

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA**

JUSTINE M.M.M. BUENO

**LEVANTAMENTO PEDOLÓGICO SEMIDETALHADO E AVALIAÇÃO DA
APTIDÃO AGRÍCOLA DAS TERRAS DA SUB-BACIA Córrego Olho
D'Água, Prudente de Moraes- MG: ESTUDO DAS DIVERGÊNCIAS
ENTRE USO EFETIVO E POTENCIALIDADES DO SOLO**

Belo Horizonte

2012

LEVANTAMENTO PEDOLÓGICO SEMIDETALHADO E AVALIAÇÃO DA APTIDÃO
AGRÍCOLA DAS TERRAS DA SUB-BACIA Córrego Olho d'Água, Prudente de
Moraes- MG: ESTUDO DAS DIVERGÊNCIAS ENTRE USO EFETIVO E POTENCIALIDADES
DO SOLO

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Minas Gerais para a obtenção do título de Mestre em Geografia com ênfase em Análise Ambiental.

Orientadora: Profa. Dra. Cristiane Valéria de Oliveira.

Belo Horizonte

Departamento de Geografia da UFMG

2012

B928l Bueno, Justine Margarida Magela Martins.
2012 Levantamento pedológico semidetalhado e avaliação da aptidão agrícola das terras da sub-bacia córrego Olho d'Água, Prudente de Moraes – MG [manuscrito] : estudo das divergências entre uso efetivo e potencialidades do solo / Justine Margarida Magela Martins Bueno – 2012.
138 f.:il. (color.).

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, 2012.

Orientadora: Cristiane Valéria de Oliveira

Bibliografia: f. 133 -138.

1. Solo – Uso – Teses. 2. Ciência do solo – Teses. 3. Impacto ambiental – Teses. I. Oliveira, Cristiane Valéria de. II. Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências. III Título.

CD U: 631.4

Dissertação de mestrado intitulada “Levantamento pedológico semidetalhado e avaliação da aptidão agrícola das terras da sub-bacia córrego Olho d’Água, Prudente de Morais-MG: Estudo das divergências entre uso efetivo e potencialidades do solo”, de autoria de Justine Margarida Magela Martins Bueno, avaliada e aprovada pela seguinte banca examinadora:

Orientadora: Prof.(a) Dra. Cristiane Valéria de Oliveira

Depto. de Geografia – IGC/UFMG

Prof (a). Dra. Vilma Lúcia Macagnan Carvalho

Depto. de Geografia – IGC/UFMG

Dr. Marcus Manoel Fernandes

Pesquisador Fundação Centro Tecnológico Minas Gerais - CETEC

Belo Horizonte, 9 de Agosto de 2012

Av. Presidente Antônio Carlos, 6.627 – Belo Horizonte, MG – 31270-901 – Brasil – tel.:
(031) 3409-5112 – fax (031) 3409-5490

Dedico este trabalho aos meus pais Cida e Xavier, a minha irmã Angélica e ao Lucas meu amor.

AGRADECIMENTOS:

Em primeiro lugar agradeço a Deus por esta conquista. Em especial, agradeço aos meus pais, Cida e Xavier, por todo amor e incentivo. A minha irmã, pelo carinho e pela paciência ao ceder o computador diversas vezes para me auxiliar. A vocês, meu eterno obrigado.

Ao Lucas, meu amor, meu carinhoso e especial agradecimento, por todo apoio, paciência, companheirismo, por estar sempre disposto a me ajudar e por entender sempre o motivo das minhas ausências.

Agradeço à Professora Cristiane, por toda ajuda, e pelo exemplo de profissionalismo, me mostrando sempre como melhorar na vida acadêmica. Agradeço pelos ensinamentos, pelas advertências e pela amizade.

À Nívia, do laboratório de Geomorfologia da UFMG, agradeço imensamente as inúmeras horas de apoio. Não esqueço as diversas noites no laboratório para a realização das análises físicas do solo, sempre me auxiliando com um grande sorriso no rosto.

Não posso esquecer os inúmeros amigos de caminhada na Geografia, já que, sem eles esse trabalho nunca seria possível. Primeiramente, ao meu querido amigo Miguel, pelo exemplo de pessoa e profissionalismo, pela ajuda na hora de maior desespero, a você meu grande obrigado. Aos companheiros que me ajudaram com as imagens (João), com as dicas de mapeamento (Ribas), com o empréstimo de equipamentos (Lets e Pedroca), com as bases cartográficas (Berê), aos amigos que sempre me auxiliaram em campo (Fran e Paulette). À Giselle por me ajudar com os dados climáticos. Também agradeço meus companheiros de sala Leilane, Breno, Luizão, Letícia e Manu pelo companheirismo durante todo o curso.

Meu especial agradecimento a quem se tornou uma grande e especial amiga, à querida Joyce pela ajuda sem limite. Pelas inúmeras horas me auxiliando, me ajudando em campo e me dando dicas para o aperfeiçoamento do trabalho, com você minha amiga, foi tudo mais fácil.

A todos que contribuíram e acreditaram no meu trabalho, aos amigos de caminhada, aos professores da Geografia pelos ensinamentos, agradeço a todos que, de uma forma ou outra, trouxeram considerações importantes para a realização desta pesquisa.

“Mude, mas comece devagar, porque a direção é mais importante do que a velocidade”.
(Edson Marques)

SUMÁRIO:

1 - Introdução.....	15
2- Revisão Bibliográfica.....	17
2.1 Levantamentos Pedológicos.....	17
2.1.1 A unidade de mapeamento.....	20
2.1.2 Tipos de levantamentos pedológicos.....	24
2.1.3 Etapas para o levantamento pedológico.....	29
2.2 Aptidão agrícola das terras.....	30
2.2.1 Classes de aptidão agrícola.....	35
2.3 Impactos da agricultura no solo e no ambiente.....	39
2.3.1 Supressão e substituição da vegetação natural.....	40
2.3.2 Compactação dos solos.....	42
2.3.3 Erosão.....	43
2.3.4 Assoreamento e poluição de corpos hídricos.....	44
3- Caracterização da área de estudo.....	46
3.1 Caracterização fisiográfica.....	48
3.1.1 Hidrografia.....	48
3.1.2 Clima.....	48
3.1.3 Geologia.....	50
3.1.3.1 Formação sete lagoas:.....	52
3.1.3.2 Complexo belo horizonte.....	52
3.1.3.3 Formação serra de santa helena.....	52
3.1.3.4 Depósitos aluvionares.....	52
3.1.3.5 Cobertura detrito-lateríticas.....	52
3.1.4 Geomorfologia e Pedologia.....	53
3.1.5 Vegetação.....	54
3.2 Caracterização socioeconômica.....	54
4- Materiais e métodos.....	56

4.1 Etapa de gabinete.....	56
4.1.1 Construção de mapas base.....	58
4.1.2 Identificação das unidades de terreno.....	58
4.1.3 Mapa de uso e ocupação dos solos.....	59
4.2 Etapa de campo.....	59
4.2.1 Visitas de campo.....	59
4.3 Etapa de síntese das informações e análise dos resultados.....	60
4.3.1 Levantamento pedológico e classificação dos solos.....	60
4.3.2 Mapeamento de aptidão agrícola das terras.....	63
4.3.2.1 Grau de limitação:.....	64
4.3.3 Adequação entre o uso efetivo e uso potencial do solo.....	69
5- Resultados obtidos.....	71
5.1 Levantamento pedológico.....	71
5.1.1 Latossolos.....	75
5.1.2 Argissolos.....	87
5.1.3 Neossolos.....	91
5.1.4 Cambissolos.....	95
5.1.5 Unidades de mapeamento.....	98
5.2 Aptidão agrícola das terras da sub-bacia córrego olho d'água.....	100
5.2.1 Classes de aptidão agrícola das terras da sub-bacia córrego olho d'água.....	105
5.3 Uso e ocupação do solo.....	110
5.3.1 Matas (cobertura vegetal densa).....	112
5.3.2 Solo exposto.....	115
5.3.3 Área preparada para plantio.....	115
5.3.4 Cultivos.....	117
5.3.5 Capoeira.....	118
5.3.6 Pastagem.....	119
5.3.7 Área urbanizada, área de mineração e massa d'água.....	120

5.4 Adequação entre o uso efetivo e potencialidades do solo.....	122
6-Considerações finais.....	131
Referências bibliográficas.....	133

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Unidades para análise de solos.....	21
Figura 2: Síntese dos elementos para avaliação da aptidão agrícola.....	38
Figura 3: Localização sub-bacia córrego Olho d'Água.....	47
Figura 4: Temperatura média região sub-bacia córrego Olho d'Água.....	49
Figura 5: Precipitação total região sub-bacia córrego Olho d'Água.....	49
Figura 6: Balanço Hídrico e armazenamento de água no solo estação Sete Lagoas (1961-1990).....	50
Figura 7: Unidades Geológicas sub-bacia córrego Olho d'Água.....	51
Figura 8: Esquema sintetizando as informações utilizadas para elaboração do mapeamento de adequação entre o uso efetivo e uso potencial do solo.....	57
Figura 9: Dados obtidos para avaliação da aptidão agrícola das terras.....	66
Figura 10: Mapa declividade sub-bacia córrego Olho d'Água	72
Figura 11: Hipsometria sub-bacia córrego Olho d'Água.....	73
Figura 12: Mapa pedológico sub-bacia córrego Olho d'Água.....	74
Figura 13: Perfil descrito em campo – Latossolo Vermelho Distrófico húmico (Perfil 3) ..	76
Figura 14: Vegetação original nas proximidades do perfil aberto.....	77
Figura 15: Paisagem de inserção do Latossolo Vermelho Distrófico húmico (perfil 3).....	77
Figura 16: Perfil descrito em campo – Latossolo Vermelho Distrófico típico (Perfil 5).....	82
Figura 17: Paisagem de inserção do Latossolo Vermelho Distrófico típico (Perfil 5).....	82
Figura 18: Perfil descrito em campo – Latossolo Vermelho Eutrófico típico (Perfil 2).....	84
Figura 19: Paisagem de inserção do Latossolo Vermelho Eutrófico típico (Perfil 2).....	84
Figura 20: Paisagem de inserção do Argissolo Vermelho Distrófico abruptico (Perfil 1)....	88
Figura 21: Argissolo Vermelho Distrófico abruptico.....	88
Figura 22: Perfil descrito em campo – Neossolo Regolítico Eutrófico típico (Perfil 4).....	92
Figura 23: Neossolo Regolítico Eutrófico típico.....	92
Figura 24: Paisagem de inserção do Neossolo Regolítico Eutrófico típico (Perfil 4).....	93
Figura 25: Perfil descrito em campo – Cambissolo Háplico Tb Eutrófico típico.....	95

Figura 26: Paisagem de inserção do Cambissolo Háplico Tb Eutrófico típico (Perfil 6).....	96
Figura 27: Mapa de aptidão agrícola das terras, sub-bacia córrego Olho d'Água.....	104
Figura 28: Mapa de uso e ocupação do solo sub-bacia córrego Olho d'Água.....	111
Figura 29: Gráfico da distribuição percentual de classes de uso e ocupação do solo.....	112
Figura 30: Floresta Estacional Semidecidual presente em topo de morro e média vertente.	113
Figura 31: Remanescentes florestais em meio a áreas de campos localizados nos topos de morros aplainados e média vertente.....	113
Figura 32: Floresta Estacional Decidual encontrada sobre afloramentos calcários em meio áreas de campo.....	114
Figura 33: Solo exposto em função da área preparada para plantio.....	116
Figura 34: Padrão referente as áreas preparadas para.....	116
Figura 35: Cultivo de cana de açúcar	117
Figura 36: Presença de pequenos lotes destinados a cultivos diversificados.....	118
Figura 37: Padrão espacial das áreas correspondentes a capoeira.....	119
Figura 38: Pastagem natural em área de Neossolo Regolítico Eutrófico típico.....	120
Figura 39: Padrão de área urbanizada.....	121
Figura 40: Mineração de calcário	121
Figura 41: Adequação entre o uso efetivo e uso potencial do solo, sub-bacia córrego Olho d'Água.....	124
Figura 42: Distribuição percentual das classes de adequação entre uso efetivo e o uso potencial do solo	128

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Categorias de unidades taxonômica.....	22
Quadro 2: Métodos de prospecção para a realização de levantamentos pedológicos.....	23
Quadro 3: Levantamentos Pedológicos.....	26
Quadro 4: Classes de níveis de manejo.....	34
Quadro 5: Características para determinação do grau de limitação das terras.....	67
Quadro 6: Grau de limitação por unidade de mapeamento.....	101
Quadro 7: Resultado do cruzamento das variáveis através do quadro-guia segundo Ramalho Filho e Beek (1995) assim como o resultado da Aptidão agrícola das terras.....	102
Quadro 8: Padrões entre a associação das classes de uso e ocupação do solo com a aptidão agrícola das terras.....	125

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Atividades agrícolas no município de Prudente de Morais.....	55
Tabela 2: Características morfológicas, físicas e químicas, Latossolo Vermelho Distrófico húmico (Perfil 3).....	79
Tabela 3: Características morfológicas, físicas e químicas, Latossolo Vermelho Distrófico típico.....	83
Tabela 4: Características morfológicas, físicas e químicas, Latossolo Vermelho Eutrófico típico.....	86
Tabela 5: Características morfológicas, físicas e químicas, Argissolo Vermelho Distrófico abrupto (Perfil1).....	90
Tabela 6: Características morfológicas, físicas e químicas, Neossolo Regolítico Eutrófico típico.....	94
Tabela 7: Características morfológicas, físicas e químicas, Cambissolo Háptico Tb Eutrófico típico.....	97
Tabela 8: Distribuição percentual das unidades de mapeamento.....	98
Tabela 9: Tipologias de uso e ocupação do solo na sub-bacia de estudo.....	110

LISTA DE SIGLAS

CPRM- Serviço Geológico do Brasil
DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral
EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAO – Food and Agriculture Organization
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IGA – Instituto de Geociências Aplicadas
IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas
IGC – Instituto de Geociências da UFMG
INMET- Instituto Nacional de Meteorologia
INPE- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
SIG – Sistema de Informações Geográficas
UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais
UFV – Universidade Federal de Viçosa
USBR - United States Bureau of Reclamation

RESUMO:

A aptidão agrícola das terras consiste na identificação do máximo aproveitamento agrícola que as terras fornecem de acordo com características ambientais e econômicas presentes em uma região. Conhecer o comportamento dos solos, em relação aos seus distintos padrões de uso agrícola, auxilia em um correto planejamento do ambiente, uma vez que possibilita a utilização deste recurso natural de forma sustentável. Com o objetivo de compreender se o uso atual do solo da sub-bacia córrego Olho d'Água (Prudente de Moraes – MG) encontra-se de acordo com sua aptidão, e assim discutir as alterações ambientais ocorridas, diversos procedimentos foram elaborados nessa pesquisa. Inicialmente realizou-se o levantamento pedológico semidetalhado para a sub-bacia, identificando seis classes de solos, incluindo Latossolos, Cambissolos, Argissolos e Neossolos. Verificou-se a direta relação da distribuição das classes de solos em função de parâmetros litológicos e topográficos. Em um segundo momento, o estudo demonstrou a existência de oito classes de aptidão agrícola, sendo que, na sub-bacia, as potencialidades dos solos são para lavouras e para pastagem plantada (alterando o grau de restrição de acordo com os três níveis de manejo adotados). Concomitantemente, foram identificadas nove classes de uso, predominando as classes de remanescente florestais e áreas de cultivos e pastagem. Embora as características agrícolas sejam marcantes, a região apresenta boa qualidade ambiental, já que a maior parte da sub-bacia encontra-se preservada. Por fim, com a associação dos parâmetros referentes ao uso do solo e aptidão agrícola das terras, verificou-se a adequação entre ambos, demonstrando que 63,24% das terras se encontram com uso inadequado-subutilizado. Os impactos ambientais verificados em maior ocorrência na sub-bacia referem-se à erosão. Contudo, os mesmos foram encontrados até mesmo em regiões onde o uso estava adequado com a potencialidade das terras.

Palavras Chave: levantamento pedológico, aptidão agrícola das terras, uso do solo, impactos ambientais.

ABSTRACT:

The lands' agricultural aptness is the identification of the maximum agricultural use that lands provides in accordance with environmental and economic characteristics present in an area. The knowledge of soil behavior with their different patterns of agricultural use helps in a proper environment planning, since it allows the use of this natural resource in a sustainable way. In order to understand if the current land use of the Olhos d'Água stream sub-basin (Prudente de Morais - MG) is according to their aptness, and discuss the environmental changes occurred, many procedures have been developed in this research. Initially a semi detailed soil survey was conducted for the stream sub-basin, identifying six soil classes, including Oxisols, Cambisols, Argisols and Entisols. It was noted a direct relationship between the distribution of soil classes and lithological and topographic parameters. Subsequently, the study demonstrated the existence of eight classes of agricultural aptness in sub-basin, the soil potentialities are for crops and pastures planted (by changing the restriction degree according to the three levels of soil managements adopted). It was also identified eight use classes, principally the remnant forest and crops and pasture areas. Although agricultural characteristics are predominant, the area shows good environmental quality, since most of the sub-basin is preserved. With the combination of agricultural aptness and land use parameters, it was found the adequacy between both, showing that 63.24% of lands are underutilized and with inappropriate use. The erosion is the cause of the environmental impacts seen in higher incidence in the sub-basin. However, they were found even in areas where the use was appropriate to the soil potentiality.

Key words: soil survey, land agricultural aptness, land use, environmental impacts.

1 - INTRODUÇÃO:

O solo constitui-se em um importante sistema presente no ambiente, capaz de sintetizar processos físicos, químicos e biológicos (LEPSH, 2002; ESPÍNDOLA, 2008; CARNEIRO, 2010). O conhecimento do comportamento dos solos frente aos diversos usos possibilita adequar o desenvolvimento econômico a um manejo ambiental sustentável refletindo em menor degradação¹ do ambiente.

Especificamente, a determinação do uso do solo mais favorável a uma região relaciona-se diretamente com os atributos do solo, assim como as características fisiográficas e econômicas (WEILL, 1990). No âmbito de regiões marcadas pela agricultura e pecuária, sabe-se que o crescimento da produção agrícola ocorre principalmente por duas frentes; através do aumento das áreas agricultáveis ou pelo uso intensivo de áreas previamente destinadas aos cultivos. Geralmente, este crescimento não acontece com base nas potencialidades e capacidades ambientais que o solo apresenta (MENDONÇA, 2005), mas na necessidade do produtor.

Nas regiões metropolitanas, a demanda de produtos agrícolas é grande e nelas a pressão exercida sobre o solo se torna cada vez mais intensa. Em função disto, com o intuito de discutir e avaliar as alterações ambientais existentes, em decorrência das divergências vigentes entre o real uso do solo e seu potencial de uso, delimitou-se como área de estudo a sub-bacia do córrego Olho d'Água. Nesta sub-bacia, o uso intensivo do solo ocorre direcionado efetivamente para a produção agropecuária.

O objetivo geral deste trabalho é realizar o mapeamento dos solos da sub-bacia do córrego Olho d'Água, pertencente à bacia do ribeirão Jequitibá, localizada em quase totalidade no município de Prudente de Moraes –MG , assim como, estabelecer a aptidão agrícola das terras, comparando o uso potencial e real dos solos da área. Nesse contexto, a pesquisa apresenta como objetivos específicos:

- Realizar o mapeamento semidetalhado dos solos da sub-bacia hidrográfica trabalhada, assim como do uso e ocupação da área.
- Realizar o mapeamento da aptidão agrícola das terras da sub-bacia, e assim contrapor com o uso efetivo, verificando e discutindo as alterações ambientais ocorridas.

¹ O termo degradação ambiental é amplo, resultando em diversas interpretações. Neste estudo o conceito de degradação ambiental corresponde a “qualquer alteração adversa da qualidade ambiental”, ou seja, impacto ambiental negativo (SÁNCHEZ, 2008).

- Gerar bases de dados detalhada sobre a área, auxiliando o melhor planejamento do ambiente.

Nota-se que “a interpretação de levantamento de solos é uma tarefa de mais alta relevância para a utilização racional deste recurso natural, na agricultura e em outros setores que utilizam o solo como elemento integrante de suas atividades” (RAMALHO FILHO e BEEK, 1995, p.1). Nesse sentido, a pesquisa justifica-se uma vez que as interpretações das potencialidades do solo correlacionadas ao uso efetivo direcionam ao planejamento ambiental adequado, oferecendo subsídios para avaliação de riscos de impactos negativos, o que contribui para um crescimento ambientalmente sustentável.

2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA:

2.1 - Levantamentos Pedológicos:

A expansão de centros urbanos e áreas rurais gradativamente tornam o uso da terra competitivo, “estando os solos diretamente impactados pelo crescimento, sofrendo pressão contínua para atender à crescente necessidade de expansão das infraestruturas públicas e privadas juntamente com a produção de alimentos ” (PALMIERI e LARACH, 2000, p. 115).

Objetivando atender às demandas geradas por este crescimento econômico, normalmente em caráter imediatista, algumas decisões e procedimentos são desempenhados a fim de suprir esta necessidade. Contudo, não é elaborada uma avaliação prévia dos possíveis impactos ambientais que possam vir a ser gerados. Desta maneira, é importante um correto planejamento do uso do solo em função dos seus atributos e características ambientais (PALMIERI e LARACH, 2000) para que este uso seja realizado de uma forma ambientalmente sustentável, minimizando ou até mesmo evitando a degradação do ambiente.

Tendo em vista a necessidade de um eficaz planejamento do ambiente, ressalta-se a importância do conhecimento das características do ambiente, destacando elementos presentes tanto no meio físico, quanto no meio biótico e socioeconômico. Nessa perspectiva encontram-se os estudos pedológicos, como importante ferramenta auxiliadora de um efetivo planejamento do ambiente.

A priori é importante a definição do objeto de estudo, que neste caso, corresponde aos solos. Através do conhecimento e entendimento de seu funcionamento, pode-se planejar corretamente seu uso mais sustentável.

A definição de solo sofre variação principalmente em função do tipo de profissional que trabalha diretamente com os solos. Desta maneira a concepção de solo de um agrônomo é diferente da ideia de solo de um geólogo ou mesmo de um geógrafo. Para o ramo da pedologia, que adota o solo como seu objeto de estudo, a definição de solos tende a ser mais detalhada. A Embrapa (2006) considera os solos 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 e, eventualmente, terem sido modificados por interferências antrópicas (p.32).

Lepsch (2002), por sua vez, também considera os solos como corpos dinâmicos que contêm matéria viva resultante da atuação do clima e da biosfera sobre as rochas, cuja formação ocorre durante determinado período de tempo e se encontra influenciado pelas formas de relevo. Nesta definição é possível identificar os fatores de formação dos solos (material de origem, relevo, clima, organismos e o tempo) para a conceituação do objeto. Palmieri e Larach (2000) associam ao conceito de Lepsch (2002) os limites superiores e inferiores dos solos, correspondendo, respectivamente, à superfície terrestre e à zona em que os processos pedogenéticos se encerram.

Em face da definição de solo, cabe analisar a funcionalidade dos levantamentos pedológicos, uma vez que, auxiliam no desenvolvimento dos estudos ambientais, integrando os diagnósticos ambientais (através da identificação e classificação dos solos), além de subsidiarem a realização de classificações técnicas.

Os levantamentos pedológicos consistem na sistematização de procedimentos, cujo resultado corresponde à classificação dos solos, apresentando informações referentes à sua formação e inserção na paisagem, além de sua distribuição espacial em determinada área (LEPSCH, 2002; IBGE, 2007; RESENDE *et al.*, 2007). Desta forma, os procedimentos de levantamento de solos pressupõem o enquadramento dos solos de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMPRABA, 2006).

A partir dos levantamentos pedológicos elaborados são gerados dois produtos principais: o mapa com a espacialização das unidades de mapeamento e o relatório explicando a metodologia assim como a relação dos solos com as características da paisagem e suas possíveis aplicações (RANZANI, 1969; RESENDE *et al.*, 2007; IBGE, 2007; CARMO, 2009, al). A partir do levantamento pedológico é possível também indicar as áreas de maior potencial ambiental e econômico de uma região, o que possibilita realizar o planejamento correto dos recursos naturais (EMBRAPA, 1995).

Palmieri e Larach (2000), juntamente com IBGE (2007), atribuem aos levantamentos de solos as seguintes funções:

- Estabelecimento de políticas para o desenvolvimento sustentável, relacionado à conservação ambiental;
- Políticas e estratégias de ordenamento territorial;
- Auxílio no desenvolvimento e planejamento agrícola, na seleção de áreas para colonização, projetos de irrigação e drenagem;
- Subsídio em estudos de avaliação de impactos ambientais;

- Auxílio na definição de áreas prioritárias para estruturas viárias e para o desenvolvimento urbano e rural;
- Auxílio na definição de áreas de aterros sanitários, cemitérios dentre outros;
- Planejamento e elaboração de programas para a implantação de práticas de manejo e conservação do solo;
- Estudos de fertilidade, impedimento à mecanização, suscetibilidade à erosão, dentre outros;
- Subsídio em diversos zoneamentos ambientais (pedoclimáticos, socioeconômicos, ecológicos), planos de recuperação de áreas degradadas, cartas morfopedológicas, estudos geoambientais, classificações técnicas, estudos de capacidade de uso do solo e avaliação da aptidão agrícola das terras.

Para esta pesquisa, o levantamento pedológico subsidiará a avaliação da aptidão agrícola das terras da sub-bacia córrego Olho d'Água.

No tocante aos levantamentos sabe-se que para a realização dos mesmos, diversos processos são envolvidos, assim como pesquisas de campo, laboratório e gabinete. Estas pesquisas abarcam parâmetros de observação, de análise e interpretação de características dos solos e de sua relação com o meio físico (IBGE, 2007).

Os procedimentos de campo englobam atividades como a coleta de amostras de solo, descrição de perfis, assim como a análise dos atributos da paisagem de cada tipologia de solo. O local em que será feita a descrição dos perfis deve ser previamente selecionado em função do objetivo do trabalho, e o mesmo deve ser representativo das características ambientais de cada solo. Desta maneira, de acordo com IBGE (2007), o levantamento pedológico consiste no “prognóstico da distribuição geográfica dos solos como corpos naturais, determinados por um conjunto de relações e propriedades observáveis na natureza” (IBGE, 2007, p. 122).

Ao se abordar os procedimentos laboratoriais, os mesmos consistem nas análises físicas, químicas e mineralógicas das amostras coletadas em cada perfil. Em gabinete estas informações são sistematizadas e interpretadas resultando no mapeamento final. Quanto maior for o número de evidências recolhidas em campo e processadas em gabinete, mais adequada se torna a interpretação (RANZANI, 1969).

2.1.1 - A unidade de mapeamento:

A classificação resultante dos levantamentos pedológicos é uma forma de sistematizar os tipos de solos encontrados e assim os relacionar com suas características ambientais. Nesse sentido, “as classes de solos combinadas com informações e relações do meio ambiente constituem a base fundamental para composição de unidades de mapeamento” (IBGE, 2007, p. 121).

No levantamento pedológico são apresentadas informações sobre a formação dos solos e sobre a sua distribuição espacial. A unidade de mapeamento existente nos levantamentos consiste em áreas agrupadas com solos de características semelhantes. Esta união é realizada com o objetivo de representar cartograficamente a distribuição dos solos observando sua espacialização e características ambientais e morfológicas semelhantes.

Segundo Santos *et al.* (2005), os levantamentos pedológicos devem ser realizados baseando-se em três principais elementos de análise do solo, correspondendo ao pedon, polipedon e ao perfil de solo.

O conceito de pedon surgiu com objetivo de facilitar o estudo dos solos. Este pode ser compreendido como o menor volume do solo capaz de demonstrar todas as características pedológicas presentes, ou seja, corresponde a unidade de referência tridimensional cujos limites e dimensões são arbitrárias (SCHAETZL e ANDERSON, 2005; IBGE, 2007). Os pedons, contudo, não são suficientes para o entendimento da relação do solo com seu contexto de inserção na paisagem. Para solucionar esta dificuldade foi criado o conceito de polipedon, que consiste na unidade básica de classificação dos solos, apresentando-se extensa o suficiente para exibir as características necessárias para descrição e classificação dos solos (SCHAETZL e ANDERSON, 2005). Desta maneira, o polipedon refere-se a união dos pedons com características semelhantes (IBGE, 2007). Ambos, pedon e polipedon, são unidades básicas de referência taxonômica.

Por último, se configura o perfil como unidade para análise do solo, permitindo a realização da coleta de material, descrição e interpretação das características do solo em campo. O perfil refere-se ao corte vertical que possibilita demonstrar a face do solo, permitindo a observação e interpretação dos horizontes e das camadas existentes. A visualização destes três elementos se encontra na Figura 1.

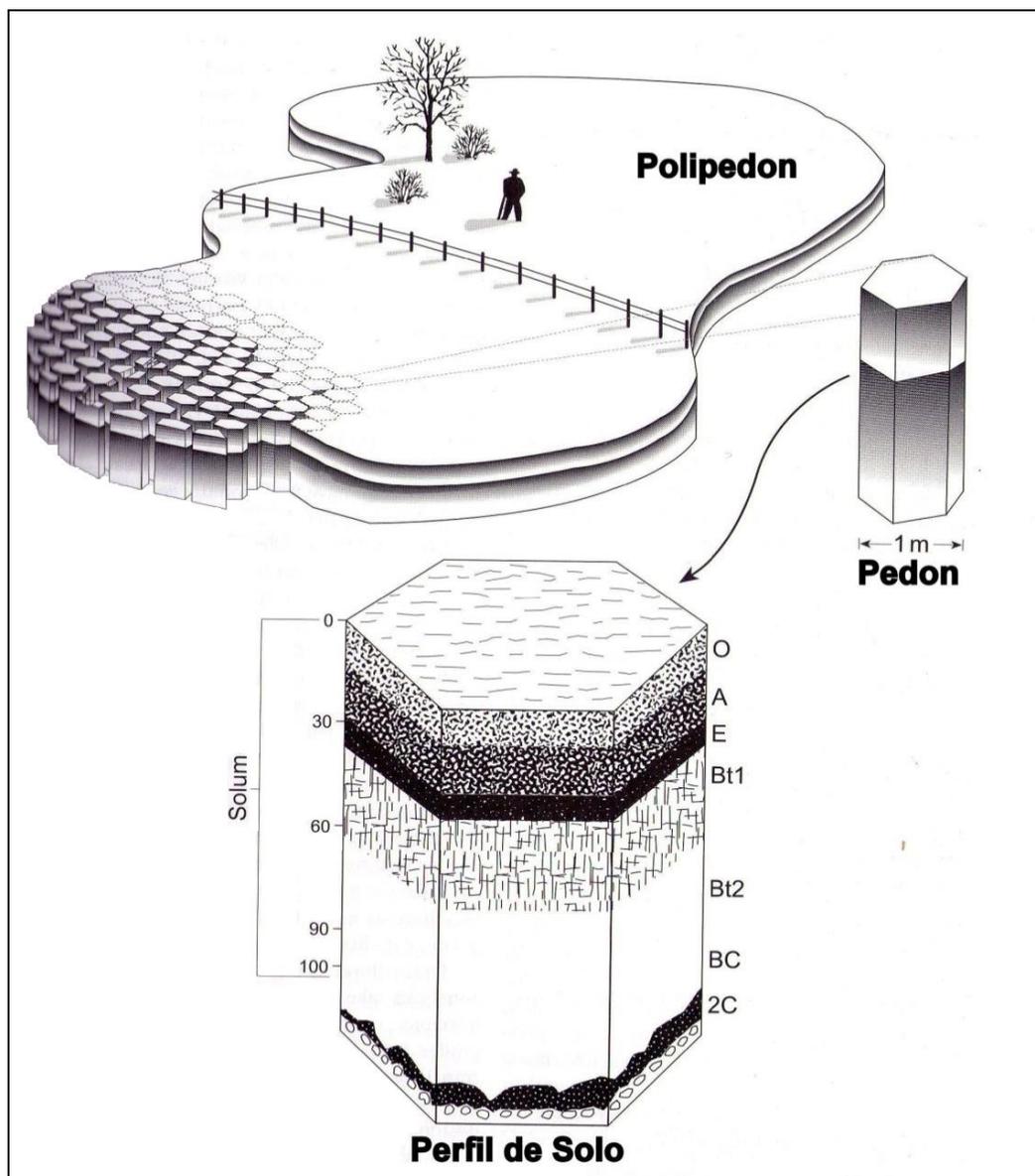


Figura 1: Unidades para análise de solos.
Fonte: Adaptado de Schaetzl e Anderson, 2005, p. 35.

