretamente para o rio Aiuruoca.

Possui clima Cwa, segundo Köppen, caracterizado como temperado chuvoso (mesotérmico), com inverno seco e verão chuvoso. A temperatura do mês mais frio é inferior a 18°C e a do mês mais quente superior a 22°C (Antunes et. al., 1986). A precipitação média anual é de 1.450 mm, a deficiência hídrica anual é de até 50 mm e o excedente hídrico varia entre 500 a 800 mm por ano (Geominas, 2007). Inclui altitudes que variam entre 960 e 1.080 metros.

De acordo com CETEC (1983) e RADAMBRASIL (1983), situa-se na unidade geomorfológica Planalto de Andrelândia, consistindo de um remanescente de cadeias dobradas. Esse planalto foi soerguido no Mioceno (5 – 26 milhões de anos), encontrando-se muito dissecado pela erosão fluvial com um padrão homogêneo, com tendência mais pronunciada para as densidades de drenagem média a baixa. Essa dissecção está representada por colinas com topos convexos a tabulares e encostas também convexas, intercaladas por cristas alongadas, geralmente assimétricas. São frequentes as voçorocas.

Com relação à geologia, essa sub-bacia pertence à Megasseqüência Andrelândia de idade Neoproterozóica (0,54 a 1,0 Ga). Parte da área encontra-se na Seqüência Carrancas, com litologia representada por gnaisses e biotita-xistos. Outra parte encontra-se na Seqüência Serra do Turvo, com litologia representada por biotita-gnaisses e anfibolitos (COMIG, 1994).

A vegetação nativa é representada pela floresta tropical subcaducifólia e subperenifólia, que estão praticamente reduzidas a remanescentes arbóreos. O uso agrícola é exclusivo de atividade pecuária, existindo apenas algumas pequenas propriedades rurais.

3.1.2. Sub-bacia hidrográfica do ribeirão Lavrinha

Localizada no município de Bocaina de Minas, possui 687 ha de drenagem e está situada entre as coordenadas UTM 553800 e 557867 m, 7554419 e 7551367 m, fuso 23k, *datum* Córrego Alegre. Suas águas drenam diretamente para o rio Grande, um dos principais formadores do reservatório da UHE de Camargos, sendo esta considerada uma bacia hidrográfica de cabeceira.

Possui clima Cwb, segundo Köppen, caracterizado como temperado chuvoso, também chamado de subtropical de altitude, com temperatura média do mês mais quente inferior a 22°C (Antunes et al., 1986). Precipitação média anual de 2.000 mm, deficiência hídrica anual variando de 50 a 100 mm e excedente hídrico anual maior que 800 mm (Geominas, 2007).

Suas altitudes variam entre 1.160 e 1.729 m e assim como a sub-bacia Vista Bela, encontra-se no planalto de Andrelândia. Pertence também à Megasseqüência Andrelândia (Neoproterozóico), sendo as principais rochas representadas por biotita-gnaisses, rochas calcissilicáticas e anfibólitos. Possui vegetação nativa representada pela Floresta Atlântica, que está sendo reduzida devido à substituição por pastagens.

3.2 Metodologia empregada

3.2.1 Métodos de trabalho em escritório

Inicialmente, foi realizada a fotointerpretação das sub-bacias com uso de estereoscópio, utilizando fotografia aérea pancromática vertical na escala de aproximadamente, 1:35.000. Assim, foram separadas áreas fisiograficamente homogêneas, as quais constituíram unidades de mapeamento preliminares, gerando mapas básicos das áreas que foram intensamente percorridas e, quando necessário, corrigidas no campo. Este trabalho auxiliou na seleção de locais mais representativos para a abertura de trincheiras e tradagens.

Após a fotointerpretação, os mapas geomorfológicos foram digitalizados e colocados em ambiente de sistema de informações geográficas (SIG), no qual pontos facilmente identificáveis na foto e em cartas do IBGE serviram para georreferenciá-las.

Na sub-bacia do ribeirão Vista Bela foram identificadas as unidades geomorfológicas picos rochosos, planície fluvial, vale encaixado, vertente convexa, vertente côncava e vertente íngreme, distribuídas espacialmente na área, conforme Figura 4.

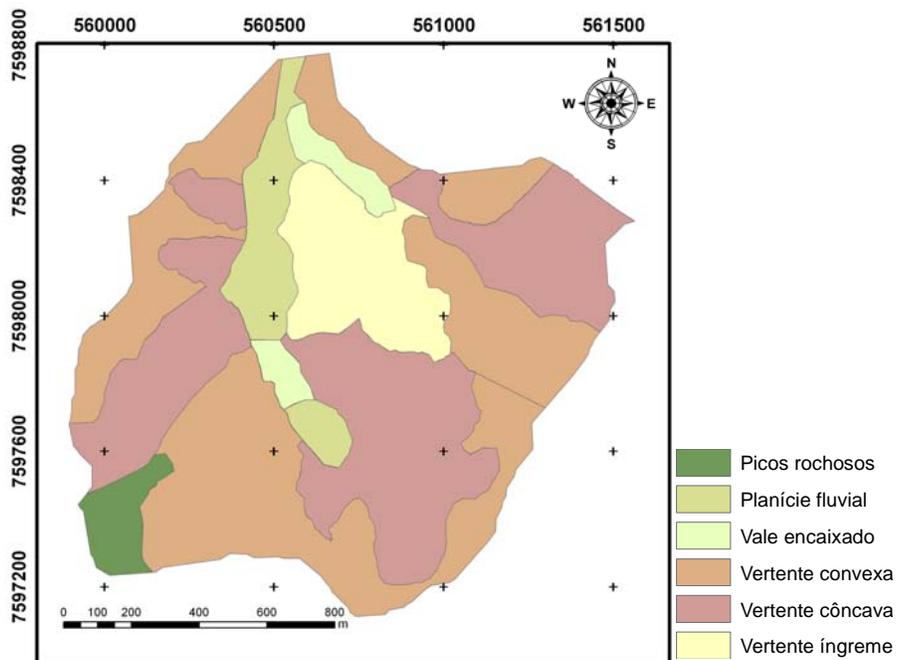


FIGURA 4. Unidades geomorfológicas na sub-bacia do ribeirão Vista Bela.

Na sub-bacia do ribeirão Lavrinha foram identificadas as unidades geomorfológicas colinas ravinadas, vales encaixados, planície fluvial, encosta íngreme e colinas convexas, distribuídas espacialmente na área conforme Figura 5.

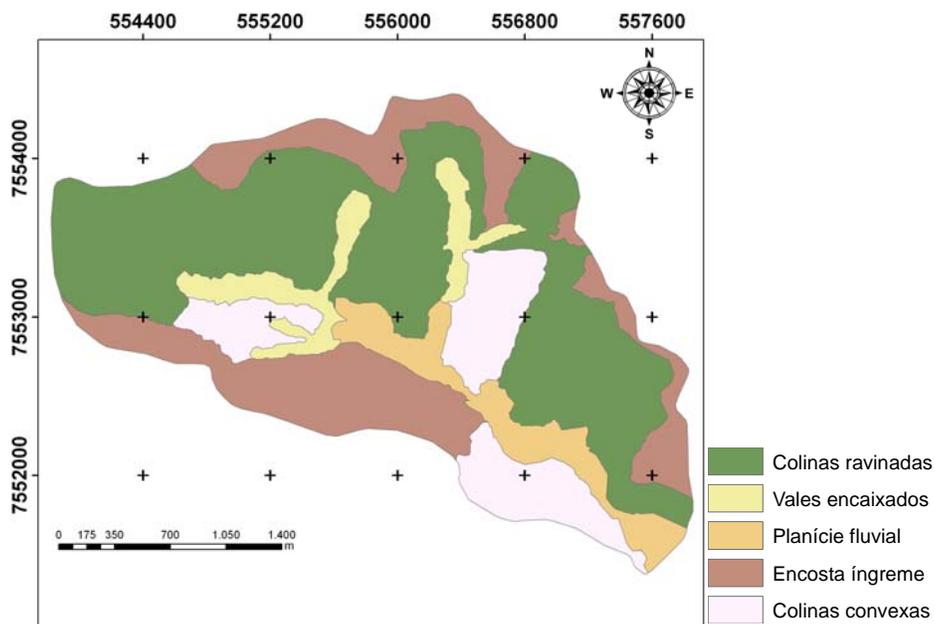


FIGURA 5. Unidades geomorfológicas na sub-bacia do ribeirão Lavrinha.

3.2.2 Métodos de trabalho de campo

O presente trabalho foi realizado com a apresentação final dos mapas na escala 1:10000 na sub-bacia Vista Bela e 1:20.000 na sub-bacia do ribeirão Lavrinha.

A descrição dos perfis modais e a coleta de amostras foram realizadas de acordo com os procedimentos normatizados por Lemos et al. (2005) e os solos classificados de acordo com Embrapa (2006). Na sub-bacia do ribeirão Vista Bela, foram abertas 69 microtrincheiras e descritos quatro perfis modais. Na sub-bacia do ribeirão Lavrinha, foram abertas 10 microtrincheiras e descritos 2 perfis modais. Esta menor frequência de amostragem, em relação à outra sub-bacia, foi devido à maior dificuldade de acesso nesta última, pelas suas características de relevo.

3.2.3 Métodos de análises de solos

As amostras foram analisadas usando metodologias padronizadas em trabalhos desta natureza, de acordo com Silva (1999) e Embrapa (1997).

3.2.3.1 Análises químicas

O pH em água e em KCl 1 N foi obtido na relação solo-solução 1:2,5, por determinação potenciométrica.

O carbono orgânico foi determinado pela oxidação úmida com $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 0,8 mol L^{-1} . Após oxidação completa, mediu-se a absorvância em colorímetro, a 650 nm (Raij et al., 1987). Cálcio, magnésio e alumínio trocáveis foram extraídos com KCl mol L^{-1} . O alumínio trocável foi titulado com NaOH 0,025 mol L^{-1} , e Ca e Mg trocáveis, por sua vez, foram quantificados por espectrofotometria de absorção atômica de chama ar-acetileno. O potássio trocável foi extraído com HCl 0,05 mol L^{-1} e determinado por fotometria de chama.

A acidez potencial (H+Al) foi extraída com Ca-acetato tamponado a pH 7 e, então, titulada com NaOH 0,0606 mol L^{-1} . O fósforo disponível foi extraído pela solução Mehlich-1 (HCl 0,05 mol L^{-1} + H_2SO_4 0,0125 mol L^{-1}). Após a extração de P, ácido ascórbico e molibdato de amônio foram usados para o desenvolvimento de cor, cuja intensidade foi medida em colorímetro.

O ataque sulfúrico foi feito na fração terra fina seca ao ar com H_2SO_4 9 mol L^{-1} e os resultados expressos na forma de óxidos. As relações moleculares K_i e K_r foram calculadas com base nesses resultados.

3.2.3.2 Análises físicas

A análise granulométrica do solo foi feita pelo método do densímetro, usando NaOH como agente dispersante, sendo as areias grossa e fina separadas por tamisação em peneiras de malha 0,2 mm e 0,53 mm.

Para a determinação da argila dispersa em água, utilizou-se o mesmo procedimento empregado na análise granulométrica, porém, sem adição de dispersante químico.

O índice de floculação (IF) foi obtido por meio da fórmula:

$$IF = \frac{AT - ADA}{AT} \times 100,$$

Em que *AT* corresponde à argila total e *ADA* à argila dispersa em água.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Classes de solos encontradas nas sub-bacias hidrográficas (1º nível categórico)

4.1.1 Latossolos

Esta classe compreende solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B latossólico (Bw) imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte A.

Desde o seu conceito inicial, os Latossolos são relacionados fortemente à intemperização e à lixiviação intensa, responsáveis pelas baixas atividades das argilas; capacidade de troca de cátions; relações moleculares sílica/alumínio (Ki) e sílica/óxido de ferro+alumínio (Kr). Além disso, os solos designados por Latossolos, além de geralmente profundos, de coloração relativamente homogênea com matizes avermelhados e ou amarelados no horizonte Bw, apresentam distribuição mais ou menos uniforme de argila ao longo do sólum, elevada estabilidade de agregados e baixo conteúdo de silte em relação à argila (Kellog, 1949).

Apresentam elevada permeabilidade e, comumente, são bem drenados. A seqüência de horizontes é A, Bw e C. Apesar de apresentarem limitações de caráter químico, são solos com boas qualidades físicas.

4.1.2 Cambissolos

Compreendem solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B incipiente (Bi), ou seja, esses solos sofreram intemperismo que altera apenas parcialmente o material de origem, apresentando, como seqüência de horizontes, A, Bi e C.

Devido à heterogeneidade do material de origem, formas de relevo e condições climáticas, as características desses solos variam muito de um local para outro. Desse modo, a classe comporta solos de fortemente a imperfeitamente drenados, de rasos a profundos, de diferentes cores, de eutróficos a álicos e de diferentes atividades da fração argila. O horizonte B incipiente tem textura franco-arenosa ou mais fina e o *solum* geralmente apresenta teores uniformes de argila, podendo ocorrer um ligeiro aumento ou diminuição de argila do horizonte A para o B (Embrapa, 2006).

Segundo Araújo (2007), os Cambissolos da bacia do Alto Rio Grande, MG são, de maneira geral, rasos e pouco desenvolvidos. Apresentam permeabilidade mediana e são, muitas vezes, cascalhentos. Tendem a situarem-se em áreas de relevo movimentado e em terços inferiores de encosta, associados aos Latossolos. Os elevados teores de silte, aliados à pequena espessura do *solum* (horizontes A + B), a pobreza química em geral acentuada e o fato do relevo ser bastante acidentado tornam esses sistemas instáveis (Resende et al., 1988).

4.1.3 Neossolos

São solos em via de formação, pela reduzida atuação dos processos pedogenéticos. Possuem expressão insuficiente dos atributos diagnósticos que caracterizam os diversos processos de formação. Revelam exígua diferenciação de horizontes, com individualização de horizonte A seguido de C ou R.

4.1.4 Gleissolos

São solos constituídos por material mineral com horizonte glei imediatamente abaixo do horizonte A ou de horizonte hístico com menos de 40 cm de espessura, ou horizonte glei começando dentro de 150 cm da superfície do solo. Não apresentam horizonte plúntico ou vértico, acima ou coincidente com

horizonte glei, nem qualquer tipo de horizonte B diagnóstico acima do horizonte glei (Embrapa, 2006).

Ocorrem nas planícies fluviais e, no geral, possuem fertilidade natural e CTC variadas, apresentam restrições ao uso agrícola pois passam boa parte do ano com grande quantidade de água, por efeito da flutuação do nível do lençol freático.

4.2 Distribuição dos solos na sub-bacia hidrográfica do ribeirão Vista Bela

Os principais solos mapeados e suas respectivas expressões geográficas encontram-se na Tabela 1 e a Figura 6.

TABELA 1. Classes de solos com suas respectivas expressões geográficas na sub-bacia hidrográfica do ribeirão Vista Bela.

Classes de solos ¹	Área (ha)	%
LVA A moderado relevo suave ondulado	2,8	1,6
LVA A moderado relevo ondulado	37,0	21,1
LVA A moderado relevo forte ondulado	14,8	8,5
LVA A proeminente relevo ondulado	5,6	3,2
LV A moderado relevo ondulado	21,3	12,2
LA A moderado relevo ondulado	1,0	0,6
CX A fraco relevo suave ondulado	6,6	3,8
CX A moderado relevo ondulado	26,7	15,3
CX A moderado relevo forte ondulado	28,0	16,0
RY A moderado plano de várzea	27,2	15,5
RL mais afloramento de rocha A moderado forte ondulado	4,0	2,3
Total	175,0	100,0

⁽¹⁾ LVA – Latossolo Vermelho-Amarelo; LV – Latossolo Vermelho; LA – Latossolo Amarelo; CX – Cambissolo Háplico; RY – Neossolo Flúvico; RL – Neossolo Litólico.

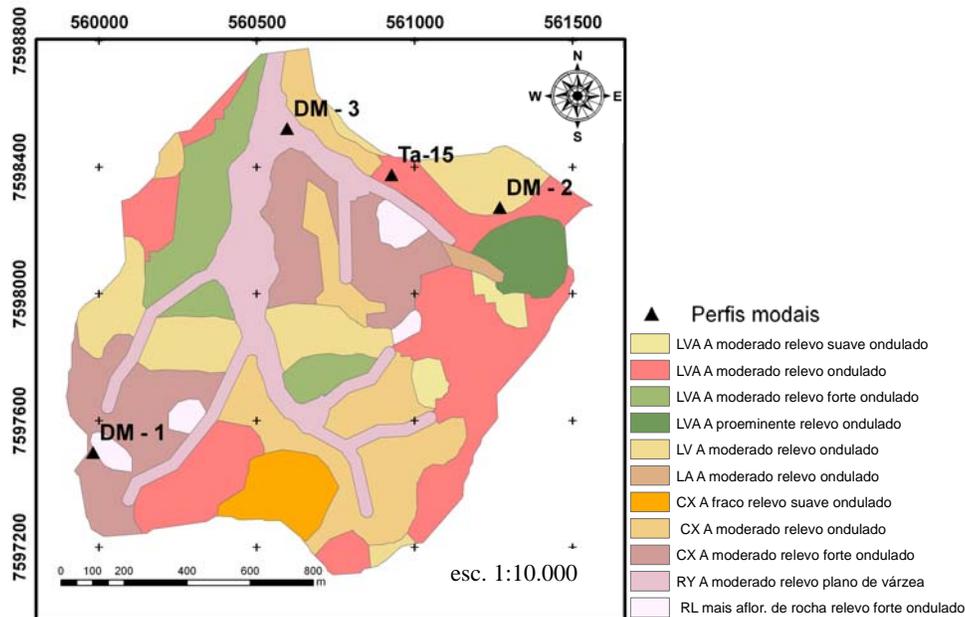


FIGURA 6. Mapa de solos da sub-bacia hidrográfica do ribeirão Vista Bela.

Verifica-se o predomínio de Latossolos (47% da área). Os Latossolos Vermelho-Amarelos apresentam maior expressão, principalmente em relevos ondulados, corroborando com Araújo (2007), que encontrou o predomínio de Latossolo Vermelho-Amarelo no município de Andrelândia.

Os Cambissolos Háplicos têm relevante expressão na área (35%) e juntamente com os Neossolos Litólicos, ocorrem nas porções mais movimentadas do terreno.

Rodrigues & Silva (1985), com base em estudos na Zona Fisiográfica Campos das Vertentes, afirmam que associações entre Cambissolos e Latossolos são comuns nesta região, porém, o autor esclarece que esses solos possuem características bem distintas e, até certo ponto antagônicas. Curi et al. (1994) estudando a mesma região e Araújo (2007), em estudos na bacia do Alto Rio Grande, encontraram Cambissolos e Latossolos em posições distintas na paisagem, em que os primeiros ocupam as partes mais movimentadas, ora no

4.3 Caracterização dos solos na sub-bacia hidrográfica do ribeirão Vista Bela

Dentro das unidades de mapeamento mostradas anteriormente, foram descritos quatro perfis para a caracterização química, física e morfológica das classes de solos correspondentes.

