

Universidade Federal de Minas Gerais

Departamento de Geografia

Evilânia Alfenas Moreira

A OCUPAÇÃO DA BACIA DO RIO DAS VELHAS
RELACIONADA AOS TIPOS DE SOLO E
PROCESSOS EROSIVOS

Minas Gerais – Brasil

Junho – 2006

Evilânia Alfenas Moreira

A OCUPAÇÃO DA BACIA DO RIO DAS VELHAS RELACIONADA AOS
TIPOS DE SOLO E PROCESSOS EROSIVOS

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação do
Departamento de Geografia da
Universidade Federal de Minas
Gerais, como requisito parcial à
obtenção do título de Mestre em
Geografia.

Área de concentração: Análise Ambiental

Orientadora: Prof.^a Cristiane Valéria de Oliveira

Belo Horizonte
Departamento de Geografia da UFMG
2006

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela persistência, orientação, e pelo grande aprendizado proporcionado por mais essa experiência;

À minha mãe, Inêz, pelas palavras de conforto e pela participação em todas as etapas deste trabalho;

Ao meu pai, Adilson, pela compreensão e ajuda;

À minha irmã, Denise, por ter me ajudado e incentivado no momento em que mais precisei;

À minha orientadora, Cristiane, pelo profissionalismo, compreensão, e confiança;

Ao Professor Maurício Fernandes, da EMATER, pelo material fornecido;

Ao pessoal do Projeto Manuelzão, pelo apoio;

A todos que, de alguma forma, contribuíram para o sucesso deste trabalho.

*“Eu sou a fonte original de toda vida.
Sou o chão que se prende à tua casa.
Sou a telha da cobertura de teu lar.
A mina constante de teu poço.
Sou a espiga generosa de teu gado
e certeza tranqüila ao teu esforço.
Sou a razão de tua vida.”*

O cântico da terra – Cora Coralina

SUMÁRIO

Resumo	I
Abstract	II
1. Introdução	03
1.1 Objetivos	07
2. Referencial Teórico	09
2.1 Solo	09
2.1.1 Conceito	09
2.1.2 As Classes de Solos	10
2.1.3 Os usos do solo e impactos relacionados	14
2.2 Erosão	17
2.2.1 Conceito	17
2.2.2 Tipos de Erosão	18
2.2.3 Propriedades do solo que influenciam sua erodibilidade	19
2.3 Fatores externos ao solo que influenciam nos processos de erosão	21
2.3.1 Clima	21
2.3.2 Topografia	21
2.3.3 Cobertura Vegetal	21
2.3.4 Questões Sócio-culturais	22
2.4 Aptidão Agrícola	24
3. Caracterização da Área	27
3.1 Localização	27
3.2 Clima	27

3.3 Geologia.....	29
3.3.1 O Quadrilátero Ferrífero	29
3.3.2 O Grupo Bambuí.....	32
3.3.3 A Serra do Espinhaço Meridional e a Serra do Cabral	33
3.4 Geomorfologia	33
3.5 Pedologia.....	33
3.5.1 As Classes de Solo da Bacia do Rio das Velhas.....	36
3.6 Características e Histórico de Ocupação da Região.....	44
4. Metodologia	49
5. Resultados e Discussão.....	51
5.1 Mineração e solos na bacia do Rio das Velhas.....	54
5.2 Usos agrícolas, tipos de solos e processos erosivos relacionados	64
5.2.1 Lavoura	67
5.2.2 Pastagem	79
5.2.3 Silvicultura.....	96
5.3 A vegetação natural, os tipos de solo e processos erosivos relaciona.....	
dos.....	109
5.4 As Unidades de Conservação na bacia do Rio das Velhas	124
6. Considerações Finais	127

Referências

Anexo – CD Room

LISTA DE FIGURAS

2.1	Evolução dos Solos	11
3.1	Localização da Bacia do Rio das Velhas e Municípios inseridos	28
3.2	Precipitação média anual na bacia do Rio das Velhas	29
3.3	Temperatura média anual na bacia do Rio das Velhas	29
3.4	Geologia da bacia do Rio das Velhas	30
3.5	Geomorfologia da bacia do Rio das Velhas	34
3.6	Relação espacial entre solos Distróficos e solos Eutróficos na bacia do Rio das Velhas.	35
3.7	Classes de solo da bacia do Rio das Velhas	37
3.8	Usos do solo na bacia do Rio das Velhas	48
5.1	Erosão na bacia do Rio das Velhas	52
5.2	Processos erosivos e precipitação na bacia do Rio das Velhas	53
5.3	Relação espacial entre ocorrências de afloramentos rochosos e mineração na bacia do Rio das Velhas	55
5.4	Relação espacial entre ocorrências de Argissolos e mineração na bacia do Rio das Velhas	55
5.5	Relação espacial entre ocorrências de Cambissolos e mineração na bacia do Rio das Velhas	56
5.6	Relação espacial entre ocorrências de Latossolos e mineração na bacia do Rio das Velhas	56
5.7	Relação espacial entre ocorrências de Neossolos Flúvicos e mineração na bacia do Rio das Velhas	57
5.8	Relação espacial entre ocorrências de Neossolos Litólicos e mineração na bacia do Rio das Velhas	57
5.9	Gráfico: Áreas ocupadas por mineração em relação aos tipos de solo	59
5.10	Relação espacial entre ocorrências de mineração, afloramentos rochosos e erosão, na bacia do Rio das Velhas	60
5.11	Relação espacial entre ocorrências de mineração, Argissolos e erosão, na bacia do Rio das Velhas	60
5.12	Relação espacial entre ocorrências de mineração, Cambissolos e erosão, na bacia do Rio das Velhas	61
5.13	Relação espacial entre ocorrências de mineração, Latossolos e erosão, na bacia do Rio das Velhas	61
5.14	Relação espacial entre ocorrências de mineração, Neossolos Fluvicos e erosão, na bacia do Rio das Velhas	62
5.15	Relação espacial entre ocorrências de mineração, Neossolos Litólicos e erosão, na bacia do Rio das Velhas	62
5.16	Classificação das Terras quanto à Aptidão Agrícola	65
5.17	Relação espacial entre ocorrências de Argissolos e lavouras na bacia do Rio das Velhas	68
5.18	Relação espacial entre ocorrências de Cambissolos e lavouras na bacia do Rio das Velhas	68
5.19	Relação espacial entre ocorrências de Latossolos e lavouras na bacia do Rio das Velhas	69

5.20	Relação espacial entre ocorrências de Neossolos Flúvicos e lavouras na bacia do Rio das Velhas	69
5.21	Gráfico - Relação entre as áreas ocupadas por lavoura e os tipos de solo na bacia do Rio das Velhas	70
5.22	Relação entre lavoura e ocorrência de terras de classe de Aptidão Agrícola 1aBC	72
5.23	Relação entre lavoura e ocorrência de terras de classe de Aptidão Agrícola 2(b)c	72
5.24	Relação entre lavoura e ocorrência de terras de classe de Aptidão Agrícola 3(abc)	73
5.25	Relação entre lavoura e ocorrência de terras de classe de Aptidão Agrícola 3(b)	73
5.26	Relação entre lavoura e ocorrência de terras de classe de Aptidão Agrícola 3(bc)	74
5.27	Relação entre lavoura e ocorrência de terras de classe de Aptidão Agrícola 4(p)	74
5.28	Relação entre lavoura e ocorrência de terras de classe de Aptidão Agrícola 5(n)	75
5.29	Relação espacial entre ocorrências de lavoura, Argissolos e erosão, na bacia do Rio das Velhas	77
5.30	Relação espacial entre ocorrências de lavoura, Cambissolos e erosão, na bacia do Rio das Velhas	77
5.31	Relação espacial entre ocorrências de lavoura, Latossolos e erosão, na bacia do Rio das Velhas	78
5.32	Relação espacial entre ocorrências de lavoura, Neossolos Flúvicos e erosão, na bacia do Rio das Velhas	78
5.33	Relação espacial entre ocorrências de pastagem e afloramentos rochosos na bacia do Rio das Velhas	80
5.34	Relação espacial entre ocorrências de pastagem e Argissolos na bacia do Rio das Velhas	80
5.35	Relação espacial entre ocorrências de pastagem e Cambissolos na bacia do Rio das Velhas	81
5.36	Relação espacial entre ocorrências de pastagem e Latossolos na bacia do Rio das Velhas	81
5.37	Relação espacial entre ocorrências de pastagem e Neossolos Flúvicos na bacia do Rio das Velhas	82
5.38	Relação espacial entre ocorrências de pastagem e Neossolos Litólicos na bacia do Rio das Velhas	82
5.39	Relação espacial entre ocorrências de pastagem e Neossolos Quartzarênicos na bacia do Rio das Velhas	83
5.40	Gráfico: Área ocupada por pastagem em relação aos tipos de solo	84
5.41	Relação entre pastagem e ocorrência de terras de classe de aptidão agrícola 1aBC	85
5.42	Relação entre pastagem e ocorrência de terras de classe de aptidão agrícola 2(a)bc	85
5.43	Relação entre pastagem e ocorrência de terras de classe de aptidão agrícola 2(b)c	87
5.44	Relação entre pastagem e ocorrência de terras de classe de aptidão agrícola 3(abc)	87

5.45	Relação entre pastagem e ocorrência de terras de classe de aptidão agrícola 3(b)	88
5.46	Relação entre pastagem e ocorrência de terras de classe de aptidão agrícola 3(bc)	88
5.47	Relação entre pastagem e ocorrência de terras de classe de aptidão agrícola 4(p)	89
5.48	Relação entre pastagem e ocorrência de terras de classe de aptidão agrícola 5(n)	89
5.49	Relação entre pastagem e ocorrência de terras de classe de aptidão agrícola 5s	90
5.50	Relação entre pastagem e ocorrência de terras de classe de aptidão agrícola 6	90
5.51	Relação espacial entre ocorrências de pastagem, afloramentos rochosos e erosão, na bacia do Rio das Velhas	91
5.52	Relação espacial entre ocorrências de pastagem, Argissolos e erosão, na bacia do Rio das Velhas	91
5.53	Relação espacial entre ocorrências de pastagem, Cambissolos e erosão, na bacia do Rio das Velhas	92
5.54	Relação espacial entre ocorrências de pastagem, Latossolos e erosão, na bacia do Rio das Velhas	92
5.55	Relação espacial entre ocorrências de pastagem, Neossolos Flúvicos e erosão, na bacia do Rio das Velhas	93
5.56	Relação espacial entre ocorrências de pastagem, Neossolos Litólicos e erosão, na bacia do Rio das Velhas	93
5.57	Relação espacial entre ocorrências de pastagem, Neossolos Quartzarênicos e erosão, na bacia do Rio das Velhas	94
5.58	Relação espacial entre ocorrências de silvicultura e afloramentos rochosos na bacia do Rio das Velhas	97
5.59	Relação espacial entre ocorrências de silvicultura e Argissolos na bacia do Rio das Velhas	97
5.60	Relação espacial entre ocorrências de silvicultura e Cambissolos na bacia do Rio das Velhas	98
5.61	Relação espacial entre ocorrências de silvicultura e Latossolos na bacia do Rio das Velhas	98
5.62	Relação espacial entre ocorrências de silvicultura e Neossolos Flúvicos na bacia do Rio das Velhas	99
5.63	Relação espacial entre ocorrências de silvicultura e Neossolos Litólicos na bacia do Rio das Velhas	99
5.64	Gráfico de Área ocupada por reflorestamento em relação aos tipos de solo	100
5.65	Relação entre silvicultura e ocorrência de terras de classe de aptidão agrícola 1aBC	101
5.66	Relação entre silvicultura e ocorrência de terras de classe de aptidão agrícola 2(b)c	101
5.67	Relação entre silvicultura e ocorrência de terras de classe de aptidão agrícola 3(abc)	102
5.68	Relação entre silvicultura e ocorrência de terras de classe de aptidão agrícola 3(b)	102
5.69	Relação entre silvicultura e ocorrência de terras de classe de aptidão agrícola 3(bc)	103

5.70	Relação entre silvicultura e ocorrência de terras de classe de aptidão agrícola 4(p)	103
5.71	Relação entre silvicultura e ocorrência de terras de classe de aptidão agrícola 5(n)	104
5.72	Relação entre silvicultura e ocorrência de terras de classe de aptidão agrícola 6	104
5.73	Relação espacial entre ocorrências de silvicultura, afloramentos rochosos e erosão, na bacia do Rio das Velhas	106
5.74	Relação espacial entre ocorrências de silvicultura, Argissolos e erosão, na bacia do Rio das Velhas	106
5.75	Relação espacial entre ocorrências de silvicultura, Cambissolos e erosão, na bacia do Rio das Velhas	107
5.76	Relação espacial entre ocorrências de silvicultura, Latossolos e erosão, na bacia do Rio das Velhas	107
5.77	Relação espacial entre ocorrências de silvicultura, Neossolos Flúvicos e erosão, na bacia do Rio das Velhas	108
5.78	Relação espacial entre ocorrências de silvicultura, Neossolos Litólicos e erosão, na bacia do Rio das Velhas	108
5.79	Relação espacial entre ocorrências de vegetação natural e afloramentos rochosos na bacia do Rio das Velhas	110
5.80	Relação espacial entre ocorrências de vegetação natural e Argissolos na bacia do Rio das Velhas	110
5.81	Relação espacial entre ocorrências de vegetação natural e Cambissolos na bacia do Rio das Velhas	111
5.82	Relação espacial entre ocorrências de vegetação natural e Latossolos na bacia do Rio das Velhas	111
5.83	Relação espacial entre ocorrências de vegetação natural e Neossolos Flúvicos na bacia do Rio das Velhas	112
5.84	Relação espacial entre ocorrências de vegetação natural e Neossolos Litólicos na bacia do Rio das Velhas	112
5.85	Relação espacial entre ocorrências de vegetação natural e Neossolos Quartzarênicos na bacia do Rio das Velhas	113
5.86	Gráfico: Usos dos solos nos afloramentos rochosos	114
5.87	Gráfico: Usos dos solos nos Argissolos	114
5.88	Gráfico: Usos dos solos nos Cambissolos	114
5.89	Gráfico: Usos do solo nos Latossolos	115
5.90	Gráfico: Usos do solo nos Neossolos Flúvicos	115
5.91	Gráfico: Usos dos solos nos Neossolos Litólicos	115
5.92	Gráfico: Usos do solo nos Neossolos Quartzarênicos	116
5.93	Gráfico: Área ocupada por Campo Rupestre em relação aos tipos de solo	117
5.94	Gráfico: Área ocupada por capoeira em relação aos tipos de solo	118
5.95	Gráfico: Área ocupada por mata em relação aos tipos de solo	118
5.96	Gráfico: Área ocupada por cerrado em relação aos tipos de solo	119
5.97	Relação espacial entre ocorrências de vegetação natural, afloramentos rochosos e erosão, na bacia do Rio das Velhas	120
5.98	Relação espacial entre ocorrências de vegetação natural, Argissolos e erosão, na bacia do Rio das Velhas	120
5.99	Relação espacial entre ocorrências de vegetação natural, Cambissolos e erosão, na bacia do Rio das Velhas	121

5.100	Relação espacial entre ocorrências de vegetação natural, Latossolos e erosão, na bacia do Rio das Velhas	121
5.101	Relação espacial entre ocorrências de vegetação natural, Neossolos Flúvicos e erosão, na bacia do Rio das Velhas	122
5.102	Relação espacial entre ocorrências de vegetação natural, Neossolos Litólicos e erosão, na bacia do Rio das Velhas	122
5.103	Relação espacial entre ocorrências de vegetação natural, Neossolos Quartzarênicos e erosão, na bacia do Rio das Velhas	123
5.104	Distribuição espacial das Unidades de Conservação em relação aos tipos de solo	125

LISTA DE QUADROS

2.1 Classificação das Terras quanto à suscetibilidade à erosão	23
2.2 Níveis de manejo	25
2.4 Graus e classes de aptidão agrícola e alternativas gerais de utilização	45
6.1 Solos da bacia do Rio das Velhas: Características, Uso e Estado de Conservação	130

RESUMO

No intuito de se evitar a ocorrência de processos erosivos e os danos ambientais ocasionados por estes à bacia hidrográfica, é importante conhecer as influências que as características do solo, associadas à sua forma de ocupação, podem exercer na degradação ambiental. Neste sentido, este trabalho buscou estabelecer as relações existentes entre o tipo de solo, o seu uso e a ocorrência de processos erosivos.

O principal objetivo deste estudo foi, portanto, analisar os principais usos atribuídos aos solos na bacia do Rio das Velhas, associando-os aos principais tipos de solo e aos processos erosivos relacionados. Para isso, foi também considerada a aptidão agrícola destes solos, uma vez que esta considera, além das características do solo, parâmetros como relevo e disponibilidade hídrica, que muito contribuem para explicar a ocorrência da erosão.

Para que estes objetivos fossem alcançados, foram utilizados recursos do geoprocessamento. Com a utilização do software Mapinfo foram trabalhadas as bases de dados georreferenciadas, desenvolvidas por órgãos e instituições ambientais voltados para a recuperação e conservação ambiental da região de estudo. Foram utilizados basicamente quatro mapas temáticos: “Tipo de solo”, “Uso do solo”, “Aptidão agrícola” e Processos erosivos”. Cada mapa temático foi desmembrado em níveis, sendo cada nível correspondente a um item da legenda, ou seja, um tipo de solo, uma forma de uso do solo e uma classe de aptidão agrícola, respectivamente. Em seguida, esses níveis foram sobrepostos, gerando outros mapas temáticos, os quais mostraram a relação espacial entre os parâmetros, ou temas, analisados.

Dessa forma, constatou-se que a mineração, principal atividade econômica da região, tem sua distribuição espacial explicada mais pela formação geológica do que pelo tipo de solo, estando concentrada em duas pequenas áreas da bacia: uma no extremo sul, no Quadrilátero Ferrífero, onde a exploração do minério de ferro ocorre sobre Neossolos Litólicos, e outra ao norte da região metropolitana de Belo Horizonte, onde predomina a exploração de cal sobre calcários do Grupo Bambuí. Apesar da degradação ambiental provocada por esta atividade, os processos erosivos nas regiões onde ela é praticada são relativamente estáveis ou naturais.

Como usos agrícolas, tem-se na região a ocorrência de lavouras, pastagem e silvicultura. As lavouras são pouco expressivas e estão, em sua maioria, concentradas sobre Latossolos, onde se verifica, ainda que em pequenas áreas, a ocorrência de processos erosivos acelerados. Já a pastagem ocupa área significativa em todos os tipos de solos, incluindo terras de aptidão boa para lavoura. A ocorrência da pastagem sobre Cambissolos de aptidão restrita para pastagem natural ou plantada é responsável pela maior área de processos erosivos acelerados na bacia. A silvicultura, por sua vez, é praticada principalmente sobre Latossolos, associação da qual também resultam processos erosivos em sua forma acelerada. Já a vegetação natural se concentra no leste e sul da bacia. No leste a própria condição natural da paisagem, correspondente à Serra do Espinhaço, inviabiliza sua degradação, uma vez que o relevo é bastante íngreme e os solos são rasos, dificultando a ocupação. Já no sul, a criação de Unidades de Conservação contribui para manter uma relativa preservação. Nestas regiões os processos erosivos, quando ocorrem, são de baixa intensidade.

Foi verificado que os processos erosivos ocorrem tanto em solos mais facilmente erodíveis, como os Cambissolos, como naqueles menos erodíveis, como os Latossolos, mostrando que práticas inadequadas de manejo podem ser determinantes no desencadeamento de erosão acelerada em qualquer tipo de solo. Também foi observado o uso de solos de melhor aptidão agrícola para culturas menos exigentes, como pastagem e silvicultura e, por outro lado, a ocupação de solos com restrições por culturas mais exigentes como a lavoura, mostrando que, além das características do solo, outros fatores, como as condições econômicas e culturais da sociedade, interferem de forma significativa no seu uso.

Palavras-chave: Solo, Uso do solo, Erosão, Aptidão agrícola, Bacia hidrográfica, Geoprocessamento.

ABSTRACT

With the intention of avoiding the occurrence of erosive processes and the environmental damages that these cause to the hydrographic basin, it is important to know the influence that the soil characteristics, together with the way in which it is occupied, can have on environmental degradation. With this in mind, this study attempted to establish the relationships that exist between the type of soil, its use and the occurrence of erosive processes.

The main aim of this study was, therefore, to analyse the principal uses of the soils in the basin of the *Rio das Velhas*, associating them with the main types of soil and the related erosive processes. For this, the agricultural potential of the soil was considered, and once this had been done, along with the soil characteristics, parameters such as relief and hydro availability, which contribute greatly towards explaining the occurrence of erosion, were also taken into account.

In order to achieve these objectives, geoprocessing resources were used. The Mapinfo software was used to work with georeferenced databases developed by environmental bodies and institutions concerned with the recuperation and the environmental conservation of the region of the study. Four different thematic maps were used: "Soil type", "Soil use", "Agricultural potential" and "Erosive processes". Each thematic map was separated into levels, with each level corresponding to an item in the key, that is, a type of soil, a way in which the soil is used and a class of agricultural potential, respectively. Next, these levels were superimposed, generating other thematic maps which showed the spatial relationship between the parameters, or themes, analysed.

In this way, it was demonstrated that the mining, which is the main economic activity of the region, has a spatial distribution which is better explained by the geological formation than by the type of soil, being concentrated in two small areas of the basin: one in the extreme south in the area known as the Ferriferous Quadrilateral, where the exploitation of iron ore occurs on Neossolos Litolicos; and the other to the north of the metropolitan region of Belo Horizonte, Brazil, where the exploitation of lime is predominant in limestone deposits of the *Bambuí* group. In spite of the environmental degradation provoked by this activity, the erosive processes in the regions where it is carried out are relatively stable or natural.

As examples of agricultural uses, in the region there are occurrences of farms, pasture and silviculture. The farms are of little significance and the majority are concentrated on Latossolos, where the occurrence of accelerated erosive processes, even though in small areas, has been verified. The pasture, however, occupies a significant area in all of the soil types, including land with good farming potential. The occurrence of pasture on Cambissolos of restricted potential for natural or planted pasture is responsible for the greatest area of accelerated erosive processes in the basin. Silviculture, in turn, is carried out mainly on Latossolos; this association also results in erosive processes in their accelerated form. The natural vegetation is concentrated in the east and south of the basin. In the east, the very nature of the *Serra do Espinhaço* (espinhaço mountain range), where the pasture is found, makes its degradation nonviable, since the relief is fairly step and the soils are shallow, creating problems for the occupation of this land. In the south, the creation of the *Unidades de Conservação* (conservation units) contributes to maintaining a state of relative preservation. In these regions, the erosive processes, when they occur, are of low intensity.

It was verified that the erosive processes occur as much in more easily erodible soils, such as Cambissolos, as in those that are less easily erodible, such as Latossolos. This shows that inadequate management practices can be determining factors in the occurrence of accelerated erosion in any type of soil. The use of soils of higher agricultural potential for less demanding cultivation, such as pasture and silviculture was also observed, as well as the occupation of soils with restrictions for more demanding cultivation, such as farming. This demonstrated that, beyond the soil characteristics, other factors such as the economic and cultural circumstances of the society interfere significantly in its use.

Keywords: Soil, Soil use, Erosion, Agricultural potential, Hydrographic basin, Geoprocessing.

1. INTRODUÇÃO

Muitas e intensas transformações ambientais são resultantes das relações entre o homem e o meio em que ele vive, as quais se desenvolvem num processo histórico. Como reflexos dos desequilíbrios ambientais provocados pelas intervenções humanas no ambiente, tem-se a ocorrência de impactos negativos como a poluição hídrica, a poluição atmosférica, e a intensificação de processos erosivos, que comprometem a qualidade de vida da sociedade.

Bastos e Freitas (2002) classificam os diferentes espaços da superfície terrestre em três níveis, de acordo com a intensidade da interferência do homem sobre o meio. De acordo com os autores, o ambiente pode ser incontrolado, quando não há interferência significativa do homem sobre o meio; pode ser parcialmente controlado, quando esta interferência se dá em nível intermediário; ou pode ser um ambiente com alto grau de domínio humano. Entretanto, deve-se reconhecer a dificuldade de se estabelecer limites entre um nível e outro, uma vez que a interferência humana, atualmente, pode ser notada em praticamente todos os espaços. Além disso, as alterações ambientais provocadas pelo homem vêm aumentando em ritmo acelerado, num processo em que o homem cria seu próprio ambiente.

A intensificação dos processos erosivos é um exemplo de problema ambiental que resulta do uso inadequado do solo e repercute de forma negativa sobre a qualidade de vida. Além de limitar as possibilidades de geração de renda a partir da agricultura, a erosão pode comprometer outros usos, como habitação e urbanização. O homem altera os processos naturais de erosão do solo ao interferir nos fatores que determinam as características do mesmo. Entre estes fatores destacam-se a topografia, a cobertura vegetal e a estrutura física do solo. É importante destacar que a mesma alteração, em um mesmo fator, terá resultados diferentes de acordo com o tipo de solo.

Todo uso e ocupação que se faz do solo causará, sobre este, impactos mais ou menos expressivos que refletirão em alterações de suas características físicas e químicas. O tipo de uso e os impactos ambientais ocasionados pelo manejo inadequado do solo também poderão variar, numa mesma classe de solo, de acordo com a topografia. Este é um dos principais fatores que condicionam os processos erosivos. Uma maior declividade restringe as possibilidades de uso do terreno, pois tende a aumentar sua suscetibilidade à erosão e aos movimentos de massa. Portanto, os

ambientes de topografia mais irregular são mais vulneráveis a qualquer tipo de interferência. Nestes, de acordo com Bastos e Freitas (2002), a simples alteração na vegetação original fará aumentar as perdas de solo de 5 a 50 vezes em relação às ocorridas em condições naturais.

Existe uma diversidade de impactos ambientais decorrentes de alterações no solo. Essa variedade de impactos, assim como de formas de ocupação de uma determinada região, é devida à complexa integração entre os elementos naturais, entre os elementos sociais e entre elementos naturais e sociais, fazendo com que qualquer interferência em um destes repercuta nos demais. Esta condição justifica a proposta de Ross (2000) de se pensar no conjunto (natural e social), buscando compreender a forma como esse todo se manifesta na realidade. Para Ross (2000, p. 324), “entendimentos parciais desta realidade, sem obter-se uma visão de conjunto, induzem às decisões erradas, ou pelo menos inadequadas”.

Esta complexidade de relações é melhor compreendida quando se tem a bacia hidrográfica como unidade de estudo. Assim, evita-se cair no erro de se analisar as partes separadamente, pois “as propriedades do todo não podem ser reduzidas à soma das propriedades das partes (...) Essas propriedades que surgem pela interação, e não simples soma das partes, são as propriedades emergentes” (Resende et al., 1995, p. 213). Ainda segundo Resende et al., numa bacia hidrográfica são encontradas as relações tetraedrais: clima-solos-organismos-aspectos socioeconômicos, as quais se repetem nas sub e microbacias. Portanto as microbacias podem ser utilizadas como uma “unidade natural básica. Isto permite detalhamento progressivo de estudo sem perda do sentido de conjunto.” (Resende et al., 1995, p. 214)

Portanto, muitos processos, naturais ou antrópicos, podem ter suas causas e conseqüências identificadas a partir do conhecimento das interações entre os elementos na bacia hidrográfica, o que permite uma análise mais completa e, conseqüentemente, mais correta do processo. Os elementos constituintes da bacia hidrográfica tendem a um equilíbrio dinâmico e qualquer alteração em um destes elementos, físicos ou sociais, repercutirá nos demais, podendo ocasionar condições de instabilidade na bacia.

A adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento encontra apoio também na legislação desde 1997, com a criação da Lei 9433/97. Mais recentemente, os Comitês de Bacias Hidrográficas (CBHs), cuja criação é estabelecida pela Lei 13.199/99, também vêm constituindo uma importante forma de atuação ambiental descentralizada focada na bacia hidrográfica.

No sentido de recuperar e preservar o ambiente a partir de estudos e ações focados na visão integradora da bacia hidrográfica, tendo essa como unidade de planejamento, vem sendo desenvolvido o Projeto Manuelzão. O Projeto atua desde 1997 na recuperação da bacia do Rio das Velhas e, além de atuações ambientais práticas, como atividades de sensibilização dos moradores e trabalho pelo tratamento do esgoto da Região Metropolitana de Belo Horizonte, tem favorecido a existência de um rico banco de dados para subsidiar diversos estudos na bacia. O objetivo principal do Projeto, segundo Lisboa (2005) é a volta dos peixes ao Rio das Velhas, pois este seria um indicador da boa qualidade da água que, por sua vez, mostra a adequação de todos os demais elementos integrantes da bacia, como atividades econômicas, áreas urbanas, vegetação, solo e outros, às condições ambientais naturais da região. É com essa visão holística e integradora que o Projeto Manuelzão desenvolve suas atividades, as quais “podem ser agrupadas e sistematizadas no seguinte conjunto temático: produção do conhecimento, pesquisas e diagnósticos, desenvolvimento de subprojetos, educação ambiental, mobilização social e construção de políticas públicas saudáveis” (Polignano, 2005, p. 74).

Desta forma, como base para um bom planejamento do uso a se fazer do solo em uma dada região, é importante uma análise das potencialidades desta região, muitas das quais referem-se ao tipo de solo predominante. Este, associado ao relevo, será um indicador do sucesso, ou não, de cada tipo de uso do solo possível para cada área.

É importante ainda salientar que fatores de ordem econômica também são sempre considerados e, muitas vezes priorizados em detrimento da vocação da área no que se refere aos seus aspectos físicos. Muitas vezes, isso ocorre em função do atual nível de desenvolvimento tecnológico, que, em alguns casos, viabiliza tais atitudes. Entretanto, se questões econômicas não forem consideradas conjuntamente com questões de ordem ambiental, serão grandes as possibilidades de um retorno negativo, a longo, médio, ou mesmo curto prazo. Portanto, na análise da relação custo/benefício, deve-se inserir a adequação ou não das terras para determinado cultivo ou outro tipo de uso. Neste sentido foram desenvolvidos trabalhos como o de Lepsch et al. (1991), com fins de planejamento e desenvolvimento de práticas de conservação do solo, e o de Ramalho Filho (1994), visando orientar o produtor quanto à aptidão agrícola das terras.

No caso da bacia do Rio das Velhas, a importância de se considerar o tipo de solo para a proposta de atividades potenciais a serem desenvolvidas pode ser observada ao se analisar o processo de ocupação da região, desde o seu início efetivo, com a

mineração, até os dias atuais. A descoberta das riquezas (principalmente minerais) existentes nessa região foi devida a alguns exploradores que se aventuraram a desbravá-la através do rio São Francisco, chegando então ao rio das Velhas (um de seus principais afluentes). As primeiras ocupações da região tiveram como finalidade a exploração mineral, sobretudo do ouro, que ocorria em abundância. Entretanto, outras atividades tiveram que se desenvolver para viabilizar o estabelecimento da sociedade mineira, como a agricultura e a pecuária, bem como algumas indústrias manufatureiras na região. Foi a partir da década de 1960 que teve início, de fato, a industrialização da região metropolitana de Belo Horizonte. Antes de 1960, a ocupação da região ainda era incipiente se comparada com a grande ocupação ocasionada pelo processo de industrialização e conseqüente urbanização que domina este espaço a partir do final da década de 1960. Associado a esse processo de industrialização tem-se a revolução agrícola, proporcionada pelo desenvolvimento tecnológico, e a intensificação dos reflorestamentos com eucalipto, visando a produção de carvão vegetal para suprir as necessidades energéticas das indústrias que se instalavam.

Como o tipo de solo é um dos principais fatores direcionadores do tipo de atividade a ser desenvolvida, o contexto de desenvolvimento de cada principal atividade econômica das regiões inseridas na bacia do rio das Velhas pode ser, em parte, explicado pelo tipo de solo predominante em cada uma. Da mesma forma, as conseqüências de tais atividades, no que se refere à degradação ambiental na bacia, estão em grande parte relacionadas a associações inadequadas entre o tipo de solo e as técnicas de exploração e manejo empregadas neste.

Uma análise da relação entre o tipo de solo e a forma de ocupação de uma região (no caso, a bacia do Rio das Velhas), mostrará a importância do planejamento e do estudo dos solos e da forma como estes devem ser considerados para viabilizar uma ocupação mais adequada e, conseqüentemente, mais coerente com a realidade econômica e social de cada região. Essa importância é ainda enfatizada pela relação entre o manejo inadequado dos solos (ou a ausência do plano de manejo) e os danos ambientais acarretados.

Portanto, pesquisas na área que possam embasar práticas que busquem solucionar ou amenizar os problemas ambientais são de extrema relevância. Este trabalho é importante também por poder orientar os aperfeiçoamentos necessários nos planejamentos das atividades com potencial para degradação, ou a elaboração destes, caso não existam.

Conforme já comentado, a bacia do Rio das Velhas tem sido objeto de vários e importantes estudos, o que tem resultado num rico banco de dados e de informações sobre a região. Entretanto, a maioria destes trabalhos são segmentados, cada qual se especializando em apenas um dos diversos fatores que integram a paisagem da região (solos, geologia, relevo, ocupação, economia). Esta separação é ainda mais notável quando se analisam estudos relacionados a aspectos físicos e aqueles voltados para questões sócio-econômicas. São praticamente inexistentes os trabalhos que buscam relacionar essas duas vertentes. Este estudo será voltado para essa integração, procurando identificar e analisar a relação existente as partes que compõem a região da bacia do Rio das Velhas.

A escolha da área de estudo foi condicionada à pré-existência de dados e informações em quantidade suficiente para possibilitar um trabalho de comparação e relação de dados relacionados à forma de ocupação e suas conseqüências. Da mesma forma, o tamanho da área precisou ser representativo para que fosse englobada uma diversidade espacial, tanto das formas de ocupação como dos tipos de solo. Assim, na região de estudo podem ser observados diferentes usos, como: mineração, agricultura, pastagem, área urbana, reflorestamentos e vegetação nativa.

O desenvolvimento deste trabalho parte de alguns pressupostos, como:

- A variação no tipo de solo reflete uma variação na forma de ocupação;
- As áreas com maior ocorrência de processos erosivos refletem um uso não indicado para o tipo de solo identificado;
- A forma de ocupação é influenciada por outros fatores além dos tipos de solo.

1.1 OBJETIVOS

O objetivo principal deste trabalho consiste em analisar, nas diversas áreas da bacia do Rio das Velhas, os principais usos atribuídos ao solo e associá-los ao tipo de solo predominante em cada região, observando de que forma, e com que intensidade, os diferentes tipos de solos existentes na bacia podem ter influenciado, e continuar influenciando, o processo de ocupação e suas conseqüências. Este objetivo envolve também um estudo da ocorrência de processos erosivos na região, visto que a intensificação destes é um reflexo do uso inadequado dos solos.

Como objetivos específicos deste estudo, tem-se:

- Correlacionar os tipos de solo existentes na área e suas principais características com os diferentes usos do solo predominantes em cada região da bacia;
- Relacionar a ocorrência de processos erosivos, com a aptidão agrícola e o tipo de uso do solo em cada região da bacia.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O processo de degradação ambiental tem início quando a exploração de um determinado recurso natural se torna maior do que a capacidade da natureza de repor ou reconstituir este recurso com suas características originais.

Neste contexto, torna-se necessário acompanhar o desenvolvimento local e apontar aspectos falhos no planejamento e gestão da área e dos recursos voltados a ela e oferecidos por ela, racionalizando a exploração dos bens disponíveis e direcionando a ocupação do solo para fins adequados em função de sua capacidade de exploração, na tentativa de preservar a qualidade do ambiente (Silva et al., 2003, p. 8-9).

O tempo tem mostrado que “o homem depende do solo – e, até certo ponto, bons solos dependem do homem e do uso que deles faz” (Buckman, 1968, p. 19). Muitas vezes, é o tipo de solo que determina qual a principal atividade econômica de uma região. Isso não quer dizer, como se poderia pensar num primeiro momento, que a importância do clima e do relevo esteja sendo desconsiderada, mas que o solo é resultado também da interação destes dois fatores. Portanto, o tipo de solo sintetiza, de certa forma, os aspectos ambientais de uma região, daí sua relevância nos estudos referentes à relação entre sociedade e meio físico.

2.1 SOLO

2.1.1 CONCEITO:

Para os fins deste estudo, solo é definido como

(...) uma coleção de corpos naturais, constituídos por partes sólidas, líquidas e gasosas, tridimensionais, dinâmicos, formados por materiais minerais e orgânicos, que ocupam a

maior parte do manto superficial das extensões continentais do nosso planeta, contém matéria viva e podem ser vegetados na natureza, onde ocorrem. Ocasionalmente podem ter sido modificados por atividades humanas (Embrapa, 1999, p. 05).

O solo é, portanto, a base das atividades humanas, prestando-se não somente ao desenvolvimento da agricultura, mas também à extração de recursos minerais, ao estabelecimento de áreas urbanas e industriais, etc. Entretanto, é a agricultura que exige estudos mais detalhados do solo, envolvendo seus aspectos químicos e físicos, que podem apresentar variações com a profundidade, sendo necessária uma análise do perfil do solo, caracterizando seus horizontes principais.

A prática agrícola pode alterar as características naturais do solo. Portanto, a agricultura deve ser embasada em técnicas adequadas para o tipo de solo e a topografia onde este ocorre, devendo o solo ter suas características constantemente monitoradas.

2.1.2 AS CLASSES DE SOLOS

A partir do momento em que a rocha aflora à superfície, ela tende a buscar um novo estado de equilíbrio, passando por uma série de alterações (intemperismo), que geram o solo. Portanto, a rocha é a base da formação do solo.

Num primeiro momento do processo de formação do solo tem-se um horizonte superficial A diretamente sobre a rocha. Este horizonte tem uma espessura de cerca de 10 cm e já caracteriza um primeiro tipo de solo, menos desenvolvido, denominado Neossolo Litólico.

A seguir, com a continuidade do processo de intemperismo da rocha, forma-se, entre esta e o horizonte A, o saprolito. Este material forma-se sem a influência direta da matéria orgânica e já pode ser denominado horizonte C, onde predominam as características da rocha de origem.

A partir deste horizonte C é formado o horizonte B, logo abaixo do horizonte A. Quanto mais espesso for o horizonte B, mais evoluído é o solo.

Em alguns casos, quando há transporte excessivo de argila ou matéria orgânica do horizonte A para o horizonte B, pode haver a formação de um horizonte de perda, ou eluviação, entre o A e o B, denominado horizonte E.

Em síntese, pode-se resumir no seguinte esquema o processo de formação dos solos, ou pedogênese (Figura 2.1):

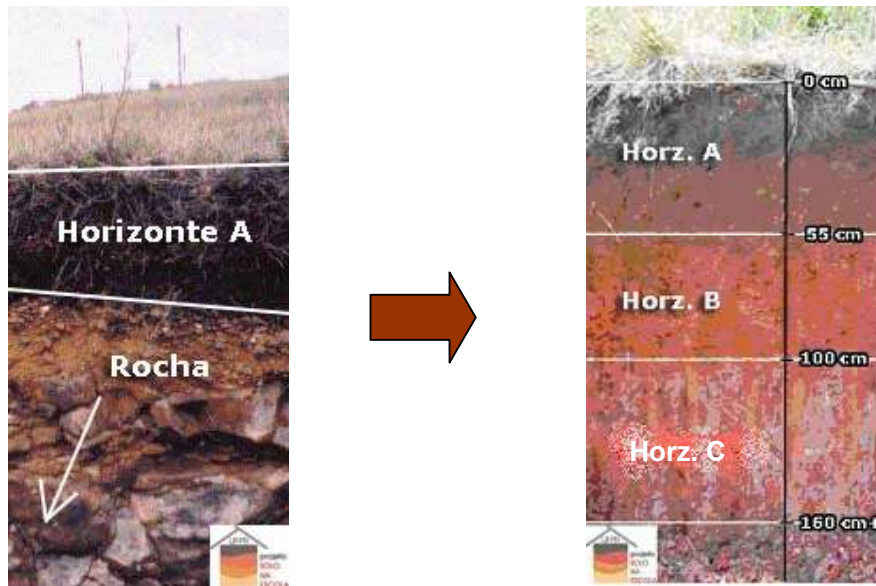


Figura 2.1: Evolução dos solos

Toda classificação dos solo é feita com base em características do horizonte B, quando este existir, caso contrário, considera-se o horizonte A. As principais e mais abrangentes classes de solo, bem como suas principais características, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, desenvolvido pela EMBRAPA (1999), são:

2.1.2.1 NEOSSOLOS

São solos pouco desenvolvidos e que, portanto, não têm um horizonte B diagnóstico. Nestes solos o horizonte A encontra-se sobre o horizonte C ou diretamente sobre a rocha. Portanto, os Neossolos são pouco espessos e apresentam poucas evidências de processos pedogenéticos, em função da pequena atuação destes. O relevo ou a resistência do material de origem ao intemperismo contribuem para a pequena evolução destes solos.

2.1.2.2 VERTISSOLOS

Solos com horizonte B vértico, ou seja, horizonte mineral subsuperficial que passa por constantes processos de expansão e contração das argilas, originando superfícies de fricção denominadas “slickensides”

Estes solos apresentam alto risco de salinização. Os Vertissolos são extremamente férteis, mas são difíceis de serem manuseados, pois fora de uma pequena faixa de umidade ideal, apresentam-se bastante endurecidos (quando secos) ou muito pegajosos (quando em excesso de umidade). São mais indicados para culturas anuais.

2.1.2.3 CAMBISSOLOS

São solos pouco desenvolvidos, apresentando um grau de evolução um pouco maior em relação aos Neossolos. Os Cambissolos são caracterizados pela presença de um horizonte B pouco espesso, denominado B incipiente.

2.1.2.4 CHERNOSSOLOS

São solos de evolução não muito avançada, sendo caracterizados pela presença de um horizonte mineral superficial, relativamente espesso e com alta saturação por bases, com predomínio do íon cálcio e/ou magnésio, denominado horizonte A chernozêmico.

2.1.2.5 LUVISSOLOS

São solos eutróficos, com saturação por bases e com argila de alta atividade (Ta). Os Luvisolos apresentam horizonte B textural ou B nítico, ou seja, uma movimentação de argila do horizonte A para o B, podendo caracterizar gradiente textural e apresentar o horizonte de perda E, no caso do B textural.

Estes solos devem ser manuseados com cuidado, pois são suscetíveis a processos erosivos em decorrência da movimentação de argila. A água infiltra rapidamente no horizonte A e lentamente no horizonte B, em decorrência da maior quantidade de argila neste horizonte. Portanto, o acúmulo de água entre os horizontes A e B tende a favorecer a erosão do horizonte A.

2.1.2.6 ARGISSOLOS

Grupamento de solos mais evoluídos com horizonte B textural e argila de atividade baixa (Tb), normalmente distróficos.

2.1.2.7 NITOSSOLOS

Solos com horizonte B nítico e com argila de baixa atividade (Tb). Apresenta estrutura em blocos ou prismática.

2.1.2.8 LATOSSOLOS

São solos com horizonte B latossólico, característico de solos bastante evoluídos. Este horizonte apresenta-se bastante lixiviado e com grande profundidade. Estes solos já sofreram intemperização intensa dos minerais primários (originados da rocha) e mesmo de minerais secundários menos resistentes, resultando em uma concentração relativa de alumínio.

A estrutura granular típica destes solos lhe conferem uma estabilidade que inibe processos erosivos, favorecendo a agricultura de grande porte devido à possibilidade do emprego de máquinas. A principal restrição destes solos à agricultura é ausência de nutrientes.

2.1.2.9 ESPODOSSOLOS

Estes solos apresentam como principal característica a presença de um horizonte B espódico, constituído pela concentração de matéria orgânica. Os Espodossolos podem apresentar o horizonte E (álbico ou não), como resultante da eluviação da matéria orgânica do horizonte A.

2.1.2.10 PLANOSSOLOS

Solos que apresentam horizonte B com mudança textural abrupta (B plânico) e presença de lençol de água suspenso, sendo altamente suscetíveis a processos erosivos.

2.1.2.11 PLINTOSSOLOS

Solos com formação de plintita, ou seja, acumulação de ferro, que, sob ação de ciclos sucessivos de umedecimento e secagem, torna-se endurecida, podendo ser irreversível. O ferro, neste caso, atua como agente de cimentação.

2.1.2.12 GLEISSOLOS

São considerados solos jovens, com presença de horizonte glei, caracterizando excesso de água e, portanto, problemas de hidromorfismo. Estes solos raramente apresentam horizonte B e, quando este existe, é pouco espesso.

2.1.2.13 ORGANOSSOLOS

São solos caracterizados pela presença de horizonte hístico (orgânico), representado pelo horizonte H ou O. Tendem a ocorrer em locais mais baixos do relevo, recebendo grandes quantidades de sedimentos.

2.1.3 OS USOS DO SOLO E IMPACTOS RELACIONADOS

Uma das principais causas dos problemas de conservação do solo é a competição pelas suas múltiplas funções, o que implica no uso desordenado desse recurso natural. Entre as principais funções do solo devem ser lembradas:

- a produção de biomassa, em que o solo serve de base física e química para a produção de alimentos;
- atua como um filtro no ciclo da água e como controlador dos escoamentos superficial e subsuperficial;
- propicia a transformação de elementos químicos e orgânicos e os disponibiliza em formas aproveitáveis pelos organismos vivos;
- é reserva de recursos medicinais
- é base espacial para o desenvolvimento de indústrias e estruturas urbanas;
- é fonte de matéria-prima e água

Cada uso requer, entretanto, características específicas e apropriadas do solo, no que deve consistir um bom planejamento de ocupação de uma região. Para que um determinado solo tenha boa produtividade agrícola, por exemplo, é importante que exista uma combinação favorável dos fatores que influenciam o crescimento das plantas. Buckman (1968) menciona seis fatores influentes sobre o crescimento de vegetais superiores: 1) luz; 2) fixação mecânica; 3) calor; 4) ar; 5) água; e 6) nutrientes. Se houver deficiência de qualquer um desses fatores, a produtividade do solo será comprometida. Esta relação direta faz com que o rendimento máximo do solo seja definido pelo seu fator mais deficiente. Este princípio é denominado “Princípio dos Fatores Limitativos”, segundo o qual “o nível da produção agrícola não pode ser maior do que o possibilitado pelo mais limitativo dos fatores essenciais ao crescimento vegetal”(Buckman, 1968, p. 34).

Entre estes fatores, os nutrientes estão relacionados às características químicas do solo. De acordo com a intensidade com que são consumidos pela planta, os nutrientes podem ser classificados em:

Macronutrientes → Elementos utilizados pelos vegetais superiores em quantidades relativamente grandes. São eles: Nitrogênio, Fósforo, Cálcio, Magnésio, Potássio, Enxofre, Sódio.

Micronutrientes → Elementos utilizados pelos vegetais superiores em quantidades relativamente pequenas. São eles: Ferro, Manganês, Cobre, Zinco, Boro, Molibdênio e Cobalto.

“(…) os solos de regiões áridas possuem teor mais elevado de todos os componentes importantes, exceto matéria orgânica e nitrogênio” (Buckman, 1968, p. 41), o que provavelmente se deve a pouca disponibilidade hídrica, acarretando pouca lixiviação. Entretanto, as plantas não absorvem estes nutrientes, pois não há água suficiente no solo para dissolvê-los, disponibilizando-os para os vegetais.

Portanto, os nutrientes, além de existirem no solo em quantidade, devem estar presentes nas formas disponíveis para as plantas. “(…) Os elementos nutrientes existem sob duas situações: 1) um composto complexo e quase insolúvel; e 2) uma forma simples, geralmente solúvel na água do solo e imediatamente disponível para as plantas superiores”(Buckman, 1968, p.43).

O pH do solo pode exercer influência de duas maneiras, sobre a absorção de nutrientes e o crescimento das plantas: 1) mediante o efeito direto dos íons hidrogênio; ou 2) indiretamente, mediante sua influência na disponibilidade de nutrientes e na presença de íons tóxicos. (...) a disponibilidade de vários nutrientes essenciais é drasticamente afetada pelo pH do solo, assim como a solubilidade de certos elementos tóxicos ao crescimento das plantas (...) (Buckman, 1968, p. 53).

Além dos aspectos químicos, os aspectos físicos do solo são também fundamentais quando se trata de estudos sobre sua aptidão, não só para a agropecuária, mas para qualquer outro tipo de uso. A suscetibilidade do solo à erosão é indicada, principalmente, por suas características físicas. Solos rasos ou pouco profundos, como os Neossolos e Cambissolos, apresentam maior erodibilidade. Também são suscetíveis à erosão os solos com horizonte superficial de textura arenosa e transição abrupta entre o horizonte superficial e o subsuperficial, como os Argissolos, os Planossolos e os Luvisolos (Ranieri, 1998). Portanto, os solos apresentam algumas propriedades que influenciam a resistência ao processo erosivo.

Tanto os usos agropecuários como os usos para fins urbanos e industriais que se fazem do solo são grandes desencadeadores de processos erosivos. Por sua vez, os movimentos de massa são estimulados principalmente por construção de moradias e abertura de estradas em áreas de declive acentuado.

As áreas urbanas hoje vivenciam graves problemas referentes tanto a processos erosivos como a movimentos de massa, desencadeados por ocupações irregulares de encostas, de planícies de inundação e de outras áreas de frágil equilíbrio ecológico. Tal situação é agravada pelo grande contingente populacional que hoje habita as cidades, não havendo uma organização adequada para uma ocupação ordenada deste espaço.

O desmatamento e a remoção de solo nas vertentes as tornam desprotegidas e ocasionam seu desequilíbrio. A alteração da geometria da vertente, através da abertura de taludes para construção das moradias pode levar à instabilidade da vertente, intensificando ainda mais os processos erosivos e movimentos de massa. Através de deslizamentos, escorregamentos e intensos processos erosivos, o sistema busca naturalmente o equilíbrio que foi rompido. Além das áreas diretamente afetadas, as

áreas a jusante também sofrerão conseqüências, recebendo grande quantidade de sedimentos advindos da erosão e podendo ser soterradas pelos movimentos de massa. Algumas ocorrências como a formação de pequenos sulcos paralelos, o aspecto barrento das águas das enxurradas e o assoreamento de leitos de córregos, evidenciam processos erosivos nas encostas (Cunha et al., 1991). A impermeabilização dos solos provoca ainda um aumento significativo no escoamento superficial, causando constantes inundações nas regiões mais próximas do nível de base local e de topografia mais plana.

Alguns usos industriais também conferem aos solos grandes impactos, como aqueles causados pela indústria de extração mineral. As atividades de pesquisa, a lavra, o tratamento do minério, a destinação final dos rejeitos e a reabilitação das áreas mineradas constituem algumas etapas da atividade de mineração. Em cada uma destas etapas há a geração de impactos sobre o meio, sendo que alguns destes são irreversíveis (Arruda, 1985). A pesquisa mineral requer retirada de vegetação e outras intervenções na área para verificar a ocorrência ou não do mineral. A lavra propriamente dita é a grande causadora do impacto visual e de outros, resultantes da retirada de solo e vegetação, alteração da topografia, descarte de resíduos (muitas vezes tóxicos), contaminação do solo e dos cursos d'água. Mesmo que exista e seja aplicado o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD), muitos impactos decorrentes do período de extração mineral, como o assoreamento dos cursos d'água, são irreversíveis a curto ou médio prazo. Com relação ao solo, o principal problema da atividade mineradora refere-se à alteração de suas características químicas e físicas, tornando-o inadequado à prática agrícola e ao desenvolvimento de qualquer formação vegetal mais complexa. Por retirar a vegetação e alterar a topografia, a mineração também é grande desencadeadora de processos erosivos.

Em todos os casos de uso do solo mencionados, os processos erosivos podem ser intensificados dependendo das características do mesmo.

2.2 EROSÃO

2.2.1 CONCEITO

De acordo com Guerra (1994, p. 165),

a erosão é um processo que ocorre em duas fases: uma que constitui a remoção (*detachment*) de partículas, e outra que é o

transporte desse material, efetuado pelos agentes erosivos. Quando não há energia suficiente para continuar ocorrendo o transporte, uma terceira fase acontece, que é a deposição desse material transportado.

Portanto, a erosão é o processo que envolve a desagregação, o transporte e a deposição de sedimentos.

2.2.2 TIPOS DE EROSÃO

Como tipos de processos erosivos podem ser identificados: a erosão em lençol ou laminar, em sulcos ou canais, e por voçorocas. Todas estas formas de erosão têm como elemento desencadeador o impacto das gotas d'água, desagregando e deslocando as partículas constituintes do solo. A este processo Guerra (1994) chama de “erosão por *splash*” ou por salpicamento.

2.2.2.1 Erosão Laminar ou em Lençol

O escoamento em lençol provoca uma erosão difusa, causada pelo escoamento de uma lâmina d'água sobre a superfície. Esta forma de erosão é mais difícil de ser identificada, uma vez que atua de forma igual sobre toda a superfície (Bertoni e Lombardi Neto, 1999).

Bertoni e Lombardi Neto (1999, p. 76) lembram ainda que, “a erosão laminar arrasta primeiro as partículas mais leves do solo, e considerando que a parte mais ativa do solo de maior valor é a integrada pelas menores partículas, pode-se julgar os seus efeitos sobre a fertilidade do solo.”

Entretanto, é raro que, no seu curso, a lâmina d'água permaneça escoando uniformemente sobre todo o terreno. Devido às irregularidades naturais da superfície, a tendência é a concentração do fluxo d'água em canais preferenciais.

2.2.2.2 Erosão em Sulcos ou Ravinas

A concentração do fluxo d'água em canais pode evoluir para a forma de ravinas. De acordo com Guerra (1994, p. 181), “as ravinas são, quase sempre, iniciadas a uma distância crítica do topo da encosta, onde o escoamento superficial se torna canalizado. Elas podem ser formadas próximas à base das encostas, onde uma pequena incisão recua em direção ao topo da encosta”, e, por sua vez, podem dar origem às voçorocas.

2.2.2.3 Voçorocas

Estas são as formas mais avançadas do processo erosivo e podem evoluir tanto em profundidade quanto lateralmente. Há casos em que a voçoroca atinge o nível freático, dificultando ainda mais o controle, pois além da erosão causada pelas águas pluviais, o processo passa a ser provocado também pelo fluxo do lençol.

Segundo Guerra (1994, p. 183), “as voçorocas são características erosivas relativamente permanentes nas encostas, possuindo paredes laterais íngremes e, em geral, fundo chato, ocorrendo fluxo de água no seu interior durante os eventos chuvosos”.

2.2.3 PROPRIEDADES DO SOLO QUE INFLUENCIAM SUA ERODIBILIDADE

A erosão diferenciada de dois solos submetidos às mesmas condições ambientais e de manejo é atribuída às características originais dos mesmos. Esta propriedade do solo refere-se à sua erodibilidade, a qual envolve características do solo que afetam a taxa de infiltração e sua permeabilidade (Lal, 1981).

As características do solo que interferem na quantidade e velocidade da água infiltrada, bem como na estabilidade dos agregados, predominam como fatores determinantes de sua erodibilidade. Assim, têm-se como principais propriedades do solo que influenciam sua susceptibilidade à erosão:

2.2.3.1 Textura

Este parâmetro refere-se à “Proporção relativa das partículas que constituem o solo por tamanho, isto é, argila, silte e areia. Cascalhos e calhaus constituem a pedregosidade” (Resende et al., 1995, p.12).

2.2.3.2 Estrutura

“A estrutura do solo é a forma como se arranjam as partículas elementares do solo. A estrutura determina a maior ou menor facilidade de trabalho das terras, permeabilidade à água, resistência à erosão e condições ao desenvolvimento das raízes das plantas” (Silva, 2003, p. 14).

A textura do solo, associada à sua estrutura, define a porosidade deste solo, o que é fundamental para a aeração e drenagem. A porosidade influencia a permeabilidade do solo, bem como sua capacidade de armazenamento de água. Um solo muito argiloso e de estrutura laminar, por exemplo, favorece o escoamento superficial, pois é pouco permeável por apresentar predomínio de microporos direcionados horizontalmente. Entretanto, esta característica pode ser atenuada pela presença de vegetação, pois esta, além de funcionar como obstáculo ao escoamento superficial, reduzindo sua velocidade, é fonte de matéria orgânica para o solo.

2.2.3.3 Presença de matéria orgânica

A matéria orgânica tem grande importância na estabilidade do solo, pois, como destaca Silva (2003, p. 15)

o conteúdo de matéria orgânica no solo é de grande importância no controle da erosão. Nos solos argilosos, modifica-lhes a estrutura, melhorando as condições de arejamento e de retenção de água, o que é explicado pelas expansões e contrações alternadas que redundam de seu umedecimento e secamento sucessivos. Nos solos arenosos, a aglutinação das partículas, firmando a estrutura e diminuindo o tamanho dos poros, aumenta a capacidade de retenção de água.

Como um dos principais agentes agregantes, a matéria orgânica é grande responsável pela estabilidade dos agregados do solo. Esta, por sua vez, é um dos principais fatores de controle da drenagem e erodibilidade do solo.

2.3 FATORES EXTERNOS AO SOLO QUE INFLUENCIAM NOS PROCESSOS DE EROSÃO

Alguns fatores externos aos solos, mas que interferem em sua formação e evolução, influenciam, conseqüentemente, os processos erosivos que ocorrem nestes solos. Silva (2003) caracteriza alguns destes fatores, os quais são ressaltados a seguir.

2.3.1 CLIMA

O clima influencia a erosão ao favorecer ou inibir a ocorrência de agentes do processo erosivo como a água e o gelo. A chuva tem grande potencial erosivo, pois seu impacto sobre o solo desagrega as partículas, deixando-as mais susceptíveis ao arraste, e a água do escoamento superficial tem força para carrear grandes quantidades de solo. Quanto maior a intensidade da chuva, maior a sua erosividade. Essa influência do clima pode ser ainda mais fortalecida se associada ao relevo.

2.3.2 TOPOGRAFIA

A topografia interfere de forma significativa na intensidade dos processos erosivos. Em um terreno de declividade mais acentuada, o escoamento superficial terá maior velocidade e maior força e, conseqüentemente, maior potencial erosivo. O comprimento da rampa é tão relevante quanto o seu declive, pois a velocidade de escoamento e o volume de água aumentarão de acordo com a distância percorrida.

2.3.3 COBERTURA VEGETAL

Uma primeira função da cobertura vegetal é impedir que a gota da chuva atinja diretamente o solo, desagregando suas partículas. Também é importante lembrar que todas as ações voltadas para a contenção de processos erosivos têm como principal

efeito imediato a redução da velocidade do escoamento superficial. Neste sentido, a cobertura vegetal funciona como obstáculo tanto para o escoamento superficial como para o subsuperficial. Neste último caso, as raízes são responsáveis por controlar a velocidade e quantidade do fluxo subterrâneo, pois além de constituírem obstáculos ao fluxo, elas absorvem o excesso de água do solo. Ao interromper o fluxo superficial, a vegetação faz com que este corra mais lentamente, havendo mais tempo para a infiltração da água no solo. Portanto, a vegetação é um fator importante na medida em que favorece a infiltração em detrimento do escoamento superficial.