Os horizontes identificados correspondem à divisão do perfil do solo, onde a influência dos fatores de formação do solo é perceptível e passível de identificação (SANTOS, 2005). Por outro lado, as camadas, também possíveis de serem observadas nos perfis de solo, não guardam influência dos fatores de formação do solo, podendo ser resultado da deposição alóctone do material.

De acordo com as interpretações realizadas em cada perfil e a associação com as características ambientais é que são delimitadas as unidades de mapeamento. Essas são subdivididas tomando por base fatores como: vegetação natural, declividade, relevo,

pedregosidade, rochividade e litologia, juntamente com a drenagem interna dos solos (PALMIERI e LARACH, 2000).

Em função do grau de detalhamento do levantamento, a unidade de mapeamento pode apresentar mais de um tipo de unidade taxonômica². Explica-se que, no produto cartográfico, a unidade de mapeamento é representada pela classe ou unidade taxonômica que se configura dominante na área. Em função do exposto, em uma unidade de mapeamento, as unidades taxonômicas podem ser categorizadas de acordo com IBGE (2007) e Resende *et al.* (2007) da seguinte forma (Quadro 1)

Quadro 1: Categorias de unidades taxonômicas

Tipo de unidade:	Características:
Unidade Simples	Corresponde a unidade de mapeamento onde é apresentada somente uma unidade taxonômica. Outras classes podem aparecer em caráter de inclusão.
Associação de solos	Na associação de solos verifica-se a junção de unidades taxonômicas, cujo limite entre ambas pode ser nítido ou pouco nítido. Apresentam ocorrência conjunta na paisagem. Caso seja realizado um levantamento de maior detalhe, estas classes podem ser individualizadas. Cada solo representa mais de 20 % da unidade mapeada. A associação ocorre principalmente pela necessidade de realização de generalização cartográfica, pela escala de mapeamento e pelo padrão de ocorrência de solos em determinada área. Ao se realizar as descrições das unidades da associação de solos, a porcentagem de ocorrência de cada solo deve ser especificada.
Complexo de Solos	Refere-se à associação de solos, contudo, mesmo ocorrendo o mapeamento mais detalhado, as classes não podem ser individualizadas, visto os distintos padrões de ocorrência na paisagem. Os solos são diferentes, com limites pouco nítidos, impossibilitando sua individualização para mapeamento.
Grupo Indiferenciado	Corresponde a combinação superior de duas classes de solos cujas semelhanças morfológicas e genéticas são altas, o que dificulta sua individualização.
Inclusão de Solo	Corresponde à ocorrência de diferentes solos em uma mesma unidade de mapeamento, ocupando menos de 20% da área da unidade de mapeamento.
Tipos de Terreno	Corresponde a item especial, visto não ser caracterizado especificamente como classe de solo.

Fonte: Adaptado do IBGE (2007) e Resende *et al.* (2007).

² A unidade taxonômica refere-se à união de características e propriedades do solo determinadas através do conhecimento dos pedons e dos polipedons. Corresponde à unidade de classificação com características mais homogêneas (IBGE, 2007).

Outro fator a ser observado nos levantamentos pedológicos refere-se às fases de unidades de mapeamento. As fases correspondem a um recurso utilizado cuja função é indicar mudanças ocorridas no meio físico, assim como na morfologia e no comportamento dos solos para a finalidade de uso e manejo. Desta forma, facilita a subdivisão das unidades de mapeamento, de acordo com elementos que têm influência no uso do solo, tais como a vegetação, profundidade, pedregosidade, rochosidade, erosão, drenagem, relevo ou qualquer outra qualidade importante para os objetivos do levantamento (EMBRAPA 2006, IBGE, 2007).

Para a realização do levantamento deve ser definido qual método de prospecção que deverá ser utilizado. Os métodos de prospecção objetivam a coleta de dados, descrição das características dos solos em campo e identificação entre os limites das unidades de mapeamento existentes (RESENDE *et al.*, 2007). O IBGE (2007) afirma que os métodos de prospecção podem ser do tipo transecções, áreas piloto, topossequência, sistema de malhas e caminhamento livre (Quadro 2).

Quadro 2: Métodos de prospecção para a realização de levantamentos pedológicos.

Método:	Características:
Transecções	Estabelecem as observações por meio de traçados previamente delimitados, visando à identificação de características de variação da paisagem (geologia, geomorfologia, vegetação, hidrografia, uso do solo). As transecções são realizadas em intervalos regulares, ou, na medida em que se note alteração das classes de solos, ou alterações de características relevantes para o mapeamento.
Áreas Pilotos	Caracterizada como método de prospecção para mapeamentos de ordem genérica, pois se realiza uma investigação detalhada de uma pequena área representativa, que é extrapolada para o restante da região.
Topossequências	Neste método de prospecção correlaciona-se os solos com a geomorfologia. É utilizado principalmente para levantamentos pedológicos de maior detalhe.
Sistema de Malhas	As coletas, observações de campo e a pesquisa da variabilidade de solos são realizadas em espaços definidos conforme uma malha que abrange toda a região trabalhada. É mais utilizada para levantamentos pedológicos de maior detalhe que têm como objetivo subsidiar projetos de uso intensivo do solo.
Caminhamento Livre	Os pontos de estudo são definidos em locais representativos, através do conhecimento da área tanto por trabalhos de campo, quanto por interpretação de fotos aéreas, imagens e outros.

Fonte: Adaptado do IBGE (2007).

O número de observações dos solos (análises de perfis, tradagens e abertura de trincheiras, etc.) em um levantamento pedológico deve ser realizado de acordo com a objetivo do mapeamento. Portanto, é determinado pela escala do mapeamento, a finalidade do levantamento, a extensão da área mapeada e a diversidade dos geoambientes existentes na área.

Como material base para realização dos levantamentos pedológicos, destacam-se mapas básicos, referentes às características do meio ambiente, como mapas de geologia, geomorfologia, hipsometria, declividade, entre outros, além de imagens de satélites e fotos aéreas.

2.1.2 - Tipos de levantamentos pedológicos:

Normalmente os levantamentos variam de acordo com a função e o grau de detalhamento necessário. Desta forma, cada tipo de levantamento resulta em um mapa específico (LEPSCH, 2002, RESENDE *et al.*, 2007).

Ranzani (1969) citando a *Soil Survey Staff* (1951) realiza a divisão dos levantamentos pedológicos em dois tipos: os de reconhecimento e os detalhados. Palmieri e Larach (2000) e Resende *et al.* (2007), por sua vez, afirmam que os levantamentos pedológicos podem ser definidos em dois grandes conjuntos: autênticos ou originais e os compilados. Estes conjuntos apresentam divisões em categorias, desta maneira, o conjunto de levantamentos autênticos ou originais subdivide-se em cinco categorias de levantamentos (RESENDE *et al.*, 2007):

- Exploratório
- Reconhecimento (intensidade baixa, média e alta)
- Semidetalhado
- Detalhado
- Ultradetalhado

As categorias se diferem principalmente em função da variação da escala de mapeamento e, conseqüentemente, do grau de detalhamento conferido. O segundo grande conjunto de levantamentos equivale aos levantamentos compilados cuja divisão corresponde:

- Generalizados
- Esquemáticos

O IBGE (2007) classifica os principais tipos de levantamento pedológicos como Exploratório, Reconhecimento, Semidetalhado, Detalhado, Ultradetalhado e Esquemáticos.

Lepsh (2002) corrobora com as divisões realizadas pelo IBGE (2007) e acrescenta mais um tipo de levantamento equivalente aos levantamentos pedológicos interpretativos. Neste trabalho optou-se pelo uso da classificação de Resende *et al.* (2007), sendo os principais tipos de levantamentos sintetizados conforme o Quadro 3.

Quadro 3: Levantamentos Pedológicos

Tipos de Levantamentos Pedológicos	Características Principais	Unidades de Mapeamento	Escala de Mapeamento	Observações em Campo
<i>Exploratório</i>	Apresenta menor grau de detalhe. Utilizado normalmente para o estudo de grandes porções territoriais com o objetivo de obter informações qualitativas sobre os solos.	A área mínima mapeável correspondendo ao intervalo de 22,5 km ² a 250 km ² . As unidades de mapeamentos são heterogêneas, visto que as mesmas apresentam diversas associações de solos.	1:750.000 a 1:2.500.000	Observações dos perfis realizadas em campo devem apresentar pontos pré-estabelecidos e realizado coletas com grande espaçamento, ou seja, entre uma amostra e outra a distância pode ser grande.
<i>Reconhecimento</i>	Função de subsidiar projetos de estimativa de potencial agrícola e não agrícola dos solos. Utiliza-se de dados tanto qualitativos quanto semi-quantitativos.	As unidades de mapeamento são mais homogêneas quando se compara ao levantamento exploratório.	1:100.000 a 1:750.000	Observações realizadas devem ser regulares, ou, em todas as mudanças nos padrões dos solos.
<i>Reconhecimento de Baixa Intensidade:</i>	Este nível de reconhecimento é destinado a auxiliar na identificação dos recursos potenciais do solo	Os limites entre as unidades de mapeamento são delimitados por padrões contidos nas imagens utilizadas, além das observações realizadas em campo.	1:250.000 a 1:750.000.	As amostras para a descrição dos solos devem ser elaboradas em cada componente da associação existente e devem ser coletados, amostras extras dos horizontes superficiais e subsuperficiais dos solos.

Tipos de Levantamentos Pedológicos	Características Principais	Unidades de Mapeamento	Escala de Mapeamento	Observações em Campo
<i>Reconhecimento de Média Intensidade</i>	É mais detalhado do que o levantamento de baixa intensidade. Auxilia no planejamento de áreas menores, tanto na escala de município quanto na escala de bacia hidrográfica, assim como projetos de uso e ocupação e consequentemente planejamento dos solos, zoneamentos agroecológicos, além de auxiliar em levantamentos pedológicos mais detalhados.	As unidades de mapeamento encontradas podem ser simples, somente uma classe de solo, ou podem comportar até quatro classes de solos na mesma unidade.	1:100.000 a 1:250.000	A frequência das amostras corresponde a um perfil por unidade de mapeamento.
<i>Reconhecimento de Alta Intensidade</i>	Auxilia em informações para áreas de menor extensão territorial, fornecendo informações básicas, porém precisas para projetos referentes ao manejo e conservação dos solos. Daí sua grande utilização para estudos de impacto ambiental.	As unidades de mapeamento são compostas tanto por unidades simples quanto em associação de até três subcomponentes.	1:50.000 a 1:100.000	Em todas as classes de solos encontradas na área pesquisada devem ser elaborados a descrição completa do perfil de solo.
<i>Semidetalhado</i>	Utilizado para áreas de menor extensão, é utilizado como fonte de dados para caracterizar áreas com maior potencial de uso intensivo da terra, planejamentos ambientais gerais de usos e conservação do solo, projetos de colonização, loteamentos rurais, estudos de microbacias, e estudos para engenharia civil.	As unidades de mapeamento abarcam unidades simples, complexas e associações, apresentando relativa homogeneidade das características dos solos.	1:25.000 até 1:50.000	Necessita de vasto trabalho de campo e os resultados são diretamente utilizados para a classificação do tipo de manejo que será utilizado na área. As classes de solos são identificadas no campo através de observações entre pequenos intervalos dentro de áreas que apresentam padrões diversificados.

Tipos de Levantamentos Pedológicos	Características Principais	Unidades de Mapeamento	Escala de Mapeamento	Observações em Campo
Detalhado	Estes levantamentos objetivam obter informações de pequenas áreas, o que auxilia em decisões localizadas, em que se pressupõe o uso intensivo do solo. IBGE (2007) ainda determina que os levantamentos detalhados auxiliam projetos conservacionistas principalmente na fase executiva, configuram-se como a base necessária para projetos de irrigação, drenagem e interpretações para projetos de engenharia civil.	Ocorre bastante homogeneidade entre as unidades de mapeamento identificadas. Normalmente são simples, bastante homogêneas. São admitidas 15% de inclusões de outros solos em cada unidade mapeada.	1:10.000 a 1:25.000	O trabalho realizado em campo é intenso com amostragens densas de solos. As classes determinadas em campo são identificadas através de observações sistemáticas.
Ultradetalhado	Destina-se a áreas de pequena extensão, englobando parcelas experimentais, áreas residências e industriais, além de subsidiarem projetos de áreas agrícolas, que apresentam sistemas agrícolas sofisticados. Auxilia principalmente no planejamento e localização de pequenas áreas de exploração.	As unidades de mapeamento identificadas são separadas com pouquíssimas variações, e utiliza-se da fase de série de solos, apresentando subdivisões quando necessário, para distinção de pequenas variações entre classes.	Menor que 1:10.000	O método de prospecção utilizado corresponde ao sistema de malhas, haja visto, a necessidade de maior detalhe.

Fonte: Adaptado de IBGE (2007) e Resende *et al.* (2007).

2.1.3 - Etapas para o levantamento pedológico:

Para a realização dos levantamentos pedológicos são necessárias duas etapas principais: etapa de campo e etapa de gabinete. O IBGE (2007) detalha as etapas do levantamento de acordo com a tipologia da paisagem/área que será mapeada:

- Áreas desenvolvidas, atendidas de forma considerável por sistema rodoviário, regiões agrícolas, cerrados e campos abertos.
- Áreas florestais densas, com difícil acesso (poucas estradas e vias fluviais).
- Áreas montanhosas, não viáveis para o uso agropecuário, áreas de reservas indígenas, preservação ecológica e áreas de exploração extrativista.
- Áreas temporária ou permanentemente inundadas (os mangues, várzeas inundáveis, planícies costeiras, o pantanal, os igapós, entre outras).

Ranzani (1969) divide as etapas do levantamento em quatro formas básicas: identificação, classificação, mapeamento e interpretação dos resultados. Cumpre mencionar que não existe um limite específico entre essas etapas.

a) Etapa de Identificação:

Corresponde no uso das informações obtidas em campo, juntamente com análises de laboratório para identificar as principais características do solo de acordo com a finalidade do levantamento realizado.

Nos procedimentos de campo, os solos são previamente delimitados em função de sua inserção na paisagem, tomando por base as características geomorfológicas, geológicas e vegetacionais. Após a delimitação previa é realizada a descrição de perfis de solo em porções representativas da classe de solo na paisagem. Desta maneira é realizada a análise morfológica do solo, a coleta de informações a respeito da paisagem de inserção e coleta de material de cada horizonte para análise laboratorial. Em algumas situações, as características primordiais para a classificação dos solos são identificadas somente em campo.

b) Classificação:

Nesta etapa é realizada a organização das informações pré-identificadas em campo e em laboratório. Desta forma, em razão das características da paisagem e dos solos, faz-se a classificação final dos solos.

c) Mapeamento:

O mapeamento resulta na etapa de delimitação de padrões espaciais de ocorrência das classes do solo. Resende *et al.* (2007) afirmam que o mapa é a maneira mais eficaz e simples de demonstrar a espacialização de um fenômeno geográfico.

Os levantamentos pedológicos geram unidades de mapeamento de solos, que podem ser compostas por somente uma classe de solo, com associação de solos, ou com inclusão dos mesmos.

d) Interpretações:

Consiste na interpretação das unidades de mapeamento identificadas de acordo com o objetivo específico procurado. Assim, um levantamento pedológico pode ser utilizado para interpretações agrícolas e não agrícolas.

Após o levantamento pedológico realizado cabe sua interpretação de acordo com a finalidade pretendida. Dentro desta perspectiva, neste trabalho o levantamento pedológico será utilizado a fim de subsidiar a interpretação da aptidão agrícola das terras.

2.2 - Aptidão agrícola das terras:

Uma das formas de interpretação do levantamento de solos consiste na avaliação das potencialidades agrícolas de determinada área ou avaliação da aptidão agrícola das terras. Weill (1990) considera os levantamentos dos recursos naturais juntamente com a avaliação das terras como importantes instrumentos para o planejamento do uso do solo e, conseqüentemente, para o planejamento ambiental.

Para a FAO (1976), a avaliação das terras corresponde ao processo no qual o desempenho das terras é estimado em função de propósitos específicos. Desta maneira, engloba elementos relacionados à interpretações de levantamentos e estudos de características ambientais como a geomorfologia, pedologia, vegetação, clima, entre outros. Com isso, é possível comparar os usos dos solos mais promissores em função do objetivo da avaliação. Neste sentido, a avaliação de uma área compreende o processo de interpretação, baseado em aspectos ambientais, características dos solos e da probabilidade de melhoramento das terras.

Ramalho Filho e Pereira (1999) apontam que o conhecimento da aptidão de terras é de suma relevância para o uso adequado do ambiente, evitando o uso exaustivo dos recursos naturais. Logo, a necessidade de um correto planejamento agrícola, assim como uma correta

classificação e avaliação da aptidão agrícola, favorece a manutenção da qualidade ambiental de determinada área, minimizando os impactos negativos (NAIME *et al.*, 2006).

Pereira *et al.* (2006) abordam que, geralmente, o uso do solo que determinada região apresenta, não condiz com a efetiva aptidão agrícola da área. Esta divergência entre o uso efetivo e o verdadeiro potencial das terras, resulta na degradação do ambiente. Face ao exposto, a realização de uma correta interpretação dos resultados oriundos dos levantamentos de solos, é necessária para uma efetiva avaliação ambiental. De acordo com Lepsch (1991, p.13), o “uso adequado da terra é o primeiro passo em direção à agricultura correta”.

Ainda segundo Lepsch (2002), os solos são classificados com o intuito de estabelecer o conhecimento a respeito do ambiente em que se encontram, e assim estabelecer aplicações e objetivos práticos e teóricos.

As interpretações tomam por base classificações técnicas existentes cuja finalidade é definida antes do levantamento. Desta forma, em função do levantamento pedológico realizado e, conseqüentemente, do seu grau de detalhamento, é que se inicia o processo do levantamento da aptidão agrícola das terras. Nessa perspectiva, diversos são os elementos necessários para a caracterização da aptidão agrícola de uma área, assim como elementos ambientais, sociais e econômicos. (RAMALHO FILHO e BEEK, 1995, IBGE, 2007).

Ressalta-se que a palavra terra, não corresponde somente as características dos solos em si, mas aos atributos físicos ambientais no qual esse se insere (WEILL, 1990; LEPSH, 1991; RAMALHO FILHO e BEEK, 1995). A FAO (1976) define o conceito de terra, como:

uma porção da superfície terrestre, cujas características englobam todos os atributos razoavelmente estáveis ou , presumivelmente, cíclicos da biosfera verticalmente acima ou abaixo desta área, incluindo aqueles da atmosfera, o solo, a geologia subjacente, a hidrologia, as populações de plantas e animais e os resultados da atividade humana, passada e presente, a medida que tais atributos exercem uma marcada influência nos usos, presente e futuro, da terra pelo homem. (p. 2)

Resende *et al.* (2007) afirmam existir diversos sistemas de avaliação da aptidão agrícola das terras, diferenciando de acordo com os objetivos e o grau de detalhamento do levantamento de solo.

Atualmente, as classificações técnicas de aptidão agrícola de maior uso correspondem à avaliação de capacidade de uso e à metodologia desenvolvida pela FAO³ adaptada pela Embrapa e intitulado Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras (RAMALHO FILHO e BEEK,1995). Essas duas classificações apresentam suas especificidades, sendo que ambos podem ser adaptados em função da escala do mapeamento realizado.

³ Food and agricultural Organization.

Ramalho Filho e Pereira (1999) também destacam outros métodos de avaliação das potencialidades dos solos. Esses correspondem à Classificação de Terras para a Irrigação do USBR⁴ e à avaliação das potencialidades através dos métodos paramétricos. Esses métodos visam compreender os fatores agrícolas que interferem no desempenho do sistema de uso da terra, tomando por premissa uma análise quantitativa (RAMALHO FILHO e PEREIRA, 1999). Para essa metodologia, condições e parâmetros são ponderados em função dos efeitos sobre a produção e sobre as culturas (RIBEIRO, 1982, apud RAMALHO FILHO e PEREIRA, 1999).

Weill (1990) reconhece quatro principais tipos de classificação de aptidão: qualitativa, quantitativa, atual e potencial. A classificação qualitativa corresponde à avaliação da aptidão sem cálculos específicos, baseando em parâmetros qualitativos, sendo a mesma realizada de forma generalizada. As terras são avaliadas em seu potencial físico, e as questões socioeconômicas não são aprofundadas. Por outro lado, na classificação quantitativa as classes são diferenciadas em função de atributos numéricos. Geralmente utiliza-se de critérios econômicos. A classificação atual, por sua vez, corresponde à aptidão para uso imediato, sem constante melhoramento das terras. Já a classificação potencial corresponde à aptidão para um uso específico, visando o melhoramento das terras, em um tempo futuro.

Para Lepsch (2002), uma classificação técnica acontece quando um sistema de classificação distingue grupos de indivíduos para fins específicos e, assim, objetiva aplicações de caráter prático. Burrough (1976), citado por Ramalho Filho e Pereira (1999), afirma existir duas categorias gerais para a avaliação do potencial das terras. Estas correspondem à avaliação para fins generalizados (a variável socioeconômica não está incluída) e avaliação para fins específicos, na qual os dados de meio físico e socioeconômico são parâmetros para a avaliação das potencialidades das terras. Neste grupo se enquadra o Sistema de Avaliação de Aptidão Agrícolas das Terras (RAMALHO FILHO e BEEK, 1995).

Nacionalmente, os levantamentos pedológicos com a interpretação para avaliação das terras apresentaram como marco inicial o trabalho denominado “Um sistema de classificação de capacidade de uso da terra para levantamentos de reconhecimento do solo” realizado por Bennema *et al.*(1964). Neste trabalho, a aptidão agrícola das terras consistiu na avaliação da aptidão, abarcando quatro classes, referentes a lavouras de ciclos curtos e longos, em diversos sistemas de manejo (RAMALHO FILHO e BEEK, 1995, RAMALHO FILHO e PEREIRA, 1999, ESPÍNDOLA, 2008). Conforme afirmam Ramalho Filho e Beek (1995), esta

⁴ United States Bureau of Reclamation.

metodologia foi um marco inovador, já que procurava atender regiões com condições agrícolas menos desenvolvidas, em que os diversos níveis de manejo (níveis tecnológicos), coexistiam em pequenas extensões territoriais.

Após o lançamento dos estudos de Bennema *et al.*, o sistema passou por diversas adaptações. De acordo com Ramalho Filho e Pereira (1999), foi em função das contribuições de trabalhos desempenhados ao longo do território nacional que o sistema se readaptou.

Foi com o desenvolvimento destes trabalhos que a metodologia de avaliação de aptidão agrícola das terras foi absorvendo complementações. Com todos os ajustes realizados, atualmente a metodologia supracitada se encontra na terceira versão desenvolvida por Ramalho Filho e Beek (1995).

Uma das vantagens do sistema de avaliação da aptidão agrícola corresponde ao uso de variáveis referentes a níveis de manejo. Estes permitem demonstrar que o potencial de uso de um solo é variável em função do capital e tecnologia empregados (RAMALHO FILHO e BEEK, 1995; RESENDE *et al.*, 2007). Desta forma, solos considerados praticamente improdutivos no nível tecnológico baixo, podem vir a apresentar alta produtividade no nível tecnológico alto (PEREIRA, 2002).

A classificação da aptidão é representada com seus três níveis de manejo no mesmo documento cartográfico, o que facilita o planejamento em escalas estaduais e regionais (RAMALHO FILHO e BEEK, 1995, RESENDE *et al.*, 2007). O entendimento do produto final, entretanto, pode ser extremamente complexo visto às diversas associações realizadas no mesmo mapa (SUPLAN, 1979).

Na metodologia de avaliação da aptidão agrícola das terras, o nível de manejo corresponde a uma importante variável de classificação, já que ocorre extrema diversidade no nível de emprego de capitais e tecnologias por parte dos agricultores em curtas extensões territoriais (RAMALHO FILHO e PEREIRA, 1999; RESENDE *et al.*, 2007). Ainda dentro da metodologia em questão, os níveis de manejo são representados pelas letras A, B e C, e podem ser caracterizados conforme descrito no Quadro 4:

Quadro 4: Classes de níveis de manejo.

Nível de manejo:	Características:
A	Agricultores com pouco capital para investir no melhoramento das terras e assim no aperfeiçoamento do manejo do solo. As técnicas agrícolas utilizadas refletem em pequeno nível técnico e cultural por parte dos agricultores. Por não empregar capital expressivo para o aperfeiçoamento da produção agrícola, as práticas são baseadas no trabalho braçal, no uso de implementos agrícolas simples, além do uso de tração animal.
B	Para este nível emprega-se uma taxa de investimentos modesta para o melhoramento dos solos e assim da produção agrícola. O capital intermediário existente é investido em pesquisas para o melhoramento das técnicas de manejo e conservação dos solos, entretanto, não ocorre uma aplicação intensiva de recursos nesta área. Conforme afirmam Ramalho Filho e Beek (1995), as práticas de manejo incluem procedimentos de calagem do solo, juntamente com adubação com fertilizantes NPK (nitrogênio, fósforo e potássio), possível mecanização do solo por tração animal, além do uso de maquinário para o preparo inicial do solo.
C	Este nível corresponde ao mais alto e intenso emprego de capital para o aperfeiçoamento das técnicas agrícolas, visando melhorias dos solos e, assim, maximizando a produção. Logo, é caracterizado por uma intensa aplicação de capital e pesquisas avançadas para manejo e aperfeiçoamento das condições de conservação do solo. O uso de maquinário é constante em todas as fases da produção agrícola.

Fonte: Adaptado de Ramalho Filho e Beek (1995), Resende *et al.* (2007).

Para o desenvolvimento do sistema de avaliação de aptidão agrícola das terras, primeiramente é realizada a delimitação da aptidão agrícola em seis grandes grupos (em uma escala de maior generalização). Nessa perspectiva, o grupo corresponde ao uso mais intensivo que pode ser realizado nos solos, apresentando divisão de 1 a 6, com sequência decrescente. Ou seja, o número 1 corresponde ao uso mais intensivo do solo, enquanto que o número 6 reflete o uso menos intensivo, que neste caso corresponde ao não uso das terras (áreas de preservação). Desta forma: "as limitações que afetam os diversos tipos de utilização, aumentam do grupo 1 para o grupo 6, diminuindo, conseqüentemente, as alternativas de uso e a intensidade com que as terras podem ser utilizadas" (RAMALHO FILHO e BEEK, 1995, p.10).

Os grupos 1, 2 e 3 apresentam-se aptos para lavouras, enquanto que o grupo 4 corresponde as áreas destinadas a pastagem plantada e o grupo 5 terras designadas tanto para a silvicultura, quanto para a pastagem natural. O grupo 6 refere-se a preservação natural, isto porque do ponto de vista agrícola, as mesmas não apresentam potencial para cultivos.

2.2.1 - Classes de aptidão agrícola:

“As classes expressam a aptidão agrícola das terras para um determinado tipo de utilização com um nível de manejo definido, dentro do subgrupo de aptidão” (RAMALHO FILHO e BEEK, 1995, p.12). As classes são o reflexo da intensidade com que as limitações existentes afetam os solos. Sendo assim, de acordo com a utilização indicada para as terras, ocorre o enquadramento em classes de aptidão definidas como boa, regular, restrita ou inapta.

Para o uso desta classificação, supõe-se que um solo apresente condições ideais de fertilidade, água e oxigênio, sem suscetibilidade erosiva, e que também não apresente impedimentos a qualquer tipo de mecanização. Este corresponde ao solo ideal hipotético, não existente na natureza. Para preconizar a metodologia, é definido o grau de limitação que afasta o solo real em relação ao solo ideal hipotético, ou seja, verificam-se quais as condições existentes nos solos em análise distanciam do solo hipotético com todas as condições mencionadas.

É desta forma que se analisam os parâmetros de deficiência de água, deficiência de fertilidade, deficiência de oxigênio (ou excesso de água), suscetibilidade à erosão e impedimento a mecanização. Ao avaliar esta diferença, as limitações existentes, é possível enquadrar os solos em suas potencialidades.

Ao se observar os cinco fatores limitantes, são consideradas características como “textura, estrutura, profundidade efetiva, capacidade de troca catiônica (CTC do solo), saturação de bases, teor de matéria orgânica, pH, além de fatores como temperatura, umidade, pluviosidade, luminosidade, declividade e cobertura vegetal” (RAMALHO FILHO E BEEK, 1995, p.23).

Na metodologia em questão, para cada parâmetro avaliado estabelece-se o grau de limitação do solo analisado, que pode ser nulo, ligeiro, moderado, forte e muito forte, conforme as características do solo a ser classificado se afastam daquelas do solo ideal (hipotético).

No geral, a metodologia apresenta como elemento básico os levantamentos pedológicos realizados, associados às características do meio físico, como relevo, clima e vegetação. Após a identificação das características dos solos como impedimento à mecanização, suscetibilidade erosiva, deficiência de oxigênio, de água e de fertilidade, é realizado um cruzamento qualitativo das variáveis ambientais, assim como dos níveis de manejo (RAMALHO FILHO e BEEK, 1995; RESENDE *et al.*, 2007; IBGE, 2007; CARMO, 2009), levando à classificação da aptidão agrícola das terras.

Resende *et al.* (2007) afirmam que, além da vantagem da adoção de níveis de manejo, essa metodologia ainda permite ajustes e modificações em função do aprimoramento e detalhamento dos estudos. Por outro lado, tal metodologia tem linguagem complexa e não foi trabalhada suficientemente junto aos produtores, visto que normalmente é realizada para grandes regiões, e não em pequenas propriedades.

Sobre o detalhamento da classificação, priorizando pequenos produtores, Carmo (2009) em seu trabalho relacionado à Comunidade de Agricultores do Entorno do Parque Nacional do Caparaó, relata a dificuldade do método de avaliação para áreas/propriedades de tamanho pequeno, visto as divergências encontradas entre a aptidão local (determinada pelos agricultores) e a aptidão condicionada pela classificação técnica. A autora relata que na área de estudo, os Latossolos são predominantes e os mesmos são ocupados principalmente pela cultura cafeeira. Entretanto, na avaliação técnica de aptidão agrícola, tais solos⁵ apresentaram aptidão regular e restrita para pastagem plantada, ou seja, pelo sistema correspondem a áreas inaptas para o plantio de café. Essa divergência pode ser explicada pelo grau de detalhamento do mapeamento.

Pereira (2002), em seu trabalho intitulado “Aptidão Agrícola das Terras e Sensibilidade Ambiental: Proposta Metodológica”, utilizou o modelo de avaliação da aptidão agrícola, associado ao conceito de sensibilidade ambiental. Para isso, o autor realizou adaptações da metodologia original incorporando novos parâmetros e estabelecendo “tabelas de critérios” para todos os atributos considerados na avaliação. Desta maneira, o autor trabalhou com os seguintes parâmetros: deficiência de nutrientes, toxicidade por alumínio, fixação de fósforo, deficiência de água, deficiência de oxigênio, suscetibilidade à erosão, impedimento à mecanização, índice climático, profundidade efetiva do solo, erodibilidade do solo, rochoso e/ou pedregoso. Os resultados demonstraram que, com o uso destas variáveis, a região pesquisada apresentou elevada potencialidade de uso.

Com maior detalhe, a metodologia foi utilizada em estudo de zoneamento de culturas e estudos sobre conflitos em relação ao uso do solo agrícola (ASSAD *et al.*, 2009). Neste trabalho, o uso do geoprocessamento facilitou a determinação da aptidão agrícola das terras, visto a facilidade de cruzamento dos dados obtidos. Por outro lado, o uso de tecnologias SIG resguarda problemas referentes às estimativas de fertilidade dos solos e disponibilidade hídrica (ASSAD *et al.*, 2009).

⁵ Que neste caso se tratava de LATOSSOLO AMARELO Distrófico húmico e LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico.

Em sua pesquisa, esses mesmos autores, sintetizaram os elementos necessários para a avaliação da aptidão agrícola das terras conforme Figura 2.