Latossolo Vermelho-Amarelo

Perfil TA-15

DATA - 27/10/05

CLASSIFICAÇÃO – Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico A moderado textura média.

COORDENADAS UTM – 560926 x 7598377 m, fuso 23, *datum* Córrego Alegre.

ALTITUDE – 970 m.

SITUAÇÃO E DECLIVIDADE – corte de estrada em terço médio com 22% declive.

MATERIAL ORIGINÁRIO – Gnaisse.

RELEVO – Ondulado.

EROSÃO – Laminar severa.

DRENAGEM – Acentuadamente drenado.

VEGETAÇÃO NATIVA – Floresta subperenifólia.

USO ATUAL – Pastagem nativa.

DESCRITO POR: F.A.N. Dias, M.D. Menezes, A.R. Araújo, J.J. Marques.

Descrição morfológica

A – 0 – 15 cm; 5YR 4/4; média; forte média blocos subangulares; ligeiramente duro, firme, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa e plana.

AB – 15 – 48 cm; 5YR 4/6; média; forte média blocos subangulares; duro friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa e plana.

BA - 48 – 86 cm; 5YR 5/6; média; moderada média blocos subangulares; macio, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa e plana.

Bw – 86 - 169 cm +; 5YR 5/6; média; forte pequena granular; macio, friável, plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa e plana.

OBSERVAÇÕES - Perfil descrito no fim da tarde, sob chuva leve.

TABELA 2. Análise granulométrica (Prof. – profundidade, TFSA – terra fina seca ao ar).

Horizonte	Prof.	Frações da amostra total		Composição granulométrica TFSA			
		Cascalho	TFSA	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila
	cm			g.kg ⁻¹			
A	0-15	-	1000	310	200	250	240
AB	15-48	-	1000	114	456	160	270
BA	48-86	-	1000	80	500	120	300
Bw	86-169+	-	1000	77	473	130	320

TABELA 3. Relação silte/argila, argila dispersa em água (ADA), índice de floculação, pH em água, pH em KCl, acidez extraível e carbono orgânico (C org.).

Horizonte	%silte/ %argila	ADA	Índice de floculação	pH		Acidez extraível		C org.
				água	KCl	Al	H + Al	
		g kg ⁻¹	%			cmol _c dm ⁻³		g kg ⁻¹
A	1,04	30	89	5,1	4,2	0,6	4,0	12
AB	0,59	20	93	5,4	4,3	0,4	2,9	11
BA	0,40	0	100	5,6	4,9	0,0	1,9	6
Bw	0,41	0	100	6,0	5,8	0,0	1,3	1

TABELA 4. Complexo sortivo, soma de bases (SB), CTC a pH 0,7 (T), saturação por alumínio (m) e saturação por bases (V).

Horizonte	Cátions trocáveis			P disp.	SB	T	m	V
	Ca	Mg	K					
	cmol _c dm ⁻³			mg dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³		%	
A	0,5	0,2	22	0,9	0,8	4,8	44	16,0
AB	0,4	0,2	12	0,6	0,6	3,5	39	17,8
BA	0,4	0,1	6	0,6	0,5	2,4	0	21,5
Bw	0,5	0,2	6	0,4	0,7	2,0	0	35,6

TABELA 5. Ataque sulfúrico, índices Ki e Kr e relação Al₂O₃/ Fe₂O₃.

Horizonte	Ataque sulfúrico					Ki	Kr	Al ₂ O ₃ / Fe ₂ O ₃
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅			
	g kg ⁻¹							
A	84,0	129,7	62,1	12,2	0,1	1,10	0,84	3,28
AB	52,7	137,4	61,0	12,2	0,1	0,65	0,51	3,54
BA	89,8	147,3	61,8	12,6	0,1	1,04	0,82	3,74
Bw	78,0	155,9	63,2	12,6	0,1	0,85	0,68	3,87

Latossolo Vermelho

Perfil DM – 2

DATA - 10/10/2006

CLASSIFICAÇÃO – Latossolo Vermelho Distrófico típico A moderado textura argilosa.

COORDENADAS UTM – 561269 x 7598273 m, fuso 23, *datum* Córrego Alegre.

ALTITUDE – 1055 m.

SITUAÇÃO E DECLIVIDADE – Lateral não perturbada de valo divisor de terras, com 18% de declividade.

MATERIAL ORIGINÁRIO – Gnaisse granítico mesocrático.

RELEVO – Ondulado.

EROSÃO – Laminar ligeira.

DRENAGEM – Acentuadamente drenado.

VEGETAÇÃO NATIVA – Floresta tropical subperenifólia.

USO ATUAL – Pastagem de braquiária.

DESCRITO POR: J.J. Marques, N. Curi, M.D. de Menezes.

Descrição morfológica

A1 – 0 - 19 cm; 5YR 4/4; argilosa; forte pequena grumosa; transição clara e ondulada.

A2 – 19 - 35 cm; 2,5YR 4/2; argilosa; moderada pequena blocos subangulares; transição gradual e plana.

AB – 35 - 50 cm; 2,5YR 4/4; argilosa; moderada pequena blocos subangulares; transição gradual e plana.

BA – 50 - 81 cm ; 2,5YR 4/6; argilosa; moderada pequena blocos subangulares; gradual e plana.

Bw – 81 – 125 cm+ ; 2,5YR 4/8; argilosa; forte pequena granular.

RAÍZES - Comuns médias e finas em todos os horizontes.

OBSERVAÇÕES: Intensa atividade de térmitas nos horizontes superiores com sinais de pedoturbação; presença de crotovinas em profundidade; material de horizonte B misturado com horizonte A1, devido à ação de térmitas.

TABELA 6. Análise granulométrica (Prof. – profundidade, TFSA – terra fina seca ao ar).

Horizonte	Prof.	Frações da amostra total		Composição granulométrica TFSA			
		Cascalho	TFSA	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila
	cm	g.kg^{-1}					
A1	0-19	115	885	80	260	200	460
Bw	81-125+	52	948	110	220	120	550

TABELA 7. Relação silte/argila, argila dispersa em água (ADA), índice de floculação, pH em água, pH em KCl, acidez extraível e carbono orgânico (C org.).

Horizonte	%silte/ %argila	ADA g kg^{-1}	Índice de floculação %	pH		Acidez extraível		C org. g kg^{-1}
				água	KCl	Al	H + Al	
A1	0,43	40	91	5,4	4,3	0,6	5,6	20
Bw	0,22	0	100	5,3	5,3	0,0	2,1	8

TABELA 8. Complexo sortivo, soma de bases (SB), CTC a pH 0,7 (T), saturação por alumínio (m) e saturação por bases (V).

Horizonte	Cátions trocáveis			P disp. mg dm^{-3}	SB $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$	T $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$	m %	V
	Ca $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$	Mg $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$	K mg dm^{-3}					
A1	0,8	0,2	51	0,6	1,1	6,7	35	16,8
Bw	0,4	0,1	11	0,4	0,5	2,6	0	20,2

TABELA 9. Ataque sulfúrico, índices Ki e Kr e relação $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Fe}_2\text{O}_3$.

Horizonte	Ataque sulfúrico					Ki	Kr	$\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Fe}_2\text{O}_3$
	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2	P_2O_5			
	g kg^{-1}							
A1		24,37	97,6	1,69	0,05	0,53	0,43	3,92
Bw		27,39	110,5	1,93	0,04	0,48	0,38	3,89

Cambissolo Háptico

Perfil DM - 1

DATA - 10/10/2006

CLASSIFICAÇÃO – Cambissolo Háptico Tb Distrófico A moderado típico textura média.

COORDENADAS UTM – 559981 x 7597500 m, fuso 23, *datum* Córrego Alegre.

ALTITUDE – 1096 m.

SITUAÇÃO E DECLIVIDADE – Corte de estrada em terço superior de encosta, com 30% de declive.

MATERIAL ORIGINÁRIO – Gnaisse granítico.

RELEVO – Forte ondulado.

EROSÃO – Laminar moderada.

DRENAGEM – Bem drenado.

VEGETAÇÃO NATIVA – Floresta tropical subperenifólia

USO ATUAL – Pastagem de *Brachiaria*.

DESCRITO POR: J.J. Marques, N. Curi, M.D. de Menezes

Descrição morfológica

A – 0 – 12 cm; 5YR 4/4; franco-argilosa; moderada pequena blocos subangulares; transição clara e plana.

BA – 15 – 25 cm; 5YR 5/4; média; fraca média blocos angulares; transição gradual e plana.

Bi - 25 – 44 cm; 5 YR 5/6; franco argilosa; fraca média blocos angulares, transição gradual e plana.

CB – 44 - 53 cm; 5YR 6/6; média pouco cascalhenta; fraca média blocos angulares; transição gradual e ondulada.

Cr – 53 – 70 cm +; 2,5YR 5/6; franca; fraca grande blocos angulares.

RAÍZES - médias e comuns (A), médias e comuns (BA), finas e comuns (Bi), finas e comuns (CB), finas e raras (Cr).

OBSERVAÇÕES: Pedras desde a superfície; presença de minerais primários facilmente intemperizáveis em todo o perfil.

TABELA 10. Análise granulométrica (Prof. – profundidade, TFSA – terra fina seca ao ar).

Horizonte	Prof.	Frações da amostra total		Composição granulométrica TFSA			
		Cascalho	TFSA	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila
		g.kg ⁻¹					
A	0-12	344	656	110	300	300	290
Bi	25-44	78	922	60	370	300	270
Cr	53-70+	40	960	100	350	300	250

TABELA 11. Relação silte/argila, argila dispersa em água (ADA), índice de floculação, pH em água, pH em KCl, acidez extraível e carbono orgânico (C org.).

Horizonte	%silte/ %argila	ADA g kg ⁻¹	Índice de floculação %	pH		Acidez extraível		C org. g kg ⁻¹
				água	KCl	Al	H + Al	
				cmol _c dm ⁻³				
A	1,03	140	51	5,5	4,2	0,5	3,6	20
Bi	1,11	60	77	5,3	4,5	0,4	1,7	6
Cr	1,3	0	100	5,5	4,8	0,2	1,3	3

TABELA 12. Complexo sortivo, soma de bases (SB), CTC a pH 0,7 (T), saturação por alumínio (m) e saturação por bases (V).

Horizonte	Cátions trocáveis			P disp. mg dm ⁻³	SB cmol _c dm ⁻³	T cmol _c dm ⁻³	m %	V
	Ca	Mg	K					
		cmol _c dm ⁻³						
A	1,0	1,0	142	1,7	2,4	6,0	17	39,6
Bi	0,4	0,1	16	0,6	0,5	2,2	43	24,1
Cr	0,4	0,1	9	0,4	0,5	1,8	28	28,6

TABELA 13. Ataque sulfúrico, índices Ki e Kr e relação Al₂O₃/ Fe₂O₃.

Horizonte	Ataque sulfúrico					Ki	Kr	Al ₂ O ₃ / Fe ₂ O ₃
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅			
	g kg ⁻¹							
A		12,89	6,88	1,29	0,03	1,54	1,15	2,94
Bi		24,37	7,45	1,33	0,02	1,02	0,85	5,15
Cr		17,95	7,84	1,45	0,02	1,61	1,26	3,59

Neossolo Flúvico

Perfil DM - 3

DATA: - 10/10/2006

CLASSIFICAÇÃO – Neossolo Flúvico Tb Distrófico típico A moderado textura arenosa.

COORDENADAS UTM – 560595 x 7598523 m, fuso 23, *datum* Córrego Alegre.

ALTITUDE – 960 m.

SITUAÇÃO E DECLIVIDADE – Trincheira em várzea sistematizada, com 1% a 2% de declive.

MATERIAL ORIGINÁRIO – Sedimentos aluviais do Quaternário.

RELEVO – Plano de várzea.

EROSÃO – Não aparente.

DRENAGEM – Imperfeitamente drenado.

VEGETAÇÃO NATIVA – Floresta subperenifólia de várzea.

USO ATUAL – Pastagem plantada.

DESCRITO POR: J.J. Marques, N. Curi, M.D. de Menezes

Descrição morfológica

Ap – 0 - 15 cm; 10YR 5/4; franco-arenosa; fraca média blocos subangulares.

C – 15 - 100 cm +; 10YR 5/3; areia franca; fraca média blocos angulares.

RAÍZES - finas e abundantes no Ap e raras no C.

OBSERVAÇÕES: Trincheira de 40 cm com tradagem até 100 cm; minação de água a 100cm de profundidade; serrapilheira abundante; presença de poucos mosqueados, ocasionais, em todo o perfil.

TABELA 14. Análise granulométrica (Prof.– profundidade, TFSA – terra fina seca ao ar).

Horizonte	Prof.	Frações da amostra total		Composição granulométrica TFSA			
		Cascalho	TFSA	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila
	cm	g.kg ⁻¹					
Ap	0-15	-	1000	10	710	120	160
C	15-100+	14	986	90	740	50	120

TABELA 15. Relação silte/argila, argila dispersa em água (ADA), índice de floculação, pH em água, pH em KCl, acidez extraível e carbono orgânico (C org.).

Horizonte	%silte/ %argila	ADA g kg ⁻¹	Índice de floculação %	pH		Acidez extraível		C org. g kg ⁻¹
				água	KCl	Al	H + Al	
Ap	0,75	20	87	6,3	5,0	0,2	1,7	9
C	0,42	20	83	6,3	4,6	0,2	1,7	6

TABELA 16. Complexo sortivo, soma de bases (SB), CTC a pH 0,7 (T), saturação por alumínio (m) e saturação por bases (V).

Horizonte	Cátions trocáveis			P disp. mg dm ⁻³	SB cmol _c dm ⁻³	T cmol _c dm ⁻³	m %	V
	Ca cmol _c dm ⁻³	Mg	K					
Ap	1,6	0,4	39	0,4	2,1	3,8	9	55,3
C	0,4	0,2	25	0,9	0,7	2,4	23	28,0

TABELA 17. Ataque sulfúrico, índices Ki e Kr e relação Al₂O₃/ Fe₂O₃.

Horizonte	Ataque sulfúrico					Ki	Kr	Al ₂ O ₃ / Fe ₂ O ₃
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅			
	g kg ⁻¹							
Ap	6,80	10,01	3,52	1,03	0,01	1,16	0,94	4,46
C	4,48	8,45	3,31	0,87	0,01	0,96	0,77	4,00

4.4 Distribuição dos solos na sub-bacia hidrográfica do ribeirão Lavrinha

Os principais solos mapeados e suas respectivas expressões geográficas encontram-se na Tabela 18 e na Figura 8.

TABELA 18. Classes de solo na sub-bacia hidrográfica do ribeirão Lavrinha e suas respectivas expressões geográficas.

Classes de solo ¹	Área (ha)	%
CX A fraco relevo forte ondulado	94,2	13,7
CX A moderado relevo forte ondulado	281,4	41,0
CX A moderado relevo montanhoso	183,0	26,6
CX A moderado relevo ondulado	23,0	3,3
CX A proeminente relevo forte ondulado	24,0	3,5
CX A proeminente relevo montanhoso	27,0	3,9
GX A moderado plano de várzea	5,8	0,8
RY A moderado plano de várzea	48,6	7,1
Total	687,0	100,0

⁽¹⁾ CX – Cambissolo Háplico; GX – Gleissolo Háplico; RY – Neossolo Flúvico

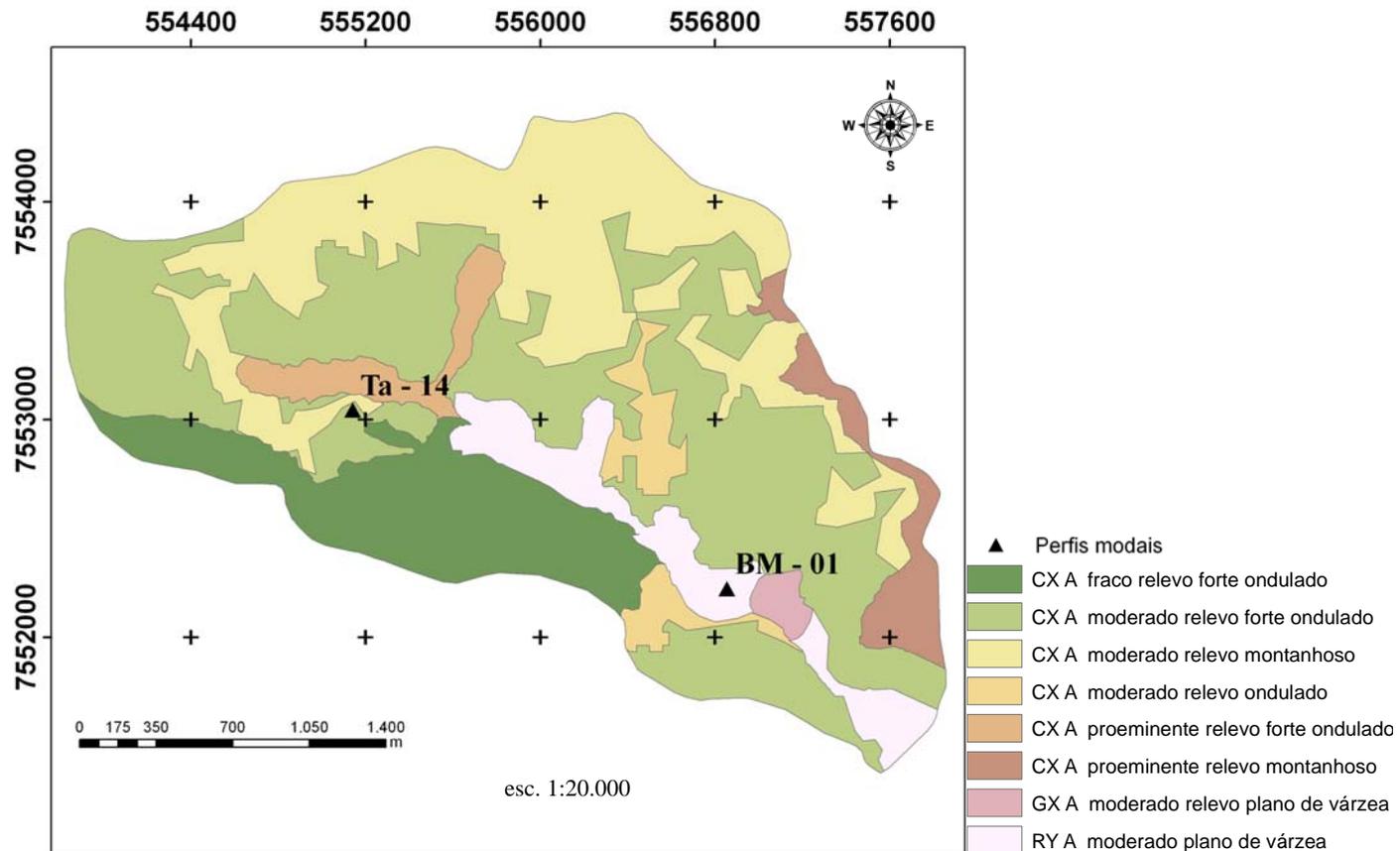


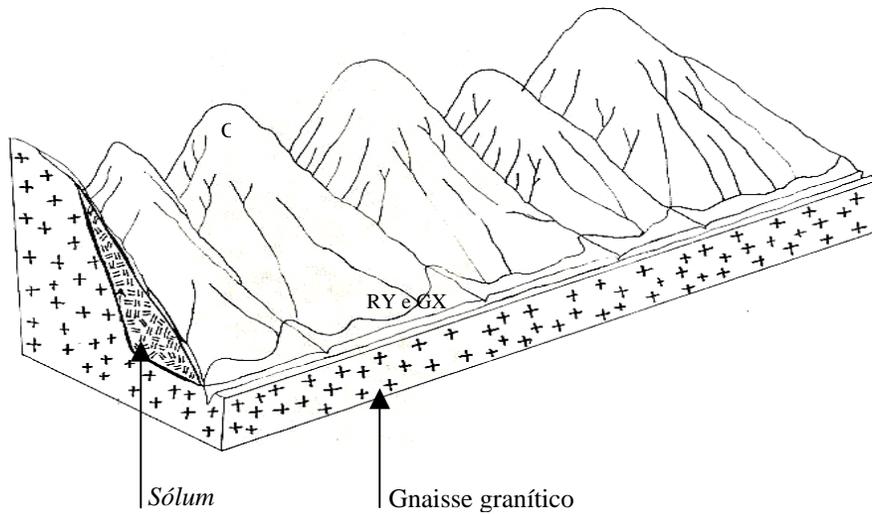
FIGURA 8. Mapa de solos e fases de relevo da sub-bacia do ribeirão Lavrinha.