2.3.4 QUESTÕES SÓCIO-CULTURAIS

Considerando a relação existente entre cobertura vegetal e questões sócio-econômicas, é importante lembrar que, muitas vezes, as pessoas não têm como deixar de cultivar o pequeno terreno que possuem para preservá-lo com mata nativa e evitar a erosão. Tal atitude implicaria em perdas financeiras significativas para o produtor. Entretanto, o correto seria que áreas de nascente, margens de cursos d'água e locais de grande declividade fossem destinados exclusivamente à preservação, tendo sua vegetação nativa mantida; mas, por pressões econômicas, isso não ocorre. Também devido a pressões econômicas, áreas verdes cedem lugar a condomínios de luxo, lojas sofisticadas e ruas pavimentadas, cujos efeitos se farão sentir sobre a população de renda mais baixa, que não tem como pagar para se livrar das enchentes e dos deslizamentos de terra.

Associado à prática agrícola em áreas cuja proteção é comprovadamente prioritária, ocorre ainda o manejo inadequado do solo pelo produtor. Por questões culturais, quando os proprietários não têm instrução e conhecimento adequados, o manejo do solo é feito de forma incorreta, acarretando sua degradação.

Dessa forma, pode-se dizer que “a cobertura do solo é um fator que está intimamente ligado a processos antrópicos (econômicos, sociais e culturais), os quais explicam o modo pelo qual vem sendo manejado o solo de uma região, assim como sua cobertura” (Silva, 2003, p. 22). Assim, pode-se dizer que os processos erosivos são reflexos de questões sociais e mostram um pouco da realidade sócio-econômica de uma região.

Ao associar fatores internos e externos influentes nos processos erosivos, Silva (2003) classifica os solos em cinco classes referentes à suscetibilidade à erosão. O quadro 2.1 mostra essas classes e as características de cada solo correspondente.

Quadro 2.1: Classificação das terras quanto à suscetibilidade à erosão

Classificação	Suscetibilidade à erosão	Aspectos físicos	Uso agrícola X Erosão
Nulo	Solos não suscetíveis à erosão	Relevo plano ou quase plano e boa permeabilidade	Uso agrícola prolongado (de 10 ou 20 anos) sem apresentar processos erosivos em sua maior parte
Ligeiro	Solos com alguma suscetibilidade à erosão	Declives suaves (3% a 8%) e boas condições físicas.	Se usado para agricultura por um período prolongado e sem alguns cuidados simples (como o uso de culturas selecionadas) poderão ter de 25% a 75% do horizonte superficial removido.
Moderado	Solos moderadamente suscetíveis à erosão	Relevo ondulado, com declividade de 8% a 20% ou de 20% a 45%, se suas condições físicas forem bastante favoráveis.	Se usados para agricultura, apresentam erosão moderada, em forma de sulcos, ravinas e voçorocas. Práticas conservacionistas são necessárias desde o início de sua utilização agrícola.
Forte	Solos bastante suscetíveis à erosão	Relevo forte-ondulado, com declividade normalmente entre 20% e 45%	Quando utilizado com fins agrícolas, desenvolvem-se intensos processos erosivos. A proteção e controle são, geralmente, pouco viáveis por serem difíceis e dispendiosos.
Muito forte	Solos fortemente suscetíveis à erosão	Declividade superior a 45%	Se usado para agricultura, processos erosivos muito intensos se desenvolvem em poucos anos. Mesmo se utilizado para pastoreio apresenta grandes riscos de danos. Proteção e controle não são economicamente viáveis, sendo então recomendado o uso para fins de conservação e manutenção da vida silvestre.

Fonte: adaptado de Silva et al. (2003)

Considerando o exposto até aqui, é importante observar que

(...) a análise isolada de um único fator normalmente explica pouco a erosão dentro do contexto completo do fenômeno e é até difícil de ser discutida desta forma. A análise dos diversos fatores e, principalmente, a análise integrada das relações que os fatores possuem entre si fornecem subsídios práticos e ideais que contribuem para a compreensão holística do processo e fornecem bases sólidas para encontrar a melhor forma de manejar o solo e sua cobertura (Silva et al., 2003, p. 23).

Portanto, um fator por si só não explica a ocorrência ou susceptibilidade ao processo erosivo. Um solo facilmente erodível apenas sofrerá erosão se houver o agente erosivo (água) e condições ambientais favoráveis à erosão (relevo movimentado, ausência de cobertura vegetal, etc).

2.4 APTIDÃO AGRÍCOLA

A aptidão agrícola é um fator que agrega características do solo (textura, porosidade, fertilidade), características do ambiente (relevo) e características sócio-econômicas (técnicas de manejo). Portanto, é um dado importante quando se trata de avaliar a adequação do uso agrosilvopastoril das terras. Entretanto, é importante destacar que a aptidão agrícola, como o próprio nome indica, correlaciona apenas fatores voltados para o uso agrícola do solo, e, portanto, não é um dado indicador ou orientador para outros usos.

O Sistema FAO/Brasileiro, ou Classificação de Aptidão Agrícola, relaciona nutrientes, água, oxigênio, mecanização e erosão, considerando estes parâmetros como sendo determinantes da potencialidade agrícola dos solos (Ramalho Filho, 1994). Também é considerada a possibilidade destes parâmetros terem suas características alteradas pelo agricultor. Para isso, são considerados os diferentes níveis de manejo, de acordo com a tecnologia empregada.

Portanto, este sistema de classificação é interessante principalmente pela importância dada às diferenças sócio-econômicas das diferentes regiões do Brasil, através da consideração dos diferentes níveis de manejo. Hoje, um solo que, em seu estado natural, não favorece o uso agrícola, pode vir a ser um excelente solo para este fim desde que empregadas algumas das tecnologias atualmente existentes.

Para um solo ideal, todos os parâmetros deveriam ser totalmente favoráveis, não havendo deficiência de nutrientes, de água, de oxigênio, nem suscetibilidade à erosão, nem impedimentos à mecanização.

Entretanto, a existência de um solo ideal é apenas uma suposição para efeitos de comparação, pois, na realidade, este solo não existe. Todo solo apresenta algum tipo de problema, mais ou menos relevante, relacionado a um ou mais parâmetros considerados nesta classificação (Resende et al., 1995).

Para a classificação da aptidão agrícola, são considerados três níveis de manejo, estabelecidos de acordo com as práticas agrícolas, nível tecnológico e capital utilizados na lavoura. Estes níveis de manejo são relacionados no quadro 2.2.

Quadro 2.2: Níveis de manejo

Nível de Manejo	Práticas Agrícolas	Capital Aplicado no melhoramento e conservação do solo e lavouras	Trabalho
A	Refletem baixo nível tecnológico	Praticamente não é aplicado	Principalmente braçal. Alguma tração animal, com implementos simples
B	Refletem nível tecnológico médio	Modesta aplicação	Tração animal
C	Refletem alto nível tecnológico	Aplicação intensiva	Mecanização em quase todas as fases

Fonte: Resende et al., 1995

As letras A, B e C, maiúsculas ou minúsculas, indicam, portanto, a aptidão para lavouras. A letra P, maiúscula ou minúscula, expressa a aptidão para pastagem plantada, a letra N para pastagem natural e a letra S para silvicultura.

A classe de aptidão é representada pela forma da letra (maiúscula ou minúscula), e pela presença ou ausência de parênteses. A letra maiúscula indica boa aptidão, a letra minúscula indica aptidão regular e a letra minúscula entre parênteses representa aptidão

restrita. Além disso, na classificação de aptidão agrícola também é indicado a qual grupo de aptidão o solo pertence. São 6 grupos, indicados por números arábicos de 1 a 6, sendo que há uma aumento de limitações e diminuição da possibilidade de uso nessa ordem. Os grupos 1, 2 e 3 representam as terras com aptidão boa, regular e restrita para lavoura, respectivamente, o grupo 4 terras com aptidão para pastagem plantada, o 5 para pastagem natural ou silvicultura e o 6 aquelas sem aptidão agrícola (Resende et al., 1995).

Por último, cabe lembrar que no estabelecimento de valores para os parâmetros avaliados, assim como na consideração das possibilidades de aumentá-los ou reduzi-los, entra um grande número de variáveis não quantificáveis, resultantes das experiências de cada agricultor.

3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

3.1 LOCALIZAÇÃO

A bacia do Rio das Velhas está situada na região central do Estado de Minas Gerais. A região envolve, total ou parcialmente, 51 municípios (figura 3.1), incluindo 15 municípios da Região Metropolitana de Belo Horizonte – RMBH. A bacia tem uma forma alongada na direção Norte – Sul, estando compreendida entre os paralelos 17°15' S e 20°25' S, e os meridianos 43°25' W e 44°50' W. O ponto considerado mais a montante da bacia é a Cachoeira das Andorinhas, na Serra de Antônio Pereira, Município de Ouro Preto, considerada a nascente do Rio das Velhas; e o ponto mais a jusante está localizado no Município de Várzea da Palma, onde o Rio das Velhas deságua no Rio São Francisco. A leste a bacia é delimitada pelas formações quartzíticas da Serra do Espinhaço, e a Oeste os divisores de água são formados pelas Serras do Ouro Branco, da Moeda e do Curral.

A bacia do Rio das Velhas ocupa uma área de 27.867,2 km² e, segundo dados do IBGE (2000), abriga uma população de mais ou menos 4,3 milhões de habitantes, sendo 4.121.255 em área urbana e 186.573 em área rural.

3.2 CLIMA

De acordo com a classificação de Koppen (Ayoade, 1991), predominam dois tipos climáticos na região: o tropical de Altitude, nas áreas serranas, mais elevadas, e o tropical, nas áreas de menor altitude.

O clima tropical de altitude predomina, principalmente, nas regiões leste, compreendida pela Serra do Espinhaço, e sul da bacia, onde estão as áreas mais montanhosas. Este clima é caracterizado por médias térmicas anuais entre 19°C e 27°C e precipitação média em torno de 1500 mm anuais, sendo que as chuvas tendem a se concentrarem no verão. O clima tropical tem como principal característica a ocorrência de duas estações bem definidas: uma chuvosa, no verão, e outra seca, no inverno. A precipitação média anual fica entre 1000 mm e 2000 mm e a temperatura média anual entre 19°C e 28°C. O Norte da bacia hidrográfica apresenta um menor índice de pluviosidade e temperaturas maiores em relação ao restante da área (figuras 3.2 e 3.3).

BACIA DO RIO DAS VELHAS - LOCALIZAÇÃO E MUNICÍPIOS

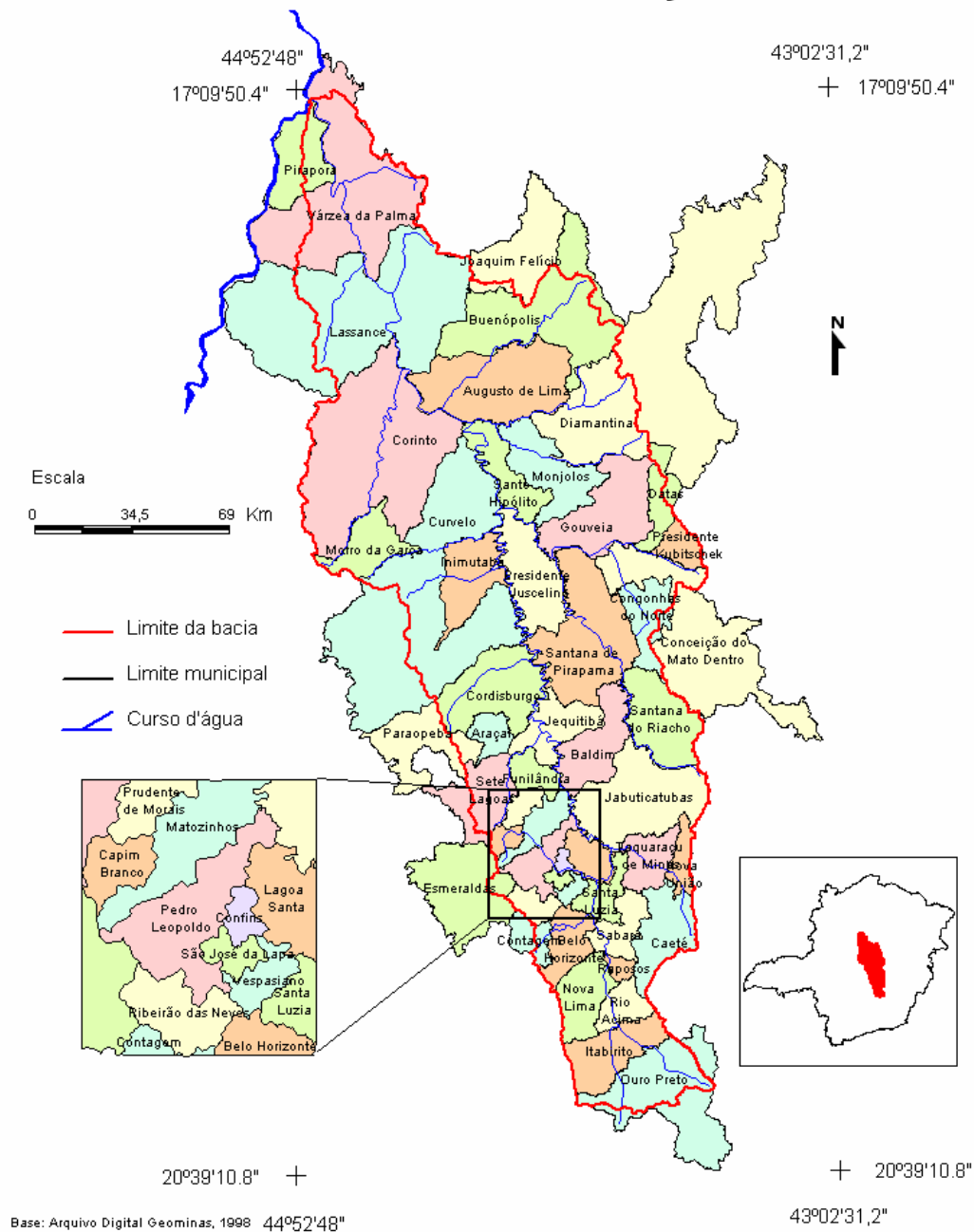


Figura 3.1: Localização da Bacia do Rio das Velhas e Municípios inseridos

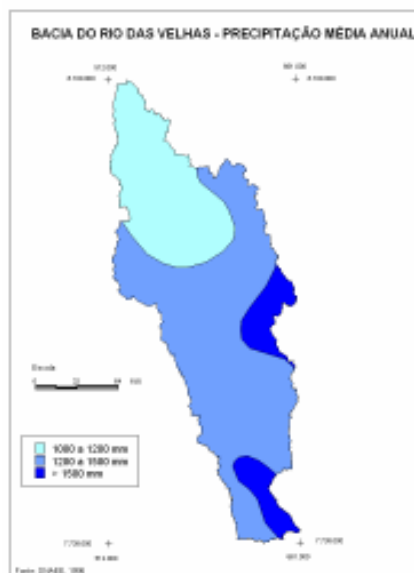


Figura 3.2: Precipitação média anual na bacia do Rio das Velhas

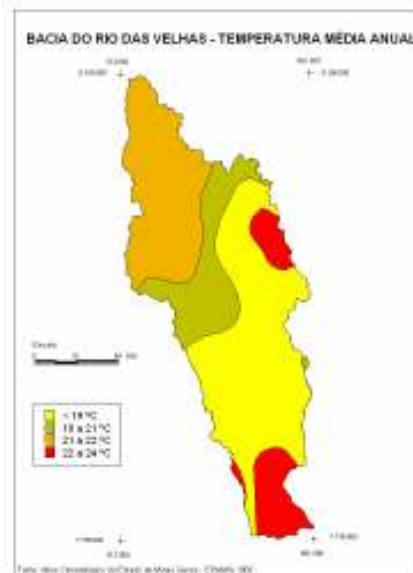


Figura 3.3: Temperatura média anual na bacia do Rio das Velhas

3.3 GEOLOGIA

O substrato geológico da bacia do Rio das Velhas é bastante diversificado (figura 3.4), embora essencialmente de idade pré-cambriana (Noce e Renger, 2005).

Noce e Renger (2005) propõem a divisão da bacia em três grandes grupos geológicos:

3.3.1 O QUADRILÁTERO FERRÍFERO

Compreende principalmente as formações:

MIT – Grupo Itabira: itabiritos, dolomitos, filitos;

MIC – Grupo Caraça: quartzitos, filitos, conglomerados;

RVNL – Grupo Nova Lima: seqüência metavulcana sedimentar;

RVM – Grupo Maquiné: metassedimentos detríticos

O Quadrilátero Ferrífero está localizado no alto curso do Rio das Velhas e tem como limite norte a Serra do Curral, nos municípios de Belo Horizonte e Santa Luzia. Esta formação compreende as unidades geológicas mais antigas (arqueanas e paleoproterozóicas), e de evolução mais complexa de toda a bacia.

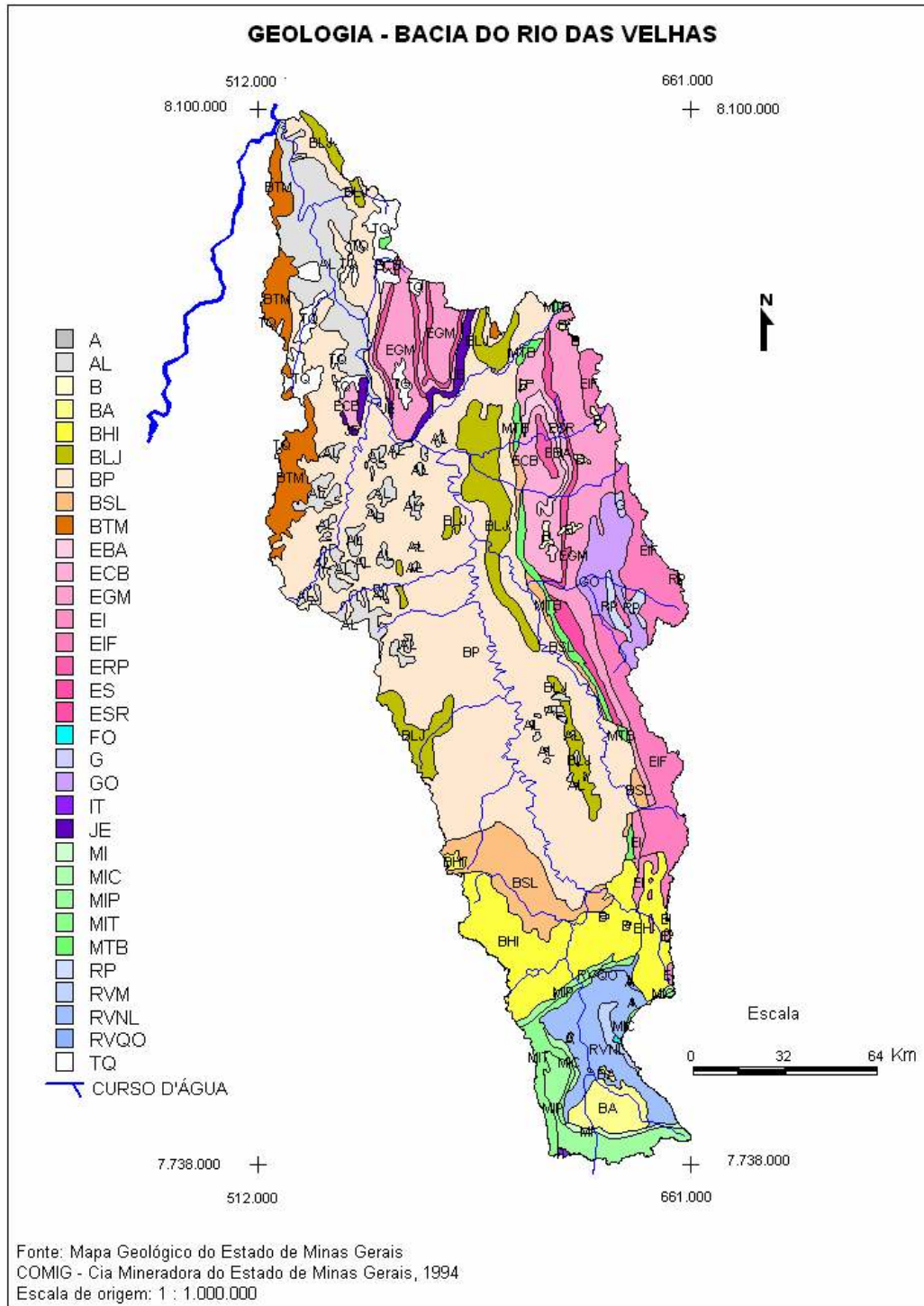


Figura 3.4: Geologia da Bacia do Rio das Velhas

Geologia - Legenda

A	Corpos ultramáficos, metamorfizados ou não
AL	Depósitos coluvionares, aluvionares e de terraços
B	Rochas básicas
BA	Complexo Bação; granitóides, gnaisses, migmatitos
BHI	Complexo Belo Horizonte; gnaisses, migmatitos, granitóides foliados ou não
BLJ	FM Lagoa do Jacaré: calcários, siltitos
BP	Subgrupo Paraopeba Indiviso
BSL	FM Sete Lagoas; calcários, dolomitos, pelitos
BTM	FM Três Marias: arcóseos, pelitos
EBA	FM Córrego Bandeira: metassiltitos, filitos
ECB	FM Córrego dos Borges: quartzitos micáceos
EGM	FM Galho do Miguel: quartzitos
EI	Grupo diamantina Indiviso
EIF	Quartzitos, filitos, metaconglomerados, metabrechas e filitos hematíticos. (FM Sopa-Brumadinho e FM São João da Chapada)
ERP	FM Rio Pardo Grande: metapelitos, dolomitos
ES	Grupo Conselheiro Mata Indiviso
ESR	FM Santa Rita: metassiltitos, filitos
FO	FM Fonseca: sedimentos detríticos, laterita, linhito
G	Granitos intrusivos tardia pos-tectônicos (B - biotítico, M - muscovítico, P - pegmatóide)
GO	Complexo Gouveia: granitóides, gnaisses, migmatitos
IT	Grupo Itacolomi: quartzitos, filitos, metaconglomerados
JE	FM Jequitá: tilitos, varvitos, SA: diamictitos e pelitos Samburá
MI	Supergrupo Minas Indiviso: em geral indica faixas dos grupos Itabira e/ou Caraça
MIC	Grupo Caraça: quartzitos, filitos, conglomerados
MIP	Grupo Piracicaba: sucessão metadetrítica com termos químicos, vulcânicos e vulcanoclásticos subordinados
MIT	Grupo Itabira: itabiritos, dolomitos, filitos
MTB	FM Terra Branca: metadiamictitos, quartzitos
RP	SuperGrupo Rio Paraúna: xistos verdes, metaultramáficas, formações ferríferas, metachertes, micaxistos, quartzitos
RVM	Grupo Maquiné: metassedimentos detríticos
RVNL	Grupo Nova Lima: sequência metavulcana-sedimentar
RVQO	Grupo Quebra-Osso: metavulcanitos ultramáficos
TQ	Coberturas detrítico-lateríticas, detríticas e eluvionares em superfícies de aplainamento

A lito-estratigrafia local constitui-se do embasamento cristalino (rochas graníticas, gnáissicas e migmatíticas), sobre o qual assenta-se uma seqüência arqueana tipo “greenstone belt” (Supergrupo Rio das Velhas), bem como duas seqüências proterozóicas metassedimentares (Supergrupo Minas e Grupo Itacolomi). (Magalhães Júnior, 1993, p. 34).

A grande ocorrência de ouro e do itabirito, rocha que concentra o minério de ferro, nesta região favoreceram, desde o período colonial, e continuam favorecendo, as atividades mineradoras, as quais, com o esgotamento do ouro, continuam extraíndo, hoje, principalmente, o minério de ferro.

Segue o Quadrilátero Ferrífero, a norte da Serra do Curral, a Depressão de Belo Horizonte, geologicamente denominada Complexo Belo Horizonte, envolvendo grande parte da Região Metropolitana, e constituída essencialmente de terrenos granito-gnaissicos.

3.3.2 O GRUPO BAMBUÍ

Compreende, principalmente, as formações:

BLJ – Formação Lagoa do Jacaré: calcários e siltitos;

BSL – Formação Sete Lagoas: calcários, dolomitos e pelitos;

BTM – Formação Três Marias: arcóseas e pelitos;

JE – Formação Jequitaí: tilitos, varvitos;

A porção central e a borda oeste da bacia está, em sua quase totalidade, sobre o substrato geológico do Grupo Bambuí, cujos sedimentos recobrem o Cráton do São Francisco. O Grupo Bambuí é composto basicamente de rochas de composição metapelítica e carbonatada, de idade Brasiliana (900-600 m.a.) (Magalhães Júnior, 1993).

As formações calcárias dessa região também constituem um atrativo às mineradoras que visam à extração de cal. Também são comuns nos calcários “registros fósseis da vida marinha neoproterozóica, como os estromatólitos” (Noce e Renger, p. 253, 2005). A extração do recurso mineral e a conservação de sítios arqueológicos constituem, assim, dois usos conflitantes na região.

3.3.3 A SERRA DO ESPINHAÇO MERIDIONAL E A SERRA DO CABRAL

Compreende, principalmente, as formações:

EIF – Quartzitos, filitos, metaconglomerados, metabrechas e filitos hematíticos;

EGM – Formação Galho do Miguel: quartzitos;

ECB – Formação Córrego dos Borges: quartzitos micáceos;

EBA – Formação Córrego Bandeira: metassiltitos, filitos;

ESR – Formação Santa Rita: metassiltitos, filitos;

ERP – Formação Rio Pardo Grande: metapelitos, dolomitos.

Essa formação é constituída principalmente por quartzitos, que são rochas bastante resistentes ao intemperismo e, por isso, dificultam a pedogênese. Nesta região encontram-se formações auríferas, diamantes e manganês, sendo comum o garimpo como forma de extração do recurso.

3.4 GEOMORFOLOGIA

As formas de relevo da bacia do Rio das Velhas podem ser divididas em duas morfologias que se sobressaem (figura 3.5). Uma primeira, na borda leste da bacia, refere-se ao domínio das cristas de quartzito da Serra do Espinhaço. Também montanhosa, mas com formas de vertentes com topos mais arredondados, é a porção sul da bacia, na região do Quadrilátero Ferrífero. Nessas regiões predominam processos de Dissecação Fluvial. Uma segunda forma de relevo que ocupa praticamente toda a região central e oeste da bacia é a Depressão Sanfranciscana, onde predominam processos de aplainamento.

3.5 PEDOLOGIA

Se considerados como um todo, os solos da bacia do Rio das Velhas não apresentam grande fertilidade (figura 3.6). Essa característica deve-se a uma junção de fatores, entre os quais destacam-se o tipo de rocha que originou o solo e os intensos processos de lixiviação pelos quais o solo pode ter passado.

GEOMORFOLOGIA - BACIA DO RIO DAS VELHAS

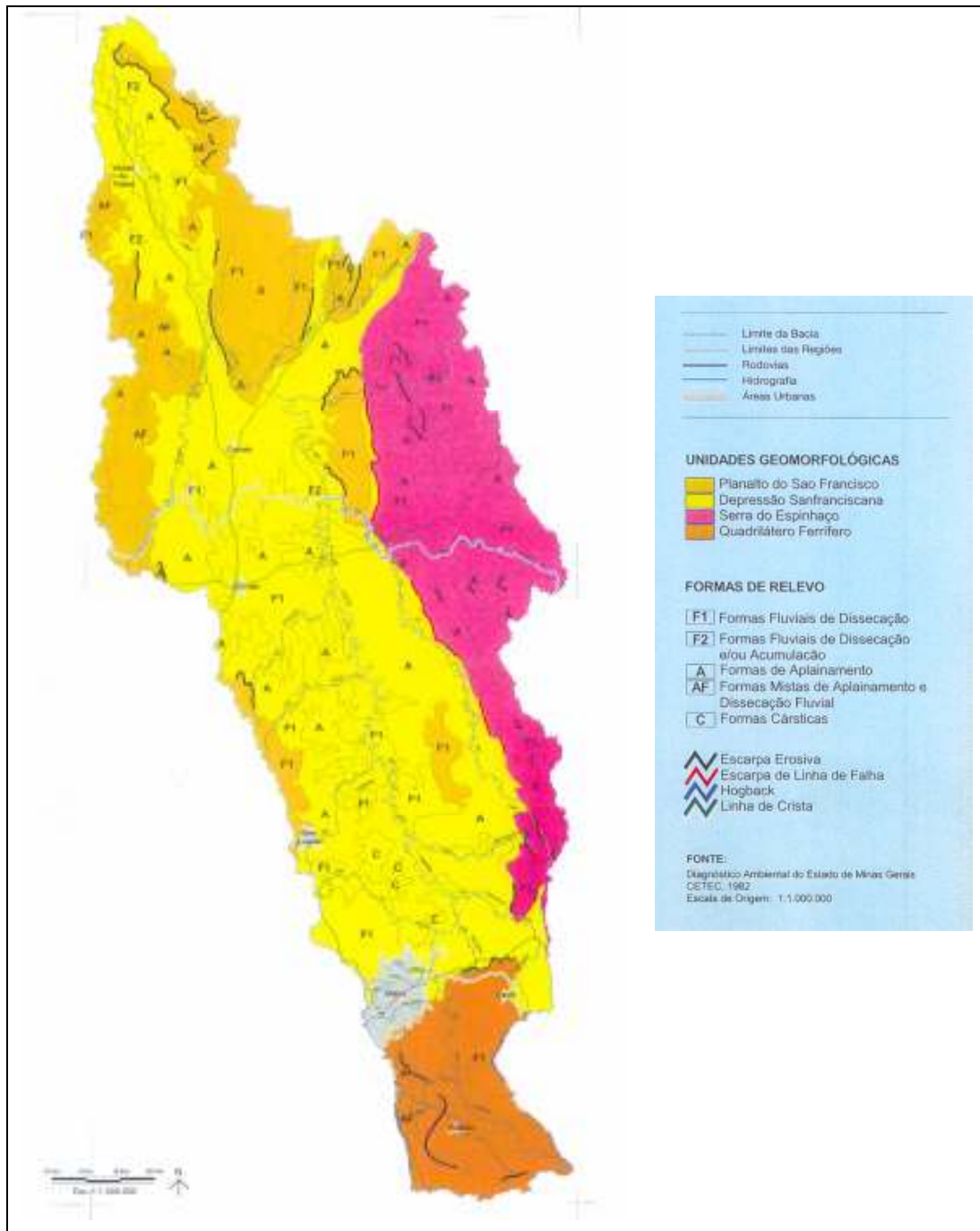


Figura 3.5: Geomorfologia da bacia do Rio das Velhas

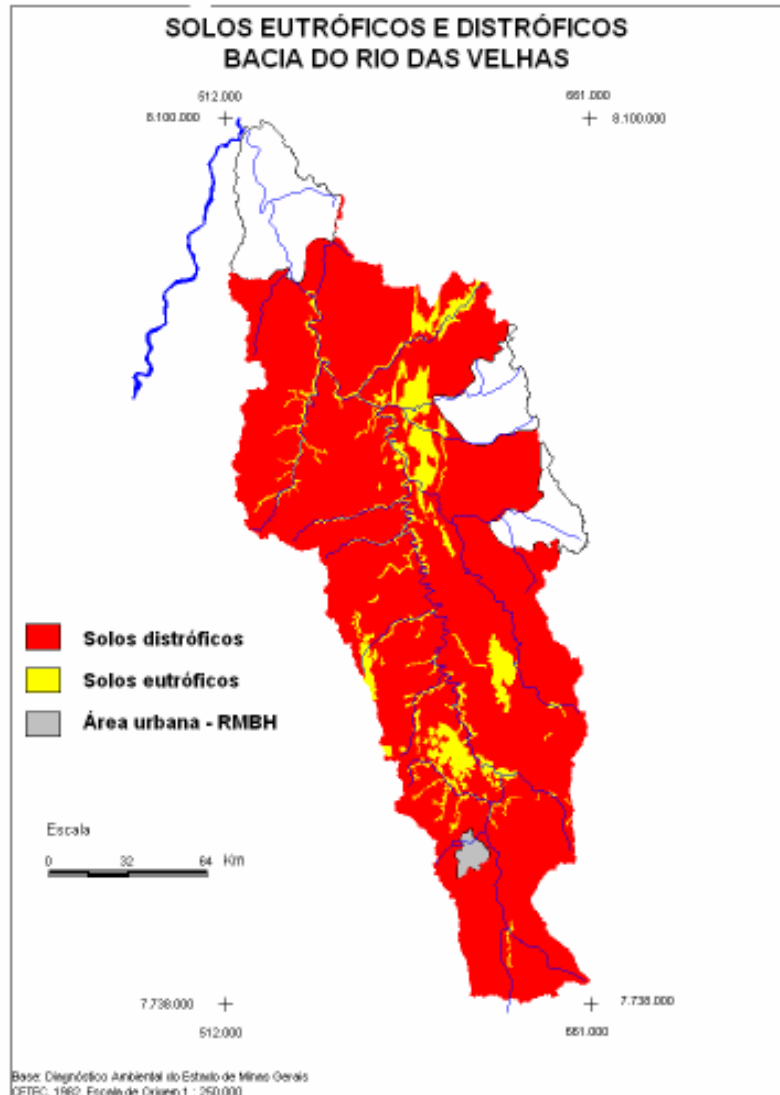


Figura 3.6: Relação espacial entre solos Distróficos e solos Eutróficos na bacia do Rio das Velhas.

Mas é importante ressaltar que, o fato de uma região ser dotada de solo fértil não é suficiente para que ela seja considerada apta para a agricultura. Para indicar uma boa produtividade agrícola, a terra deve apresentar uma boa aptidão, o que envolve, além da fertilidade do solo, a disponibilidade de água e as condições de relevo. A classificação dos solos, entretanto, é um bom indicador de sua aptidão agrícola, pois envolve, além de aspectos químicos, referentes à fertilidade, aspectos físicos, relacionados à sua estrutura. Também é importante lembrar que as características do solo estão associadas àquelas

referentes a seu ambiente de formação, envolvendo um número razoável de parâmetros analisados, como clima e relevo (Palmieri e Larach, 2003). Logicamente, para uma análise mais correta e adequada da aptidão agrícola deve-se considerar a topografia e outras características específicas da região de análise. A bacia do Rio das Velhas apresenta uma certa diversidade de relevo, o que pode influenciar significativamente, tanto na ocorrência de processos erosivos como na própria formação dos solos.

3.5.1 CLASSES DE SOLO DA BACIA DO RIO DAS VELHAS

A figura 3.7 apresenta a distribuição dos tipos de solo predominantes bacia do Rio das Velhas. De maneira geral, o que primeiro pode-se observar é o predomínio dos solos distróficos (não férteis), ou ainda alumínicos (além de serem distróficos, apresentam excesso de alumínio) em toda a região. Observando o mapa da figura 3.7, pode-se notar o predomínio dos Latossolos e Cambissolos, estando estes últimos presentes, principalmente, na porção central da bacia hidrográfica. Os Latossolos também estão bastante presentes, principalmente no centro-sul, oeste e norte da bacia, havendo ainda uma significativa mancha destes solos no extremo sul da bacia, entre Ouro Preto e Itabirito.

Uma característica principal dos Latossolos é a presença do horizonte Bw (B latossólico). Este horizonte indica um solo muito evoluído a partir das seguintes características:

- estrutura granular
- aspecto homogêneo do perfil (difícil diferenciação dos horizontes)
- grande espessura (igual ou maior que 50 cm)
- teor de minerais primários facilmente intemperizados (MPFI) menor que 4%, indicando que os processos de intemperismo atuam sobre este solo há muito tempo.
- alto teor de óxidos, que implica em muita carga positiva e baixa capacidade de troca catiônica (CTC) da argila: no caso dos Latossolos, a CTC da argila é menor que 17 cmolc/Kg.

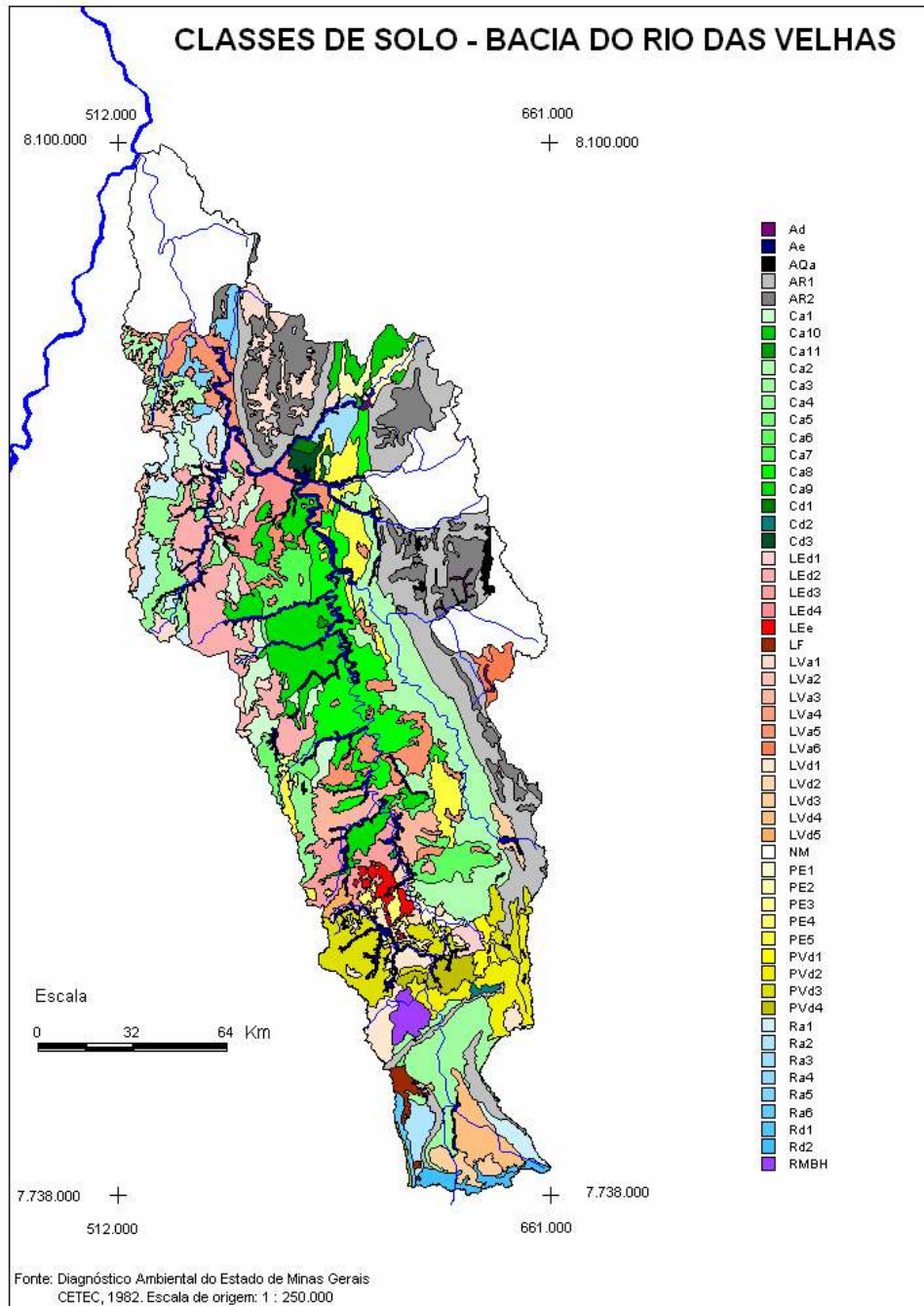


Figura 3.7: Classes de solo da bacia do Rio das Velhas

Tipos de Solo - Legenda

Ad	SOLOS POUCOS DESENVOLVIDOS	Ad - NEOSSOLOS FLÚVICOS DISTRÓFICOS A moderado textura indiscriminada fase floresta perenifólia de várzea relevo plano
Ae	SOLOS POUCOS DESENVOLVIDOS	Ae - NEOSSOLOS FLÚVICOS EUTRÓFICOS A moderado textura indiscriminada fase floresta perenifólia de várzea + SOLOS HIDROMÓRFICOS INDISCRIMINADOS fase campos de várzea ambos relevo plano (60-40%)
AQa	SOLOS POUCOS DESENVOLVIDOS	AQa - NEOSSOLO QUARTZARÊNICO A moderado textura indiscriminada fase pedregosa campestre ambos DISTRÓFICOS relevo plano e suave ondulado (70-30%)
AR1	AFLORAMENTO DE ROCHAS	AR1 - AFLORAMENTO DE ROCHAS + SOLOS LITÓFICOS ÁLICOS A fraco textura arenosa fase pedregosa cerrado relevo montanhoso (60-30%)
AR2	AFLORAMENTO DE ROCHAS	AR2 - AFLORAMENTO DE ROCHAS + NEOSSOLOS LITÓLICOS textura arenosa relevo ondulado + NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS relevo suave ondulado ambos ÁLICOS A fraco fase cerrado (40-30-30%)
Ca1	SOLOS COM HORIZONTE B INCIPIENTE	Ca1 - CAMBISSOLO DISTRÓFICO A moderado textura siltosa fase campo cerrado relevo suave ondulado e ondulado
Ca10	SOLOS COM HORIZONTE B INCIPIENTE	Ca10 - CAMBISSOLO textura média cascalhenta + ARGISSOLO VERMELHO AMARELO textura média cascalhenta/argilosa + NEOSSOLOS LITÓLICOS textura média todos DISTRÓFICOS A fraco fase pedregosa campo cerrado relevo ondulado (60-20-20%)
Ca11	SOLOS COM HORIZONTE B INCIPIENTE	Ca11 - CAMBISSOLO A moderado + NEOSSOLOS LITÓLICOS A fraco + ARGISSOLO VERMELHO AMARELO A moderado todos DISTRÓFICOS textura argilosa fase cerrado relevo ondulado (50-25-25%)
Ca2	SOLOS COM HORIZONTE B INCIPIENTE	Ca2 - CAMBISSOLO textura siltosa + NEOSSOLOS LITÓLICOS textura média ambos DISTRÓFICOS A fraco fase pedregosa cerrado relevo forte ondulado (60-40%)
Ca3	SOLOS COM HORIZONTE B INCIPIENTE	Ca3 - CAMBISSOLO textura argilosa fase campo cerrado/floresta subperenifólia + NEOSSOLOS LITÓLICOS textura indiscriminada fase campo cerrado ambos DISTRÓFICOS A moderado relevo montanhoso (60-40%)
Ca4	SOLOS COM HORIZONTE B INCIPIENTE	Ca4 - CAMBISSOLO + NEOSSOLOS LITÓLICOS ambos DISTRÓFICOS A moderado textura argilosa fase campo cerrado relevo ondulado (60-40%)
Ca5	SOLOS COM HORIZONTE B INCIPIENTE	Ca5 - CAMBISSOLO textura argilosa + NEOSSOLOS LITÓLICOS textura indiscriminada ambos DISTRÓFICOS A moderado fase campo cerrado relevo forte ondulado (60-40%)
Ca6	SOLOS COM HORIZONTE B INCIPIENTE	Ca6 - CAMBISSOLO textura siltosa + LATOSSOLO VERMELHO AMARELO textura argilosa ambos DISTRÓFICOS A moderado fase campo cerrado relevo suave ondulado (60-40%)

Ca7	SOLOS COM HORIZONTE B INCIPIENTE	Ca7 - CAMBISSOLO + NEOSSOLOS LITÓLICOS ambos DISTRÓFICOS A moderado textura siltosa fase pedregosa campo cerrado relevo suave ondulado (60-40%)
Ca8	SOLOS COM HORIZONTE B INCIPIENTE	Ca8 - CAMBISSOLO relevo ondulado + NEOSSOLOS LITÓLICOS relevo suave ondulado ambos DISTRÓFICOS A moderado textura siltosa fase pedregosa campo cerrado (60-40%)
Ca9	SOLOS COM HORIZONTE B INCIPIENTE	Ca9 - CAMBISSOLO + NEOSSOLOS LITÓLICOS ambos DISTRÓFICOS A moderado textura siltosa fase pedregosa campo cerrado relevo ondulado (60-40%)
Cd1	SOLOS COM HORIZONTE B INCIPIENTE	Cd1 - CAMBISSOLO DISTRÓFICO A moderado textura siltosa fase pedregosa cerrado relevo suave ondulado
Cd2	SOLOS COM HORIZONTE B INCIPIENTE	Cd2 - CAMBISSOLO + ARGISSOLO VERMELHO AMARELO ambos DISTRÓFICOS A moderado textura argilosa fase floresta subperenifólia relevo forte ondulado (60-40%)
Cd3	SOLOS COM HORIZONTE B INCIPIENTE	Cd3 - CAMBISSOLO textura siltosa + NEOSSOLOS LITÓLICOS textura indiscriminada ambos DISTRÓFICOS A moderado fase cerrado relevo suave ondulado e ondulado (60-40%)
LEd1	SOLOS COM HORIZONTE B LATOSSÓLICO	LEd1 - LATOSSOLO VERMELHO DISTRÓFICO A moderado textura argilosa fase floresta subperenifólia relevo forte ondulado
LEd2	SOLOS COM HORIZONTE B LATOSSÓLICO	LEd2 - LATOSSOLO VERMELHO DISTRÓFICO A moderado textura argilosa fase cerrado relevo suave ondulado
LEd3	SOLOS COM HORIZONTE B LATOSSÓLICO	LEd3 - LATOSSOLO VERMELHO + LATOSSOLO VERMELHO AMARELO ambos DISTRÓFICOS A moderado textura argilosa fase cerrado relevo suave ondulado (60-40%)
LEd4	SOLOS COM HORIZONTE B LATOSSÓLICO	LEd4 - LATOSSOLO VERMELHO textura argilosa fase cerrado + CAMBISSOLO textura siltosa fase pedregosa cerrado ambos DISTRÓFICOS A moderado relevo suave ondulado (60-40%)
LEe	SOLOS COM HORIZONTE B LATOSSÓLICO	LEe - LATOSSOLO VERMELHO + NITOSSOLO VERMELHO ambos EUTRÓFICOS A moderado textura argilosa fase cerrado/floresta subperenifólia relevo suave ondulado (60-40%)
LF	SOLOS COM HORIZONTE B LATOSSÓLICO	LF - LATOSSOLO DISTRÓFICO relevo suave ondulado + NEOSSOLOS LITÓLICOS DISTRÓFICOS relevo ondulado ambos A moderado textura argilosa fase cerrado (70-30%)
LVa1	SOLOS COM HORIZONTE B	LVa1 - LATOSSOLO VERMELHO AMARELO DISTRÓFICO A moderado textura argilosa fase cerrado relevo suave ondulado

	LATOSSÓLICO	
LVa2	SOLOS COM HORIZONTE B LATOSSÓLICO	LVa2 - LATOSSOLO VERMELHO AMARELO textura média + NEOSSOLO QUARTZARÊNICO ambos DISTRÓFICOS A moderado fase cerrado relevo plano e suave ondulado (60-40%)
LVa3	SOLOS COM HORIZONTE B LATOSSÓLICO	LVa3 - LATOSSOLO VERMELHO AMARELO textura média relevo suave ondulado + CAMBISSOLO textura argilosa cascalhenta relevo ondulado ambos DISTRÓFICOS A moderado fase cerrado (60-40%)
LVa4	SOLOS COM HORIZONTE B LATOSSÓLICO	LVa4 - LATOSSOLO VERMELHO AMARELO textura argilosa + CAMBISSOLO textura siltosa ambos DISTRÓFICOS A moderado fase floresta subperenifólia relevo forte ondulado e montanhoso (60-40%)
LVa5	SOLOS COM HORIZONTE B LATOSSÓLICO	LVa5 - LATOSSOLO VERMELHO AMARELO + LATOSSOLO VERMELHO ambos DISTRÓFICOS A moderado textura argilosa fase cerrado relevo plano e suave ondulado (60-40%)
LVa6	SOLOS COM HORIZONTE B LATOSSÓLICO	LVa6 - LATOSSOLO VERMELHO AMARELO + ARGISSOLO VERMELHO AMARELO ambos textura argilosa + CAMBISSOLO textura siltosa todos DISTRÓFICOS A moderado fase floresta subperenifólia relevo forte ondulado (40-30-30%)
LVd1	SOLOS COM HORIZONTE B LATOSSÓLICO	LVd1 - LATOSSOLO VERMELHO AMARELO DISTRÓFICO A moderado textura argilosa fase floresta subperenifólia relevo ondulado
LVd2	SOLOS COM HORIZONTE B LATOSSÓLICO	LVd2 - LATOSSOLO VERMELHO AMARELO DISTRÓFICO A moderado textura argilosa fase cerrado relevo suave ondulado
LVd3	SOLOS COM HORIZONTE B LATOSSÓLICO	LVd3 - LATOSSOLO VERMELHO AMARELO relevo ondulado + CAMBISSOLO relevo forte ondulado ambos DISTRÓFICOS A moderado textura argilosa fase floresta subperenifólia (60-40%)
LVd4	SOLOS COM HORIZONTE B LATOSSÓLICO	LVd4 - LATOSSOLO VERMELHO AMARELO + CAMBISSOLO ambos DISTRÓFICOS A moderado textura argilosa fase floresta subperenifólia relevo forte ondulado (70-30%)
LVd5	SOLOS COM HORIZONTE B LATOSSÓLICO	LVd5 - LATOSSOLO VERMELHO AMARELO + ARGISSOLO VERMELHO AMARELO ambos DISTRÓFICOS A moderado textura argilosa fase cerrado/floresta subperenifólia relevo ondulado (70-30%)
PE1	SOLOS COM HORIZONTE B TEXTURAL	PE1 - ARGISSOLO VERMELHO AMARELO EUTRÓFICO A moderado textura argilosa fase floresta subperenifólia relevo ondulado
PE2	SOLOS COM HORIZONTE B TEXTURAL	PE2 - ARGISSOLO VERMELHO AMARELO EUTRÓFICO A moderado textura argilosa fase floresta caducifólia relevo forte ondulado e montanhoso

PE3	SOLOS COM HORIZONTE B TEXTURAL	PE3 - ARGISSOLO VERMELHO AMARELO EUTRÓFICO A moderado textura argilosa fase floresta subperenifólia relevo suave ondulado + AFLORAMENTOS DE ROCHA (70-30%)
PE4	SOLOS COM HORIZONTE B TEXTURAL	PE4 - ARGISSOLO VERMELHO AMARELO relevo ondulado + LATOSSOLO VERMELHO relevo suave ondulado ambos EUTRÓFICOS A moderado textura argilosa fase floresta subperenifólia + AFLORAMENTO DE ROCHAS (40-30-30%)
PE5	SOLOS COM HORIZONTE B TEXTURAL	PE5 - ARGISSOLO VERMELHO AMARELO + CAMBISSOLOS LITÓLICOS todos EUTRÓFICOS A moderado textura argilosa fase floresta caducifólia relevo forte ondulado e ondulado (40-30-30%)
PVd1	SOLOS COM HORIZONTE B TEXTURAL	PVd1 - ARGISSOLO VERMELHO AMARELO + CAMBISSOLO ambos DISTRÓFICOS A moderado textura argilosa fase floresta subperenifólia relevo ondulado (70-30%)
PVd2	SOLOS COM HORIZONTE B TEXTURAL	PVd2 - ARGISSOLO VERMELHO AMARELO + LATOSSOLO VERMELHO AMARELO ambos DISTRÓFICOS A moderado textura argilosa fase floresta subperenifólia relevo forte ondulado (60-40%)
PVd3	SOLOS COM HORIZONTE B TEXTURAL	PVd3 - ARGISSOLO VERMELHO AMARELO relevo forte ondulado + CAMBISSOLO relevo ondulado ambos DISTRÓFICOS A moderado textura argilosa fase floresta subperenifólia (60-40%)
PVd4	SOLOS COM HORIZONTE B TEXTURAL	PVd4 - ARGISSOLO VERMELHO AMARELO + CAMBISSOLO ambos DISTRÓFICOS A moderado textura argilosa fase floresta subperenifólia relevo forte ondulado (60-40%)
Ra1	SOLOS POUCOS DESENVOLVIDOS	Ra1 - NEOSSOLOS LITÓLICOS DISTRÓFICOS A fraco textura indiscriminada fase campo cerrado relevo forte ondulado
Ra2	SOLOS POUCOS DESENVOLVIDOS	Ra2 - NEOSSOLOS LITÓLICOS A fraco textura indiscriminada + CAMBISSOLO A moderado textura argilosa ambos DISTRÓFICOS fase campo cerrado relevo forte ondulado e montanhoso (70-30%)
Ra3	SOLOS POUCOS DESENVOLVIDOS	Ra3 - NEOSSOLOS LITÓLICOS DISTRÓFICOS A fraco textura indiscriminada fase pedregosa campestre relevo suave ondulado + AFLORAMENTOS DE ROCHAS (70-30%)
Ra4	SOLOS POUCOS DESENVOLVIDOS	Ra4 - NEOSSOLOS LITÓLICOS relevo forte ondulado e montanhoso + CAMBISSOLO relevo ondulado ambos DISTRÓFICOS A moderado textura siltosa fase pedregosa cerrado substrato siltito (60-40%)
Ra5	SOLOS POUCOS DESENVOLVIDOS	Ra5 - NEOSSOLOS LITÓLICOS + CAMBISSOLO ambos DISTRÓFICOS A moderado textura siltosa fase erodida cerrado relevo ondulado substrato siltito e ardósia (60-40%)
Ra6	SOLOS POUCOS DESENVOLVIDOS	Ra6 - NEOSSOLOS LITÓLICOS relevo montanhoso + CAMBISSOLO relevo forte ondulado ambos DISTRÓFICOS A moderado textura indiscriminada fase campo cerrado + AFLORAMENTO DE ROCHAS (40-30-30%)
Rd1	SOLOS POUCOS DESENVOLVIDOS	Rd1 - NEOSSOLOS LITÓLICOS DISTRÓFICOS A fraco textura indiscriminada fase floresta subperenifólia relevo forte ondulado e montanhoso
Rd2	SOLOS POUCOS DESENVOLVIDOS	Rd2 - NEOSSOLOS LITÓLICOS DISTRÓFICOS A moderado textura indiscriminada fase cerrado relevo forte ondulado e montanhoso

Os solos muito evoluídos, como os Latossolos, têm boas características físicas, o que dificulta a atuação de processos erosivos, favorecendo o manejo. Entretanto, as características químicas destes solos, referentes à fertilidade, comprometem sua potencialidade agrícola. Os Latossolos, por apresentarem boa estrutura física, oferecem maiores possibilidades de uso. Estes solos têm baixa erodibilidade, podendo ser manuseados quase sem riscos de ativação de processos erosivos ou movimentos de massa. O relevo onde os Latossolos ocorrem é, geralmente, mais plano, sendo adequado à construção de moradias e ao emprego de máquinas, no caso da agricultura. Entretanto, como já mencionado, normalmente são solos de baixa fertilidade, necessitando de correção para o uso agrícola.

Os Neossolos Flúvicos, os Argissolos Vermelho-Amarelos eutróficos e os Latossolos Vermelhos eutróficos, apresentariam, num primeiro momento, condições favoráveis ao aproveitamento agrícola, pois apresentam boa fertilidade.

Os Neossolos Flúvicos, presentes, principalmente, ao longo da planície fluvial do Rio das Velhas e de seus afluentes, apresentam, geralmente, grande fertilidade. Entretanto, muitas vezes são solos encharcados (imperfeitamente drenados), o que limita seu uso a culturas com esta exigência, como a rizicultura.

Os Argissolos, por sua vez, ocupando parte significativa da RMBH, são bastante suscetíveis à erosão, já que apresentam horizonte diagnóstico B textural (Bt) (Palmieri e Larach, 2003). Este horizonte, como já mencionado anteriormente, indica um processo de migração de argila do horizonte A para o B, ocasionando um gradiente textural, com concentração de argila no horizonte B. Estes solos, quando ocorrem em áreas de maior declividade, devem ser utilizados preferencialmente para culturas permanentes. A ocupação urbana nestes casos deve ser evitada, caso contrário, deve ser bem planejada, buscando-se sempre o equilíbrio entre escoamento superficial e subsuperficial, como forma de evitar a erosão intensa e até mesmo movimentos de massa. Em relevo mais plano há maiores possibilidades de uso para este solo, uma vez que os processos erosivos são menos intensos. A ocupação urbana e culturas temporárias poderão ser, neste caso, desenvolvidas, mas com os devidos cuidados.

Os Cambissolos se caracterizam por apresentar o horizonte B incipiente, ou seja um horizonte B pouco desenvolvido, e suas características variam muito. Eles podem ser solos muito férteis ou muito pobres.

Devido à heterogeneidade do material de origem, das formas de relevo e das condições climáticas, as características destes solos

variam muito de um local para outro. Assim, a classe comporta desde solos fortemente até imperfeitamente drenados, de rasos a profundos, de cor bruna ou bruno-amarelada até vermelho escuro, e de alta a baixa saturação por bases e atividade química da fração coloidal (EMBRAPA, 1999, p. 84).

Os Cambissolos, por serem solos rasos, predominantes em áreas de maior declividade, são também bastante suscetíveis à erosão. Portanto, valem aqui as mesmas observações feitas para os Argissolos. Como são solos jovens, apresentam estreita relação com o material de origem, podendo apresentar boa fertilidade e boa produtividade agrícola se forem adotadas técnicas adequadas de manejo.

Os Neossolos Litólicos são encontrados no extremo sul da bacia, nas serras que fazem o divisor de águas em Ouro Preto e Itabirito. Estes solos são jovens e, portanto são pouco evoluídos, apresentando condições de fertilidade bastante influenciadas pelas características da rocha de origem. Os Neossolos Litólicos são encontrados, principalmente, em regiões de relevo muito acidentado, e por isso têm seu desenvolvimento dificultado. O pouco desenvolvimento destes solos, associado à grande declividade do terreno onde normalmente ocorrem, desfavorece a prática da agricultura. O relevo montanhoso também dificulta o desenvolvimento de áreas urbanas ou industriais.

Os Neossolos Litólicos são

(...) constituídos por material mineral ou por material orgânico pouco espesso com pequena expressão dos processos pedogenéticos em consequência da baixa intensidade de atuação destes processos, que não conduziram, ainda, a modificações expressivas do material originário, de características do próprio material, pela sua resistência ao intemperismo ou composição química, e do relevo, que podem impedir ou limitar a evolução desses solos. (EMBRAPA, 1999, p. 94).

Por serem jovens, os Neossolos Litólicos não apresentam horizonte B, pois ainda não houve tempo para a formação deste horizonte. Assim, as características principais deste solo são indicadas pela constituição do horizonte A.