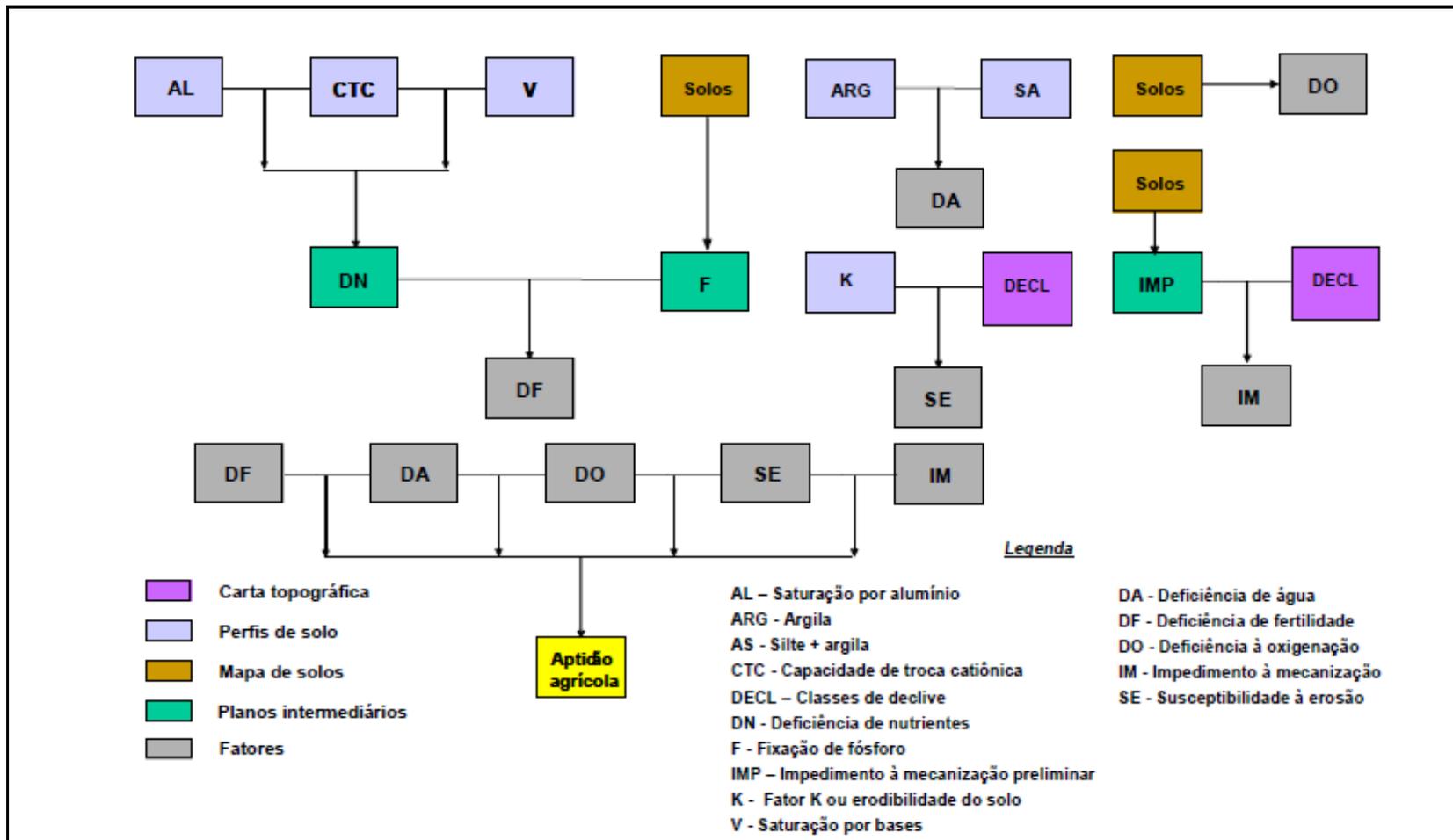


Figura 2: Síntese dos elementos para avaliação da aptidão agrícola.

Fonte: Assad *et al.*(2009).

Ramalho Filho e Pereira (1999) enfatizam que a avaliação de aptidão agrícola é importante por ser instrumento relevante para a realização de zoneamentos ambientais. Os mesmos autores ressaltam a necessidade do uso do solo de acordo com sua coerência ecológica, ou seja, os recursos naturais devem ser utilizados segundo sua aptidão, diminuindo e até mesmo evitando seu uso intensivo e a geração de alterações ambientais.

No geral, com uma correta avaliação, diversos impactos associados ao uso incorreto do solo podem ser minimizados ou mesmo suprimidos, ou seja, o uso agrícola do solo deve ser feito de forma a não alterar as dinâmicas ambientais existentes. Nessa perspectiva, há de se considerar os impactos provenientes do uso incorreto dos solos agrícolas.

2.3 - Impactos da agricultura no solo e no ambiente:

O modelo de produção agrícola nacional foi baseado na supressão da vegetação associada à intensa movimentação dos solos em razão da utilização de maquinários nas diversas etapas de produção (LESPCH, 2002). Atualmente, o uso desses implementos agrícolas continua significativo, embora cada vez mais se adote práticas agrícolas conservacionistas⁶ objetivando a manutenção da qualidade dos solos, bem como do ambiente como um todo.

Doran e Parkin (1994, *apud* CARNEIRO, 2010) consideram a qualidade do solo como *“a capacidade ou especificidade do solo de exercer várias funções, dentro dos limites do uso da terra e do ecossistema, para sustentar a produtividade biológica, manter ou melhorar a qualidade ambiental e contribuir para a saúde das plantas, dos animais e humana”* (p.7). Já a qualidade do ambiente corresponde a uma ideia mais abrangente, mas que pode ser sintetizada como o equilíbrio dos sistemas ambientais com a atuação mínima de impactos negativos em determinada área.

Lepsch (1991) categoriza quatro principais características dos solos que influenciam diretamente nas atividades agrícolas: a profundidade efetiva dos solos, a reserva de nutrientes, a capacidade de armazenamento de água e a erodibilidade dos mesmos. A profundidade dos solos influencia na agricultura de modo que algumas culturas só se adaptam a solos mais profundos devido, principalmente, o tipo de desenvolvimento radicular, enquanto outras

⁶Por práticas conservacionistas se entende práticas de uso do solo, que permitem a minimização da atuação da erosão. Didaticamente estas práticas podem ser divididas em: práticas de caráter edáfico, mecânico e vegetativo (LEPSCH, 2002).

culturas conseguem se desenvolver mesmo em solos mais rasos. Além disso, solos mais profundos costumam apresentar menor suscetibilidade a erosão⁷. A reserva de nutrientes, por sua vez, está relacionada aos elementos que podem servir de nutrientes tanto para as plantas, quanto para os microorganismos que habitam os solos. Já a capacidade de armazenamento de água está muito relacionada à presença de agentes cimentantes, à mineralogia e ao tipo de textura predominante nos solos – elementos que influenciam na estrutura e na porosidade dos solos – lembrando que a água retida nos solos é armazenada nos microporos. Por fim, cabe citar que a erodibilidade está relacionada às principais propriedades/características naturais dos solos que os tornam mais ou menos suscetíveis à erosão.

É comum o fato de características naturais de uma região não serem favoráveis ao plantio. Para tal, utiliza-se de técnicas de manejo que favoreçam a produção. Contudo estas técnicas normalmente alteram as características naturais dos solos, podendo desencadear uma série de processos degradantes.

Lepsch (2002) identifica as principais alterações ambientais resultantes da utilização dos solos para fins agrícolas como: retirada da vegetação natural, perda de biodiversidade, compactação e alteração da estrutura dos solos, erosão, assoreamento de corpos hídricos, perda de fertilidade dos solos, contaminação dos solos e do lençol freático e descaracterização de ecossistemas naturais. A fim de compreender os impactos gerados por essas alterações, as mesmas foram detalhadas a seguir.

2.3.1 - Supressão e substituição da vegetação natural:

A vegetação atua diretamente no modelado do relevo uma vez que a presença ou ausência da mesma age diretamente nos processos de vertente (infiltração e escoamento superficial) (Felippe *et al*, 2009). A presença de cobertura vegetal, além de minimizar a atuação dos processos erosivos, favorece a infiltração das águas e, conseqüentemente, a recarga de aquíferos hidrológicos (THORNES, 1990).

Entre as diferentes funções que a cobertura vegetal apresenta, uma das principais é a proteção que confere aos solos do impacto direto das chuvas, fenômeno conhecido como *splash*⁸ (BERTONI E LOMBARDI NETO, 1999). Ao encontrar barreiras conferidas pela cobertura vegetal, as gotas de chuva perdem velocidade. Desta forma, incidem sobre o solo

⁷ Essa afirmativa não leva em consideração parâmetros de textura e declividade, somente a espessura do solo.

⁸ Refere-se a erosão do solo ocasionada pelo impacto das gotas de chuva no solo. Este fenômeno ocorre com maior intensidade em solos onde a cobertura vegetal é ausente (GUERRA e GUERRA, 2001).

com menor impacto. Nesse sentido, a água apresenta um tempo maior para infiltrar no solo, favorecendo a infiltração e diminuindo a taxa de escoamento superficial da água. Ao criar barreiras que interceptam as gotas de chuva, a vegetação também beneficia a evaporação de parte da água antes mesmo de chegar ao solo (BERTONI e LOMBARDI NETO, 1999), dissipando parte da energia e amenizando a intensidade (BIGARELLA e MAZUCHOWAKI, 1985) e os impactos gerados pelas águas pluviais.

Junto com a interceptação das gotas de chuva, a vegetação influencia nos processos das vertentes limitando a ação das enxurradas e aumentando a umidade do solo (SELBY, 1985). Além disso, a cobertura vegetal proporciona o aumento da matéria orgânica e de húmus, o que resulta em solos mais porosos e aerados, facilitando a infiltração.

Quando a cobertura vegetal natural é retirada para a introdução de novos cultivos, o solo fica temporariamente descoberto e completamente suscetível à ação erosiva. A perda da camada superficial do solo, também contribui para o assoreamento dos corpos hídricos, uma vez que os sedimentos são depositados em cursos d'água alterando os parâmetros hidrológicos de vazão. Vale ressaltar que o aumento da carga sedimentar nos tributários contribui para a alteração da qualidade das águas, já que insere diretamente nos parâmetros de turbidez.

Também é importante destacar o impacto que tal alteração gera sobre a biodiversidade local, uma vez que tende a diminuir a diversidade de espécies, devido à substituição da vegetação natural por um único tipo de cultura.

Cabe salientar ainda que é muito comum a substituição de vegetações naturais mais densas (com porte arbóreo) por coberturas menos densas. Porém, quanto menos densa a vegetação, menor é a interceptação das gotas de chuvas. Sendo assim, é muito comum que nesses locais onde a cobertura vegetal natural foi substituída, os processos erosivos se tornem mais frequentes e/ou acelerados.

Outro aspecto de extrema relevância é a retirada de matas ciliares. Tal procedimento favorece o assoreamento dos corpos hídricos, o que por sua vez, pode alterar a qualidade e a vazão dos mesmos.

Por fim, cita-se ainda a retirada da vegetação dos topos de morro. Além de favorecer o escoamento superficial da água em detrimento da infiltração (intensificando novamente a ação erosiva da água), concomitantemente, dificulta a recarga dos níveis freáticos.

2.3.2 - Compactação dos solos:

Após a retirada da vegetação natural, os solos são trabalhados para a introdução de novos cultivos, para isso utiliza-se de maquinários agrícolas que interferem diretamente na qualidade dos solos e, conseqüentemente, do ambiente.

Em geral, a mecanização dos solos implica em pesadas arações associadas à gradagens constantes, tanto para o preparo do solo, quanto para o plantio efetivo. Tais processos refletem em perdas de material dos horizontes superficiais dos solos, pois os expõe a maior atuação dos agentes erosivos (ESPÍNDOLA, 2008).

O revolvimento do solo também favorece a compactação dos mesmos, pois muitas vezes é realizado por maquinaria pesada. Ao exemplificar as mudanças na estrutura do solo geradas pela compactação, Espíndola (2008) aborda que, embora a estrutura em blocos ocorra naturalmente no ambiente, as mesmas podem ser reorganizadas em função de compactações mecânicas, refletindo no adensamento das estruturas originais. O mesmo autor afirma que os atributos do solo e suas características morfológicas também podem ser modificados em função de fatores associados às práticas de manejo desenvolvidas.

As deformações da estrutura, ou das organizações elementares do solo, costumam alterar severamente o comportamento do sistema, modificando, por exemplo, suas condições de condutividade hidráulica, que afetam, por sua vez, diversas outras propriedades (ESPÍNDOLA (2008) p. 284).

Em sistemas agrícolas com predomínio de pastagens, a compactação do solo também ocorre, mas neste caso a causa é o constante pisoteio de animais. Inclusive, é muito comum em áreas de pastagem a presença de “terracetes”, feições originadas pelo pisoteio do gado em locais específicos ao longo da vertente. Colet (2006) considera o pisoteamento uma das grandes causas da degradação dos solos já que favorece a compactação.

A compactação diminui a porosidade dos solos o que, por sua vez, reflete em menores taxas de infiltração, bem como na permeabilidade e no armazenamento de água no solo. Lembrando que a água tem como uma de suas funções no solo, dissolver elementos químicos necessários ao desenvolvimento vegetal.

O crescimento vegetal também é prejudicado em solos compactados porque as plantas passam a ter dificuldades para penetrar suas raízes e assim capturar a água necessária ao seu crescimento (LESPCH, 2002). Por fim, cabe mais uma vez salientar que a diminuição da taxa

de infiltração favorece o maior escoamento superficial da água e, conseqüentemente, a atuação da erosão hídrica.

2.3.3 - Erosão:

A erosão é um processo natural de modelagem do relevo, que se configura em equilíbrio na natureza. Entretanto, o uso do solo para finalidades agrícolas pode alterar esse equilíbrio. Nessa perspectiva, quando a erosão é maior que a taxa de pedogênese, ocorrendo um desequilíbrio no sistema, define-se que a erosão passa a ser descontrolada ou acelerada – uma das principais alterações ambientais presentes em áreas agrícolas (MAFRA 1999; BERTONI e LOMBARDI NETO, 1999; LESPCH, 2002; ESPÍNDOLA, 2008).

Bertoni e Lombardi Neto (1999) e Lespch (2002) consideram a erosão acelerada uma das principais causas de depauperamento dos solos. Mafra (1999, p.307) complementa afirmando que *“o maior problema da erosão em terras com vocação agrícola consiste na eliminação da capa superficial do solo, importante por seu conteúdo em matéria orgânica e frações minerais finas, as quais garantem a nutrição indispensável ao crescimento dos vegetais”*.

Conforme já explicitado anteriormente, o revolvimento do solo para a produção agrícola aumenta significativamente as taxas erosivas em função da maior exposição do solo aos agentes externos. Devido ao revolvimento do solo, também pode ocorrer a formação de uma camada compactada e endurecida em subsuperfície em determinadas regiões (LEPSCH,2002).

Em regiões tropicais como o Brasil, é muito comum que os solos destinados à produção agrícola sejam deficitários em macro e micronutrientes, já que se trata de uma região onde a lixiviação⁹ é mais elevada. Segundo Bertoni e Lombardi Neto (1999), os nutrientes são adicionados/incorporados aos solos principalmente nas suas camadas superficiais. Desta forma, quando uma região com uso agrícola apresenta processos erosivos intensos, os nutrientes são perdidos juntamente com os sedimentos carreados. Neste contexto, merece destaque o nitrogênio (altamente solúvel), e o fósforo (facilmente incorporado às partículas mais finas e facilmente perdidas do solo). De acordo com Mafra (1999), em alguns

⁹ Empobrecimento químico dos solos devido à transferência de íons solubilizados para o lençol freático.

experimentos de campo, o material erodido continha uma taxa maior de nutrientes como fósforo e nitrogênio do que o próprio solo.

Outra importante alteração ocorrida em função do uso agrícola é a inversão das camadas do solo causada pela aração. Além disso, tal processo também pode levar a uma importante perda de matéria orgânica nos horizontes superficiais (ESPÍNDOLA, 2008), isso porque tende a elevar a quantidade de oxigênio no solo que, por sua vez, pode aumentar o número de organismos decompositores aeróbicos.

É importante esclarecer que a matéria orgânica funciona como um agente cimentante, logo, contribui para a formação e a estabilidade dos agregados dos solos. Sendo assim, a decréscimo da quantidade de matéria orgânica favorece a desagregação do solo e facilita a erosão. Além disso, partículas desagregadas diminuem a porosidade, conseqüentemente, retardam a infiltração, aumentando a erosão hídrica (decorrente do escoamento superficial da água).

Outro fator relevante da produção agrícola e que aumenta significativamente as taxas erosivas, é o plantio “morro abaixo”. Nesse sistema, a vegetação é plantada em formas de fileira no sentido do escoamento superficial. Este tipo de cultivo é extremamente impactante, pois a erosão é favorecida em função da declividade, da direção do fluxo de água e da retirada da vegetação.

Bertoni e Lombardi Neto (1999) demonstram que a variação da perda de solo também difere de acordo com o tipo de cobertura vegetal. Logo, uma área com vegetação arbórea apresenta 0,004 (t/ha) de perda de solo ao ano, enquanto uma área com pastagem apresenta uma perda de 0,4 (t/ha/ano) e com plantio de café 0,9 (t/ha/ano). Lespch (2002) calculou que, para o ano de 2001, cerca de um bilhão de toneladas de sedimentos de solos agrícolas foram perdidas por erosão.

2.3.4 - Assoreamento e poluição dos corpos hídricos:

Associado a perda das camadas superficiais do solo, vale ressaltar que esse material carregado pelos processos erosivos tende a se depositar nas porções mais baixas do relevo que muitas vezes corresponde aos cursos fluviais. Frequentemente o material erodido das áreas agrícolas apresenta grande concentração de nutrientes (como o nitrogênio), matéria orgânica, e sementes (LESPCH, 2002). Estes materiais associado ao uso intenso de defensivos

agrícolas, pode vir a contaminar a água dos cursos fluviais e, em larga escala, tal contaminação pode gerar até mesmo o processo de eutrofização¹⁰ das águas.

Os sedimentos oriundos dos solos erodidos também ocasionam o aumento da turbidez dos rios. Ao analisar a relação existente entre o cultivo de eucalipto, a erosão e a turbidez em duas bacias hidrográficas, Salgado e Magalhães Junior (2006) verificaram que durante o período de corte das árvores, juntamente com o período posterior ao corte, a turbidez da água aumentava consideravelmente em função da intensificação da atuação dos agentes erosivos. A turbidez, por sua vez, diminui a penetração da luz solar e altera a dinâmica dos ecossistemas aquáticos.

Com base no que foi exposto é possível concluir que a avaliação e interpretação das potencialidades dos solos são de extrema importância para a manutenção da qualidade ambiental dos locais onde os solos são utilizados para fins agrícolas, principalmente quando se trata da qualidade do solo e da água – elementos essenciais para a manutenção da vida, inclusive humana.

¹⁰Fenômeno ocasionado em razão do excesso de nutrientes nos corpos hídricos.

3 - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO:

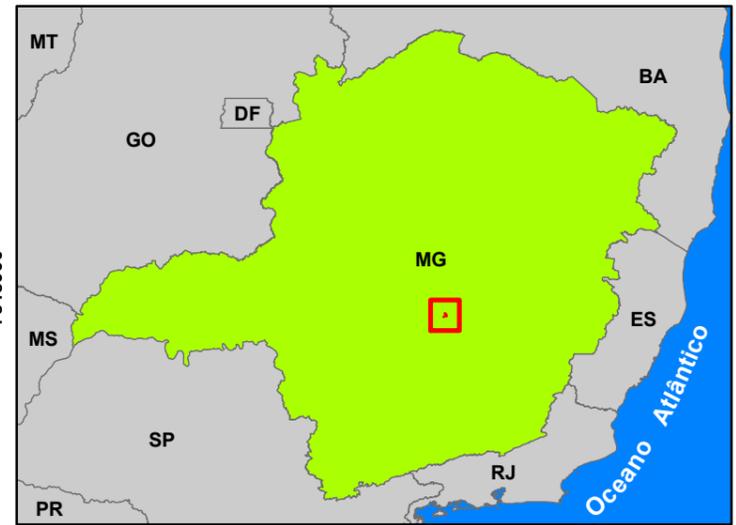
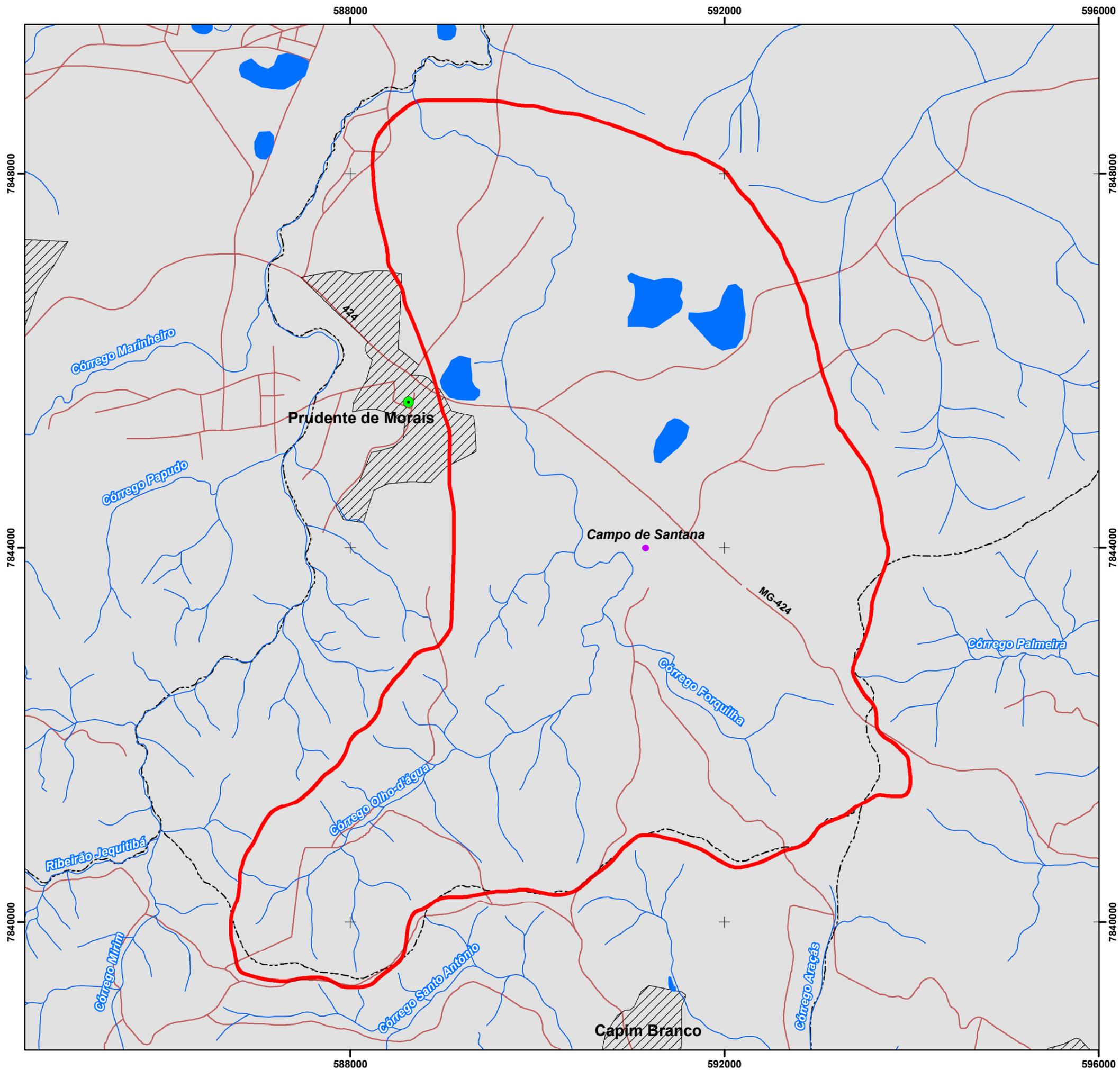
A área de estudo, que compreende a sub-bacia Córrego Olho d'Água, pertence à alta bacia do ribeirão Jequitibá, importante tributário do rio das Velhas. Com um total de área drenada de aproximadamente 40,32 km², a sub-bacia se insere predominantemente no território do município de Prudente de Moraes, localizado no estado de Minas Gerais (Figura 3).

Segundo IBGE (2009), em termos políticos e administrativos, a área pertence à Mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte e a Microrregião de Sete Lagoas. A sub-bacia pesquisada faz limite com os municípios de Sete Lagoas, Capim Branco e Matozinhos. Verifica-se na mesma a presença de um pequeno povoado denominado Campo de Santana (IGA, 1994).

Distando aproximadamente 51 km da capital Belo Horizonte, o acesso à área de estudo é realizado principalmente através da MG-424, sendo que, a localização da região nas proximidades de Belo Horizonte, favorece o fluxo de pessoas, assim como facilita o crescimento urbano da área, o que, desta forma, demonstra o aumento da pressão ambiental sobre o local.

Conforme afirma Chaves (2005), a bacia do ribeirão Jequitibá, e conseqüentemente a sub-bacia córrego Olho d'Água, apresentou processo de ocupação, caracterizado pelo uso exploratório intenso dos recursos naturais, ocorrendo principalmente a retirada da vegetação original substituída por práticas agrícolas marcadas pela monocultura. O mesmo autor refere-se à retirada da vegetação, principalmente, nas Áreas de Preservação Permanente, tais como topos de morro e margens de rios.

No âmbito agrícola, de acordo com o IBGE (2009), o município apresenta 38 ha destinados a lavouras permanentes, enquanto que 117 ha são destinados a lavouras temporárias.



Legenda:

- Localidade
- Sedes Municipais
- ~ Hidrografia
- Principais Vias
- ⬭ Limite Área de Estudo
- Área Urbana
- Limite Municipal
- Massa d'água

Figura 3 : Localização sub-bacia córrego Olho d'Água

Programa de Pós-Graduação em Geografia
IGC -UFMG



1:40.000



Base Cartográfica: Hidrografia, IGAM, 2011
Limite Municipal, IGA 2006
CPRM(2009)

Elaboração: Justine Bueno

3.1 Caracterização fisiográfica:

3.1.1 - Hidrografia:

A sub-bacia córrego Olho d'Água é formada pela união deste tributário juntamente com o córrego Forquilha. A região de cabeceira da bacia apresenta as nascentes do córrego Olho d'Água, inserida em uma cota altimétrica de aproximadamente 890 metros. Já no córrego Forquilha as nascentes são encontradas a uma altitude de 810 m. Ambas regiões de cabeceira são totalmente inseridas no município de Prudente de Moraes, assim como a foz que se encontra a uma cota altimétrica de 700 m, desaguando no ribeirão Jequitibá.

A sub-bacia se configura com características predominantes de regiões cársticas, com drenagem caracterizada pela presença de poucos tributários superficiais, em função do predomínio de circulação subterrânea, ocorrendo principalmente entre pontos de absorção e áreas de ressurgência (PROJETO VIDA, 1994b).

3.1.2 - Clima:

De acordo com IBGE (2002), o clima da área de estudo se configura como semi-úmido apresentando de 4 a 5 meses de seca, caracterizado com temperatura subquente média de 15° a 18°C em pelo menos um mês. Peel *et al.* (2007), referindo-se à classificação climática de Koppen, qualificam a área como clima de savana (Aw), apresentando o mês mais frio com temperaturas médias superiores a 18°C e precipitação pluvial anual considerada maior que a evapotranspiração (AYOADE, 2003).

Araújo *et al.* (2006) afirmam que, de acordo com a Organização Mundial de Meteorologia (OMM), em estudos climatológicos, dados de uma estação podem ser utilizados para áreas inseridas em um raio de 150 km. A área de pesquisa apresenta uma distância de aproximadamente 57 km da Estação de Sete Lagoas¹¹, por isso, os dados desta estação foram utilizados para a caracterização climática da área de estudo, sendo a estação climatológica de maior proximidade.

Observando a Figura 4 referente à temperatura média e a Figura 5 (precipitação total), nota-se que o clima da na região configura-se com medias mensais variando de 18° C nos meses de junho e julho, aumentando para 24° C nos meses de janeiro a dezembro. Quanto aos aspectos de precipitação, as maiores taxas são verificadas nos meses de janeiro e dezembro,

¹¹INMET, coordenadas -19,28 Longitude e 44,15 Latitude

com precipitações de 289 e 266 mm, respectivamente. Os meses com menor precipitação referem-se aos meses de junho a agosto, com precipitações de aproximadamente 10 mm.

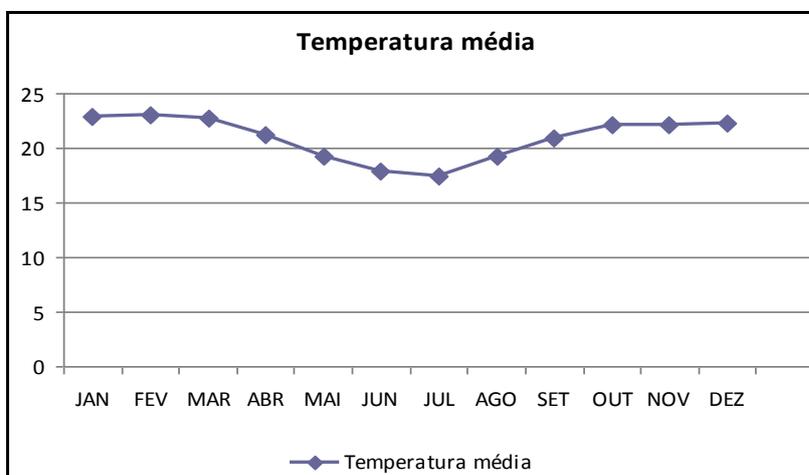


Figura 4: Temperatura média região sub-bacia córrego Olho d'Água
Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)
Normais Climatológicas (1961 a 1990) - Estação de Sete Lagoas.

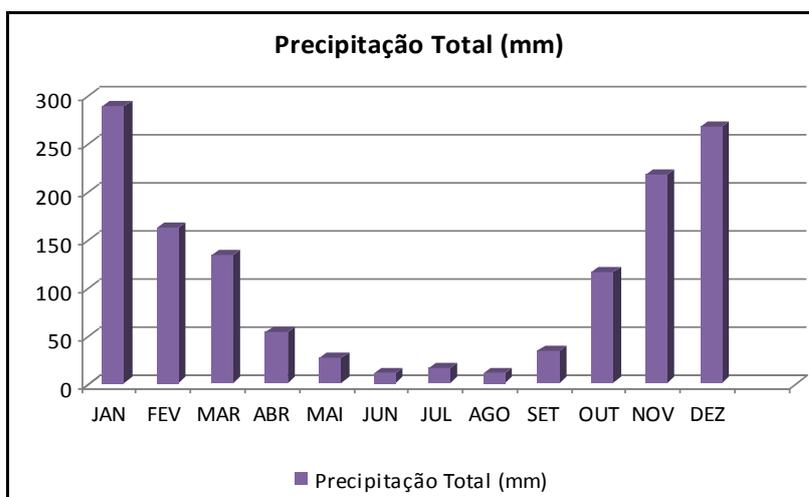


Figura 5: Precipitação Total região sub-bacia córrego Olho d'Água
Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)
Normais Climatológicas (1961 a 1990) - Estação de Sete Lagoas.

Nessa perspectiva, o balanço hídrico da estação de Sete Lagoas (Figura 6) demonstra que nos meses de dezembro a março ocorre um excedente hídrico, verificado principalmente no período chuvoso, iniciado no mês de setembro/outubro e percorrendo-se até o mês de março.

Em oposição, verifica-se um déficit hídrico principalmente nos meses de agosto e setembro, período em que ocorre um menor armazenamento de água no solo (Figura 6), onde

a evapotranspiração potencial supera a precipitação e, conseqüentemente, a taxa de infiltração no solo.