Observou-se o predomínio de Cambissolos em 92% da área, presentes principalmente nas partes mais movimentadas e com pequena profundidade, conforme observado por Curi et al. (1994), Giarola (1994) e Araújo (2007), trabalhando com solos do Alto Rio Grande. Os Neossolos Flúvicos e os Gleissolos ocorrem nas áreas de várzea.

Vale a pena ressaltar que os Cambissolos desta sub-bacia são mais profundos do que aqueles da sub-bacia do ribeirão Vista Bela, o que se torna importante no contexto da infiltração e, conseqüentemente, na recarga de aquíferos.

Nesta sub-bacia, o relevo local é de fundamental importância na distribuição das classes de solos. A remoção de material por erosão geológica nas porções mais movimentadas da paisagem e o acúmulo de material por adição aluvial nas várzeas explicam a distribuição dos Cambissolos Háplicos, no primeiro caso e do Neossolo Flúvico e Gleissolo Háplico, no segundo caso.

Esta sub-bacia está relacionada, no seu conjunto, a uma serra com todas as implicações desse fato. Apresenta relevo acidentado (montanhoso), geologia gnaisse-granítica e presença de solos hidromórficos (Curi et al., 1994), conforme Figura 9.



C – Cambissolo; RY – Neossolo Flúvico; GX – Gleissolo Háptico.

FIGURA 9. Distribuição esquemática dos solos na paisagem da sub-bacia do ribeirão Lavrinha. Adaptado de Curi et al. (1994).

4.4.1 Descrição das classes de solos e seus respectivos perfis

Dentro das unidades de mapeamento mostradas anteriormente, foram descritos dois perfis para a caracterização química, física e morfológica das classes de solos correspondentes.

Cambissolos Háplico Tb distrófico

Perfil TA - 14

DATA - 27/10/05

CLASSIFICAÇÃO – Cambissolo Háplico Tb Distrófico A moderado textura média.

COORDENADAS UTM – 555.140 x 7.553.044 m, fuso 23, *dátum* Córrego Alegre.

ALTITUDE – 1284 m.

SITUAÇÃO E DECLIVIDADE – corte de estada em terço médio/inferior de encosta em vale muito fechado, com 45% declive.

MATERIAL ORIGINÁRIO – Gnaisse

RELEVO – Forte ondulado/Montanhoso.

EROSÃO – Laminar ligeira.

DRENAGEM – Bem drenado.

VEGETAÇÃO NATIVA – Floresta subperenifólia – Mata Atlântica.

USO ATUAL – Pastagem degradada.

DESCRITO POR: F.A.N.Dias, M.D.Menezes, A.R. Araújo, J.J. Marques.

Descrição morfológica

A – 0 – 25 cm; 5YR 4/3; média; moderada média blocos subangulares; macio, friável, não plástico e ligeiramente pegajoso; transição plana e gradual.

Bi/Cr – 25 – 77 cm; 2,5YR 4/6; média; moderada média/grande blocos angulares; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição ondulada e gradual.

C/Cr 77 – 136; 2,5YR 4/4; média; moderada grande blocos angulares; ligeiramente duro, friável, plástico e ligeiramente pegajoso; transição ondulada e abrupta.

R - 136 cm +.

OBSERVAÇÕES - Dia nublado; solo seco; horizonte A cascalhento, cerosidade fraca no horizonte B.

RAÍZES - comuns e finas; horizonte A; raras e finas no Bi; ausentes no horizonte C.

TABELA 19. Análise granulométrica (Prof. – profundidade, TFSA – terra fina seca ao ar).

Horizonte	Prof.	Frações da amostra total		Composição granulométrica TFSA			
		Cascalho	TFSA	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila
	cm			$g \cdot kg^{-1}$			
A	0-25	-	1000	150	240	270	340
Bi/Cr	25-77	-	1000	290	200	220	290
C/Cr	77-136	-	1000	270	220	260	250

TABELA 20. Relação silte/argila, argila dispersa em água (ADA), índice de floculação, pH em água, pH em KCl, acidez extraível e carbono orgânico (C org.).

Horizonte	%silte/ %argila	ADA $g \cdot kg^{-1}$	Índice de floculação %	pH		Acidez extraível		C org. $g \cdot kg^{-1}$
				água	KCl	Al	H + Al	
A	0,79	50	85	5,2	4,2	0,6	5,0	14,5
Bi/Cr	0,76	110	62	4,8	4,4	0,6	3,2	7,5
C/Cr	1,04	0	100	5,5	4,7	0,2	1,9	2,3

TABELA 21. Complexo sortivo, soma de bases (SB), CTC a pH 0,7 (T), saturação por alumínio (m) e saturação por bases (V).

Horizonte	Cátions trocáveis			P disp. $mg \cdot dm^{-3}$	SB $cmol_c \cdot dm^{-3}$	T $cmol_c \cdot dm^{-3}$	m %	V %
	Ca $cmol_c \cdot dm^{-3}$	Mg $cmol_c \cdot dm^{-3}$	K $mg \cdot dm^{-3}$					
A	0,8	0,2	45	1,2	1,1	6,1	35	18,3
Bi/Cr	0,7	0,2	11	0,9	0,9	4,1	39	22,5
C/Cr	0,7	0,2	11	0,9	0,9	2,8	18	32,9

TABELA 22. Ataque sulfúrico, índices Ki e Kr e relação Al₂O₃/ Fe₂O₃.

Horizonte	Ataque sulfúrico					Ki	Kr	Al ₂ O ₃ / Fe ₂ O ₃
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅			
	g kg ⁻¹							
A	85,6	143,6	59,4	13,1	0,4	1,01	0,80	3,80
Bi/Cr	96,8	174,9	73,7	15,6	0,4	0,94	0,74	3,73
C/Cr	83,0	175,4	72,8	15,0	0,5	0,80	0,64	3,78

Neossolo Flúvico

Perfil BM - 2

DATA - 23/02/2007.

CLASSIFICAÇÃO – Neossolo Flúvico Tb Distrófico típico A moderado textura arenosa..

COORDENADA UTM – 556802 x 7522251 m, fuso 23, *dátum* Córrego Alegre.

ALTITUDE – 1192 m.

SITUAÇÃO E DECLIVIDADE – Trincheira em relevo plano de várzea.

MATERIAL ORIGINÁRIO – Sedimentos fluviais.

RELEVO – Plano de várzea.

EROSÃO – Laminar ligeira.

DRENAGEM – Moderadamente drenado.

VEGETAÇÃO NATIVA – Floresta de várzea.

USO ATUAL – Pastagem nativa.

DESCRITO POR: N. Curi, M.D. de Menezes, G. A. dos Santos.

Descrição morfológica

Ap - 0 – 9 cm; 10YR 3/3; areia franca; ligeiramente duro, firme, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e plana.

C1 - 9 – 34 cm; 10YR 4/3; areia; grãos simples; solto, solto, não plástico e não pegajoso; transição gradual e plana.

C2 - 34 – 50 cm ; 10YR 4/3; areia ; grãos simples; solto, solto, não plástico e não pegajoso; transição clara e plana.

C3 – 50 – 70 cm; 10YR 3/3; franco-argilo-arenosa; blocos subangulares; macio, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana.

C4 – 70 – 90+ cm; 10YR 3/2; areia; grãos simples; solto, solto, não plástico e não pegajoso.

RAÍZES - Médias e comuns (Ap), comuns (C1), finas e comuns (C2 e C3), finas e raras (C4).

OBSERVAÇÕES: Lençol freático a 90 cm de profundidade; presença acentuada de mica ao longo do perfil.

TABELA 23. Análise granulométrica (Prof. – profundidade, TFSA – terra fina seca ao ar).

Horizonte	Prof.	Frações da amostra total		Composição granulométrica TFSA			
		Cascalho	TFSA	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila
	cm			$g.kg^{-1}$			
Ap	0 – 9	-	1000	400	390	100	110
C1	9 – 34	-	1000	660	210	60	70
C3	50 - 70	-	1000	350	250	200	200

TABELA 24. Relação silte/argila, argila dispersa em água (ADA), índice de floculação, pH em água, pH em KCl, acidez extraível e carbono orgânico (C org.).

Horizonte	%silte/ %argila	ADA $g.kg^{-1}$	Índice de floculação %	pH		Acidez extraível		C org. $g.kg^{-1}$
				água	KCl	Al	H + Al $cmol_c dm^{-3}$	
Ap	0,91	10	90	5,8	4,5	0,3	3,2	14,0
C1	0,86	0	100	5,5	4,4	0,4	2,3	8,0
C3	1,00	10	95	6,1	4,7	0,2	4,0	29,0

TABELA 25. Complexo sortivo, soma de bases (SB), CTC a pH 0,7 (T), saturação por alumínio (m) e saturação por bases (V).

Horizonte	Cátions trocáveis			P disp. $mg dm^{-3}$	SB $cmol_c dm^{-3}$	T $cmol_c dm^{-3}$	m %	V
	Ca $cmol_c dm^{-3}$	Mg $cmol_c dm^{-3}$	K $mg dm^{-3}$					
Ap	0,9	0,3	73	4,3	1,4	4,6	18	30,3
C1	0,4	0,1	84	6,2	0,7	3,0	36	23,6
C3	1,2	0,3	48	4,9	1,6	5,6	11	28,8

TABELA 26. Ataque sulfúrico, índices Ki e Kr e relação Al₂O₃/ Fe₂O₃.

Horizonte	Ataque sulfúrico					Ki	Kr	Al ₂ O ₃ / Fe ₂ O ₃
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅			
	g kg ⁻¹							
Ap	5,68	10,78	4,43	12,50	0,03	0,90	0,71	3,82
C1	4,97	8,21	3,72	1,37	0,02	1,03	0,80	3,46
C3	7,06	13,72	6,09	1,68	0,05	0,88	0,68	3,54

5 CONCLUSÕES

- As principais classes de solos encontradas na sub-bacia hidrográfica do ribeirão Vista Bela foram: Latossolo Vermelho-Amarelo (34,4%), Latossolo Vermelho (12%), Latossolo Amarelo (0,6%), Cambissolo Háplico (35%), Neossolo Flúvico (15,5%) e Neossolo Litólico (2,3%). Os Latossolos ocorrem principalmente nas áreas de relevo ondulado e suave ondulado. Já os Cambissolos estão presentes, principalmente, em relevo forte ondulado e ondulado. Os Neossolos Litólicos ocorrem em relevo forte ondulado e os Neossolos Flúvicos em relevo plano de várzea.

- As principais classes de solos encontradas na sub-bacia hidrográfica do ribeirão Lavrinha foram: Cambissolo Háplico (92%), Neossolo Flúvico (7%) e Gleissolo Háplico (0,8%). Os Cambissolos estão presentes nas áreas de relevo e os Neossolos e Gleissolos ocorrem em relevo plano de várzea.

- Na sub-bacia do ribeirão Vista Bela dominam solos profundos e na do ribeirão Lavrinha predominam solos rasos, reflexos da taxa pedogênese/erosão (maior no primeiro caso).

- Os Cambissolos da sub-bacia do ribeirão Lavrinha são mais profundos do que aqueles da sub-bacia do ribeirão Vista Bela, implicando em maior potencial de recarga de aquíferos no primeiro caso.

- No conjunto, a fertilidade natural foi mais elevada nos Neossolos Flúvicos, intermediária nos Cambissolos e mais baixa nos Latossolos, inversamente proporcional ao tempo de exposição aos agentes bioclimáticos.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNES, F. Z. Caracterização climática do Estado de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 12, n. 138, p. 9-13, jun. 1986.

ARAÚJO, A. R. **Solos da Bacia do Alto Rio Grande (MG):** base para estudos hidrológicos e aptidão agrícola. 2007. 332p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

BUOL, S. W.; HOLE, F. D.; McCracken, R. J. **Soil genesis and classification.** Iowa: The Iowa State University, 1980. 399 p.

CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS. **Diagnóstico ambiental do Estado de Minas Gerais.** Belo Horizonte: CETEC, 1983. 158 p.

COMPANHIA MINERADORA DE MINAS GERAIS. **Nota explicativa dos mapas geológicos, metalogenético e de ocorrências minerais do estado de Minas Gerais.** Escala 1:1.000.000. Belo Horizonte, 1994.

CURI, N.; FREIRE, E. M. S.; RAMOS, D. P.; REZENDE, M.; SANTOS, R.D.; SERAPHIM, J. B. C; VALÉRIO, C. B. **Diretrizes para estudos de solos, uso e manejo sustentado das terras, nos empreendimentos da ELETRONORTE.** Brasília: ELETROBRAS/ELETRONORTE, 1990. 63 p.

CURI, N.; CHAGAS, C. da S.; GIAROLA, N. F. B. Distinção de ambientes agrícolas e relações solo-pastagens nos Campos da Mantiqueira (MG). In: EVANGELISTA, A. R.; CARVALHO, M. M.; CURI, N. (Ed.). **Desenvolvimento de pastagens na zona fisiográfica Campos das Vertentes MG:** reunião de trabalho sobre pastagens nativas e desenvolvimento de pastagens para o gado de leite das zonas dos Campos Vertentes. Lavras: ESAL/EMBRAPA, 1994. p. 21-43.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Caracterização dos solos em duas topossequências sobre diferentes litologias em áreas altimontanas na Serra da Mantiqueira.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2003. 31 p. (Documentos, 57).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análise de solo.** 2.ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997. 212 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Procedimentos normativos de levantamentos pedológicos**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1995.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: CNPS, 2006. 306 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Normas e critérios para levantamentos pedológicos**. Rio de Janeiro, 1989. 94p.

ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. **Soil survey manual**. Washington: Government Printing Office, 1951. 5031 p. (Agriculture Handbook, 18).

GEOMINAS. Microrregiões fisiográficas e precipitação. Disponível em: <<http://www.geominas.mg.gov.br>>. Acesso em: 26 maio 2007.

GHANI, N. L. B. **Caracterização morfológica, física, química, mineralógica, gênese e classificação de solos altimontanos derivados de riólito e migmatito da Serra do Mar-PR**. 1996. 167p. Dissertação (Ciência do Solo)–Universidade Federal do Paraná, PR.

GIAROLA, F. B. **Levantamento pedológico, perdas de solo e aptidão agrícola das terras na região sob influência do reservatório de Itutinga/Camargos (MG)**. 1994. 235p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas)-Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.

GIASSON, E.; INDA JUNIOR, A. V.; NASCIMENTO, P. C. Estimativa do benefício econômico potencial de dois levantamentos de solos no Estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 2, p. 478-486, mar./abr. 2006.

JENNY, H. **Factors of soil formation**. New York: McGraw-Hill, 1941.

JENNY, H. **The soil research: origin and behavior**. New York: Springer Verlag, 1983.

KELLOG, C. E. Preliminary suggestions for the classification and nomenclature of great soil groups in tropical and equatorial regions. **Common. Bur. Soil Sci. Tech. Comm.**, v. 46, p. 76-85, 1949.

KER, J. C. Reflexões sobre levantamentos pedológicos no país. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32. p. 19-20, 2007.

LARACH, J. O. I. Uso de levantamento de solos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 9, n. 105, p. 26-32, 1983.

LEMONS, R. C.; SANTOS, R. D.; SANTOS, H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C. **Manual de descrição e coleta de solos no campo**. 5.ed. Viçosa, MG: SBCS, 2005. 92 p.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado da Agricultura. **Zoneamento agroclimático de Minas Gerais**. Belo Horizonte, 1980.

MOTTA, P. E. F.; CURI, N.; SILVA, M. L. N.; MARQUES, J. J. G. S. M.; PRADO, N. J. S.; FONSECA, E. M. B. **Levantamento pedológico detalhado, erosão dos solos, uso atual e aptidão agrícola das terras de microbacia piloto na região sob influência do reservatório de Itutinga/Camargos-MG**. Belo Horizonte: CEMIG, 2001. 51 p.

PORTES, M. C. G. O.; KOEHLER, A.; GALVÃO, F. Variação sazonal de deposição de serapilheira em uma Floresta Ombrófila Densa Altomontana no morro do Anhangava – PR. **Floresta**, v. 26, n. 1/2, p. 3-10, 1996.

RADAMBRASIL. **Projeto RADAMBRASIL**. Levantamento de recursos naturais. Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energia, 1983. v. 332, 780 p.

RAIJ, B. V.; QUAGGIO, J. A.; CANTARELLA, H. **Análise química do solo para fins de fertilidade**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. 170 p.

RESENDE, M. **Mineralogy, chemistry, morphology and geomorfology of some soils of West Lafayette**. 1976. 237p. Tesis (Doctor Soil Science)-Purdue University, Purdue.

RESENDE, M. **Pedologia**. Viçosa, MG: UFV, 1982. 100 p.

RESENDE, M.; CURI, N.; SANTANA, D. P. **Pedologia e fertilidade do solo; interações e aplicações**. Brasília: MEC/ESAL/POTAFOS, 1988. 81 p.

RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S. B. de; CORRÊA, G. F. **Pedologia: base para distinção de ambientes**. 4.ed. Viçosa: NEPUT, 2007. 338 p.

RESENDE, M.; REZENDE, S.B.; CARMO, D.N. **Roteiro pedológico I**. Viçosa, MG: UFV, 1984. 129p.

RODRIGUES e SILVA, F. B. **Cambissolos da porção central da província estrutural da Mantiqueira e suas relações com Latossolos: alterações e pedogênese**. 1985. 161 p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo)–Universidade de São Paulo, São Paulo.