3.6 CARACTERÍSTICAS E HISTÓRICO DE OCUPAÇÃO DA REGIÃO:

Desde o início da exploração do território mineiro, o objetivo era o reconhecimento do território central ou a procura de riquezas minerais (Silveira, 1929).

“A mineração, sob controle do capital inglês, iniciou-se com vários grupos, sendo um deles a Imperial Brazilian Mining Association, em Gongo Soco, município de Caeté, em 1824. Há quase 300 anos o rico Quadrilátero Ferrífero da região central de Minas vem sendo explorado intensivamente. O processo de fundição do ferro, antes executado de forma artesanal em pequenas forjas, foi implantado de forma industrial na bacia do Rio das Velhas, em Caeté, por volta de 1860 e, em 1917, instalou-se em Sabará a Companhia Siderúrgica Belgo Mineira. O processo de industrialização intensificou-se com a criação, em 1941, do Parque Industrial de Contagem.” (Ribeiro et al, 2005, p. 199)

Portanto, não se pode afirmar que a pouca expressividade da produção agrícola na região tenha resultado de tentativas fracassadas de se desenvolver a agricultura, mas sim da existência de grandes riquezas minerais cuja exploração foi priorizada.

Dessa forma, a bacia do Rio das Velhas teve sua ocupação direcionada pela exploração mineral. Foi, em grande parte, para atender às necessidades de alimento e vestuário do povo das minas que a pecuária se estabeleceu, e hoje tem certo destaque como atividade econômica. Em poucos casos, a agricultura teve algum destaque como atividade secundária, fornecedora de insumos à sociedade mineira.

Num primeiro momento, o ouro foi o principal produto extraído; e com sua exaustão, o minério de ferro passa a ser o recurso mais explorado na região, principalmente no Alto Médio Velhas. As primeiras áreas ocupadas foram aquelas ao longo do Rio das Velhas, através do qual chegaram os primeiros aventureiros. De acordo com Rocha (1995) os paulistas foram os primeiros que se adentraram Minas Gerais pelo Rio de São Francisco, e povoaram e encheram de gado as suas margens. Neste primeiro momento de ocupação das terras mineiras, as principais formas de sobrevivência consistiam na caça e na pesca e, em alguns casos, em pequenas culturas de subsistência.

Segundo Ribeiro et al. (2005), o ouro foi encontrado pela primeira vez na região em 1693, onde, posteriormente, surgiria a cidade de Ouro Preto. Já o diamante foi encontrado em 1714, na região do planalto da Serra do Espinhaço, que posteriormente daria lugar à cidade de Diamantina. “Com a descoberta do ouro e do diamante, iniciou-se intenso povoamento da região das Minas por escravos negros, que até então tinham permanecido na faixa litorânea, trabalhando nos engenhos de açúcar” (Ribeiro et al., 2005, p. 189)

Ao lado da mineração do ouro e do diamante, desenvolveu-se a agricultura e a pecuária, para suprir o mercado interno na capitania e as demais regiões da colônia. A aguardente, com restrições legais, integrou-se também à economia. O transporte de mercadorias e a comunicação das regiões era exercida pelos tropeiros. (Ribeiro et. al, 2005, p. 194)

Muitas vezes, era no ponto de parada dos tropeiros que tinha início o desenvolvimento de povoados e posteriores cidades. O crescimento das cidades e da produção mineral implicou no desenvolvimento dos meios de transporte, principalmente a ferrovia e a hidrovia. Tem início um intenso processo de transformação das paisagens naturais da região.

Já no século XIX, começam a se fazer sentir os impactos ambientais resultantes da exploração irracional dos recursos naturais. “A partir de 1870, os barcos a vapor começaram a singrar os rios das Velhas e São Francisco e, antes que esse meio de transporte completasse um século de existência, foi totalmente abandonado, devido ao assoreamento dos rios” (Ribeiro et al, 2005, p. 199).

De acordo com o clima, relevo e tipo de solo, cada região da bacia do Rio das Velhas foi desenvolvendo suas especialidades agrícolas, mas tendo sempre como principal economia a mineração de ouro e ferro. Assim, em Matozinhos e Pedro Leopoldo, sobressai a cultura do milho, enquanto a cultura do chá ou theicultura tem seu centro no município de Ouro Preto (Silveira, 1929). Em Sabará, tem destaque a produção de aguardente, açúcar, vinagre, farinha de mandioca e de milho, polvilho, toucinho, tabaco, cereais de toda a espécie e muitas frutas. Assim como Sabará, Caeté se destaca na produção de frutas e sua principal lavoura é a de cana-de-açúcar. Santa Luzia também tem uma certa diversidade agrícola. O município produz o milho, feijão, arroz, cana-de-açúcar, mandioca, mamona, algodão, trigo, batatas e café (Silva, 1997).

As propostas para o desenvolvimento da região não tinham por base a agricultura ou a pecuária, mas os recursos minerais existentes, pois a grande quantidade existente em Minas Gerais fez com que surgissem grandes expectativas de um processo acentuado de industrialização para a região. Entretanto, essas expectativas foram frustradas com a centralização, cada vez maior, das indústrias no Rio de Janeiro e, principalmente, em São Paulo. Na segunda metade da década de 1940 tem início a aplicação de um conjunto de medidas com o objetivo de fazer avançar o processo de industrialização no estado. Entretanto, já em 1941, essa tentativa é frustrada com a perda para o Rio de Janeiro na disputa pela localização da grande siderurgia nacional (Volta Redonda). Como contrapartida, foi criada, em 1941, a cidade industrial Juventino Dias, no município de Contagem. Mas, passados mais de 10 anos, não havia mais que 10 indústrias na imensa área reservada para esta ocupação. As condições de suficiência para o desenvolvimento industrial só foram atingidas na segunda metade dos anos 60 e durante os anos 70 por a) tendência nacional à busca pelas indústrias de outros espaços que não São Paulo e Rio de Janeiro; b) facilidade para aquisição de recursos financeiros no mercado internacional e c) concentração econômica e populacional em Belo Horizonte, resultado de políticas públicas anteriores (Pecht, 1980).

Portanto, um primeiro momento de industrialização em Minas Gerais não resultou em grande expansão urbana e industrial. Somente a partir do final da década de 1960, observa-se um intenso processo de urbanização na região, o que é refletido na concentração populacional nas áreas urbanas, principalmente Belo Horizonte. De acordo com Pecht (1980, p. 07)

“(…) a cidade de Belo Horizonte (grande BH) concentrava 12% da população da Região [área de influência de B.H.] em 1960, entretanto no período 60/70 de todo o incremento populacional registrado na região 43% ocorreu na Grande B.H. Por outro lado constatou-se que 57% deste incremento foi devido à migração. Observou também que em 1970 na PEA de Belo Horizonte 68% dos homens e 71% das mulheres eram migrantes ou seja pessoas nascidas em outros municípios.”

Acompanhando o surto de urbanização e industrialização em Minas Gerais, tem-se, na agricultura, a partir do final da década de 1960, o aumento do uso de fertilizantes concentrados, seguido pelo emprego de um conjunto de inovações tecnológicas, ao que

se denominou Revolução Verde. Este fato solucionou parcialmente o problema do esgotamento das áreas de lavouras temporárias. (Silva e Curi, 2001). Mas outros problemas (alguns de maiores dimensões) surgem com a modernização das técnicas de trabalho no campo. Silva e Curi (2001, p. 10) lembram que

“a nova tecnologia agropecuária permitiu a implantação, em larga escala, dos grandes projetos agropecuários, dando início a um período de transformação radical na agricultura (...) Entretanto, a euforia das grandes safras foi sendo contrabalançada por problemas sociais, econômicos e ambientais.”

Esses são, então, alguns marcos no desenvolvimento de Minas Gerais que podem ser observados no processo de ocupação da bacia do Rio das Velhas. As transformações significativas que ocorrem neste período (pós 1960) em escala nacional têm repercussão no desenvolvimento local, principalmente numa área dinâmica como tem se mostrado a Região Metropolitana de Belo Horizonte.

Quanto à forma de ocupação da região, o mapa da figura 3.8 mostra o uso da terra na bacia do Rio das Velhas na atualidade. Nele pode-se observar que o grande predomínio na bacia é da pastagem, estando a mineração concentrada no Alto Médio Velhas e em algumas regiões do nordeste da bacia. O predomínio das minerações nas partes mais altas da bacia, próximo ao divisor de águas, preocupa pela possibilidade de comprometimento dos mananciais. Observa-se que, também no sul, há uma significativa área ocupada por mata. O reflorestamento, ou monocultura de eucalipto, ocorre, principalmente, no norte da bacia, ocupando também alguma área mais expressiva na região de Caeté, no sul da bacia, e outras, espalhadas, ao longo da borda oeste.

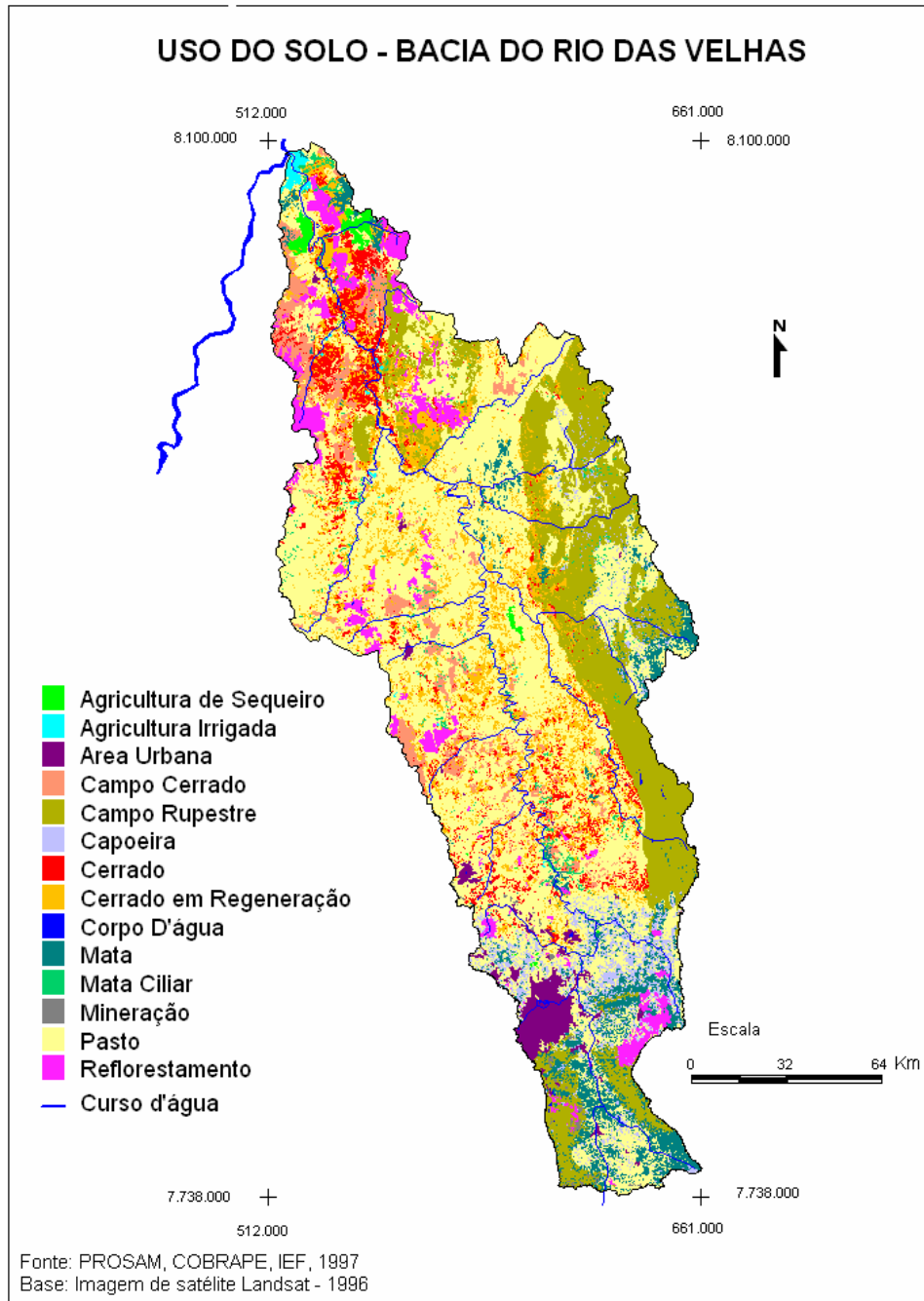


Figura 3.8: Usos do solo na bacia do Rio das Velhas

4. METODOLOGIA

A pesquisa bibliográfica constitui a primeira e fundamental etapa deste trabalho, fornecendo o embasamento teórico e contribuindo para a análise e compreensão dos dados mapeados.

Para a identificação e análise das relações entre os tipos de solo e a forma de ocupação da região foi utilizada a técnica de geoprocessamento de sobreposição de níveis temáticos de mapeamentos dos tipos de solos, das formas de uso, da aptidão agrícola, de processos erosivos e de Unidades de Conservação. Para este trabalho foi utilizado o software Mapinfo e a seguinte base de dados georreferenciados:

- Mapa de Solos – mapeamento original: CETEC, 1982 – escala original 1 : 250.000
- Uso do solo – mapeamento original: COBRAPE / PROSAM / IEF, 1997, a partir de imagem de satélite Landsat 1996.
- Unidades de Conservação – mapeamento original: Projeto Estudo Integrado de Recursos Naturais – Bacia do Alto São Francisco e parte central da área Mineira da SUDENE; CETEC: Mapa Indicativo das Áreas para Preservação – 1989 – Escala de origem: 1 : 1.500.000. IBAMA, IEF, FEAM, COPASA-MG, Prefeitura de Belo Horizonte, Sete Lagoas, Rio Acima e Paraopeba, Bacia do Rio das Velhas – Enquadramento dos Cursos d’água – 1996, FEAM – Escala de origem: 1 : 1.250.000. Áreas: Cercadinho, Mutuca, Barreiro e Fechos – PLAMBEL – Escala de origem: 1 : 25.000
- Aptidão Agrícola – mapeamento original: Estudo Integrado de Recursos Naturais – Bacia do Alto São Francisco e Parte Central da Área Mineira da SUDENE – CETEC, 1983 – Escala de origem: 1 : 250.000
- Erosão: Potencialidades e Ocorrências – mapeamento original: PROSAM-MG / COBRAPE – Potencial Erosivo, 1997 – Escala de origem: 1 : 1.000.000

Para a identificação e a análise das relações espaciais entre tipo de solo e uso, cada classe de solo e cada tipo de uso foram desmembrados dos demais. Em seguida,

cada classe de solo foi cruzada com um tipo de uso, dando origem a mapas temáticos “Solo X Uso”, na escala 1:160.000.

Dessa forma, sobrepondo, por exemplo, a unidade “Latosolo”, do mapa temático “Classes de Solo da Bacia do Rio das Velhas”, à unidade “reflorestamento”, do mapa temático “Usos do Solo na Bacia do Rio das Velhas”, foi constatada a maior ou menor utilização dos Latossolos para reflorestamento.

Posteriormente, a sobreposição dos parâmetros relacionados aos processos erosivos deu origem a outros mapas na mesma escala, e indicou se da relação entre o tipo de solo e a forma de ocupação resultam ou tendem a resultar processos erosivos acelerados. A explicação para a ocorrência de processos erosivos foi complementada pela análise dos mapas resultantes da sobreposição das classes de aptidão agrícola mapeadas para a bacia. Estes dados confirmaram se, para a agropecuária, o solo está sendo utilizado dentro dos limites de sua capacidade.

Utilizando-se ainda do software mapinfo, foi calculada a área de cada uso em relação à área total ocupada por cada tipo de solo na bacia do Rio das Velhas. Os resultados são então apresentados em gráficos, e a sobreposição dos parâmetros analisados (solo, uso, aptidão agrícola, e processos erosivos) deu origem a diversos mapas temáticos, na escala de 1:160.000.

A confecção destes mapas é possível a partir da existência de uma base de dados georreferenciada, a qual permite a manipulação de grande quantidade de dados e uma visualização da relação espacial entre estes. Essa relação pode ser expressa na forma de mapas temáticos, os quais podem ser originados e alterados em um curto espaço de tempo. Assim, a tecnologia de Geoprocessamento pode ser uma ferramenta eficaz no que diz respeito à precisão, confiabilidade e velocidade na geração de dados relativos à avaliação ambiental, mas, dependendo do detalhamento das informações, pode ser de eficaz utilização apenas para ser analisado em meio digital, pois em meio impresso a visão humana poderá não captar áreas muito pequenas, às vezes representadas por poucos pixels (Zaidan e Silva, 2004). Outros problemas, presentes na cartografia tradicional, também surgem no Geoprocessamento, como a disponibilidade de dados em escalas compatíveis e mapeados na mesma época. Estes impasses surgem, principalmente, quando se trabalha com dados secundários.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na bacia do Rio das Velhas são encontrados diversos tipos de solo, o que pode ser explicado pelo tamanho significativo da área de estudo (27.867,2 km²). No que se refere ao uso do solo, predomina a pastagem (figura 3.8), com exceção dos extremos sul, norte e leste da bacia. Mas, no geral, a bacia hidrográfica em estudo apresenta diversidade na forma de ocupação do solo, o que também pode ser associado ao tamanho expressivo da área, que leva a uma maior variedade de condições naturais.

Relacionando os tipos de solo com as formas de ocupação predominantes em cada um, observa-se que alguns usos, agronomicamente mais exigentes, como a agricultura apresenta relação mais direta com o tipo de solo onde são praticados. Já outros, como a mineração, estão mais associados a outros fatores, como a geologia e o relevo.

O tipo de solo, em alguns casos, influenciou a forma de ocupação, mas não a determinou. A agricultura expressa uma relação mais direta entre a classe de solo e o seu uso. As demais formas de ocupação antrópica do espaço, como a mineração e as áreas urbanas, sofrem influências que podem ser mais determinantes do que o tipo de solo, como a geologia, o relevo, a disponibilidade de água e os fatores políticos e econômicos.

Os processos erosivos aparecem como resultado da interação entre o tipo de solo, alguns parâmetros externos relacionados na classe de aptidão agrícola, e o uso que se faz do solo. Portanto, a erosão é um indicador da adequação, ou não, da forma de ocupação do solo.

É interessante reparar que grande parte da bacia do Rio das Velhas, especificamente a região leste, está sujeita apenas à erosão natural e, ainda assim, esta é reduzida ou ausente (figura 5.1), o que pode ser em parte explicado, ao se considerar o predomínio de afloramentos rochosos nesta região. Estes dificultam, ou mesmo desestimulam, maiores intervenções no solo, o que termina por implicar em sua conservação de forma involuntária. Neste capítulo, será discutida a relação entre o tipo de solo e a ocorrência de processos erosivos para cada forma de ocupação na bacia do Rio das Velhas.

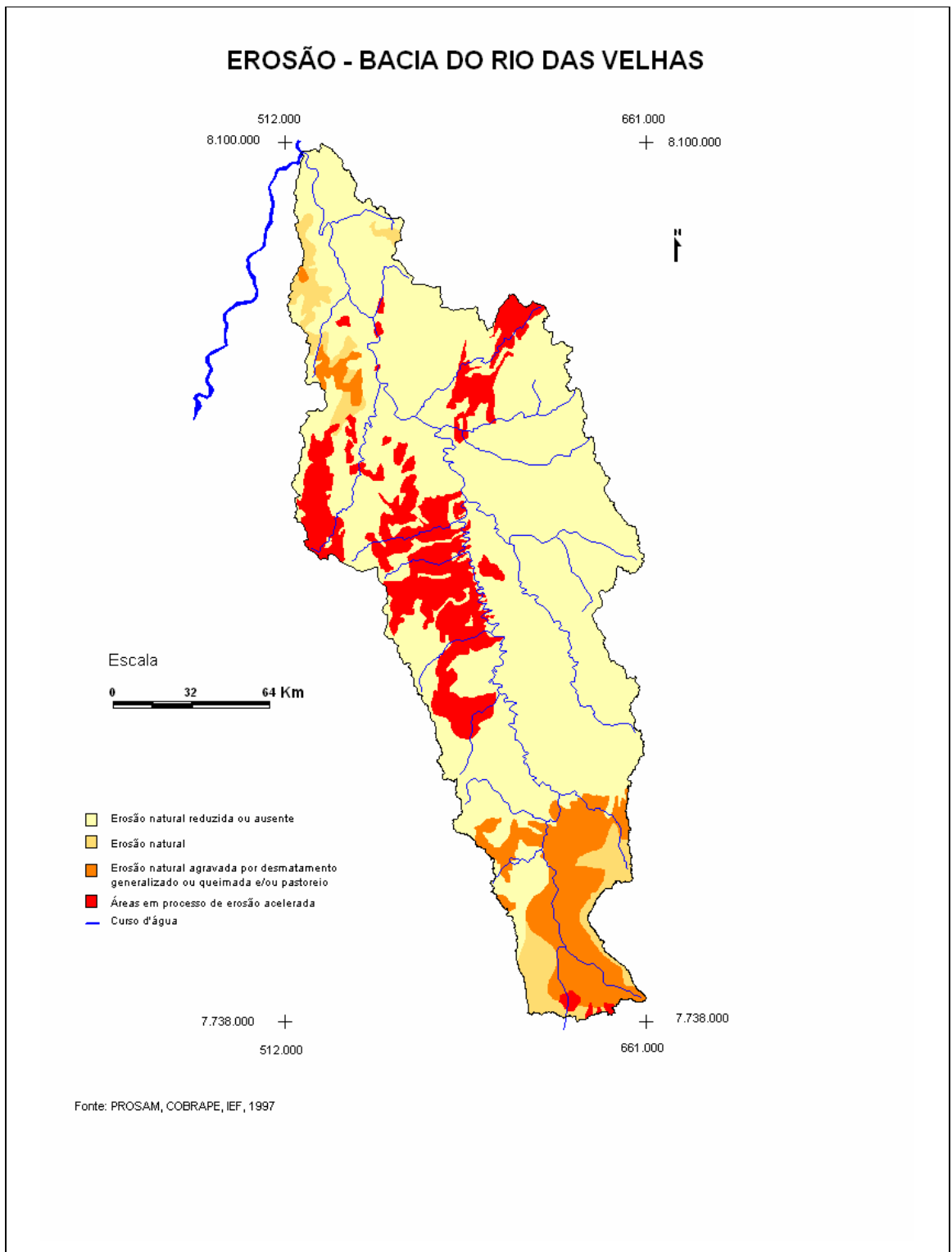


Figura 5.1: Processos erosivos na bacia do Rio das Velhas

É certo que a forma de ocupação e o tipo de solo influenciam, em grande parte, o desenvolvimento de processos erosivos, mas também deve ser lembrado que as

condições climáticas, principalmente no que se refere à intensidade das precipitações são outro fator de fundamental importância. O mapa da figura 5.2 mostra que os processos erosivos mais intensos não têm grande ocorrência em áreas de baixa precipitação, como no norte da bacia, o que demonstra a importância de se considerar os fatores climáticos nos estudos e nas práticas de controle à erosão. Mas também mostra que a erosão mais intensa não ocorre, necessariamente, nas áreas de maior precipitação, indicando a influência de outros fatores como o tipo de solo e a forma de ocupação.

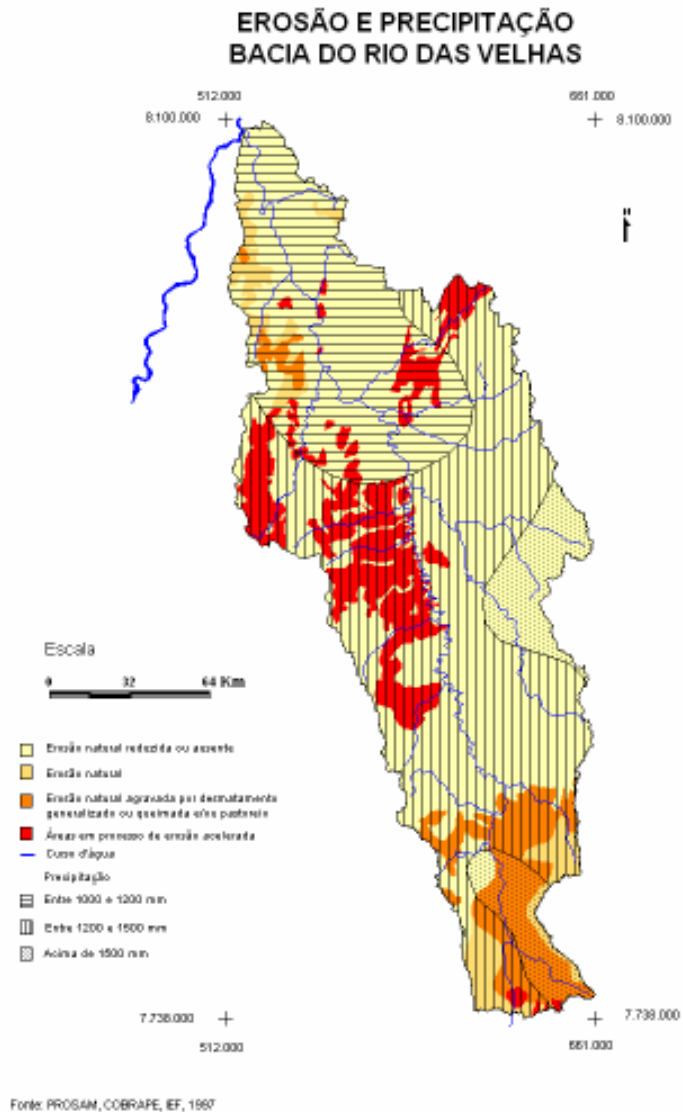


Figura 5.2: Processos erosivos e precipitação na bacia do Rio das Velhas

5.1 A MINERAÇÃO, OS TIPOS DE SOLO E OS PROCESSOS EROSIVOS RELACIONADOS

Ao contrário da agricultura, para a atividade mineradora não pode ser estabelecida uma relação direta entre área ocupada e expressividade econômico-social da atividade. As ocorrências minerais se dão de forma concentrada, em jazidas, e sua expressão vertical (em subsuperfície) pode ser igual ou maior do que sua expressão horizontal (em superfície), assim como sua exploração. Dessa forma, em uma área relativamente pequena pode ocorrer uma formação mineral cuja exploração seja altamente lucrativa financeiramente. Portanto, apesar da pouca expressividade espacial das ocorrências minerais, pode-se observar que, na bacia do Rio das Velhas, estas estão presentes na forma de vários pequenos pontos, principalmente na porção sul da bacia, onde está o denominado Quadrilátero Ferrífero, indicando a propensão da região para a atividade mineradora. Essas ocorrências, que estão associadas à formação geológica da região, direcionaram a economia e a ocupação não só da bacia do Rio das Velhas mas como de todo o Estado de Minas Gerais (Ribeiro et al., 2005), como é demonstrado pela proximidade entre as principais áreas de mineração e a maior mancha urbana, correspondente à região Metropolitana de Belo Horizonte – RMBH (figuras 5.3 a 5.8).

A partir das minerações surgiram os centros urbanos, como é conhecido da história da região. Ainda no início da ocupação, no século XVIII, Ouro Preto, então denominada Vila Rica, já representava uma expressiva área urbana e também a capital do Estado de Minas Gerais, condição devida, principalmente, às grandes minerações de ouro existentes no município naquela época (Ferreira, 1957). Segundo Ribeiro et al. (2005, p. 197), “por volta dos Setecentos, Ouro Preto era a maior cidade das Américas, com mais de cem mil habitantes.”

AFLORAMENTOS DE ROCHA X MINERAÇÃO

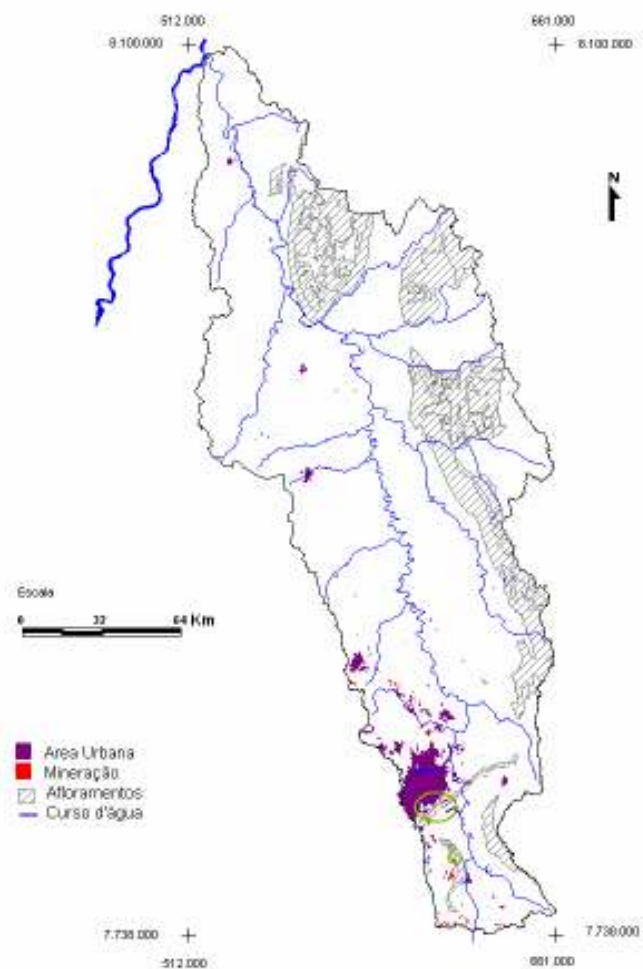


Figura 5.3: Relação espacial entre ocorrências de afloramentos rochosos e mineração na bacia do Rio das Velhas

ARGISSOLOS X MINERAÇÃO

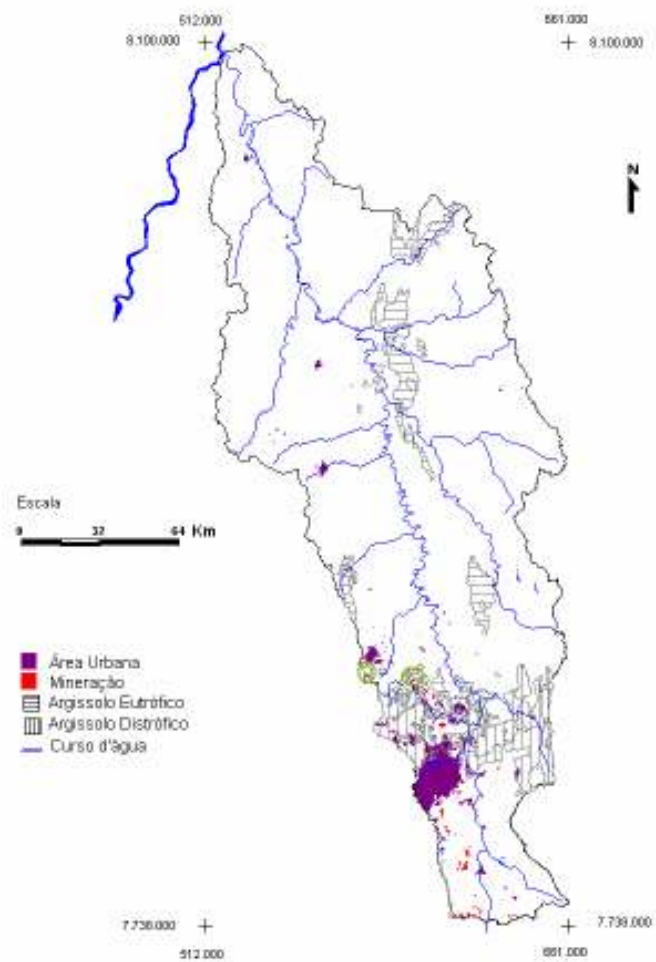
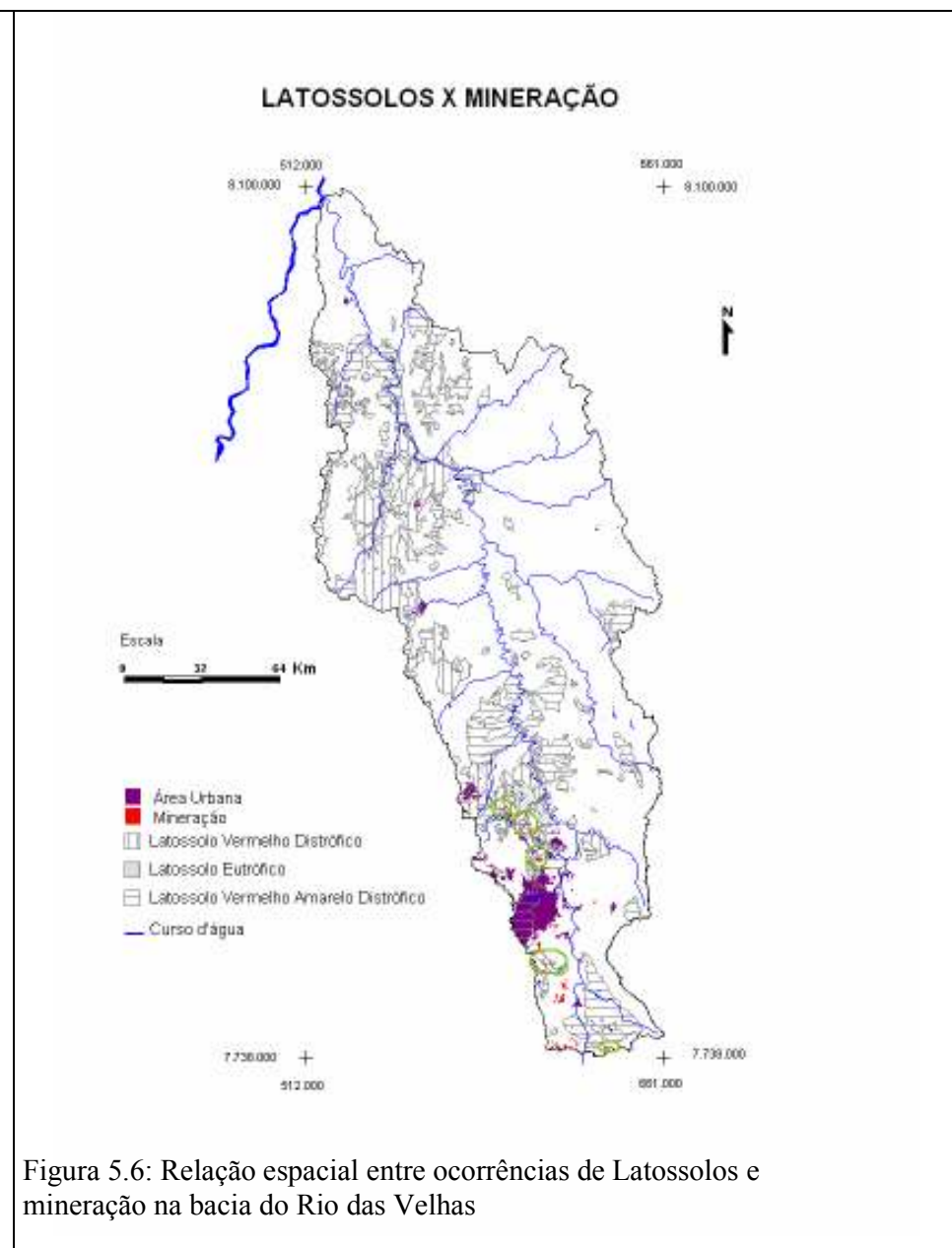
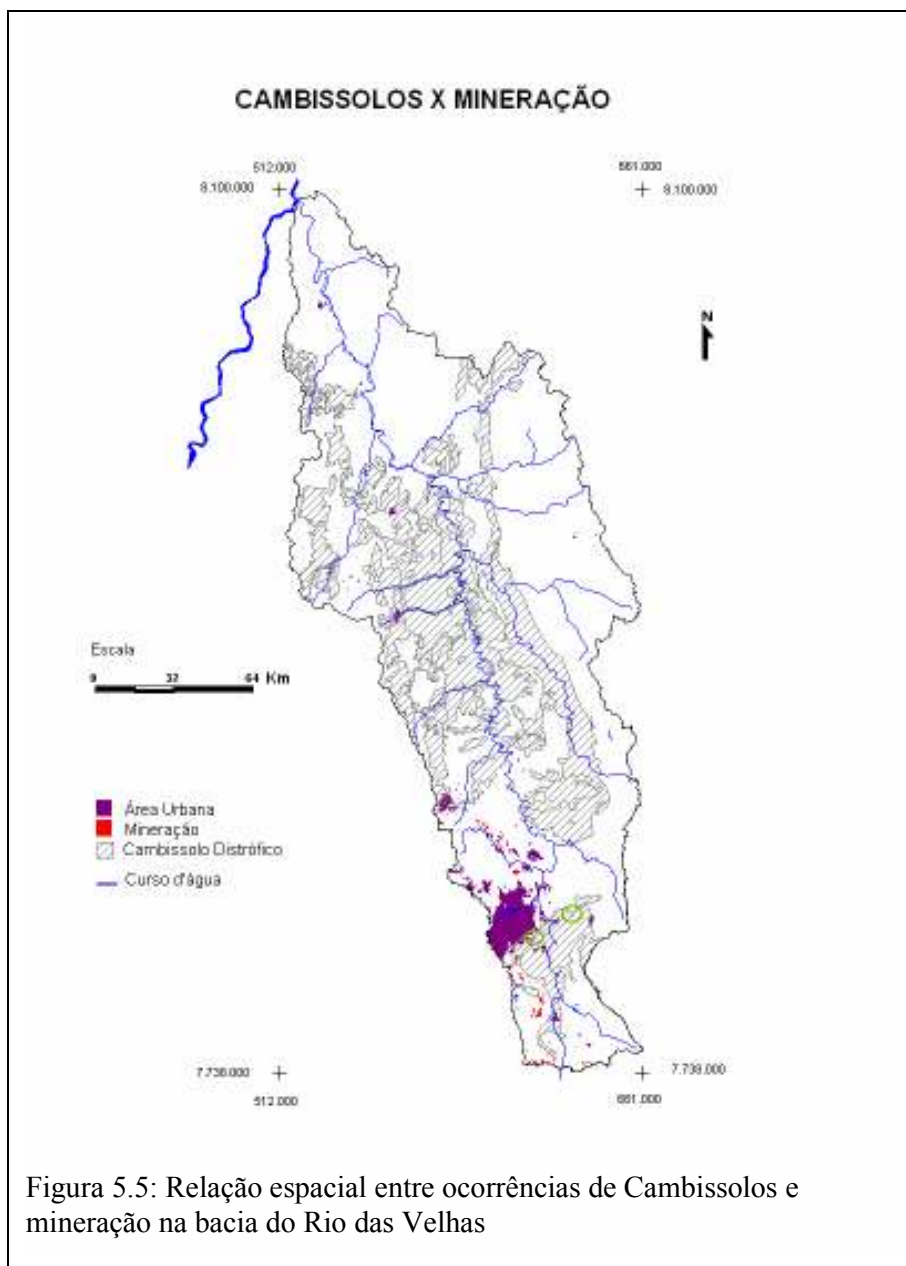


Figura 5.4: Relação espacial entre ocorrências de Argissolos e mineração na bacia do Rio das Velhas



NEOSSOLOS FLÚVICOS X MINERAÇÃO

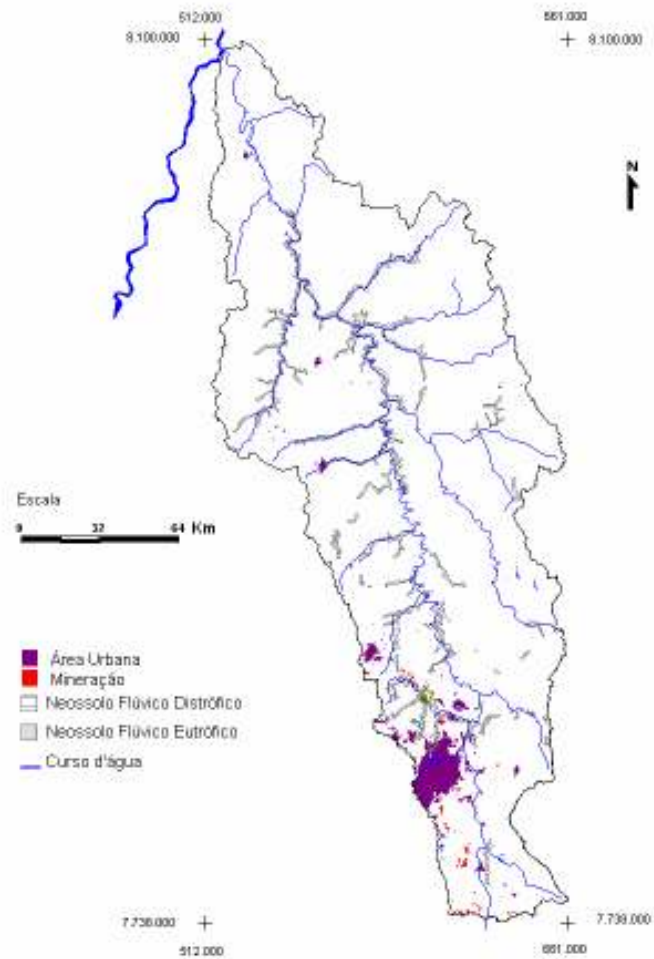


Figura 5.7: Relação espacial entre ocorrências de Neossolos Flúvicos e mineração na bacia do Rio das Velhas

NEOSSOLOS LITÓLICOS X MINERAÇÃO

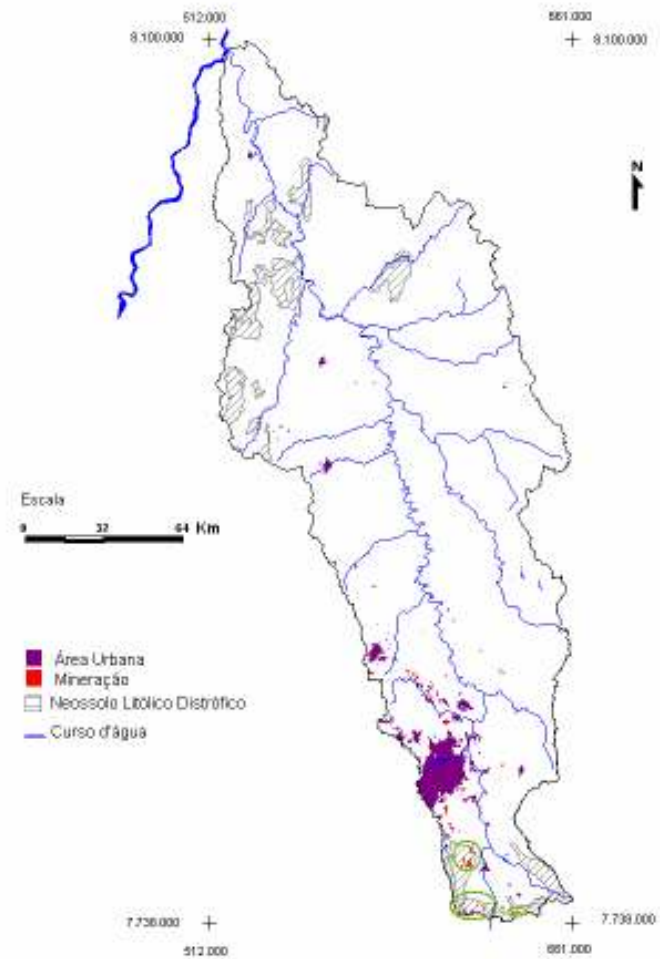


Figura 5.8: Relação espacial entre ocorrências de Neossolos Litólicos e mineração na bacia do Rio das Velhas

Ao se comparar as ocorrências de jazidas minerais e/ou de atividades mineradoras com o tipo de solo, pode-se observar que ocorrem algumas pequenas manchas em afloramentos rochosos na porção sul da bacia (figura 5.3). Os Argissolos também apresentam algumas pequenas ocorrências, mais para jusante, próximo ao centro da bacia (figura 5.4). Da mesma forma, os Cambissolos também apresentam ocorrências de mineração mais ao sul (montante) da bacia (figura 5.5). Os Latossolos, por sua vez, já apresentam uma ocorrência mais expressiva de mineração, principalmente na região calcária da formação geológica Sete Lagoas, ao norte da Região Metropolitana de Belo Horizonte (figura 5.6). Assim, esta maior ocorrência é explicada pelo material que originou os Latossolos nesta região.

Algumas pequenas áreas de mineração podem ser notadas também nos Neossolos Flúvicos (figura 5.7). Neste caso, essas ocorrências podem estar relacionadas tanto à extração de areia, argila e cascalho, como à retirada do ouro de aluvião, hoje quase inexistente. Muitos problemas ambientais, como o assoreamento de rios, advêm da extração de ouro dos terraços aluviais. A técnica do desmonte hidráulico, adotada na época, foi responsável pelo carreamento de grandes quantidades de sedimentos para o leito do curso d'água (Renger, 2005).

Apesar de existir em todos os tipos de solo da bacia, com exceção dos Neossolos Quartzarênicos, a maior expressividade de ocorrência deste tipo de uso é observada nos Neossolos Litólicos (figura 5.8) que ocorrem no extremo sul da bacia. Apesar de sua pouca ocorrência, os Neossolos Litólicos estão associados a uma significativa área de mineração, concentrada no Quadrilátero Ferrífero. Além da geologia, favorável a ocorrências minerais de interesse, este fato pode ser explicado pelo relevo montanhoso e pela pouca espessura dos Neossolos Litólicos. A junção destes dois fatores faz com que a jazida mineral esteja próximo da superfície, podendo ser explorada com maior facilidade e menores custos.

Observa-se, portanto, que a mineração ocorre nos mais diversos tipos de solo, com maior intensidade nos Neossolos Litólicos, seguidos dos Latossolos (figura 5.9).

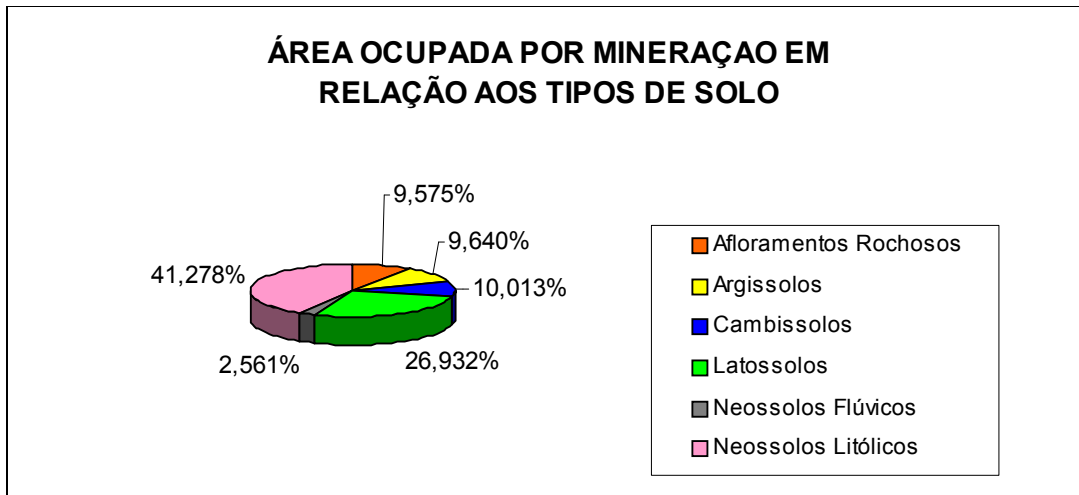


Figura 5.9: Gráfico: Área ocupada por mineração em relação aos tipos de solo

Ao se comparar os mapas “Latossolos x Mineração” (figura 5.6) e “Neossolos Litólicos x Mineração” (figura 5.8) com o mapa geológico da bacia (figura 3.4), observa-se que a mineração em áreas de Latossolos está mais associada à extração de minerais não metálicos, principalmente o calcário. Já a atividade mineradora em áreas de Neossolos Litólicos, que predomina no Quadrilátero Ferrífero, está mais associada a minerais metálicos, principalmente o ferro. Portanto, neste caso, o material de origem do solo direcionou o uso deste solo na região. Considerando estas relações entre tipo de solo e mineral extraído, é importante que o tipo de solo e suas características, bem como as técnicas de extração empregadas para cada tipo de mineral sejam relevados em estudos de impacto ambiental. Assim, pode-se chegar, nestes estudos, à proposta de medidas de amenização de impactos ambientais específicas para cada tipo de mineração e, por isso, mais eficientes.

No que se refere à erosão, os mapas 5.10 a 5.15 mostram que as áreas de mineração estão, em sua maior parte, associadas a processos erosivos menos intensos. Apenas uma pequena área de mineração sobre Afloramentos Rochosos, localizada no Quadrilátero Ferrífero, apresenta erosão natural agravada por desmatamento generalizado ou queimada e/ou pastoreio.

**MINERAÇÃO EM AFLORAMENTOS ROCHOSOS:
POTENCIAL EROSIVO**

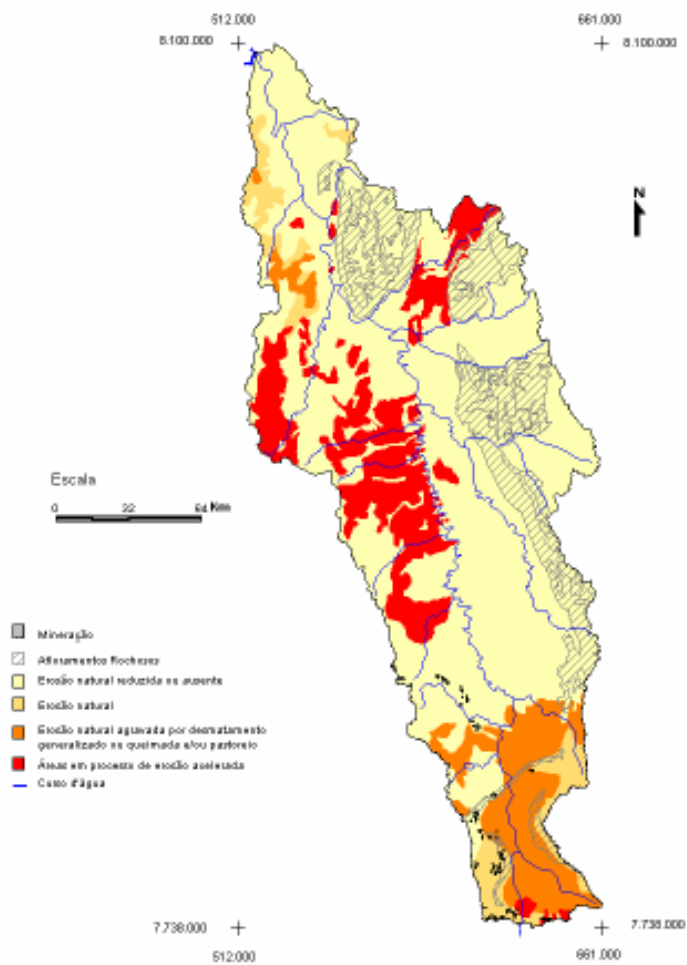


Figura 5.10: Relação espacial entre ocorrências de mineração, afloramentos rochosos e erosão, na bacia do Rio das Velhas

**MINERAÇÃO EM ARGISSOLOS:
POTENCIAL EROSIVO**

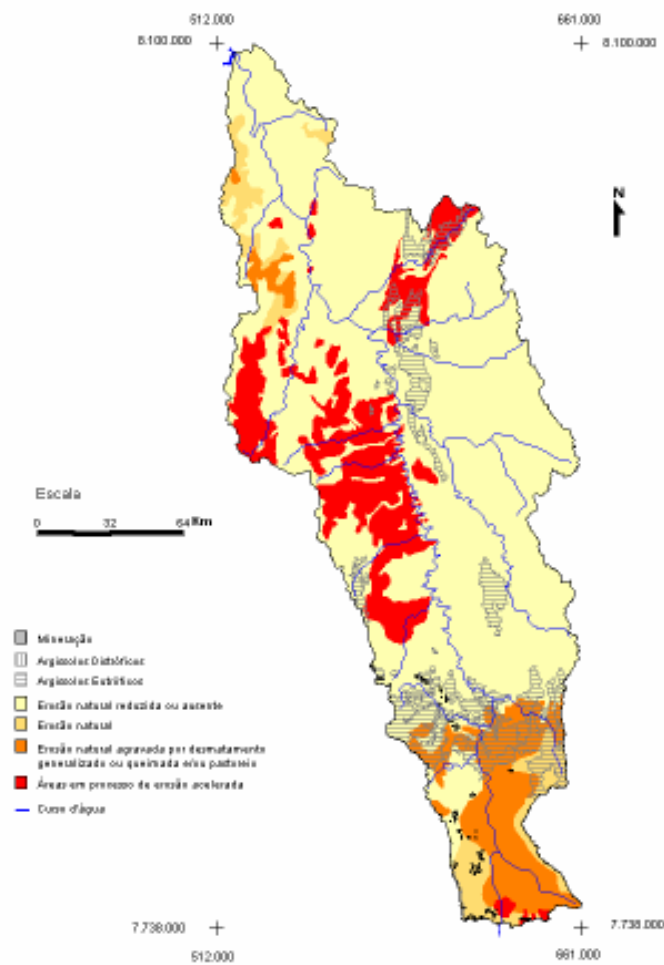


Figura 5.11: Relação espacial entre ocorrências de mineração, Argissolos e erosão, na bacia do Rio das Velhas

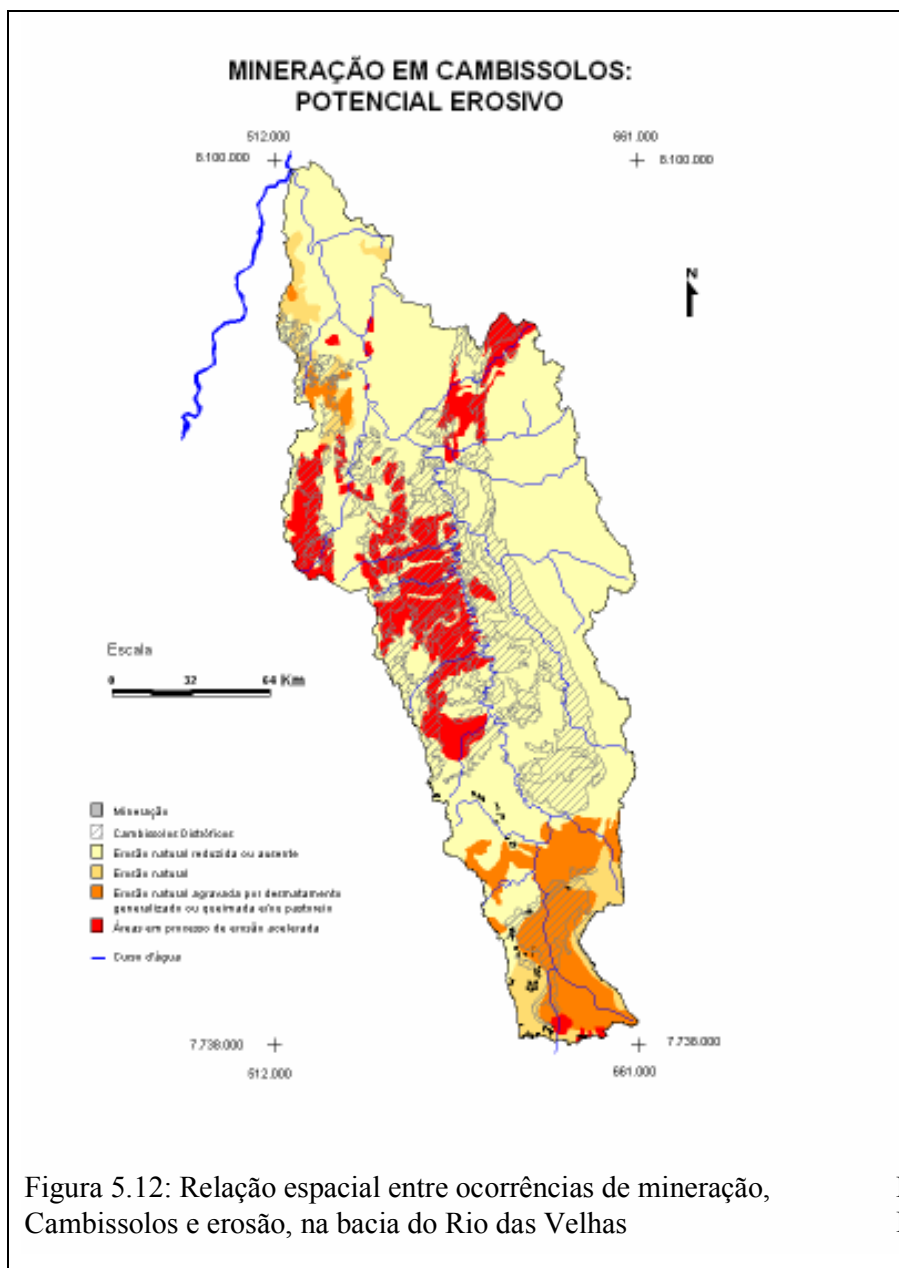


Figura 5.12: Relação espacial entre ocorrências de mineração, Cambissolos e erosão, na bacia do Rio das Velhas

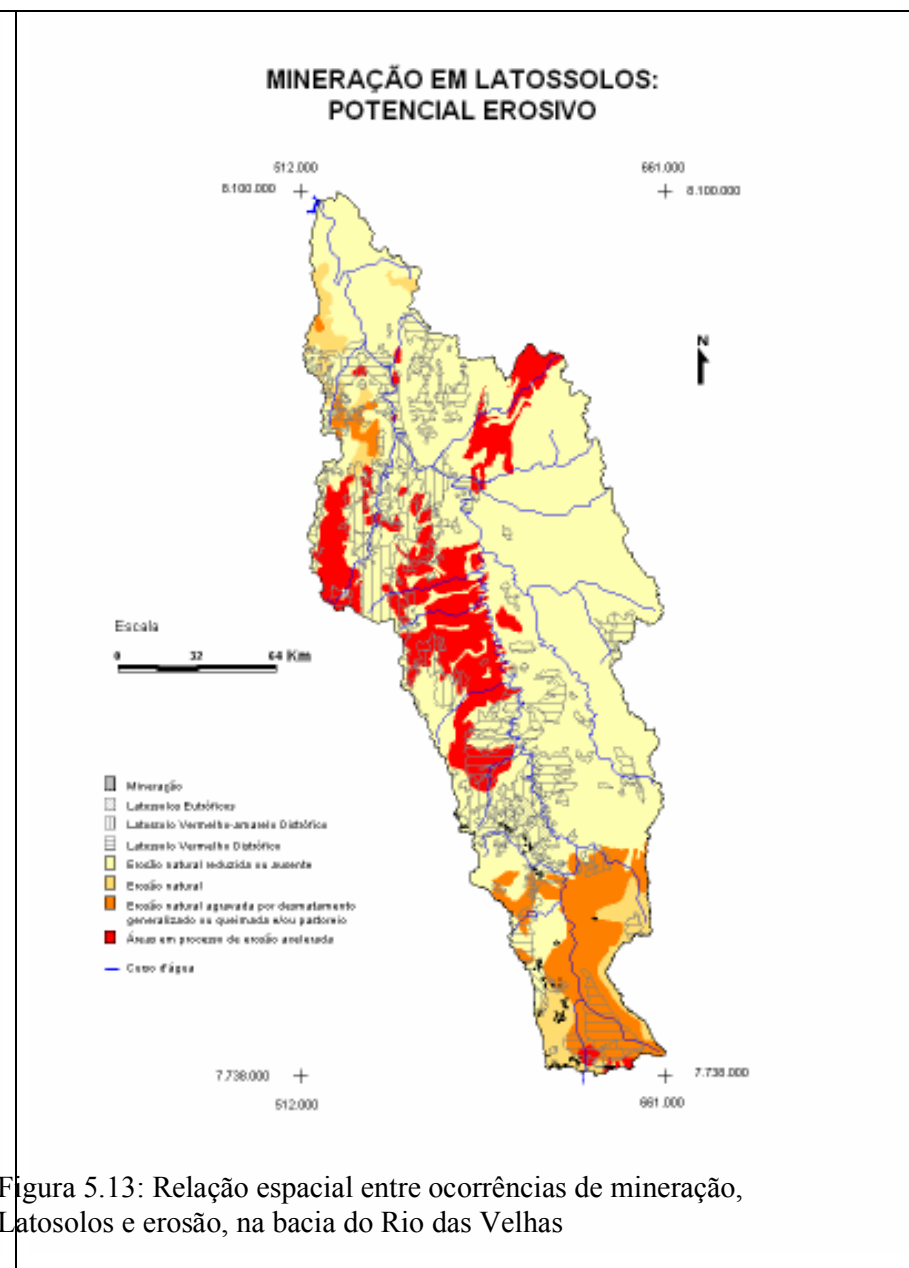


Figura 5.13: Relação espacial entre ocorrências de mineração, Latossolos e erosão, na bacia do Rio das Velhas

**MINERAÇÃO EM NEOSSOLOS FLÚVICOS:
POTENCIAL EROSIVO**

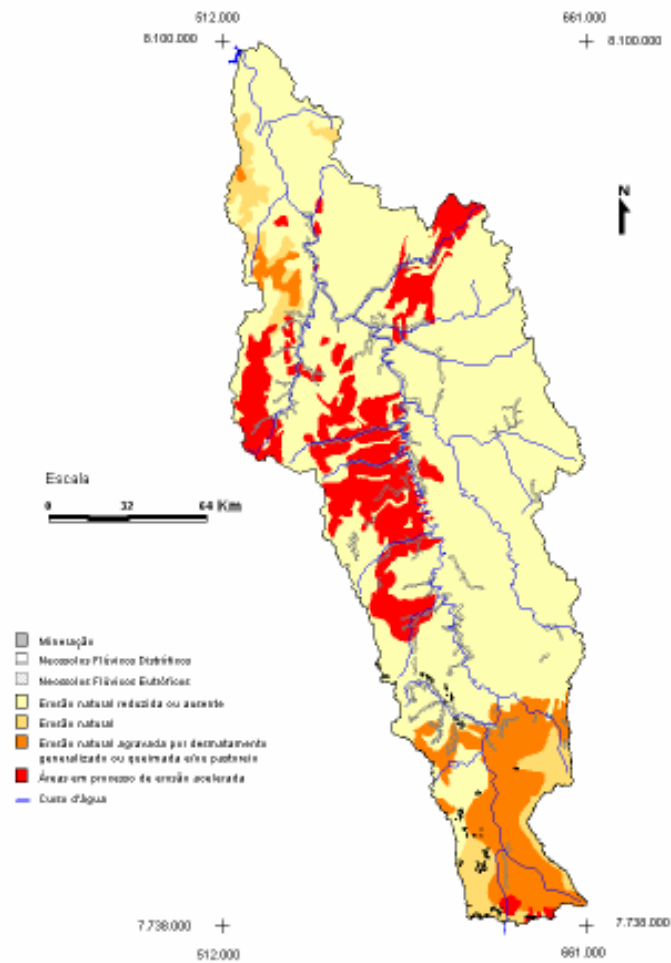


Figura 5.14: Relação espacial entre ocorrências de mineração, Neossolos Flúvicos e erosão, na bacia do Rio das Velhas

**MINERAÇÃO EM NEOSSOLOS LITÓICOS:
POTENCIAL EROSIVO**

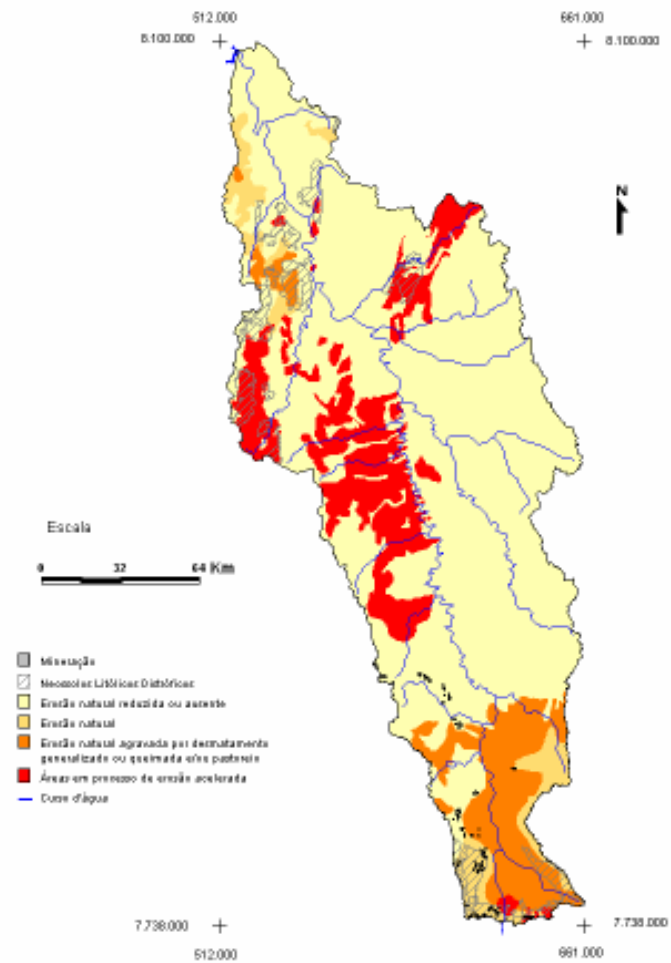


Figura 5.15: Relação espacial entre ocorrências de mineração, Neossolos Litóicos e erosão, na bacia do Rio das Velhas

O restante das áreas mineradas sobre afloramentos rochosos apresenta apenas processos de erosão natural (figura 5.10).