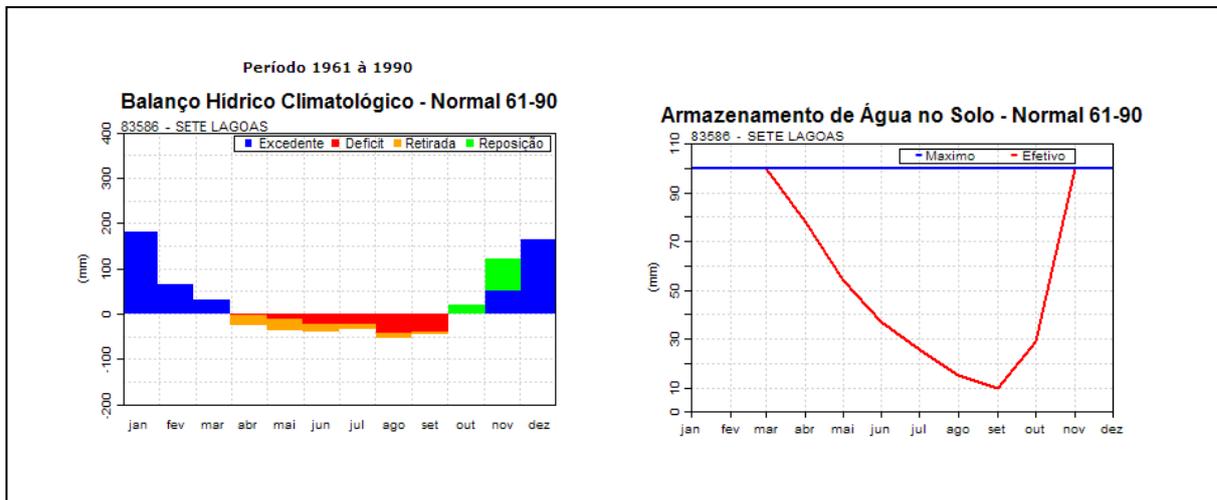


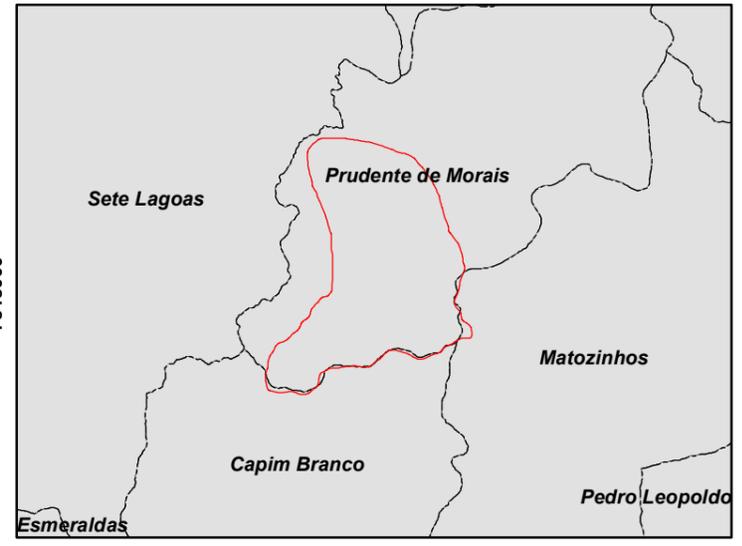
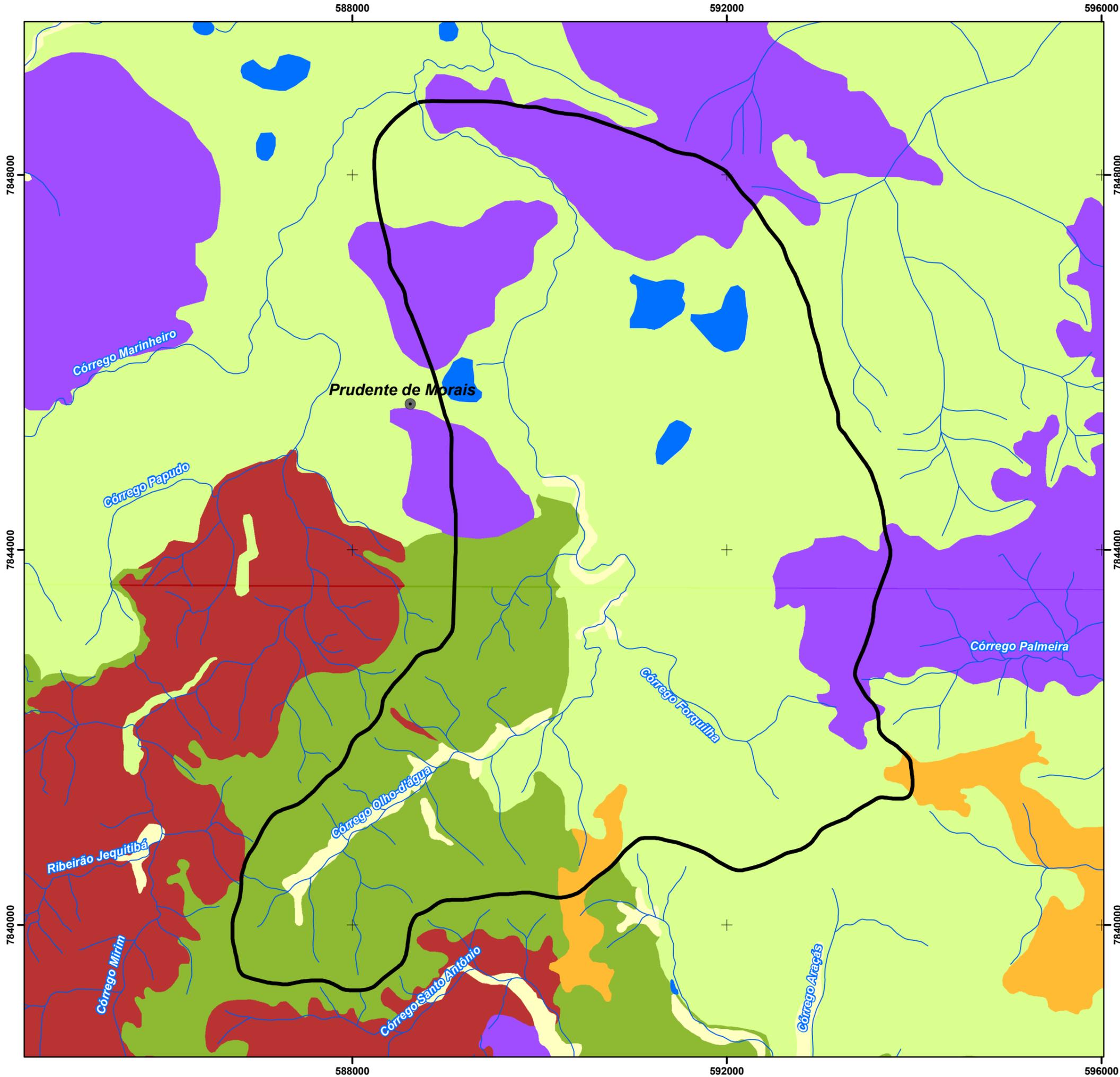
Figura 6:Balanço hídrico e armazenamento de água no solo estação de Sete Lagoas (1961-1990).

Fonte: http://www.inmet.gov.br/agrometeorologia/balanco_hidrico_climatico/.
Acesso dia 27/05/2011 .

3.1.3 - Geologia:

No âmbito da geologia, o IBGE (2006a) considera que a área de estudo encontra-se no domínio dos sedimentos arenosos e argilo-carbonáticos com grau metamórfico desde muito pouco até fraco, datados do Neoproterozóico. Por sua vez, o Projeto Vida (1994a) considera que a área de estudo encontra-se predominantemente sobre rochas do Grupo Bambuí, pertencentes ao Proterozóico Superior. Este é localmente dividido em Formação Sete Lagoas, (constituída por uma sequência de rochas carbonáticas, apresentando intercalações de níveis argilosos) abrangendo os Membros Lagoa Santa e Pedro Leopoldo, e a Formação Serra de Santa Helena.

Localmente, os aspectos geológicos abrangem seis principais unidades (CPRM 2009a, 2009b - Figura 7):



Legenda:

- Sedes Municipais
- ~ Hidrografia
- ▭ Limite Área de Estudo

Unidades Geológicas

Cenozóico

- Coberturas detrito-lateríticas ferruginosas
- Depósitos aluvionares

Neoproterozóico

- Membro Lagoa Santa
- Membro Pedro Leopoldo
- Formação Serra de Santa Helena

Arqueano

- Complexo Belo Horizonte

Figura 7 : Unidades geológicas sub-bacia córrego Olho d'Água

Programa de Pós-Graduação em Geografia IGC -UFMG

1:40.000

0 400 800 1.600 2.400 Metros

Base Cartográfica: Hidrografia, IGAM, 2011
Limite Municipal, IGA 2006
CPRM(2009a e 2009b)

Elaboração: Justine Bueno

3.1.3.1 Formação Sete Lagoas:

a) Membro Pedro Leopoldo:

Constituído por rochas metamórficas e sedimentares datadas do Proterozóico, que apresenta calcissiltito (calcários impuros, de coloração cinza com intercalações escuras), micrito e, em menor quantidade, calcarenito, marga, mármore calcítico e milonito.

b) Membro Lagoa Santa:

Este membro apresenta rochas sedimentares e metamórficas, datadas do Proterozóico e englobam, rochas como calcarenito (calcário cinza escuro a negro, com predominância de calcita) e calcissiltito e, em menor escala, marga, brecha sedimentar e milonito.

3.1.3.2 Complexo Belo Horizonte:

Na área de estudo, somente uma pequena parte se encontra sobre a unidade do Complexo Belo Horizonte, cuja predominância são de rochas metamórficas, gnaisses seguidos por granodiorito e migmatito com idade Arqueana.

3.1.3.3 Formação Serra de Santa Helena :

A formação Serra de Santa Helena apresenta rochas sedimentares datadas do Neoproterozoico, como folhelho, siltito e marga. Corresponde a uma sequência metapelítica, composta por metassiltitos e metaargilitos, normalmente com estratificação plano-paralela (PROJETO VIDA, 1994 a)

3.1.3.4 Depósitos Aluvionares:

Refere-se a sedimentos de idade Cenozóica, apresentando deposições como barras arenosas, dunas subaquosas, barras conglomeráticas, cascalheira e planície de inundação. Exibe sobretudo sedimentos inconsolidados. Encontra-se, em maior parte, na área de planície do alto córrego Olhos d'Água.

3.1.3.5 Cobertura Detrito-Lateríticas:

Apresentam rochas datadas do período Cenozóico constituídas por conglomerado oligomítico e Laterita.

3.1.4 - Geomorfologia e Pedologia:

Quanto à Geomorfologia, pode-se afirmar que, a área mapeada encontra-se regionalmente sobre duas grandes unidades de relevo. A região nordeste se insere na Depressão do Alto-Médio Rio São Francisco e a sudoeste, na unidade correspondente ao Planalto Centro-Sul Mineiro e Depressão de Belo Horizonte (IBGE, 2006b).

Localmente a área esta situada na unidade de Planaltos Cársticos, na Superfície Rebaixada de Lagoa Santa – Sete Lagoas, desenvolvida dentro da Depressão Sanfranciscana (PROJETO VIDA, 1994b).

Visto a predominância de ambiente de rochas carbonáticas, em função da atuação de diversos processos de modelagem do relevo, configuram-se na paisagem morfologias típicas de áreas cársticas. Assim, o relevo pode ser dividido em endocarste e exocarste, destacando feições como dolinas, uvalas, poljés, torres cársticas, escarpas e platôs, juntamente com feições formadas pelo endocarste (principalmente grutas). Concomitantemente, verifica-se na paisagem a presença significativa de relevos com morfologias de colinas com topos relativamente aplainados.

Sobre a cobertura pedológica, regionalmente e de acordo com IBGE (2001), nota-se principalmente a classe dos Argissolos Vermelhos, englobando especificamente associações de Argissolos Eutróficos, Latossolos Distróficos juntamente com Cambissolos Háplicos Tb Distróficos. Segundo Marques *et al.* (2010), a região apresenta as classes referentes aos Cambissolos Flúvicos Tb Eutróficos e Latossolos Vermelhos Distróficos.

Os Argissolos correspondem a solos que passaram pelo processo de podzolização, em que ocorre o transporte descendente da argila que se refere à retirada do horizonte A, acumulando-se no horizonte B. Os solos em que ocorre a movimentação da argila tornam-se geralmente mais susceptíveis à erosão em função da diferença de permeabilidade entre o horizonte A e o horizonte B.

Os Latossolos são solos muito intemperizados, apresentando horizonte B latossólico. São solos muito evoluídos e que possuem horizonte B espesso e composto, principalmente, por óxidos de ferro e de alumínio, em função da forte lixiviação ocorrida.

Os Cambissolos ocorrem principalmente associados a relevos mais movimentados, são solos constituídos de material mineral, apresentando horizonte B incipiente.

3.1.5 - Vegetação:

A vegetação da área é caracterizada por feições fitogeográficas predominantes de cerrado associada à vegetação de remanescente de matas. Ocorre a presença de vegetação ciliar nas margens dos tributários principais. A vegetação densa também é encontrada nas áreas dos topos de morro. Entretanto, a vegetação encontra-se fortemente antropizada, posto que a vegetação original, gradativamente foi substituída por atividades agrícolas. Deste modo, observam-se alguns resquícios de remanescentes florestais em algumas porções, associada à vegetação de capoeira, que é considerada uma vegetação secundária, que surge após o abandono de áreas cultivadas, que se instala onde as matas iniciais ou primárias foram desflorestadas (FERRI, 1980).

3.2 - Caracterização socioeconômica:

A sub-bacia córrego Olho d'Água encontra-se em sua maior totalidade inserida no município de Prudente de Moraes – MG. De acordo com dados do IBGE referente ao censo demográfico de 2010 (IBGE, 2010) a população deste município é de 9.573 habitantes, sendo que, 9.199 referem-se à população urbana e 374 a população rural. Neste município, segundo dados da prefeitura¹², a pecuária é umas das principais atividades econômicas. Alvarenga *et al.* (2009) reafirmam a característica da região central do estado de Minas Gerais como uma importante bacia leiteira e de corte, e segundo dados do IBGE (2006), dos grupos de atividades econômicas presente no município, o número de estabelecimentos agropecuários destinados à pecuária é o de maior ocorrência (Tabela 1). Associada à pecuária verifica-se a produção agrícola, relacionada ao cultivo de amendoim, arroz em casca sequeiro, cana de açúcar, café, laranja, feijão, mandioca e milho. Geralmente, a atividade agrícola é complementar à pecuária, e os produtores apresentam baixo nível tecnológico (ALVARENGA *et al.*, 2009).

¹² Disponível em <http://www.prudentedemoraes.mg.gov.br>. Acesso dia 15/03/2012.

Tabela 1: Atividades agrícolas no município de Prudente de Morais

Grupos de atividade econômica	Numero de estabelecimentos agropecuários (unidades)	Porcentagem
Lavoura temporária	16	23,19
Lavoura permanente	1	1,45
Horticultura e floricultura	3	4,35
Sementes, mudas e outras formas de propagação vegetal	-	-
Pecuária e criação de outros animais	44	63,77
Produção florestal - florestas plantadas	3	4,35
Produção florestal - florestas nativas	1	1,45
Pesca	1	1,45
Aquicultura	-	-
Total	69	100

Fonte: Censo Agropecuário IBGE, 2006 – Município Prudente de Morais-MG.

A pecuária, seguindo a tendência de todo o município, corresponde a uma importante atividade agrícola presente na sub-bacia. Alguns proprietários utilizam as terras para a criação de bovinos e vendem a produção leiteira para grandes empresas (informação verbal)¹³. Geralmente, estes pequenos produtores costumam utilizar as terras em sua condição natural. Observa-se, também, a presença de pequenos agricultores que destinam sua plantação a subsistência (agricultura familiar).

Em adição, nota-se na região a presença de cultivo de plantas forrageiras destinadas a alimentação do rebanho, sendo o preparo do solo realizado através do revolvimento do mesmo (arado e gradagens), e com plantação em curvas de nível. Tal fato indica um maior teor de investimentos tecnológico e econômico na produção, o que reflete em produtores com investimentos tecnológicos mais avançados.

¹³ Informação fornecida por Geraldo Magela Martins, caminhoneiro que transporta leite para grandes indústrias de laticínios, em conversa informal, dezembro de 2011.

4 - MATERIAL E MÉTODOS:

Os procedimentos metodológicos para a realização deste estudo foram divididos em três etapas definidas como: Etapa de Gabinete, Etapa de Campo e Etapa de Síntese das Informações e Análise dos Resultados. Vale mencionar que esta divisão foi realizada para fins didáticos, uma vez que todas as etapas se encontram diretamente relacionadas.

4.1 - Etapa de gabinete:

Inicialmente, realizou-se pesquisa bibliográfica, em artigos científicos, livros, teses, dissertações e monografias existentes, sobre a temática relacionada a levantamentos pedológicos, aptidão agrícola das terras e alterações ambientais ocorridas em função das atividades agropecuárias.

Com base na pesquisa realizada, delimitou-se a sub-bacia do córrego Olho d'Água como área de estudo. A opção por uma sub-bacia hidrográfica localizada em um município próximo a Belo Horizonte ocorreu em função da produção agropecuária existente no local, evidenciando uma região predominantemente rural. Tais características permitiram realizar o mapeamento pedológico semidetalhado da sub-bacia e, conseqüentemente aplicar a metodologia de avaliação de aptidão agrícola das terras proposta por Ramalho Filho e Beek (1995).

Elaborou-se em conjunto com a revisão bibliográfica, o levantamento de dados cartográficos sobre a área de estudo, buscando sempre elementos que pudessem auxiliar na caracterização ambiental da área, assim como na construção de mapas bases (declividade, hipsometria, geologia e uso do solo). Estes mapas foram utilizados como fonte de informação para a elaboração de outros mapeamentos. Desta forma, a confecção de mapas bases aliada às informações coletadas em campo e laboratório formaram a estrutura para a preparação do mapeamento final intitulado “Adequação entre o uso efetivo e uso potencial do solo”. A síntese de todo processo pode ser ilustrada conforme Figura 8.

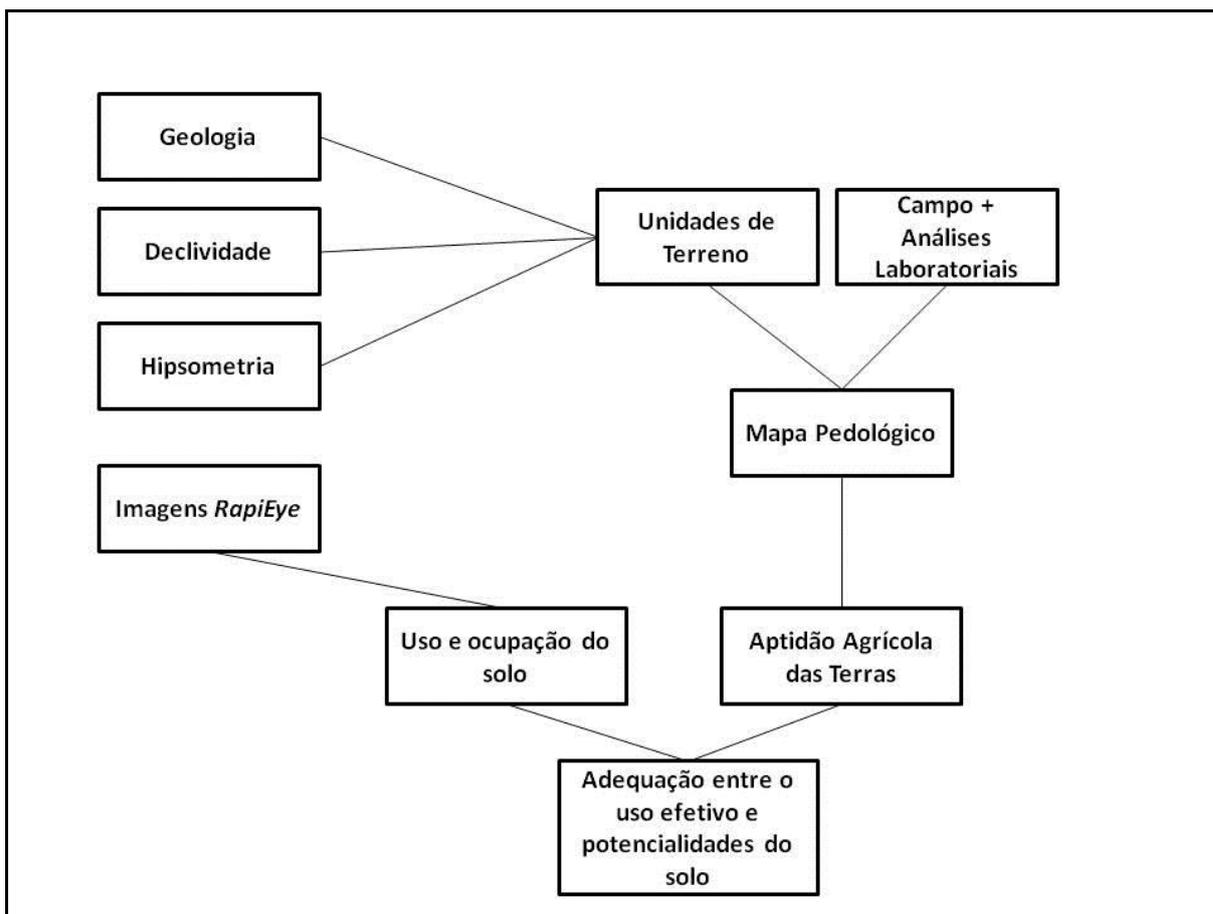


Figura 8: Esquema sintetizando as informações utilizadas para a elaboração do mapeamento de adequação entre o uso efetivo e uso potencial do solo.

Fonte: Elaboração da autora

Para a elaboração dos “mapas bases” foram utilizados diferentes materiais tais como; bases cartográficas de geologia pertencentes ao DNPM (Folhas Sete Lagoas e Contagem, ambas na escala de 1:100.000), bases cartográficas de hidrografia (IGAM, escala 1:100.000). Com objetivo de caracterização da sub-bacia também foram utilizadas bases cartográficas de geomorfologia, (disponíveis no sítio da internet do IBGE) e bases cartográficas do Instituto de Geociências Aplicadas (Mapa Geopolítico de Minas Gerais, escala 1 :1.500.000). Em conjunto com estes dados foram obtidas quatro cenas de imagens *RapidEye* (2009), para a realização do mapeamento de uso e ocupação do solo, além de imagem SRTM¹⁴, previamente tratadas disponíveis em domínio da internet do INPE. Dados relativos ao clima foram obtidos junto à estação de Sete Lagoas pertencente ao INMET.

¹⁴ Imagens SRTM- *Shuttle Radar Topography Mission*, resolução aproximada de 90 metros.

4.1.1 - Construção de mapas bases:

a) Declividade:

O mapeamento da declividade da sub-bacia em estudo teve como objetivo auxiliar na delimitação das unidades de terreno, assim como subsidiar o levantamento de características morfológicas da área. Adicionalmente, o mapeamento de declividade auxiliou no desenvolvimento do mapeamento pedológico e aptidão agrícola das terras.

Para a obtenção das curvas de nível necessárias ao mapeamento da declividade foi utilizada a cena 19-45-Z da imagem SRTM¹⁵, disponibilizada gratuitamente pelo INPE. No software *ArcGIS 9.3*, foram extraídas as curvas de nível com equidistância de 20 em 20 metros, em formato vetorial, o que por sua vez possibilitou a criação de um TIN (*Triangulated Irregular Network*). Nesse sentido, uma grade triangular da área foi elaborada possibilitando a geração de um modelo digital de terreno.

Após a composição do modelo digital de terreno, foi possível calcular a declividade e dessa forma dividir a área considerando cinco intervalos de declividade de acordo com as diretrizes apontadas por Santos *et al.* (2005) e Embrapa (2006), sendo esses: 0- 3 % (relevo plano), 3- 8 % (suave ondulado), 8-20 % (ondulado), 20-45% (forte ondulado), acima de 45% (montanhoso e escarpado).

b) Hipsometria:

Para a elaboração do mapa hipsométrico foram utilizadas as curvas de nível extraídas das imagens SRTM. Desta maneira, a hipsometria da bacia foi dividida em oito classes hipsométricas com variação de 30 em 30 metros de altitude. Este mapa foi utilizado como base para a identificação das unidades de terreno.

c) Geologia

A geologia da área de estudo teve como fonte as bases cartográficas em formato vetorial disponibilizadas pelo DNPM em domínio público, sendo utilizadas as Folhas Sete Lagoas e Contagem, ambas na escala de 1:100.000. Tal mapa auxiliou na identificação das unidades de terreno presentes na sub-bacia.

4.1.2 - Identificação das unidades de terreno:

¹⁵As imagens SRTM encontram-se digitalmente tratadas, o que resulta em maior semelhança com as características morfológicas da região.

Com o propósito de definir os locais mais apropriados para a descrição de perfis de solo de acordo com as características ambientais encontradas, as variáveis referentes à Geologia, Hipsometria e Declividade foram contrapostas. Os padrões verificados permitiram a identificação de unidades de terreno, direcionando os locais preferenciais para a descrição dos perfis de solo.

4.1.3 - Mapa de uso e ocupação dos solos:

Para a realização do mapeamento de uso e ocupação do solo foram utilizadas imagens *Rapideye* referentes ao ano de 2009, já que as mesmas possibilitaram o mapeamento na escala de 1:25.000. Com base nos resultados obtidos, foi possível contrapor o uso atual do solo com a aptidão agrícola encontrada e, assim, discutir as adequações e inadequações existentes.

Cada padrão ambiental encontrado foi identificado e mapeado. Em área de difícil interpretação, as definições do tipo de uso foram verificadas em campo. Posteriormente, o mapa de uso do solo também foi validado em campo, com a adoção de pontos de controle. As seguintes classes foram categorizadas: Área de Mineração, Área Preparada para Plantio, Área Urbanizada, Capoeira, Massa d'Água, Cultivo, Mata, Pastagem e Solo Exposto.

4.2 - Etapa de campo:

4.2.1 - Visitas de campo:

No mês julho de 2011, duas visitas de campo foram realizadas com objetivo de reconhecimento da área de estudo. Para tanto, foram identificados alguns locais relevantes para o estudo dos solos da bacia. Todo o percurso foi gravado em GPS *Garmin*, facilitando, desta forma, futuras visitas ao local. Ressalta-se que em alguns pontos, em função da presença de propriedades particulares, o acesso não foi permitido. Por ser uma área predominantemente agrícola, o número de pequenas e médias propriedades rurais é significativo na sub-bacia.

Após as visitas de reconhecimento, mais quatro visitas de campo foram realizadas no período de setembro a outubro de 2011, com a finalidade de observar as características pedológicas e ambientais da área e realizar a descrição morfológica e coleta de amostras de solos dos perfis analisados.

No total foram observados 13 perfis de solo, sendo que, somente em seis foram realizadas coletas e descrições morfológicas. Os perfis restantes serviram como parâmetro para observar a espacialização das classes de solos encontradas.

Por último, no mês de dezembro de 2011, outra visita de campo foi realizada com o objetivo de corrigir o mapeamento de uso do solo confeccionado, buscando padrões representativos das tipologias de uso e ocupações mapeadas.

Vale mencionar que durante as visitas de campo realizadas, relatos de moradores do local (conversa informal), produtores e trabalhadores rurais, auxiliaram na análise da aptidão agrícola, uma vez que, as informações obtidas possibilitaram entender características rurais marcantes na região assim como identificar os níveis de manejo adotados na área.

4.3 - Etapa de síntese das informações e análise dos resultados:

4.3.1 - Levantamento pedológico e classificação dos solos:

O mapeamento pedológico elaborado pautou-se nos procedimentos presentes em Santos *et al.* (2005), EMBRAPA (2006) e IBGE (2007). Para a sub-bacia córrego Olho d'Água, o levantamento pedológico realizado foi do tipo semidetalhado (escala 1:25.000) em razão do detalhamento das bases cartográficas obtidas.

Através das unidades de terreno previamente definidas foram identificados áreas prioritárias para a descrição dos perfis de solo. Em campo, os procedimentos realizados seguiram a metodologia de Santos *et al.* (2005).

Em cada perfil de solo foi realizada a separação entre os horizontes e identificação das características morfológicas. Após a descrição morfológica, amostras de cada horizonte de solo foram coletadas e enviadas para análises laboratoriais.

Em função da associação dos dados coletados em campo e dos resultados das análises físicas e químicas, foi possível classificar os horizontes diagnósticos e desta forma também classificar os solos conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006).

Os dados foram tratados no Software *ArcGis* 9.3 onde foi realizada a extrapolação das informações obtidas em campo, possibilitando a delimitação em ambiente SIG¹⁶, das unidades de mapeamento encontradas. O resultado corresponde ao Mapa Pedológico da sub-bacia córrego Olho d'Água.

a) Análises morfológicas:

¹⁶ Sistema de Informação Geográfica.

Após a individualização das unidades de terreno foram selecionados locais prioritários para a descrição dos perfis de solo. Para a realização das análises morfológicas e coleta das amostras de solos, a prioridade foi em relação aos cortes em estradas evitando desta forma a abertura de trincheiras. Em campo, foram escolhidas áreas em que o solo não apresentava indícios de revolvimento e deposição de material excedente.

Ao total foram descritos seis perfis de solo conforme metodologia de Santos *et al.* (2005). Os horizontes dos solos foram identificados principalmente pela diferença de cor e textura, possibilitando medir a espessura de cada um. Posteriormente, parâmetros como cor, textura em campo, estrutura, consistência, transição entre os horizontes e porosidade foram descritos. Adicionalmente, características como pedregosidade, rochosidade, relevo, drenagem do perfil, vegetação, raízes, erosão e tipo de ocupação existente na área (IBGE, 2007) também foram observadas e descritas.

Posto que a sub-bacia apresenta características ambientais relativamente homogêneas, o número de perfis de solo abertos foi suficiente para a caracterização pedológica. Vale lembrar que foram abertos sete perfis com o objetivo exclusivo de observação do tipo de solo e delimitação das classes de solos existentes, não sendo realizadas descrição morfológica e coleta de amostras de solos.

b) Análises laboratoriais:

Em campo foram coletadas quinze amostras de solo, enviadas posteriormente ao Laboratório de Geomorfologia da UFMG e ao Departamento de Solos da UFV.

Com bases nos resultados das análises laboratoriais foi possível a classificação dos solos até o quarto nível categórico (EMBRAPA, 2006) assim como a avaliação de aptidão agrícola das terras.

De acordo com a metodologia proposta por Embrapa (1997) foram realizados os seguintes ensaios:

- Análise textural
- Argila dispersa em água - ADA
- pH em água
- Determinação de Ca^{2+} , Mg^{2+} , K, Al^{3+} , H+Al
- Determinação de Fósforo (P)
- Determinação de Fósforo Remanescente (P-rem)

- Determinação da matéria orgânica e carbono orgânico

No Laboratório de Geomorfologia da UFMG foram realizados as análises físicas e de matéria orgânica. As demais análises químicas foram feitas no Departamento de Solos da UFV. Com os resultados obtidos, foi possível determinar as seguintes características:

1. Grau de Flocculação:

Relação entre o conteúdo de argila total e argila dispersa em água. Indica a proporção de fração de argila que se encontra flocculada. De forma ampla, pode-se dizer que o alto valor do grau de flocculação e/ou baixo teor de argila dispersa em água são resultantes de uma boa agregação e estruturação dos solos. Para a determinação do grau de flocculação é utilizada a seguinte fórmula

$$\text{Grau de flocculação} = (\text{argila} - \text{ADA}) \times 100 / \text{argila}$$

2. Relação Silte/ Argila:

Após identificação das frações granulométricas do solo determina-se a relação silte/argila. Normalmente utiliza-se esta relação como indicador do grau de intemperização do solo. Para o cálculo é dividido o teor de silte pelo teor de argila, sendo que, relação inferior a 0,7 no horizonte B (em solos de textura média), ou de 0,6 (em solos de textura argilosa), indicam avançado estágio de intemperização (RESENDE *et al.*, 2007).