SANTOS, G H. Importância e evolução dos levantamentos de solos no Brasil. **Boletim informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32. p. 19-20, 2007.

SCHUMACHER, M. V. **Aspectos da ciclagem de nutrientes e do microclima em talhões de *Eucalyptus camaldulensis*, *E. grandis* e *E. torelliana***. 1992. 104p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz, Piracicaba, SP.

SILVA, A. M.; MELLO, C. R. **Estudos hidrológicos sobre o regime de escoamento das sub-bacias hidrográficas de drenagem da região do Alto Rio Grande à montante da UHE de Camargos/CEMIG**. Relatório final do Projeto P&D 076. [Belo Horizonte]: CEMIG/ANEEL, 2005. 500 p.

SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1999. 370 p.

VIEIRA, F. J. P. **Diagnóstico socioeconômico da região Campos das Vertentes – Minas Gerais**. 1988. 79 p. Monografia (Conclusão de Curso)-Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG.

CAPÍTULO 2

1 RESUMO

Menezes, Michele Duarte de. Levantamento de solos em sub-bacias hidrográficas como apoio para avaliação de uso da terra. In: _____. **Levantamento de solos em sub-bacias hidrográficas como apoio avaliação do uso da terra e da potencialidade de recarga de aquíferos.** 2007. Cap. 2, p. 51 – 80. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG³.

A aptidão agrícola das terras consiste em uma classificação técnica que identifica o potencial agrícola de utilização das mesmas, considerando as limitações do solo em níveis de manejo diferenciados. A falta destes conhecimentos e de um planejamento adequado de uso das terras tem ocasionado freqüentemente impactos negativos ao meio ambiente. O cruzamento dos dados de aptidão agrícola e uso atual das terras em ambiente de Sistema de Informações Geográficas (SIG) permite avaliar informações relevantes e verificação periódica do uso das terras. Com isso, a exploração adquire bases sustentáveis, melhorando a conservação do solo e da água. Dessa forma, foram avaliados a aptidão agrícola das terras e o uso atual com auxílio de imagens de satélite e observações de campo, além da identificação de Áreas de Preservação Permanente (APPs) em duas sub-bacias hidrográficas da bacia do Alto Rio Grande, MG. Na sub-bacia do ribeirão Vista Bela foi constatado o predomínio da classe de aptidão 3(bc) (aptidão restrita para lavoura nos níveis de manejo B e C), representando 38,7% da área; classe de aptidão 4p (aptidão regular pastagem plantada), em 19,1% da área; classe de aptidão 5S (aptidão boa para silvicultura), em 16% da área; 2abc (aptidão regular para lavoura nos níveis de manejo A, B e C), em 15,5% da área; classe de aptidão 4P (aptidão boa para pastagem plantada) e 6 (não apresenta aptidão agrícola) em 2,3% da sub-bacia. Na sub-bacia do ribeirão Lavrinha foi constatado o predomínio da classe de aptidão 5N (aptidão boa para pastagem natural), representando 58,04% da área seguida da classe de aptidão 6 (inapta para cultivo agrícola), em 31,41% da área; 2abc (aptidão regular para lavoura nos níveis de manejo A, B e C), com 7,08% da área; e 4p (aptidão regular para pastagem plantada) com 3,46% da sub-bacia. Para as terras que podem ter uso agrícola ou para pecuária, a baixa fertilidade natural do solo e a declividade acentuada foram os fatores mais limitantes, sendo

³ Comitê Orientador: Nilton Curi (UFLA) e João José G.S.M. Marques (UFLA).

necessário o emprego de capital para práticas conservacionistas e corretivos e fertilizantes químicos para que alcancem seu máximo potencial produtivo. Já as terras inaptas para agricultura encontram-se em áreas de solos com pequena profundidade e relevo acidentado, muita pedregosidade e rochiosidade. Ocorreu o predomínio da subutilização das terras com relação a sua aptidão agrícola, porém, a sub-bacia do ribeirão Lavrinha, por ser uma bacia de cabeceira, deve ter seu manejo voltado a produção de água. As áreas destinadas as áreas de preservação permanente (APPs) estão recebendo os mais diferentes usos agrícolas, onde deveria estar preservada a vegetação nativa.

2 ABSTRACT

Menezes, Michele Duarte de. **Soil survey in hydrographic watersheds as support to land use evaluation.** In: _____. Chap. 2, p. 51 - 80. Dissertation (M. Sc. In Soil Science) – Federal University of Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brazil.⁴

The land agricultural vocation is a technical classification which identifies the agricultural potential of land utilization, considering the soil limitations at differential management levels. The lack of this knowledge and of a land use adequate planning have frequently caused negative impacts to the environment. The crossing of data involving land agricultural vocation and current use in Geographical Informations Systems context allows to evaluate important informations and periodic monitoring of land use. So, the exploration acquires sustainable bases, improving the soil and water conservation. In this way, in this work it were evaluated the land agricultural vocation and current use facilitated by satellite images and field observations, beyond the identification of permanent preservation areas (APPs) in two hydrographic watersheds from the Alto Rio Grande basin – MG. In the Vista Bela creek watershed, the 3 (bc) was the main agricultural vocation class, representing 39% of the area. In the Lavrinha creek watershed, the 5N was the main agricultural vocation class, representing 58% of the area. The low soil natural fertility and the steep slope were the limiting factors. It was observed that the land utilization is below its agricultural potential, however, the Lavrinha creek watershed should have its management linked to water production, because it is a heading watershed. The permanent preservation areas are receiving different agricultural uses, where the native vegetation should be preserved.

⁴ Guidance Commite: Nilton Curi – UFLA; João José Marques – UFLA.

3 INTRODUÇÃO

Durante muito tempo, o homem utilizou o recurso solo sem levar em consideração a sua real potencialidade, principalmente em virtude da falta de informações técnicas a seu respeito. O uso das terras e a produção agrícola, sem preocupação com o planejamento, têm comprometido a capacidade de sustentação dos sistemas naturais, submetendo-os à degradação e à perda de produtividade, com repercussão ambiental, econômica e social negativa em âmbito local e regional.

Nesse contexto se insere a aptidão agrícola das terras, que é um processo de caráter essencialmente interpretativo. Sua avaliação tem como finalidade a indicação do potencial agrícola das terras para diferentes tipos de uso, procurando atender a uma relação custo/benefício favorável sob os pontos de vista econômico e ambiental (Ramalho Filho & Beek, 1995). Esse método de classificação deve ser entendido não como uma recomendação para uso direto pelos produtores rurais, mas como uma base para o planejamento agrícola, pois fornece opções de uso cuja escolha deve considerar, ainda, outros fatores, como o fator sócio-econômico, a legislação ambiental e o interesse do produtor.

O método de classificação de aptidão agrícola das terras foi proposto, inicialmente, por Bennema et al. (1964), no Brasil, como evolução dos trabalhos sistemáticos sobre interpretação de levantamentos de solos. Posteriormente, foi sendo modificado e adaptado ao longo dos anos, de acordo com novas tecnologias e avanços obtidos. O avanço mais significativo foi a publicação do “Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras” (Ramalho Filho et al., 1978), atualmente em sua terceira edição (Ramalho Filho & Beek, 1995), desenvolvido como parte dos estudos básicos para o planejamento agrícola que, segundo Assad (1995), é, hoje, um dos sistemas mais utilizados no Brasil para avaliar a aptidão agrícola das terras.

Os mapas de aptidão agrícola das terras, quando cruzados e sobrepostos com mapas de uso atual e áreas de preservação permanente permitem determinar áreas com conflito de uso (Pedron et al., 2006) e o nível de utilização das terras (Gomes et al., 2007). Para esses pesquisadores, dessa maneira é possível planejar o uso das terras para a obtenção de rendimentos econômica e ambientalmente viáveis.

O confronto entre as informações de aptidão agrícola com o uso atual das terras gerado por imagens de satélite, quando realizado em ambiente de sistemas de informações geográficas (SIGs), permite avaliar informações relevantes para tomadas de decisão na gestão ambiental, possibilitando a verificação periódica do uso da terra. A aptidão agrícola associada à verificação periódica do uso atual das terras é um método mais realístico para se promover a adequação do uso da terra, consistindo em um sistema semi-automático e não subjetivo (Formaggio et al., 1992).

Segundo Roy & Tomar (1999), as intervenções antrópicas no sistema natural resultam em alterações na composição e distribuição da vegetação no tempo e no espaço. O uso de SIGs é ideal para acompanhar a dinâmica do uso da terra e analisar espacialmente os objetos ao longo do tempo.

Alves et al. (1998) comentam que o uso de imagens de satélite tem possibilitado o estudo do desflorestamento em várias regiões do planeta, particularmente em regiões tropicais, onde extensões significativas de florestas não poderiam ser monitoradas facilmente sem o recurso dos satélites de sensoriamento remoto.

Valério Filho et al. (1997) utilizaram dados digitais do TM/Landsat e geoprocessamento para o monitoramento da dinâmica do uso agrícola e vegetação natural em microbacias. Esses autores concluíram que, mesmo não sendo possível um maior detalhamento das classes de uso e cobertura vegetal das terras, devido às limitações dos produtos de sensoriamento remoto orbital, as

técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento são ferramentas úteis para o monitoramento da dinâmica de uso e cobertura vegetal e a adequação de uso das terras ao nível de microbacias hidrográficas, por propiciarem maior frequência na atualização de dados, agilidade no processamento e ser economicamente viáveis.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Aptidão agrícola

A avaliação da aptidão agrícola foi baseada na metodologia de Ramalho Filho & Beek (1995), tendo como base o mapa pedológico e os resultados analíticos dos perfis modais, caracterizando as unidades química e fisicamente. Simultaneamente, foram levantados dados sobre vegetação nativa, pedregosidade, profundidade efetiva, altura do lençol freático e riscos de inundação, além de outras informações obtidas na literatura sobre as áreas de estudo, como dados climáticos. Os dados de declividade foram obtidos a partir de um modelo digital do terreno com pixels de 30x30m (Escoloro & Carvalho, 2006), incluindo as seguintes classes de relevo: plano (<3%), suave ondulado (3% a 8%), ondulado (8% a 20%), forte ondulado (20% a 45%) e montanhoso (45% a 75%).

4.2 Uso atual

Para a elaboração do mapa de uso atual das terras foi usada a classificação supervisionada da imagem do sensor ETM+ do satélite Landsat, datada de 7 de outubro de 2005. Foi utilizado o classificador estatístico máxima verossimilhança (Maxver) do programa ENVI 8.3. Após esta classificação, as imagens foram corrigidas com a situação encontrada atualmente nas áreas estudadas, com o auxílio de fotos e observações de campo.

4.3 Áreas de preservação permanente

As áreas de preservação permanente (APPs) foram delimitadas com base na Lei Federal nº 4.771 de 1965, que instituiu o Código Florestal Brasileiro e na Resolução CONAMA nº4 de 1985 e N°303 de 2002. Desse modo, foram mapeadas as margens de rios, com uma faixa de 30 metros, pois os cursos

d'água possuem menos de 10 metros de largura; as nascentes, num raio de 60 metros de largura; os declives superiores a 45° e as altitudes superiores a 1.800 metros. As APPs de ambas as sub-bacias foram compostas somente por áreas que margeiam rios e nascentes, considerando-se apenas as de maior produtividade. Foram consideradas apenas as áreas previstas em leis federais, não sendo usadas as normas e os procedimentos restritos do estado ou do município.

De posse dos mapas de aptidão agrícola, uso atual e APPs, foi possível a geração dos mapas de conflito de uso para as áreas estudadas, conforme organograma apresentado do método de construção e cruzamento dos planos de informação (Figura 1).

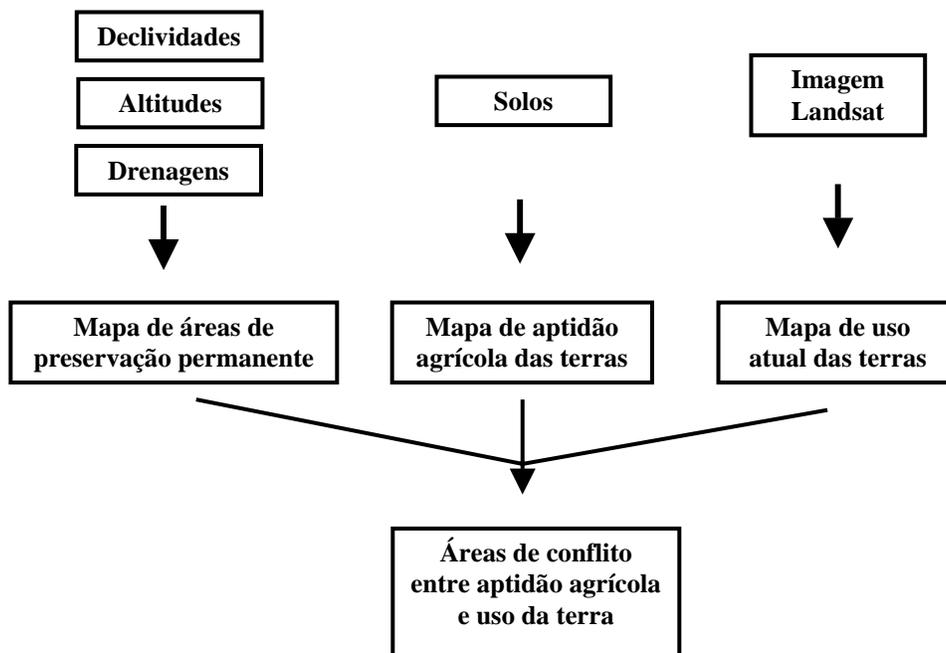


FIGURA 1. Organograma do método de construção e cruzamento de diferentes planos de informações utilizados (adaptado de Pedron et al., 2006).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Aptidão agrícola das terras da sub-bacia do ribeirão Vista Bela

Foi constatado na área o predomínio da classe de aptidão 3(bc) (aptidão restrita para lavoura nos níveis de manejo B e C), representando 38,7% do total; classe de aptidão 4p (aptidão regular pastagem plantada), em 19,1% da área; classe de aptidão 5S (aptidão boa para silvicultura), em 16%; 2abc (aptidão regular para lavoura nos níveis de manejo A, B e C), com 15,5% da área; classe de aptidão 4P (aptidão boa para pastagem plantada) e a classe 6 (não apresenta aptidão agrícola) com 2,3% da sub-bacia. Essas classes podem ser observadas na Figura 2, e as classes de solos, fases de relevo, aptidão agrícola, suas extensões (ha) e distribuição percentual são mostrados na Tabela 4.

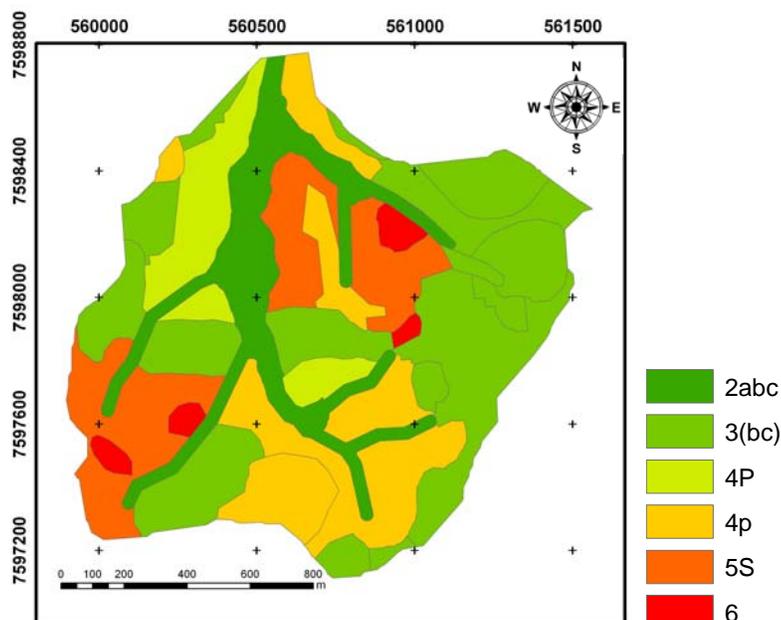


FIGURA 2. Classes de aptidão agrícola da sub-bacia do ribeirão Vista Bela

TABELA 4. Classes de solos, fases de relevo, aptidão agrícola das terras nos níveis de manejo A, B e C com suas respectivas extensões (ha) e distribuição percentual da sub-bacia do ribeirão Vista Bela.

Solos ¹	Relevo	Aptidão agrícola	Área (ha)	%
CX	suave ondulado	4p	6,6	3,8
CX	ondulado	4p	26,7	15,3
CX	forte ondulado	5S	28,0	16,0
LVA	suave ondulado	3(bc)	2,8	1,6
LVA	ondulado	3(bc)	42,6	24,3
LVA	forte ondulado	4P	14,8	8,5
LV	ondulado	3(bc)	21,3	12,2
LA	ondulado	3(bc)	1,0	0,6
RY	plano	2abc	27,2	15,5
RL mais afloramento de rocha	forte ondulado	6	4,0	2,3
Total			175,0	100,0

⁽¹⁾ CX- Cambissolo Háplico; LVA – Latossolo Vermelho-Amarelo; LV – Latossolo Vermelho; LA – Latossolo Amarelo; RY – Neossolo Flúvico; RL – Neossolo Litólico

Os Cambissolos, com classe de aptidão 4p e 5S, apresentaram diversos entraves ao cultivo agrícola, devido a fatores como ocorrência principalmente em áreas movimentadas, pequena espessura do *solum*, baixa capacidade de armazenamento de água, baixa infiltração de água no solo, presença freqüente de pedras e cascalhos, e pobreza de nutrientes (Almeida & Resende, 1985; Curi et al., 1994). Essas características aumentam a suscetibilidade à erosão, impedimentos à mecanização e a deficiência de água para as plantas.

Esses solos apresentam maior ocorrência de encrostamento o que, para Santos et al. (1998), é a principal limitação agrícola ao uso dos solos da bacia do Alto Rio Grande. O encrostamento aumenta grandemente os riscos de erosão, por não permitir a infiltração de água e diminuir a germinação de sementes, entre outras limitações.

Oliveira et al. (1994), estudando Cambissolos da microrregião Campos da Mantiqueira, encontraram as mesmas limitações para os solos dessa região e,

diante disso, relatam que o uso mais intensivo para esses solos é a pastagem, desde que a adoção de práticas conservacionistas seja realizada.

Para os Latossolos em geral, a principal limitação é a baixa fertilidade natural, implicando em maior uso de capital no emprego de corretivos e fertilizantes químicos (Motta et al., 2001). No entanto, para esses autores, embora com problemas de pobreza química, apresentam boas condições físicas como permeabilidade e profundidade efetiva elevadas, proporcionando maior suprimento e retenção de água. Já os Latossolos Vermelho-Amarelos desta sub-bacia, além da baixa fertilidade natural, apresentaram também como limitação a ocorrência em relevos mais movimentados (forte ondulado), classificando-se como classe de aptidão 4P.