Nos locais onde a mineração é realizada em Argissolos, a erosão é, na maioria das vezes, reduzida ou ausente (figura 5.11). Na bacia do Rio das Velhas, a mineração em Argissolos está associada à extração de minerais não metálicos, principalmente o calcário, sendo predominante nos municípios de Matozinhos e Sete Lagoas (norte da Região Metropolitana de Belo Horizonte).

Também quando a mineração ocorre em áreas de Cambissolos, os processos erosivos não se manifestam de forma intensa (figura 5.12). Apenas em duas pequenas áreas os processos de erosão natural começam a ser agravados por ação antrópica: uma no município de Sabará e outra no município de Nova Lima, ambas associadas à extração de minerais metálicos, principalmente o ferro.

A grande maioria das áreas mineradas corresponde aos Latossolos, e estas apresentam apenas processos de erosão natural, com exceção de uma pequena área no extremo sul da bacia (região serrana do município de Ouro Preto), onde há ocorrência de processos erosivos acelerados (figura 5.13).

As minerações em Neossolos Flúvicos também não estão associadas a processos erosivos acelerados. Devido, principalmente, ao relevo onde estes solos ocorrem, ou seja, nas planícies fluviais, os processos erosivos, neste caso, ocorrem na sua forma natural reduzida ou ausente (figura 5.14).

Outra significativa área de mineração ocorre em Neossolos Litólicos (figura 5.15). Nestes também os processos erosivos ocorrem apenas em sua forma natural, com exceção de uma pequena área no município de Ouro Preto, onde há processo de erosão acelerada.

Dessa forma, a partir da análise dos mapas resultantes da associação dos parâmetros uso, solo e erosão, é interessante observar que apenas uma pequena parte das terras utilizadas para mineração está sujeita a processos erosivos acelerados, a qual corresponde a Latossolos e Neossolos Litólicos. A grande parte de áreas mineradas sobre Latossolos apresentam apenas erosão natural. Ou seja, o mesmo tipo de solo (Latossolo), cujas características físicas tendem a inibir os processos erosivos, apresenta duas situações opostas no que se refere à intensidade destes processos. Ao mesmo tempo, solos altamente suscetíveis à erosão, como os Argissolos, submetidos à atividade mineradora, não apresentam incidências de processos erosivos acelerados. Isso demonstra que, mesmo os solos mais resistentes à erosão, se mal manejados, estão sujeitos à degradação e, aqueles solos altamente erodíveis, se forem utilizados de forma

adequada, serão conservados. Também demonstra que, um mesmo tipo de solo, em condições diferenciadas de relevo, poderá ter comportamentos diferenciados no que se refere à erosão. Essa constatação comprova a necessidade da análise integrada de diversos fatores para se explicar a erosão, conforme colocado por Silva (2003).

Outro fator importante a ser considerado, no que se refere à erosão em áreas de mineração, é que a mineração em si não acarreta os processos erosivos mais intensos mas, indiretamente, como já mencionado, influencia o processo de urbanização, e este traz consigo graves problemas ambientais, inclusive de erosão. Taschner (2000) ao estudar os processos de degradação ambiental em favelas de São Paulo lembra que “o problema ambiental brasileiro que afeta a maioria de sua população é um problema de áreas construídas e densamente povoadas e não de matas” (Taschner, 2000, p. 272), e também alerta para a situação de risco ambiental em que se encontra a moradia de grande parte da população de menor renda. Muitas moradias são construídas em locais de topografia montanhosa e sem uma estrutura adequada para conter os processos erosivos, que muitas vezes são estimulados pela retirada da vegetação e pelos cortes dos taludes realizados com a finalidade de se construir a moradia.

5.2 USOS AGRÍCOLAS, TIPOS DE SOLO E PROCESSOS EROSIVOS RELACIONADOS

Para uma melhor discussão dos resultados obtidos para a relação entre o uso agrícola e as classes de solo na bacia, este item foi dividido em três subitens, de acordo com o tipo de uso agrícola analisado. Os subitens correspondem, respectivamente, às ocupações com lavoura, pastagem e silvicultura.

O uso agrícola, além de ser o que mais depende das características físicas e químicas do solo, é também bastante exigente no que se refere aos fatores externos ao solo, como clima e relevo, os quais foram contemplados na classificação da aptidão agrícola. Portanto, para um melhor entendimento das relações entre o uso agrícola e tipo de solo, bem como dos impactos resultantes destas, é importante que sejam consideradas as informações relacionadas à classificação da aptidão agrícola das terras da bacia do Rio das Velhas.

O mapa da figura 5.16 mostra a pouca aptidão dos solos da bacia para culturas mais exigentes, como as lavouras, o que ajuda a explicar o predomínio de usos menos exigentes em termos agrônômicos, como a pastagem e o cultivo de eucalipto. É significativa a área sem nenhuma aptidão agrícola, como pode ser observado na grande área cinza, predominante na

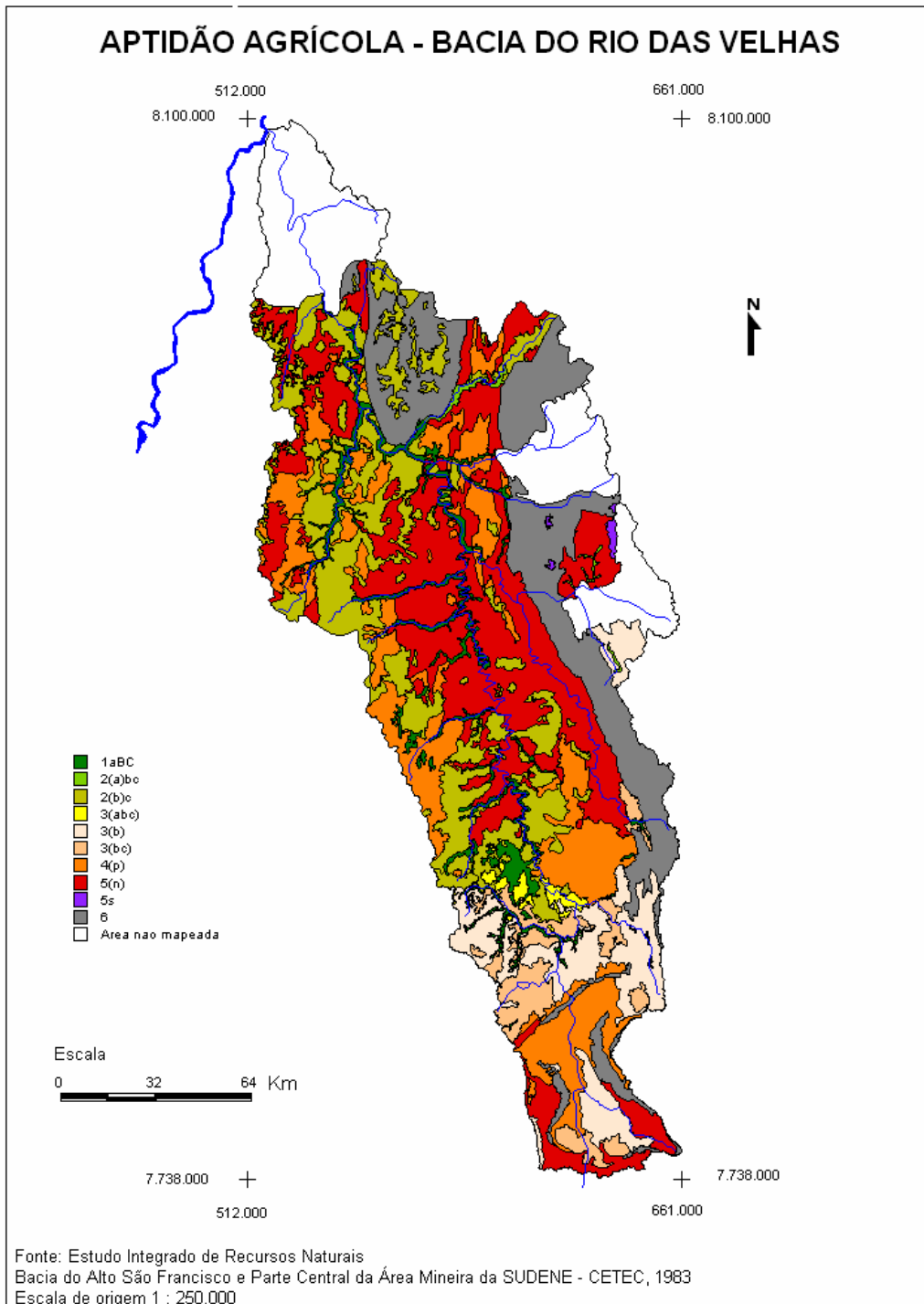


Figura 5.16: Classificação das terras quanto à aptidão agrícola

Aptidão Agrícola - Legenda

6	Terras sem aptidão para uso agrícola
1aBC	Terras pertencentes à classe de aptidão boa para lavouras, nos níveis de manejo B e C e regular no nível A.
2(a)bc	Terras pertencentes à classe de aptidão regular para lavouras, nos níveis de manejo B e C e restrita no nível A.
2(b)c	Terras pertencentes à classe de aptidão regular para lavouras, no nível de manejo C, restrito no nível B e inapta no nível A.
3(abc)	Terras pertencentes à classe de aptidão restrita para lavouras, nos níveis de manejo A, B e C.
3(b)	Terras pertencentes à classe de aptidão restrita para lavouras, no nível de manejo B e inapta nos níveis A e C.
3(bc)	Terras pertencentes à classe de aptidão restrita para lavouras, nos níveis de manejo B e C e inapta no nível A.
4(p)	Terras pertencentes à classe de aptidão restrita para pastagem plantada.
5(n)	Terras pertencentes à classe de aptidão restrita para pastagem natural e à classe inapta para silvicultura
5s	Terras pertencentes à classe de aptidão regular para silvicultura, e à classe inapta para pastagem natural.

porção leste da bacia. Esta área corresponde, principalmente, aos afloramentos rochosos, onde o solo é quase inexistente. Em alguns municípios dessa região, a indústria extrativa sobressai, economicamente, em relação à agricultura, como é o caso de Congonhas do norte e Gouveia, de acordo com dados do IBGE (2003). Outros, como Diamantina, se voltam para o turismo, já que, além de solos sem aptidão agrícola, a região apresenta fraco desenvolvimento industrial, mas possui um rico patrimônio histórico e paisagens naturais que são atrativos para muitos turistas.

As poucas áreas mais propícias ao uso agrícola, sem necessidade de emprego de técnicas agrícolas mais sofisticadas, correspondem às planícies fluviais. Até para a pastagem, que é menos exigente em termos agronômicos, grande parte das terras apresentam aptidão restrita ou inapta, o que contrasta com a grande área (quase totalidade da bacia) ocupada por pastagem. Isso reflete e comprova a constatação de Ranieri et al. (1998), que relatam a grande influência exercida por fatores de ordem econômica e cultural sobre a cobertura dos solos.

A declividade, relativamente acentuada, é um dos fatores responsáveis pela restrição destes solos para a pastagem. Também, pode-se notar que grande parte da região central da bacia é inapta para a silvicultura.

5.2.1 LAVOURA

As poucas e pequenas manchas relacionadas a áreas de lavoura, observadas na bacia do Rio das Velhas (figuras 5.17 a 5.20), já mostram a pouca aptidão agrícola da região. Essa característica resulta da associação de dois fatores: (1) a inadequação dos solos para o cultivo e (2) as ocorrências minerais que, desde o início direcionaram a economia e, conseqüentemente, a forma de ocupação do espaço.

Mas, ainda sendo poucas as áreas agrícolas na bacia do Rio das Velhas, é possível perceber uma relação entre estas e os tipos de solo. Desconsiderando-se a área de solos não mapeados, no norte da bacia, pode-se observar que a agricultura é praticada em somente quatro tipos de solos: Argissolos, Cambissolos, Latossolos e Neossolos Flúvicos (figura 5.21).

Nos Argissolos, principalmente distróficos, verificam-se pequenas manchas de lavoura, mais ao sul da bacia (figura 5.17). Os Cambissolos, todos distróficos, também apresentam uma área semelhante ocupada por este uso, mas na porção central da bacia (figura 5.18).

Os Latossolos, por sua vez, ainda que distróficos, concentram cerca de 70% das áreas ocupadas com lavouras na bacia, sendo desconsiderada a área não mapeada (figura 5.19). Essa tendência ao uso agrícola dos Latossolos, mesmo que estes não apresentem grande fertilidade, pode ser

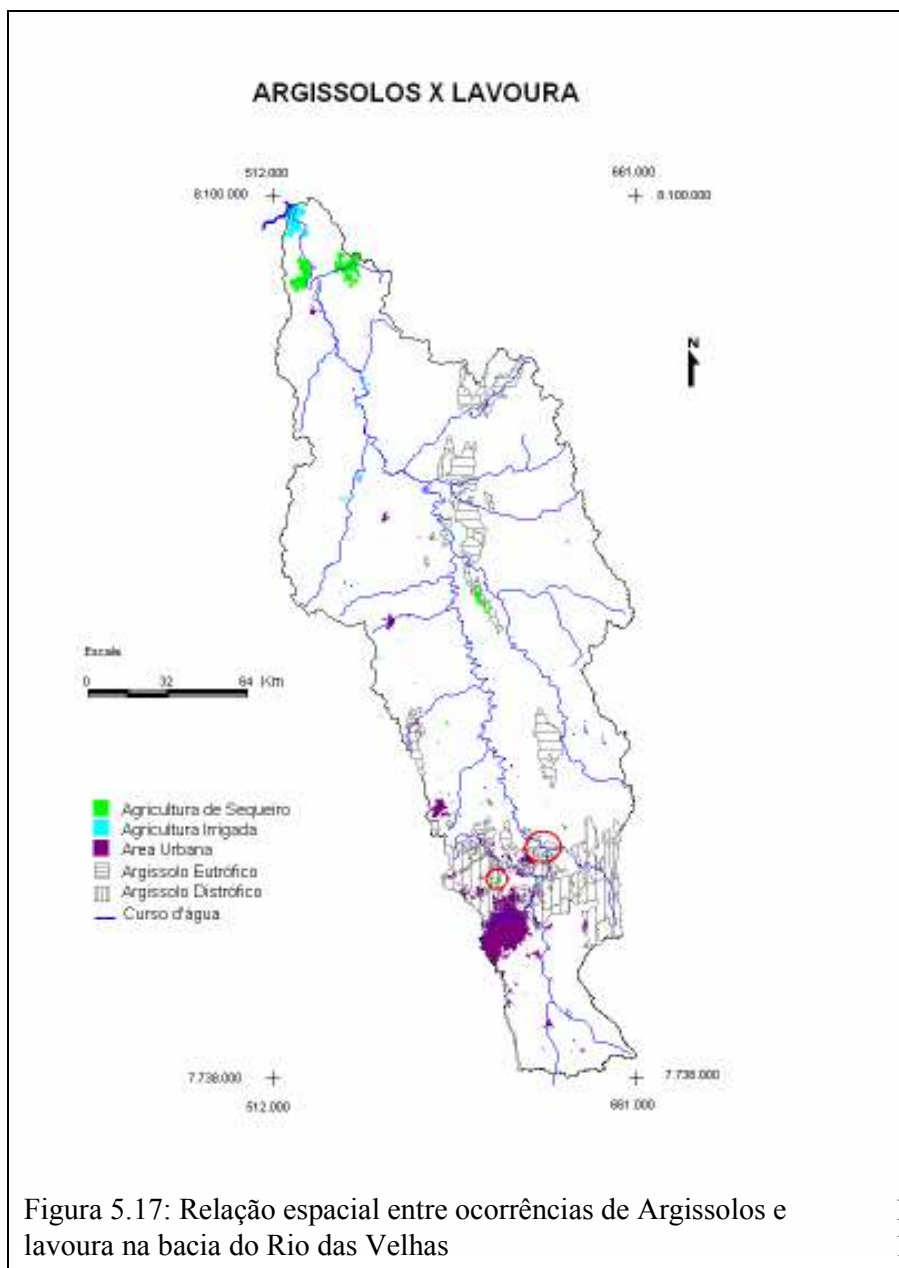


Figura 5.17: Relação espacial entre ocorrências de Argissolos e lavoura na bacia do Rio das Velhas

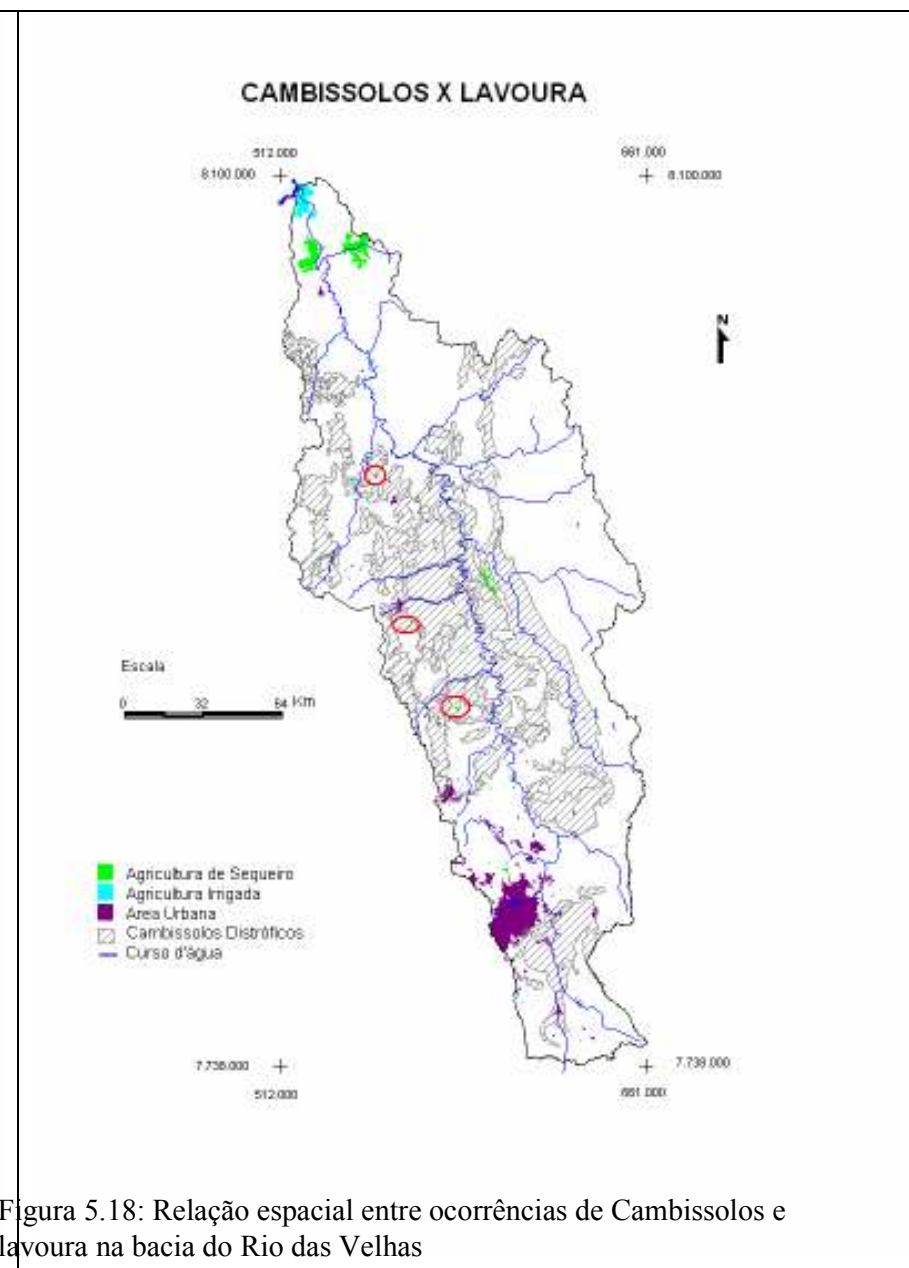
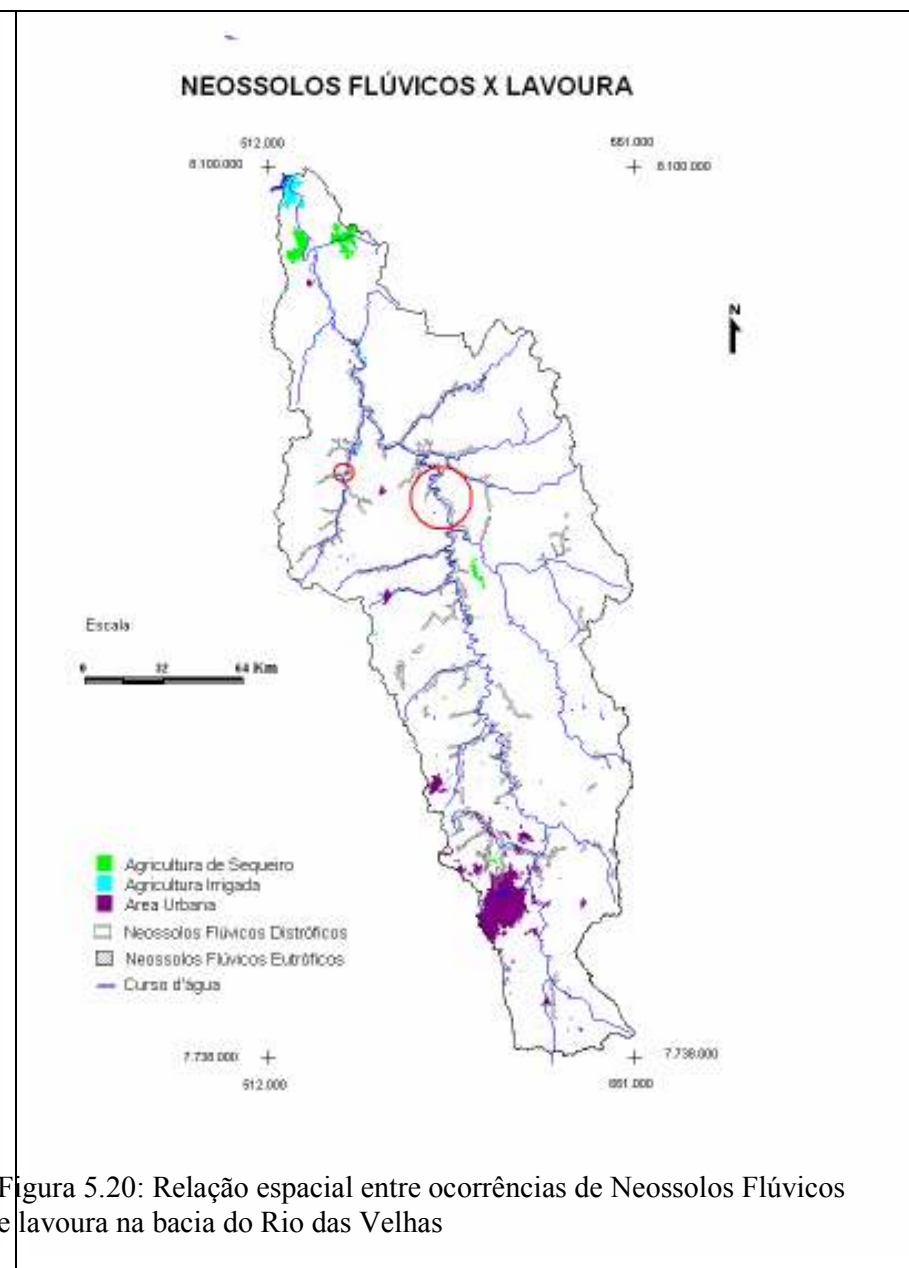
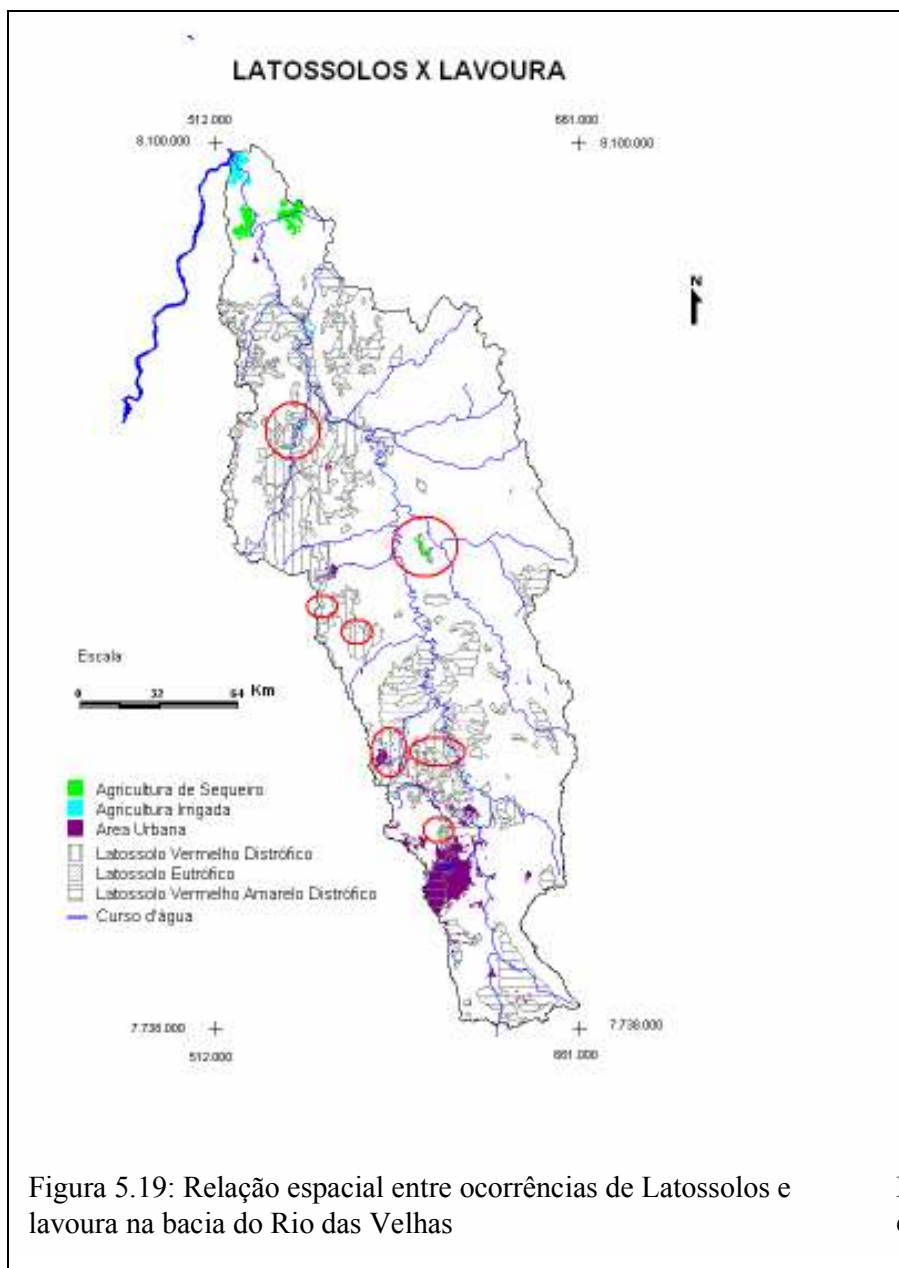


Figura 5.18: Relação espacial entre ocorrências de Cambissolos e lavoura na bacia do Rio das Velhas



explicada por suas características físicas, como sua grande profundidade, e a estrutura granular, que viabilizam o armazenamento de água (Resende, 1995); e pelo relevo mais plano onde normalmente ocorrem. Essas características favorecem o cultivo, principalmente em larga escala, pois tornam estes solos extremamente favoráveis à mecanização. Neste sentido, a maior produtividade associada à redução dos custos, resultantes da mecanização, justificam investimentos para a correção do solo, relacionadas à disponibilidade de nutrientes.

Mas, apesar das poucas regiões de lavoura da bacia se concentrarem nos Latossolos (figura 5.21), há uma grande área com estes solos, os quais são inclusive eutróficos, que não são utilizados para lavoura. Os aspectos físicos relacionados aos Latossolos favorecem uma diversidade maior de uso, inclusive o estabelecimento de áreas urbanas e industriais. Estes aspectos, associados a fatores sociais, políticos e econômicos da região, são mais determinantes para o tipo de uso do que as características químicas do solo, uma vez que estas últimas podem ser corrigidas, principalmente pelos grandes produtores, que dispõem de mais recursos.

Duas constatações na área de estudo confirmam a proposição de Silva (2003), de que questões econômicas, políticas e sociais influenciam, de forma significativa, na tomada de decisão sobre qual uso se fazer do solo e explicam o modo pelo qual este vem sendo manejado: (1) Na área de maior ocorrência contínua de Latossolos Eutróficos (municípios de Prudente de Moraes, Matozinhos, norte de Pedro Leopoldo e Lagoa Santa), não há agricultura, mas sim um predomínio de pastagem, caracterizando uma sub-utilização do solo; (2) Em Confins, a área de Latossolos Eutróficos foi utilizada para a construção do aeroporto, que influenciou o desenvolvimento da área urbana no município.

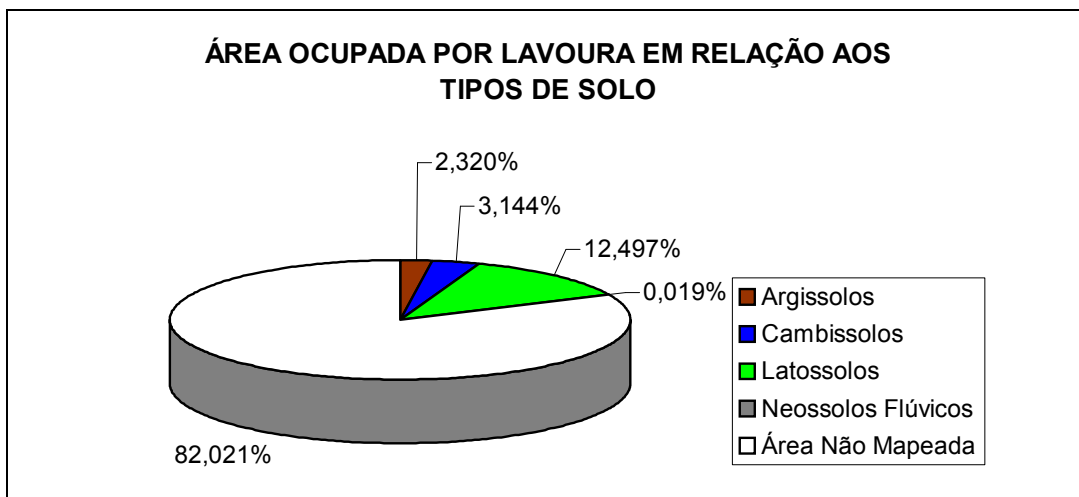


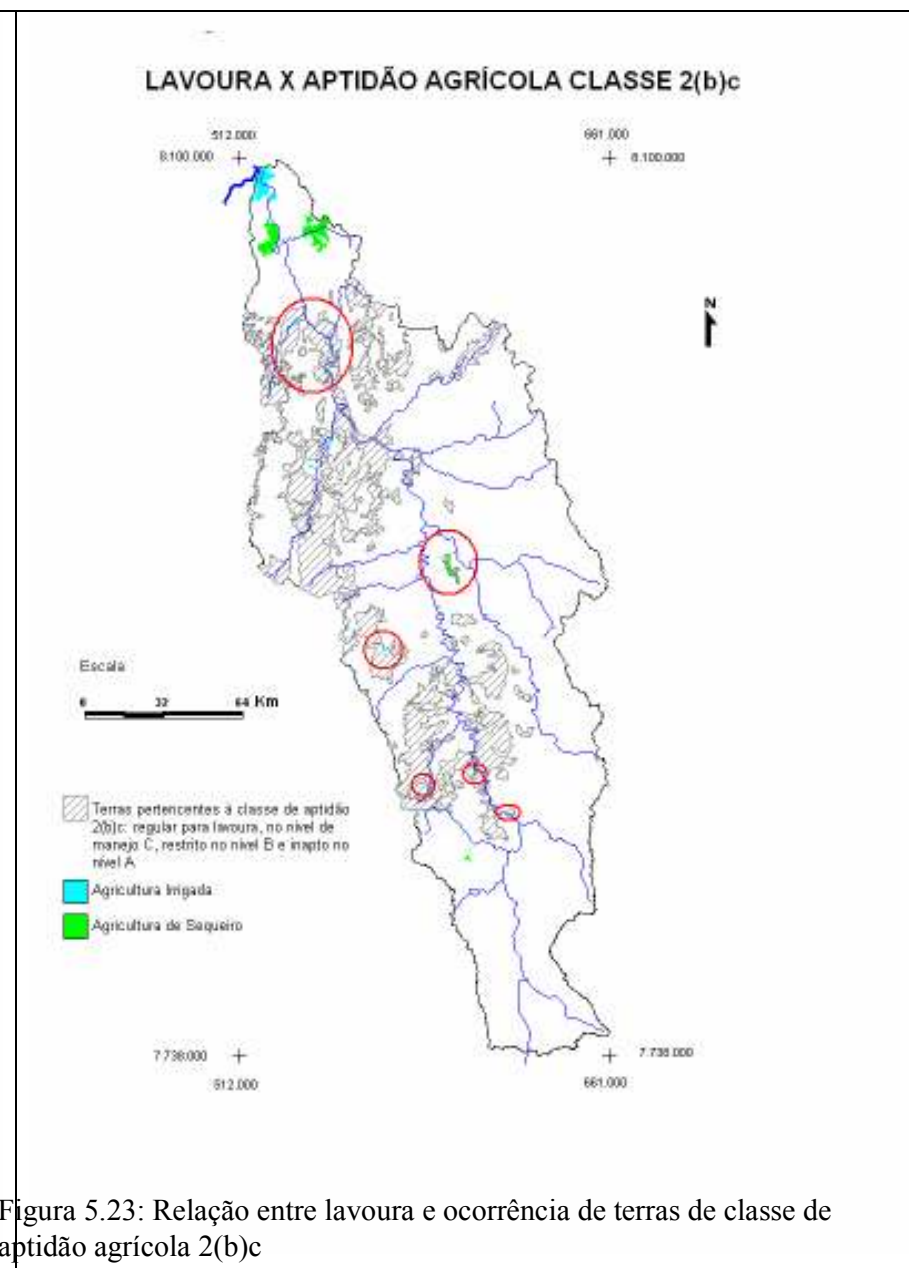
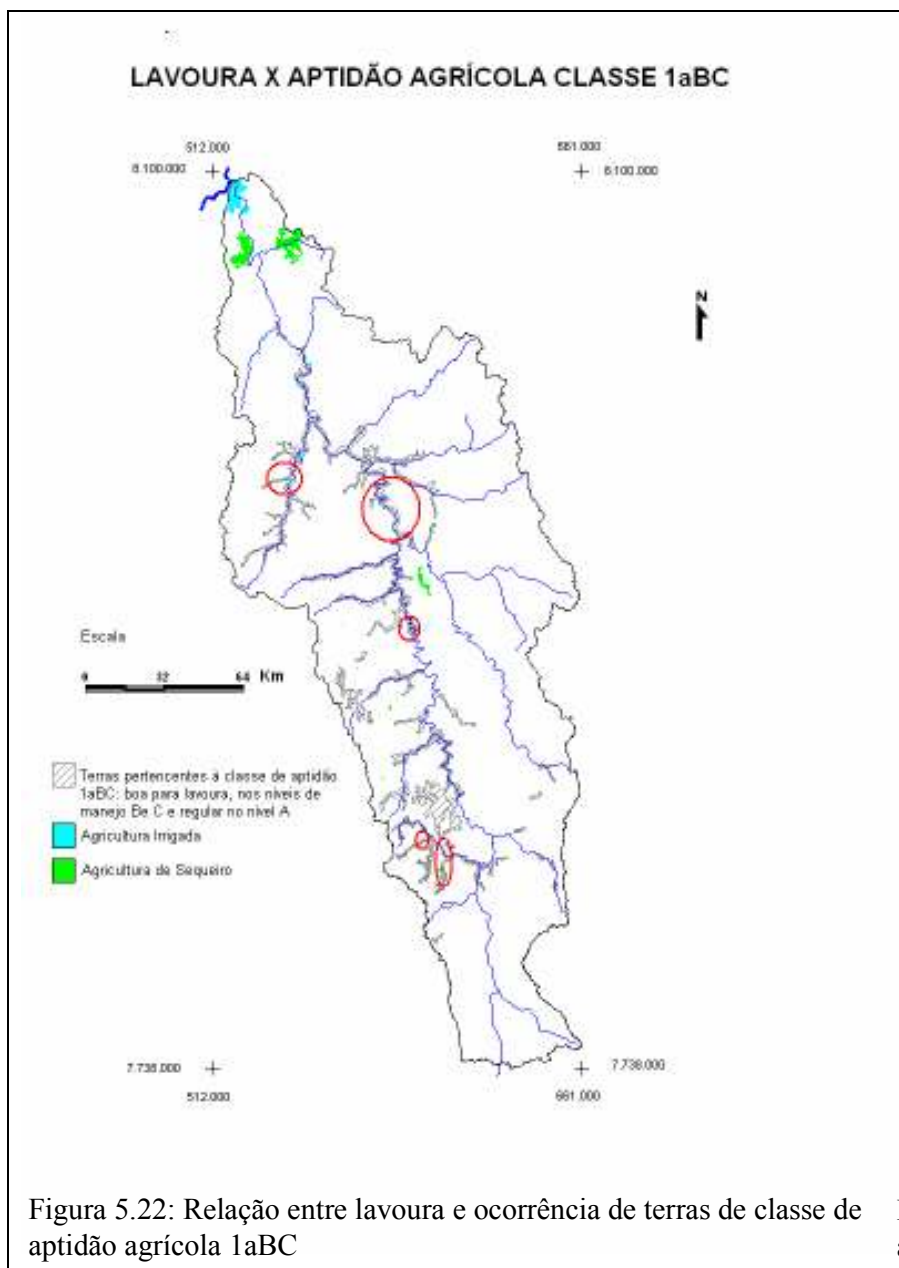
Figura 5.21: Gráfico - Relação entre as áreas ocupadas por lavoura e os tipos de solo na bacia do Rio das Velhas

Por fim, cabe ressaltar que uma área muito pequena de Neossolos Flúvicos eutróficos é utilizada para lavouras (figura 5.20). Apesar de se distribuírem por toda a região, estes solos apresentam as áreas de lavoura concentradas no centro-norte da bacia, ou médio-baixo Velhas.

As figuras 5.22 a 5.28 mostram a relação entre a Aptidão Agrícola das terras e o uso para lavoura. A figura 5.22 mostra que os solos melhores classificados para a agricultura não concentram a maioria das lavouras. Os solos classificados como regulares para lavouras nos níveis de manejo B e C, e restritos no nível A, que seriam a segunda opção de área agrícola, não apresentam nenhuma área utilizada com lavouras. As áreas agrícolas estão mais concentradas nas terras classificadas como 2(b)c, ou seja, aquelas regulares para lavouras no nível de manejo C, restritas no nível B e inaptas no nível A (figura 5.23). Este fato está de acordo com a afirmação de Silva e Curi (2001), que ressaltam a influência da tecnologia na agricultura, o que tem possibilitado a adequação e utilização de áreas que, sob condições naturais, não poderiam ser utilizadas para agricultura.

A agricultura é praticamente inexistente nas terras classificadas como restritas para lavouras nos três níveis de manejo (figura 5.24), o que se explica pela própria resistência natural oferecida por estas terras a este tipo de atividade. O mesmo ocorre com as terras restritas para lavouras no nível de manejo B e inaptas nos níveis A e C (figura 5.25). Neste caso, além da inaptidão das terras para o uso agrícola, a proximidade destas com as jazidas minerais contribui para que as atividades nesta região se concentrem nas minas e, atualmente, nas indústrias siderúrgicas. Já as terras restritas para lavouras nos níveis de manejo B e C, e inaptas no nível A apresentam uma pequena área agrícola entre os municípios de Pedro Leopoldo e São José da Lapa (figura 5.26). Entretanto, essa área é mínima se comparada com o total das terras ocupadas com lavouras na bacia.

Verifica-se ainda que, algumas áreas, que poderiam estar sendo utilizadas somente para pastagem ou outros usos menos exigentes e/ou menos impactantes, como a silvicultura ou a conservação, estão sendo utilizadas com lavouras (figura 5.27). Esta superutilização do solo pode desencadear processos erosivos, empobrecimento dos solos e outros impactos negativos resultantes da superexploração de um recurso natural, no caso, o solo, conforme demonstrado por D'Andréa (2002). Outras áreas ainda mais complexas, que somente podem ser utilizadas para pastagem natural ou usos menos exigentes e menos impactantes, também estão sendo utilizadas para lavouras (figura 5.28). Estas são pouco expressivas e se localizam na porção central da bacia.



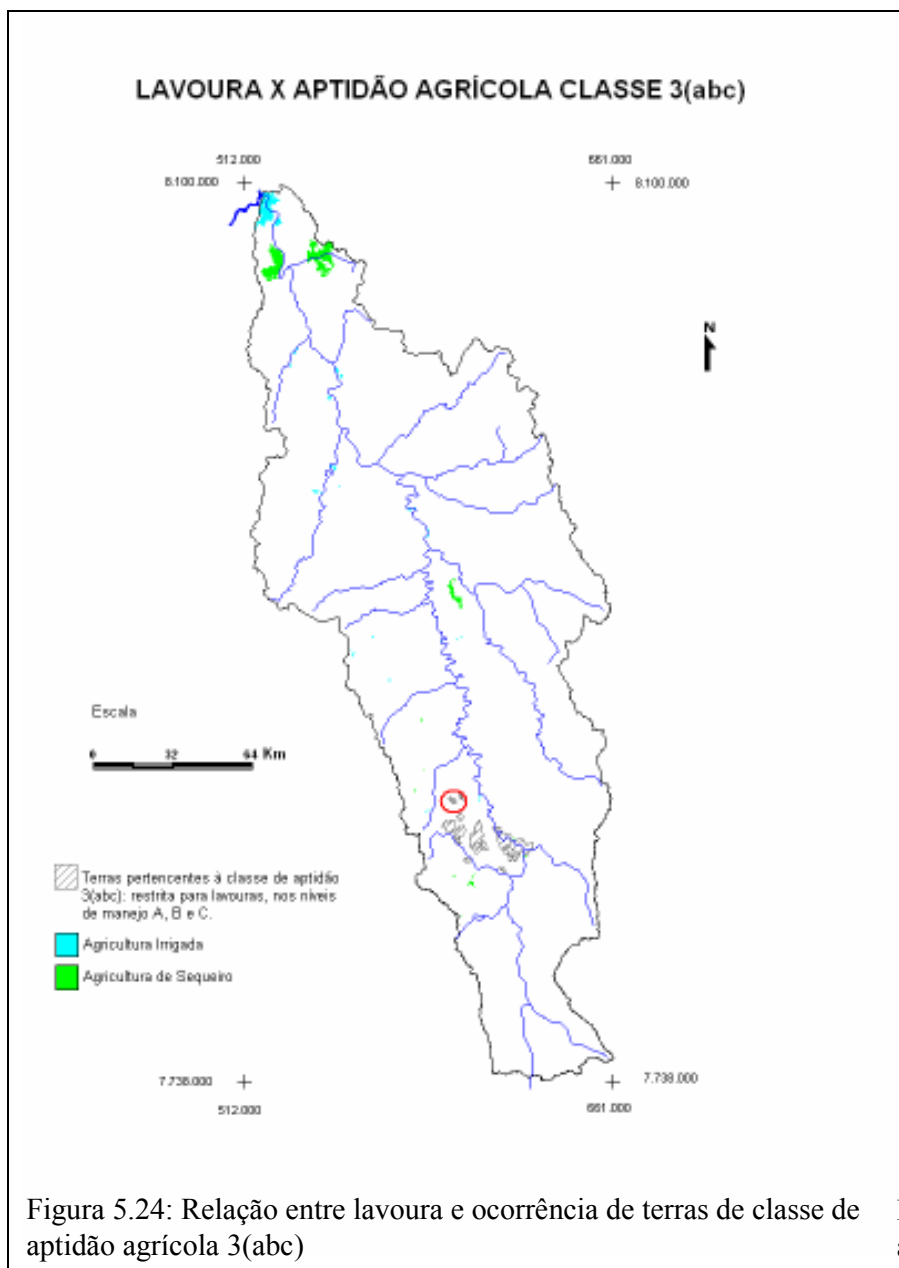


Figura 5.24: Relação entre lavoura e ocorrência de terras de classe de aptidão agrícola 3(abc)

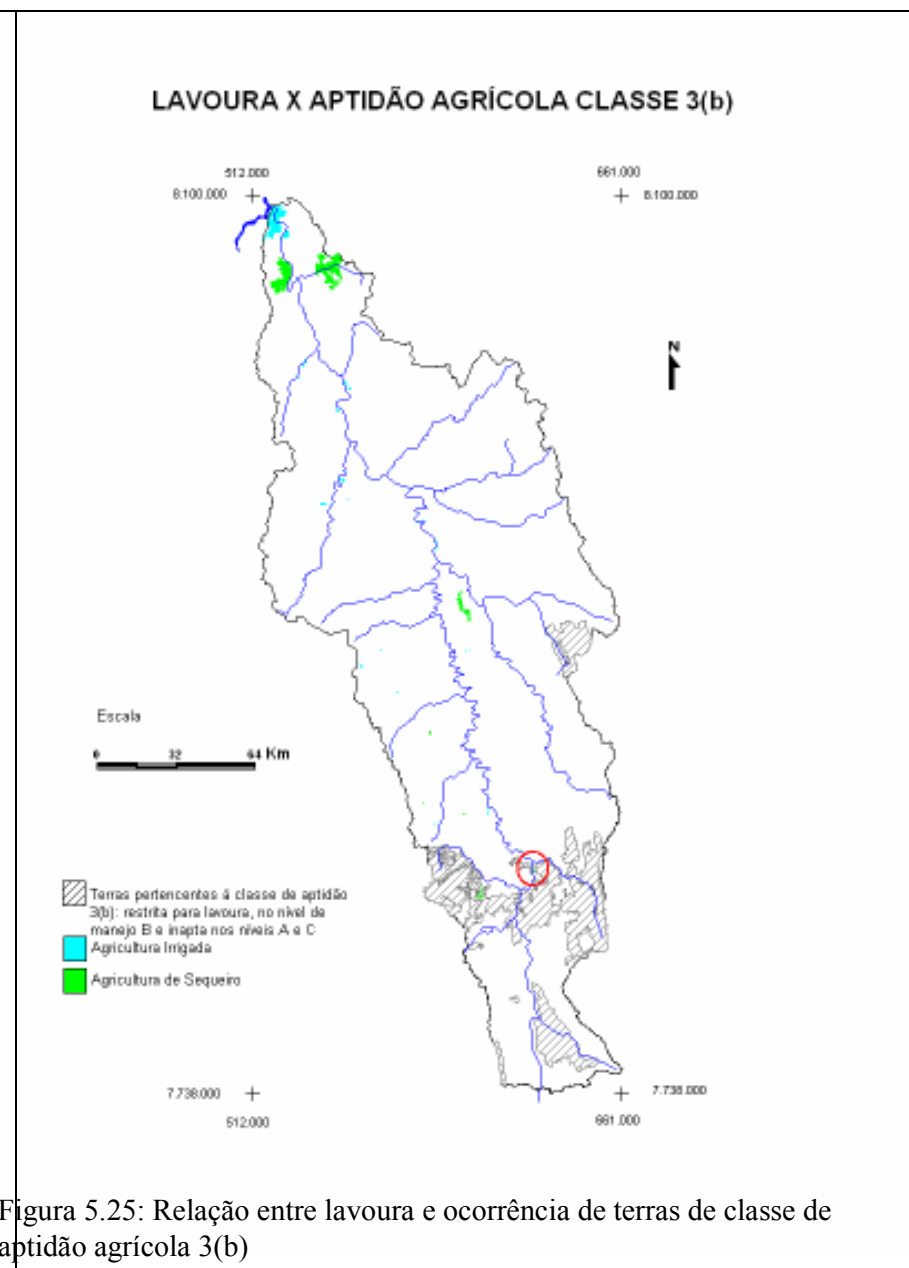


Figura 5.25: Relação entre lavoura e ocorrência de terras de classe de aptidão agrícola 3(b)

LAVOURA X APTIDÃO AGRÍCOLA CLASSE 3(bc)

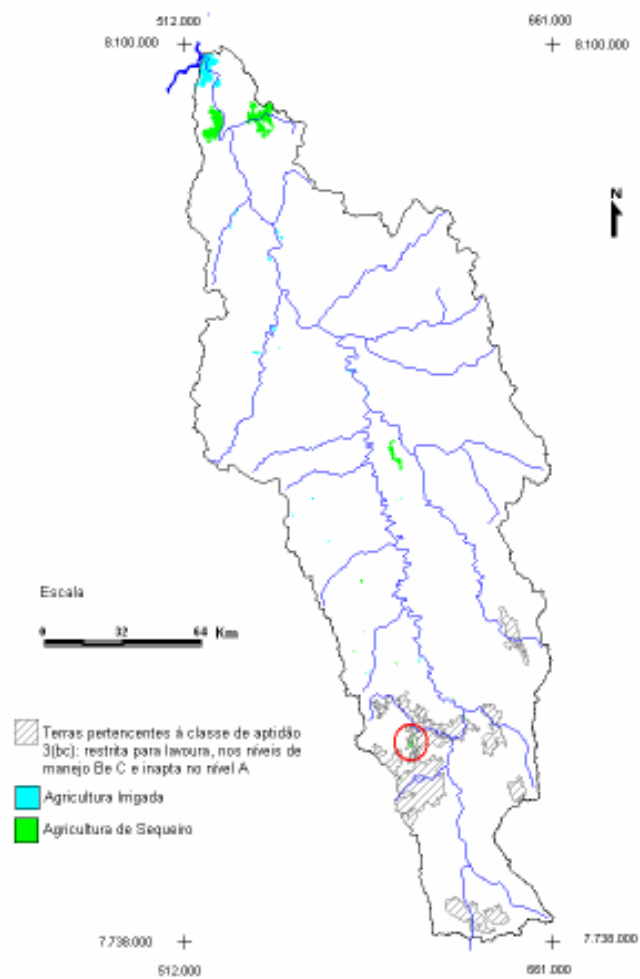


Figura 5.26: Relação entre lavoura e ocorrência de terras de classe de aptidão agrícola 3(bc)

LAVOURA X APTIDÃO AGRÍCOLA CLASSE 4(p)

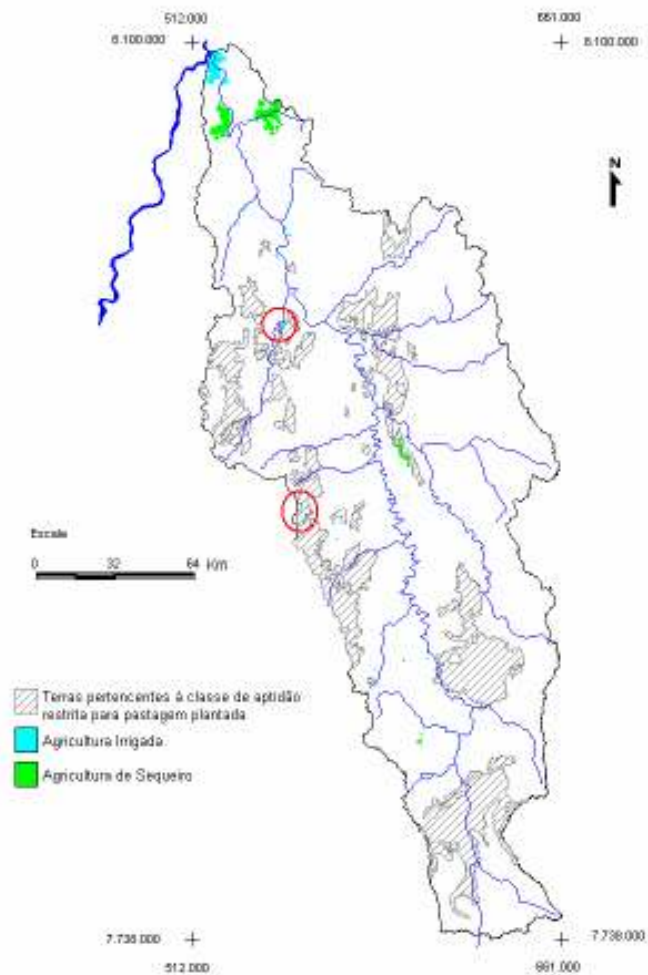


Figura 5.27: Relação entre lavoura e ocorrência de terras de classe de aptidão agrícola 4(p)

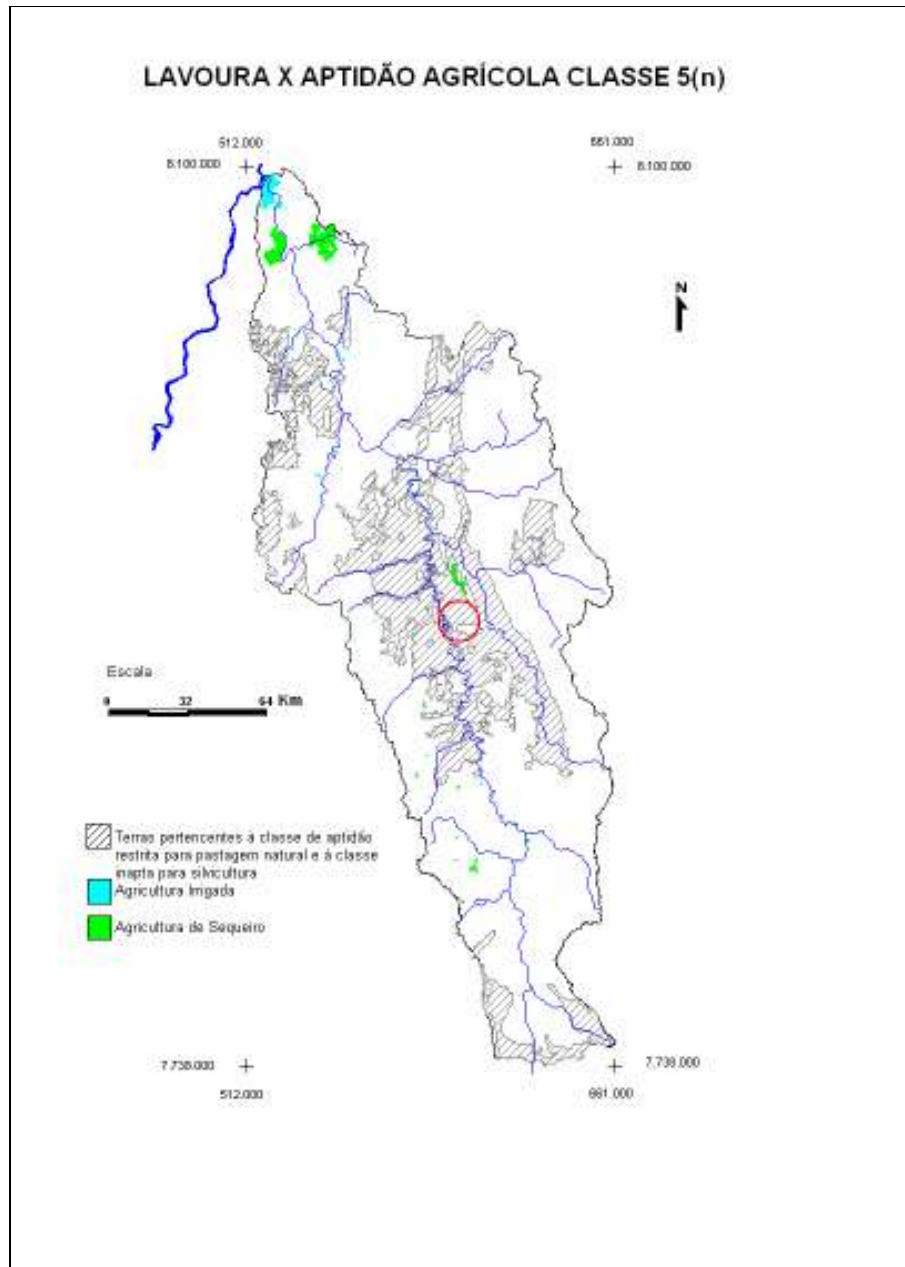


Figura 5.28: Relação entre lavoura e ocorrência de terras de classe de aptidão agrícola 5(n)

Por fim, as terras sem aptidão agrícola, como é de se esperar, não apresentam áreas ocupadas por lavouras. Essas terras correspondem, principalmente, às áreas altas da bacia, onde predominam os afloramentos rochosos.