3. Atividade da argila (T argila):

Corresponde a capacidade de troca de cátions referente à fração argila do solo. A atividade da argila pode ser alta ($T_a \geq 27$ cmol c/kg), ou pode ser baixa ($T_b < 27$ cmol c/kg). É calculada pela seguinte expressão:

$$T \text{ argila} = T \times 1000 / \text{argila}$$

4. Soma de Bases Trocáveis- SB:

Soma dos valores absolutos de cálcio, magnésio, potássio e sódio presentes no complexo de troca dos solos. A soma de bases é representada pela seguinte expressão:

$$\text{Soma de Bases (SB)} = Ca^+ + Mg^+ + Na^+ + K^+$$

5. Capacidade de Troca Catiônica a pH 7 (T):

Refere-se à capacidade potencial de troca de cátions que o solo apresentaria caso pH fosse elevado a 7. O mesmo é expresso como:

$$(T) = SB + (H + AL)$$

6. Capacidade de troca catiônica efetiva (t):

Corresponde a capacidade efetiva de troca de cátions no solo em seu pH natural. Refere-se a seguinte expressão:

$$(t) = SB + Al^{3+}$$

7. Índice de Saturação por bases (V%):

O índice de saturação de bases corresponde à quantidade de cargas negativas, passíveis de troca a pH 7, que se encontram ocupadas por Ca, Mg, K e Na, em comparação com as cargas ocupadas por Al e H. Este índice corresponde ao parâmetro que separa solos eutróficos de distróficos (EMBRAPA, 2006). Logo, é marcado pela maior ou menor proporção de íons como Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ e Al^{3+} presentes no complexo de troca dos solos (Resende *et al*, 2007). Nos solos eutróficos os íons Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ e Na^+ ocupam mais de 50% da capacidade de troca a pH 7, e nos solos distróficos este valor é menor que 50% (EMBRAPA, 2006).

$$V\% = SB \times 100/T$$

8. Índice de Saturação por alumínio (m%):

Este índice aborda à porcentagem de CTC efetiva do solo que se encontra ocupada pela acidez trocável do solo, ou pelo Al trocável.

$$m\% = Al \times 100 / (SB + Al^{3+})$$

4.3.2 - Mapeamento da aptidão agrícola das terras:

O mapeamento de aptidão agrícola das terras adotou a metodologia proposta por Ramalho Filho e Beek (1995). Segundo os autores esta metodologia é baseada no conceito de limitação ambiental, ou seja, quais fatores ambientais limitam a produção agrícola. Nesse

sentido, delimita-se o grau de restrição dos solos baseado na distância ocorrida entre um solo ideal (hipotético)¹⁷ do solo real existente. As variáveis trabalhadas são classificadas qualitativamente de acordo com a deficiência de fertilidade, deficiência de água, deficiência de oxigênio, suscetibilidade a erosão e impedimento à mecanização, ou seja, para cada um destes parâmetros é identificado seu grau de limitação (nulo, ligeiro, moderado, forte, muito forte).

4.3.2.1 Grau de Limitação:

a) Deficiência de Fertilidade:

A fertilidade do solo é definida em função da reserva existente de micro e macro nutrientes destinados às plantas, além da presença de elementos químicos como o alumínio e o manganês que conferem toxicidade ao solo. Para a determinação do grau de limitação por este fator, foram consideradas principalmente características relacionadas a eutrofia do solo, valor V%, soma de bases (SB) e toxicidade por alumínio (m%). Portanto, as informações foram retiradas do mapeamento de solos associado aos dados das análises químicas dos mesmos.

b) Deficiência de água:

A deficiência de água é determinada em função da quantidade de água que o solo pode vir a armazenar, e que pode ser aproveitada para o crescimento vegetal. Este volume vai depender tanto das condições climáticas da região, quanto de características próprias do solo, tais como textura, estrutura, profundidade, porosidade, entre outras.

Normalmente, caracteriza-se a deficiência de água em função do grau de deciduidade da vegetação. Desta forma, como tentativa de se adaptar a falta de água no solo, as plantas perdem as folhas para diminuir a perda de água por evapotranspiração. Nesse sentido, para trabalhar este parâmetro foram utilizadas informações referentes à vegetação, aspectos climáticos da região e características do solo.

c) Excesso de água ou deficiência de oxigênio:

¹⁷Este solo hipotético apresenta todas as condições favoráveis de fertilidade do solo, oxigenação, drenagem do solo, não apresentando impedimentos a mecanização e não apresentando suscetibilidade a erosão.

Este parâmetro está diretamente relacionado com as classes de drenagem natural dos solos, assim como riscos, frequência e duração das inundações. Atributos como estrutura e textura determinam as características de drenagem presentes em cada solo. Logo, para a classificação desta limitação, foram utilizados dados de campo, assim como informações presentes no mapa de solos.

d) Suscetibilidade erosiva:

A determinação da suscetibilidade erosiva remete ao estudo de diversas variáveis, que se encontram interligadas: textura, estrutura, precipitação, infiltração, escoamento, características de uso do solo (medidas conservacionistas), entre outras. Nesta pesquisa, a suscetibilidade erosiva foi trabalhada associando a morfologia do relevo (declividade da área) com elementos referentes às características naturais dos solos. Assim, as informações foram obtidas do mapa de declividade e do mapa de solos.

e) Impedimento à mecanização:

Para trabalhar com este atributo foram considerados elementos presentes no mapa de declividade associado às informações obtidas em campo (pedregosidade). Resumidamente, para cada limitação existente nos solos, foram utilizadas informações disponíveis nos produtos observados na Figura 9. A definição qualitativa de cada grau de limitação foi realizada conforme os dados presentes no Quadro 5.

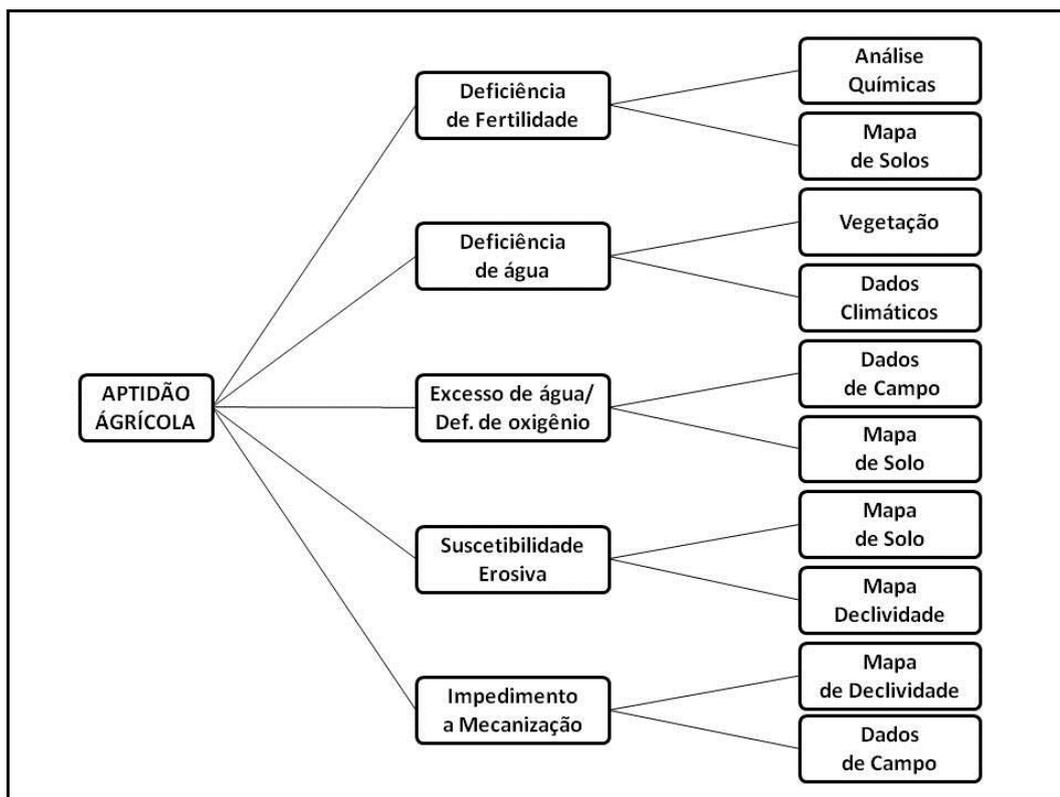


Figura 9: Dados obtidos para avaliação da aptidão agrícola das terras
Fonte: Elaboração da autora.

Quadro 5: Características para determinação do grau de limitação das terras.

Grau de Limitação	Deficiência de Fertilidade	Deficiência de água	Excesso de água ou deficiência de oxigênio	Suscetibilidade à erosão	Impedimento à Mecanização
<p style="text-align: center;">NULO (N)</p>	<p>Alta reservas de nutrientes disponíveis para as plantas, associado à ausência de elementos tóxicos (alumínio e manganês), ou de sais solúveis. Em função das elevadas reservas de nutrientes normalmente não respondem à adubação As culturas apresentam significativos rendimentos durante longo período. O valor da Soma de Bases (SB) deve ser maior que 6 cmol c/kg na camada arável e a condutividade elétrica (CE) deve ser menor que 4 dS/m a 25°C. V% > 80.</p>	<p>Locais onde a água se encontra disponível para as culturas em todo ano. Solos com boa drenagem interna. Não exibe estação seca. Vegetação Floresta perenifólia, campos hidrófilos e higrófilos, campos subtropicais sempre úmidos. Ocorre a estimativa de produção de dois cultivos por ano.</p>	<p>Ausência de problemas de aeração do sistema radicular para a maioria das culturas durante o ano. Solos excessivamente a bem drenados.</p>	<p>Configuram-se em terras não susceptíveis à erosão. Relevo plano (0 a 3% de declividade). Boa permeabilidade dos solos. Exibem práticas simples de manejo</p>	<p>Regiões sem impedimentos relevantes à mecanização durante o ano. Normalmente o relevo praticamente plano. Rendimento do trator maior que 90%.</p>
<p style="text-align: center;">LIGEIRO (L)</p>	<p>Solos com boa reserva de nutrientes, não apresentando sais solúveis ou sódio trocável. V% deve ser maior que 50 e A1% deve ser menor que 30. Valor de Soma de Bases maior que 3 cmol c/kg. Condutividade Elétrica menor que 4 dS/m. Na% >6 e <15. Apresentam boas colheitas durante longos anos, sendo que a fertilização é realizada somente para manutenção.</p>	<p>Apresenta falta de água de 1 a 3 meses ao ano. Floresta subperenifólia, cerrado subperenifólio e alguns campos.</p>	<p>Solos com certa deficiência de aeração. As culturas são sensíveis ao excesso de água durante a estação chuvosa. Configuram-se como moderadamente drenados.</p>	<p>Configura-se com pouca susceptibilidade à erosão Relevo suave ondulado (3 a 8% de declividade). As práticas conservacionistas existentes são relativamente simples.</p>	<p>Regiões sem impedimentos à mecanização durante quase todo o ano. Relevo suave ondulado. Rendimento do trator entre 75 e 90%. Solos com textura muito arenosa ou muito argilosa, restrições de drenagem, pequena profundidade, certa pedregosidade, e presença de feições erosivas em sulcos.</p>

Grau de Limitação	Deficiência de Fertilidade	Deficiência de água	Excesso de água ou deficiência de oxigênio	Susceptibilidade à erosão	Impedimento à Mecanização
MODERADO (M)	Solo com limitada reserva de nutrientes referentes a um ou mais elementos, podendo conter sais tóxicos. CE>4 e <8 dS/m. Na%>6 e <15. Ocorre a queda da safra em curtos espaços temporais. Al%>50. V% 30 – 49%.	Deficiência de água de 3 a 6 meses ao ano. Floresta e cerrado subcaducifólio; floresta caducifólia em solos com alta capacidade de retenção de água disponível.	Ocorre deficiência de aeração especificamente no período chuvoso, em que grande parte das culturas não apresentam desenvolvimento satisfatório. Solos imperfeitamente drenados (apresentam riscos de inundação).	Moderada susceptibilidade à erosão. Relevo ondulado (8 a 20% de declividade). Práticas conservacionistas intensivas.	Regiões onde não se possibilita o emprego de máquinas geralmente utilizadas durante todo o ano. Relevo ondulado. Rendimento do trator entre 50 e 75%. Solos com textura muito arenosa ou muito argilosa geralmente minerais (2:1), restrições de drenagem, pequena profundidade, muita pedregosidade, grandes feições erosivas em sulcos.
FORTE (F)	Solo com reservas muito limitada de nutrientes, apresentando ou não, sais tóxicos. Consequentemente somente se desenvolvem plantas adaptadas a estas condições. CE >8 e <15 dS/m. Na%>15. Al %>50%. V%<30%	Deficiência de água de 6 a 8 meses ao ano (600 – 800 mm/ano). Floresta caducifólia, caatinga hipoxerófila.	Configura-se com serias deficiências de aeração, o que por sua vez necessita de drenagem para o desenvolvimento de plantas não adaptadas. Solos mal a muito mal drenados (normalmente susceptíveis a inundações frequentes).	Grande susceptibilidade à erosão. Relevo forte ondulado (20 a 45% de declive). Processos para controle da erosão normalmente são de difícil uso, além de apresentar custos altos, o que pode se tornar economicamente inviável	Regiões que permitem apenas o uso de implementos de tração animal, ou máquinas especiais. Relevo forte ondulado.
MUITO FORTE (MF)	Solos com poucos nutrientes, e com baixas possibilidades de exploração pela agricultura. Grande quantidade de sais solúveis (CE>15 dS/m), englobando solos salinos, sódicos e tiomórficos.	Deficiência de água de 8 a 10 meses ao ano (400 – 600 mm/ano). Caatinga hiperxerófila. Regiões com estação seca menos pronunciada, mas com solos com baixa capacidade de armazenamento de água.	Exibe condições de drenagem similares a do grau anterior. Necessita de obras de engenharia, normalmente fora do alcance do agricultor.	Intensa susceptibilidade à erosão. Relevo montanhoso (45 a 75% de declive). Não é recomendado para uso agrícola, sendo destinados a preservação da área.	Regiões que não permitem o uso de máquinas, sendo difícil até o uso de tração animal. Relevo montanhoso.

Fonte: Adaptado de Ramalho Filho e Beek (1995)

Posterior à delimitação do grau de deficiência do solo em relação às cinco variáveis mencionadas, os valores foram lançados em uma matriz interpretativa de avaliação de aptidão agrícola para região tropical úmida disponível em Ramalho Filho e Beek (1995). Vale mencionar que o grau de delimitação foi determinado, trabalhando sempre com a característica mais restritiva presente no solo. Por exemplo, em locais onde o relevo exibe variação de ondulado a forte ondulado, trabalhou-se com o parâmetro forte ondulado para qualificar o grau de deficiência, e assim foram trabalhados todos os outros parâmetros. Após o cruzamento das variáveis na matriz interpretativa, a aptidão agrícola foi determinada para os três níveis de manejo A, B e C.

A espacialização dos resultados foi realizada com as classes de aptidão agrícola identificada na sub-bacia. Ressalta-se que no mapa, quando ocorre associação de solos (duas classes distintas de solos), a categorização final da aptidão corresponde à classe de maior ocorrência na unidade de mapeamento. Contudo, se o solo de menor ocorrência exibir aptidão agrícola melhor do que a classe representada no mapa, o simbologia existente deve exibir as letras sublinhadas. Por outro lado, se o solo de menor ocorrência apresentar aptidão agrícola pior do que o solo representado, o símbolo no mapa deve conter uma linha tracejada.

4.3.3 - Adequação entre o uso efetivo e uso potencial do solo:

O cruzamento das variáveis foi realizado através das informações contidas no mapa de uso e ocupação do solo e do mapa de aptidão agrícola das terras. Desta forma, foram avaliadas as classes de uso e ocupação do solo em relação aos grupos de aptidão agrícola encontrados. As classes de área urbana, área de mineração e massa d'água não foram incluídas na análise, já que as mesmas independem das condições agrícolas.

O cruzamento das variáveis resultou no mapa de “Adequação entre o uso efetivo e potencialidades do solo”. Ressalta-se que os resultados do mapeamento também foram discutidos do ponto de vista ambiental.

Para o mapeamento, foi utilizado o *software* de geoprocessamento *ArcGis* 9.3, mais especificamente a ferramenta *Intersect* que gerou a interseção dos dois mapas. Posteriormente, os resultados foram qualificados e os mesmos foram divididos nas seguintes classes:

a) Adequado:

Corresponde a áreas onde a classe de uso e ocupação do solo estava de acordo com os parâmetros exibidos no mapa de aptidão agrícola das terras.

b) Inadequado Subutilizado:

Refere-se às áreas onde o uso do solo é inadequado com os parâmetros presentes no mapa de aptidão agrícola. Nesta classe, o uso inadequado é subutilizado, portanto, as características ambientais fornecem condições para um uso mais intensivo do solo. Contudo as terras são utilizadas com usos menos intensivos.

c) Inadequado Sobreutilizado:

Corresponde às áreas onde o uso do solo é inadequado com os parâmetros presentes no mapa de aptidão agrícola, uma vez que este recurso é sobreutilizado.

d) Usos independentes de classificação:

São as áreas em que as classes de uso do solo não foram incluídas no mapeamento, já que são independentes da classificação agrícola (exemplo: área urbana, área de mineração e massa d'água).

5 – RESULTADOS OBTIDOS:

5.1 - Levantamento pedológico:

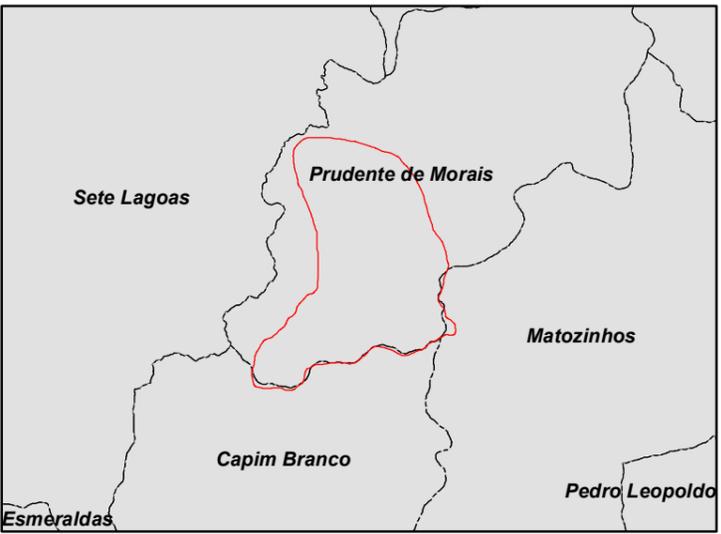
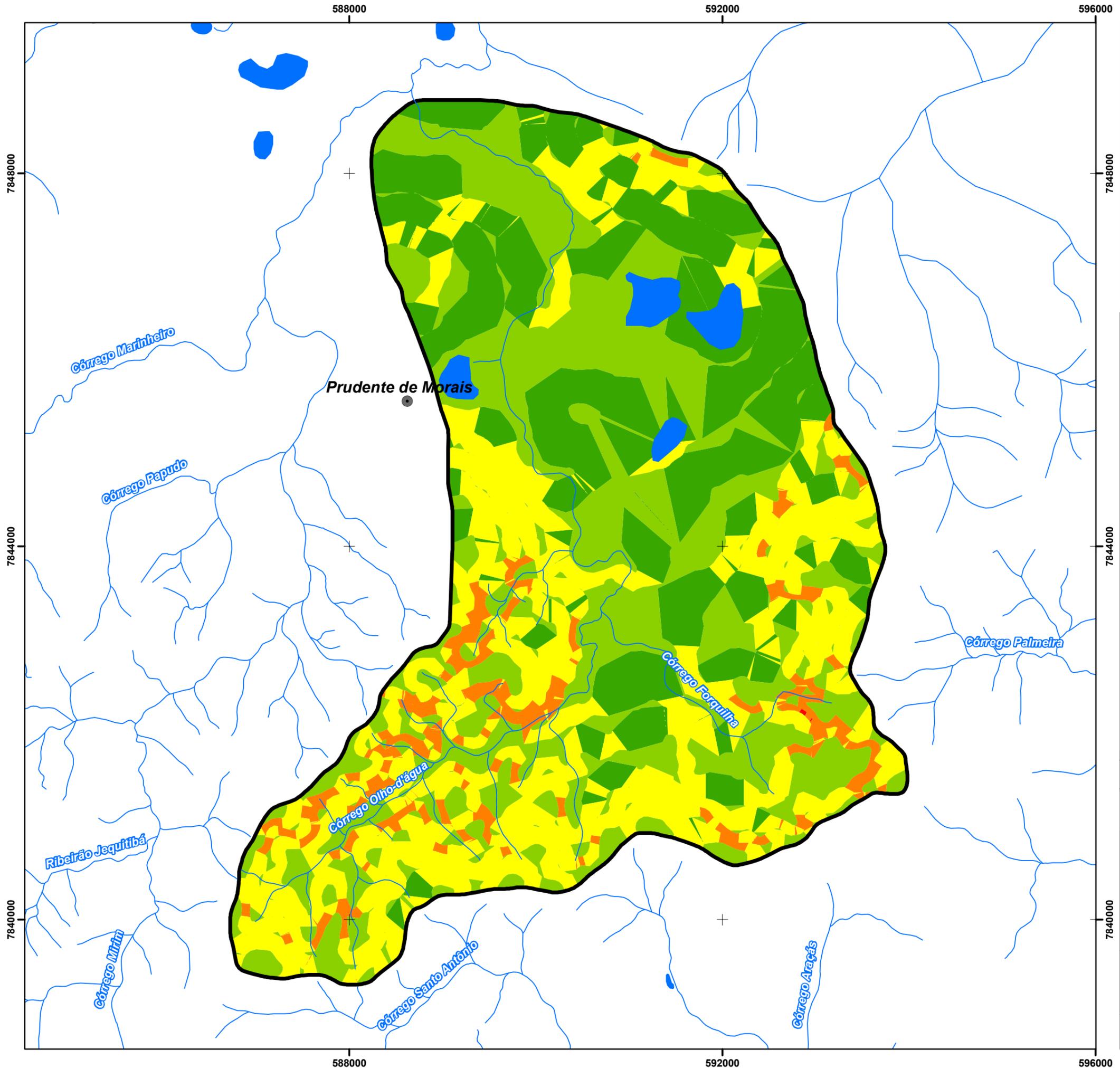
O estudo dos solos da sub-bacia córrego Olho d'água demonstrou a existência de quatro classes de solos: Argissolos, Cambissolos, Latossolos e Neossolos, que foram mapeadas e classificadas até o quarto nível categórico, em concordância com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006).

A uniformidade geoambiental da sub-bacia em estudo expõe terrenos com declividade variando de plana a ondulada (EMBRAPA, 2006), com predomínio de baixas declividades (Figura 10 e 11). Os solos identificados (excetuando-se o NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico típico e o CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Eutrófico típico) apresentam alto nível de desenvolvimento pedológico, exibindo como material de origem rochas carbonáticas pertencentes à Formação Sete Lagoas (Membro Pedro Leopoldo e Membro Lagoa Santa) e Formação Serra de Santa Helena, todas datadas do Neoproterozóico (CPRM, 2009a).

No total foram descritos treze perfis de solo, sendo que, em seis perfis (nomeados de Perfil 1 a Perfil 6) foram realizadas descrições morfológicas e coleta de amostras para análise laboratorial. Nos perfis restantes somente foram realizadas observações em campo, objetivando melhor identificar a espacialização das classes de solo, servindo de base para o mapeamento pedológico semidetalhado.

Nessa perspectiva, a junção de informações obtidas em campo, com as informações laboratoriais e de gabinete levaram à identificação e individualização de sete unidades de mapeamento na sub-bacia córrego Olho d'água. Segundo Palmieri e Larach (2000), a determinação das classes de solos aliadas às características ambientais são parâmetros para a delimitação das unidades de mapeamento.

As unidades foram qualificadas de acordo com as classes de solos encontradas e em razão das características geomorfológicas da área (IBGE, 2007). Devido à dificuldade de se individualizar determinadas classes de solo, em razão do detalhamento do mapeamento, algumas unidades foram mapeadas em associação (Figura 12).



Legenda:

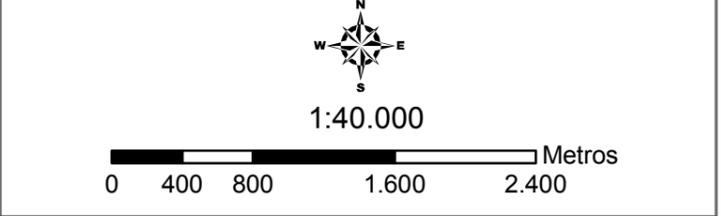
- Sedes Municipais
- ~ Hidrografia
- ▭ Limite Área de Estudo

Classes de Declividade (%)

- 0 a 3% - Relevo Plano
- 3 a 8% - Relevo Suave Ondulado
- 8 a 20% - Relevo Ondulado
- 20 a 45% - Relevo Forte Ondulado
- >45 - Relevo Montanhoso a Escarpado

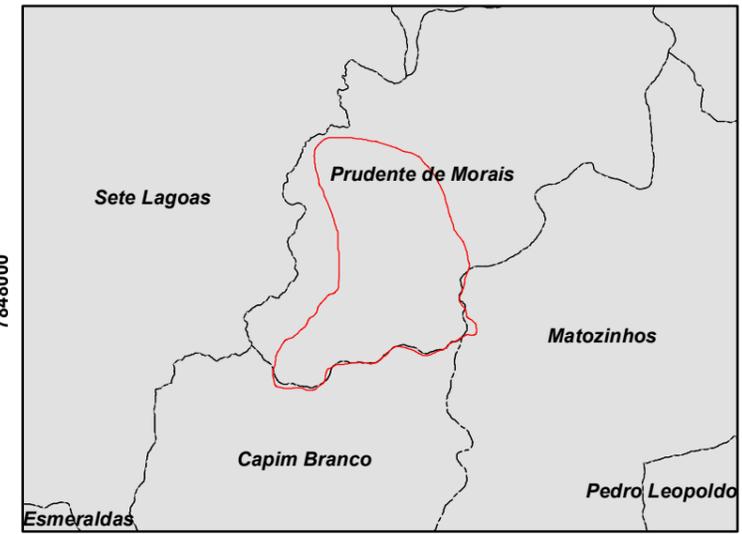
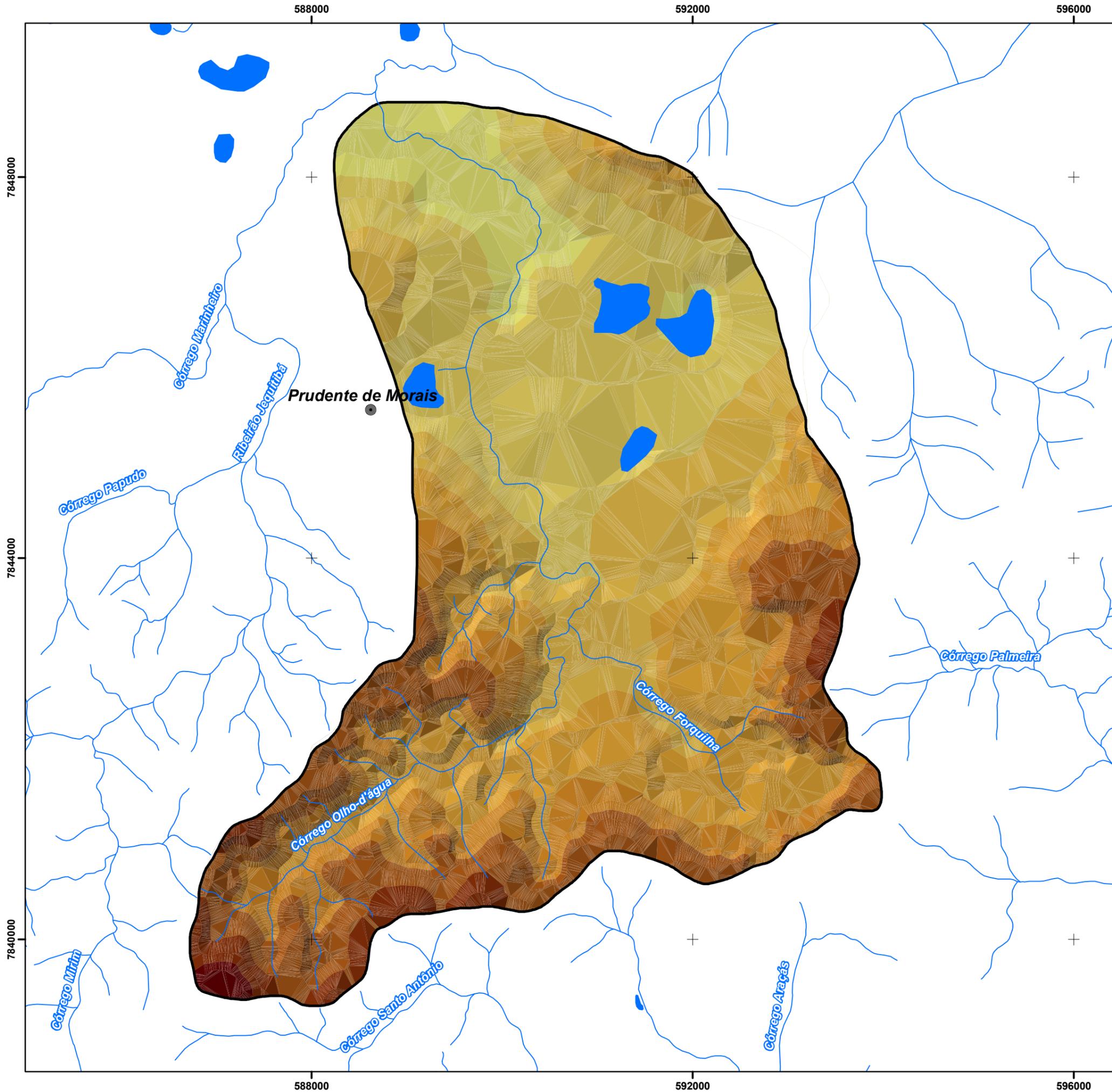
Figura 10 : Mapa de declividade sub-bacia córrego Olho d'Água

Programa de Pós-Graduação em Geografia
IGC -UFMG



Base Cartográfica: Hidrografia, IGAM, 2011
Limite Municipal, IGA 2006

Elaboração: Justine Bueno



Legenda:

- Sedes Municipais
- ~ Hidrografia
- Limite Área de Estudo
- Massa d'água

Classes hipsométricas (metros altitude)

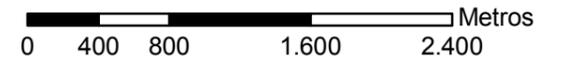
- 910 - 940
- 880 - 910
- 850 - 880
- 820 - 850
- 790 - 820
- 760 - 790
- 730 - 760
- 700 - 730

**Figura 11 : Hipsometria sub-bacia
córrego Olho d'Água**

**Programa de Pós-Graduação em Geografia
IGC -UFMG**

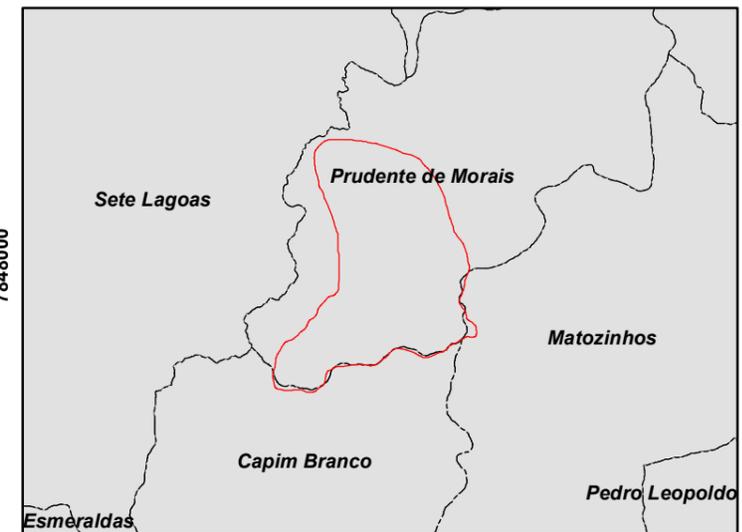
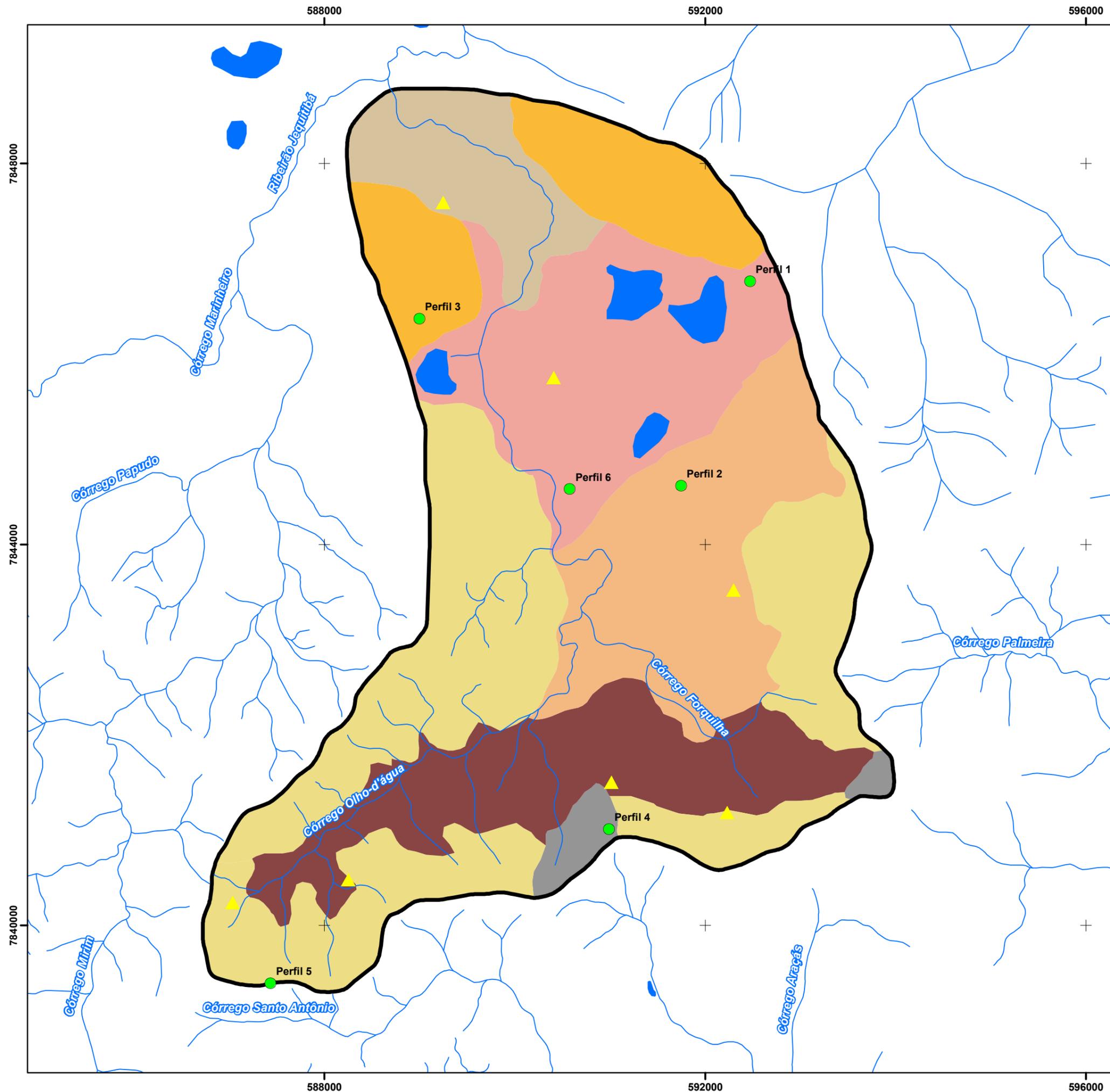


1:40.000



**Base Cartográfica: Hidrografia, IGAM, 2011
Limite Municipal, IGA 2006**

Elaboração: Justine Bueno



Legenda:

- Perfis de Solo Observados em Campo
- Perfis de Solo descritos e coletados em campo
- Massa d'água
- Hidrografia
- Limite Área de Estudo

Classes de Solo:

- Associação de LATOSSOLO VERMELHO Distrófico Típico com LATOSSOLO VERMELHO Eutrófico Típico - relevo ondulado a forte ondulado
- Associação de ARGISSOLO VERMELHO Distrófico Abruptico com CAMBISSOLO HÁPLICOTb Eutrófico Típico - relevo plano a suave ondulado
- LATOSSOLO VERMELHO Distrófico Húmico - relevo plano
- LATOSSOLO VERMELHO Distrófico Húmico - relevo suave ondulado a ondulado
- LATOSSOLO VERMELHO Distrófico Típico - relevo ondulado a forte ondulado
- LATOSSOLO VERMELHO Eutrófico Típico - relevo plano a suave ondulado
- NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico Típico - relevo ondulado

Figura 12 : Mapa Pedológico sub-bacia córrego Olho d'Água

Programa de Pós-Graduação em Geografia IGC -UFMG



1:40.000



**Base Cartográfica: Hidrografia, IGAM, 2011
Limite Municipal, IGA 2006
Pedologia, BUENO 2012**

Elaboração: Justine Bueno

5.1.1 - Latossolos:

Os Latossolos são solos constituídos por material mineral e apresentam horizonte B latossólico (Bw) localizado abaixo de qualquer horizonte diagnóstico superficial, com exceção do horizonte hístico (EMBRAPA, 2006). São solos profundos e pobres em nutrientes, reflexo de um adiantado estágio de evolução com intemperismo avançado. A intensa atuação do intemperismo favorece a alteração dos minerais primários¹⁸ do solo, lixiviando os elementos químicos que são nutrientes para as plantas, resultando em argila de baixa atividade por todo perfil do solo.