As áreas com aptidão mais elevada são as de Neossolo Flúvico. Apresentam fertilidade natural relativamente mais elevada e estão presentes nas áreas mais planas desta sub-bacia, além da proximidade com os cursos d'água, o que reduz os problemas associados à falta de água.

Os Neossolos Litólicos foram considerados inaptos para a agricultura, devido à escassez de água, ocasionada pela sua pequena profundidade efetiva, relevo forte ondulado e maior exposição aos efeitos de enxurrada devido à menor capacidade de infiltração, além de pedregosidade e rochiosidade que dificultam o uso de implementos agrícolas. Outro problema é que a água, ao atingir o material de origem, tem seu fluxo diminuído drasticamente, expondo esses solos aos efeitos das enxurradas. Esse problema é mais sério em áreas mais acidentadas desprovidas de vegetação, as quais são mais indicadas para uso como preservação ambiental (Oliveira et al., 1992).

5.2 Uso atual da sub-bacia do ribeirão Vista Bela

De acordo com os critérios utilizados, ocorreram as seguintes classes de uso para a sub-bacia do ribeirão Vista Bela (Figura 3):

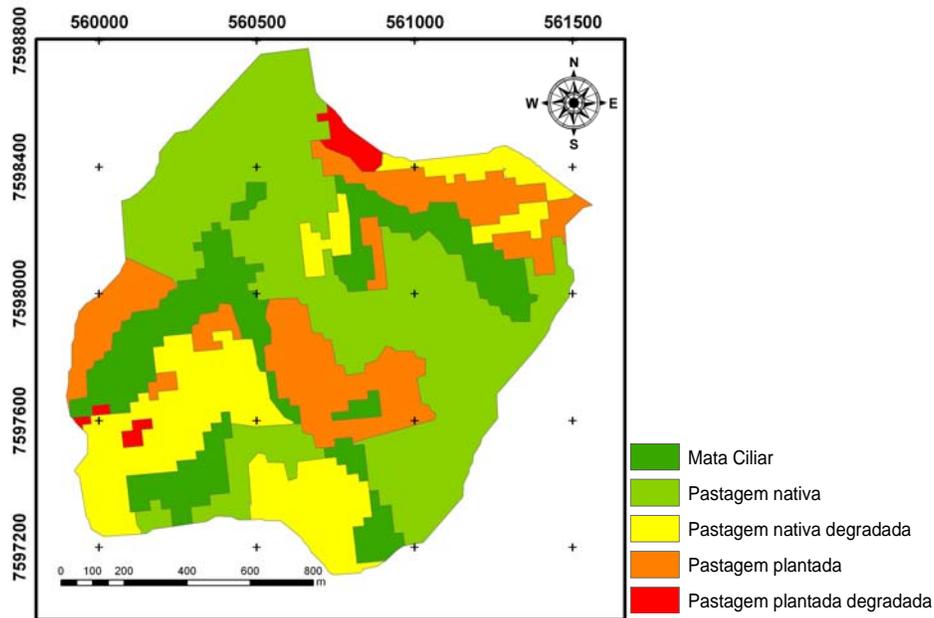


FIGURA 3. Uso atual das terras da sub-bacia do ribeirão Vista Bela.

- mata ciliar: ocorre principalmente no entorno da rede de drenagem e em muitas áreas, vem sendo substituída por pastagens, representando 18,4% da área;
- pastagem nativa e pastagem nativa degradada: composta principalmente pela espécie *Echinolaena inflexa* (capim flexinha), que predomina na área em questão; a pastagem nativa representa 42% e a pastagem nativa degradada representa 20%;
- pastagem plantada e pastagem plantada degradada: composta principalmente pelas espécies *Brachiaria decumbens*, *Hyparrhenia rufa* (capim jaraguá) e

Andropogum gayanus. A pastagem plantada representa 18% e a pastagem plantada degradada 1,6% (Figura 4).

A identificação das pastagens degradadas foi possível com o uso das imagens de satélites, as quais permitem discriminar feições correspondentes a áreas de solos mais expostos, discriminando, assim, essas pastagens que proporcionam menor cobertura ao solo.



FIGURA 4. Trecho com pastagem plantada e mata ciliar na sub-bacia do ribeirão Vista Bela.

Com análise das imagens de satélite aliada às observações de campo foi possível constatar a presença de áreas já afetadas pelo uso inadequado, como é o caso das pastagens degradadas (21,6%), área de extensão considerável na sub-bacia. Merece destaque também o fato de a vegetação nativa ter sido, em grande parte, convertida para pastagem.

5.3 Aptidão agrícola *versus* uso atual da sub-bacia hidrográfica do ribeirão Vista Bela

Ao cruzar os mapas de aptidão agrícola e uso atual das terras, foi possível determinar as áreas de conflito, constatando-se a ocorrência de

discrepâncias, conforme Tabela 5.

TABELA 5. Extensões do uso atual (ha) em relação à aptidão agrícola das terras da sub-bacia do ribeirão Vista Bela.

Uso atual	Subgrupo de aptidão					
	2abc	3(bc)	4P	4p	5S	6
Mata ciliar	9,7§	11,7§	-	7,0§	4,8§	1,1¶
Pastagem nativa	8,6§	30,0§	9,4§	15,1§	9,9⌘	3,0⌘
Pastagem nativa degradada	3,5§	9,6§	-	10,6§	9,5⌘	-
Pastagem plantada	5,6§	15,7§	3,5¶	3,7¶	3,1⌘	-
Pastagem plantada degradada	-	-	-	-	-	-

§ - áreas com subutilização; ⌘ - áreas com superutilização; ¶ - áreas com uso adequado

Ocorre o predomínio de áreas subutilizadas em relação ao seu potencial agrícola, ou seja, 141,3 ha (80,7%) podem ser utilizadas de maneira mais intensiva em relação ao seu uso atual, de acordo com o sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras. Isso ocorre, principalmente, devido à grande extensão da pastagem nativa, mesmo que grande parte da área tenha aptidão para lavoura. As áreas de pastagem plantada degradada também foram consideradas como áreas subutilizadas, mesmo estando em áreas com aptidão 4p.

Motta et al. (2001) e Gomes et al. (2007), estudando uma microbacia no município de Nazareno, comparando o uso atual das terras com a sua aptidão agrícola, afirmam que, em geral, as áreas dessa microbacia estão sendo subutilizadas em relação ao seu potencial agrícola. Embora as terras possuam aptidão agrícola para lavoura, a maior parte da bacia está sendo utilizada como pastagem natural.

Os autores afirmam que o problema da degradação das terras, principalmente em termos de erosão do solo, advinda da substituição da vegetação natural por pastagens de má qualidade que proporcionam uma cobertura deficiente do terreno, causando perdas de solo, além da presença de

“pelados” (áreas com pouca cobertura vegetal e sulcos de erosão), contribuirá para o assoreamento do reservatório da hidrelétrica de Itutinga/Camargos, a jusante e a conseqüente redução de sua vida útil. O problema foi considerado bastante sério, não só na microbacia estudada, como em toda região circunvizinha.

Araújo (2007) e Giarola (1994), corroborando com os autores supracitados, encontraram como uso mais expressivo as pastagens. A maior parte da região não está sendo utilizada de maneira mais intensiva conforme sua aptidão agrícola, o que ajuda a explicar os graves problemas que refletem na socioeconômica regional.

Áreas com superutilização representam 30,3 ha (17,3%) do total, ocorrendo devido ao avanço da pastagem extensiva sobre áreas inaptas para o pastoreio. Apenas 8,3 ha (2%) da área se enquadraram como tendo uso adequado. Isso se deve principalmente às áreas de pastagem plantada e à ocorrência das matas ciliares nas áreas inaptas para a agricultura.

5.4 Uso atual e aptidão agrícola nas áreas de preservação permanente na sub-bacia do ribeirão Vista Bela

Com base nos parâmetros regidos por lei, foi então gerado mapa da sub-bacias do ribeirão Vista Bela, com suas respectivas APPs, conforme se pode observar na Figura 5.

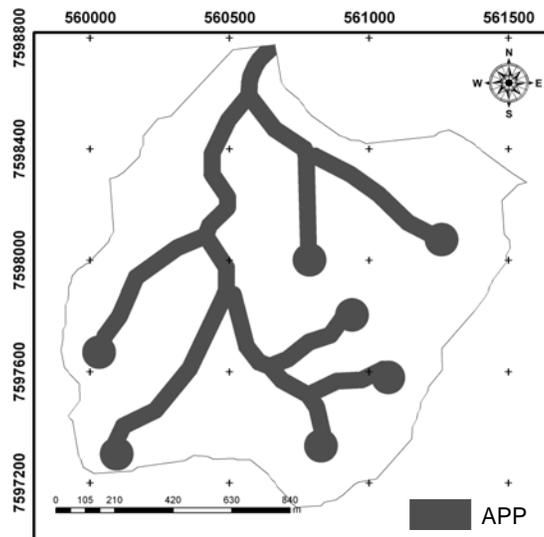


FIGURA 5. Áreas de preservação permanente na sub-bacia do ribeirão Vista Bela.

O emprego do Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras não abrange a legislação ambiental, ou seja, independentemente da aptidão da terra ser alta ou baixa, ela deve ser preservada, se está em área de preservação permanente. Essas áreas não são apropriadas para alteração de uso da terra e deveriam estar cobertas por vegetação nativa.

Na Tabela 6 são mostrados o uso atual e a aptidão agrícola somente para as áreas consideradas como APP, que representam 19,4% do total da sub-bacia. Áreas ocupadas com mata ciliar foram consideradas como de uso adequado e as áreas com pastagens, foram consideradas como inadequadas.

TABELA 6. Uso atual, situação do uso atual e aptidão agrícola das APPs na sub-bacia do ribeirão Vista Bela.

Uso atual	Situação ¹	Aptidão agrícola	Área (ha)
Mata ciliar	A	2abc	8,0
Mata ciliar	A	3(bc)	3,4
Mata ciliar	A	4p	0,6
Mata ciliar	A	5S	2,0
Pastagem nativa	NA	2abc	4,6
Pastagem nativa	NA	3(bc)	0,8
Pastagem nativa	NA	4p	2,5
Pastagem degradada	NA	2abc	3,4
Pastagem degradada	NA	4p	1,0
Pastagem degradada	NA	5S	1,2
Pastagem plantada	NA	2abc	5,5
Pastagem plantada	NA	4p	1,0
Total			34,0

¹A – situação adequada; NA – situação não adequada.

Pode-se observar a ocorrência de uso não adequado, com pastagens, em 58,8% da área destinada às APPs (20 ha). Essas áreas deveriam, em sua totalidade, estar cobertas por vegetação nativa, sendo vedada a sua utilização e, conseqüentemente, a remoção de suas coberturas vegetais originais.

A importância da preservação ou da restauração das florestas ao longo dos rios, ao redor de lagos, reservatórios e nascentes, fundamenta-se no amplo espectro de benefícios que essa vegetação traz ao ecossistema, exercendo função protetora sobre os recursos naturais bióticos e abióticos (Durigan & Silveira, 1999). Ela desempenha uma série de processos importantes que permitem manter a integridade e a estabilidade da bacia hidrográfica (Lima & Zakia, 2000). Entretanto, segundo Botelho & Davide (2002), deve-se considerar que a mata ciliar é apenas uma das formações vegetais que ocupam uma bacia hidrográfica e apenas a sua recomposição não é suficiente para recuperar a sua capacidade de “produção” de água da bacia.

É importante ressaltar o fato de que é justamente nas áreas destinadas às APPs que se encontram, em grande parte, as terras com aptidão agrícola mais elevada (2abc), presentes nas áreas mais planas no entorno da rede de drenagem, onde ocorrem os Neossolos Flúvicos. O processo de degradação dessas áreas é antigo por, geralmente, estarem situadas em solos férteis e úmidos, tendo iniciado com o desmatamento para a transformação da área pastagem. Com o passar do tempo, e dependendo da intensidade de uso, a degradação pode ser agravada pela redução da fertilidade do solo pela exportação de nutrientes pelas culturas, da erosão e da compactação do solo, pelo pisoteio do gado e pelo trânsito de máquinas agrícolas (Martins, 2001).

5.5 Aptidão agrícola das terras da sub-bacia do ribeirão Lavrinha

Constatou-se na área de estudo o predomínio de classe de aptidão 5N (aptidão boa para pastagem natural), representando 58,04% do total; seguida da classe de aptidão 6 (inapta para cultivo agrícola), em 31,41%; 2abc (aptidão regular para lavoura nos níveis de manejo A, B e C), com 7,08% e 4p (aptidão regular para pastagem plantada) com 3,46% da sub-bacia. Essas classes podem ser observadas na Figura 6, e as classes de solos, fases de relevo, aptidão agrícola, suas extensões (ha) e distribuição percentual são descritas na Tabela 7.

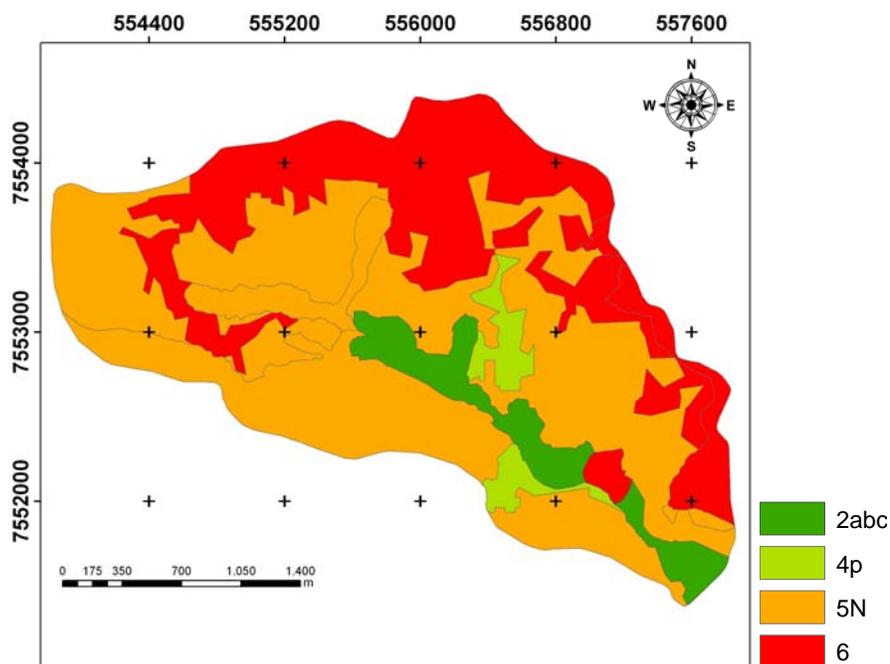


FIGURA 6. Aptidão agrícola das terras da sub-bacia do ribeirão Lavrinha.

TABELA 7. Classes de solos, fases de relevo, aptidão agrícola das terras nos níveis de manejo A, B e C com suas respectivas extensões (ha) e distribuição percentual da sub-bacia do ribeirão Lavrinha.

Solos ¹	Relevo	Aptidão agrícola	Área (ha)	%
CX	forte ondulado	5N	398,8	58,0
CX	montanhoso	6	210,0	30,6
CX	ondulado	4p	23,8	3,5
RY	plano	2abc	48,6	7,1
GX	plano	6	5,8	0,8
Total			687,0	100,0

⁽¹⁾ CX – Cambissolo Háplico; RY – Neossolo Flúvico; GX – Gleissolo Háplico.

O predomínio dos Cambissolos Háplicos na área foi determinante para o predomínio da classe de aptidão 5N, e as principais limitações inerentes a esse solo já foram anteriormente discutidas na outra sub-bacia estudada. Além das limitações químicas e físicas, as diferentes classes de relevo foram determinantes para a aptidão agrícola, em que os Cambissolos em relevo ondulado apresentam menores restrições quanto à mecanização e à suscetibilidade à erosão. Já o relevo forte ondulado é considerado inapto para a agricultura, pois a prevenção da erosão é difícil e dispendiosa, podendo ser antieconômica.

Embrapa (2003), em estudos de topossequência na região da serra da Mantiqueira, ressalta a baixa fertilidade natural dos Cambissolos da região, que são pobres em nutrientes e com elevados teores de alumínio trocável. As perdas de nutrientes por erosão tendem a ser elevadas, uma vez observados o relevo movimentado e a pouca espessura do *solum*.

Os Neossolos Flúvicos enquadram-se na classe de aptidão 2abc. Além do relevo plano, o que permite sua mecanização, com baixos riscos de erosão, não apresentam grandes restrições à fertilidade e são moderadamente drenados, com lençol freático aflorando apenas à 90 cm, caracterizando-se pela classe de solo com melhor aptidão agrícola nesta sub-bacia.

Já os Gleissolos Háplicos foram considerados inaptos para agricultura devido, principalmente, à má drenagem, pela proximidade do lençol freático e pela dificuldade de mecanização.

5.6 Uso atual da sub-bacia do ribeirão Lavrinha

De acordo com os critérios utilizados, ocorreram as seguintes classes de uso para a sub-bacia do ribeirão Lavrinha (Figura 7):

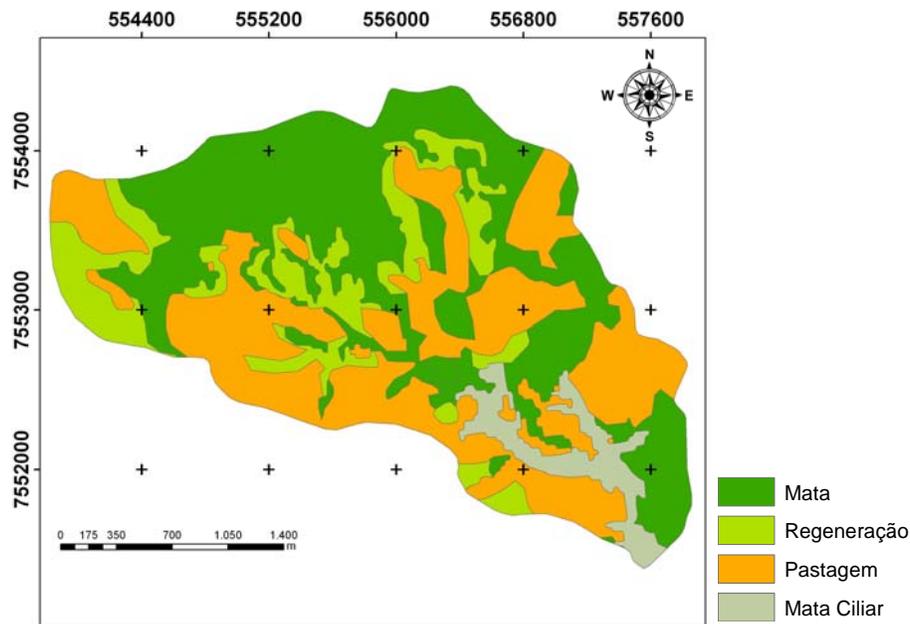


FIGURA 7. Uso atual das terras da sub-bacia do ribeirão Lavrinha.