As figuras 5.29 a 5.32 mostram a relação entre áreas de Lavoura, tipos de solo e processos erosivos. Como pode-se observar, apenas duas pequenas áreas agrícolas em Argissolos, uma no município de Pedro Leopoldo, e outra no município de Contagem, na região metropolitana de Belo Horizonte, apresentam processos erosivos agravados por ação antrópica (figura 5.29). Nas demais áreas (a maioria ao norte da região metropolitana de Belo Horizonte), há somente erosão natural. No caso de Contagem, as terras apresentam alguma restrição para lavouras nos níveis de manejo B e C, e são inaptas para este uso no nível A (figura 5.26). Essas restrições podem não estar sendo observadas, o que pode estar desencadeando os processos erosivos. Já no caso de Pedro Leopoldo, as terras, em sua maioria, apresentam boa aptidão para esse uso (figura 5.22). Isso indica que pode estar havendo alguma negligência dos agricultores com relação aos cuidados ambientais básicos e mínimos que se deve ter ao manusear qualquer tipo de solo com qualquer atividade; e mostra que qualquer solo pode ser submetido a processos erosivos se não forem tomadas precauções básicas.

Os Cambissolos da região são pouco utilizados para lavoura, mas pode-se notar a ocorrência de duas situações extremas. No município de Curvelo ocorrem processos erosivos acelerados quando estes solos são utilizados para a lavoura. Já no município de Presidente Juscelino, o mesmo uso, no mesmo tipo de solo, não é associado a nenhuma ocorrência de processos erosivos (figura 5.30). Um fator que pode explicar esta diferença está associado à própria classe dos Cambissolos, que engloba solos bastante heterogêneos quanto à profundidade, textura, estrutura, infiltração etc., levando a respostas diferenciadas quando utilizados. Deve-se ressaltar que, nos dois casos, as terras são inaptas para agricultura, sendo classificadas como restritas para pastagem plantada (figura 5.27) e restritas para pastagem natural (figura 5.28), respectivamente. Em Presidente Juscelino, apesar de não estarem ocorrendo processos erosivos acelerados, estes tendem a ocorrer, uma vez que está havendo uma superexploração do solo.

Já os Latossolos, apesar de mais resistentes à erosão, apresentam problemas de erosão acelerada na região dos municípios de Lassance e Curvelo (figura 5.31). No caso de Lassance, o problema pode estar relacionado ao emprego de técnicas agrícolas inadequadas para o tipo de solo, uma vez que essas terras são classificadas, de acordo com a aptidão agrícola, como regulares para lavouras no nível de manejo C, restritas no nível B, e inaptas no nível A (figura 5.23). Dessa forma o uso para lavouras será bem sucedido apenas se realizadas as adequações necessárias ao solo. Já no caso de Curvelo, há uma superexploração do solo, já que as terras pertencem à classe de aptidão restrita para pastagem plantada, sendo, portanto, inaptas para lavouras (figura 5.27).

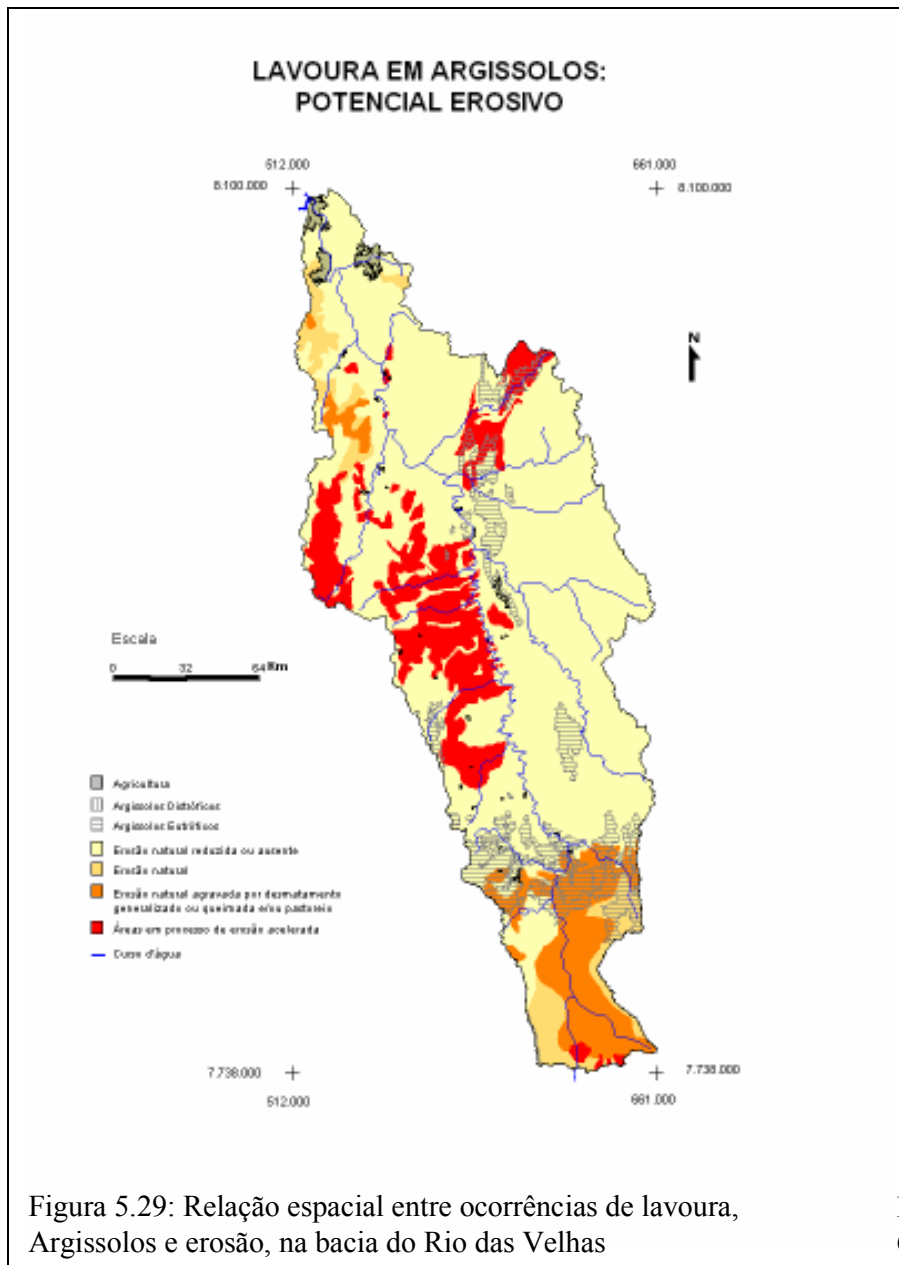


Figura 5.29: Relação espacial entre ocorrências de lavoura, Argissolos e erosão, na bacia do Rio das Velhas

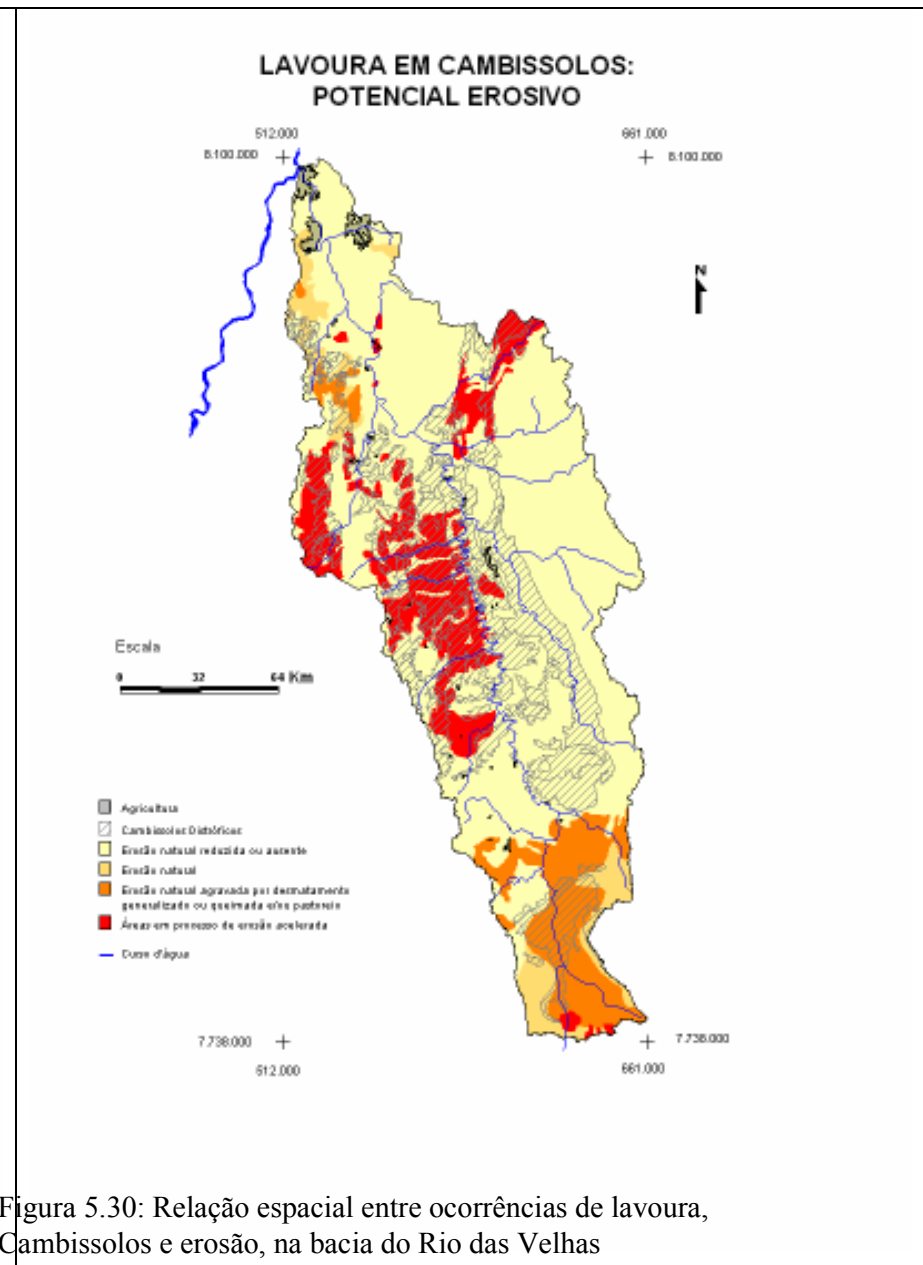


Figura 5.30: Relação espacial entre ocorrências de lavoura, Cambissolos e erosão, na bacia do Rio das Velhas

**LAVOURA EM LATOSSOLOS:
POTENCIAL EROSIVO**

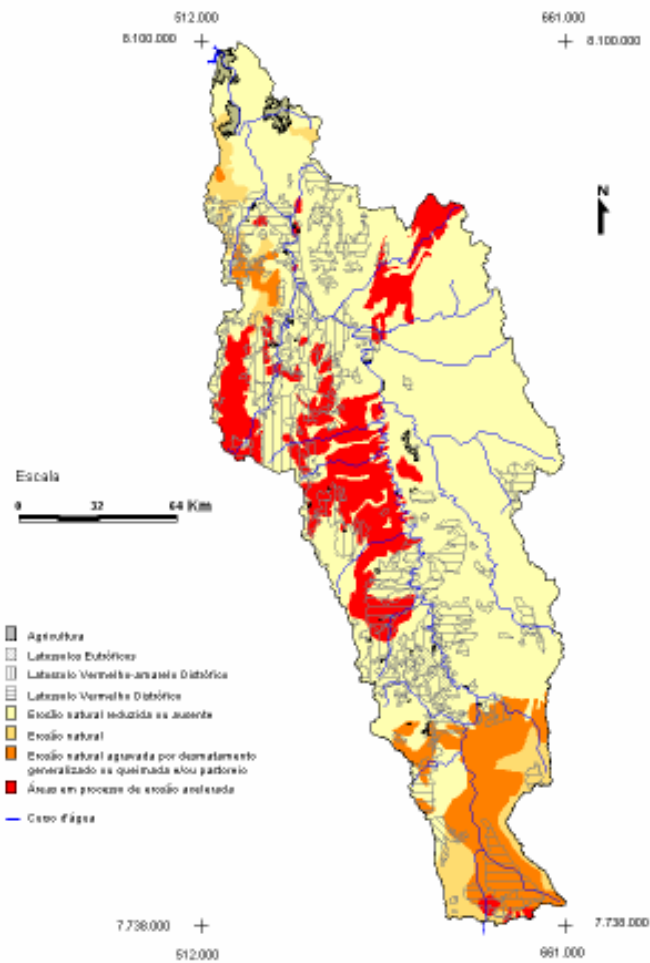


Figura 5.31: Relação espacial entre ocorrências de lavoura, Latossolos e erosão, na bacia do Rio das Velhas

**LAVOURA EM NEOSSOLOS FLÚVICOS:
POTENCIAL EROSIVO**

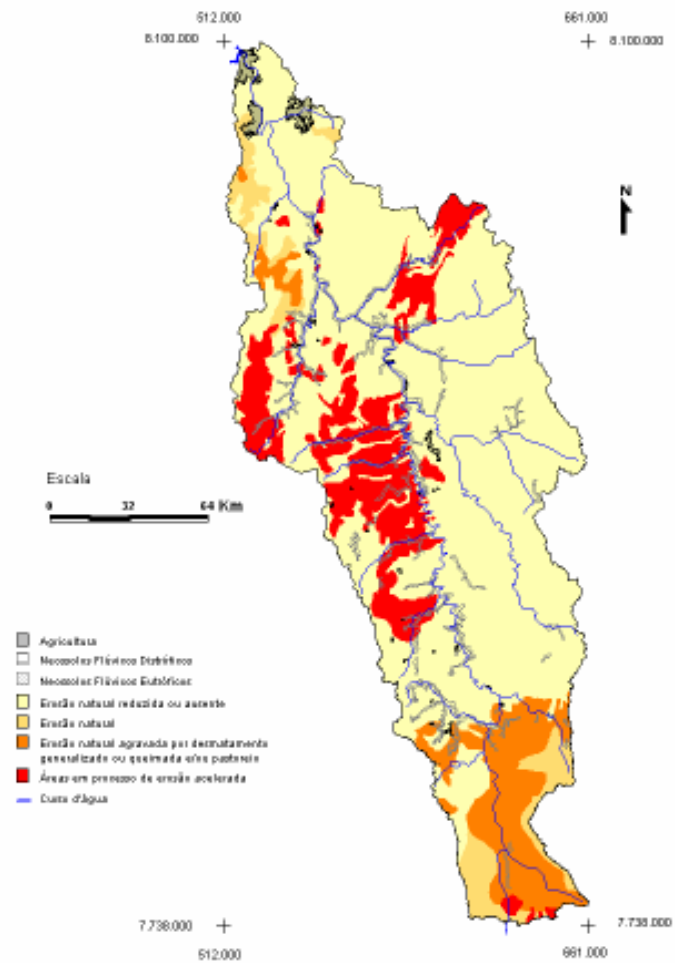


Figura 5.32: Relação espacial entre ocorrências de lavoura, Neossolos Flúvicos e erosão, na bacia do Rio das Velhas

Nas áreas de lavoura com Neossolos Flúvicos, ocorrem apenas processos erosivos naturais (figura 5.32). A boa aptidão que essas terras apresentam para lavouras (figura 5.22), sendo necessário pouco ou nenhum investimento em tecnologia para trabalhá-las, contribui para que essas terras suportem ser utilizadas sofrendo uma degradação mínima. Isso ajuda a explicar a inexistência de processos erosivos acelerados.

Considerando a bacia como um todo, pode-se dizer que, apesar de serem poucas as áreas agrícolas que estão passando por processos de erosão acelerada, estas localizam-se, em sua quase totalidade, sobre Latossolos, e uma mínima parte em Cambissolos. O contrário deveria ocorrer, uma vez que os Cambissolos são mais suscetíveis à erosão do que os Latossolos. Essa constatação de processos erosivos relativamente acentuados em áreas de Latossolos reforça o fato de que as características físicas dos solos não são as únicas responsáveis pela erosão. Além destas, outros fatores como topografia, cobertura do solo e questões culturais têm grande influência, podendo determinar o início e a aceleração dos processos erosivos (Guerra, 1994; Cunha e Guerra, 2003; Silva, 2003).

5.2.2 PASTAGEM

A pastagem ocorre em toda a extensão da bacia como uma alternativa para locais que não têm nenhuma aptidão natural como ocorrências minerais ou solos férteis e de boa aptidão para lavoura (figuras 5.33 a 5.39). Em muitos casos, a pastagem na bacia do Rio das Velhas é resultante de áreas que, esgotadas com outras atividades no passado, foram abandonadas, favorecendo o crescimento natural de uma vegetação rasteira, menos exigente em termos agrônômicos, que hoje é utilizada para alimentar o gado. Esta atividade configurou-se como secundária na bacia ao fornecer subsídios para as áreas de mineração. A manutenção equivocada ou pouco eficiente do pasto pode acarretar danos irreversíveis, principalmente relacionados a processos erosivos, como vem ocorrendo na porção centro-oeste da bacia hidrográfica.

Os Afloramentos Rochosos são as únicas formações em que a pastagem quase não é desenvolvida (figura 5.33), em função da quase inexistência de solos e do relevo muito acidentado, em que cristas íngremes impedem o acesso até do homem a certas áreas. A ocorrência dos Argissolos está associada, em quase toda sua extensão, à pastagem como uso predominante (figura 5.34), com exceção do sudeste da bacia, onde esta cede um pouco de espaço a outras formas de utilização do solo, como a silvicultura e a conservação, representada pela vegetação natural. Os Cambissolos também são utilizados preferencialmente com pastagem

AFLORAMENTOS DE ROCHA X PASTAGEM

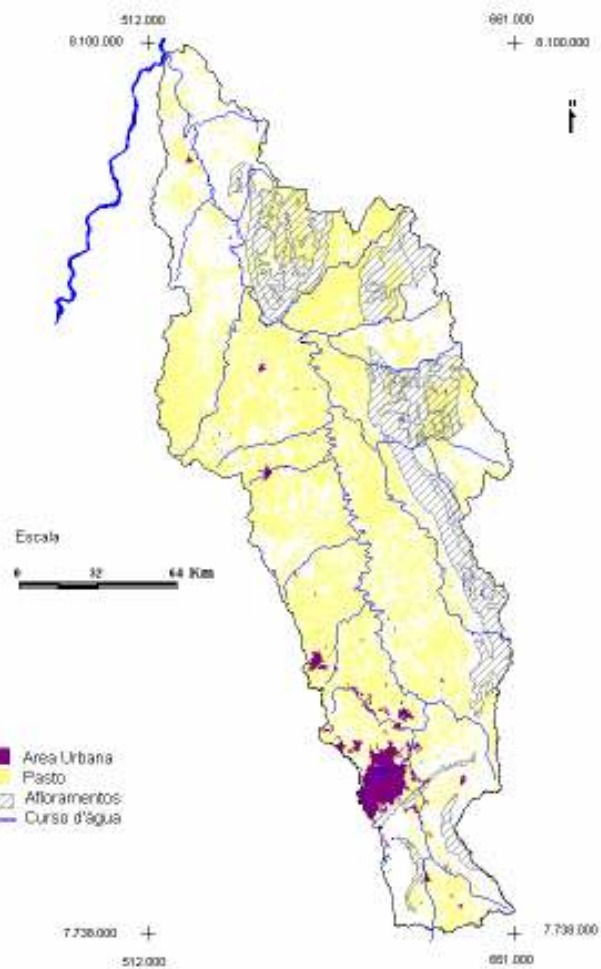


Figura 5.33: Relação espacial entre ocorrências de pastagem e afloramentos rochosos na bacia do Rio das Velhas

ARGISSOLOS X PASTAGEM

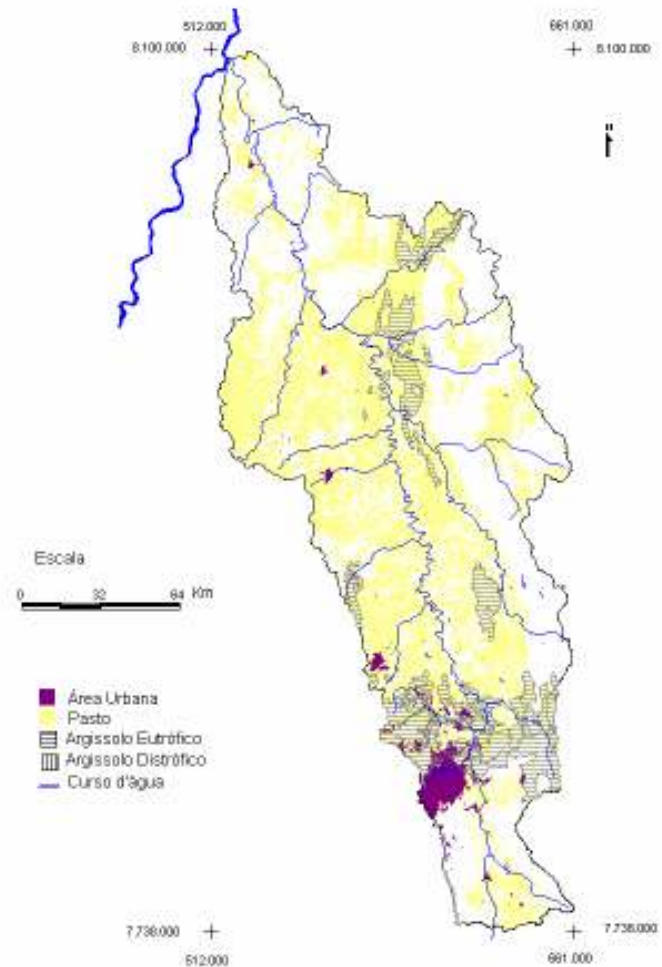


Figura 5.34: Relação espacial entre ocorrências de pastagem e Argissolos na bacia do Rio das Velhas

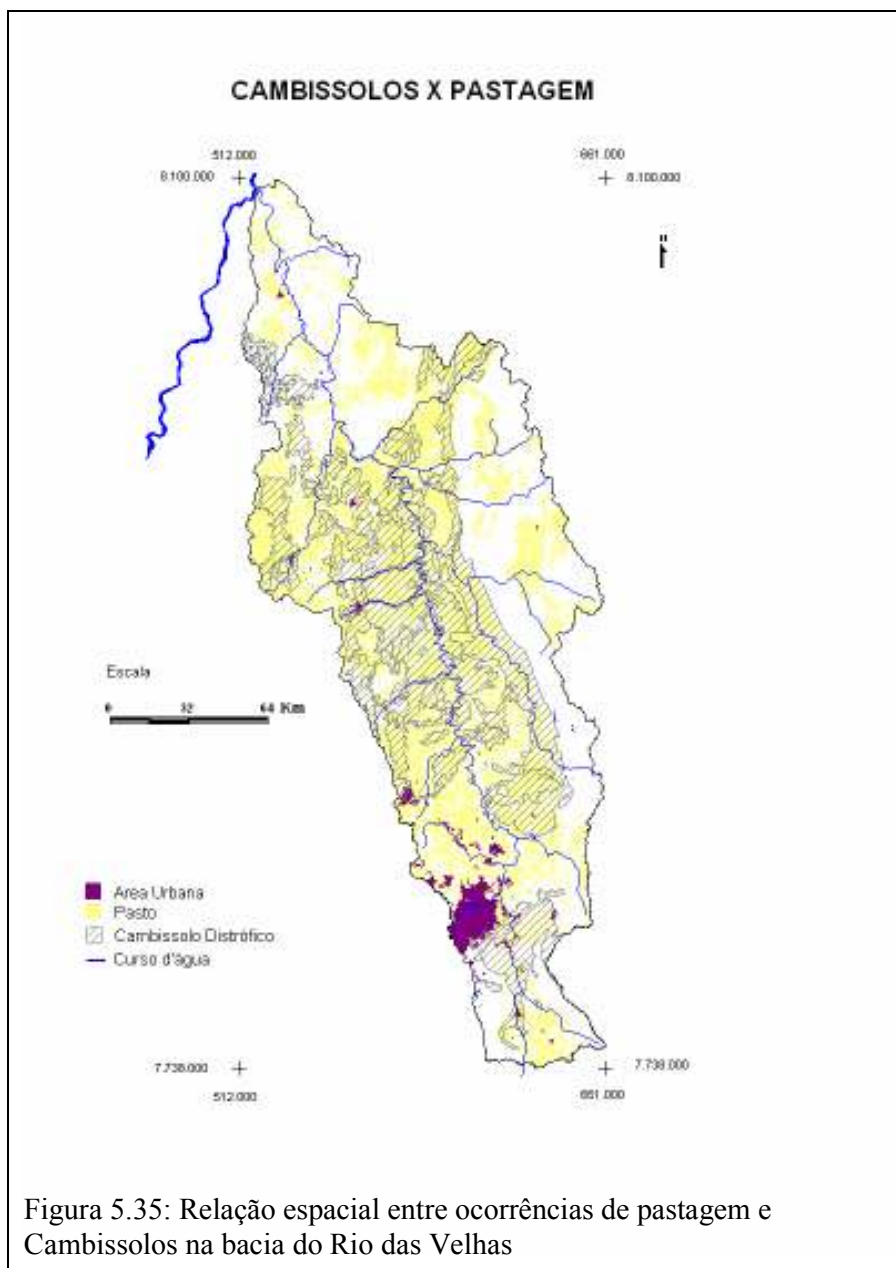


Figura 5.35: Relação espacial entre ocorrências de pastagem e Cambissolos na bacia do Rio das Velhas

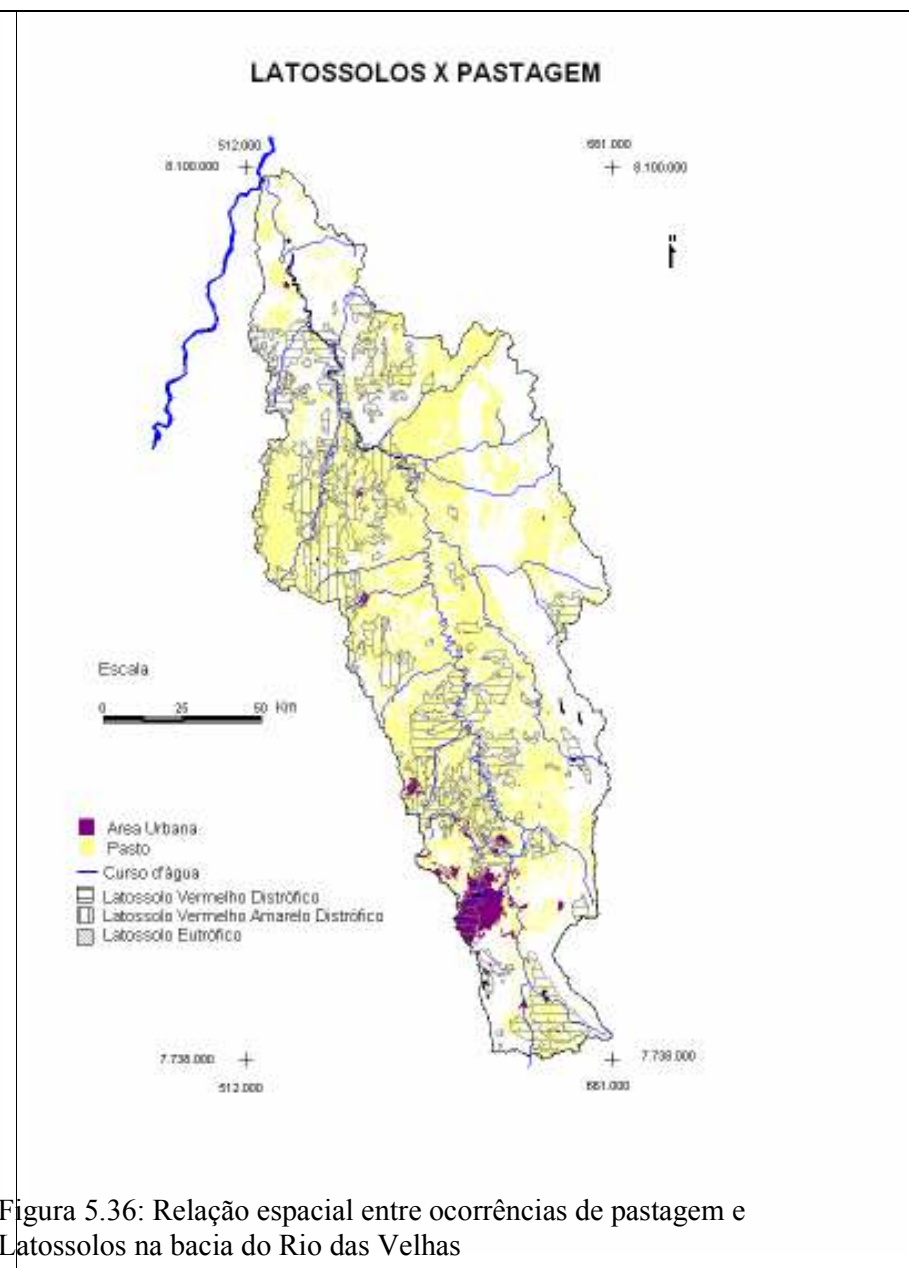


Figura 5.36: Relação espacial entre ocorrências de pastagem e Latossolos na bacia do Rio das Velhas

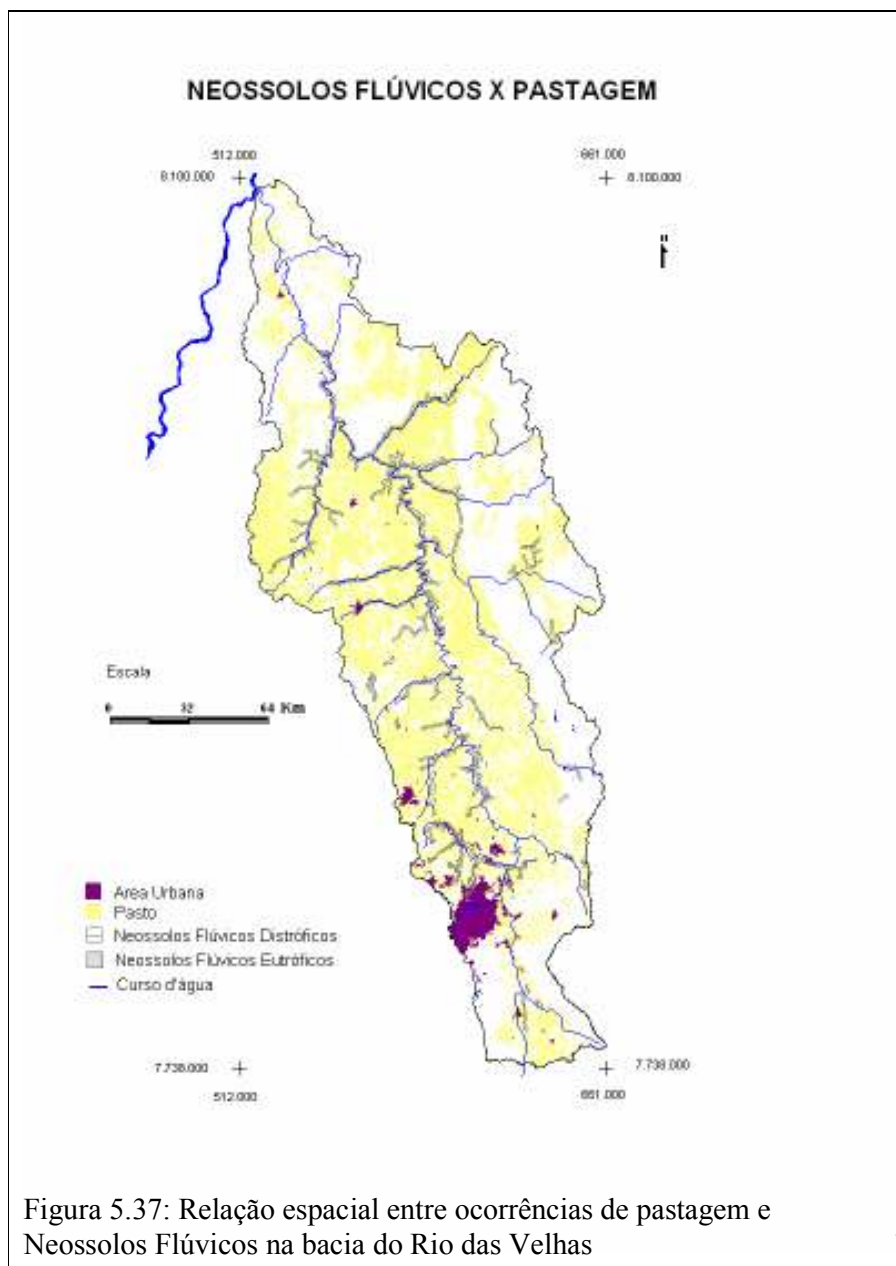


Figura 5.37: Relação espacial entre ocorrências de pastagem e Neossolos Flúvicos na bacia do Rio das Velhas

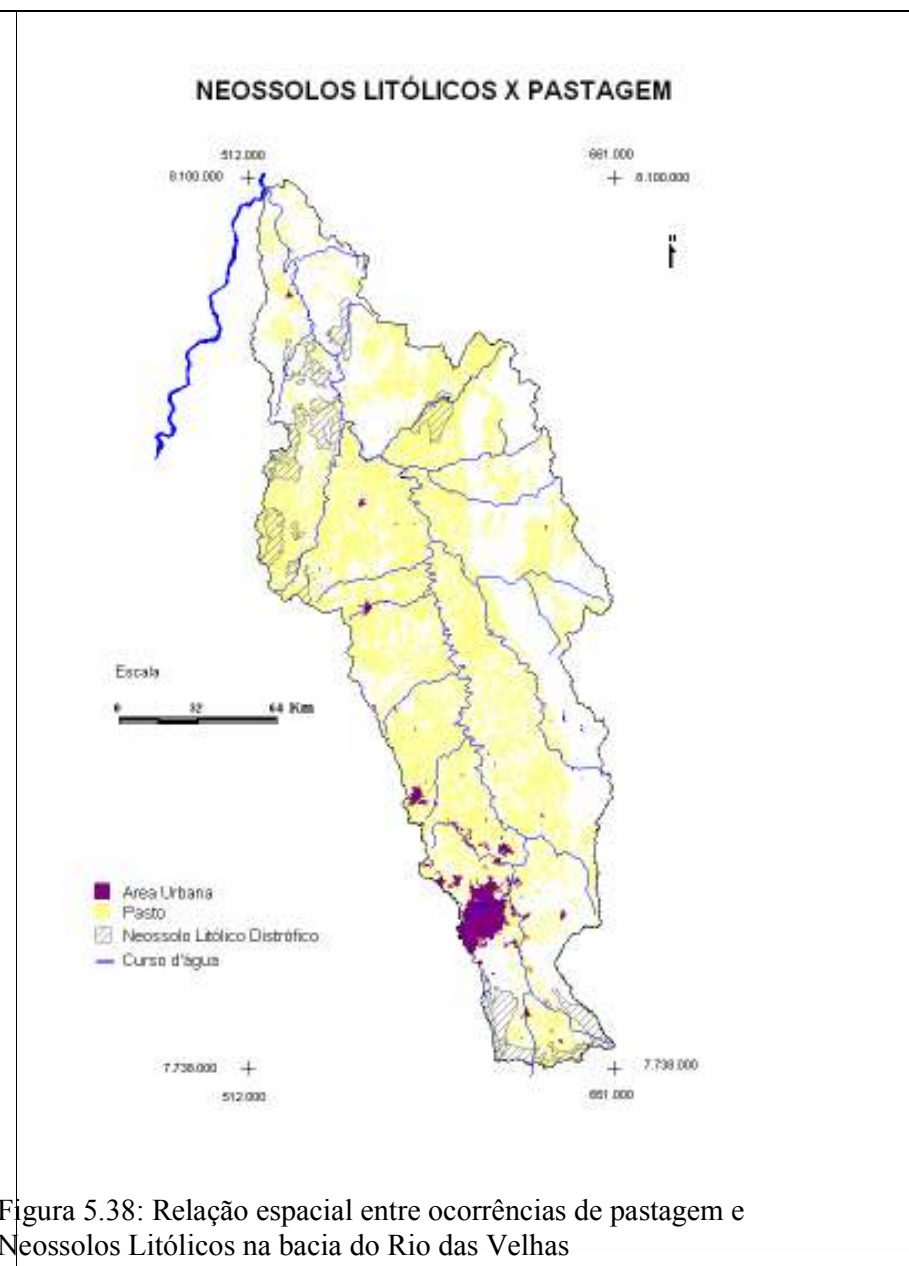


Figura 5.38: Relação espacial entre ocorrências de pastagem e Neossolos Litólicos na bacia do Rio das Velhas

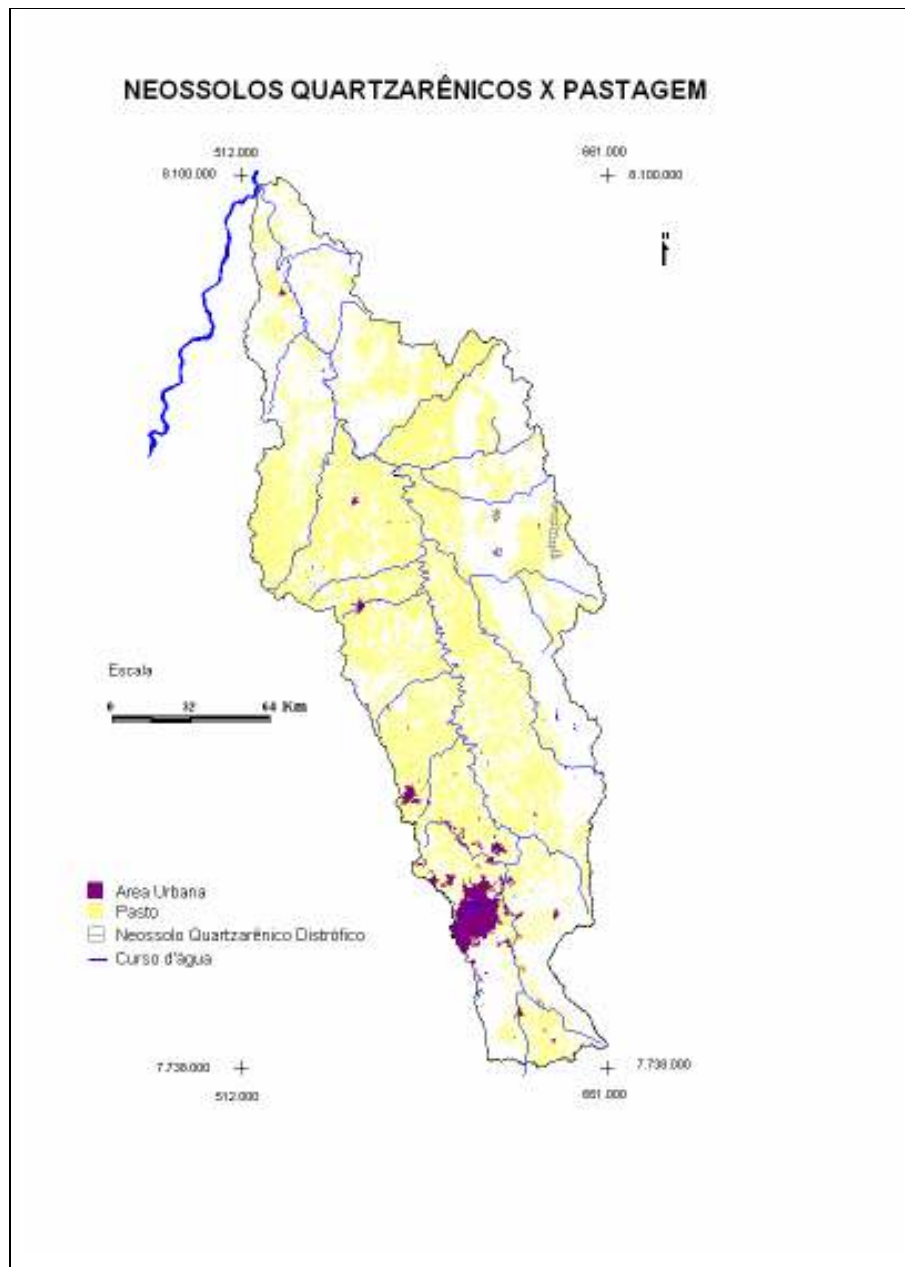


Figura 5.39: Relação espacial entre ocorrências de pastagem e Neossolos Quartzarênicos na bacia do Rio das Velhas

(figura 5.35), com exceção para o sul da bacia, onde a atividade mineradora inibiu, de certa forma, outro tipo de uso. Da mesma forma, os Latossolos, os Neossolos Flúvicos são ocupados por pastagens em sua quase total extensão (figura 5.36 e 5.37). Já nos Neossolos Litólicos, que ocorrem ao norte e ao sul da bacia, podem ser identificados dois usos predominantes: ao sul predomina a atividade mineradora, como já mencionado, e ao norte a pastagem é o uso que ocupa a maior extensão (figura 5.38). Na pequena região de ocorrência dos Neossolos Quartzarênicos, no extremo leste da bacia, a pastagem novamente aparece como uso predominante (figura 5.39). O gráfico da figura 5.40 confirma que a pastagem não é praticada preferencialmente em um determinado tipo de solo. O destaque dos Latossolos e Cambissolos neste tipo de uso se justifica por serem estes os solos predominantes na bacia como um todo.

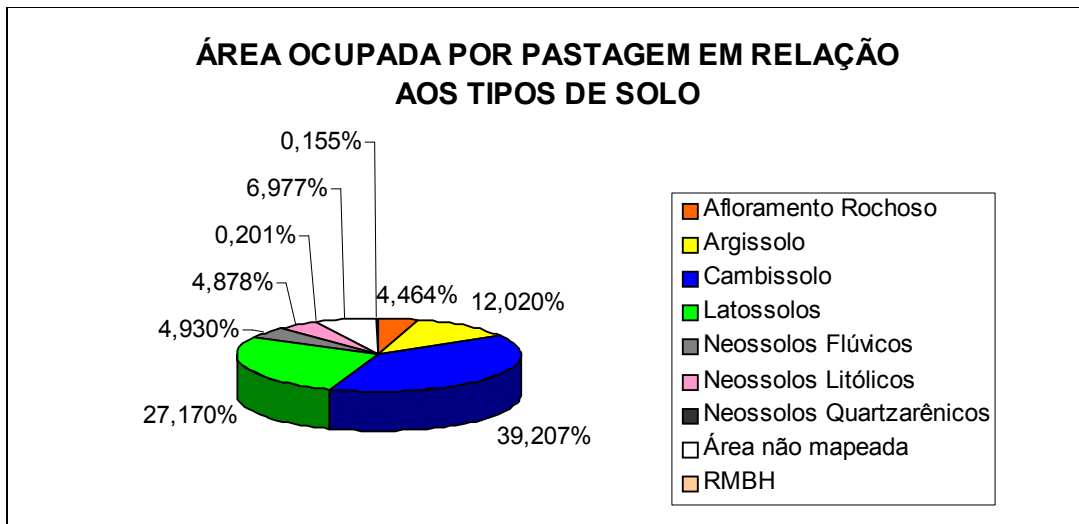


Figura 5.40: Gráfico: Área ocupada por pastagem em relação aos tipos de solo

No que se refere à aptidão agrícola das terras, pode-se observar (Figura 5.41), que grande parte das terras melhores classificadas para lavouras na bacia estão sendo sub-utilizadas com pastagem. O mesmo acontece com as terras regulares para lavouras nos níveis de manejo B e C, e restritas no nível A, que também são utilizadas, predominantemente, para pastagem (figura 5.42). Neste caso, apesar de apresentarem aptidão para lavoura, as terras, em suas condições naturais, apresentam algumas restrições para este uso, as quais, para serem superadas, necessitam de investimentos. Entretanto, o produtor pode não dispor de recursos para investir, ou não achar conveniente fazê-lo, o que explica a opção pela pastagem como uso econômico. O mesmo pode ser observado para as terras pertencentes à classe de aptidão regular para lavouras no nível de manejo C, restrita no nível B e inapta no nível A; e para as terras restritas para

PASTAGEM X APTIDÃO AGRÍCOLA CLASSE 1aBC

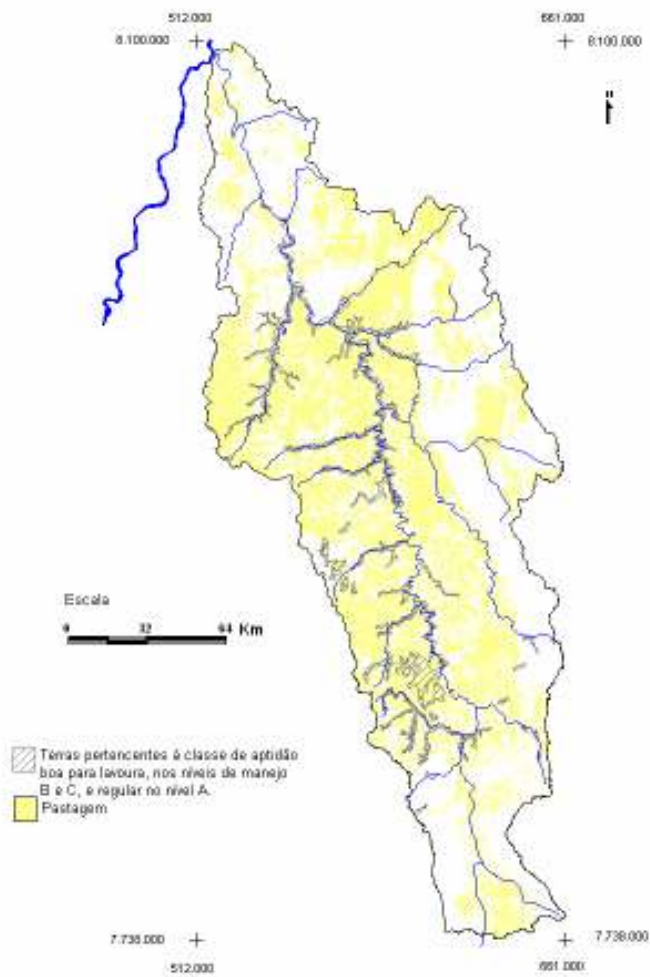


Figura 5.41: Relação entre pastagem e ocorrência de terras de classe de aptidão agrícola 1aBC

PASTAGEM X APTIDÃO AGRÍCOLA CLASSE 2(a)bc

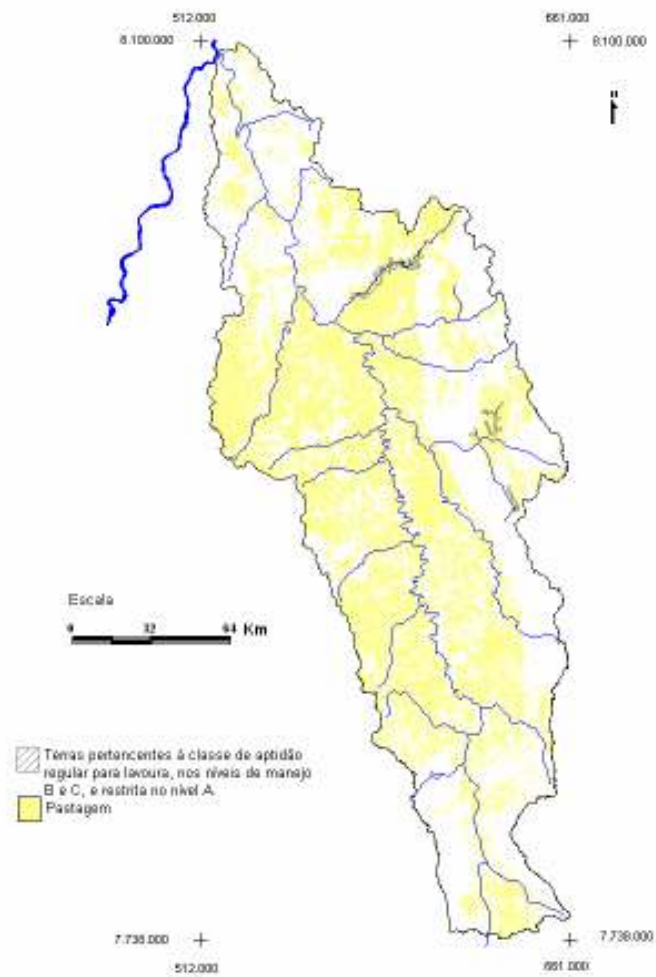


Figura 5.42: Relação entre pastagem e ocorrência de terras de classe de aptidão agrícola 2(a)bc

lavouras nos três níveis, como mostram, respectivamente, as figuras 5.43 e 5.44. As terras classificadas como restritas para lavouras nos níveis de manejo B e C também são utilizadas para pastagem, entretanto, com menor intensidade (figuras 5.45 e 5.46). Essas terras estão concentradas mais ao sul da bacia, próximas à maior concentração urbana, onde também predomina a atividade mineradora. Portanto, a maioria das pessoas nesta região estão ocupadas em outras atividades que não a agropecuária, o que ajuda a explicar a menor ocorrência de pastagens, ainda que as condições do solo sejam favoráveis a este uso. As terras restritas para pastagem plantada são amplamente utilizadas dessa forma (figura 5.47). Também neste caso a área ocupada com pastagem é menor ao sul. O mesmo ocorre com as terras restritas para pastagem natural (figura 5.48). Mesmo nas terras classificadas como inaptas para a pastagem, este uso é verificado, embora em pequenas áreas (figuras 5.49 e 5.50)

Os processos erosivos ocorrem em intensidades diferentes de acordo com o tipo de solo onde a pastagem é praticada (figuras 5.51 a 5.57). Praticamente não existem processos erosivos nestas regiões os solos, quando ocorrem, são muito rasos, havendo o predomínio de rochas, o que justifica a quase inexistência de processos erosivos.

Já a pastagem praticada sobre Argissolos vem desencadeando processos erosivos intensos no nordeste da bacia (figura 5.52). Apesar de a maioria das terras, neste caso, terem aptidão restrita para lavoura no nível de manejo B e regular no nível C (figura 5.43), caracterizando aptidão para a pastagem, os Argissolos são solos bastante suscetíveis à erosão e, por isso, devem ser manejados com cuidado, em qualquer situação. No sul da bacia, a pastagem praticada sobre Argissolos novamente está associada a áreas com ocorrência de processos erosivos, embora em menor intensidade do que no nordeste. Neste caso, a maior parte das terras são classificadas como sendo restritas para lavouras no nível B e inaptas nos níveis A e C (figura 5.45), podendo, a princípio, serem utilizadas para a pastagem, com os devidos cuidados. O manejo inadequado do solo para a pastagem pode estar sendo o responsável pela erosão, mas a proximidade com a região metropolitana e com outros usos, como a cultura de eucalipto, indica que estes podem também ser responsáveis pelos processos erosivos existentes na região.