Normalmente são solos com elevada porosidade associado à grande capacidade de armazenamento e transmissão de água. Estas características fazem com que os Latossolos forneçam excelente permeabilidade interna resultando em maior resistência aos processos erosivos.

Corresponde à tipologia de solo mais comum do território nacional, e embora apresente baixa reserva de nutrientes, são solos produtivos quando o manejo é realizado de forma correta (OLIVEIRA, 2008).

Na área de estudo foram encontrados três tipos de Latossolos sendo: LATOSSOLO VERMELHO Distrófico húmico (Perfil 3), LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico (Perfil 5) e LATOSSOLO VERMELHO Eutrófico típico (Perfil 2). Conforme afirmam Resende *et al.* (2007), normalmente os solos tropicais bem drenados tendem a ter tonalidades vermelhas e amarelas.

a) **LATOSSOLO VERMELHO Distrófico húmico:**

O perfil de Latossolo Vermelho Distrófico húmico (Perfil 3) exhibe a sequência de horizonte A Húmico sobre horizonte transicional AB, que se localiza sobre horizonte B Latossólico (Bw).

O perfil descrito, aberto em corte de estrada (Figura 13), evidencia solo espesso com significativo grau de evolução, em que não se observam minerais primários facilmente intemperizáveis visíveis na massa do solo.

¹⁸ Por minerais primários entende-se minerais presentes em rochas pouco intemperizadas, referindo-se a fração areia do solo.



Figura 13: Perfil descrito em campo.
LATOSSOLO VERMELHO Distrófico
húmico- (Perfil 3)

Este Latossolo apresenta boa drenagem e se insere em áreas de relevo suave ondulado (fundo de vales aplainados). A geologia da área refere-se a rochas carbonáticas pertencentes à Formação Serra de Santa Helena (CPRM, 2009a). A morfologia do terreno com baixa declividade, favorece a infiltração da água e o intemperismo do material de origem, beneficiando a pedogênese. Nesse sentido, a geomorfologia local aliada a litologia carbonática fornecem condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento do solo.

Ao se observar a paisagem de inserção desta classe de solo, nota-se que a vegetação original foi substituída por pastagem, restando remanescentes de mata nas proximidades do perfil descrito (Figura 14). Em determinados locais foi visualizado o início de pequenas feições erosivas (ravinas). A origem destas ravinas pode estar diretamente relacionada à retirada da cobertura vegetal e à implantação de uma cerca na propriedade, conforme ilustrado na Figura 15.



Figura 14: Vegetação original nas proximidades do perfil aberto



Figura 15: Paisagem de inserção do LATOSSOLO VERMELHO Distrófico húmico – relevo suave ondulado (Perfil 3). Detalhe seta vermelha: presença de cercas.

Foram avistados nas proximidades do perfil analisado alguns cupinzeiros de tonalidade vermelha. A presença destes elementos favorece a observação da cor dos horizontes mais profundos do solo servindo como indicativo da abrangência espacial da classe de solo.

Os resultados laboratoriais (análises físicas e químicas), em conjunto com dados obtidos em campo (descrição morfológica), indicaram que este Latossolo tem textura muito argilosa (Tabela 2), com a argila distribuída de forma uniforme ao longo do perfil. Ressalta-se que em solos mais evoluídos, os minerais primários já foram em quase sua totalidade

intemperizados, restando como produtos argila e areia, em pequena proporção, e constituída basicamente de quartzo.

Neste perfil, a presença de um horizonte A Húmico aliada aos óxidos de ferro e alumínio favorece a formação de estrutura granular. Logo o solo se encontra mais estruturado, aumentando a capacidade de absorção e retenção de água e oxigênio no solo com consequente desenvolvimento vegetal e maior resistência à erosão. O horizonte Bw apresenta estrutura em blocos subangulares favorecendo a formação de macroporos, propiciando que a vegetação adentre por camadas profundas do solo para obtenção de água.

Tabela 2: Características morfológicas, físicas e químicas, LATOSSOLO VERMELHO Distrófico húmico (Perfil 3).

<i>Perfil 3 : LATOSSOLO VERMELHO Distrófico Húmico</i>								
Data da Coleta:	11/10/2011				Coordenada: UTM Fuso 23 sul 588998E/7846372N			
Situação:	Corte estrada, área plana				Altitude: 756 m			
Relevo regional:	Suave Ondulado				Declividade: 3- 8%			
Formação geológica:	Formação Serra de Santa Helena				Litologia: Folhelo, Siltito, Calcário e Marga			
Vegetação Primária:	Floresta Estacional Decidual				Uso Atual: Pastagem			
Drenagem :	Bem drenado							
Erosão :	Erosão laminar, apresentando feições erosivas (ravinas) na proximidade do perfil.							
Observações em campo:	Presença de ravinamentos nas proximidades do perfil.							
<i>Descrição Morfológica</i>								
A húmico	0-30 cm; bruno-avermelhado (2,5YR 4/3 úmido); muito argilosa; fraco pequeno granular; solta, muito friável, não pegajosa e ligeiramente plástica; transição gradual e difusa; raízes muitas de finas a médias							
AB	30-47 cm; vermelho escuro acinzentado (10R 3/3 úmido); muito argilosa; fraco pequeno subangular e granular; ligeiramente duro, friável, não pegajosa e ligeiramente plástica; transição gradual e plana; raízes muitas e medianas.							
B latossólico	47-180 ⁺ cm; vermelho (2,5YR 4/8 úmido); muito argilosa; fraco pequeno subangular; macio, friável, não pegajosa e ligeiramente plástica; raízes poucas e finas.							
<i>Análises Físicas</i>								
Horizonte	Espessura (cm)	Análise textural g/Kg				ADA	GF	Silte/Argila
		Areia	Silte	Argila	Classe Textural	g/kg	%	
A	0 -30	114,00	160,00	726,00	Muito Argilosa	10,65	98,53	0,22
AB	30 -47	88,00	144,00	768,00	Muito Argilosa	28,24	96,32	0,19
Bw	47 -180 ⁺	99,00	137,00	764,00	Muito Argilosa	23,19	96,96	0,18
<i>Análises Químicas</i>								
Horizonte	pH em água	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K	SB	Al ³⁺	H+Al	(t)
		cmol/dm ³		mg/dm ³				
A	5,49	2,53	0,08	43,00	2,72	0,39	8,70	3,11
AB	5,10	1,26	0,05	18,00	1,36	1,27	10,00	2,63
Bw	4,98	0,37	0,01	7,00	0,40	1,56	8,50	1,96
<i>Análises Químicas</i>								
Horizonte	(T)	V	m	P	P-rem	T argila	CO	MO
		%		mg/dm ³	mg/L		g/kg	
A	11,42	23,80	12,50	1,30	16,10	15,73	59,98	103,40
AB	11,36	12,00	48,30	0,40	8,30	14,79	29,23	50,40
Bw	8,90	4,50	79,60	0,30	7,20	11,65	18,50	31,90
Legenda	ADA = Argila Dispersa em Água; GF = Grau de flocculação [GF= (argila - ADA) x 100/ argila]; T argila = Atividade da argila (T argila = T x 1000/argila); SB = Soma de Bases trocáveis; (t) = Capacidade de troca catiônica efetiva; (T) = Capacidade de troca catiônica a pH 7; V = Índice de saturação de bases; m = Índice de Saturação de alumínio; MO = Matéria orgânica; CO = Carbono Orgânico [CO= (MO/1,724)]; P-rem = Fósforo remanescente.							

No que se refere ao pH, este Latossolo apresenta pH baixo, ou seja, é fortemente ácido (TAN,1982), característica comum em solos com maior grau de evolução. Outra particularidade de solos evoluídos refere-se à presença de argila de atividade baixa (Tb) associada à baixa retenção de bases. Em solos em que predominam argila de atividade baixa (Tb), ocorrem principalmente minerais silicatados 1:1, associados a óxidos de ferro e alumínio (KER e NOVAIS, 2003).

No Perfil 3, a CTC a pH 7 (T) é baixa, interferindo nos parâmetros de fertilidade e absorção de nutrientes pelas plantas. O índice de saturação por bases (V%) é menor que 50% ao longo de todo perfil, caracterizando solos distróficos. Além deste caráter, o solo possui alto teor de alumínio. Para a agricultura, altos índices de alumínio no solo refletem em toxicidade para as plantas, dificultando o desenvolvimento vegetal e interferindo diretamente na produtividade dos solos. Embora a questão da fertilidade possa vir a dificultar a produção, a mesma pode ser solucionada com a utilização de procedimentos de correção e adubação dos solos.

De forma geral, o LATOSSOLO VERMELHO Distrófico húmico encontrado é importante para o uso agrícola, pois oferece condições físicas apropriadas para este uso. A alta taxa de matéria orgânica aliada aos óxidos de ferro e alumínio favorece a formação de macroporos, enquanto o teor de argila no solo beneficia a formação de microporos. Desta forma, o solo exibe características desejáveis tanto à aeração do solo e infiltração da água (macroporos) quanto na retenção de água (microporos).

Do ponto de vista ambiental, apresenta baixa suscetibilidade erosiva. As características naturais deste solo (permeabilidade, estrutura, textura e profundidade) favorecem a infiltração em oposição ao escoamento superficial. O grau de flocculação sugere estabilidade dos agregados, novamente beneficiando o processo de infiltração. A presença de cobertura vegetal (gramíneas) diminui a perda erosiva pela atuação do gotejamento da chuva (*splash*). Adicionalmente, a localização em relevo suave ondulado apresenta direta influência na concentração, dispersão e velocidade do escoamento superficial, refletindo no menor transporte das partículas do solo (LEPSCH, 2002). Em razão da menor declividade do relevo, o tempo de infiltração da água pluvial é maior e a velocidade de atuação do escoamento superficial é menor (BONNA, 2011).

b) LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico:

Localizado em relevo ondulado (topo de vales aplainados), insere-se na região de maior altitude da área de estudo, principalmente em áreas de cabeceira e no local em que a rede hidrográfica é mais densa. A litologia corresponde a rochas carbonáticas pertencentes ao Membro Pedro Leopoldo (CPRM, 2009a, 2009b). Embora a declividade do local favoreça a atuação dos processos exógenos de modelado do relevo (escoamento superficial), a infiltração de água no solo é expressiva, fornecendo condições para o intemperismo e pedogênese do material de origem.

O Perfil 5 aberto em talude de corte da estrada, exhibe boa drenagem e ausência de feições erosivas nas proximidades do perfil. Vale lembrar que os Latossolos apresentam características físicas que diminuem sua suscetibilidade à erosão, embora a topografia da área facilite a atuação do escoamento superficial em oposição à infiltração. Neste solo, o grau de floculação alto (Tabela 3) indica maior resistência à erosão. Acrescenta-se que a espessura, textura, presença de macroporos e microporos aliada a uma série de fatores caracterizam menor suscetibilidade erosiva aos Latossolos¹⁹. A vegetação de porte arbustivo associada as áreas de pastagens recobrando o solo diminuem a atuação erosiva e a compactação do mesmo.

O LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico refere-se à classe de solo de maior ocorrência na área de estudo, exibindo sequência de horizontes A moderado - AB – Bw. Com base nos dados observados (Tabela 3), nota-se um solo espesso (200⁺ cm) com alto grau de evolução, evidenciado pelo baixo valor da relação silte/argila.

A estrutura granular predomina no solo sendo que no horizonte Bw nota-se a presença também de poucos blocos subangulares pequenos. O teor de matéria orgânica e óxidos presentes no solo conferem maior estabilidade dos agregados do solo.

Destaca-se também a classe textural do solo - muito argilosa – sendo que a argila tem distribuição uniforme ao longo do perfil exibindo baixa atividade. “As partículas do tamanho de areia e silte, sob ação do intemperismo, transformam-se em argila, que é, geralmente, mais resistente e menos rica em reserva de nutrientes (na sua constituição) do que o material que lhe deu origem” (Resende *et al*, 2005, p.65)

Este perfil de solo exhibe índice de saturação de bases baixo (32,20 %, horizonte A moderado), evidenciando solo distrófico (Tabela 3). Em conjunção, o índice de saturação por alumínio apresenta valor de 15,89 % (horizonte A).

¹⁹ Mantendo-se os mesmos padrões de declividade e de comprimento de rampa.

A cor do solo varia de vermelho-escuro-acizentado (horizonte A e AB) a bruno (horizonte Bw) (Figura 16 e Figura 17). As tonalidades de cores semelhantes dificultam a identificação da transição entre os horizontes, que neste caso, é difusa e plana (horizonte A para AB) e gradual e plana (horizonte AB para Bw). Vale lembrar que no dia da coleta do material, o solo se encontrava úmido devido a ocorrência de chuva no dia anterior.



Figura 16: Perfil descrito em campo. LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico (Perfil 5).



Figura 17: Paisagem de inserção do LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico (Perfil5).

Tabela 3: Características morfológicas, físicas e químicas, LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico (Perfil 5).

<i>Perfil 5 : LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico</i>								
Data da Coleta:	27/10/2011	Coordenada: UTM Fuso 23 Sul 587432E/7839395N						
Situação:	Corte, terço superior vertente.	Altitude: 910 m						
Relevo regional:	Ondulado	Declividade: 8 -20%						
Formação geológica:	Membro Pedro Leopoldo	Litologia: Calcissiltito, Micrito						
Vegetação Primária:	Cerrado	Uso atual: pastagem						
Drenagem :	Bem Drenado							
Erosão :	Não Aparente							
Observações em campo:	Diferença textural em campo referente ao horizonte A moderado e ao AB							
<i>Descrição Morfológica</i>								
A moderado	0- 35 cm; vermelho-escuro-acinzentado (10R 3/4 úmido); muito argilosa, moderada pequena granular; macio, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa e plana; raízes muitas de espessura média a grossa.							
AB	35-64 cm; vermelho-escuro-acinzentado (10R 3/4 úmido), muito argilosa, moderado pequeno granular; macio, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso, transição gradual e plana; muitas raízes de espessura mediana.							
B latossólico	64-200 ⁺ cm; bruno (2,5YR 4/4 úmido); muito argilosa; moderado granular muito pequena com poucos blocos subangulares; ligeiramente dura, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; raízes comuns e finas.							
<i>Análises Físicas</i>								
Horizonte	Espessura (cm)	Análise Textural g/Kg				ADA	GF	Silte/Argila
		Areia	Silte	Argila	Classe Textural	g/kg	%	
A	0 -35	97,00	129,00	774,00	Muito Argilosa	21,59	97,21	0,17
AB	35 -64	132,00	117,00	751,00	Muito Argilosa	24,95	96,68	0,16
Bw	62 -200 ⁺	132,00	138,00	729,00	Muito Argilosa	25,05	96,56	0,19
<i>Análises Químicas</i>								
	pH em água	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K	SB	Al ³⁺	H+Al	(t)
		cmol _c /dm ³		mg/dm ³				
A	5,17	2,39	0,10	45	2,61	0,49	5,5	3,10
AB	4,94	1,36	0,05	31	1,49	0,49	5,6	1,98
Bw	5,12	1,23	0,06	21	1,34	0,20	4,8	1,54
<i>Análises Químicas</i>								
Horizonte	(T)	V	m	P	P-rem	T argila	CO	MO
		%		mg/dm ³	mg/L		g/kg	
A	8,11	32,2	15,8	0,8	16,9	10,48	23,38	40,3
AB	7,09	21,0	24,7	0,3	14,9	9,44	17,92	30,9
Bw	6,14	21,8	13,0	0,2	13,7	8,42	8,64	14,9
Legenda	ADA = Argila Dispersa em Água; GF = Grau de floculação [GF= (argila - ADA) x 100/ argila]; T argila= Atividade da argila (T argila = T x 1000/argila); SB = Soma de Bases trocáveis; (t) = Capacidade de troca catiônica efetiva; (T)= Capacidade de troca catiônica a pH 7; V= Índice de saturação de bases; m = Índice de Saturação de alumínio; MO = Matéria orgânica; CO = Carbono Orgânico [CO= (MO/1,724)]; P-rem= Fósforo remanescente.							

c) **LATOSSOLO VERMELHO Eutrófico típico:**

O Latossolo Vermelho Eutrófico Típico (Perfil 2) apresenta sequência A moderado – B latossólico (Bw), totalizando uma espessura de mais de 160cm. Conforme os outros Latossolos descritos, também corresponde a um solo com alto grau de evolução.

Com localização em relevo predominante ondulado (declividade 8 a 20%), este solo apresenta como material de origem rochas carbonáticas do Membro Lagoa Santa (CPRM, 2009a, 2009b). São solos bem drenados, em que não se observa a presença de feições erosivas nas proximidades do perfil descrito. Exibe tonalidade vermelha e a transição entre os horizontes é clara e plana (Figura 18 e 19).



Figura 18: Perfil Descrito em campo. LATOSSOLO VERMELHO Eutrófico típico (Perfil 2).



Figura 19: Paisagem de Inserção do LATOSSOLO VERMELHO Eutrófico típico (Perfil 2).

No horizonte A, a estrutura é subangular, enquanto que no Bw é subangular que se desfaz em granular, novamente indicando solos bastante estruturados. A matéria orgânica presente também favorece essa estruturação e estabilidade dos agregados. Desta maneira, o solo como um todo funciona como uma “esponja” retendo a água, armazenando-a e liberando-a lentamente. Esta característica é importante para o uso agrícola, principalmente pelo fato de disponibilizar água e oxigênio para o desenvolvimento vegetal.

Diferentemente das outras classes de solos encontradas, este Latossolo apresenta seu índice de saturação de bases com alto valor (maior que 50% - Tabela 4), indicando solos eutróficos (EMBRAPA, 2006). Os horizontes A e Bw exibem saturação por bases de 93,5% e de 88,6%, respectivamente, sendo que ambos não apresentam alumínio no seu complexo de troca.

A alta fertilidade deste solo pode estar relacionada à vegetação de mata existente no local de descrição do perfil e consequente ciclagem de nutrientes ocorrida na área. Através da atuação de microorganismos, a biomassa formada na superfície do solo é decomposta e assim, os nutrientes são liberados para o solo, sendo posteriormente reabsorvidos pelas plantas. O volume de biomassa facilita a ciclagem dos nutrientes de forma rápida e eficiente, favorecendo os maiores índices de saturação de bases no solo, resultando em solos eutróficos.

As análises laboratoriais (Tabela 4) demonstram que o solo ostenta elevado teor de argila, sendo classificado como muito argiloso. Em concomitância, apresenta argila de baixa atividade ao longo do perfil, característica marcante dos Latossolos.

Tabela 4: Características morfológicas, físicas e químicas, LATOSSOLO VERMELHO Eutrófico típico (Perfil 2).

<i>Perfil 2: LATOSSOLO VERMELHO Eutrófico típico</i>								
Data da Coleta:	29/09/2011		Coordenada: Fuso 23 sul 59745E/7844620N					
Situação:	Corte terço inferior da vertente, área relativamente mais plana		Altitude: 776 m					
Relevo regional:	Suave Ondulado		Declividade: 3-8 %					
Formação geológica:	Membro Lagoa Santa		Litologia: Cacarenito, Calcissiltito					
Vegetação Primária:	Floresta Estacional Decidual		Uso Atual: Mata					
Drenagem :	Bem Drenado							
Erosão :	Não aparente							
<i>Descrição Morfológica</i>								
Horizonte A Moderado	0-35 cm; vermelho escuro acinzentado (10R 3/4 úmido); muito argilosa; forte muito pequena blocos subangulares; duro, friável, plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e plana; raízes muitas e finas.							
Horizonte B latossólico	35-160+ cm; vermelho (2,5YR 4/8 úmido), muito argilosa; forte (que se desfaz em forte muito pequena granular) pequeno e médio blocos subangulares; ligeiramente duro, muito friável, plástico e pegajoso; raízes poucas e finas.							
<i>Análises Físicas</i>								
Horizonte	Espessura (cm)	Análise textural g/Kg				ADA	GF	Silte/Argila
		Areia	Silte	Argila	Classe Textural	g/kg	%	
A	0-35	97,00	227,00	676,00	Muito Argilosa	26,35	96,1	0,34
Bw	35 - 160	76,00	217,00	707,00	Muito Argilosa	12,54	98,23	0,31
<i>Análises Químicas</i>								
Horizonte	pH em água	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K	SB	Al ³⁺	H+Al	(t)
		cmol _c /dm ³		mg/dm ³				
A	7,09	10,61	0,43	156	11,44	0	0,8	11,44
Bw	7,35	4,45	0,12	30	4,65	0	0,6	4,65
<i>Análises Químicas</i>								
Horizonte	(T)	V	m	P	P-rem	T argila	CO	MO
		%		mg/dm ³	mg/L		g/kg	
A	12,24	93,5	0	7,2	23,6	18,11	27,44	47,3
Bw	5,25	88,6	0	2,8	10,7	7,43	6,32	10,9
Legenda	ADA = Argila Dispersa em Água; GF = Grau de flocculação [GF= (argila - ADA) x 100/ argila]; T argila= Atividade da argila (T argila = T x 1000/argila); SB = Soma de Bases trocáveis; (t) = Capacidade de troca catiônica efetiva; (T)= Capacidade de troca catiônica a pH 7; V= Índice de saturação de bases; m = Índice de Saturação de alumínio; MO = Matéria orgânica; CO = Carbono Orgânico [CO= (MO/1,724)]; P-rem= Fósforo remanescente.							

O pH deste solo é neutro (TAN, 1982), o que pode indicar influência do material de origem. Nota-se que neste solo a CTC potencial (T) é maior no horizonte A (12,24 cmol_c/dm³) quando comparada com o horizonte Bw (5,25 cmol_c/dm³). A alta CTC do horizonte A também se relaciona a quantidade de carbono orgânico do solo, posto que no horizonte A (27,44 g/kg) o valor é maior do que no horizonte Bw (6,32 g/kg).

É um solo com baixa suscetibilidade erosiva tanto por suas características físicas quanto sua localização em relevo suave ondulado. Na paisagem, este solo encontra-se associado a manchas de LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico.

5.1.2 - Argissolos:

Constituídos de material mineral, a classe dos Argissolos apresenta solos com horizonte B textural (Bt) como horizonte diagnóstico, com atividade de argila baixa ou alta, aliada a saturação de bases baixa ou caráter alítico. Exibe um aumento significativo do teor de argila do horizonte A para o horizonte B (EMBRAPA, 2006). Normalmente a transição entre os horizontes A e Bt ocorre de forma clara, abrupta ou gradual.

Em função da mudança textural abrupta entre os horizontes A e Bt, esses solos são mais susceptíveis à erosão. Segundo Oliveira (2008), quanto maior for a diferença textural entre os horizontes mais susceptíveis a erosão os solos se tornam. Esta característica do Argissolo propicia uma infiltração mais rápida da água no horizonte superficial (horizonte A-textura normalmente mais arenosa), porém, a velocidade de infiltração diminui ao atingir o horizonte Bt (mais argiloso). Desta forma, o horizonte superficial fica encharcado favorecendo o escoamento superficial e, conseqüentemente, a retirada do material. Essa característica confere a estes solos um uso agrícola mais restrito, tornando-se necessário o uso de técnicas de manejo adequadas, a fim de evitar a erosão.

a) ARGISSOLO VERMELHO Distrófico abrupto:

Esta classe de solo foi encontrada principalmente sobre rochas carbonáticas do Membro Lagoa Santa (CPRM, 2009a, 2009b), em regiões de relevo plano a suave ondulado (declividade de 0 a 8%) (Figura 20). Na paisagem, ocorrem associados aos CAMBISSOLOS HÁPLICOS Tb Eutróficos típicos (posteriormente descritos), em uma região em que predomina vegetação herbácea.



Figura 20: Paisagem de inserção do ARGISSOLO VERMELHO Distrófico abruptico (Perfil 1)

O perfil analisado apresenta crescimento significativo de argila no horizonte Bt em relação ao horizonte A, caracterizando mudança textural abrupta (563g/kg de argila no horizonte A e 830 g/ kg de argila no horizonte Bt -Tabela 5),

Com base nas descrições morfológicas realizadas em campo, este solo tem coloração bruno-avermelhada-escura no horizonte A e vermelha-escura-acizentada no horizonte Bt, e a transição entre os horizontes é de difícil identificação, caracterizada como gradual e plana (Figura 21).



Figura 21: ARGISSOLO VERMELHO Distrófico abruptico (Perfil 1)

A relação silte/argila (0,11) comprova que o horizonte Bt é antigo, evidenciando que este solo foi bastante intemperizado, com perda dos nutrientes do solo. Fato corroborado pela baixa saturação por bases encontrada no horizonte Bt (5,10%). Ressalta-se a diferença significativa desse parâmetro quando se compara os horizontes A e Bt (69,20 e 5,10%, respectivamente – Tabela 5), fato que pode estar associado ao uso de adubos e corretivos no solo, e à alta eficiência na ciclagem de nutrientes feita pelas gramíneas, vegetação encontrada sobre esse perfil.

O Argissolo é relativamente ácido (TAN, 1982), e apresenta um índice de saturação por alumínio extremamente elevado no horizonte diagnóstico (77,29%).

Tabela 5: Características morfológicas, físicas e químicas, ARGISSOLO VERMELHO Distrófico abruptico (Perfil1).

<i>Perfil 1 :ARGISSOLO VERMELHO Distrófico abruptico</i>								
Data da Coleta:	29/09/2011	Coordenada: UTM Fuso 23 sul 592470E /7846765 N						
Situação:	Corte, média vertente	Altitude : 748m						
Relevo:	Suave Ondulado	Declividade: 3 a 8 %						
Formação geológica:	Membro Lagoa Santa	Litologia: Calcarenito, Calcissiltito						
Vegetação Primária:	Cerrado	Uso atual: Pastagem Natural						
Drenagem :	Bem Drenado							
Erosão :	Laminar, ligeira							
Observações em campo:	Período seco para a coleta das amostras, capim recobria toda área.							
<i>Descrição Morfológica</i>								
Horizonte A moderado	0 - 10 cm; bruno avermelhado escuro (2,5YR 3/3 úmido); franco argilosa; moderado média blocos subangulares; ligeiramente duro, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana; raízes muitas e finas.							
Horizonte B textural	10-94 ⁺ cm; vermelho escuro acinzentado (10R 3/3 úmido); muito argilosa; fraco a médio pequeno, blocos subangulares; ligeiramente duro, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; raízes comuns e finas.							
<i>Análises Físicas</i>								
Horizonte	Espessura (cm)	Análise textural g/Kg				ADA	GF	Silte/Argila
		Areia	Silte	Argila	Classe Textural	g/kg	%	
A	0-10	108,00	329,00	563,00	Franco Argilosa	11,45	97,97	0,58
Bt	10 a 94 ⁺	80,00	90,00	830,00	Muito Argilosa	24,00	97,11	0,11
<i>Análises Químicas</i>								
Horizonte	pH em água	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K	SB	Al ³⁺	H+Al	(t)
		cmol/dm ³		mg/dm ³				
A	6,27	6,44	0,31	80	6,95	0	3,1	6,95
Bt	5,20	0,39	0,02	7	0,43	1,46	8	1,89
<i>Análises Químicas</i>								
Horizonte	(T)	V	m	P	P-rem	T argila	CO	MO
		%		mg/dm ³	mg/L		g/kg	
A	10,07	69,2	0	2,4	15,3	17,89	28,65	49,4
Bt	8,43	5,1	77,2	0,1	4,6	10,16	16,71	28,8
Legenda	ADA = Argila Dispersa em Água; GF = Grau de floculação [GF= (argila - ADA) x 100/ argila]; T argila= Atividade da argila (T argila = T x 1000/argila); SB = Soma de Bases trocáveis; (t) = Capacidade de troca catiônica efetiva; (T)= Capacidade de troca catiônica a pH 7; V= Índice de saturação de bases; m = Índice de Saturação de alumínio; MO = Matéria orgânica; CO = Carbono Orgânico [CO= (MO/1,724)]; P-rem= Fósforo remanescente.							

5.1.3 - Neossolos

Os Neossolos são caracterizados como solos com baixo grau de evolução. São constituídos por material mineral ou orgânico (pouco espesso) em que não se verifica alterações significativas em relação ao material de origem. Esta baixa alteração pode estar relacionada à características do próprio material de origem que pode ser de difícil intemperização, ou mesmo a fatores ambientais como o clima, condições de relevo e o tempo, que são determinantes para a evolução do solo (EMBRAPA, 2006). Podem apresentar um horizonte B pouco espesso, contudo, o mesmo não pode ser enquadrado em nenhuma categoria de horizonte diagnóstico.