- mata: representada pela mata atlântica ocupando principalmente a face norte da área (Figura 8), ocupando 41,8% do total;
- regeneração natural: vegetação nativa em estágio médio ou avançado de regeneração (Figura 8), representando 11,6% da área;
- pastagem: predomínio de pastagens nativas com baixa capacidade de suporte; há também a presença de pastagem plantada em menores proporções. Ocorrem principalmente na face sul, onde a exposição à radiação solar é maior (Figura 9) e representa 37,7% da área;
- mata ciliar: vegetação ocorre principalmente no entorno da rede de drenagem, representando 8,7% da sub-bacia.



FIGURA 8. Trecho de mata nativa (mata Atlântica) e regeneração natural na sub-bacia do ribeirão Lavrinha.



FIGURA 9. Aspecto da pastagem plantada na sub-bacia hidrográfica do ribeirão Lavrinha.

5.7 Aptidão agrícola *versus* uso atual da sub-bacia do ribeirão Lavrinha.

Cruzando-se os dados da aptidão agrícola com o uso atual, foi possível detectar discrepâncias (Tabela 8), com predomínio de terras subutilizadas com relação ao seu potencial agrícola, totalizando 456,19 ha (66,39%) da área. As

terras superutilizadas somam 53,14 ha (7,73%) e terras com uso adequado em relação à sua aptidão agrícola ocupam 177,78 ha (25,87%) da sub-bacia.

TABELA 8. Extensões do uso atual (ha) em relação à aptidão agrícola das terras da sub-bacia hidrográfica do ribeirão Lavrinha.

Uso atual	Subgrupo de aptidão			
	6	5N	4p	2abc
Mata	139,96¶	128,98§	2,84§	15,72§
Pastagem	53,14⌘	176,41§	14,29¶	15,80§
Regeneração natural	-	72,90§	3,39§	3,95§
Mata Ciliar	23,53¶	19,24§	13,97§	2,99§

§ - áreas com subutilização; ⌘ - áreas com superutilização; ¶ - áreas com uso adequado

Há em torno de 18 ha de terras em que predomina a mata, com capacidade para suportar atividades mais intensivas, como pastagens plantadas e lavoura (aptidão 2abc e 4p).

Em muitas áreas nas quais a mata deveria ser mantida, está ocorrendo o avanço de pastagens, principalmente nas mais declivosas. Esse avanço se dá, principalmente, pela atividade da pecuária leiteira.

Todavia, sendo essa área considerada uma bacia de cabeceira (localizada em região montanhosa, formando nascentes e drenando córregos e riachos), o manejo deve estar voltado à produção de água, preconizando usos que contribuam para o aumento da capacidade de infiltração de água. Nesta sub-bacia, o predomínio de solos rasos traz como consequência a necessidade da manutenção de cobertura vegetal composta por mata nativa, representada pela Floresta Atlântica que, além de proteção contra erosão, desempenha papel importante na captação e na distribuição de água das chuvas (Arcova & Cicco, 1997).

5.8 Uso atual e aptidão agrícola nas áreas de preservação permanente na sub-bacia do ribeirão Lavrinha

Com base nos parâmetros regidos por lei, foi então gerado mapa da sub-bacias do ribeirão Lavrinha, com suas respectivas APPs, conforme se pode observar na Figura 10.

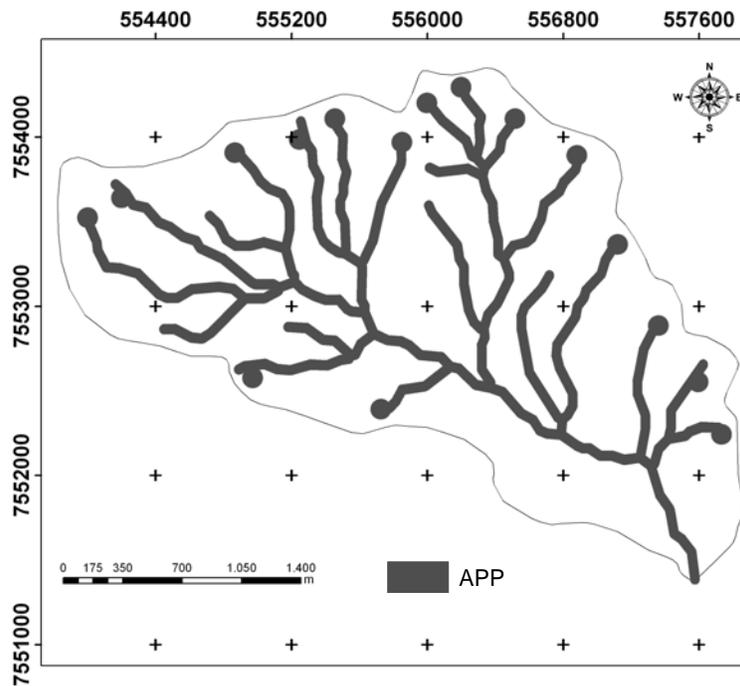


FIGURA 10. Áreas de preservação permanente na sub-bacia do ribeirão Lavrinha.

As áreas de preservação permanente representam 134 ha (19,5%) da área total. Conforme Tabela 9, o único uso indevido nessas áreas encontra-se nas pastagens (34%), visto que o restante está ocupado por mata nativa (42,6%), mata ciliar (7,4%) e regeneração natural (16%). Este último não foi considerado como uso indevido, pois a regeneração natural, termo que se refere às fases

juvenis das espécies, consiste num sistema de revegetação em que atuam os processos naturais de sucessão. Esse sistema é muito utilizado pelo fato de as plantas estabelecidas encontrarem-se totalmente adaptadas ao ambiente. Mesmo sendo considerado um processo lento de revegetação, esse não é um problema agravante na área, visto que os estágios de degradação não são avançados (Kobiyama et al., 2001).

Sendo essas áreas de elevadas altitudes e declive acentuado, além de elevada pluviosidade, são portanto consideradas instáveis e frágeis mas, nem por isso devem ter a conotação de preservação permanente na sua totalidade. Desde que bem manejadas, podem ter diferentes usos se forem adotadas práticas de conservação para evitar a redução substancial da capacidade de infiltração.

TABELA 9. Uso atual, situação do uso atual e aptidão agrícola das APPs na sub-bacia do ribeirão Lavrinha.

Uso atual	Situação ¹	Aptidão agrícola	Área (ha)
Mata nativa	A	2abc	4,1
Mata nativa	A	4p	1,5
Mata nativa	A	5N	31,2
Mata nativa	A	6	20,3
Pastagem	NA	2abc	3,3
Pastagem	NA	4p	3,1
Pastagem	NA	5N	30,4
Pastagem	NA	6	8,8
Regeneração	A	2abc	0,4
Regeneração	A	4p	0,4
Regeneração	A	5N	14,8
Regeneração	A	6	5,9
Mata ciliar	A	2abc	5,0
Mata ciliar	A	5N	4,1
Mata ciliar	A	6	0,7
Total			134,0

¹A – situação adequada; NA – situação não adequada.

Assim como na outra sub-bacia, ocorrem diversas classes de aptidão dentro das APPs, com predomínio da classe 5N. Mas, como é sabido, mesmo com aptidão superior, é recomendada a manutenção da vegetação nativa.

6 CONCLUSÕES

- Para as terras que podem ser utilizadas para agricultura, os principais fatores limitantes são a declividade e a baixa fertilidade natural, exigindo emprego de capital e de técnica para que alcancem seu máximo potencial produtivo de forma sustentável.

- As terras inaptas para a agricultura situam-se nas áreas de solos com pequena profundidade, relevo acidentado e muita pedregosidade e rochosidade.

- A utilização do sensoriamento remoto, por meio de imagens de satélites, aliado ao ambiente SIG, mostrou-se ferramenta adequada à detecção de discrepâncias entre aptidão agrícola e uso atual, facilitando o monitoramento das áreas.

- Observou-se o predomínio da subutilização das terras, o que demonstra o não aproveitamento do seu potencial agrícola em sua plenitude, com relação a sua aptidão agrícola.

- As áreas pertencentes às APPs têm diferenciados usos agrícolas, não ocorrendo a manutenção da vegetação nativa, conforme indicado por lei. Nessas áreas localizam-se as terras com aptidão agrícola mais elevada.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, J. R.; RESENDE, M. Considerações sobre o manejo de solos rasos desenvolvidos de rochas pelíticas no Estado de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 11, n. 128, p. 19-26, ago. 1985.

ALVES, D. S.; PEREIRA, J. L. G.; SOUZA, C. L. de. Análise comparativa de técnicas de classificação de imagens do sensor Landsat/TM para caracterização de áreas desflorestadas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 9, 1998, Santos, SP. **Anais...** Santos: INPE, 1998. CD-ROM.

ARAÚJO, A. R. **Solos da Bacia do Alto Rio Grande (MG): base para estudos hidrológicos e aptidão agrícola**. 2007. 332p. Tese (Solos e Nutrição de Plantas)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

ARCOVA, F. C. S.; CICCIO, V. Características do deflúvio de duas microbacias hidrográficas no Laboratório de Hidrologia Florestal Walter Emmerich, Cunha – SP. **Revista Instituto Florestal de São Paulo**, v. 9, n. 2, p. 153-170, 1997.

ASSAD, M. L. L. Uso de um sistema de informações geográficas na determinação da aptidão agrícola de terras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 19, n. 1, p. 133-139, 1995.

BENEMMA, J.; BEEK, K. J.; CAMARGO, M. **Interpretação de levantamentos de solos no Brasil. Primeiro esboço: um sistema de classificação de capacidade de uso da terra para “levantamento de reconhecimento dos solos”**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura. Divisão de Pedologia e Fertilidade do Solo, 1964. 60 p.

BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C. Métodos silviculturais para recuperação de nascentes e recomposição de matas ciliares. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 5., 2002, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, 2002. p.123-145.

SEQUENCIA hidrológica. Disponível em:
<http://grunwald.ifas.ufl.edu/Nat_resources/soil_forming_factors/formation.htm>. Acesso em: 20 jul. 2007.

CURI, N.; CHAGAS, C. da S.; GIAROLA, N. F. B. Distinção de ambientes agrícolas e relações solo-pastagens nos Campos da Mantiqueira (MG). In: EVANGELISTA, A. R.; CARVALHO, M. M.; CURI, N. (Ed.).

Desenvolvimento de pastagens na zona fisiográfica Campos das Vertentes MG: reunião de trabalho sobre pastagens nativas e desenvolvimento de pastagens para o gado de leite das zonas dos Campos Vertentes. Lavras: ESAL/EMBRAPA, 1994. p. 21-43.

DURIGAN, G.; SILVEIRA, E. R. Recomposição da mata ciliar em domínio de cerrado, Assis, SP. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 56, p. 135-144, dez. 1999.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA.
Caracterização dos solos em duas topossequências sobre diferentes litologias em áreas altimontanas na Serra da Mantiqueira. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2003. 31 p. (Documentos, 57).

ESCOLFORO, J. R. S.; CARVALHO, L. M. T. **Mapeamento e inventário da flora nativa e do reflorestamento de Minas Gerais.** Lavras: UFLA, 2006. 28 p.

FORMAGGIO, A. R.; ALVES, D. S.; EPIPHANIO, J. C. N. Sistema de informações geográficas na obtenção de aptidão agrícola e de taxas de adequação de uso das terras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 16, n. 2, p. 249-256, 1992.

GIAROLA, F. B. **Levantamento pedológico, perdas de solo e aptidão agrícola das terras na região sob influência do reservatório de Ututinga/Camargos (MG).** 1994. 235 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas)-Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.

GOMES, N. M.; FARIA, M. A.; SILVA, A. M.; MELLO, C. R.; VIOLA, M. R. Variabilidade espacial de atributos físicos do solo associado ao uso e ocupação da paisagem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 4, p. 427-435, 2007.

KOBIYAMA, M.; MINELLA, J. P. G.; FABRIS, R. Áreas degradadas e sua recuperação. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, n. 210, p. 10-17, maio/jun. 2001.

LIMA, W. P.; ZAKIA, M. J. B. Hidrologia em matas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. **Matas ciliares: conservação e recuperação.** São Paulo: Edusp/Fapesp, 2000. p. 33-44.

MARTINS, S. V. **Recuperação de matas ciliares.** Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2001. 146p.

MOTTA, P. E. F.; CURI, N.; SILVA, M. L. N.; MARQUES, J. J. G. S. M.; PRADO, N. J. S.; FONSECA, E. M. B. **Levantamento pedológico detalhado, erosão dos solos, uso atual e aptidão agrícola das terras de microbacia piloto na região sob influência do reservatório de Itutinga/Camargos-MG.** Belo Horizonte: CEMIG, 2001. 51 p.

OLIVEIRA, G. C.; FERREIRA, M. M.; CURI, N. Caracterização físico-hídrica da Cambissolos da microrregião Campos da Mantiqueira (MG). **Ciência e Prática**, Lavras, v. 18, n. 4, p. 341-348, out./dez. 1994.

OLIVEIRA, J. B.; JACOMINE, P. K. T.; CAMARGO, M. N. **Classes gerais de solos do Brasil.** Jaboticabal: FUNEP, 1992. 201 p.

PEDRON, F. A.; POELKING, E. L.; DALMOLIN, R. S. D.; AZEVEDO, A. C.; KLAMT, E. A aptidão de uso da terra como base para o planejamento da utilização dos recursos naturais no município de São João do Polêsine – RS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 1, p. 105-112, jan./fev. 2006.

RAMALHO FILHO, A. ; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras.** 3.ed. rev. Rio de Janeiro: EMBRAPA/ CNPS, 1995. 65 p.

RAMALHO FILHO, A.; PEREIRA, E. G.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras.** Brasília: SUPLAN/EMBRAPA, 1978. 70 p.

ROY, P. S.; TOMAR, S. Landscape cover dynamics pattern in Meghalaya. **Remote Sensing**, v. 22, n. 18, p. 3813- 3825, 1995.

SANTOS, D.; CURI, N.; FERREIRA, M. M.; EVANGELISTA, A. R.; CRUZ, A. B.; TEIXEIRA, W. G. Perdas de solo e produtividade de pastagens nativas melhoradas sob diferentes práticas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 2, p. 183-189, fev. 1998.

VALÉRIO FILHO, M.; DONZELI, P. L.; PINTO, S. dos A. F. Monitoramento da dinâmica do uso agrícola e vegetação natural em microbacias hidrográficas através de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26., 1997, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBSCS, 1997. CD ROM.

CAPÍTULO 3

1 RESUMO

Menezes, Michele Duarte de. Levantamento de solos em sub-bacias hidrográficas como apoio para estudos da potencialidade de recarga de aquíferos. In: _____. **Levantamento de solos em sub-bacias hidrográficas como apoio para avaliação do uso da terra e da potencialidade de recarga de aquíferos.** 2007. Cap. 3, p. 81 – 100. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.⁵

A água é um recurso indispensável às atividades agropecuárias e deve ser manejada adequadamente, evitando problemas ambientais, como erosão e assoreamento de rios. O levantamento pedológico oferece embasamento para a simulação hidrológica e para o entendimento de como o solo pode influenciar nos mecanismos de partição da água, especialmente como ele se comporta em relação à parcela de água que atinge os aquíferos. Desse modo, informações como classes de solos, tipos de horizonte A e classes de declive foram utilizadas neste trabalho, como critérios para a distinção de diferentes classes de potencial para recarga de aquíferos, sendo esses elementos avaliados recebendo um valor de acordo com sua influência na recarga, esses valores são multiplicados e as áreas homogêneas são então classificadas como baixo, médio ou bom potencial na recarga de aquíferos. Assim, os Latossolos e os Neossolos Flúvicos na sub-bacia hidrográfica do ribeirão Vista Bela foram os principais responsáveis pela maior área com bom potencial na recarga de aquíferos, totalizando 62,64% do total, devido à maior permeabilidade, profundidade e posição desses solos na paisagem. As áreas com baixo potencial de recarga ocorreram em áreas com Cambissolos e Neossolos Litólicos em relevo mais movimentado, por apresentarem pequena profundidade e baixa permeabilidade. A sub-bacia hidrográfica do ribeirão Lavrinha apresentou predomínio de áreas com baixo potencial para a recarga de aquíferos devido ao predomínio de Cambissolos (em 93,07% da sub-bacia) e relevos muito acidentados, com extensas áreas com relevo montanhoso e horizonte A fraco em 13,71% do total, que foram considerados fatores extremos para a baixa recarga de aquíferos. Mesmo apresentando características pedológicas que denotam baixo potencial de recarga de aquíferos, os excedentes hídricos são consideravelmente elevados na sub-bacia do ribeirão Lavrinha, contribuindo para o escoamento subterrâneo na

⁵ Comitê orientador: Nilton Curi (UFLA) e João José G.S.M. Marques (UFLA).

região. O uso do solo nesta sub-bacia é fundamental, se houver manutenção da cobertura nativa, a recarga está garantida; se houver substituição para pastagem, ocorrerão sérios problemas devido às características dos solos.

2 ABSTRACT

Menezes, Michele Duarte de. **Soil survey in hydrographic watersheds as support to evaluation of aquiferous recharge potential**. In: _____. Chap. 2, p. 81 - 100. Thesis (Master in Soils Science) – Federal University of Lavras, Lavras, Minas Gerais Brazil.⁶

Water is a fundamental resource for agricultural activities and should be adequately managed, avoiding environmental problems, such as erosion and rivers dumping. The pedological survey offers background for the hydrologic simulation and water partition, mainly in relation to the soil behavior concerning the water parcel that reaches the aquiferous. So, informations involving soil classes, A horizon types, and slope classes were utilized in this work as criteria for distinguishing potential classes for aquiferous recharge. In this way, the Latosols and Fluvic Neosols in the Vista Bela creek hydrographic watershed were the main responsible for the higher area having good potential for aquiferous recharge, representing 63% of the total, due to their higher permeability and depth, and their favorable landscape position. The Lavrinha creek hydrographic watershed revealed dominance of areas with low potential for aquiferous recharge, due to the fact that the Cambisols represent 93% of the area, and the very accentuated slopes. Even presenting pedologic attributes witch indicate low potential for aquiferous recharge, the hydric surplus are considerably high in the Lavrinha creek watershed, contributing for the underground water flux in the region. The soil use in this watershed is fundamental; if the native cover is maintained, the recharge is assured; if pasture replaces the native cover serious problems should happen, due to the soils attributes.

⁶ Guiddance Commite: Nilton Curi – UFLA; João José Marques - UFLA.

3 INTRODUÇÃO

É importante ressaltar que as águas subterrâneas doces constituem 96,3% de toda a água doce disponível no planeta; somente 3,7% de toda a água disponível (rios, lagos e pântanos) encontra-se sobre os continentes. Os usos múltiplos dessas águas são crescentes e vêm assumindo importância cada vez mais relevante como fonte de abastecimento devido a uma série de fatores que restringem a utilização das águas superficiais. Para que esse uso seja sustentável, é necessário compreender como ocorrem os processos que promovem a recarga dessas águas, para uma melhor gestão desses recursos.