Nos Cambissolos ocupados com pastagem, os processos erosivos ocorrem de forma mais intensa no oeste da bacia (figura 5.53), onde a maior parte das terras tem aptidão restrita para pastagem (figuras 5.47 e 5.48). No nordeste também há uma área significativa de Cambissolos ocupados com pastagem, que vem sofrendo processos erosivos acelerados. Nessa região também a maioria das terras apresentam restrições para o uso com pastagem. A pastagem sobre

PASTAGEM X APTIDÃO AGRÍCOLA CLASSE 2(b)c

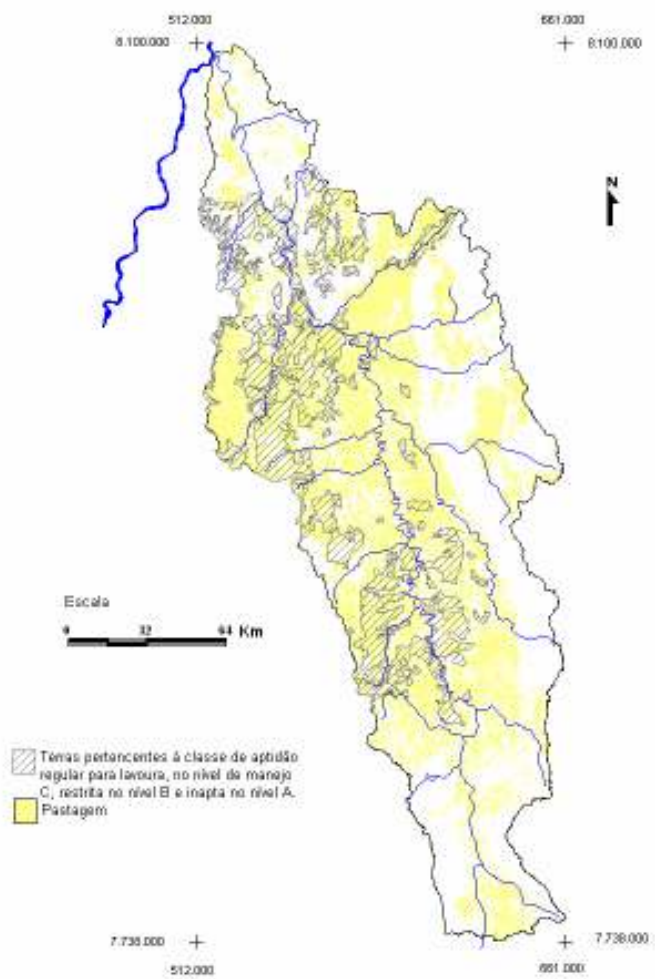


Figura 5.43: Relação entre pastagem e ocorrência de terras de classe de aptidão agrícola 2(b)c

PASTAGEM X APTIDÃO AGRÍCOLA CLASSE 3(abc)

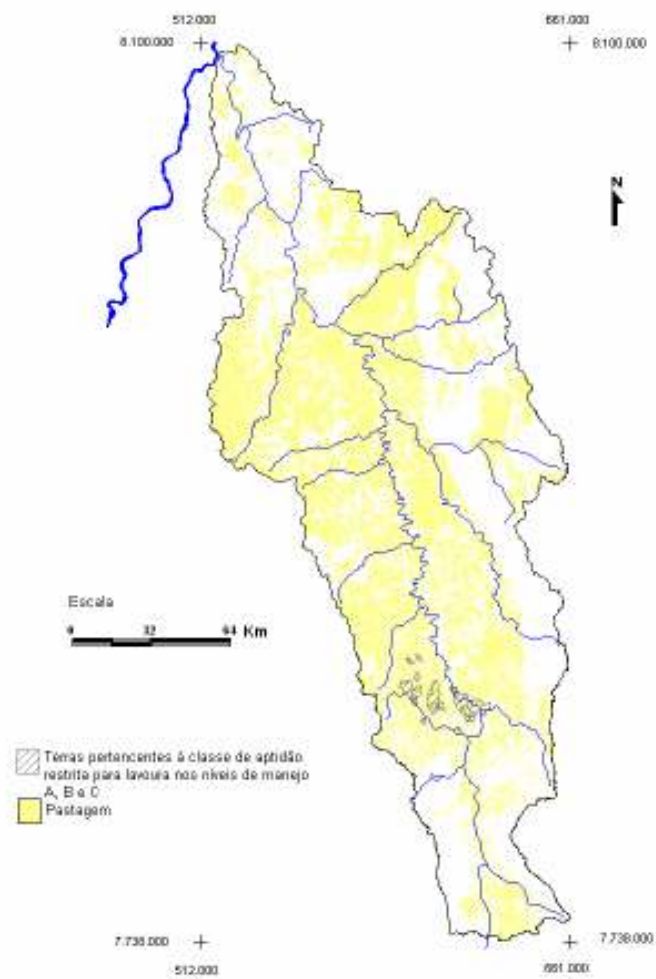


Figura 5.44: Relação entre pastagem e ocorrência de terras de classe de aptidão agrícola 3(abc)

PASTAGEM X APTIDÃO AGRÍCOLA CLASSE 3(b)

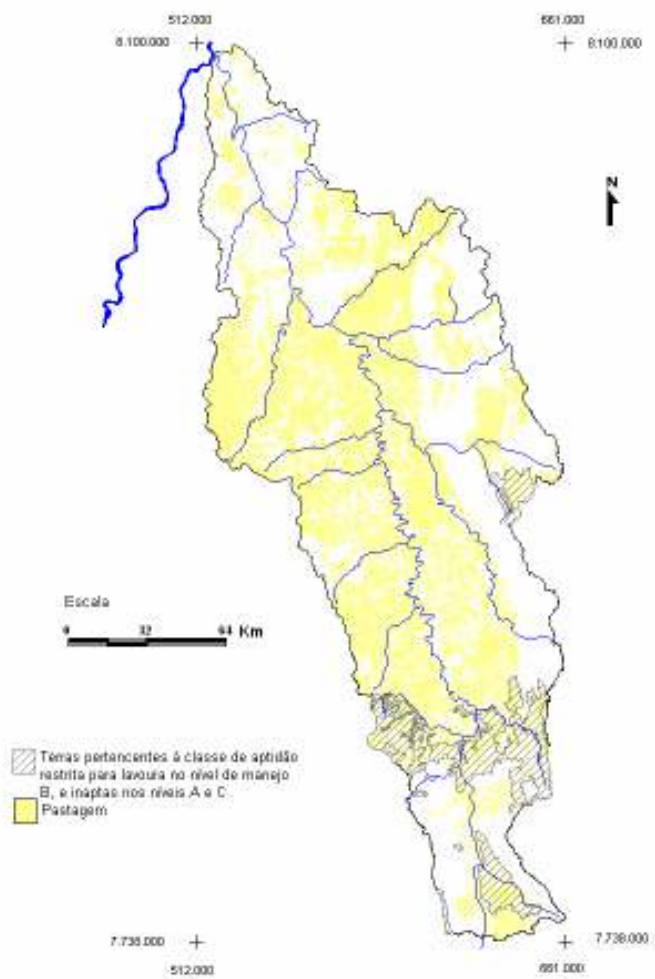


Figura 5.45: Relação entre pastagem e ocorrência de terras de classe de aptidão agrícola 3(b)

PASTAGEM X APTIDÃO AGRÍCOLA CLASSE 3(bc)

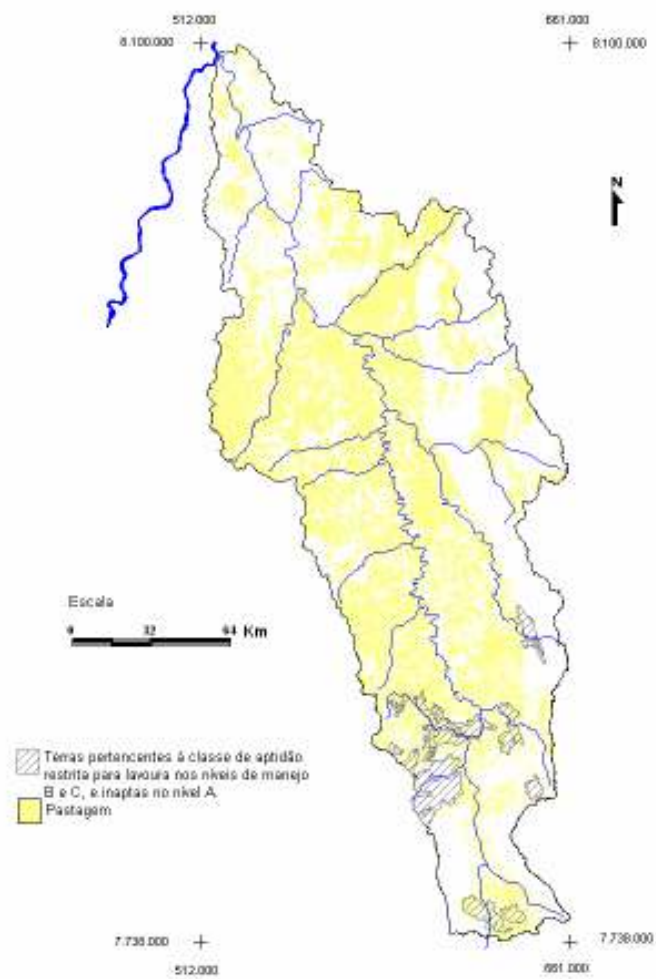
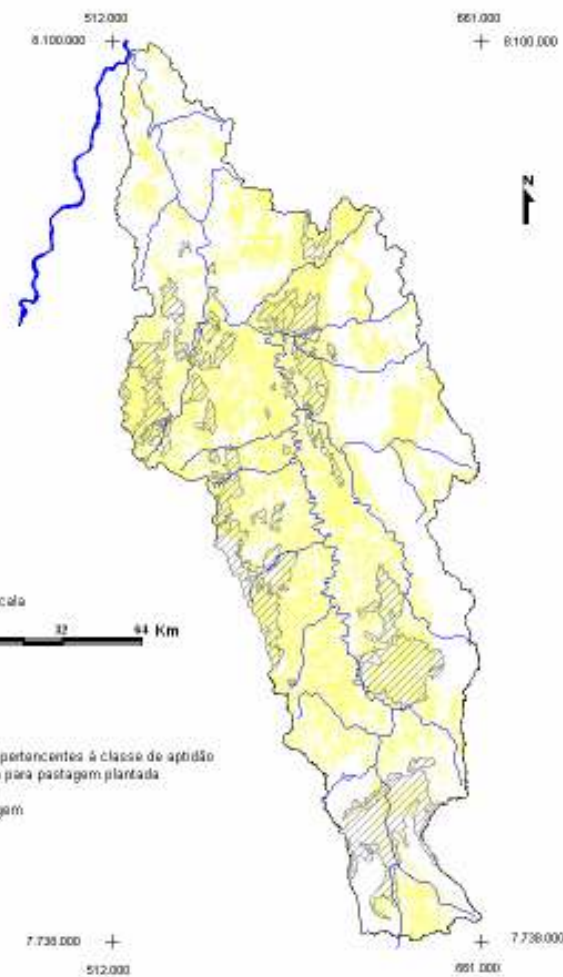


Figura 5.46: Relação entre pastagem e ocorrência de terras de classe de aptidão agrícola 3(bc)

PASTAGEM X APTIDÃO AGRÍCOLA CLASSE 4(p)



PASTAGEM X APTIDÃO AGRÍCOLA CLASSE 5(n)

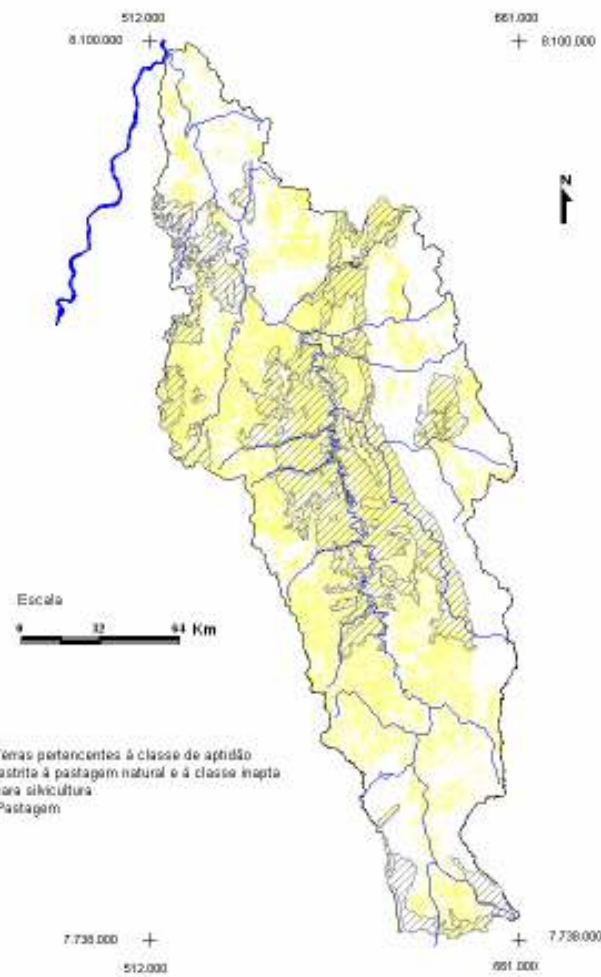


Figura 5.47: Relação entre pastagem e ocorrência de terras de classe de aptidão agrícola 4(p)

Figura 5.48: Relação entre pastagem e ocorrência de terras de classe de aptidão agrícola 5(n)

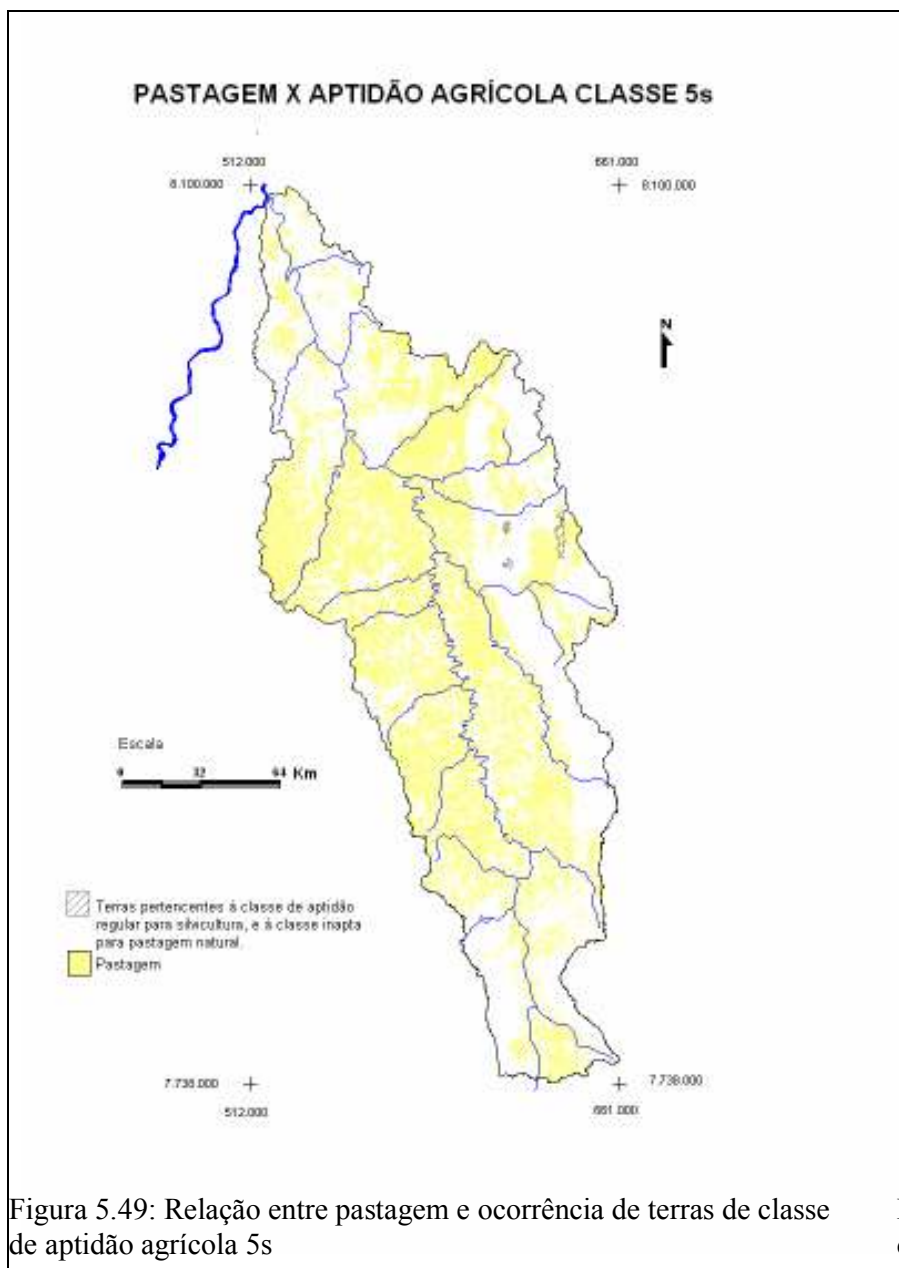


Figura 5.49: Relação entre pastagem e ocorrência de terras de classe de aptidão agrícola 5s

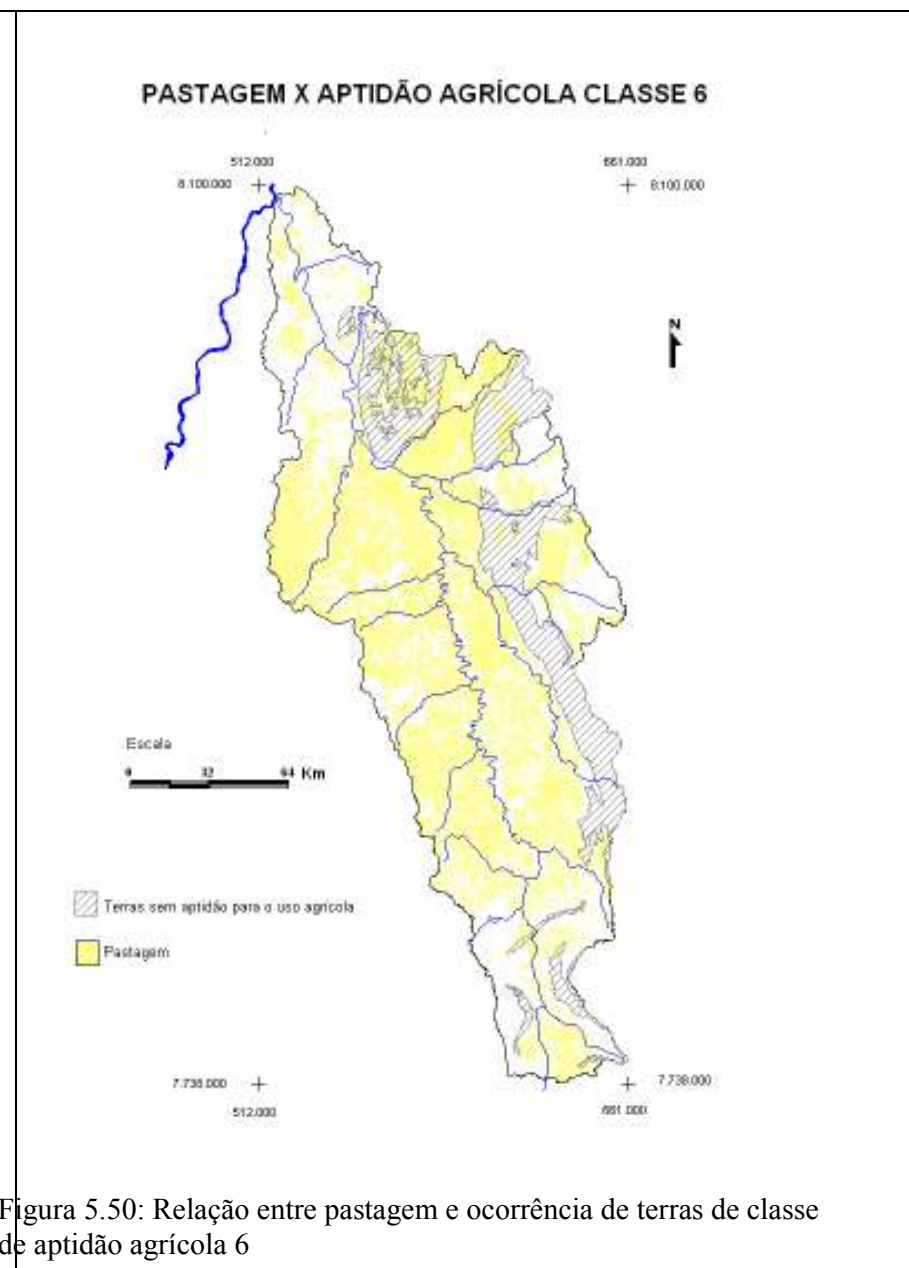


Figura 5.50: Relação entre pastagem e ocorrência de terras de classe de aptidão agrícola 6

**PASTAGEM EM AFLORAMENTOS ROCHOSOS:
POTENCIAL EROSIVO**

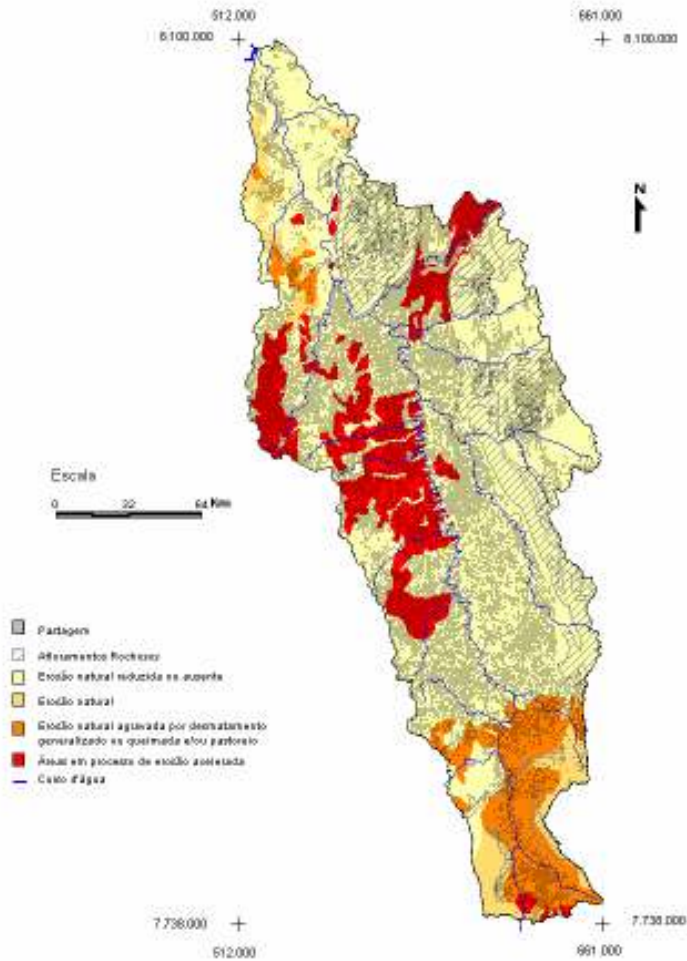


Figura 5.51: Relação espacial entre ocorrências de pastagem, afloramentos rochosos e erosão, na bacia do Rio das Velhas

**PASTAGEM EM ARGISSOLOS:
POTENCIAL EROSIVO**

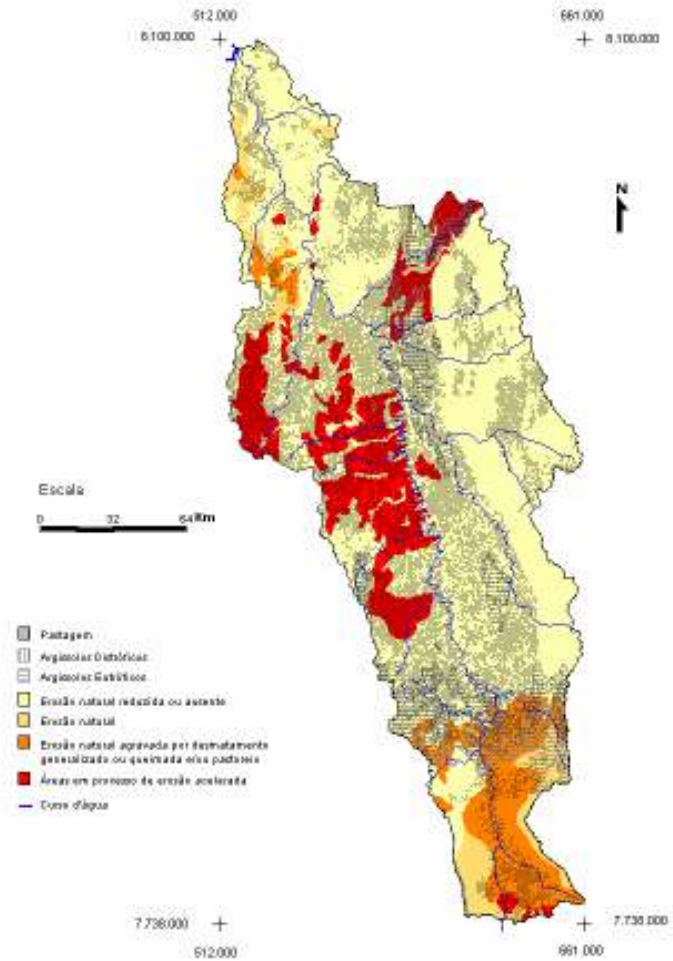


Figura 5.52: Relação espacial entre ocorrências de pastagem, Argissolos e erosão, na bacia do Rio das Velhas

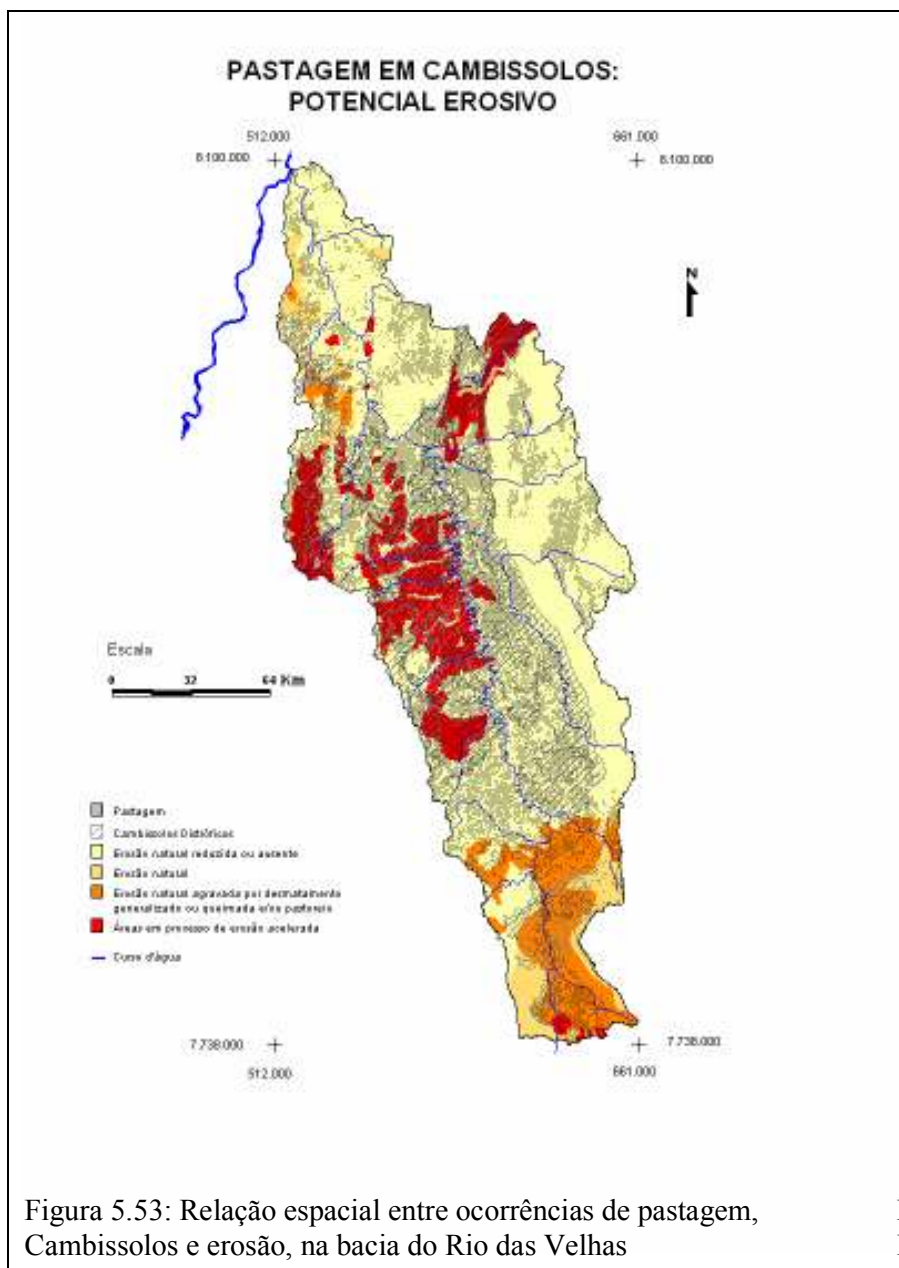


Figura 5.53: Relação espacial entre ocorrências de pastagem, Cambissolos e erosão, na bacia do Rio das Velhas

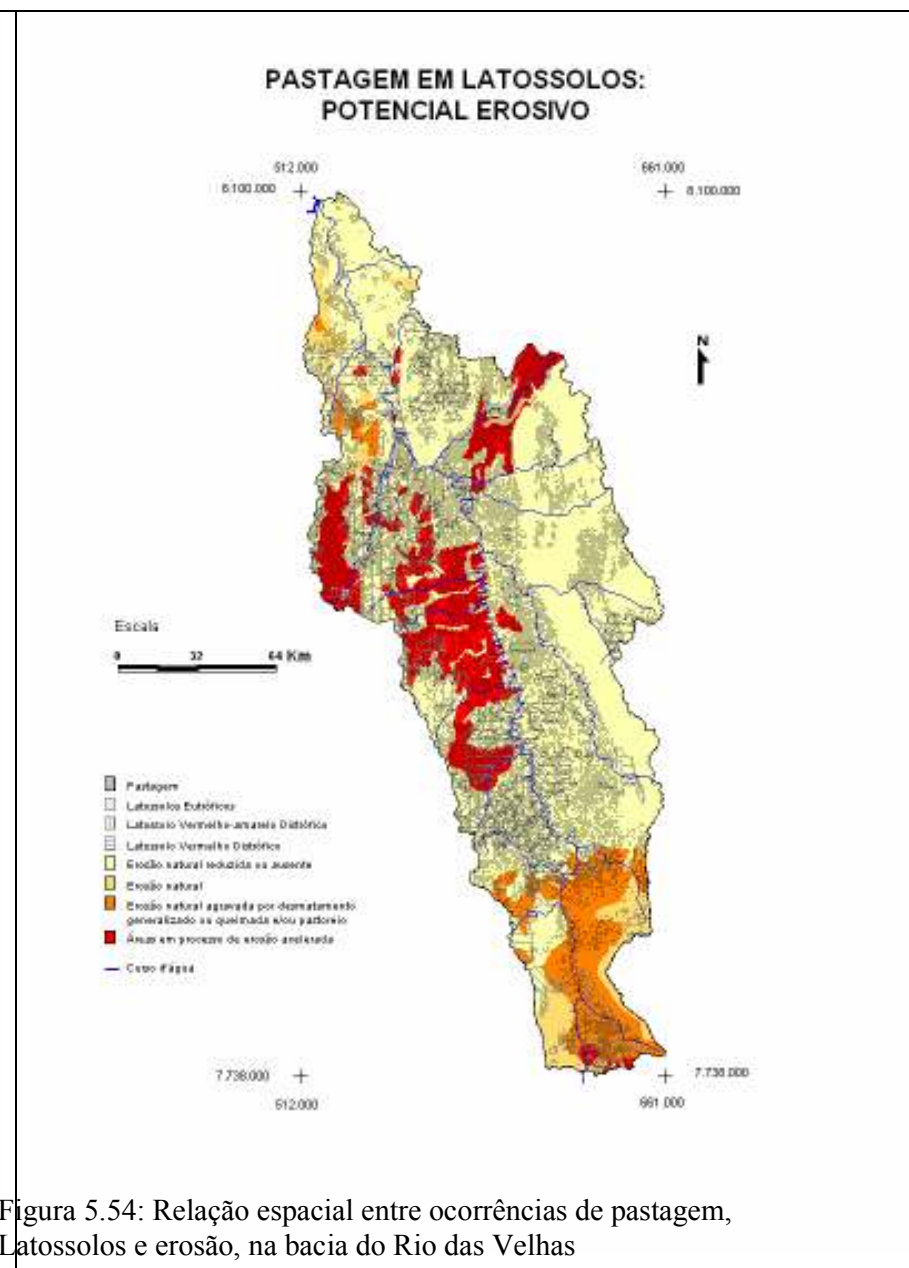


Figura 5.54: Relação espacial entre ocorrências de pastagem, Latossolos e erosão, na bacia do Rio das Velhas

PASTAGEM EM NEOSSOLOS FLÚVICOS: POTENCIAL EROSIVO

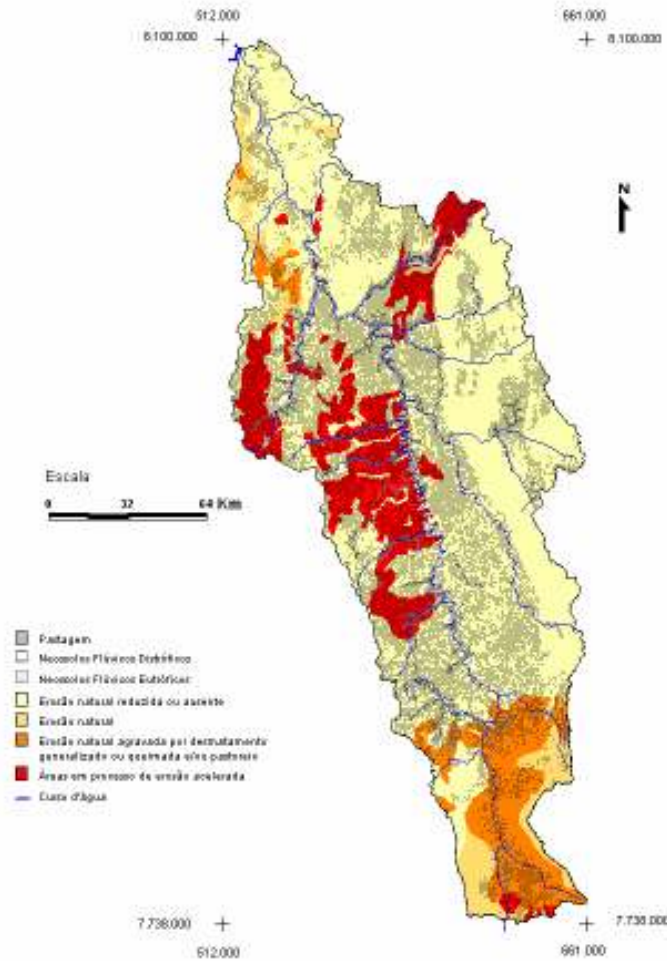


Figura 5.55: Relação espacial entre ocorrências de pastagem, Neossolos Flúvicos e erosão, na bacia do Rio das Velhas

PASTAGEM EM NEOSSOLOS LITÓLICOS: POTENCIAL EROSIVO

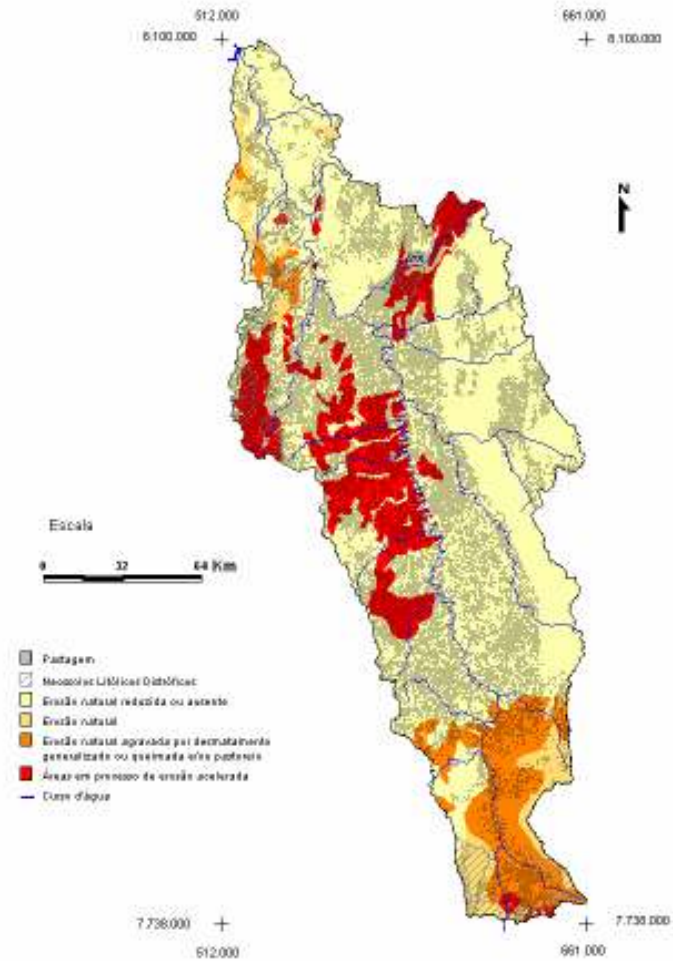


Figura 5.56: Relação espacial entre ocorrências de pastagem, Neossolos Litólicos e erosão, na bacia do Rio das Velhas

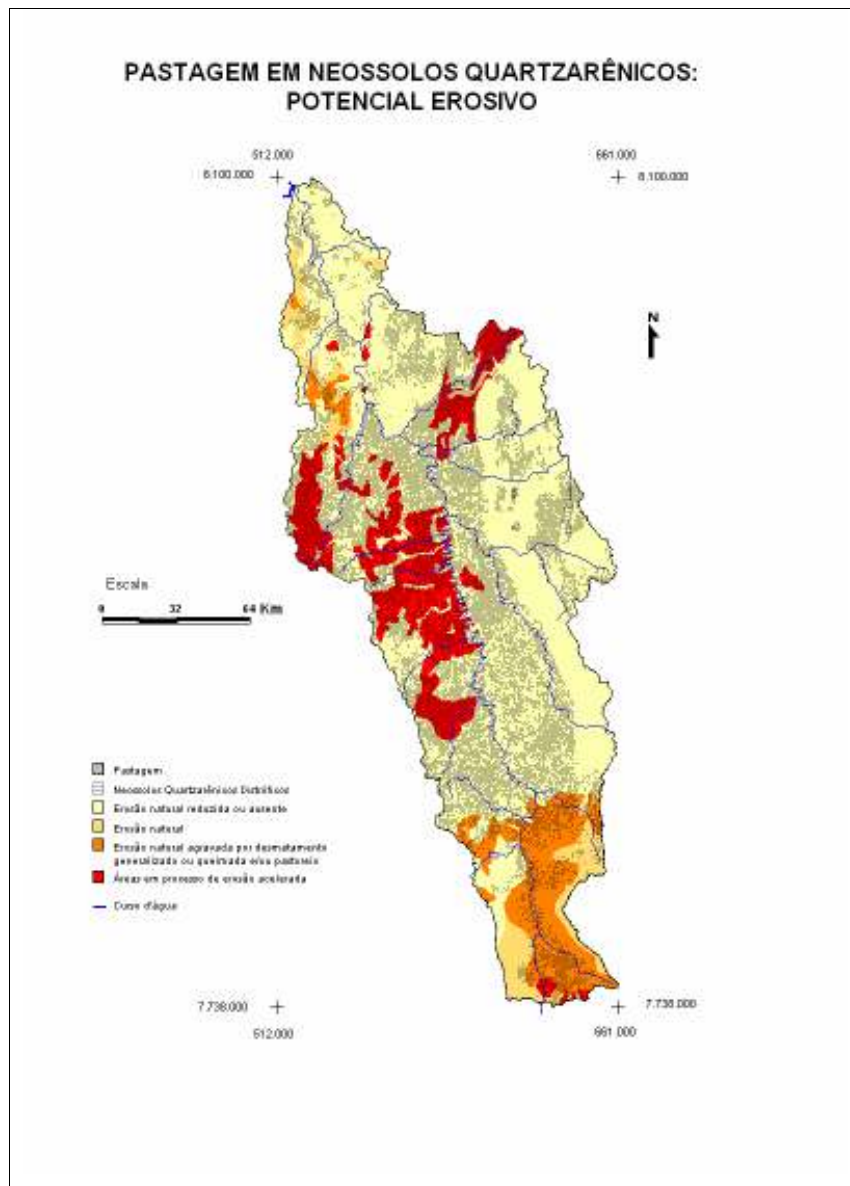


Figura 5.57: Relação espacial entre ocorrências de pastagem, Neossolos Quartzarênicos e erosão, na bacia do Rio das Velhas

Cambissolos ocorre também a oeste da bacia, na margem direita do Rio das Velhas, onde os processos erosivos praticamente inexistem. Este fato demonstra que a pastagem pode inibir os processos erosivos, entretanto, quando mal manejada (com excesso de gado, por exemplo), e quando não são realizados trabalhos de recuperação do solo, a pastagem pode se transformar num desencadeador destes processos, aumentando as perdas de solo, conforme demonstrado por Silva (2003). O excesso de gado no pasto ou a utilização contínua deste, sem conceder

“descanso” ao solo, pode comprometer a rebrota do pasto, compactando o solo e deixando-o desnudo e sujeito a aceleração dos processos erosivos.

Por outro lado, a quase totalidade das áreas de Latossolos utilizadas para pastagem está associada a regiões em que os processos erosivos são apenas naturais e quase inexistentes (figura 5.54). É principalmente na região de Araçaí, Jequitibá e Sete Lagoas que são observados processos de erosão intensa associados à prática de pastagem sobre Latossolos. Nessa região a maioria das terras apresenta aptidão restrita para lavouras no nível de manejo B e regular no nível C (figura 5.43).

No município de Ouro Preto também ocorrem processos de erosão acelerada, embora em menor intensidade. Neste caso, as terras apresentam aptidão restrita para lavouras nos níveis de manejo B e C, e são inaptas no nível A (figura 5.46).

Processos erosivos intensos ocorrem também, ao longo de toda a bacia, associados aos Neossolos Flúvicos utilizados com pastagem (figura 5.55). Os Neossolos Flúvicos, conforme já comentado, ocorrem principalmente nas margens dos cursos d’água, e a vegetação nativa que se desenvolve nestes solos é um dos elementos responsáveis pela proteção dessas áreas, consideradas de Preservação Permanente pelo Código Florestal de 1964. O desmatamento, associado ao frágil equilíbrio dessas áreas, resulta na intensificação dos processos erosivos, como pode ser observado. Os processos de erosão acelerada ocorrem mesmo onde as terras são classificadas como boas para lavouras (figura 5.41), o que demonstra a possibilidade de ocorrência de processos erosivos mesmo em solos não suscetíveis a tais processos, e comprova a necessidade da utilização das técnicas agrícolas adequadas mesmo quando o solo não é suscetível a erosão.

No extremo sul da bacia, algumas áreas, embora pequenas, de pastagem sobre Neossolos Litólicos, estão associadas a processos de erosão acelerada (figura 5.56). Entretanto não se pode afirmar, neste caso, que a pastagem é a principal responsável por estes processos, uma vez que outros usos, inclusive mineração, também podem ser observados nestes solos e na região de processos erosivos agravados. Dessa forma, estes podem ser, talvez, os principais responsáveis por estes impactos. Já no norte da bacia, a maior parte das áreas onde se tem Neossolo Litólico associado à pastagem, principalmente nas regiões de Corinto e Augusto de Lima, ocorrem processos erosivos intensos. Cabe destacar que as terras nessas regiões apresentam aptidão restrita para pastagem (figura 5.48), havendo então uma superexploração dos solos, levando à erosão destes. Nos Neossolos Quartzarênicos utilizados com pastagem, não são observados processos erosivos acelerados (figura 5.57).

5.2.3 SILVICULTURA

O reflorestamento, na bacia do Rio das Velhas, é um termo utilizado para se referir, principalmente, ao plantio de eucalipto. Portanto, é o mapeamento dos cultivos de eucalipto na bacia que será a base para a relação com os tipos de solo (figuras 5.58 a 5.63).

As áreas de Afloramento Rochoso em si não se prestam a esta atividade. Entretanto algumas manchas de solo no interior destes afloramentos são, algumas vezes, utilizadas para esta finalidade, como é o caso do norte da bacia (figura 5.58) Nesse caso, deve-se tratar de pequenas manchas com solos mais profundos, que não foram mapeados em função da escala do mapa pedológico. Os Argissolos, por sua vez, apresentam algumas pequenas áreas ocupadas com o cultivo de eucalipto, principalmente próximo às minerações, no sul da bacia (figura 5.59), mas não são os solos preferencialmente utilizados para esta atividade. Nos Cambissolos, o plantio de eucalipto também é pouco expressivo, aparecendo em pequenas manchas espalhadas ao longo de toda a bacia. A área de Cambissolos onde o plantio de eucalipto é mais significativo corresponde à região de Caeté, no sudeste da bacia (figura 5.60). A maior parte das áreas cultivadas com eucalipto corresponde aos Latossolos, principalmente no centro e norte da bacia hidrográfica (figura 5.61). As características físicas deste solo inibem os processos erosivos, favorecendo sua utilização direta, principalmente com culturas menos exigentes em termos de nutrientes, como é o caso do eucalipto. Outro fator que influencia este tipo de uso é a proximidade de um mercado consumidor, representado pelas indústrias siderúrgicas e outras da região Metropolitana de Belo Horizonte. Nos Neossolos Flúvicos é mínima a ocorrência deste tipo de uso (figura 5.62). Da mesma forma o plantio de eucalipto é inexpressivo nos Neossolos Litólicos (figura 5.63); neste caso devido à pouca profundidade destes solos, o que impossibilita a sustentação de uma cultura de maior porte. Nos Neossolos Quartzarênicos o cultivo do eucalipto não é praticado devido, entre outros fatores, à baixa capacidade de retenção de água destes solos.

O gráfico da figura 5.64 mostra o predomínio do cultivo do eucalipto nos Latossolos. Como já comentado anteriormente, os Latossolos são pouco suscetíveis à erosão, e são também grandes retentores de água, o que favorece o desenvolvimento desta atividade (Guerra, 1995)

AFLORAMENTOS ROCHOSOS X SILVICULTURA

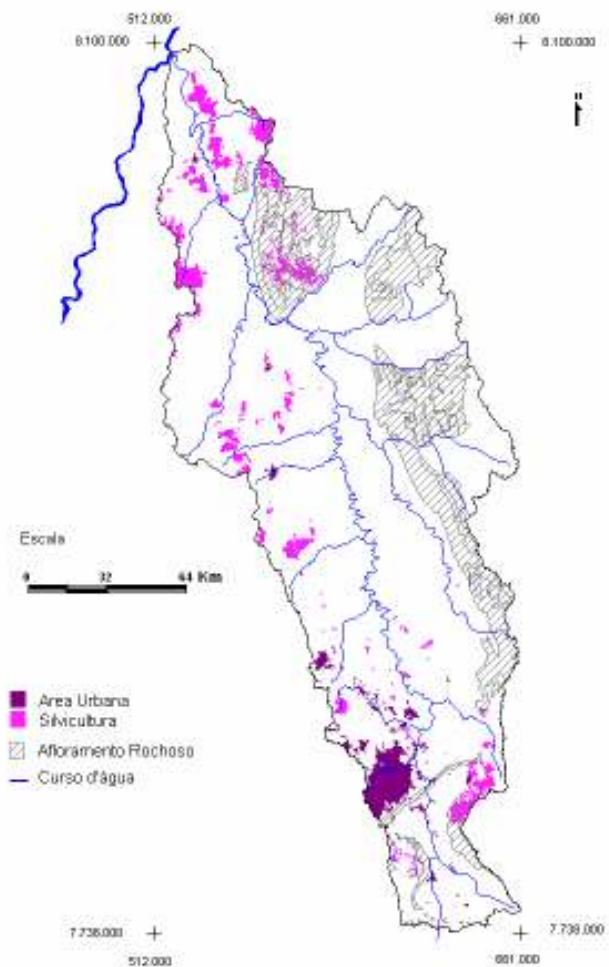


Figura 5.58: Relação espacial entre ocorrências de silvicultura e Afloramentos Rochosos na bacia do Rio das Velhas

ARGISSOLOS X SILVICULTURA

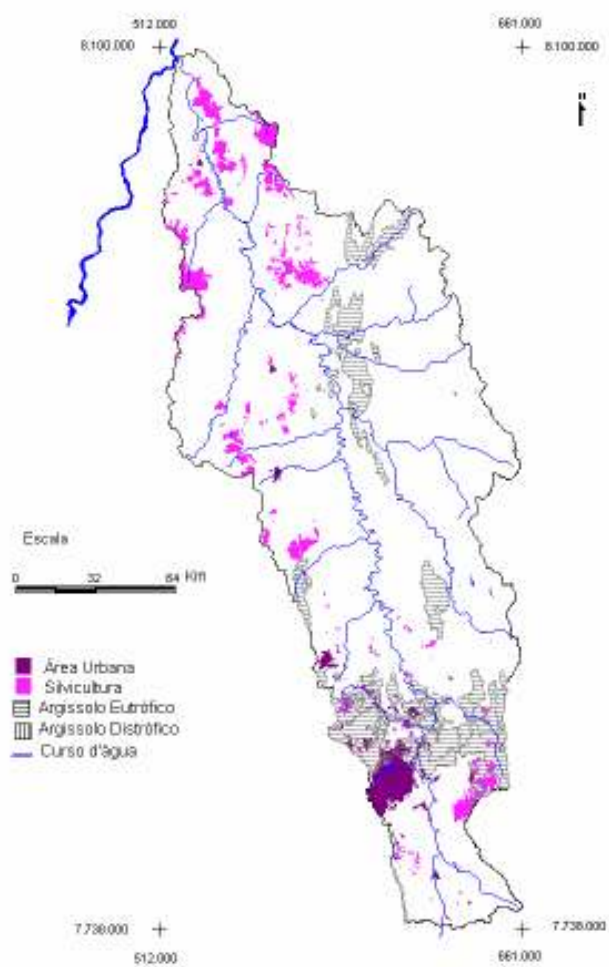


Figura 5.59: Relação espacial entre ocorrências de silvicultura e Argissolos na bacia do Rio das Velhas

CAMBISSOLOS X SILVICULTURA

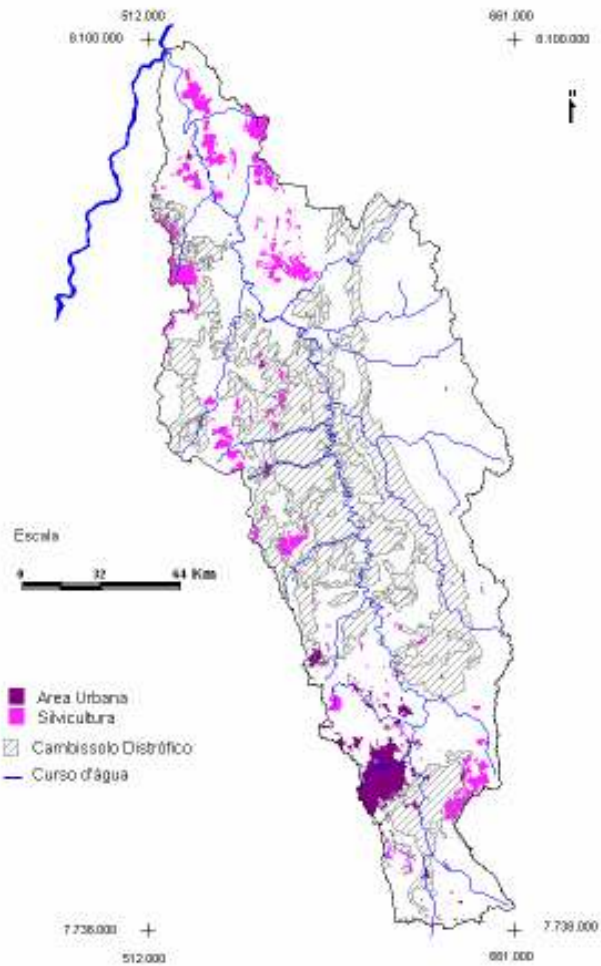


Figura 5.60: Relação espacial entre ocorrências de silvicultura e Cambissolos na bacia do Rio das Velhas

LATOSSOLOS X SILVICULTURA

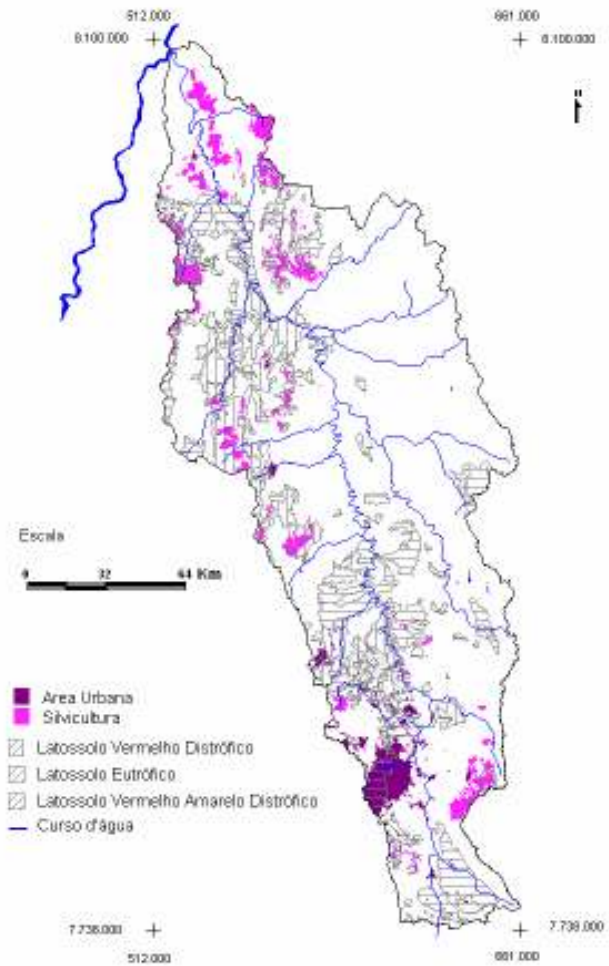


Figura 5.61: Relação espacial entre ocorrências de silvicultura e Latossolos na bacia do Rio das Velhas

NEOSSOLOS FLÚVICOS X SILVICULTURA

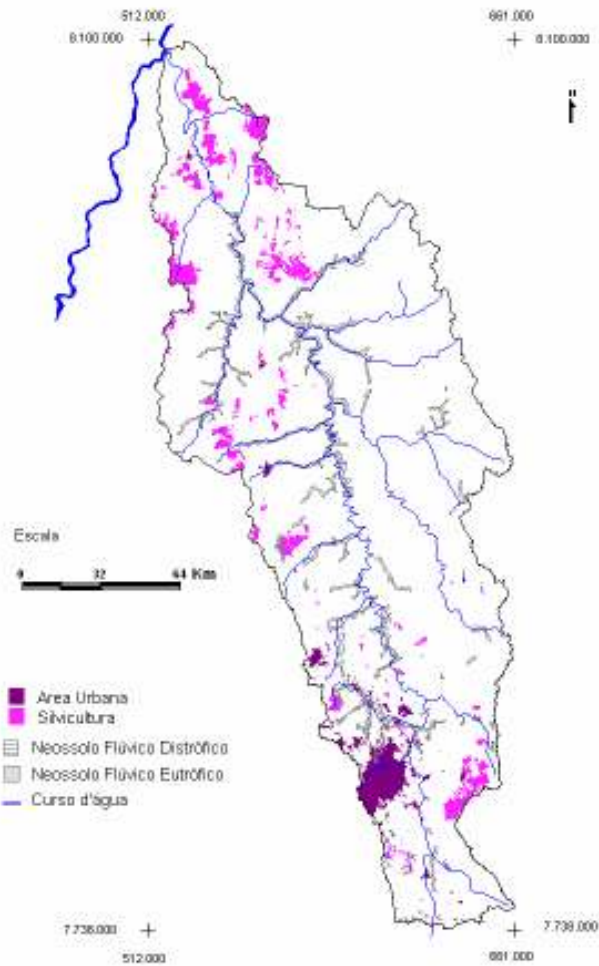


Figura 5.62: Relação espacial entre ocorrências de silvicultura e Neossolos Flúvicos na bacia do Rio das Velhas

NEOSSOLOS LITÓICOS X SILVICULTURA

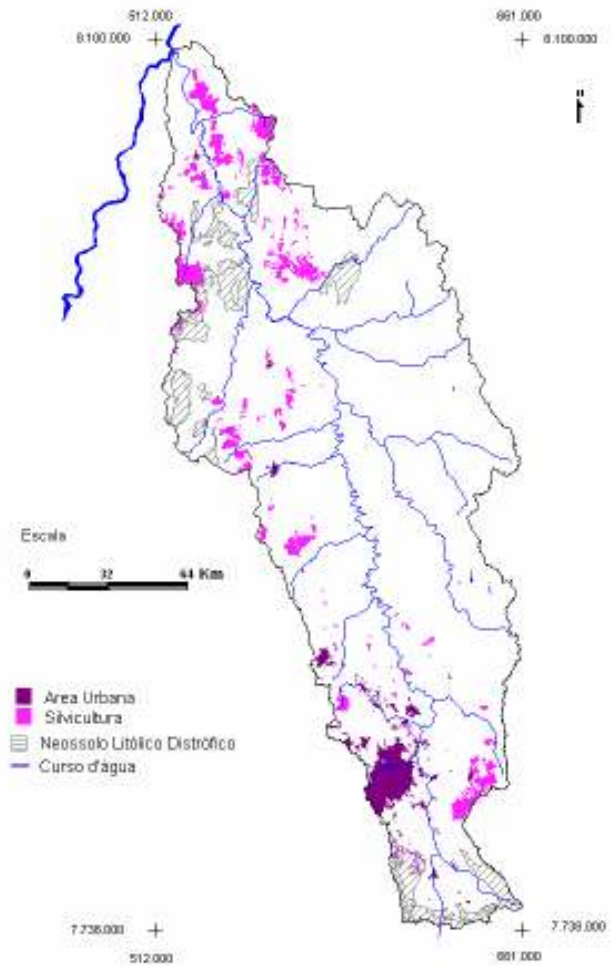


Figura 5.63: Relação espacial entre ocorrências de silvicultura e Neossolos Litólicos na bacia do Rio das Velhas

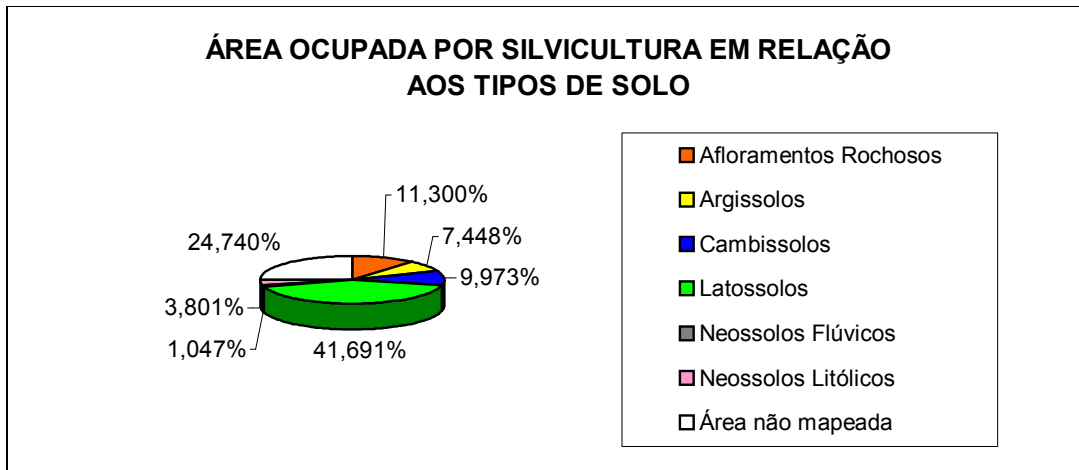


Figura 5.64: Gráfico de Área ocupada por silvicultura em relação aos tipos de solo

Quanto à aptidão agrícola das terras da bacia do Rio das Velhas para o cultivo de eucalipto, ou silvicultura, o mapa da figura 5.65 mostra que poucas áreas classificadas como boas para lavoura são ocupadas com monocultura de eucalipto. No centro e norte da bacia, as terras classificadas como regulares para lavoura no nível de manejo C, restritas no nível B e inaptas no nível A são, em grande parte, utilizadas com a silvicultura de eucalipto (figura 5.66). Poucas e pequenas áreas classificadas como restritas para lavouras nos três níveis são ocupadas com eucalipto no centro-sul da bacia (figura 5.67). Nesta porção da bacia, a cultura do eucalipto ocupa espaços um pouco maiores nas terras classificadas como restritas para lavouras no nível de manejo B e inaptas nos níveis A e C (figura 5.68). Ao norte da Região Metropolitana de Belo Horizonte, pequenas manchas de cultura de eucalipto aparecem em terras classificadas como restritas para lavouras nos níveis de manejo B e C e inaptas no nível A (figura 5.69). Algumas áreas de terras restritas para pastagem plantada são ocupadas com eucalipto, principalmente na região de Caeté (figura 5.70). Nas demais regiões da bacia as terras inseridas nessa classificação apresentam manchas pouco expressivas deste uso. Algumas pequenas áreas inaptas para o plantio de eucalipto são utilizadas dessa forma, principalmente no sul do município de Nova Lima e norte de Itabirito (figura 5.71). Este uso também aparece em pequenas áreas sem aptidão agrícola, principalmente ao norte da bacia (figura 5.72). Estes dois casos caracterizam uma superexploração dos solos, podendo resultar em impactos negativos no ambiente. Uma pequena faixa de terras, no leste da bacia, que possuem aptidão regular para este tipo de uso, não é utilizada dessa forma. Ou seja, grande parte da silvicultura está em áreas que poderiam, na verdade estarem sendo utilizadas para uso agrícola, mas que demandariam algum investimento