Por serem solos rasos, são mais susceptíveis aos processos erosivos. A água infiltra rapidamente pelo horizonte A que é pouco espesso, e percola em direção ao horizonte Cr ou a própria rocha. Ao encontrar este horizonte, a água não consegue penetrar com a mesma velocidade (ocorre a formação de uma barreira), visto a diferença textural e de estrutura entre os horizontes. Desta maneira, o horizonte superficial, que fica rapidamente saturado de água, tende a ser retirado pelo escoamento superficial. Logo, o uso agrícola é prejudicado visto que é neste horizonte que se encontram as condições necessárias para o desenvolvimento e crescimento vegetal. Além disso, o solo pouco espesso e a presença de um horizonte Cr determinam um volume reduzido de água e de nutrientes disponíveis para as plantas.

a) **NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico típico:**

O NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico típico possui contato lítico a uma profundidade maior que 50 cm e horizonte A sobre horizonte Cr, não apresentando horizonte B incipiente (EMBRAPA, 2006). No caso da área de estudo, apresenta mais de 5% do volume da massa do horizonte Cr (dentro de 150 cm de profundidade), aliado à presença de fragmentos de rocha semi-intemperizadas.

Corresponde à classe de solo de menor ocorrência na sub-bacia. Diferentemente dos outros solos ocorrentes, os Neossolos observados não apresentam rochas carbonáticas como material de origem. Desta maneira, os Neossolos somente ocorrem em manchas de coberturas detriticas (CPRM, 2009a, 2009b), que por sua vez, são mais resistentes ao intemperismo, dificultando a atuação dos processos pedogenéticos e consequente evolução do solo. A declividade do terreno (ondulado a forte ondulado) também dificulta a evolução deste solo.

Nesse sentido, tanto o material de origem mais resistente quanto a maior declividade favorecem a formação de solos mais jovens (Figura 22).

A pouca espessura notada no Neossolo indica solo mais susceptível aos processos erosivos. Quando o horizonte Cr é exposto, maior é a tendência da atuação dos processos erosivos (Figura 23).



Figura 22: Perfil descrito em campo. NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico típico (Perfil 4).



Figura 23: NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico típico. Notar feições erosivas do tipo ravina e horizonte Cr bastante erodível.

No que tange às características morfológicas, nota-se que no horizonte A, a estrutura é granular, enquanto que no horizonte Cr a estrutura é subangular (Tabela 6). O horizonte A configura-se com elevado teor de matéria orgânica (88,7 g/kg), enquanto este valor é drasticamente reduzido no horizonte Cr (10,8 g/kg).

É um solo moderadamente ácido (TAN, 1982) e em termos de fertilidade, classifica-se como eutrófico ($V\% = 61,80\%$ no horizonte A). Contudo, o horizonte Cr é distrófico, já que não se encontra totalmente influenciado pela vegetação de gramíneas (Figura 24). Esta favorece uma ciclagem eficiente de nutrientes, refletindo na eutrofia do solo. Além do mais, a presença constante do gado pode, em função da adição das fezes, melhorar a fertilidade do solo. Ambos os horizontes são enquadrados na classe textural muito argilosa.



Figura 24: Paisagem de inserção do NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico típico (Perfil 4)

Tabela 6: Características morfológicas, físicas e químicas, NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico típico (Perfil 4).

<i>Perfil 4: NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico típico</i>								
Data da Coleta:	27/10/2011				Localização: UTM Fuso 23 sul 590989E /7841013 N			
Situação:	Corte, terço médio da vertente				Altitude: 855m			
Relevo regional:	Ondulado				Declividade 8 -20 %			
Formação geológica:	Cobertura Detrito Laterítica				Litologia : Conglomerado Oligolítico, Laterita			
Vegetação Primária:	Cerrado				Uso atual: Pastagem			
Drenagem :	Bem Drenado							
Erosão :	Não aparente no perfil, nas proximidades algumas ravinas são observadas.							
Observações em campo:	Perfil aberto próximo a estrada (talude de corte), bastante pedregoso na superfície.							
<i>Descrição Morfológica</i>								
Horizonte A Moderado	0-28 cm; bruno- avermelhado (5YR 4/4 úmido); muito argilosa; moderado, pequeno granular ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e plana; raízes muitas de espessura mediana.							
Horizonte Cr	28-97 ⁺ cm; bruno –forte (7,5YR 5/6 úmido); muito argilosa; moderado pequeno subangular; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; raízes raras e finas.							
<i>Análises Físicas</i>								
Horizonte	Espessura (cm)	Análise textural g/Kg				ADA	GF	Silte/ Argila
		Areia	Silte	Argila	Classe Textural	g/kg	%	
A	0 -28	78,00	271,00	651,00	Muito Argilosa	15,65	97,60	0,42
Cr	28 -97 ⁺	52,00	336,00	612,00	Muito Argilosa	20,54	96,64	0,55
<i>Análises Químicas</i>								
Horizonte	pH em água	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K	SB	Al ³⁺	H+Al	(t)
		cmol _c /dm ³		mg/dm ³				
A	5,9	4,81	0,10	39	5,01	0	3,1	5,01
Cr	4,69	0,46	0,01	8	0,49	1,46	4,7	1,95
<i>Análises Químicas</i>								
Horizonte	(T)	V	m	P	P-rem	T argila	CO	MO
		%		mg/dm ³	mg/L		g/kg	
A	8,11	61,8	0	1,0	26,5	12,46	51,45	88,7
Cr	5,19	9,4	74,9	0,6	19,8	8,48	6,26	10,8
Legenda	ADA = Argila Dispersa em Água; GF = Grau de flocculação [GF= (argila - ADA) x 100/ argila]; T argila= Atividade da argila (T argila = T x 1000/argila); SB = Soma de Bases trocáveis; (t) = Capacidade de troca catiônica efetiva; (T)= Capacidade de troca catiônica a pH 7; V= Índice de saturação de bases; m = Índice de Saturação de alumínio; MO = Matéria orgânica; CO = Carbono Orgânico [CO= (MO/1,724)]; P-rem= Fósforo remanescente.							

5.1.4 - Cambissolos:

Os Cambissolos são solos com baixo grau de desenvolvimento, evidenciada pela pedogênese pouco avançada e a presença de um horizonte B incipiente (EMBRAPA, 2006). Na área de estudo foi encontrado CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Eutrófico típico. Este solo apresenta sequência de horizontes A chernozêmico- B incipiente- C. Normalmente para Cambissolos com horizonte A chernozêmico, o horizonte B incipiente deve apresentar argila de baixa atividade associado a baixo índice de saturação por bases. Contudo, neste caso, o horizonte B incipiente exibe baixa atividade da argila, mas, alto índice de saturação por bases, com horizonte C próximo à superfície. (37 -167+ cm). Acrescenta-se que o perfil foi aberto em uma região de mata e a ciclagem dos nutrientes neste ambiente favorece o aumento de fertilidade do solo.

O Perfil 6, localizado em fundos de vales aplainados (declividade de 0 a 8%), apresenta boa drenagem e não se observou presença de feições erosivas nas proximidades do perfil (Figura 25). As condições ambientais de relevo plano aliado a uma cobertura vegetal densa diminuem a atuação dos processos exógenos de escoamento superficial, o que por sua vez, reduz a erosão do solo.



Figura 25: Perfil descrito em campo. CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Eutrófico típico (Perfil 6)

Na região, observa-se que a camada de serrapilheira encontrada sobre o solo pode ter direta relação sobre os maiores teores de carbono orgânico existentes, caracterizando, assim, um horizonte A chernozêmico (Figura 26).



Figura 26: Paisagem de inserção do CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Eutrófico típico (Perfil 6). Detalhe para a camada de serrapilheira encontrada no local.

A serrapilheira corresponde a uma camada contendo resto de vegetação (folhas, raízes mortas, caules, frutos, entre outros) acumulada na superfície do solo, caracterizando-se como uma importante fonte de nutrientes nos solos. Os nutrientes incorporados ao solo aumentam desta forma a fertilidade e, conseqüentemente, o valor V%.

Os atributos físicos avaliados caracterizam o solo com desenvolvimento moderado, exibindo um horizonte B incipiente pouco espesso (11 cm) com elevada presença de argila. Os horizontes A e C enquadram-se na classe textural argila, enquanto que o horizonte B na classe muito argilosa (Tabela 7).

É um solo levemente ácido (TAN, 1982) sendo que o horizonte C apresenta pH neutro. O pH exerce controle em relação à solubilidade dos nutrientes do solo, influenciando a absorção destes nutrientes pela planta.

Ao longo do perfil predominam argilas de baixa atividade, e a relação silte/argila indica solos bem intemperizados ainda que correspondam a solos mais jovens que os Latossolos. Pode ser utilizado para agricultura já que apresenta grau de floculação alto e argila dispersa em água baixa, o que indica solos menos susceptíveis aos processos erosivos.

Tabela 7: Características morfológicas, físicas e químicas, CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Eutrófico típico. (Perfil 6).

<i>Perfil 6: CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Eutrófico típico</i>								
Data da Coleta:	21/11/2011	Localização: UTM fuso 23 sul 590577E/7744585N						
Situação:	Corte, terço superior vertente.	Altitude : 752 m						
Relevo regional:	Ondulado	Declividade 8-20%						
Formação geológica:	Membro Lagoa Santa	Litologia: Calcarenito, Calcissiltito						
Vegetação Primária:	Floresta Estacional Decidual	Uso Atual: Mata						
Drenagem :	Bem Drenado							
Erosão :	Não Aparente							
Obs. em campo	Presença de uma pequena cobertura por serrapilheira							
<i>Descrição Morfológica</i>								
A chernozêmico	0-26 cm; bruno-avermelhado-escuro (2,5YR 3/3 úmido), argila, moderado, pequeno granular ligeiramente duro, friável, plástico e não pegajoso, transição difusa e plana; muitas raízes de espessura mediana e grossa.							
B incipiente	26-37 cm; bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/4 úmido); muito argilosa; moderado pequeno blocos subangulares; ligeiramente duro, friável, plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana; raízes comuns de espessura mediana a grossa.							
C	37-167 ⁺ cm, vermelho (2,5YR 4/8 úmido); argila; moderado, pequeno a médio blocos subangulares; ligeiramente duro, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; raízes raras e finas.							
<i>Análises Físicas</i>								
Horizonte	Espessura (cm)	Análise textural g/Kg				ADA g/kg	GF %	Silte/ Argila
		Areia	Silte	Argila	Classe Textural			
A	0 -26	173,00	329,00	498,00	argila	20,48	95,89	0,66
Bi	26-37	148,00	192,00	660,00	muito argilosa	24,00	96,36	0,29
C	37 -167 ⁺	105,00	293,00	602,00	argila	22,45	96,27	0,49
<i>Análises Químicas</i>								
Horizonte	pH em água	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K	SB	Al ³⁺	H+Al	(t)
		cmol _c /dm ³		mg/dm ³				
A	6,79	9,58	0,23	47	9,93	0	1,3	9,93
Bi	6,65	8,34	0,27	28	8,68	0	2,7	8,68
C	7,20	4,25	0,04	17	4,33	0	0,6	4,33
<i>Análises Químicas</i>								
Horizonte	(T)	V	m	P	P-rem	T argila	CO	MO
		%		mg/dm ³	mg/L		g/kg	
A	11,23	88,4	0	3,3	20,8	22,55	27,09	46,7
Bi	11,38	76,3	0	1,3	25,0	17,24	23,55	40,6
C	4,930	87,8	0	1,0	10,1	8,19	6,26	10,8
Legenda	ADA = Argila Dispersa em Água; GF = Grau de flocculação [GF= (argila - ADA) x 100/ argila]; T argila= Atividade da argila (T argila = T x 1000/argila); SB = Soma de Bases trocáveis; (t) = Capacidade de troca catiônica efetiva; (T)= Capacidade de troca catiônica a pH 7; V= Índice de saturação de bases; m = Índice de Saturação de alumínio; MO = Matéria orgânica; CO = Carbono Orgânico [CO= (MO/1,724)]; P-rem= Fósforo remanescente.							

5.1.5 - Unidades de Mapeamento:

De acordo com as associações ambientais realizadas e o detalhamento proposto para o levantamento pedológico, foram encontradas na área de estudo sete unidades de mapeamento. A unidade de maior ocorrência refere-se aos LATOSSOLOS VERMELHOS Distróficos típicos – relevo ondulado a forte ondulado, enquanto que a menor ocorrência corresponde aos NEOSSOLOS REGOLÍTICOS Eutróficos típicos – relevo ondulado (Tabela 8).

Tabela 8: Distribuição percentual das unidades de mapeamento

Unidade de Mapeamento	Área Km ²	Porcentagem
Associação de ARGISSOLO VERMELHO Distrófico abrupto com CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Eutrófico típico- relevo plano a suave ondulado	7,27	18,30
Associação de LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico com LATOSSOLO VERMELHO Eutrófico típico - relevo ondulado	5,78	14,56
LATOSSOLO VERMELHO Distrófico húmico - relevo plano	2,95	7,44
LATOSSOLO VERMELHO Distrófico húmico - relevo suave ondulado a ondulado	3,99	10,05
LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico - relevo ondulado a forte ondulado	12,43	31,28
LATOSSOLO VERMELHO Eutrófico típico - relevo plano a suave ondulado	6,57	16,53
NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico típico - relevo ondulado	0,73	1,84
Total	39,73	100,00

A observação das classes de solos e sua inserção na paisagem demonstra que o relevo e o material de origem são os fatores ambientais mais relevantes para a diferenciação dos solos ocorrentes na sub-bacia.

Nesse sentido, quando o material de origem corresponde a rochas carbonáticas (Membro Pedro Leopoldo, Membro Lagoa Santa e Formação Serra de Santa Helena), nota-se a presença de solos mais desenvolvidos e evoluídos, como é o caso dos Latossolos Vermelhos e dos Argissolos Vermelhos. Ambos apresentam horizonte B espesso e, em adição, o

Argissolo é marcado por uma mudança textural abrupta. No mesmo material de origem também se encontra a classe dos Cambissolos, contudo localizados em relevo ondulado.

Ao se abordar as características morfológicas, os solos localizados em relevo plano e suave ondulado, e que possuem rochas carbonáticas como material de origem, também propiciam a formação de solos mais desenvolvidos.

Nas porções do território em que se verifica a presença de coberturas detríticas e relevo predominantemente ondulado, observa-se que a maior resistência do material de origem e a declividade do terreno propicia a formação de solos menos evoluídos, ou seja, as condições ambientais não favorecem o desenvolvimento dos processos pedogenéticos como é o caso do NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico típico.

5.2 - Aptidão Agrícola das Terras da sub-bacia córrego Olho d'Água:

A análise de aptidão agrícola das terras foi realizada de acordo com a tipologia de solos encontrada na sub-bacia, assim como características referentes à paisagem de inserção dos solos. Para os fatores limitantes, foram estabelecidos os graus de limitação (nulo, ligeiro, moderado, forte e muito forte) para os três níveis de manejo (Quadro 6), conforme Ramalho Filho e Beek (1995).

Através da identificação do grau de limitação dos solos, o resultado foi inserido na tabela guia de avaliação de aptidão agrícola das terras (região tropical úmida), possibilitando assim, definir a classificação de aptidão (Quadro 7). O resultado espacial desse processo é visualizado conforme Figura 27. Vale destacar que embora a classificação realizada identificou no total nove classes de aptidão agrícola das terras, somente seis classes são representadas no mapa. Isto ocorre, pois, nas unidades de mapeamento em que são encontradas associação de solos, é ilustrado no mapeamento de aptidão agrícola das terras somente a classe do solo de maior ocorrência na unidade trabalhada.

No âmbito geral, tanto os Latossolos quanto os Cambissolos existentes na sub-bacia exibiram características como a fertilidade do solo, o armazenamento de água e a declividade do terreno como os principais fatores limitantes. Para os Neossolos e Argissolos, a suscetibilidade erosiva e o impedimento à mecanização foram os principais fatores que determinaram a aptidão agrícola. Cada classe identificada será detalhada a seguir:

Quadro 6: Grau de limitação por unidade de mapeamento.

Unidade de Mapeamento	Deficiência de Fertilidade			Deficiência de Água			Excesso de água ou deficiência de oxigênio			Suscetibilidade a erosão			Impedimento a mecanização		
	(ΔF)			(ΔA)			(ΔO)			(ΔE)			(ΔM)		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
LATOSSOLO VERMELHO Distrófico húmico- relevo plano	M	L1	N2	L	L	L	N	N	N	N	N	N	N	N	N
LATOSSOLO VERMELHO Distrófico húmico- relevo suave ondulado a ondulado	M	L1	N2	L	L	L	N	N	N	M	L1	N2	M	M	M
LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico- relevo ondulado a forte ondulado	M	L1	N2	L	L	L	N	N	N	F	M1	L2	F	F	F
LATOSSOLO VERMELHO Eutrófico típico - relevo plano a suave ondulado	N	N	N	L	L	L	N	N	N	L	N1	N1	L	L	L
NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico típico- relevo ondulado	L	N1	N2	F	F	F	N	N	N	F	F/M1	M2	M	M	M
ARGISSOLO VERMELHO Distrófico abruptico - relevo plano a suave ondulado	M	L1	N2	M	M	M	M	L1	N2	F	M1	L2	L	L	L
CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Eutrófico típico - relevo plano a suave ondulado	N	N	N	L	L	L	L	N1	N1	L	N1	N1	L	L	L
LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico-relevo ondulado	M	L1	N2	L	L	L	N	N	N	L	N1	N1	M	M	M
LATOSSOLO VERMELHO Eutrófico típico -relevo ondulado	N	N	N	L	L	L	N	N	N	L	N1	N1	M	M	M

Legenda: N = Nulo, L=Ligeiro,M=Moderado, F=Forte, MF= Muito Forte

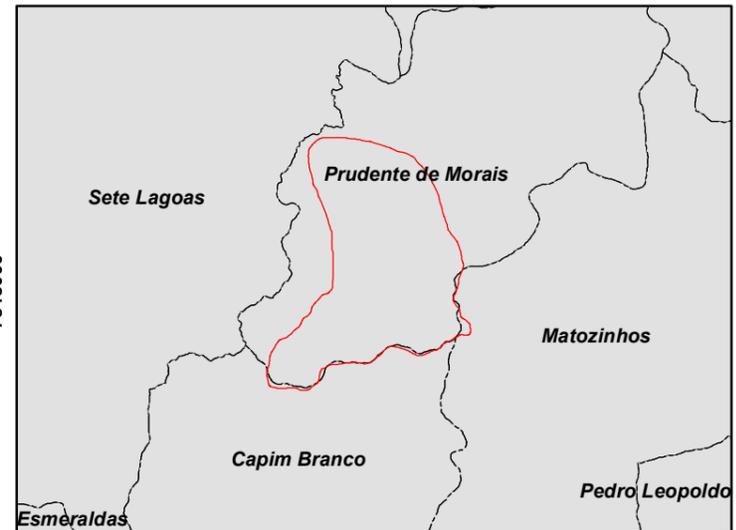
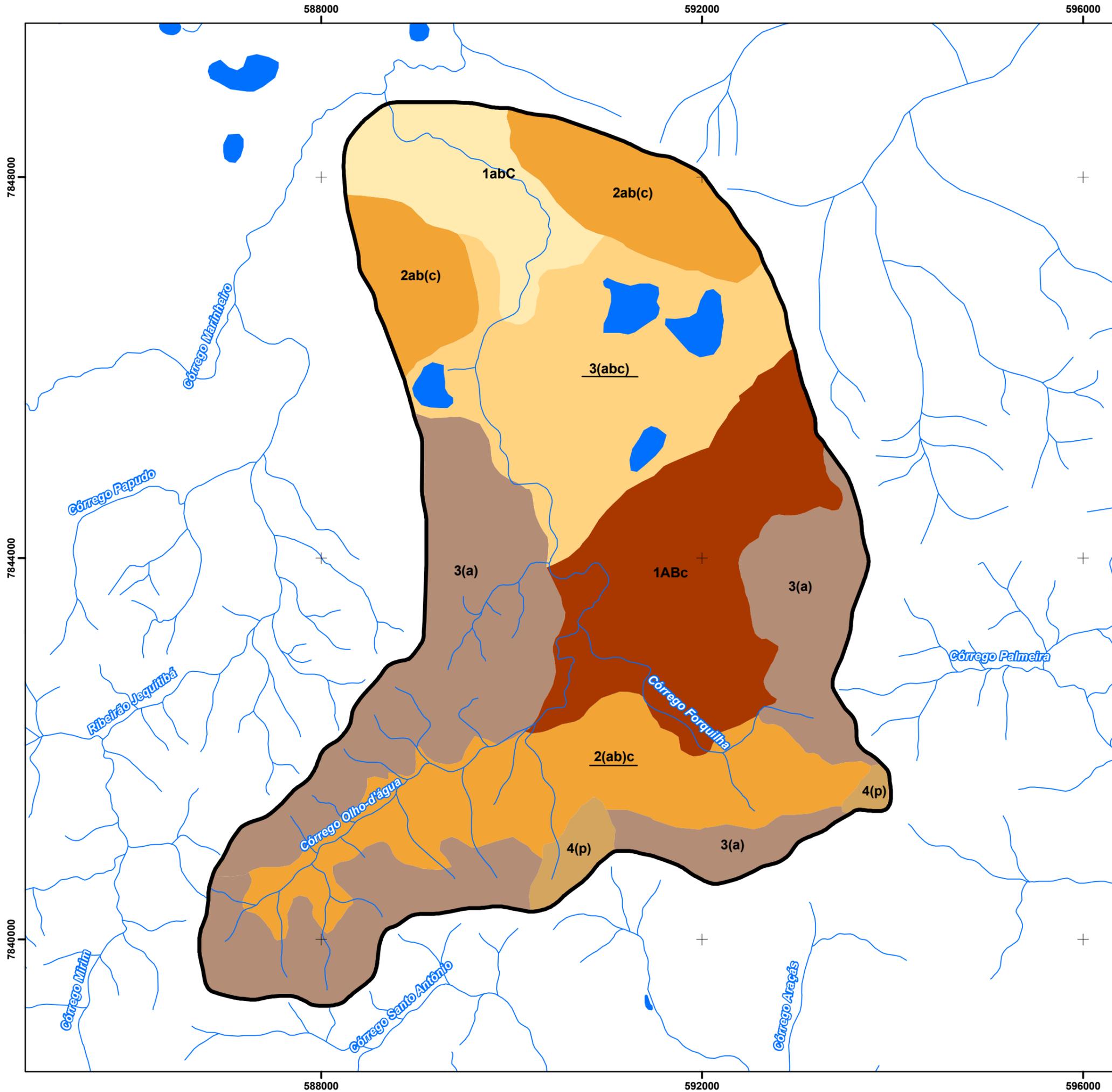
Quadro 7: Resultado do cruzamento das variáveis através do quadro-guia, segundo Ramalho Filho e Beek (1995), assim como o resultado da Aptidão agrícola das terras.

Fatores Limitantes do Solo	Latossolo Vermelho Distrófico Húmico- relevo plano			Latossolo Vermelho Distrófico Húmico- relevo suave ondulado a ondulado			Latossolo Vermelho Distrófico Típico- relevo ondulado a forte ondulado			Latossolo Vermelho Eutrófico Típico -relevo plano a suave ondulado		
	Nível			Nível			Nível			Nível		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
(ΔF)	2a	2b	1C	2 ^a	2b	1C	3 (a)	2b	1C	1A	1B	1C
(ΔA)	1A	1B	1C	1 ^a	1B	1C	1A	1B	1C	1A	1B	1C
(ΔO)	1A	1B	1C	1 ^a	1B	1C	1A	1B	1C	1A	1B	1C
(ΔE)	1A	1B	1C	2 ^a	1B	1C	3(a)	3(b)	3(c)	1A	1B	1C
(ΔM)	1A	1B	1C	1 ^a	2b	3 (c)	3a	4p	6	1A	1B	2c
Classificação por nível de manejo	2a	2b	1C	2 ^a	2b	3 (c)	3 (a)	4p	6	1A	1B	2c
Classificação Final da classe de solo	1abC			2ab(c)			3 (a)			1ABc		
Fator Limitante por nível de manejo	(ΔF)	(ΔF)	-	(ΔE)	(ΔM)	(ΔM)	(ΔF)	(ΔM)	(ΔM)	-	-	(ΔM)
				(ΔF)	(ΔF)	(ΔM)						

Continua...

Fatores Limitantes do Solo	Neossolo Regolítico Eutrófico Típico- relevo ondulado			Argissolo Vermelho Distrófico Abrupto - relevo plano a suave ondulado			Cambissolo Háplico Tb Eutrófico típico - relevo plano a suave ondulado			Latosolo Vermelho Distrófico Típico - relevo ondulado			Latosolo Vermelho Eutrófico Típico - relevo ondulado		
	Nível			Nível			Nível			Nível			Nível		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
(ΔF)	1A	1B	1C	2a	2b	1C	1A	1B	1C	2a	2b	1C	1A	1B	1C
(ΔA)	5n	4(p)	6	2a	2b	2c	1A	1B	1C	1A	1B	1C	1A	1B	1C
(ΔO)	1A	1B	1C	2a	1B	1C	1A	1B	1C	1A	1B	1C	1A	1B	1C
(ΔE)	3(a)	4P	6	3(a)	3(b)	3(c)	1A	1B	1C	1A	1B	1C	1A	1B	1C
(ΔM)	1A	2b	3(c)	1A	1B	2c	1A	2b	2c	1A	2b	3(c)	1A	2b	3(c)
Classificação por nível de manejo	5n	4(p)	6	3(a)	3(b)	3(c)	1A	2b	2c	2a	2b	3(c)	1A	2b	3(c)
Classificação Final da classe de solo	4(p)			3(abc)			1Abc			2ab(c)			1Ab(c)		
Fator Limitante por nível de manejo	(ΔA)	(ΔA)	(ΔA)	(ΔE)	(ΔE)	(ΔE)	-	(ΔM)	(ΔM)	(ΔF)	(ΔM)	(ΔM)	-	(ΔM)	(ΔM)

Legenda: (ΔF) Deficiência de Fertilidade, (ΔA) Deficiência de Água, (ΔO) Excesso de água ou deficiência de oxigênio ;(ΔE) Suscetibilidade Erosiva (ΔM) Impedimento à Mecanização.



Legenda:

- Limite Área de Estudo
- Massa d'água
- Hidrografia

Aptidão Agrícola das Terras

- 1ABc - Terras pertencentes a classe de aptidão regular para lavouras no nível de manejo C e boa nos níveis de manejo A e B.
- 1abc - Terras pertencentes a classe de aptidão regular para lavouras nos níveis de manejo A e B e boa para o nível de manejo C
- 2ab(c) - Terras pertencentes a classe de aptidão regular para lavouras nos níveis de manejo A e B e restrita para o nível de manejo C.
- 3(a) - Terras pertencentes a classe de aptidão restrita para lavouras no nível de manejo A e inapta para os níveis de manejo B e C.
- 3(abc) - Terras pertencentes a classe de aptidão restrita para lavouras nos tres níveis de manejo.
- 4(p) - Terras pertencentes a classe de aptidão restrita para pastagem plantada.

Figura 26 : Mapa de aptidão agrícola das terras, sub-bacia córrego Olho d'Água

Programa de Pós-Graduação em Geografia IGC -UFMG

1:40.000

0 400 800 1.600 2.400 Metros

**Base Cartográfica: Hidrografia, IGAM, 2011
Limite Municipal, IGA 2006
Curvas de Nível: Imagens SRTM**

Elaboração: Justine Bueno

5.2.1 - Classes de aptidão agrícola das terras da sub-bacia córrego Olho d'Água:

a) 1ABc - terras pertencentes à classe de aptidão boa nos níveis de manejo A e B e regular para lavouras no nível de manejo C.

O LATOSSOLO VERMELHO Eutrófico típico (relevo plano a suave ondulado), presente nesta classe de aptidão agrícola, exhibe aptidão boa para lavouras nos níveis de manejo A e B. Destaca-se que nestes níveis de manejo, os fatores limitantes são inexistentes, sendo o solo considerado apto à produção agrícola sem necessidade de intervenção do produtor.

Para o nível de manejo C, a aptidão agrícola é regular para lavouras. Neste caso, o fator limitante corresponde ao impedimento à mecanização. Vale destacar que esta limitação é ligeira, ou seja, a topografia (relevo plano a suave ondulado) não impede o uso de maquinários nestas terras.

É a melhor classe de aptidão agrícola encontrada em toda sub-bacia, concentrando-se na porção centro-leste da área.

b) 1Abc - Terras pertencentes à classe de aptidão boa para lavouras no nível de manejo A e regular nos níveis de manejo B e C.

Nesta classe de aptidão agrícola se insere o CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Eutrófico típico (relevo plano a suave ondulado). No nível de manejo A, este solo não apresenta nenhum tipo de restrição de uso, ou seja, detém condições ideais para o uso do solo mais intensivo (lavouras), sendo estas: eutrofia, facilidade de armazenamento de água (presença de macroporos e microporos), baixa suscetibilidade natural à erosão e relevo com baixa declividade.

Para o nível de manejo B e C, o impedimento à mecanização é o fator limitante. As características do relevo direcionam a um grau de limitação ligeiro para este parâmetro. Uma vez que o solo, no geral, apresenta favoráveis condições de uso, o elemento menos favorável é o impedimento à mecanização.

c) 1abC - Terras pertencentes à classe de aptidão regular para lavouras nos níveis de manejo A e B e boa no nível de manejo C.

Esta classe de aptidão agrícola é marcada pela presença de LATOSSOLO VERMELHO Distrófico húmico, localizado em relevo plano. Trata-se de solos cujo fator limitante para os níveis de manejo A e B corresponde à deficiência de fertilidade.

Conforme discutido em itens anteriores, os Latossolos são solos bem evoluídos, em que, os minerais primários do solo já foram altamente intemperizados, restando deste processo, principalmente óxidos de ferro e alumínio. Tal solo exhibe uma deficiência significativa de macronutrientes e micronutrientes, necessários para o desenvolvimento vegetal. Em conjunto, o teor de alumínio existente, pode ocasionar toxicidade do solo, o que pode dificultar a produção agrícola. Estas características propiciam que este Latossolo apresente grau de restrição moderado para o nível de manejo A e ligeiro para o nível de manejo B.

Para o nível de manejo C, pode-se afirmar que não existem fatores limitantes para a produção agrícola. O produtor ao investir tecnologia e capital para a melhoria das terras acaba por criar um ambiente com condições favoráveis ao desenvolvimento agrícola, sem nenhum tipo de restrição de uso. Desta forma, o único fator limitante, existente nos nível de manejo (deficiência de fertilidade), é corrigido através da adubação e calagem do solo, técnicas que necessitam de um investimento econômico maior.

d) 1Ab(c) – Terras pertencentes à classe de aptidão boa para lavouras no nível de manejo A , regular para o nível de manejo B e restrita no nível de manejo C.

Marcada pela presença de LATOSSOLO VERMELHO Eutrófico típico, inserido em relevo ondulado, são solos cujo fator limitante refere-se ao impedimento à mecanização nos níveis de manejo B e C. O nível de manejo A não expõe fatores limitantes, exibindo condições naturais favoráveis à produção agrícola para lavouras.

Como o nível de manejo A não inclui práticas agrícolas mecanizadas, o solo em suas condições naturais de declividade é utilizado sem nenhum tipo de restrição. Por outro lado, nos níveis de manejo B e C (que adotam práticas agrícolas mecanizadas), o impedimento à mecanização apresenta limitação moderada. Ressalta-se que este fator não é passível de melhoramento, uma vez que as técnicas envolvidas são economicamente inviáveis.

e) 2ab(c) - Terras pertencentes à classe de aptidão regular para lavouras nos níveis de manejo A e B e restrita para o nível de manejo C.

Nesta classe de aptidão agrícola encontra-se o LATOSSOLO VERMELHO Distrófico húmico (relevo suave ondulado a ondulado), assim como o LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico (relevo ondulado a forte ondulado).