Além das várias finalidades já descritas a respeito dos levantamentos pedológicos, outra importante finalidade é fornecer dados que sirvam como base para a simulação hidrológica em bacias hidrográficas, subsidiando o monitoramento hidrológico, climatológico, de perdas de solo, etc.

O solo funciona como um reservatório dinâmico de água, onde suas características podem influenciar esse sistema de partição de água, especialmente infiltração, afetando de forma direta o processo de recarga de aquíferos, uma vez que este está diretamente associado à capacidade de infiltração dos solos e à sua posição na paisagem.

Os estudos de recarga de aquíferos são fundamentais em relação aos recursos hídricos subterrâneos anualmente renováveis. Sua avaliação diz respeito às disponibilidades hídricas tanto para abastecimento público quanto para agricultura, haja vista que a perenização dos cursos d'água depende fundamentalmente da recarga hídrica subterrânea.

Seguindo o esquema da Figura 1, a água da chuva (P), ao atingir a superfície, pode seguir os seguintes caminhos: escoar superficialmente em direção ao curso d'água (ES), infiltrar (I) e retornar para a atmosfera através da evapotranspiração (E, T). A parcela que infiltra pode drenar para os lençóis

freáticos e artesianos (RA), colaborando para a recarga dos mesmos, ou ficar retida no solo, funcionando como reservatório de água para as plantas. O destino da água infiltrada será função das características do sub-solo, do relevo e da ação da vegetação. O fenômeno da infiltração é, portanto, muito importante para a recarga de aquíferos, pois eles são reabastecidos basicamente por infiltração de água das chuvas, e, em menor escala, por corpos d'água superficiais.

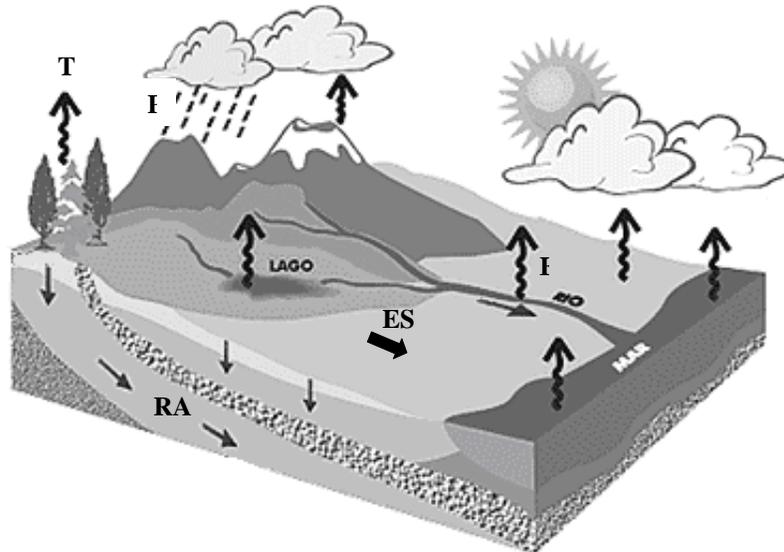


FIGURA 1. Esquema básico do ciclo hidrológico.

Um aquífero ocorre quando o lençol subterrâneo é estabelecido em uma formação suficientemente porosa, capaz de admitir uma quantidade considerável de água e permitir seu escoamento em condições favoráveis para utilização (Pinto et al., 1976), podendo receber fluxos para a recarga e constituindo uma adição ao reservatório de água subterrânea (Lerner et al., 1990; De Vries & Simmers, 2002). Os aquíferos podem ser reabastecidos localmente pela infiltração da água das chuvas. É a chamada recarga direta, característica dos

aquíferos livres. Já nos aquíferos confinados o mais comum é que aconteça a recarga indireta, na qual o reabastecimento ocorre somente nos locais em que a camada que contém o aquífero aflora (De Vries & Simmers, 2002).

Deve-se ressaltar que nesses processos é desejável que a bacia hidrográfica não funcione como um recipiente impermeável, devolvendo a maior parte da água recebida da precipitação logo após a chuva. Ela deve absorver boa parte dessa água, armazená-la em seu lençol subterrâneo e, paulatinamente, cedê-la aos cursos d'água, mantendo boa vazão durante os períodos de seca (Valente & Castro, 1983) ou mesmo em períodos com elevados índices de pluviosidade. Neste contexto, a água subterrânea interage com os rios, lagos e nascentes, tornando-os perenes.

Dentro dessas considerações, o solo funciona como um reservatório dinâmico de água cujas características podem influenciar esse sistema de partição de água bem como a infiltração. Deve-se então analisar o efeito que as características dos solos como corpos tridimensionais que possuem profundidade e relevo, exercem nesses aspectos (Resende et al., 1998). Com isso, conclui-se que é possível obter informações básicas para estudos hidrológicos com base em um levantamento pedológico.

Pissarra et al. (2004), estudando características morfométricas em Jaboticabal, SP, concluíram que à medida que o relevo tornou-se mais movimentado, em um mesmo ambiente climático, ocorreu maior dificuldade na infiltração de água com conseqüente aumento no escoamento superficial direto (enxurrada). Essas características foram mais tênues nos Latossolos, refletindo sua maior permeabilidade.

Além do relevo, duas das características que mais interessam à dinâmica da água, bem como à infiltração são a permeabilidade e a profundidade efetiva. Textura, estrutura e infiltração relacionam-se com as classes de solo (Resende et al., 1998).

Latosolos em geral, independentemente do teor de argila, destacam-se nesse aspecto. Os Neossolos Litólicos ocupam lugar oposto ao dos Latossolos, apresentando baixa permeabilidade quando a rocha próxima à superfície é permeável ou pouco permeável, além da pequena profundidade efetiva.

Zimback & Carvalho (1996), trabalhando em três bacias hidrográficas da região de Marília (SP), concluíram que os Neossolos Litólicos apresentam elevada condutividade hidráulica. Porém, essa condutividade é controlada pelo estrato rochoso próximo à superfície, constituído por arenito do grupo Bauru. Os mesmos autores afirmam ainda que, nos Neossolos Flúvicos e Gleissolos, solos que sofrem maior influência do lençol freático, a drenagem interna está intimamente ligada à profundidade do lençol.

Já os Cambissolos possuem baixa permeabilidade e baixa profundidade efetiva (Resende et al., 1998). Para Souza & Campos (2001), a associação entre baixa condutividade hidráulica, pequena espessura dos Cambissolos e ocupação de relevos mais movimentados confere aos mesmos as piores condições de recarga de aquíferos.

Além das características inerentes ao solo, deve-se destacar também o papel da vegetação na dinâmica da água. Schuler (2003), trabalhando em microbacias no estado do Pará com diferentes tipos de vegetação, observou diferenças na condutividade hidráulica e na porosidade quando comparou microbacias sob pastagens e florestas, enfatizando que a cobertura vegetal exerce importante papel na infiltração de água no solo.

Desse modo, este trabalho foi realizado com o intuito de interpretar atributos pedológicos para embasamento de estudos hidrológicos voltados para a potencialidade de recarga de aquíferos, em duas sub-bacias hidrográficas da bacia do Alto Rio Grande (MG).

4 MATERIAL E MÉTODOS

Para o embasamento do estudo hidrológico foram analisados dados em um ambiente SIG, com base no conhecimento acumulado sobre o comportamento dos solos. Sua aplicação foi efetuada de forma que cada unidade homogênea dos elementos é avaliada recebendo um valor numérico de acordo com sua capacidade no potencial de recarga dos aquíferos. As características consideradas relevantes foram escolhidas de acordo com metodologia proposta por Araújo (2007), com adaptações para as sub-bacias de estudo (Tabela 1). Foram utilizados três critérios básicos dentro de cada unidade de mapeamento: classe de solo, tipo de horizonte A e fase de relevo, descritos a seguir.

TABELA 1. Valores atribuídos aos critérios selecionados para interpretação da recarga de aquíferos nas sub-bacia estudadas (adaptado de Araújo, 2007).

Valor	a) Classes de solo ¹	b) Tipos de horizonte A	c) Fases de relevo
1	Solos rasos (CX, RL)	A fraco	Montanhoso
2	CH	A moderado	Ondulado e forte ondulado
3	Solos intermediários (C em associação com L)	A proeminente	Plano e suave ondulado
4	Solos profundos (L, G e RY)	-	-

⁽¹⁾ CX – Cambissolo Háplico; RL – Neossolo Litólico; CH – Cambissolo Húmico; C- Cambissolo; L – Latossolo; G – Gleissolo; RY – Neossolo Flúvico.

a) Classes de solos quanto à profundidade: solos que não possuem impedimento à infiltração estão menos sujeitos ao processo de escoamento superficial e erosão e conseqüentemente melhores condições para infiltração de água;

b) Tipos de horizonte A: esses apresentam, geralmente, maiores teores de matéria orgânica, o que influencia na retenção de água e no processo inicial

de infiltração. Esse horizonte pode sofrer modificações ao longo do tempo devido ao uso antrópico, reduzindo os teores de matéria orgânica e profundidade;

c) Fases de relevo: em condições equiparáveis, quanto maior a declividade, maior o escoamento superficial, menor a infiltração e, conseqüentemente, menor é seu valor com respeito à recarga de aquíferos. O contrário ocorre em relevos mais planos.

Os dados foram então cruzados, multiplicando-se os valores atribuídos para classe de solo quanto à profundidade, aos tipos de horizonte A e as fases de relevo. Valores encontrados entre 1 e 6 foram considerados como de baixo potencial de recarga de aquíferos; entre os valores 7 a 12, foram considerados como de médio potencial; e valores entre 13 e 36, como de bom potencial de recarga de aquíferos. Esse cruzamento pode ser melhor ilustrado com a aplicação da metodologia, conforme Tabela 2.

TABELA 2. Exemplo ilustrativo da metodologia de Araújo (2007).

Classes de solo	Tipo de horizonte A		Fase de relevo		Potencial de recarga	
LVA	A moderado		Ondulado		Bom	
4	x	2	x	2	=	16

Os Neossolos Flúvicos e Gleissolos, assim como os Latossolos, possuem alta capacidade de recarga de aquíferos. Todavia, as duas primeiras classes são importantes devido à maior proximidade do aquífero, por existir uma camada impermeável abaixo destes.

Além dos aspectos associados às classes de solos, é imperativo considerar a influência do balanço hídrico em cada sub-bacia hidrográfica e o tipo de cobertura vegetal predominante, especialmente nas análises associadas à

sub-bacia hidrográfica do ribeirão Lavrinha, localizado junto à Serra da Mantiqueira, com excedentes hídricos consideravelmente elevados, o que contribui de forma significativa para o escoamento subterrâneo na região.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Potencialidade de recarga de aquíferos na sub-bacia do ribeirão Vista Bela

As classes de solos encontradas com seus respectivos tipos de horizonte A e fases de relevo, bem como o potencial de cada classe em relação ao potencial de recarga de aquíferos com suas respectivas extensões (ha) e porcentagens, estão descritos na Tabela 2.

TABELA 2. Classes de solos, tipos de horizonte A, fases de relevo, potencial de recarga e suas respectivas extensões (ha) e porcentagens da sub-bacia do ribeirão Vista Bela.

Classes de solo ¹	Tipos de horizonte A	Fases de relevo	Potencial de recarga	Área (ha)	%
LVA	Moderado	Suave ondulado	Bom	2,8	1,6
LVA	Moderado	Ondulado	Bom	37,0	21,1
LVA	Moderado	Forte ondulado	Bom	14,8	8,5
LVA	Proeminente	Ondulado	Bom	5,6	3,2
LV	Moderado	Ondulado	Bom	21,3	12,2
LA	Moderado	Ondulado	Bom	1,0	0,6
CX	Fraco	Suave ondulado	Baixo	6,6	3,8
CX	Moderado	Ondulado	Baixo	26,7	15,3
CX	Moderado	Forte ondulado	Baixo	28,0	16,0
RY	Moderado	Plano	Bom	27,2	15,5
RL	Moderado	Forte ondulado	Baixo	4,0	2,3
Total				175,0	100,0

⁽¹⁾ LVA – Latossolo Vermelho-Amarelo; LV – Latossolo Vermelho; LA – Latossolo Amarelo; CX – Cambissolo Háplico; RY – Neossolo Flúvico; RL – Neossolo Litólico.

Pôde-se observar o predomínio de áreas com bom potencial de recarga, totalizando 62,7%, seguidas de áreas com baixo potencial de recarga, que representam 37,4% da área.

O predomínio de Latossolos é um dos grandes responsáveis pelo bom potencial de recarga, sejam eles Vermelhos, Vermelho-Amarelos ou Amarelos. Esses solos possuem elevada profundidade além de maior permeabilidade, devido principalmente à sua melhor agregação, oferecendo boas condições para infiltração de água no solo.

Os Neossolos Flúvicos possuem também elevado potencial de recarga por estarem presentes em posição privilegiada na paisagem, mas com um processo diferenciado dos Latossolos devido à proximidade do aquífero.

Já os Cambissolos são os principais responsáveis pelo baixo potencial de recarga. Diversos trabalhos relatam propriedades dos Cambissolos relacionadas ao seu baixo potencial de infiltração, com conseqüente diminuição da sua contribuição em relação à recarga de aquíferos, especialmente em regiões com balanço hídrico ligeiramente positivo ou negativo, e temperaturas altas, favorecendo as transferências verticais de valor de água.

Bono et al. (1996) relatam que os Cambissolos na microrregião Campos da Mantiqueira apresentaram piores propriedades físicas como baixa macroporosidade e, conseqüentemente, baixa permeabilidade (Ferreira et al., 1999). Os altos valores de silte mais areia fina dos mesmos acarretam o aparecimento de camadas adensadas em profundidade e crostas na superfície, tendo como conseqüência a redução da infiltração (Lemos & Lutz, 1957; Resende et al., 1988; Resende, 1985).

Souza & Campos (2003) constataram baixa condutividade hidráulica dos Cambissolos em ensaios de permeabilidade no Distrito Federal. Esse comportamento foi devido, principalmente, à sua pequena espessura e ao fato desses solos ocuparem os relevos mais movimentados, corroborando a baixa capacidade de recarga de aquíferos desses solos, especialmente nas condições climáticas do local de estudo dos autores.

Outro fator relevante é a presença de Cambissolos com horizonte A fraco (3,8%), indicando que parte dele talvez tenha sido removido por erosão, diminuindo sua profundidade e teor de matéria orgânica, com conseqüente redução da infiltração de água. Entre as várias formas de degradação das terras, a erosão dos solos constitui um grave problema, pois a perda do horizonte A dos solos implica na diminuição dos teores de matéria orgânica e nutrientes deteriorando propriedades físicas e biológicas, tornando os solos menos aptos à retenção de água (Embrapa, 2004). Já os Neossolos Litólicos presentes em áreas de relevo forte ondulado estão muito próximos à rocha de origem, ou seja, possuem pouca espessura do *solum*.

Para Chaves et al. (1993), embora existam diversos métodos de previsão da infiltração na literatura, eles geralmente apresentam pouca precisão quando há processos dinâmicos ocorrendo na superfície, como a alternância da formação e destruição do selo superficial. O repetido impacto direto das gotas de chuva contribui para a redução da taxa de infiltração por meio da formação de uma fina camada adensada na superfície, com uma condutividade hidráulica substancialmente menor do que a do solo subjacente, conhecida como selamento superficial ou encrostamento. A formação desta camada é intensificada pela reduzida cobertura vegetal, como a proporcionada por algumas pastagens degradadas, gerando encrostamento principalmente em Cambissolos que, segundo Resende (1985), ocorre devido aos elevados teores de silte em relação à argila, diminuindo assim sua permeabilidade e aumentando sua suscetibilidade à erosão. É exatamente nesta condição de uso do solo que se encontram os Cambissolos da sub-bacia do ribeirão Vista Bela.

Embora esta sub-bacia apresente de forma geral um bom potencial para recarga de aquíferos, a pluviosidade da região restringe parcialmente a recarga. Como a precipitação média anual é de 1.450 mm e a deficiência hídrica anual é de até 50 mm, além de veranicos, esses índices diminuem a quantidade de água

que atinge os aquíferos. Assim, a demanda atmosférica para vapor d'água, associada ao estado de degradação do uso atual do solo predominante na sub-bacia (pastagens), podem estar comprometendo o potencial de recarga de aquíferos nesta sub-bacia, provocando escoamento subterrâneo bastante reduzido em épocas secas, conforme constatado por Silva & Mello (2005), por meio de monitoramento hidroclimático da mesma.

5.2 Potencialidade de recarga de aquíferos na sub-bacia do ribeirão Lavrinha

Na Tabela 3 estão as classes de solo, tipos de horizonte A, fases de relevo, potencial de recarga e suas respectivas extensões (ha) e porcentagens na sub-bacia do ribeirão Lavrinha.

TABELA 3. Classes de solos, tipos de horizonte A, fases de relevo, potencial de recarga e suas respectivas extensões (ha) e porcentagens na sub-bacia do ribeirão Lavrinha.

Classes de solo ¹	Tipos de horizonte A	Fases de relevo	Potencial de recarga	Área (ha)	%
CX	Fraco	Forte ondulado	Baixo	94,2	13,7
CX	Moderado	Forte ondulado	Baixo	281,4	41,0
CX	Moderado	Montanhoso	Baixo	183,0	26,6
CX	Moderado	Ondulado	Baixo	23,0	3,3
CX	Proeminente	Forte ondulado	Baixo	24,0	3,5
CX	Proeminente	Montanhoso	Baixo	27,0	3,9
RY	Moderado	Plano	Bom	48,6	7,1
GX	Moderado	Plano	Bom	5,8	0,8
Total				687,0	100,0

⁽¹⁾ CX – Cambissolo Háplico; RY – Neossolo Flúvico; GX – Gleissolo Háplico

A sub-bacia apresenta baixo potencial de recarga de aquíferos devido principalmente às características pedológicas (92,07% da área composta por Cambissolos) e elevadas declividades (predomínio de relevo forte ondulado e montanhoso). As propriedades inerentes aos Cambissolos já foram discutidas

anteriormente. Uma justificativa para os Cambissolos em relevo acidentado apresentarem baixo potencial de recarga foi dada por Ranzini et al. (2004) em estudando sub-bacia sob mata atlântica. Esses autores afirmam que nessas áreas o potencial gravitacional da água nos solos é bem maior em relação às áreas mais baixas, de referência. Isso aumenta o escoamento subsuperficial reduzindo a infiltração da água em maiores profundidades.

Uma consideração importante em relação aos Cambissolos dessa sub-bacia é que eles apresentam, de acordo com o perfil modal descrito e pontos de prospecção (microtrincheiras), maiores profundidades que os da sub-bacia do ribeirão Vista Bela, indicando, neste aspecto, uma maior potencial de recarga de aquíferos.

Já os Gleissolos e Neossolos Flúvicos apresentam bom potencial de recarga por, estarem em paisagens mais planas, favorecendo a infiltração, além de receberem um maior fluxo de água das áreas circundantes de maior declive. Entretanto, esses solos representam apenas 8% da área total, uma parcela menos significativa e de baixa efetividade relativa para recarga de aquíferos.