SILVICULTURA X APTIDÃO AGRÍCOLA CLASSE 1aBC

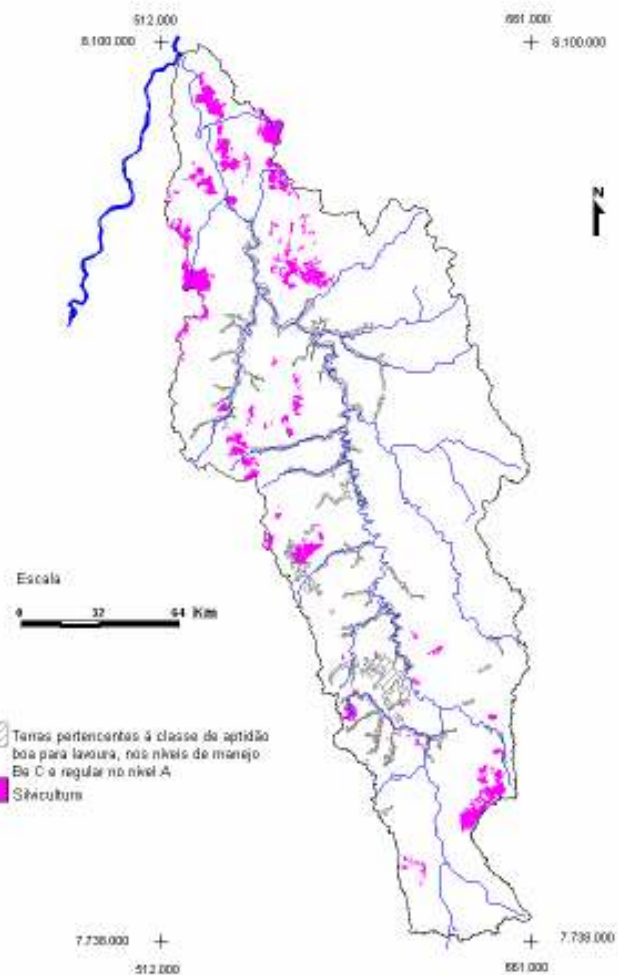


Figura 5.65: Relação entre silvicultura e ocorrência de terras de classe de aptidão agrícola 1aBC

SILVICULTURA X APTIDÃO AGRÍCOLA CLASSE 2(b)c

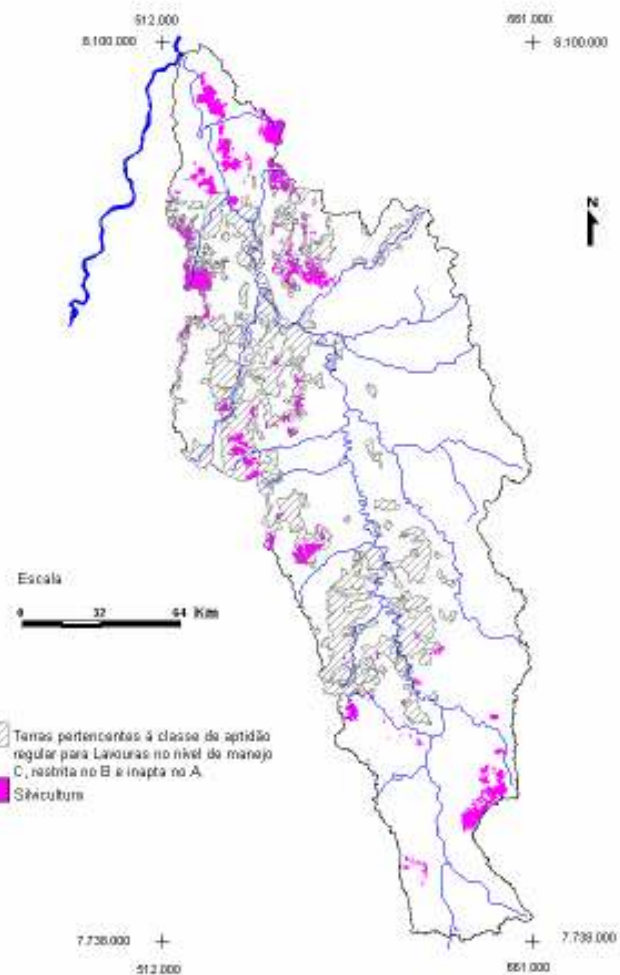


Figura 5.66: Relação entre silvicultura e ocorrência de terras de classe de Aptidão Agrícola 2(b)c

SILVICULTURA X APTIDÃO AGRÍCOLA CLASSE 3(abc)

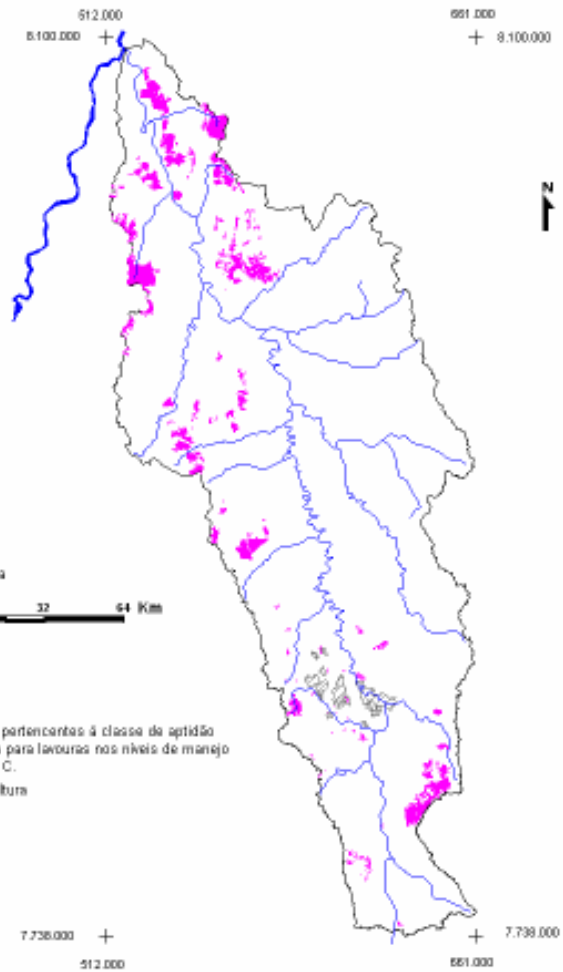


Figura 5.67: Relação entre silvicultura e ocorrência de terras de classe de Aptidão Agrícola 3(abc)

SILVICULTURA X APTIDÃO AGRÍCOLA CLASSE 3(b)

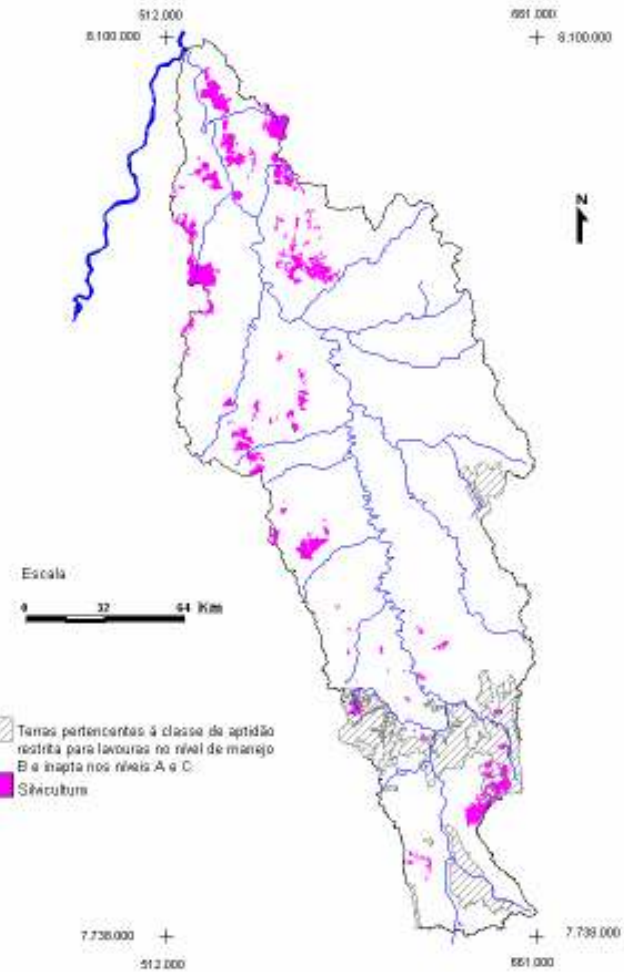


Figura 5.68: Relação entre silvicultura e ocorrência de terras de classe de Aptidão Agrícola 3(b)

SILVICULTURA X APTIDÃO AGRÍCOLA CLASSE 3(bc)

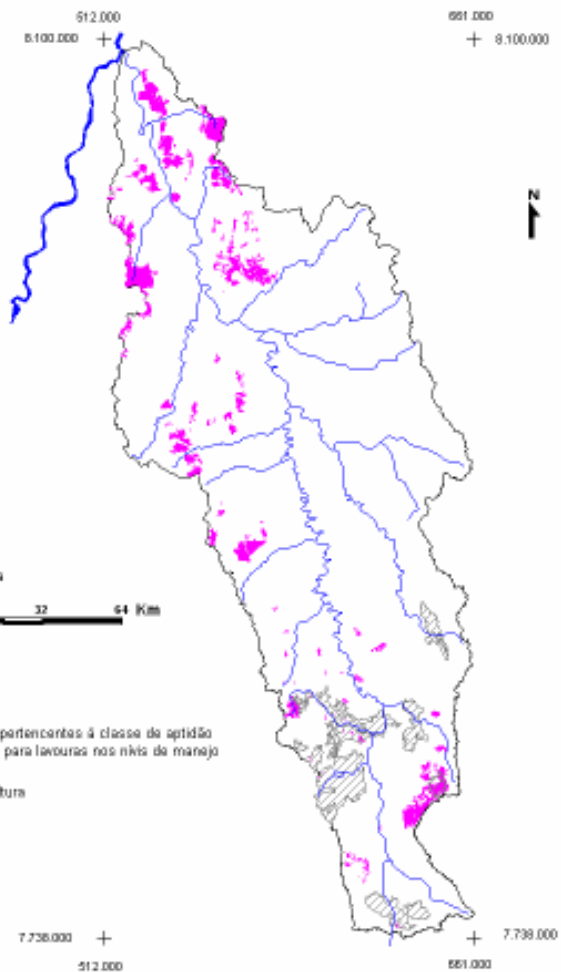


Figura 5.69: Relação entre silvicultura e ocorrência de terras de classe de Aptidão Agrícola 3(bc)

SILVICULTURA X APTIDÃO AGRÍCOLA CLASSE 4(p)

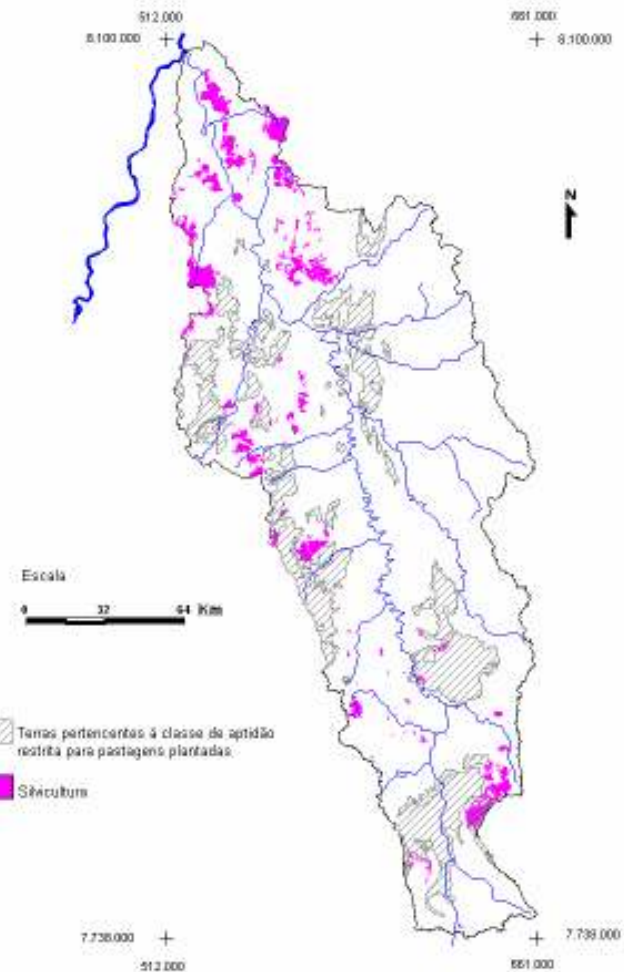


Figura 5.70: Relação entre silvicultura e ocorrência de terras de classe de Aptidão Agrícola 4(p)

SILVICULTURA X APTIDÃO AGRÍCOLA CLASSE 5(n)

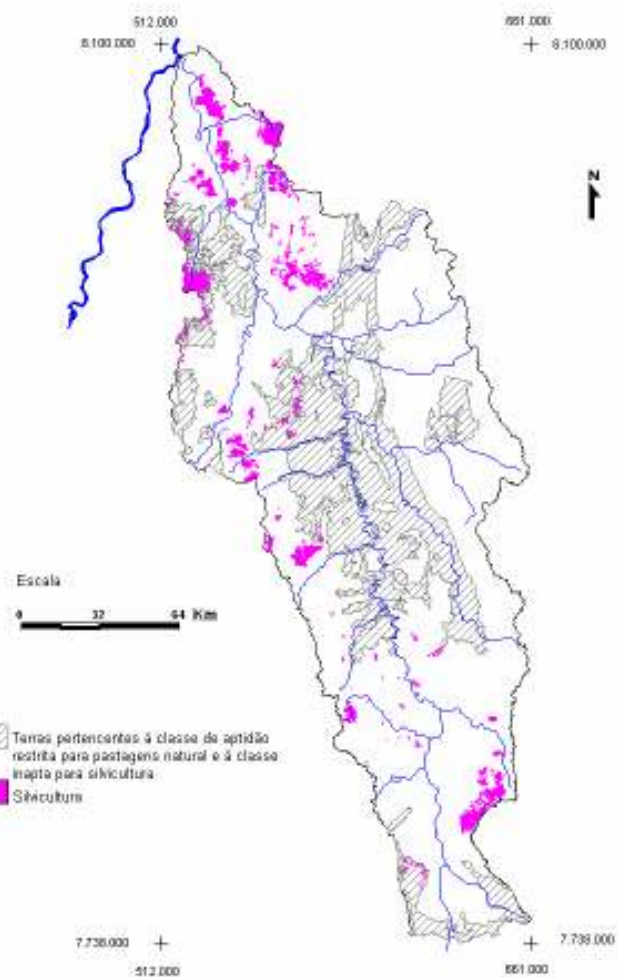


Figura 5.71: Relação entre silvicultura e ocorrência de terras de classe de Aptidão Agrícola 5(n)

SILVICULTURA X APTIDÃO AGRÍCOLA CLASSE 6

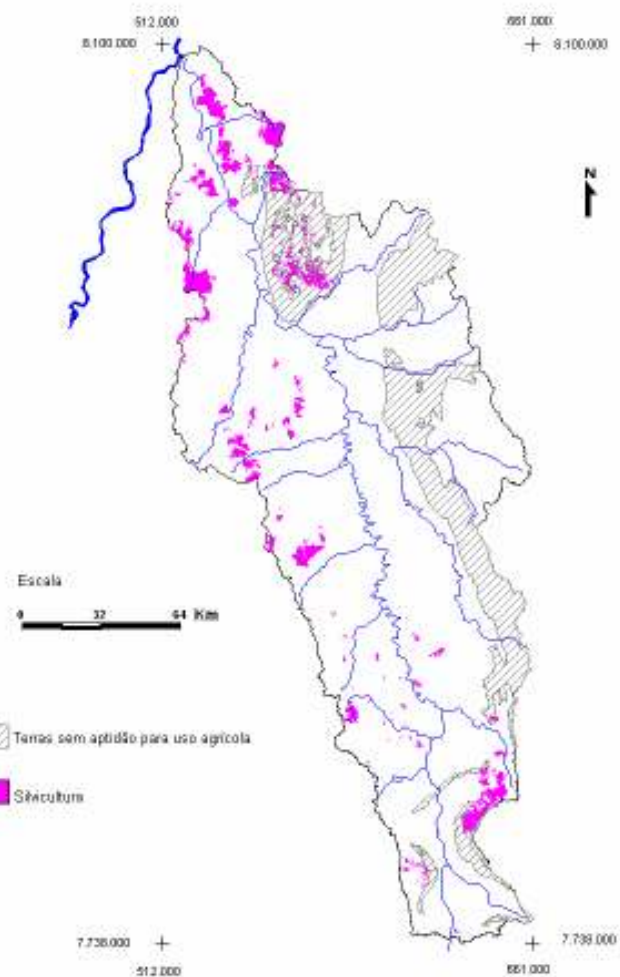


Figura 5.72: Relação entre silvicultura e ocorrência de terras de classe de Aptidão Agrícola 6

para tal. Considerando-se apenas o fator conservação do solo, este é um dado positivo, uma vez que está havendo, na verdade, uma sub-utilização das terras, e com a silvicultura, os impactos sobre os solos tendem a ser menores do que com as lavouras.

A intensidade da erosão nas áreas de silvicultura também varia de acordo com o tipo de solo (figuras 5.73 a 5.78) Nas áreas de Afloramentos Rochosos, podem ocorrer pequenas manchas de solos mais profundos, onde pode ocorrer o plantio de eucalipto. É o que ocorre na região de Caeté, que, inclusive, apresenta erosão agravada por intervenções antrópicas (figura 5.73). Em função do relevo montanhoso, qualquer intervenção pode desencadear processos erosivos nessa região.

A cultura do eucalipto é praticamente inexistente nas regiões de Argissolos, ocorrendo de forma mais expressiva apenas em uma pequena área, também no município de Caeté, que já manifesta processos erosivos, ainda que pouco intensos (figura 5.74)

Apesar de quase não ocorrer cultura de eucalipto em Cambissolos, esta, quando ocorre, normalmente está associada a processos erosivos intensos, como em Curvelo (figura 5.75) - norte da Região Metropolitana de Belo Horizonte. Em Caeté há uma grande área ocupada com eucalipto sobre Cambissolos, e esta também já sofre processos erosivos causados pela intervenção humana, embora estes ocorram em menor intensidade. A erosão é intensificada mesmo quando as terras não são consideradas inaptas para este uso, demonstrando que o manejo do solo e as características deste são também de grande importância e exercem grande influência nos processos erosivos. Deve-se ressaltar que os Cambissolos são naturalmente suscetíveis à erosão.

Em relação aos demais solos, os Latossolos são os que apresentam mais áreas com problemas de erosão associados ao plantio de eucalipto (figura 5.76). Essas áreas apresentam terras classificadas, em sua maioria, como regulares para lavoura no nível de manejo C, restritas no nível B e inaptas no nível A (figura 5.66), mostrando que os solos suportariam a cultura de eucalipto sem problemas de erosão se fossem adequadamente manejados. E de fato, se observadas em sua totalidade, as áreas de Latossolo ocupadas com plantio de eucalipto estão associadas, em sua maior parte, a áreas cujos processos erosivos não são expressivos.

O plantio de eucalipto é quase inexistente em áreas de Neossolos Flúvicos, e, quando ocorre, não está associado a processos erosivos (figura 5.77). Da mesma forma, o plantio de eucalipto nos Neossolos Litólicos não aparece associado a nenhuma área de processos erosivos mais intensos (figura 5.78), apesar de estes solos serem, normalmente, suscetíveis a erosão e serem classificados como inaptos para a silvicultura (figura 5.71). Tem-se, portanto um

**SILVICULTURA EM AFLORAMENTOS ROCHOSOS:
POTENCIAL EROSIVO**

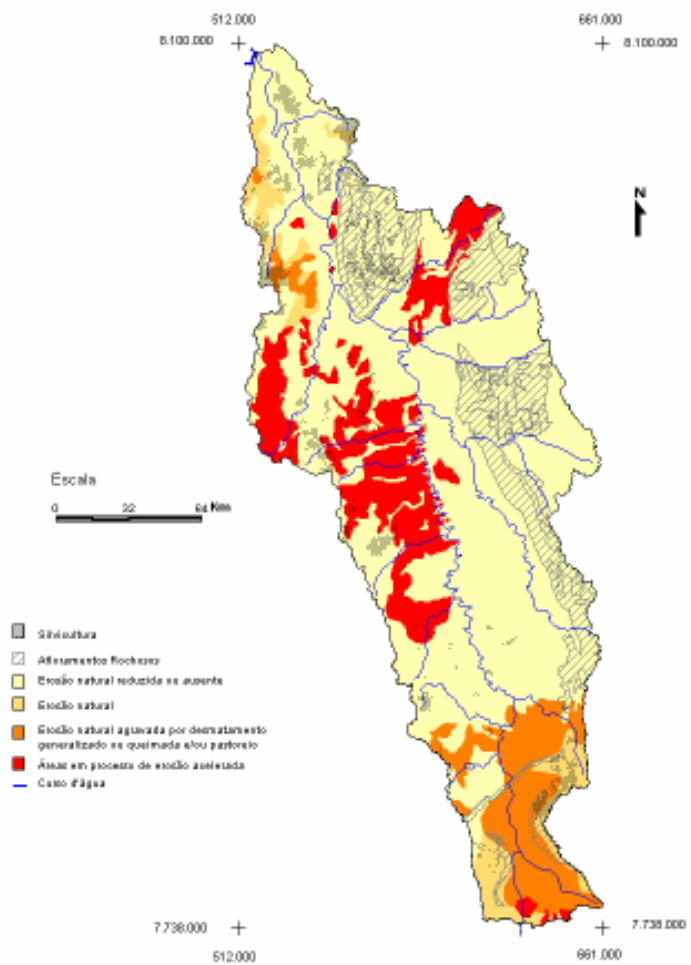


Figura 5.73: Relação espacial entre ocorrências de silvicultura, afloramentos rochosos e erosão, na bacia do Rio das Velhas

**SILVICULTURA EM ARGISSOLOS:
POTENCIAL EROSIVO**

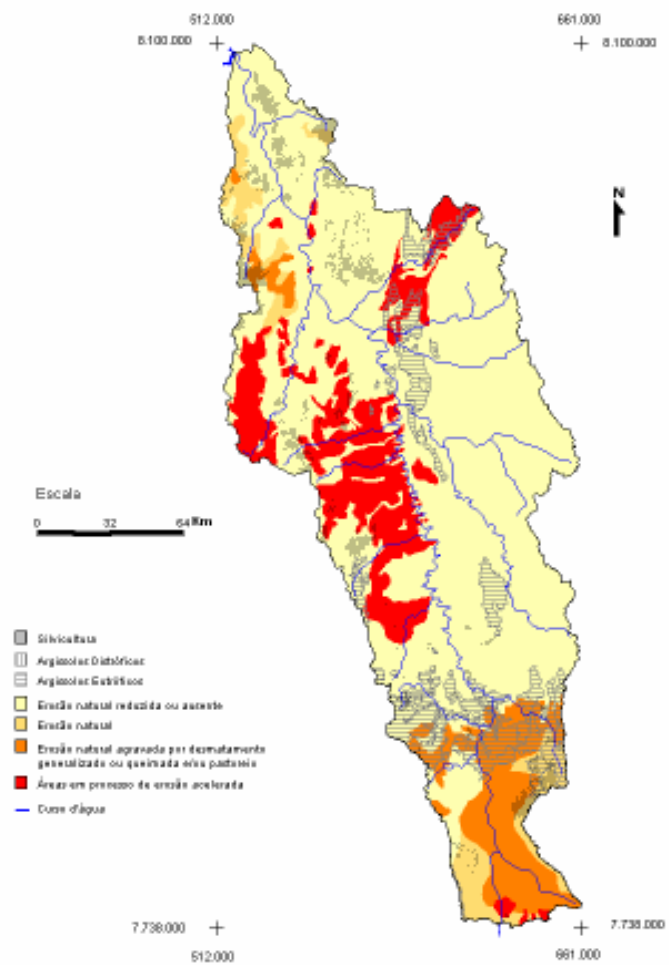


Figura 5.74: Relação espacial entre ocorrências de silvicultura, Argissolos e erosão, na bacia do Rio das Velhas

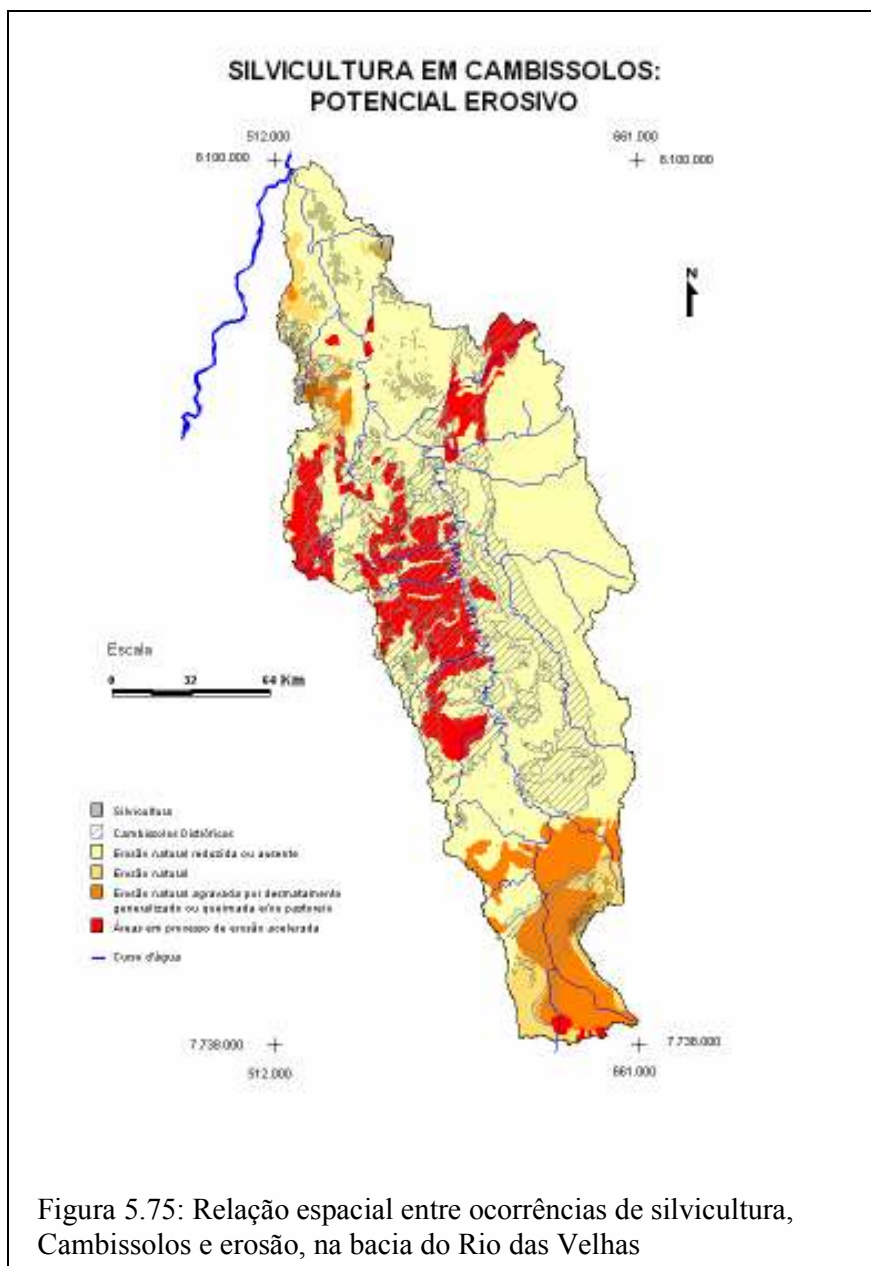


Figura 5.75: Relação espacial entre ocorrências de silvicultura, Cambissolos e erosão, na bacia do Rio das Velhas

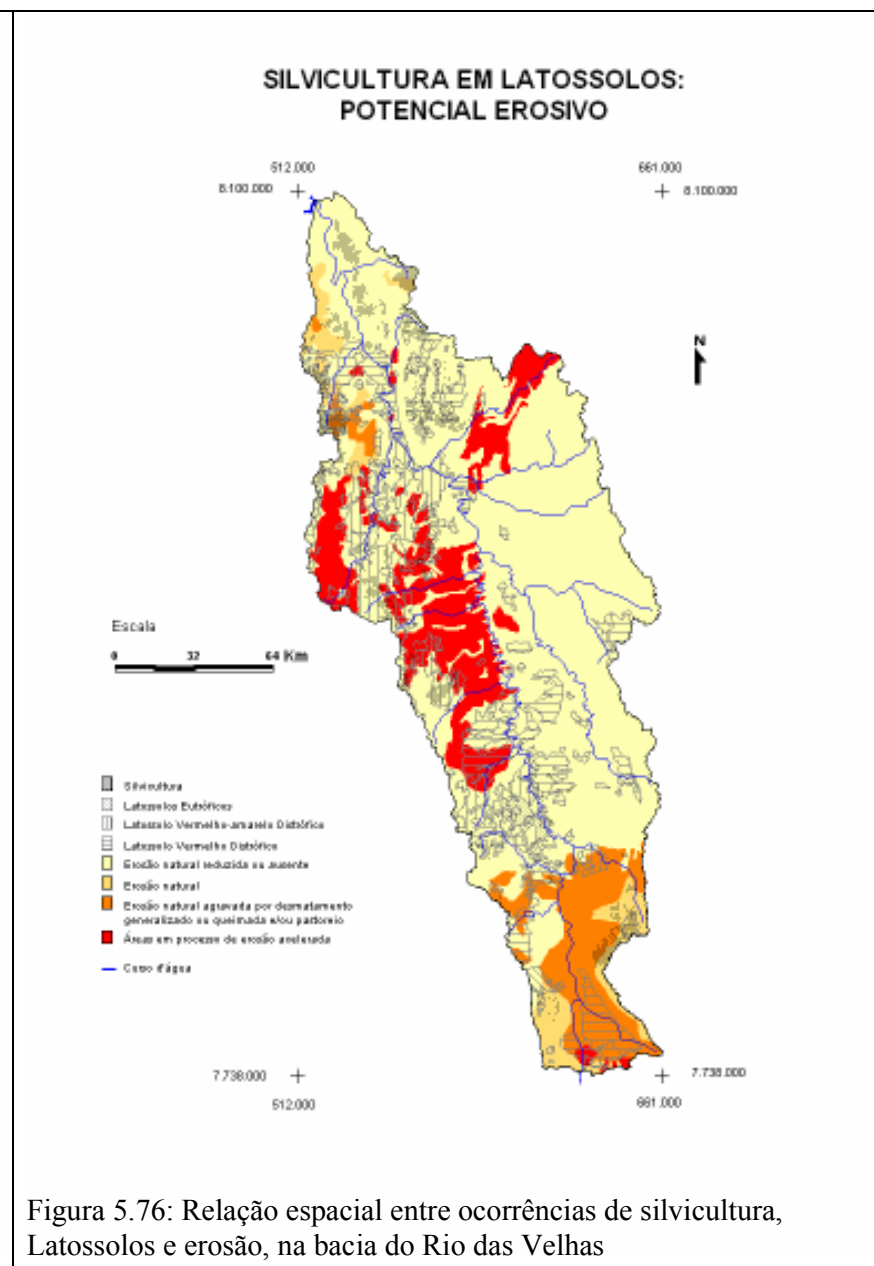


Figura 5.76: Relação espacial entre ocorrências de silvicultura, Latossolos e erosão, na bacia do Rio das Velhas

**SILVICULTURA EM NEOSSOLOS FLÚVICOS:
POTENCIAL EROSIVO**

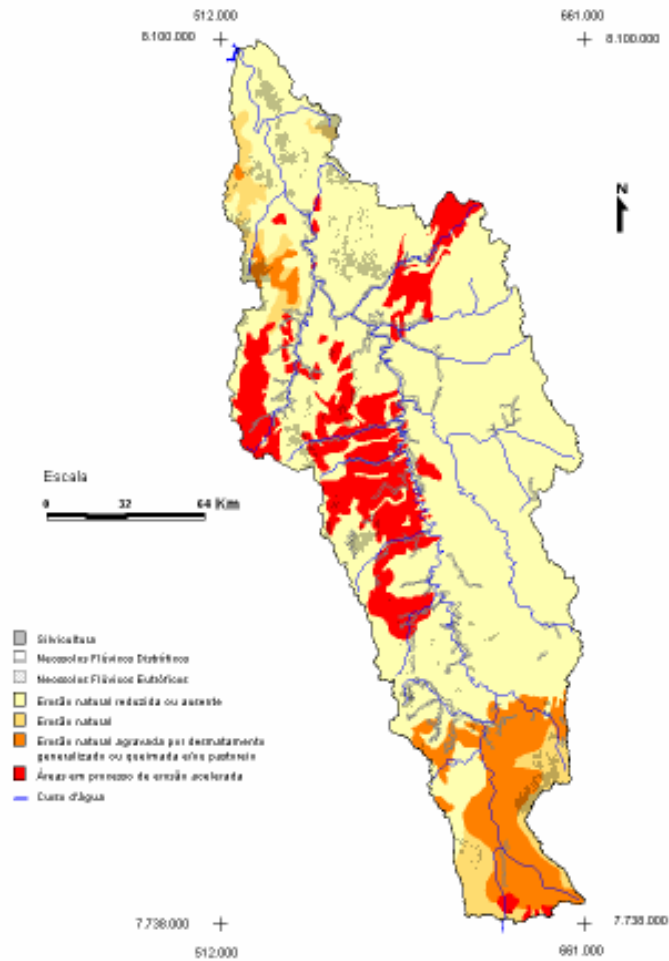


Figura 5.77: Relação espacial entre ocorrências de silvicultura, Neossolos Flúvicos e erosão, na bacia do Rio das Velhas

**SILVICULTURA EM NEOSSOLOS LITÓICOS:
POTENCIAL EROSIVO**

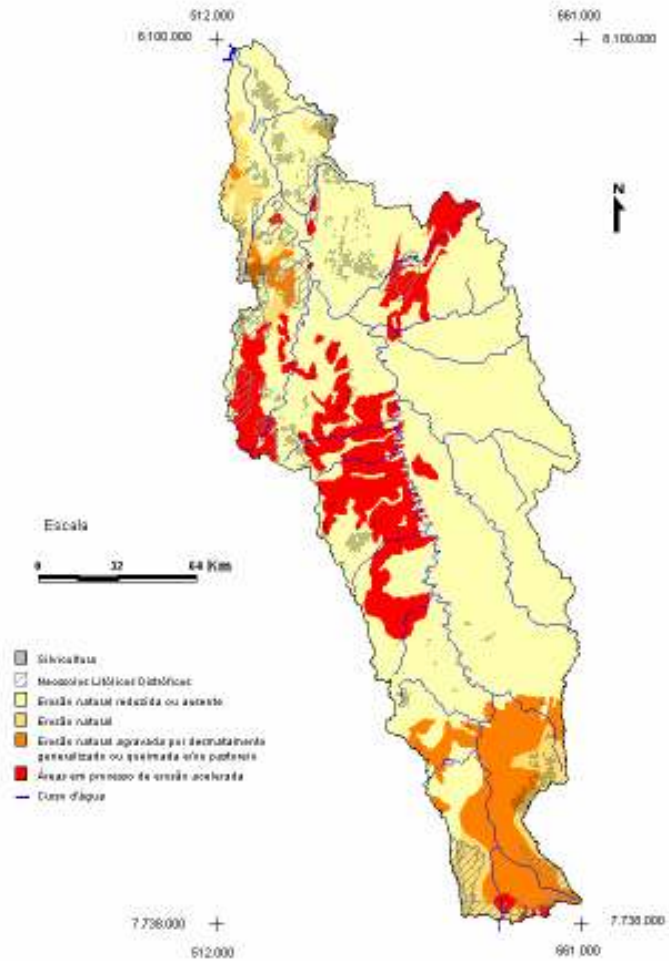


Figura 5.78: Relação espacial entre ocorrências de silvicultura, Neossolos Litóicos e erosão, na bacia do Rio das Velhas

indicador de que o tipo de solo influencia, mas não é determinante no desencadeamento dos processos erosivos. Ainda que com fatores externos desfavoráveis, como uma grande declividade e alta precipitação, a erosão pode ser controlada dependendo das técnicas adotadas. Mas para isso é preciso conhecer o tipo de solo e suas características, para saber qual a melhor técnica a ser empregada.

5.3 A VEGETAÇÃO NATURAL, OS TIPOS DE SOLO E PROCESSOS EROSIVOS RELACIONADOS

Para efeitos deste estudo, será considerada vegetação natural aquela não plantada e não utilizada pelo homem para fins econômicos. Neste caso, as vegetações naturais mapeadas foram o cerrado, cerrado em regeneração, campo cerrado, campo rupestre, capoeira e as áreas de mata (figuras 5.79 a 5.85). Os gráficos representados nas figuras 5.86 a 5.92 mostram a área ocupada por vegetação natural em relação aos demais usos para cada tipo de solo.

Em primeiro lugar, é interessante observar que as maiores áreas contínuas com vegetação natural se concentram no leste, envolvendo as regiões da serra do Cipó e Espinhaço, e no sul da bacia. No primeiro caso, a região tem grandes altitudes, um relevo escarpado e de grande declividade, com o predomínio de afloramentos rochosos. Essas características inviabilizam o uso dos solos para a agricultura ou pecuária, fazendo com que prevaleçam os campos rupestres como vegetação natural (figura 5.79). Dessa forma, esses espaços acabam por serem preservados, ainda que de forma involuntária. O gráfico da figura 5.86 mostra que, cerca de, 84% da área de Afloramentos Rochosos é ocupada com vegetação natural. No segundo caso, além da presença dos campos rupestres, nas áreas de afloramentos rochosos, mais elevadas, têm-se muitos espaços ocupados por capoeira, principalmente em regiões de Argissolos (figura 5.80), e também por matas, sendo que estas ocorrem em proporção semelhante em todos os tipos de solo. Mas é importante notar que é também nesta região que ocorre a maior mancha urbana da bacia, representada pela Região Metropolitana de Belo Horizonte. Ou seja, há uma convivência de dois usos que, a princípio, seriam conflitantes, mas que pode ser explicada pela criação das Unidades de Conservação, conforme será analisado posteriormente. Entretanto, no que se refere aos Argissolos, ao se considerar toda a área da bacia, pode-se perceber que estes solos tiveram a grande parte de sua vegetação natural substituída por pastagem e outros usos antrópicos, como plantio de eucalipto, agricultura, mineração e área urbana, que, juntos ocupam cerca de 63% das áreas destes solos (figura 5.88).

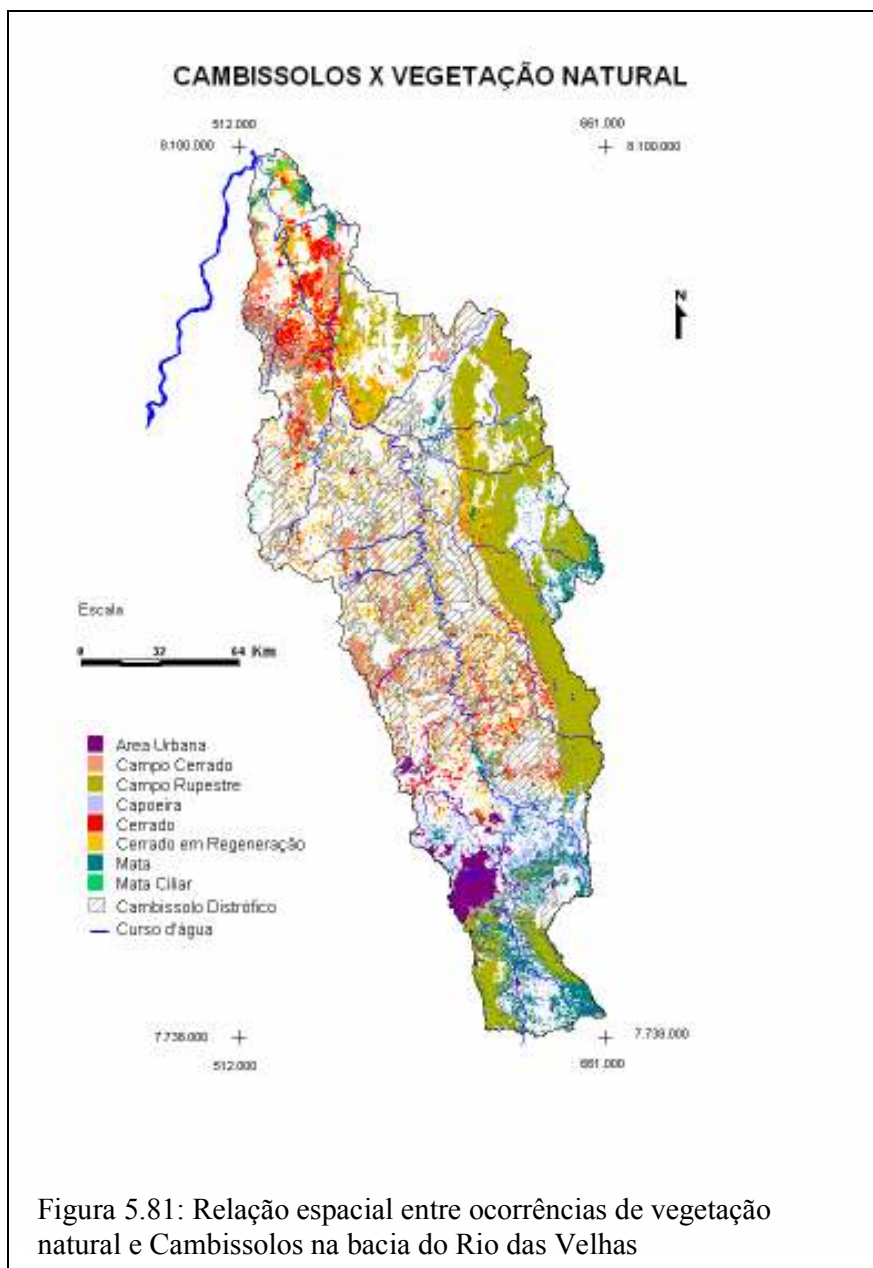


Figura 5.81: Relação espacial entre ocorrências de vegetação natural e Cambissolos na bacia do Rio das Velhas

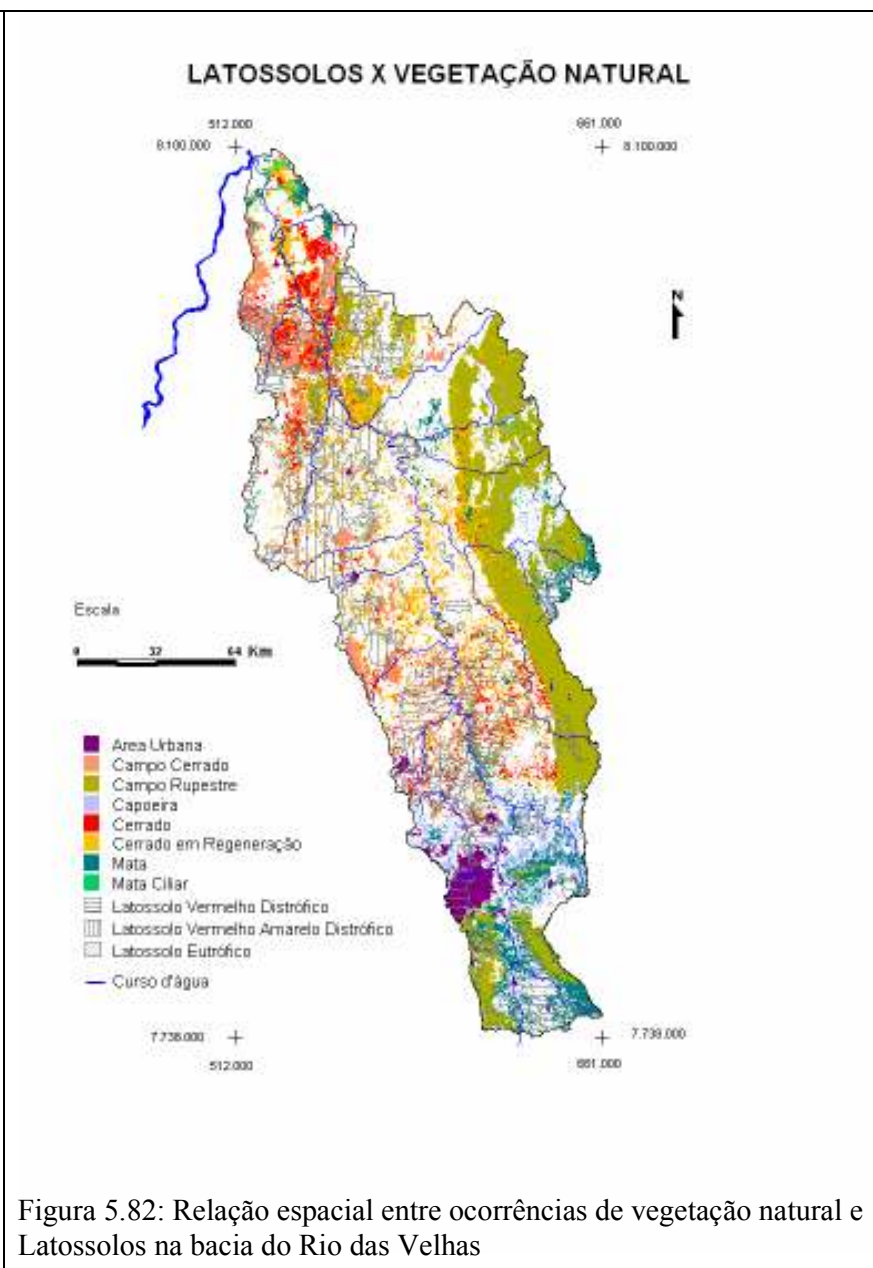


Figura 5.82: Relação espacial entre ocorrências de vegetação natural e Latossolos na bacia do Rio das Velhas

NEOSSOLOS FLÚVICOS X VEGETAÇÃO NATURAL

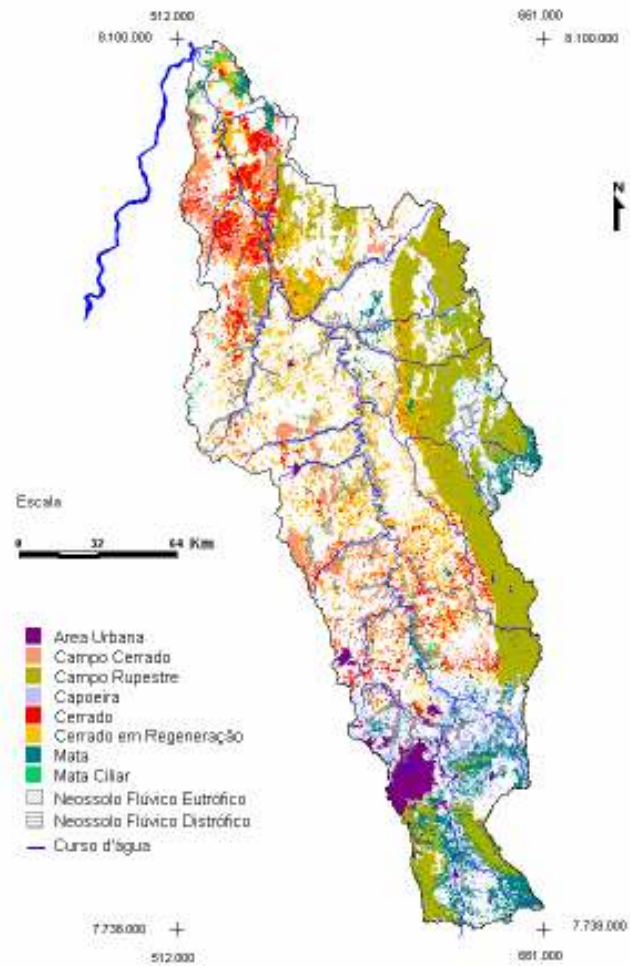


Figura 5.83: Relação espacial entre ocorrências de vegetação natural e Neossolos Flúvicos na bacia do Rio das Velhas

NEOSSOLOS LITÓLICOS X VEGETAÇÃO NATURAL

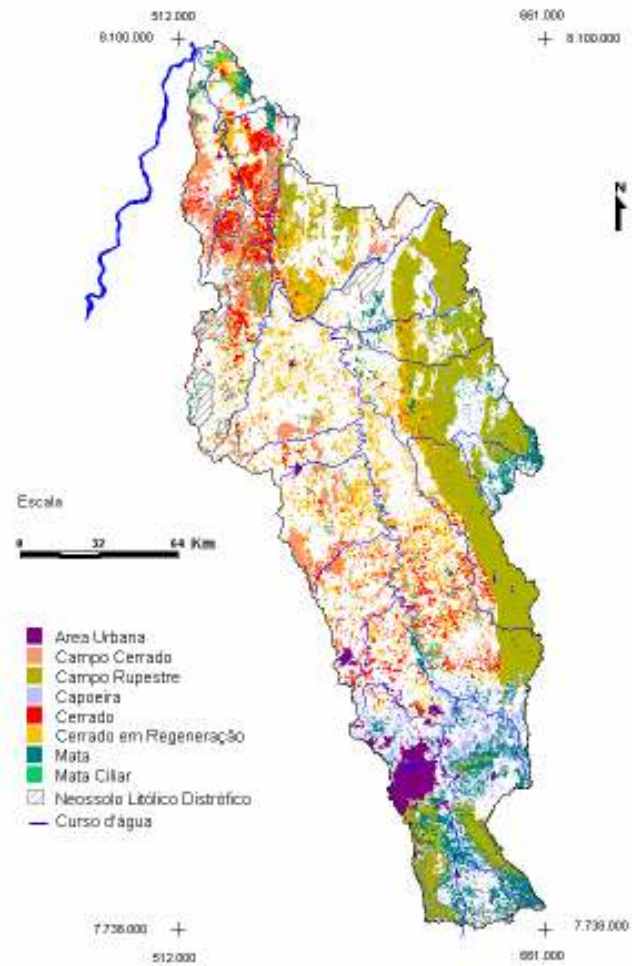


Figura 5.84: Relação espacial entre ocorrências de vegetação natural e Neossolos Litólicos na bacia do Rio das Velhas

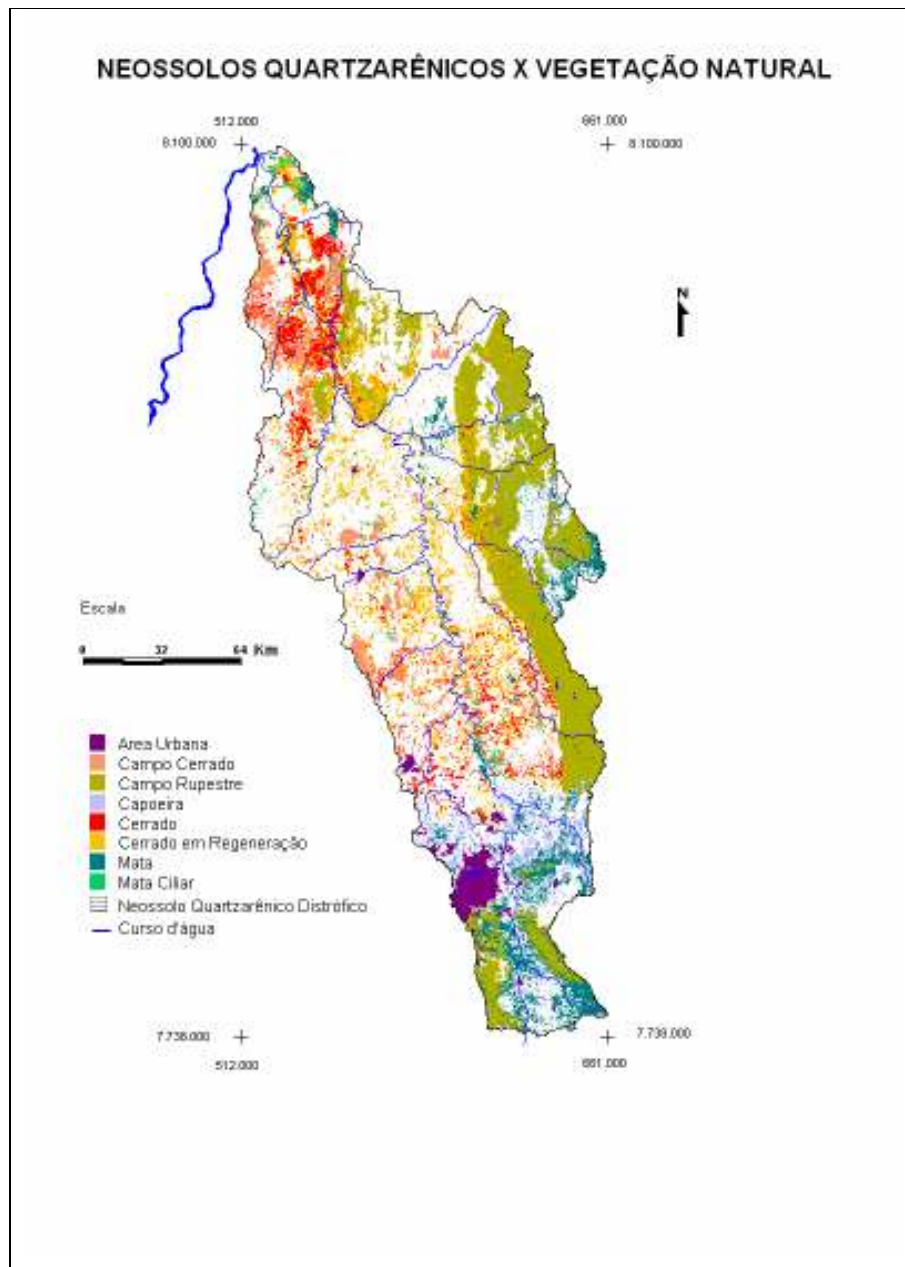


Figura 5.85: Relação espacial entre ocorrências de vegetação natural e Neossolos Quartzarênicos na bacia do Rio das Velhas

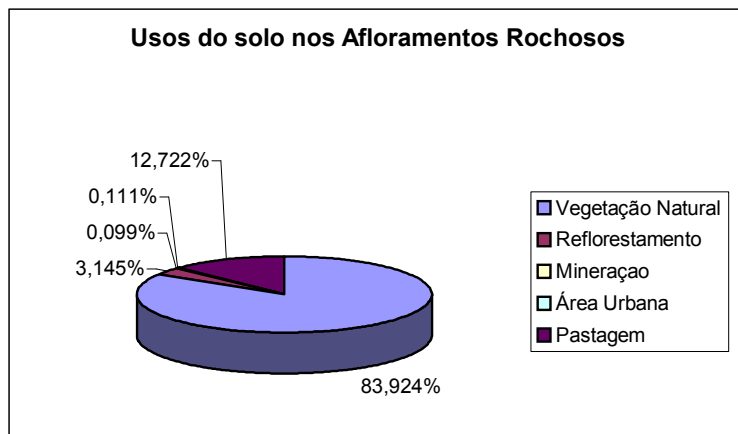


Figura 5.86: Gráfico: Usos dos solos nos Afloramentos Rochosos

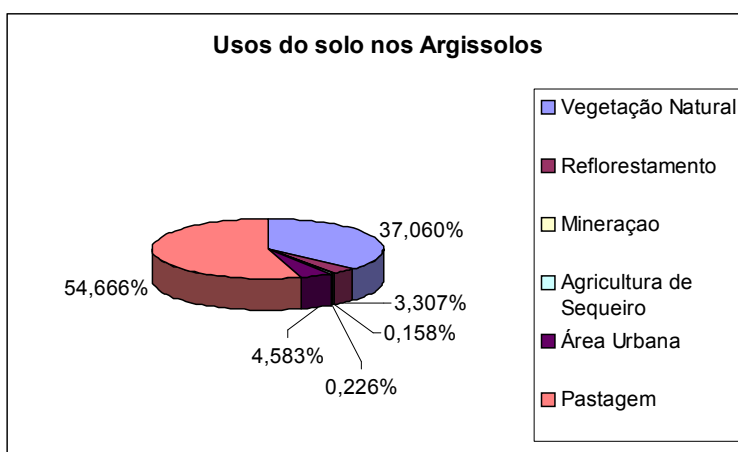


Figura 5.87: Gráfico: Usos dos solos nos Argissolos

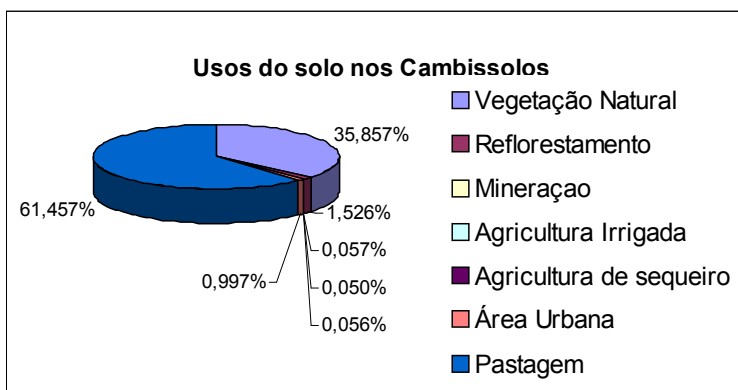


Figura 5.88: Gráfico: Usos dos solos nos Cambissolos

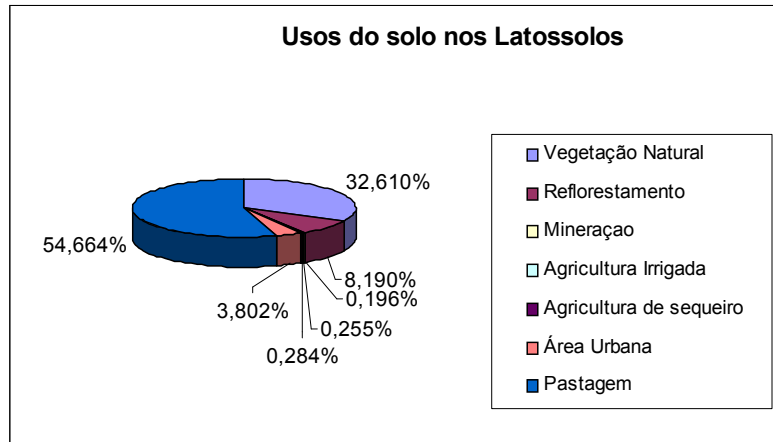


Figura 5.89: Gráfico: Usos do solo nos Latossolos

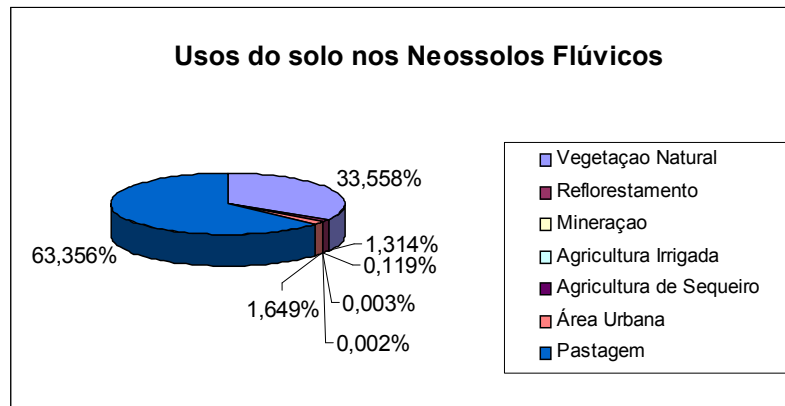


Figura 5.90: Gráfico: Usos do solo nos Neossolos Flúvicos

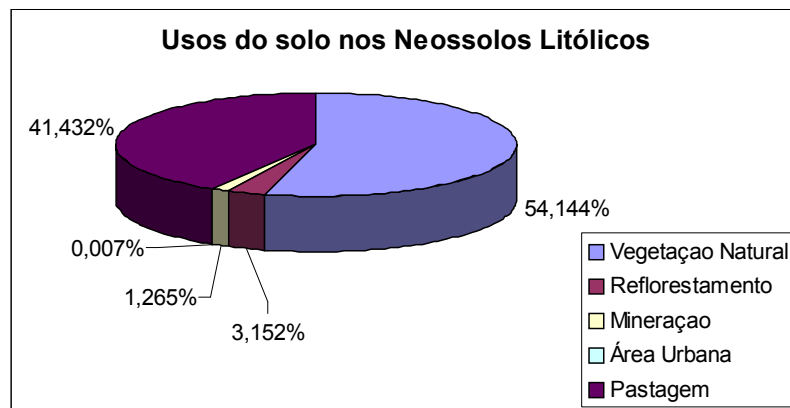


Figura 5.91: Gráfico: Usos dos solos nos Neossolos Litólicos

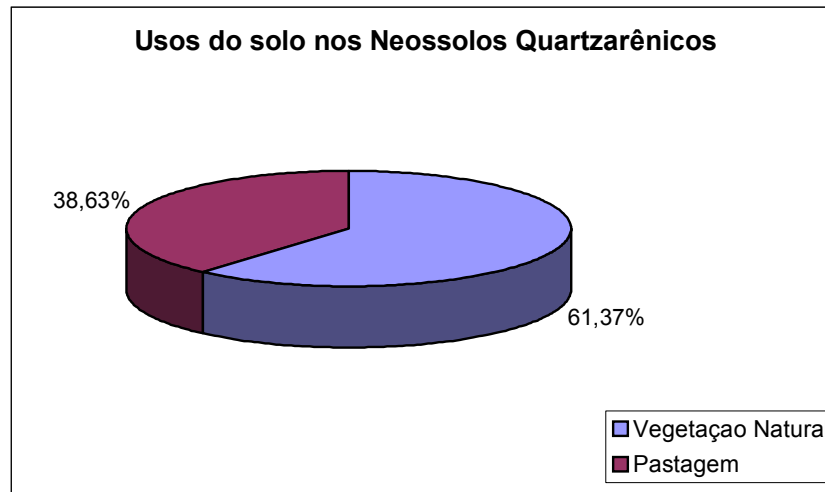


Figura 5.92: Gráfico: Usos do solo nos Neossolos Quartzarênicos

Os Cambissolos, também tiveram a maior parte de sua vegetação natural retirada para o uso antrópico, principalmente pastagem. A sua maior área preservada está no sul da bacia, ocupada com mata e campo rupestre. No mais, a conservação destes solos se restringe a poucas e pequenas manchas espalhadas pela bacia, ocupadas, principalmente, com cerrado (figura 5.81). O gráfico da figura 5.88 mostra que, da área total destes solos, cerca de apenas 36% ainda apresentam a vegetação natural, representada principalmente pelo cerrado.