Além dos fatores já mencionados, deve-se destacar que as unidades litológicas do Grupo Andrelândia apresentam-se bastante fraturadas (CETEC, 1983), fazendo com que o horizonte C desses solos assumam maior importância na manutenção da qualidade e abundância das águas dessa bacia.

Com a constatação do baixo potencial para recarga de aquíferos dos solos desta sub-bacia, com base dos atributos pedológicos, uma das alternativas para minimizar esses efeitos é a manutenção de uma eficiente cobertura vegetal, com plantas de baixo consumo hídrico. Nesse ambiente, os declives acentuados tornam esses solos mais expostos à erosão. A fração orgânica em equilíbrio com a cobertura vegetal tem, portanto, a função de gerar cargas e ciclar nutrientes, sendo esses mecanismos importantes para o controle da qualidade da água (Embrapa, 2003).

Uma vez que essa cobertura vegetal esteja mantida, ocorre o retardamento da movimentação de água em direção aos cursos, reduzindo o escoamento superficial, produzindo, até mesmo, um efeito tampão na capacidade de retenção de água pelos solos em períodos maior concentração de chuvas (Cardoso et al., 2006).

Junqueira Júnior (2006), monitorando vazões no período seco em nascentes sob mata nativa na Serra da Mantiqueira, constatou forte depleção do escoamento subterrâneo em nascentes sob pastagem nesta sub-bacia, chegando até mesmo, a verificar o secamento da mesma no final do período seco. Isso mostra que, apesar de os solos serem rasos e movimentados na sub-bacia, a manutenção da cobertura vegetal nativa promove condições ótimas para recarga de aquíferos, o que pode ser estendido para toda a região da Serra da Mantiqueira. Isto significa que a implantação de pastagens pode produzir efeitos drásticos no processo de recarga, devido às condições pedológicas do Cambissolo e ao relevo movimentado.

Um detalhe adicional importante diz respeito à existência de uma espessa serrapilheira na parte florestada da sub-bacia, constatada por Junqueira Júnior (2006), cuja decomposição é dificultada pelas temperaturas mais baixas que ocorrem na serra da Mantiqueira. Essa serrapilheira tem ação de retenção dos impactos diretos da chuva, absorvendo grande parte da mesma e transmitindo-a lentamente para o solo e daí para os aquíferos.

É importante salientar também que os dados pluviométricos são fundamentais para o controle de recarga dos aquíferos, bem como para a previsão de quantidade de água acumulada. Não basta que o terreno tenha condições favoráveis, sem que haja contribuição do ponto de vista pluviométrico (Souza et al., 2003). Para esta sub-bacia, o regime pluviométrico não é um fator limitante devido à elevada precipitação média anual (2000 mm) e chuvas bem distribuídas ao longo do ano.

6 CONCLUSÕES

- Os Latossolos e os Neossolos Flúvicos na sub-bacia do ribeirão Vista Bela são os principais responsáveis pela maior área com bom potencial na recarga de aquíferos, devido à maior permeabilidade, profundidade e posição desses solos na paisagem. Os Cambissolos Háplicos e Neossolos Litólicos foram responsáveis pelas áreas com baixo potencial de recarga, devido à pequena profundidade e baixa permeabilidade.

- No tocante à sub-bacia do ribeirão Vista Bela, as áreas cobertas com Cambissolos e Neossolos Litólicos devem merecer atenção especial, com monitoramento mais frequentes.

- Mesmo apresentando características pedológicas que denotam baixo potencial de recarga de aquíferos, os excedentes hídricos são consideravelmente elevados na sub-bacia do ribeirão Lavrinha, contribuindo para o escoamento subterrâneo na região. O uso do solo é fundamental. Se houver manutenção da cobertura nativa, a recarga está garantida; se houver substituição para pastagem, ocorrerão sérios problemas pelas características dos solos (Cambissolos).

- Nos Latossolos da sub-bacia do ribeirão Vista Bela, cujos solos apresentam maior profundidade, impactos quanto à recarga de aquíferos não ocorrerão com a mesma intensidade com o uso de pastagens, desde que ela seja bem manejada.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, A. R. **Solos da Bacia do Alto Rio Grande (MG):** base para estudos hidrológicos e aptidão agrícola. 2007. 332p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas)–Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

BONO, J. M. A.; CURI, N.; FERREIRA, M. M.; EVANGELISTA, A. R.; CARVALHO, M. M.; SILVA, M. L. M. Cobertura vegetal e perdas de solo por erosão em diversos sistemas de melhoramento de pastagens. **Pasturas Tropicais**, v. 18, n. 2, 1996.

CARDOSO, C. A.; DIAS, H. C. T; MARTINS, S. V; SOARES, C. P. B. Caracterização hidroambiental da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo, RJ. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 30, n. 2, p. 249-256, 2006.

CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS. **Diagnóstico ambiental do Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: CETEC 1983. 158 p.

CHAVES, H.M. L; ORLOWSKI, E.; ROLOFF, G. Previsão da infiltração sob condições dinâmicas de selamento superficial. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 17. p. 141-147, 1993

DE VRIES, J.J.; SIMMERS, I. Ground water recharge: an overview of processes and challenges. **Hydrogeology Journal**, v. 10. p. 5-17, 2002.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Caracterização dos solos em duas topossequências sobre diferentes litologias em áreas altimontanas na Serra da Mantiqueira**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2003. 31 p. (Documentos, 57).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Aptidão agrícola das terras da Microbacia do Ribeirão São Domingos, Município de Santa Margarida, Minas Gerais**. Rio de Janeiro: CNPS, 2004. 38 p.

FERREIRA, M. M.; FERNANDES, B.; CURI, N. Mineralogia da fração argila e estrutura de Latossolos da região Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, p. 507-514, 1999.

JUNQUEIRA JÚNIOR, J. A. **Escoamento de nascentes associado à variabilidade espacial de atributos físicos e uso do solo em uma bacia hidrográfica de cabeceira do Rio Grande, MG.** 2006. 84 p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

LEMOS, P.; LUTZ, J. F. Soil crusting and some factors affecting it. **Soil Science Society of America Proceedings.** Madison, v. 21, p. 485-491, 1957.

LERNER, D. N.; ISSAR, A. S.; SIMMERS, I. **Groundwater recharge: a guide to understanding and estimating natural recharge.** International Contributions to Hydrogeology. V.8. International Association of Hydrogeologists, Verlag Heinsz Heise. 1990

PINTO, N. L. S.; HOLTZ, A. C. T.; MARTINS, J. A.; GOMIDE, F. L. S. **Hidrologia aplicada.** São Paulo: Blücher, 1976. 278p.

PISSARRA, T. C. T.; POLITANO, W.; FERRAUDO, A. S. Avaliação de características morfométricas na relação solo-superfície da Bacia Hidrográfica do Córrego Rico, Jaboticabal (SP). **Revista Brasileira de Ciência do Solo,** Viçosa, MG, v. 28, n. 2, mar./abr. 2004.

RANZINI, M. RIGHETTO, A. M.; LIMA, W. P.; GUANDIQUE, M. E. G.; ARCOVA, F. C. S.; CICCIO, V. Processos hidrológicos de uma microbacia com Mata Atlântica, na região da Serra do Mar, SP. **Scientia Forestalis,** n. 66, p. 108-119, dez. 2004.

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

RESENDE, M.; CURTI, N.; SANTANA, D. P. **Pedologia e fertilidade do solo:** interações e aplicações. Brasília: MEC/ESAL/POTAFOS, 1988. 81 p.

RESENDE, S. B.; LANI, J. L.; RESENDE, M. Solo como reservatório dinâmico na produção de água. **Revista Ação Ambiental,** Viçosa, MG, v. 3, p. 23-26, 1998.

SCHULER, A. E. **Fluxos hidrológicos em microbacias com floresta e pastagem na Amazônia Oriental, Paragominas, Pará.** 2003. 119 p. Tese (Doutorado em Ciências)-Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Piracicaba, SP.

SILVA, A. M.; MELLO, C. R. **Estudos hidrológicos sobre o regime de escoamento das sub-bacias hidrográficas de drenagem da região do Alto Rio Grande à montante da UHE de Camargos/CEMIG.** Relatório final do Projeto P&D 076. [Belo Horizonte]: CEMIG/ANEEL, 2005. 500 p.

SOUZA, A. L. N.; FERNANDES, V. H.; CARVALHO, L. G.; ANTUNES, M. A. H. Geoprocessamento para estudos de potencial hidrogeológico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA, 21., 2003, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, 2003.

SOUZA, M. T.; CAMPOS, J. E. G. O papel dos regolitos nos processos de recarga de aquíferos do Distrito Federal. **Revista Escola de Minas**, Ouro Preto, v. 54, n. 3, p. 191-198, jul./set. 2001.

VALENTE, O. F.; CASTRO, P. F. A bacia hidrográfica e a produção de água. **Informe Agropecuário**, v. 9, n. 100, p. 53-56, 1983.

ZIMBACK, C. R. L.; CARVALHO, A. M. C. Caracterização hídrica de solos de três bacias hidrográficas na região de Marília (SP). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 20, p. 459-466, 1996.

ANEXOS

ANEXO A		Página
FIGURA 1A	Distribuição dos perfis modais e microtrincheiras na sub-bacia do ribeirão Vista Bela.....	114
FIGURA 1B	Distribuição dos perfis modais e microtrincheiras na sub-bacia do ribeirão Lavrinha.....	117

ANEXO B		Página
TABELA 2A	Localização das microtrincheiras, solos e observações de campo da sub-bacia do ribeirão Vista Bela.....	114
TABELA 2B	Localização das microtrincheiras, solos e observações de campo da sub-bacia do ribeirão Lavrinha.....	117

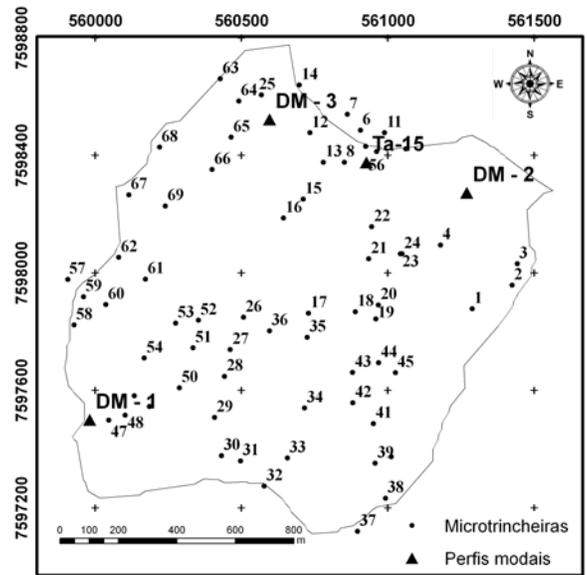


FIGURA 1A. Perfis modais e microtrinchiras na sub-bacia do ribeirão Vista Bela.

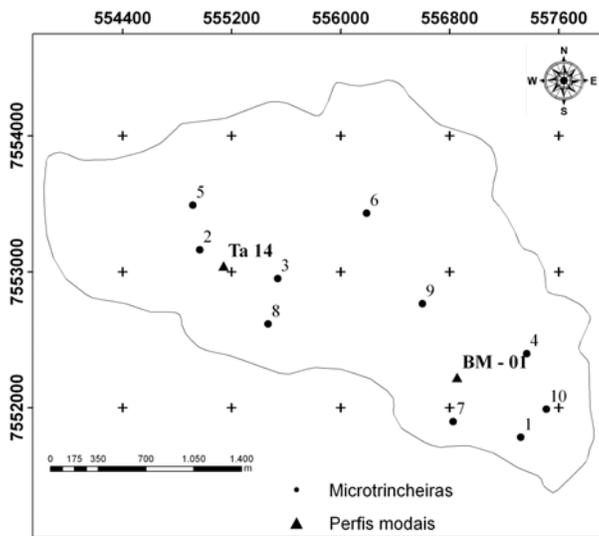


FIGURA 1B. Perfis modais e microtrinchiras na sub-bacia do ribeirão Lavrinha

TABELA 2A. Localização das microtrincheiras, solos e observações da sub-bacia do ribeirão Vista Bela.

Microtrincheira	Longitude	Latitude	Solo ¹	Observações
1	561288	7597878	LVA	Erosão: laminar moderada.
2	561424	7597958	LVA	Erosão: laminar moderada, 5YR (horizonte B).
3	561442	7598031	LVA com A proeminente	-
4	561179	7598095	LA com A proeminente	Drenagem moderada, 10YR.
5	561061	7598422	LV	2,5YR.
6	560906	7598486	LV	Pastagem com <i>Brachiaria decumbens</i> , erosão: sulcos.
7	560861	7598540	LV	Pastagem com <i>Brachiaria decumbens</i> , erosão: sulcos.
8	560851	7598377	CX	Pastagem com <i>Brachiaria decumbens</i> , erosão laminar severa.
9	560961	7598413	LVA	Pastagem com <i>Brachiaria decumbens</i> , erosão: sulcos.
10	560924	7598431	LVA	Pastagem com <i>Brachiaria decumbens</i> , erosão: sulcos.
11	560988	7598477	LV	-
12	560733	7598477	CX	-
13	560779	7598377	RY	-
14	560697	7598640	CX fase pedregosa	-
15	560710	7598251	CX	Vegetação: capim flexinha.
16	560643	7598187	Cx fase pedregosa	Vegetação: capim flexinha, erosão severa em sulcos.
17	560728	7597863	LV	Pastagem com <i>Brachiaria decumbens</i> .
18	560888	7597868	LV	-
19	560958	7597843	LVA	Presença de cascalho.
20	560967	7597891	CX	Erosão laminar severa.
21	560934	7598048	CX	Capim flexinha.

...continua...

Tabela 2A, cont.

22	560944	7598157	RY	-
23	561042	7598065	CX	-
24	561048	7598065	LVA	-
25	560567	7598606	RY	A moderado. Presença de mosqueado.
26	560506	7597849	LVA	-
27	560461	7597739	CX	Pastagem com <i>Brachiaria decumbens</i> . Matações esparsos na área.
28	560441	7597648	CX	Pastagem com <i>Brachiaria</i> .
29	560407	7597508	LVA	Pastagem com capim flechinha. Erosão laminar moderada. Área com murunduns.
30	560431	7597378	LVA	A fraco, campo limpo com capim flechinha, erosão laminar severa. Muito encrostamento.
31	560496	7597360	CX	A fraco, erosão laminar severa, campo limpo com capim flechinha.
32	560577	7597274	CX	A fraco, erosão laminar severa. Encrostamento.
33	560656	7597370	CX	A fraco, erosão laminar severa. Campo limpo. Encrostamento.
34	560715	7597540	CX	A moderado. Pastagem com <i>Brachiaria decumbens</i> .
35	560724	7597781	LVA	A moderado. Pastagem com capim jaraguá.
36	560595	7597803	LV	A moderado. Pastagem com capim jaraguá.
37	560896	7597120	LV	A moderado. Pastagem com <i>Brachiaria decumbens</i>
38	560991	7597233	LVA	Capim flechinha.
39	560956	7597352	CX	Erosão laminar. Capim flechinha.
40	561011	7597374	LVA	Pastagem com capim flechinha. Erosão laminar moderada.
41	560950	7597487	CX	-
42	560880	7597558	CX	Fase pedregosa. A fraco.
43	560879	7597661	CX	A fraco. Encrostamento.
44	560968	7597694	CX	A fraco.

...continua...

Tabela 2A, cont.

45	561025	7597660	LV	A moderado.
46	560776	7596939	LVA	Ponto localizado sobre divisor d águas.
47	560046	7597499	RL	Capim <i>Andropogum</i> .
48	560102	7597516	CX	-
49	560185	7597545	CX	Fase pedregosa.
50	560287	7597609	RL	-
51	560334	7597745	CX	Fase pedregosa. Quebrada brusca no terreno.
52	560352	7597839	LV	A moderado.
53	560274	7597829	LV	-
54	560167	7597710	CX	-
55	560133	7597582	CX	Fase pedregosa.
57	559906	7597978	CX	Fase pedregosa. Pastagem mista (<i>Brachiaria</i> , <i>Andropogum</i> e capim flechinha).
58	559927	7597823	CX	Fase cascalhenta. Pastagem mista (<i>Brachiaria</i> , <i>Andropogum</i> e capim flechinha).
59	559959	7597919	LV	Pastagem mista (<i>Brachiaria</i> , <i>Andropogum</i> e capim flechinha).
60	560036	7597892	LV	Pastagem mista (<i>Brachiaria</i> , <i>Andropogum</i> e capim flechinha).
61	560171	7597979	LVA	Pastagem mista (<i>Brachiaria</i> , <i>Andropogum</i> e capim flechinha).
62	560080	7598053	LV	Pastagem mista (<i>Brachiaria</i> , <i>Andropogum</i> e capim flechinha).
63	560427	7598661	LV	Moderadamente profundo, endopedregoso.
64	560490	7598585	LVA	-
65	560464	7598462	LVA	-
66	560399	7598352	LVA	-
67	560114	7598266	LVA	Presença de mosqueados.
68	560219	7598428	CX	Pastagem de capim flechinha.
69	560239	7598228	LVA	Pastagem de capim flechinha.

⁽¹⁾LVA – Latossolo Vermelho-amarelo; LV – Latossolo Vermelho; LA – Latossolo Amarelo; RY – Neossolo Flúvico; RL – Neossolo Litólico.

TABELA 2B. Localização das microtrincheiras, solos e observações da sub-bacia do ribeirão Lavrinha.

Microtrincheira	Longitude	Latitude	Solo	Observações
1	557321	7551784	Neossolo Flúvico A moderado textura média	Planície fluvial bem definida, porém, sem solos hidromórficos. Relevo plano. Com mosqueados 5YR.
2	554966	7553163	Cambissolo A proeminente	Contato lítico a 45 cm. Matacões esparsos na área.
3	555538	7552952	Cambissolo Háptico A fraco muito profundo textura argilosa	Observações até 1,20m, sem contato lítico até essa profundidade.
4	557365	7552400	Cambissolo Háptico A moderado textura argilosa endopedregoso	Contato lítico a 55cm.
5	554914	7553492	Cambissolo Háptico A moderado textura média	Pastagem com capim-gordura. Aumento de argila no horiz.B não suficiente para caracterizar Bt.
6	556190	7553433	Cambissolo Háptico A moderado textura média endopedregoso	
7	556824	7551900	Cambissolo Háptico A moderado textura média pedregoso moderadamente profundo	Fragmentos de rochas (gnaisse), sinal de pouco intemperismo. Pastagem com <i>Brachiaria</i> .
8	555467	7552617	Cambissolo Háptico A fraco, textura argilosa	A fraco: indica que parte do horiz.A foi removido. Fragmentos de mica de pequeno tamanho no horizonte B
9	556600	7552766	Cambissolo Háptico A moderado textura argilosa endopedregoso	Forte ondulado. Pastagem
10	557509	7551991	Cambissolo Háptico A proeminente textura média	Sob mata fechada, presença de serrapilheira. Sem gradiente textural. Relevo forte ondulado.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)