O mesmo acontece com os Latossolos, cujas áreas ocupadas com vegetação natural são ainda menores, sendo representadas, em sua quase totalidade, por cerrado (figura 5.82). De forma semelhante aos Cambissolos, os Latossolos apresentam cerca de 32% de suas áreas ocupadas com vegetação natural, sendo que, das áreas de uso antrópico, praticamente 55% são utilizadas para pastagem (figura 5.89).

Os Neossolos Flúvicos também tiveram grande parte de sua vegetação natural retirada (figura 5.83), principalmente para a pastagem. Neste caso a situação se agrava, pois estes solos ocorrem principalmente nas margens dos cursos d'água, regiões onde a mata ciliar deveria ser mantida para a proteção dos recursos hídricos. Entretanto, as áreas de mata ou outro tipo de vegetação natural praticamente inexistem nestes solos. Estas ocupam apenas 33% das áreas onde predominam os Neossolos Flúvicos (figura 5.90).

Os Neossolos Litólicos ocorrem no norte e sul da bacia. Ao norte, a vegetação foi retirada em sua quase totalidade. Já no sul, ainda se encontram significativas áreas destes solos ocupadas com mata e campo rupestre (figura 5.84). Ao se considerar a área total que estes solos representam na bacia, as condições de preservação destes solos é um pouco melhor se

comparada à dos demais. Os Neossolos Litólicos apresentam ainda 54% de sua área de ocorrência ocupada com vegetação natural (figura 5.91). Contribui para isso o fato desses solos ocorrerem normalmente em relevo acidentado, serem muito rasos e, no caso da bacia do Rio das Velhas, serem distróficos. Essas características fazem com que estes solos não tenham aptidão agrícola e não sejam muito adequados à ocupação urbana.

Os Neossolos Quartzarênicos acabam por serem pouco utilizados para fins agrícolas devido à sua baixa capacidade de retenção hídrica. Assim, estes solos acabam por serem conservados em função da manutenção da maior parte de sua vegetação natural (figura 5.85). A única forma de uso antrópico verificada nos Neossolos Quartzarênicos corresponde à pastagem, a qual ocupa 38% das áreas destes solos (figura 5.92).

Em geral, a distribuição espacial da vegetação natural está mais diretamente relacionada aos tipos de solo do que os usos antrópicos. No caso da bacia do Rio das Velhas, esta observação se aplica, principalmente, ao campo rupestre e à capoeira (figuras 5.93 e 5.94)

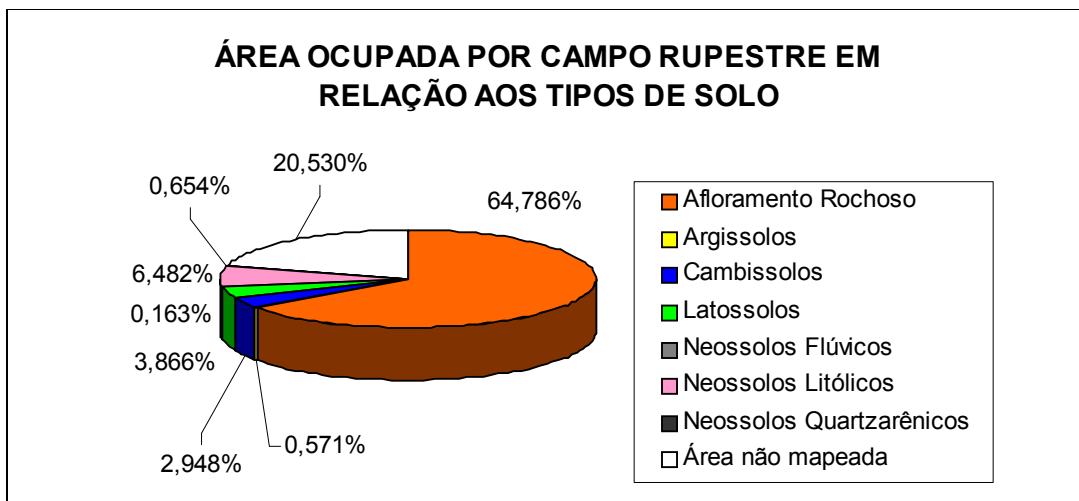


Figura 5.93: Gráfico: Área ocupada por Campo Rupestre em relação aos tipos de solo

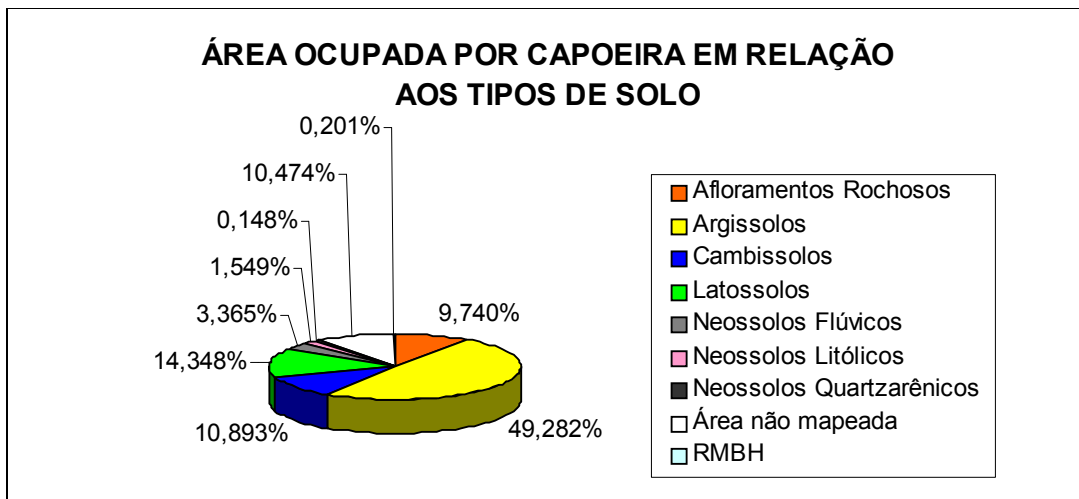


Figura 5.94: Gráfico: Área ocupada por capoeira em relação aos tipos de solo

Outras formações vegetais dependem de forma mais direta das condições climáticas e de relevo do que do tipo de solo, como é o caso das matas e do cerrado (figuras 5.95 e 5.96)

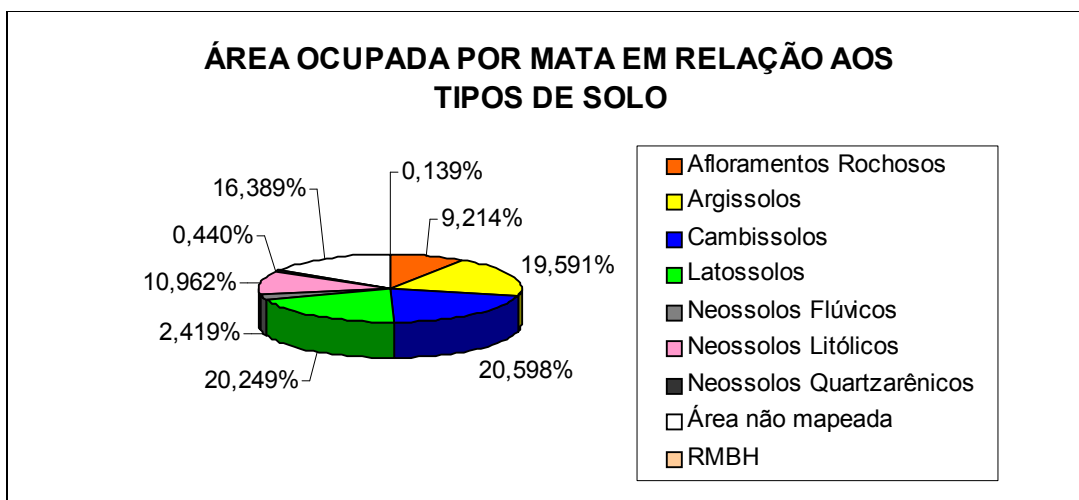


Figura 5.95: Gráfico: Área ocupada por mata em relação aos tipos de solo

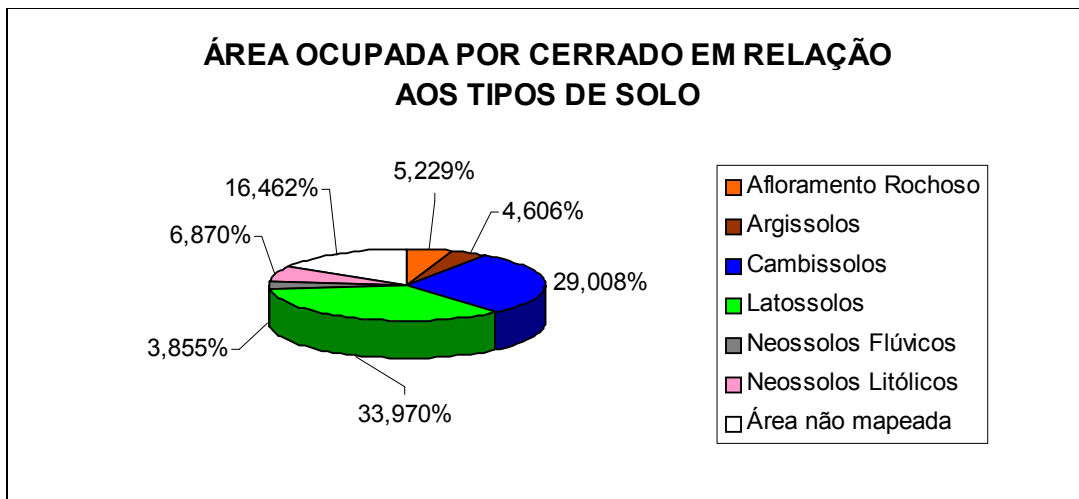


Figura 5.96: Gráfico: Área ocupada por cerrado em relação aos tipos de solo

A erosão é menos intensa onde a vegetação natural predomina (figuras 5.97 a 5.103), principalmente no caso dos afloramentos rochosos, que são ocupados, em sua quase totalidade por campos rupestres. Neste caso a erosão, além de ser natural, é muito pouco intensa (figura 5.97).

Algumas pequenas manchas de Argissolos ocupadas por vegetação natural, no nordeste da bacia, apresentam ocorrências de erosão acelerada (figura 5.98), provavelmente decorrente de outros usos que se fazem destes solos, como a pastagem. O mesmo acontece com os Cambissolos no oeste da bacia (figura 5.99). Apesar de possuírem pequenas manchas de vegetação natural, essas são cercadas por áreas desmatadas para pastagem, que acabam por desencadear processos erosivos. Estes, por sua vez, repercutem nas áreas vizinhas, ainda que estas estejam com sua vegetação preservada.

A bacia do Rio das Velhas tem vegetação natural em toda sua extensão, porém em pequenas e descontínuas manchas. Dessa forma, o impacto das atividades circunvizinhas acaba por repercutir nas áreas conservadas, como já observado para os Argissolos e Cambissolos e Latossolos, onde pequenas manchas de vegetação natural estão inseridas em áreas que passam por processos de erosão acelerada (figura 5.100). A ocorrência de processos erosivos também pode estar associada a um estágio inicial de recuperação da vegetação natural, que ainda não apresenta desenvolvimento suficiente para proteger o solo, como o que ocorre nos Neossolos Flúvicos (figura 5.101). Os Neossolos Litólicos também apresentam algumas áreas que, apesar de estarem com vegetação natural, passam por processos erosivos acelerados (figura 5.102), no

**VEGETAÇÃO NATURAL EM AFLORAMENTOS ROCHOSOS:
POTENCIAL EROSIVO**

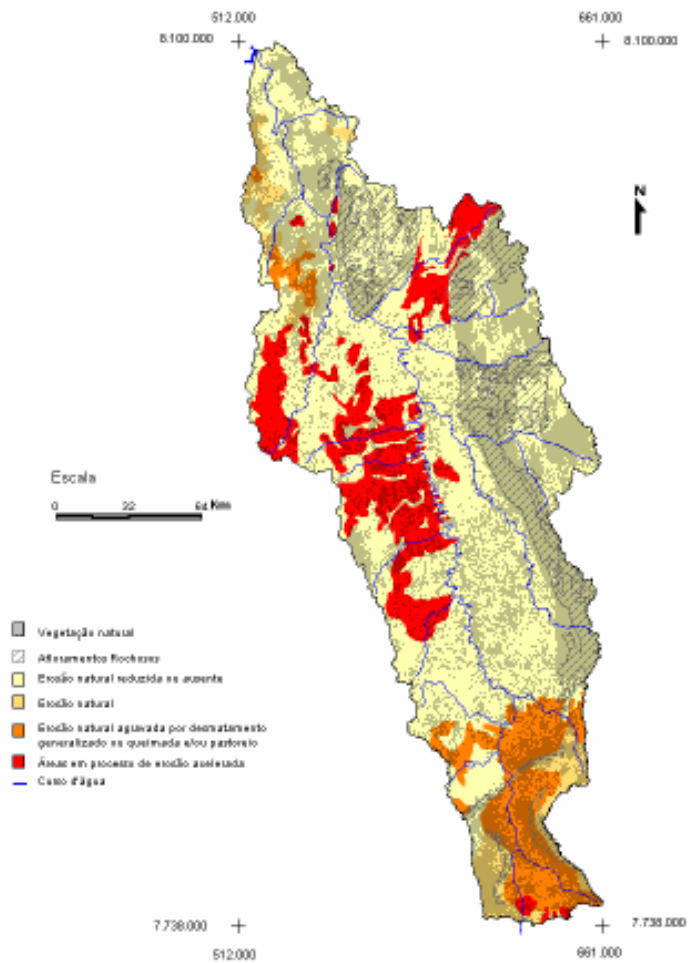


Figura 5.97: Relação espacial entre ocorrências de vegetação natural, afloramentos rochosos e erosão, na bacia do Rio das Velhas

**VEGETAÇÃO NATURAL EM ARGISSOLOS:
POTENCIAL EROSIVO**

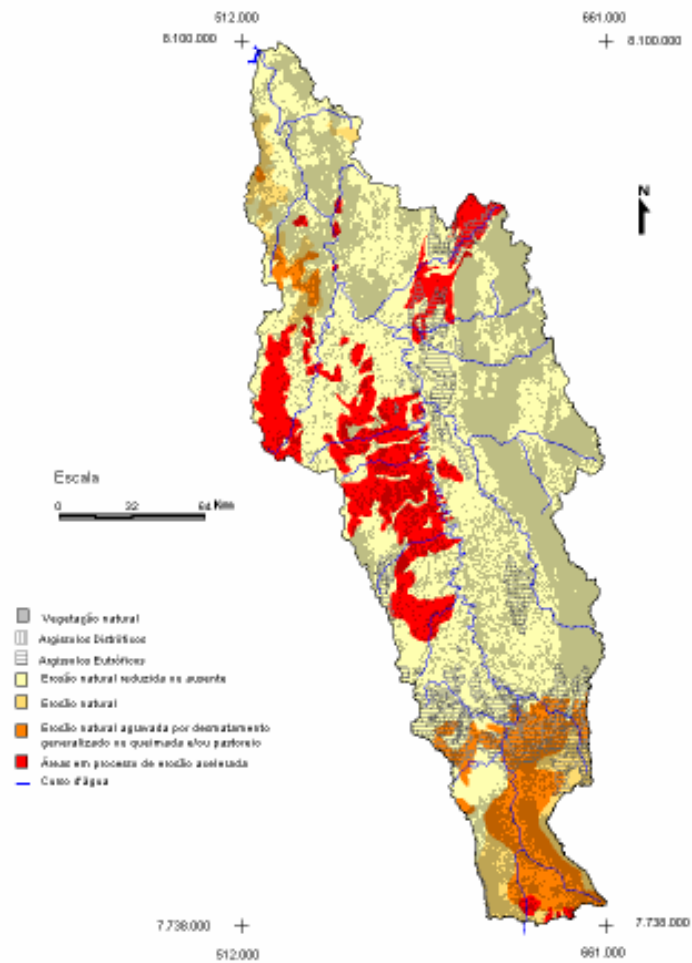


Figura 5.98: Relação espacial entre ocorrências de vegetação natural, Argissolos e erosão, na bacia do Rio das Velhas

**VEGETAÇÃO NATURAL EM CAMBISSOLOS:
POTENCIAL EROSIVO**

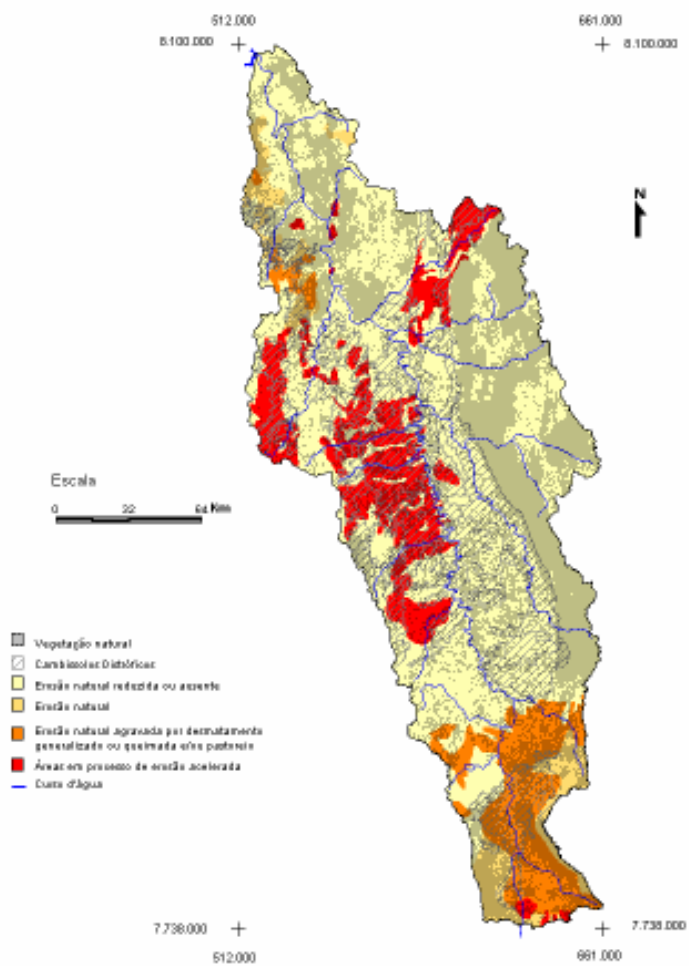


Figura 5.99: Relação espacial entre ocorrências de Vegetação Natural, Cambissolos e erosão, na bacia do Rio das Velhas

**VEGETAÇÃO NATURAL EM LATOSSOLOS:
POTENCIAL EROSIVO**

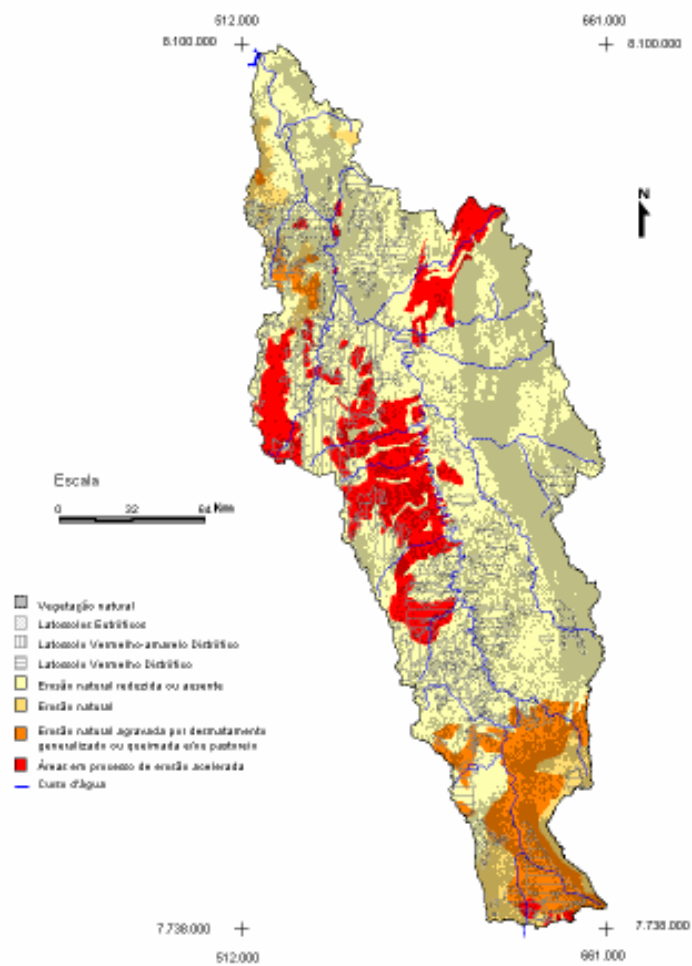


Figura 5.100: Relação espacial entre ocorrências de vegetação natural, Latossolos e erosão, na bacia do Rio das Velhas

**VEGETAÇÃO NATURAL EM NEOSSOLOS FLÚVICOS:
POTENCIAL EROSIVO**

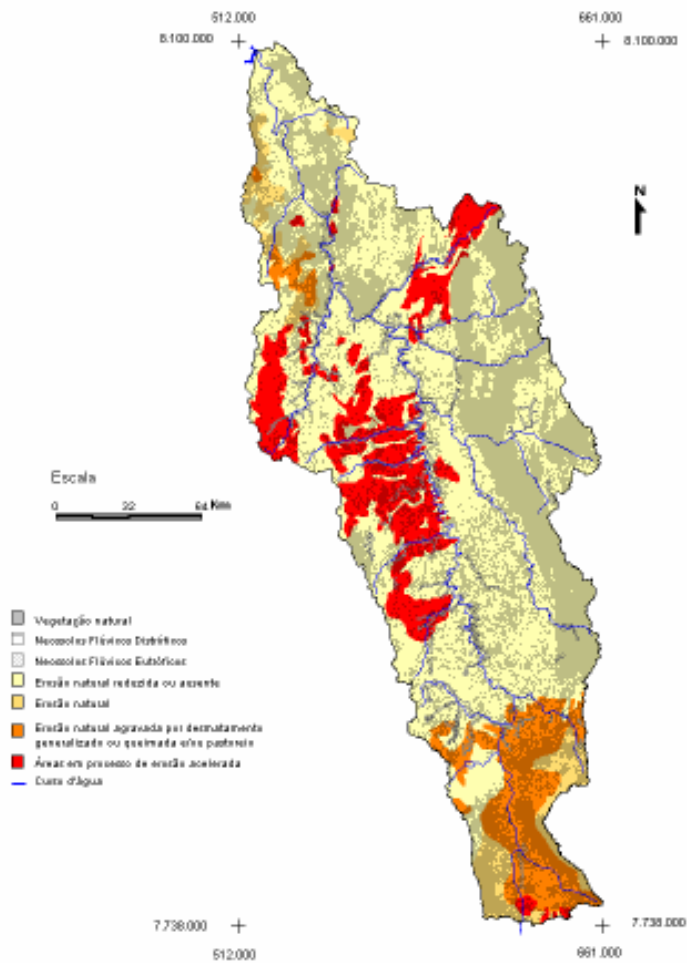


Figura 5.101: Relação espacial entre ocorrências de Vegetação Natural, Neossolos Flúvicos e erosão, na bacia do Rio das Velhas

**VEGETAÇÃO NATURAL EM NEOSSOLOS LITÓLICOS:
POTENCIAL EROSIVO**

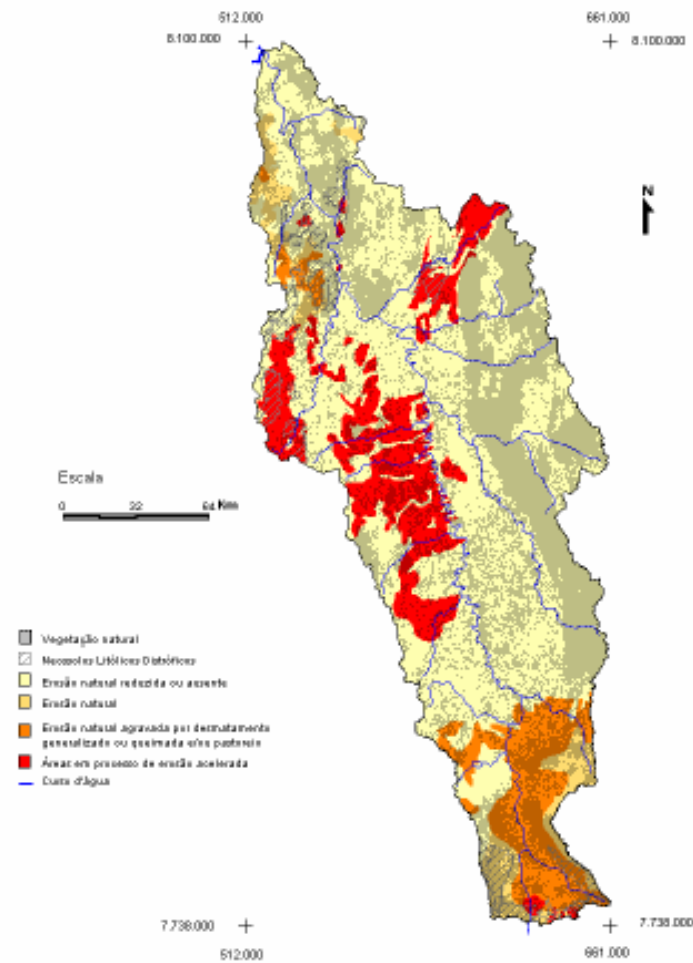


Figura 5.102: Relação espacial entre ocorrências de Vegetação Natural, Neossolos Litólicos e erosão, na bacia do Rio das Velhas

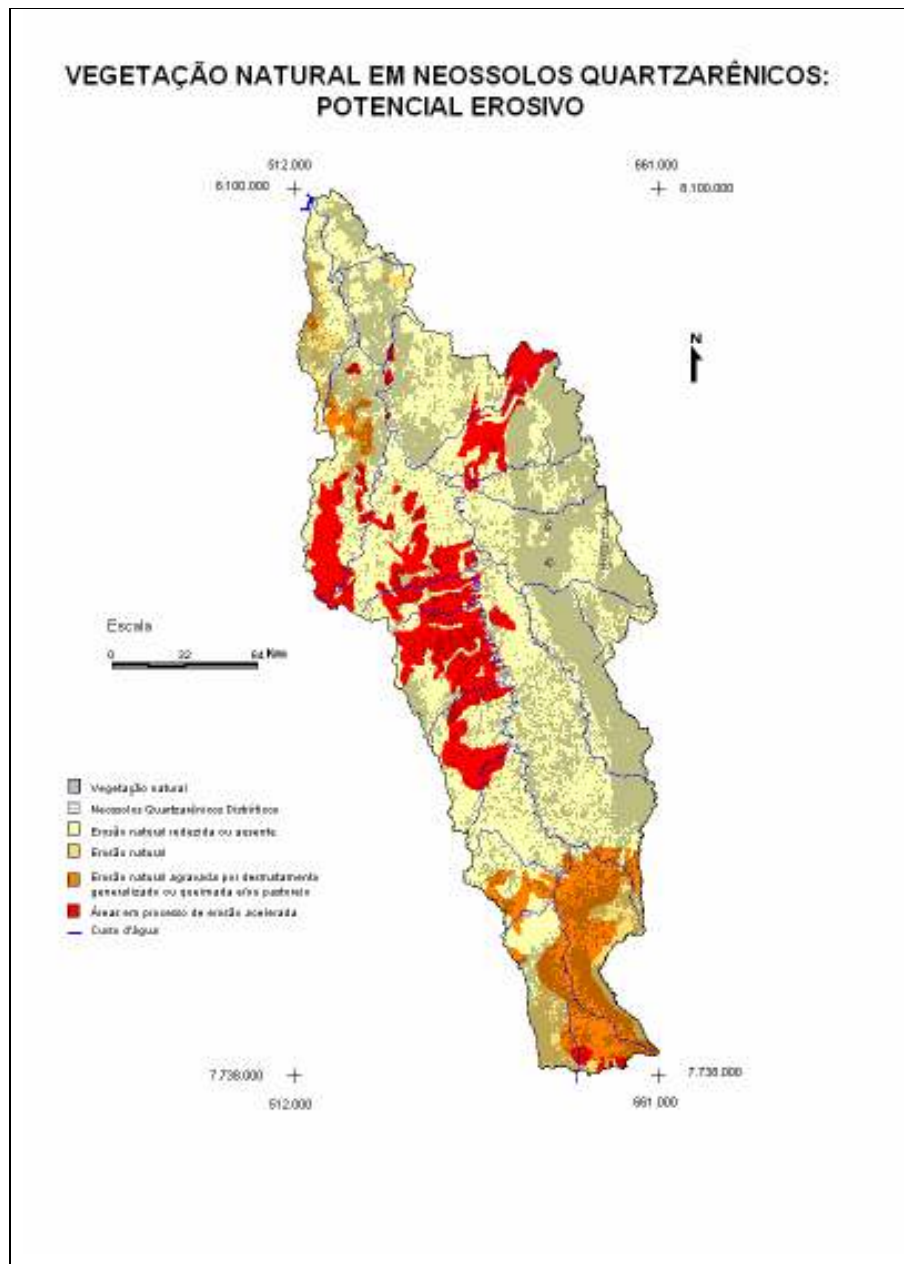


Figura 5.103: Relação espacial entre ocorrências de Vegetação Natural, Neossolos Quartzarênicos e erosão, na bacia do Rio das Velhas

entanto, isso se caracteriza como uma exceção, pois a maior parte da área ocupada por esses solos cobertos com vegetação natural apresenta apenas processos erosivos naturais e pouco intensos. Os Neossolos Quartzarênicos que ocorrem na bacia não apresentam, em toda sua extensão, ocupados ou não com vegetação natural, nenhuma área onde foram identificados processos erosivos acelerados (figura 5.103).

5.4 AS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NA BACIA DO RIO DAS VELHAS:

As unidades de Conservação oficialmente registradas e mais significativas em termos de área na bacia do Rio das Velhas encontram-se na região sul da bacia (figura 5.104). Isso explica por que há uma área expressiva com vegetação natural nessa região, que poderia, do contrário, ser tomada por ocupações urbanas, mineradoras ou pastagens, como é a tendência. A região sul é a área mais densamente ocupada em termos populacionais, e onde a mancha urbana se concentra. Entretanto, observa-se que, onde os processos erosivos são mais intensos, praticamente não há unidades criadas. Também quase não existem unidades de conservação na região da bacia onde há maiores remanescentes da paisagem natural, ou seja, no leste, na Serra do Espinhaço. No primeiro caso é evidente a necessidade de práticas de conservação, uma vez que o ambiente vem sofrendo processos erosivos acelerados decorrentes, principalmente, da agropecuária. No segundo caso, referente à Serra do Espinhaço, a não criação das unidades de conservação pode ser explicada pelo fato de o ambiente se encontrar naturalmente conservado. As condições naturais dessa região, como o relevo escarpado e o solo pouco espesso e pobre, impedem que a sua ocupação ocorra de forma intensa e degradadora, por meio da urbanização, industrialização, mineração ou agropecuária.

A concentração da criação de Unidades de conservação no sul da bacia do Rio das Velhas, pode ser explicada pelo maior adensamento populacional, urbano e industrial da região, pela grande tendência de exploração mineral nesta região, e, principalmente, por suas características naturais, pois, além de ser uma área serrana, concentra mananciais responsáveis pela formação do Rio das Velhas, principal tributário do rio São Francisco.

No que se refere aos solos, o mapa da figura 5.106 mostra que existem unidades de conservação criadas em todos os tipos de solos, e somente quando a Unidade de Conservação abrange uma área menor, percebe-se o predomínio de um determinado tipo de solo.

No intuito de se conservar a flora e a fauna, termina-se por priorizar um determinado tipo de solo, pois os mesmos fatores ambientais atuam sobre eles. Assim, por exemplo, a APA Carste de Lagoa Santa, foi criada pelo Decreto 98.881 de 25/01/1990, para a proteção de grutas e cavernas resultantes da atuação da água sobre a geologia calcária, típica da região.

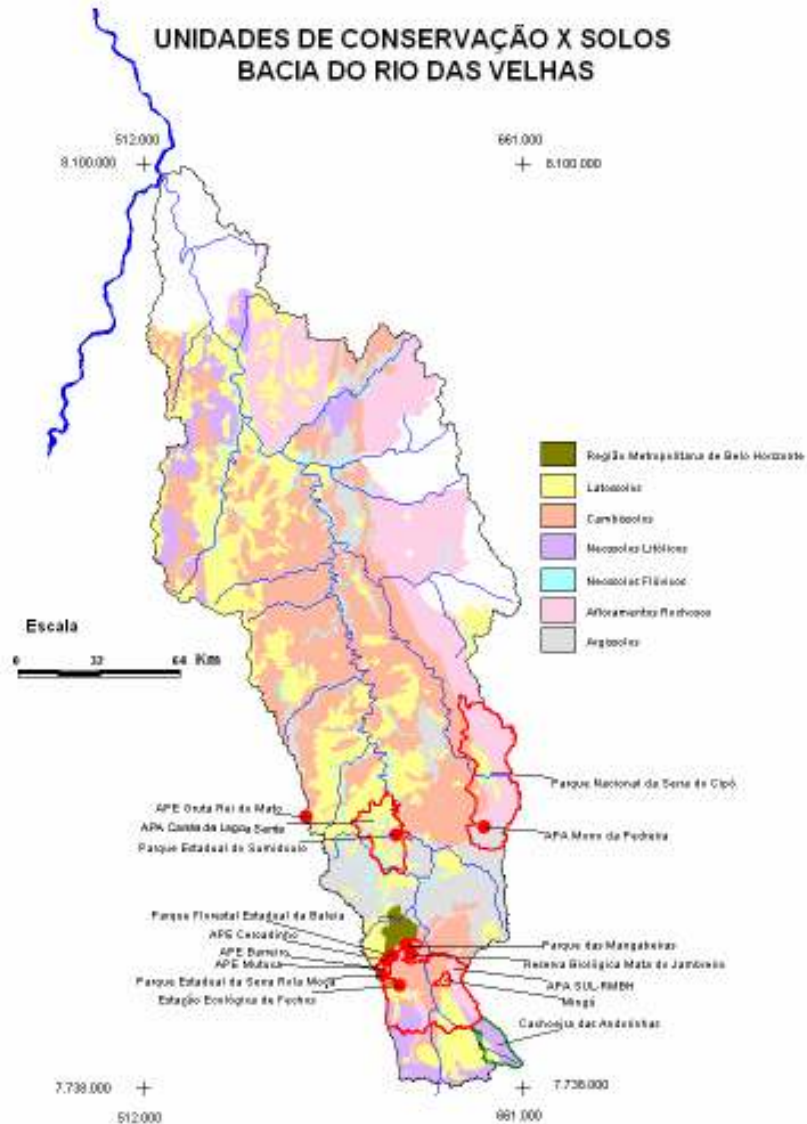


Figura 5.104: Distribuição espacial das Unidades de Conservação em relação aos tipos de solo

Mas dessa mesma atuação da água sobre os calcários resultaram também os Argissolos e Latossolos como solos predominantes e que, da mesma forma que as cavernas e grutas, também são protegidos. Outro exemplo é a criação do Parque Nacional da Serra do Cipó, pelo Decreto 90.223, de 25/09/1984, a leste da bacia e ao sul da Serra do Espinhaço. Este Parque foi criado com a intenção de se proteger espécies endêmicas da flora e da fauna na região, e também de

preservar a paisagem serrana com o relevo típico da região. Mas como resultante de uma associação entre clima e relevo, tem-se na região o predomínio de Afloramentos Rochosos que, em termos de solos, foram as formações priorizadas com a criação da Unidade de Conservação. Um terceiro exemplo é a criação da Área de Proteção Ambiental Cachoeira das Andorinhas, em Ouro Preto, pelo Decreto 20.264, de 16/10/1989, tendo como uma de suas finalidades a proteção da principal nascente do Rio das Velhas. Nessa área de proteção há o predomínio dos Neossolos Litólicos, em função do clima mais frio e do relevo montanhoso.

Por outro lado, em áreas de conservação que abrangem uma área maior, como é o caso da Área de Proteção Sul (APA SUL), criada pelo Decreto 37.818, de 08/06/1994, observa-se que não há o predomínio de um determinado tipo de solo. Essa Unidade de Conservação contempla não apenas uma diversidade de solos como também uma diversidade de paisagens e de processos responsáveis pela formação destas.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De modo geral, pode-se concluir que, mais do que o tipo de solo, foi a formação geológica que determinou a forma de ocupação da bacia do Rio das Velhas. A mineração foi, e continua sendo a base econômica de muitos Municípios da região. Assim, ao sul da bacia, onde se concentram as principais jazidas minerais, no Quadrilátero Ferrífero, também se concentram as maiores áreas urbanas, industriais, e os maiores contingentes populacionais.

Pode-se sugerir que é a presença da capital Belo Horizonte que influencia, ou até determina, política e economicamente, essa concentração. Entretanto, não se pode esquecer que Belo Horizonte surgiu e foi consagrada como capital, tendo como um dos principais motivos a proximidade e a riqueza gerada pelas minas.

As áreas de mineração localizam-se, principalmente, sobre Neossolos Litólicos no extremo sul da bacia, onde é explorado, principalmente o minério de ferro. Estes solos, por serem rasos, favorecem o acesso à rocha, o que é um fator que influencia na escolha da área a ser minerada. Mas é importante ressaltar que, apesar da coincidência, não foi o solo, mas a formação geológica que determinou este tipo de ocupação.

Os Latossolos têm a segunda maior área minerada. Mas, neste caso, o principal recurso explorado não é o minério de ferro, mas sim a cal, que é retirada dos Calcários do Grupo Bambuí.

Os processos erosivos nas áreas de mineração são relativamente estáveis, ou ocorrem apenas em sua forma natural. Entretanto, é importante lembrar que as áreas de mineração atraem para suas proximidades grandes centros urbanos, e estes acarretam processos erosivos intensos, devido, principalmente, aos loteamentos mal feitos e à ocupação de encostas íngremes.

Já no que se refere à agricultura, percebe-se uma influência mais direta dos solos, principalmente sobre as lavouras. Isso pode ser explicado pelo fato de ser este tipo de uso mais exigente em termos agrônômicos. Ao se considerar apenas a área da bacia que teve o tipo de solo mapeado, observa-se claramente que o desenvolvimento da lavoura, tanto de sequeiro como irrigada, se dá prioritariamente sobre Latossolos. Entretanto, a prática agrícola ocorre somente nos Latossolos encontrados no centro e norte da bacia. No sul estes solos não são ocupados com lavoura, indicando que a maioria das pessoas está voltada para outras atividades mais lucrativas. Deve-se

destacar também que as áreas da bacia mais favoráveis à lavoura, no que se refere à aptidão agrícola, não são ocupadas com tal atividade, confirmando que esta é desenvolvida somente em segundo plano na região, e que a população está voltada para outras fontes de renda. Essa sub-utilização de algumas áreas no que se refere à aptidão agrícola indica, portanto, a influência do fator econômico sobre o uso do solo. É também o fator econômico, ao possibilitar melhorias no solo através, por exemplo, da adubação e da irrigação, que favorece a lavoura em áreas com menor aptidão para esta atividade.

Os processos erosivos em sua forma acelerada são pouco representativos nas áreas de lavouras. Mas, quando estes ocorrem, localizam-se principalmente em Latossolos com aptidão agrícola regular para lavoura no nível de manejo C, restrita no nível B e inapta no nível A, mostrando que mesmo solos considerados resistentes à erosão, quando sob uso, podem ter problemas associados à esse processo.

Já no que se refere à pastagem, ela ocorre de forma significativa em praticamente todos os tipos de solo, ocupando a maior parte das terras de melhor aptidão agrícola da bacia.

No centro e oeste da bacia, pastagem é praticada em áreas de Cambissolos. É nessas condições que são identificadas as maiores e mais contínuas áreas que vêm passando por processos erosivos acelerados na bacia. A maioria dessas áreas têm aptidão restrita para a pastagem, pois são áreas com relevo muito movimentado, com um tipo de solo que é bastante susceptível à erosão – o Cambissolo. A insistência em se praticar a pecuária nestas áreas, sem a devida manutenção da pastagem, resulta na aceleração dos processos erosivos, que por sua vez, traz como consequência pasto de má qualidade e baixa rentabilidade econômica.

A monocultura de eucalipto é praticada preferencialmente em Latossolos, ao longo de toda a bacia. É também sobre Latossolos, de Aptidão Agrícola regular para lavouras no nível de manejo C, restritas no nível B e inaptas no nível A, que ocorrem a maior parte dos processos erosivos acelerados associados à silvicultura. O eucalipto é uma cultura com baixa exigência nutricional, podendo ser cultivado em áreas classificadas como inaptas para lavouras. Entretanto, terras de boa aptidão agrícola, que poderiam ser utilizadas para a lavoura têm sido utilizadas para o cultivo do eucalipto. Isso ocorre, provavelmente, em decorrência do melhor mercado encontrado para a madeira e o carvão vegetal, derivados do eucalipto, tornando esta atividade mais lucrativa.

No que se refere às formações naturais, as áreas de mata são as que menos apresentam alguma correspondência com o tipo de solo. É interessante notar que, tanto a capoeira como as matas, predominam no sul da bacia, próximo à região metropolitana. Dois fatores ajudam a explicar esta ocorrência. O primeiro é a concentração de Unidades de Conservação no sul da bacia, o que leva a uma maior área com mata ou outra vegetação natural. O segundo fator é o predomínio da mineração nesta região, pois atividade tem uma área desmatada bem menor do que a agricultura ou a pecuária, e, além disso, cria unidades de conservação, mesmo que particulares, como exigência dos órgãos ambientais, para que estes autorizem seu funcionamento.

No Leste da bacia a formação vegetação natural também se encontra relativamente conservada, predominando os Campos Rupestres sobre Afloramentos Rochosos. A ocupação desta região foi dificultada pelo relevo íngreme e pela quase ausência de solo. Nestas regiões, os processos erosivos, quando existem, são de baixa intensidade.

O quadro 6.1 sintetiza a relação entre cada tipo de solo, o(s) uso(s) a este atribuído na bacia, sua Aptidão Agrícola e processos erosivos.

É importante lembrar que o tipo de solo e suas características não são os fatores determinantes no processo de criação de Unidades de Conservação, mas formam estes fatores, como a fauna e a flora. A conservação também é um tipo de uso, e este predomina no sul da bacia.

Também é importante destacar que, um mesmo tipo de solo tem usos diferentes no sul e no centro-norte da bacia, como é o caso dos Latossolos, indicando que, além das características do solo, o processo de ocupação sofre outras influências, como aquelas exercidas por questões econômicas. Os fatores econômicos também contribuem para explicar o predomínio da pastagem em praticamente todos os tipos de solo, afinal, como colocado por Resende et al. (1995), a grande maioria dos agricultores brasileiros não dispõe de condições financeiras que permitam investir na aplicação de insumos e, portanto, as culturas perenes, como a pastagem, são mais adequadas.

Quadro 6.1: Solos da bacia do Rio das Velhas: Características, Uso e Estado de Conservação

SOLO	ÁREA DE PREDOMÍNIO	USO PREDOMINANTE	APTIDÃO AGRÍCOLA	ESTADO DE CONSERVAÇÃO OU DEGRADAÇÃO
Latossolos	Oeste da bacia	Predomínio de pastagem, seguido de vegetação natural, principalmente Cerrado, com exceção do sul, onde predominam, sobre estes solos, áreas de mata, seguido de pastagem. A maior parte das áreas de lavoura da bacia está concentrada nesta classe (69% das áreas que tiveram o solo mapeado).	Praticamente a totalidade destes solos apresenta alguma aptidão agrícola para lavouras, ainda que nos níveis de manejo B ou C, em que são adotadas algumas técnicas para melhoria da qualidade do solo.	Apesar de intensamente utilizados, não apresentam registros de erosão significativa. No sul estes solos são parcialmente protegidos pela presença de Unidades de Conservação.
Cambissolos	Centro, sul e oeste da bacia	Predomínio de pastagem, seguido de vegetação natural. Estes solos concentram a maior parte das áreas de pastagem (39%) e silvicultura (41%) da bacia.	Não apresentam aptidão para lavouras em nenhuma região da bacia, mas podem, com alguma restrição, ser utilizados para pastagem.	São os que apresentam problemas mais graves de erosão, principalmente em áreas do centro-oeste da bacia onde predomina a pastagem.
Neossolos Quartzarênicos	Oeste da bacia	Predomínio de vegetação natural, seguido de pastagem.	No geral, não apresentam aptidão, mas há algumas pequenas áreas destes solos que podem ser utilizadas para a silvicultura.	Não apresentam problemas erosivos, por serem muito pouco utilizados.
Neossolos Litólicos	Norte e extremo sul da bacia.	Predomínio de vegetação natural, seguido de pastagem. Nestes solos se concentram 41% das áreas mineradas na bacia.	Não apresentam aptidão boa para lavoura. Podendo ser utilizados somente para pastagem, ainda assim com restrições.	Sujeitos à erosão natural. Porém, esta não tem sido agravada na bacia em decorrência do pouco uso antrópico deste tipo de solo. No sul estes solos são em parte protegidos pela APA Cachoeira das Andorinhas.
Neossolos	Planícies	Predomínio de pastagem, seguido de	Em sua grande maioria, são	Solos bem conservados, pouco ou

Flúvicos	fluviais, ao longo de toda a bacia.	vegetação natural.	correspondem aos solos com a melhor aptidão da bacia.	nada suscetíveis à erosão, ainda que intensamente manejados, pois a topografia plana inibe tais processos.
Argissolos	Centro-sul e nordeste da bacia.	Predomínio de pastagem, seguido de vegetação natural. Parte significativa da Região Metropolitana de Belo Horizonte está localizada sobre estes solos.	Apresentam aptidão para lavoura somente no sul da bacia, onde são eutróficos. Nas demais regiões onde ocorrem, recomenda-se o uso apenas para pastagem.	Problemas de erosão mais sérios no nordeste, onde este solo é predominantemente ocupado com pastagem, apresentando erosão acelerada. Mas, no sul, onde não existem Unidades de Conservação, também apresenta erosão natural agravada por desmatamentos.
Afloramentos Rochosos	Leste da bacia.	Predomínio de vegetação natural. Os Campos Rupestres ocupam 84% da área destes solos. Correspondem à área mais preservada da bacia.	Não apresentam nenhuma aptidão agrícola	São as áreas mais conservadas da bacia, que menos sofreram intervenções antrópicas e que, entretanto, começam a ser exploradas para o turismo. No sul, são contemplados com Unidades de Conservação.

Por outro lado, o desenvolvimento econômico e tecnológico permite realizar adaptações aos solos, tornando-os aptos a usos mais exigentes, o que mostra a possibilidade de adequações ao “Princípio dos Fatores Limitativos”, proposto por Bukman, em 1968. A associação de novas tecnologias a estudos científicos voltados para caracterização dos solos e de sua aptidão agrícola, podem permitir um máximo aproveitamento de suas potencialidades sem causar danos ambientais. Mas, em razão do desconhecimento do potencial agrícola, ou da tradição, ou do histórico de ocupação da região, algumas áreas da bacia do Rio das Velhas podem estar sendo sub-utilizadas com o plantio do eucalipto. Em contrapartida, outras áreas estão sendo superexploradas ou exploradas de forma inadequada, por desconhecimento das características do solo e de suas aptidões, como é o caso dos Cambissolos utilizados com pastagem no oeste da bacia. Além dos Cambissolos, também foram verificados processos erosivos acelerados em Latossolos, os quais, em suas condições naturais, não são sujeitos a estes processos, o que pode, então, ser um indicador do mau uso dos solos na região.

Em resumo, as características do solo influenciam nas decisões sobre sua utilização, mas fatores econômicos e tecnológicos são decisivos na opção pela forma de ocupação e nas conseqüências advindas. Portanto, torna-se de fundamental importância o conhecimento das potencialidades naturais dos solos e a aplicação destes conhecimentos na determinação sobre qual uso se fazer do solo.

De maneira geral, esta é a situação da bacia do Rio das Velhas no que se refere aos tipos de solo e seus usos. Este estudo teve como intenção mostrar que o tema existe e deve ser considerado. A importância do conhecimento das características dos solos se torna ainda maior com a obrigatoriedade do Plano Diretor e do desenvolvimento de Estudos Ambientais para o licenciamento ambiental. Na bacia do Rio das Velhas, onde estão localizados alguns dos municípios com maior concentração populacional do estado, essa importância é ainda maior.

REFERÊNCIAS

ARRUDA, Alexandre Trajano de. Poluição ambiental causada pela mineração: mineração e meio ambiente: aspectos técnicos e legais. In: DNPM. **Coletânea de trabalhos técnicos sobre controle ambiental na mineração**. Brasília, 1985.

AYOADE, J. O. **Introducao à climatologia para os trópicos**. 3.ed. Rio de Janeiro: 1991. 332p.

BASTOS, Anna Christina Saramago; FREITAS, Antônio Carlos de. Agentes e processos de interferência, degradação e dano ambiental. In: CUNHA, Sandra Baptista da e GUERRA, Antônio José Teixeira. **Avaliação e perícia ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 4ª ed., 2002.

BERTONI, Jose; LOMBARDI NETO, Francisco. **Conservação do solo**. 4 ed. São Paulo: Icone, 1999. 355 p.

BUCKMAN, Harry O. **Natureza e propriedades dos solos**. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, c1968. 594p.

CUNHA, Márcio A; FARAH, Flávio; Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. **Ocupação de encostas**. São Paulo, SP: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de, c1991. 12p.

DE PLOEY J. E POESEN J.; Aggregate stability, runoff generation and interrill erosion. In: **British Geomorphological Research Group. Conference**; RICHARDS, K. S; ARNETT, R. R. Geomorphology and soils. London ; Boston: 1985. 441p.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília, DF, 1999.

FERREIRA, Jurandyr Pires; IBGE. **Enciclopédia dos municípios brasileiros**. Rio de Janeiro: IBGE, 1957- nv.

GUERRA, Antônio J. T. Processos erosivos nas encostas. In: Geomorfologia: GUERRA, Antonio Jose Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994. 458p.

GUERRA, C. **Meio ambiente e trabalho no mundo do eucalipto**. 2. ed. Associação Agência Terra. 1995. 142 p.

IBGE. **Censo Demográfico 2000**

IEF. **Código Florestal**, 1964

LAL, R. Analysis of factors affecting rainfall erosivity and soil erodibility. In: **International conference on soil conservation and management in the humid tropics**; GREENLAND, D. J; LAL, R. Soil conservation and management in the humid tropics. Chichester ; New York: c1977. 283p.

LEPSH, I.F.; BELLINAZZI JÚNIOR, R.; BERTOLINI, D. ESPÍNDOLA, C.R. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. 4ª aproximação. Campinas, 1991. 175p.

LISBOA, Apolo Heringer. O imaginário do Projeto Manuelzão. In: **Navegando do Rio das Velhas das Minas aos Gerais**, Vol.2 Estudos sobre a bacia hidrográfica do Rio das Velhas / organizado por Eugênio Marcos Andrade Goulart. Belo Horizonte: Instituto Guaicuy-SOS Rio das Velhas/Projeto Manuelzão/UFMG, 2005

MAGALHÃES JUNIOR, Antônio Pereira; **Evolução da dinâmica fluvial cenozoica do Alto-médio Vale Rio das Velhas na Região de Belo Horizonte**. Belo Horizonte: UFMG/IGC, 1993. 159p.

NOCE, Carlos Maurício, RENGER, Friedrich Ewald. A História geológica da bacia hidrográfica. In: **Navegando do Rio das Velhas das Minas aos Gerais**, Vol.2 Estudos sobre a bacia hidrográfica do Rio das Velhas / organizado por Eugênio Marcos Andrade Goulart. Belo Horizonte: Instituto Guaicuy-SOS Rio das Velhas/Projeto Manuelzão/UFMG, 2005

OLSON, G. W. **Soils and environment: a guide to soil surveys and their applications**. New York: 1981. 178p.

PALMIERI, F.; LARACH, J. O. I.; Pedologia e Geomorfologia. In: GUERRA, Antonio Jose Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da. **Geomorfologia e meio ambiente**. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. 394 p.

PECHT, Waldomiro. **Desenvolvimento urbano industrial e processo migratorio na região polarizada por Belo Horizonte**. Belo Horizonte: [s.n], 1980. 46p

POLIGNANO, Marcus Vinícius. As ações do Projeto Manuelzão. In: **Navegando do Rio das Velhas das Minas aos Gerais**, Vol.2 Estudos sobre a bacia hidrográfica do Rio das Velhas / organizado por Eugênio Marcos Andrade Goulart. Belo Horizonte: Instituto Guaicuy-SOS Rio das Velhas/Projeto Manuelzão/UFMG, 2005

RAMALHO FILHO, A. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3ed rev. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1994.

RANIERI, S. B. L; SPAROVEK, Gerd; SOUSA, M. P; DOURADO NETO, Durval . Aplicação de índice comparativo na avaliação do risco de degradação das terras. In: **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 22, n. 4, p. 751-760, 1998.

RESENDE, Mauro; CURI, Nilton. **Pedologia: base para distinção de ambientes**. Viçosa: NEPUT, 1995 304 p.

RIBEIRO, Núbia Braga; et al. A História da Ocupação Humana na versão do próprio rio. In: GOULART, Eugênio Marcos Andrade (org.). **Navegando o Rio das Velhas das Minas ao Gerais**. Vol 2: Estudos sobre a Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas. Belo Horizonte: Instituto Guaicuy-SOS Rio das Velhas/Projeto Manuelzão/UFMG, 2005.

ROCHA, José Joaquim da. **Geografia Histórica da Capitania de Minas Gerais**. Coleção Mineriana – série Clássicos – Fundação João Pinheiro. Belo Horizonte, 1995.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. Geomorfologia aplicada aos EIAs-RIMAs. In: GUERRA, Antônio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da (org.). **Geomorfologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 3ª ed, 2000.

SILVA, Alexandre Marco da; SCHULZ, Harry Edmar; CAMARGO, Plínio Barbosa de. **Erosão e hidrossedimentologia em bacias hidrográficas**. São Carlos, SP: RiMa, 2003. 138p.

SILVA, José Joaquim da. **Tratado de Geografia Descritiva Especial da Província de Minas Gerais**. Centro de Estudos Históricos e Culturais. Fundação João Pinheiro. Belo Horizonte, 1997.

SILVA, M. L. N. e CURI, N. Uso e conservação do solo e da água e a crise energética: reflexões e exemplos em Minas Gerais. In: **Sociedade Brasileira de Ciência do solo – Boletim Informativo**. Vol. 26, N. 04, out./dez. 2001.

SILVA, Jorge Xavier da, ZAIDAN, Ricardo Tavares. Geoprocessamento aplicado ao zoneamento de áreas com necessidade de proteção: o caso do Parque Estadual do Ibitipoca – MG. In: **Geoprocessamento e Análise Ambiental: aplicações** / Jorge Xavier da Silva, Ricardo Tavares Zaidan (organizadores) - Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004, 368 p.

TASCHNER, Suzana Pasternak. Degradação ambiental em favelas de São Paulo. In: **População e meio ambiente: debates e desafios** / Haroldo Torres & Heloisa Costa (organizadores) – São Paulo: Editora SENAC São Paulo, 2000.