Primeiramente quando se aborda o LATOSSOLO VERMELHO Distrófico húmico no nível de manejo A, os fatores limitantes referem-se à deficiência de fertilidade e à suscetibilidade erosiva do solo. O alto grau de evolução deste solo resulta em um baixo teor de macronutrientes e micronutrientes, possibilitando enquadrar este solo com grau de limitação moderado. Em adição, a suscetibilidade erosiva também apresenta limitação moderada. Embora corresponda a um Latossolo (solos naturalmente com menor suscetibilidade erosiva), as características geomorfológicas da área (declividades acentuadas) favorecem a atuação erosiva da água. Desta forma, quanto maior a declividade da vertente maior será o escoamento superficial e menor a infiltração, refletindo em uma maior suscetibilidade erosiva (BERTONI E LOMBARDI NETO, 1999).

Para o nível de manejo B, a deficiência de fertilidade e impedimento à mecanização são os fatores restritivos. O relevo ondulado dificulta o uso de maquinário nestes solos. No nível de manejo C, o impedimento à mecanização é o único fator limitante.

Para o LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico (relevo ondulado), os parâmetros são similares ao solo acima descrito. No nível de manejo A, o fator limitante é a fertilidade. Para o nível de manejo B, corresponde à deficiência de fertilidade e o impedimento à mecanização. Já no nível de manejo C, o único fator limitante é o impedimento à mecanização.

Conforme se observa, as duas classes de Latossolos correspondem a solos distróficos, refletindo em características de fertilidade restritivas para a produção agrícola (quando se trata do uso do solo em condição natural). Após correção desta deficiência (correção da acidez e adubação dos solos), esta limitação deixa de existir. Além disso, as características geomorfológicas, principalmente a presença de relevo ondulado a forte ondulado, interferem diretamente no impedimento à mecanização dos solos.

f) 3 (abc) - Terras pertencentes a classe de aptidão restrita para lavoura nos três níveis de manejo.

Esta classe de aptidão agrícola abrange a classe do ARGISSOLO VERMELHO Distrófico abruptico (relevo plano a suave ondulado), onde o fator limitante refere-se à suscetibilidade erosiva em todos os níveis de manejo. Para o nível de manejo A, considera-se

que a suscetibilidade erosiva dos Argissolos é forte. A presença de um horizonte B textural, faz com que a água infiltre com certa velocidade no horizonte A, diminuindo de velocidade ao encontrar o horizonte Bt (quantidade de argila maior). Desta forma, com a saturação do horizonte A, os efeitos de perdas erosivas em razão do escoamento superficial são potencializados. Já que os produtores utilizam as terras em suas condições naturais (neste nível de manejo), normalmente, não são empregadas técnicas de plantio que viabilizem a menor perda erosiva dos solos. Para o nível de manejo B, a suscetibilidade erosiva já é moderada, enquanto que no nível C, a mesma é ligeira. O produtor aproveita de técnicas que viabilizam o melhoramento da suscetibilidade erosiva, tais como aração mínima do solo, cultivos em nível, cultivo em faixas, rotação de culturas, pastoreio controlado, entre outras técnicas, para minimizar esta característica natural deste solo.

g) 3 (a) - Terras pertencentes a classe de aptidão restrita para lavouras no nível de manejo A, e inapta nos níveis B e C.

Para o nível de manejo A, o fator limitante é a deficiência de fertilidade. Nesta região o LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico (relevo ondulado a forte ondulado) apresenta o índice de saturação de bases de 32,20 % (horizonte A), enquanto o índice de saturação de alumínio tem valor de 15,80%, ou seja, corresponde a um solo distrófico, porém não alumínico. A baixa fertilidade deste solo o enquadra com deficiência de fertilidade moderada.

A fertilidade do solo é um atributo de extrema relevância quando se aborda o nível de manejo A, em função da utilização dos solos em suas condições naturais, sem uso de fertilizantes. Portanto, a baixa fertilidade deste solo faz com que, para este nível, a aptidão seja restrita. Neste caso, se adaptam melhor a estas qualidades, culturas tolerantes à baixa fertilidade natural do solo. Em contrapartida, a deficiência de fertilidade deixa de ser um fator limitante para os níveis de manejo B e C, isto com um aumento de investimento na produção, empregando determinadas técnicas²⁰ para da correção de fertilidade, minimizando esta deficiência.

Em relação ao nível de manejo B e C, o fator limitante se resulta ao impedimento à mecanização. Já que a unidade de mapeamento encontra-se inserida em áreas de relevo ondulado a forte ondulado, a mecanização dos solos não é possível, sendo esta limitação enquadrada como forte.

²⁰ O uso de adubação verde, calagem, adubação com NPK, incorporação de esterco, rotação de culturas são alguns dos procedimentos passíveis de realização.

h) 4(p) - Terras pertencentes à classe de aptidão restrita para pastagem plantada.

Corresponde à classe de aptidão agrícola de menor ocorrência na área de estudo, sendo representada pelo NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico típico (relevo ondulado). Esta classe de solo apresenta restrições para o uso agrícola, uma vez que a presença de um horizonte A pouco espesso, assentado sobre um horizonte Cr, favorece a suscetibilidade erosiva.

Para os três níveis de manejo, o fator limitante refere-se à deficiência de água, sendo a mesma enquadrada como forte, pois a pequena espessura do horizonte A reduz a capacidade de armazenamento de água. Além disso, a presença de um horizonte Cr, com pouca porosidade e próximo à superfície, faz com que a água, após infiltração rápida no horizonte A, tenha dificuldade de penetração no horizonte Cr, saturando a camada superficial rapidamente e, conseqüentemente, favorecendo a perda erosiva do solo.

A deficiência de água foi considerada o fator limitante para a classificação da aptidão agrícola das terras, entretanto, outras características deste solo devem ser salientadas, tais como: a suscetibilidade erosiva e o impedimento à mecanização. Ambos os fatores apresentam grau de restrição variando de forte a ligeiro (suscetibilidade erosiva) e moderado (impedimento à mecanização), limitando o uso do solo para pastagem plantada.

Por se encontrar em relevo ondulado, a declividade da vertente potencializa o escoamento superficial. Tão logo aumente o escoamento, maior é a probabilidade de carreamento de sedimentos através da ação da água. Além disso, o impedimento à mecanização se torna um empecilho, já que os Neossolos por suas características naturais (textura, espessura e pedregosidade), aliadas ao relevo acidentado, inviabilizam o uso de maquinário.

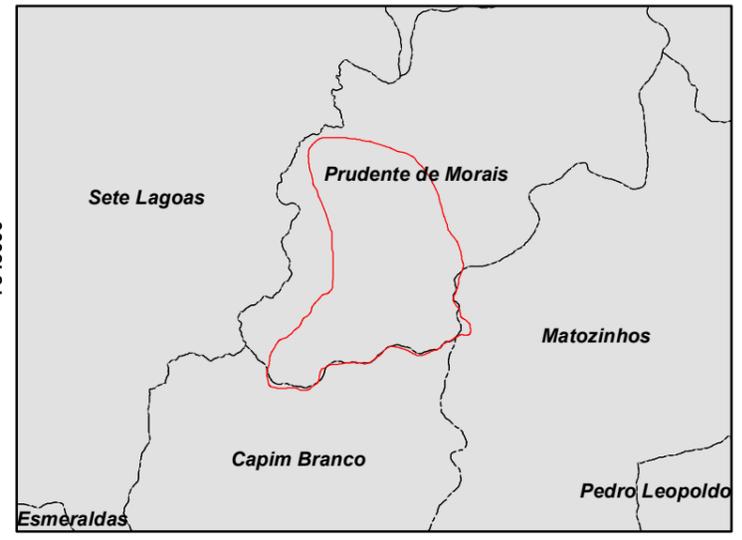
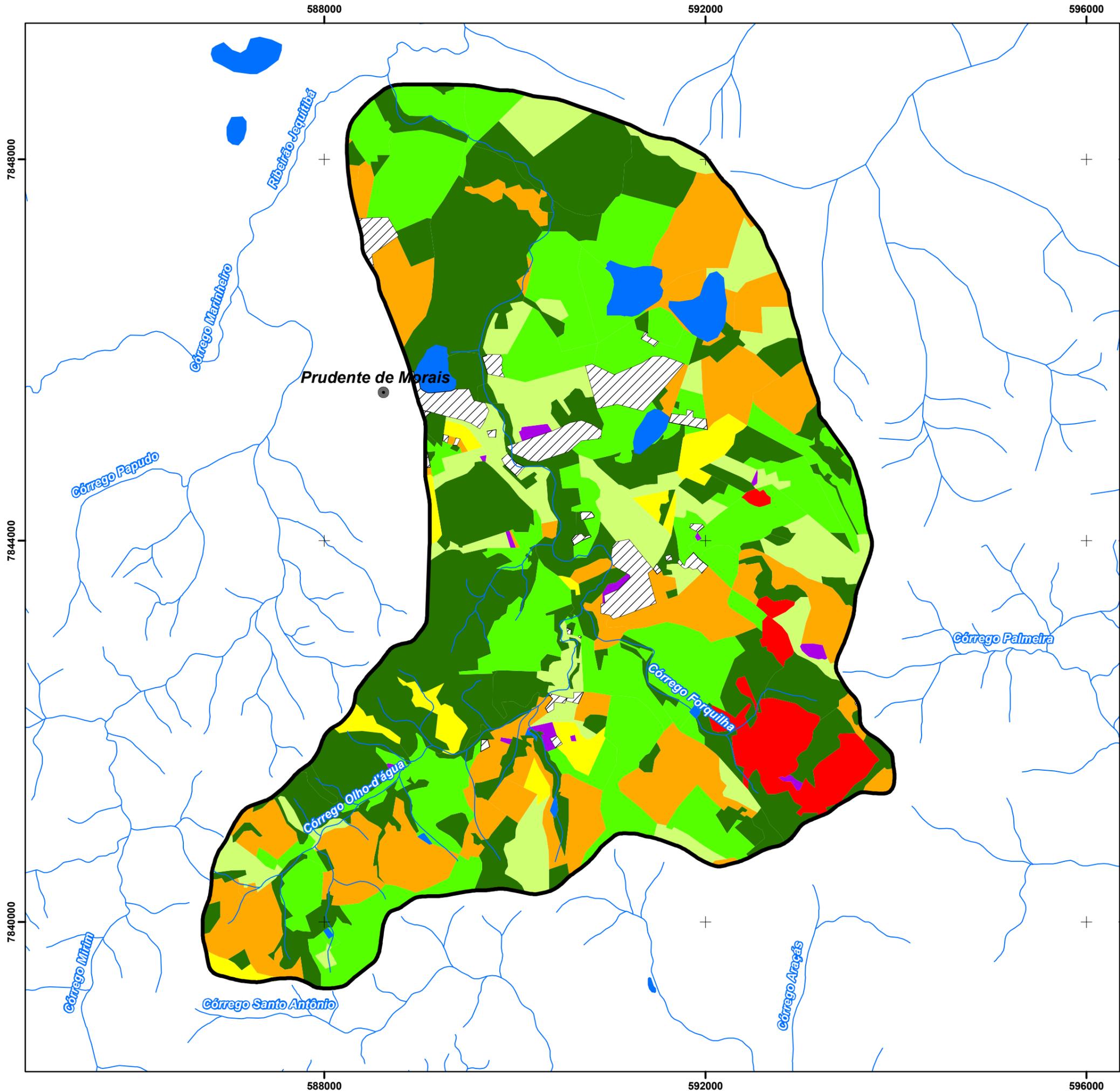
5.3 - Uso e Ocupação do Solo:

O mapeamento de uso e ocupação do solo elaborado para a sub-bacia córrego Olho d'Água (Figura 28) demonstrou a existência de nove classes definidas como; Área Urbanizada, Área Preparada para Plantio, Área de Mineração, Capoeira, Cultivo, Mata, Massa d'água, Pastagem e Solo Exposto. Na Figura 29 é ilustrada a ocupação do solo por classes de uso do solo e sua porcentagem de ocorrência na sub-bacia. Cada tipologia de uso e ocupação do solo será detalhada posteriormente. Para a comparação com a aptidão agrícola das terras não foram consideradas os usos de Área Urbanizada, Área de Mineração e Massa d'água, uma vez que são independentes de classificação.

Em termos de diversidade de uso, o predomínio é de atividades agropecuárias associadas à presença de remanescentes florestais (Matas) (Tabela 9). Outra atividade econômica importante na sub-bacia é exploração mineraria do calcário (atividade comum no município de Prudente de Morais- MG).

Tabela 9: Tipologias de uso e ocupação do solo na sub-bacia de estudo

Classe de Uso e Ocupação do Solo	Área Km ²	Porcentagem
Área de Mineração	1,27	3,19
Área preparara para plantio	1,11	2,80
Área Urbanizada	1,45	3,64
Capoeira	4,50	11,33
Cultivo	10,19	25,66
Mata	12,87	32,40
Massa d'água	0,58	1,46
Pastagem	7,56	19,02
Solo Exposto	0,19	0,49
<i>Total</i>	<i>39,73</i>	<i>100,00</i>



Legenda:

- Sedes Municipais
- ~ Hidrografia
- ▭ Limite Área de Estudo

Classes de Uso e Ocupação do Solo

- Área de Mineração
- Área Preparada para o Plantio
- ▨ Área Urbanizada
- Capoeira
- Cultivo
- Massa d'água
- Mata
- Pastagem
- Solo Exposto

Figura 27 : Mapa de uso e ocupação do solo, sub-bacia córrego olho d'Água

Programa de Pós-Graduação em Geografia
IGC -UFMG

1:40.000

0 400 800 1.600 2.400 Metros

Base Cartográfica: Hidrografia, IGAM, 2011
Limite Municipal, IGA 2006

Elaboração: Justine Bueno

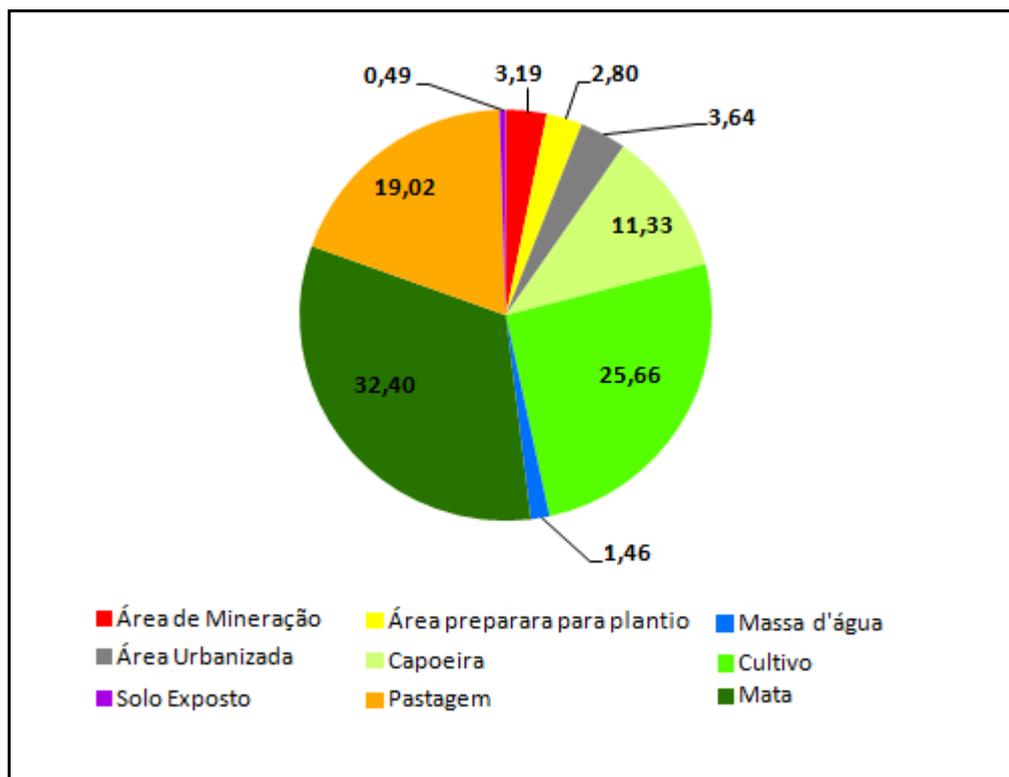


Figura 29: Gráfico de distribuição percentual de classes de uso e ocupação do solo.

5.3.1 - Matas (cobertura vegetal densa):

A espacialização das matas na área de estudo exibe a presença de remanescentes florestais oriundos do processo pretérito de supressão da vegetação, processo este que veio a substituir a vegetação natural por atividades agropecuárias (CHAVES, 2005).

A presença de tais remanescentes na sub-bacia vem auxiliar na manutenção da qualidade ambiental, uma vez que favorece a conservação da biodiversidade, auxiliando também na proteção do solo contra os agentes erosivos (SELBY, 1985; BERTONI E LOMBARDI NETO, 1999).

De acordo com os dados da Tabela 9 as matas correspondem à classe de maior ocorrência na sub-bacia (32,40%). Esta formação vegetacional é visualizada nas médias vertentes e em topos de morros aplainados (Figura 30 e 31), em regiões de cabeceira, favorecendo os processos de infiltração e, assim, a recarga dos aquíferos (THORNES, 1990). A porção oeste da sub-bacia exibe maior densidade de matas (

Figura 28), cujos fragmentos florestais apresentam maior extensão, sendo considerada a área mais preservada de toda sub-bacia.



Figura 30: Floresta Estacional Semidecidual presente em topo de morro e média vertente.

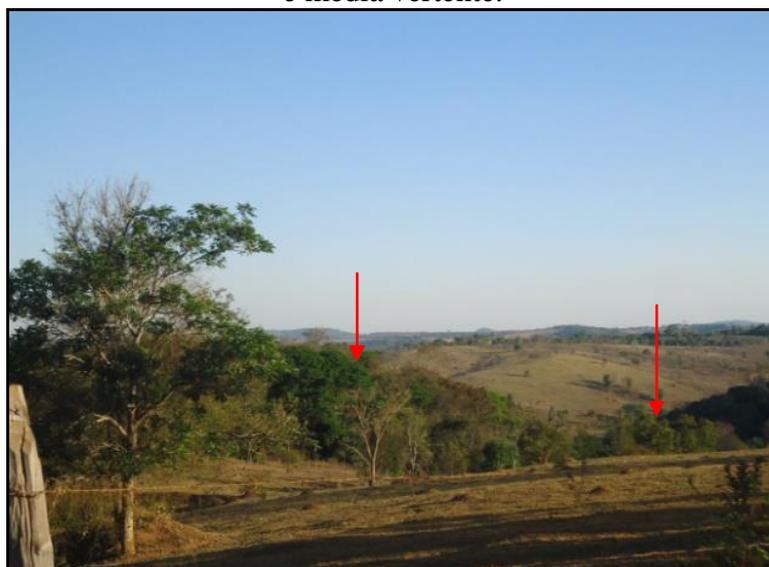


Figura 31: Remanescentes florestais em meio a áreas de campos, localizados nos topos de morros aplainados e média vertente.

A formação vegetal de porte arbóreo, também é observada sobre afloramentos calcários presentes na região, cuja denominação refere-se à Floresta Estacional Decidual ou Mata Seca (Piló,1998) (Figura 32).



Figura 32: Floresta Estacional Decidual, encontrada sobre afloramentos calcários em meio as áreas de campo.

A vegetação ciliar na sub-bacia encontra-se altamente degradada, uma vez que a sua presença não exhibe continuidade, sendo observada somente em locais pontuais. Ressalta-se a importância da preservação das matas presentes nas margens dos rios, pois são consideradas Áreas de Preservação Permanente, exibindo importante papel para a manutenção da qualidade ambiental.

Segundo Selby (1985), a vegetação interfere diretamente nos processos das vertentes, pois atenua a ação do escoamento superficial, além de aumentar a umidade do solo. Acrescenta-se que a cobertura vegetal favorece o aumento do teor de matéria orgânica no solo. A presença das raízes cria diversos canais, interferindo diretamente na porosidade do solo, refletindo nos processos de infiltração da água.

Conforme a cobertura vegetal é mais densa, maior será a atuação das folhas nos seguintes aspectos:

- Maior interceptação vegetal das gotas de chuvas, resultando em menor velocidade de incidência no solo. Logo, com menor força atuando diretamente no solo, menor será a capacidade da água em desagregar, remover e transportar os sedimentos.
- Maior contribuição da vegetação para que parte da água interceptada se acumule na superfície das folhas com posterior evaporação (BERTONI e LOMBARDI NETO, 1999), novamente diminuindo a quantidade de água que chega ao solo e assim a atuação erosiva da água.

- Quanto mais densa é a vegetação, conseqüentemente maior volume terá a biomassa do solo, podendo resultar em maior teor de matéria orgânica no solo, favorecendo sua estruturação, aumentando a porosidade e a infiltração.

Todo esse conjunto propicia que a vegetação favoreça uma maior atuação dos processos de infiltração, uma vez que o escoamento superficial será minimizado (SELBY, 1995, BERTONI e LOMBARDI NETO, 1999).

5.3.2 - Solo exposto:

No tocante a classe referente ao solo exposto, nota-se pequena ocorrência (0,49%) na sub-bacia, normalmente relacionada às áreas recentemente desflorestadas para o uso na atividade de pecuária.

Os solos quando não apresentam nenhum tipo de cobertura vegetal são mais favoráveis para a atuação dos processos erosivos, uma vez que aumentam a atuação do escoamento superficial, facilitando a desagregação e transporte de sedimentos. Nesse sentido, as áreas de solo exposto são consideradas fontes de sedimentos, que geralmente, são depositados nos cursos d'água, causando o aumento da turbidez nos rios, diminuição da qualidade das águas, além da alteração da vazão. Ressalta-se que, quando o solo não apresenta cobertura vegetal, os sedimentos mais finos que se encontram desagregados formam uma película seladora nos solos, impedimento ainda mais a infiltração da água (BONNA, 2011). Conforme o teor de argila é significativo nos solos encontrados na área de estudo, ocorre maior quantidade de sedimentos finos que podem potencializar este efeito.

5.3.3 - Área preparada para plantio:

Corresponde à etapa anterior ao plantio, onde o solo encontra-se exposto e com a camada superficial revolvida (Figura 33). O mapeamento realizado demonstrou que na sub-bacia a ocorrência desta classe é pouco expressiva (2, 80%).

Diferentemente da classe de solo exposto, o padrão desta atividade exhibe no terreno curvas em nível, em função do uso de arados e/ou grades. Desta maneira, a diferenciação de áreas preparadas para plantio de áreas de solo exposto foi feita considerando a presença de curvas em nível, que por sua vez evidenciaram um padrão de uso diferenciado na imagem (Figura 34).



Figura 33: Notar solo exposto em função da área preparada para plantio.



Figura 34:Notar padrão referente as áreas preparadas para o plantio.

Fonte: Imagem Google Earth, 2011.

Segundo Espíndola (2008), as arações potencializam as perdas de material dos horizontes superficiais dos solos, uma vez que o revolvimento do solo, a princípio, favorece a quebra de agregados, interferindo nos parâmetros de porosidade, infiltração e escoamento superficial. Conforme o solo se encontra mais desagregado, a água apresenta maior potencial de transportar suas partículas, sendo que estas podem vir a depositar em cursos d'água, inseridos nas proximidades, alterando os padrões de vazão dos mesmos.

5.3.4 - Cultivos:

Os cultivos temporários são predominantes na área de estudo. Nota-se a produção de cana de açúcar em maior quantidade, seguida por pequenas extensões de terras destinadas ao cultivo do milho e do feijão (informações coletadas em campo).

A atividade pecuária corresponde a outro uso significativo presente na sub-bacia. Tal atividade requer o cultivo de plantas forrageiras para alimentação do gado. Desta forma, grande parte dos cultivos da área de estudo refere-se a piquetes espalhados, para a alimentação do gado. Pode-se inferir que até mesmo a produção de cana de açúcar, destina-se à alimentação do rebanho.

Em alguns locais, nota-se certa diversidade de cultivos, uma vez que os mesmos são destinados à agricultura de subsistência. Esta classe de uso do solo corresponde a 25,66% da sub-bacia. (Figura 35 e 36).



Figura 35: Notar ao fundo cultivo de cana de açúcar, em domínio de relevo suave ondulado.



Figura 36: Presença de pequenos lotes destinados a cultivos diversificados.

5.3.5 - Capoeira:

A vegetação de capoeira, segundo Ferri (1980), corresponde à vegetação secundária que surge em função do abandono de áreas cultivadas nos locais em que a mata primária foi suprimida. Nas áreas de capoeira com estágio avançado de desenvolvimento, nota-se a presença de vegetação de porte herbáceo, caracterizada por um extenso tapete de gramíneas associado à vegetação de porte arbóreo, com a presença de menor quantidade de árvores (Figura 37). Essa classe corresponde a 11,33% do uso encontrado na sub-bacia, sendo verificada principalmente na porção central e leste (Figura 28).

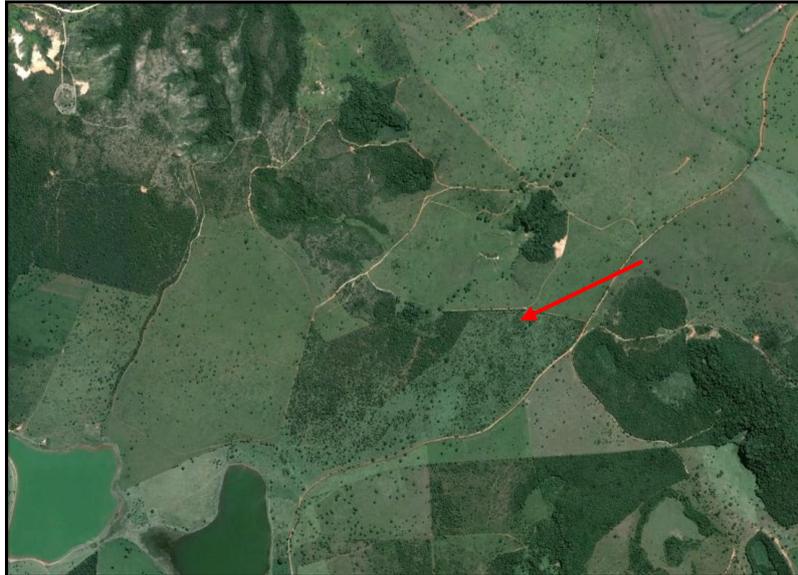


Figura 37: Padrão espacial das áreas correspondentes à capoeira.

Fonte: Imagem Google Earth, 2011.

5.3.6 - Pastagem:

Este uso é visualizado na porção oeste da sub-bacia (Figura 28), identificado pela presença de um extenso tapete de vegetação herbácea (Figura 38). Na área de estudo, diversos estabelecimentos agrícolas são destinados à criação de bovinos. Desta maneira, o uso do solo por pastagem também é expressivo, sendo 19,02% do território ocupados por esta atividade.

Na sub-bacia, esta classe é encontrada sobre relevo suave ondulado. Quando a pastagem ocorre em relevo ondulado, o pisoteio constante do gado resulta na formação de feições denominadas de terracetes. Este processo também incide na compactação do solo, contribuindo para diminuição da porosidade, novamente interferindo na infiltração, assim como na permeabilidade e no armazenamento de água no solo. Para Colet (2006), o pisoteio do gado é um dos principais motivos da degradação e potencialização da atuação erosiva nos solos.



Figura 38: Pastagem natural em área de NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico típico.

5.3.7 - Área Urbanizada, Área de Mineração e Massa d'água:

Os usos do solo determinados na sub-bacia serviram como fonte de informação para verificação das potencialidades do solo em relação ao seu uso efetivo. Os três usos (Área Urbanizada, Área de Mineração e Massa d'água) não serão considerados na sobreposição dos mapeamentos.

As massas d'água referem-se a rios e lagoas presentes na área. A sub-bacia córrego Olho d'Água encontra-se inserida em ambiente cárstico, exibindo feições dissolutivas típicas deste ambiente. Nessa perspectiva, as lagoas encontradas podem estar diretamente associadas a dolinamentos existentes na região.

Quanto à área urbanizada, na área de estudo refere-se a uma pequena porção da área urbana do município de Prudente de Morais-MG, incluindo bairros periféricos como Arco Verde (Figura 39). A sub-bacia é interceptada pela linha da estrada de ferro Central do Brasil (CPRM, 2009a e 2009b).



Figura 39 :Padrão de área urbanizada.
Fonte: Imagem Google Earth, 2011.

Por último em relação à área de mineração, 3,19 % do território é marcado por este tipo de uso. O município de Prudente de Morais-MG apresenta diversas mineradoras (Inducal Industrial de Cálcaro LTDA, Mineração Pedra Bonita LTDA, Eimcal –Empresa Industrial de Mineração Calcárea LTDA)²¹ (Figura 40) .



Figura 40: Mineração de calcário em segundo plano.

²¹ Disponível em <http://www.prudentedemorais.mg.gov.br>. Acesso dia 15/03/2012.

5.4 - Adequação entre o uso efetivo e potencialidades do solo:

Conforme discutido na revisão bibliográfica, uma das concepções básicas do planejamento ambiental consiste em projetar o uso do solo com base na utilização dos recursos naturais de forma racional ou sustentável. Para tanto, é necessário o conhecimento das características ambientais de uma região de forma a gerar informações integradas, que possibilitem antever ações de uso do solo com posterior regularização do mesmo (SANTOS, 2004).

Neste contexto, conforme o conhecimento dos elementos físicos, bióticos e socioeconômicos, é possível planejar o uso sustentável do ambiente minimizando, ou até mesmo, evitando a manifestação de impactos negativos.

Com o objetivo de avaliar a adequação entre o uso atual do solo na sub-bacia em relação ao seu uso potencial, elaborou-se o mapeamento das compatibilidades e incompatibilidades de uso. O mapa final intitulado “*Adequação entre o uso efetivo e o uso potencial do solo*” (Figura 41) foi confeccionado utilizando as informações presentes nos mapeamentos de uso do solo e de aptidão agrícola das terras. As informações foram sobrepostas e os resultados qualitativos identificados estão sintetizados conforme Quadro 8.

A metodologia de aptidão agrícola das terras de Ramalho Filho e Beek (1995) prevê a classificação das terras de acordo com associação de características ambientais e econômicas. O resultado desta união de parâmetros demonstra a atividade agrícola mais intensiva que um local pode apresentar, sem que ocorra degradação do ambiente. Neste sentido, a atividade existente no local pode estar adequada ou não à aptidão agrícola prevista.

Quando o uso do solo encontra-se inadequado com a aptidão agrícola proposta, este solo pode estar sobreutilizado (uso do solo maior que sua potencialidade) ou subutilizado (uso do solo menor que sua potencialidade). Um dos exemplos corresponde a áreas em que o uso atual é marcado pela pecuária, inseridas em uma região cuja aptidão agrícola é para lavouras. Neste exemplo, o solo é subutilizado, uma vez que o uso é menos intensivo. Teoricamente não ocorrem problemas ambientais, pois o solo está com aproveitamento normal. Por outro lado, há o exemplo de terras com uso para cultivos em região onde a metodologia indica aptidão agrícola para pastagem. Neste exemplo, o solo está sendo utilizado além da sua capacidade de uso, podendo ocasionar desequilíbrios nos sistemas ambientais.

Para a área da sub-bacia foram identificadas três classes de adequação e uma classe independente de classificação, representadas por:

- Adequada:

Engloba as seguintes classes de uso do solo: área preparada para plantio, cultivo e pastagem.

- Inadequada Subutilizada:

Representada pelas classes de uso do solo correspondentes ao solo exposto, capoeira, mata e pastagem.

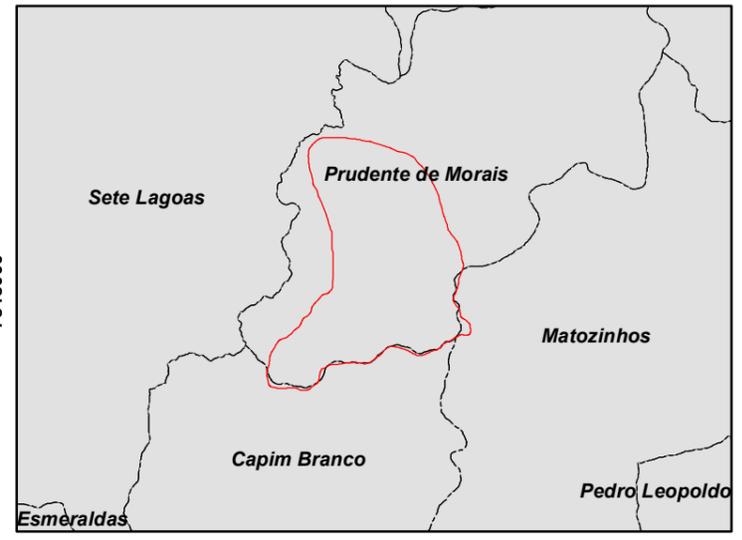
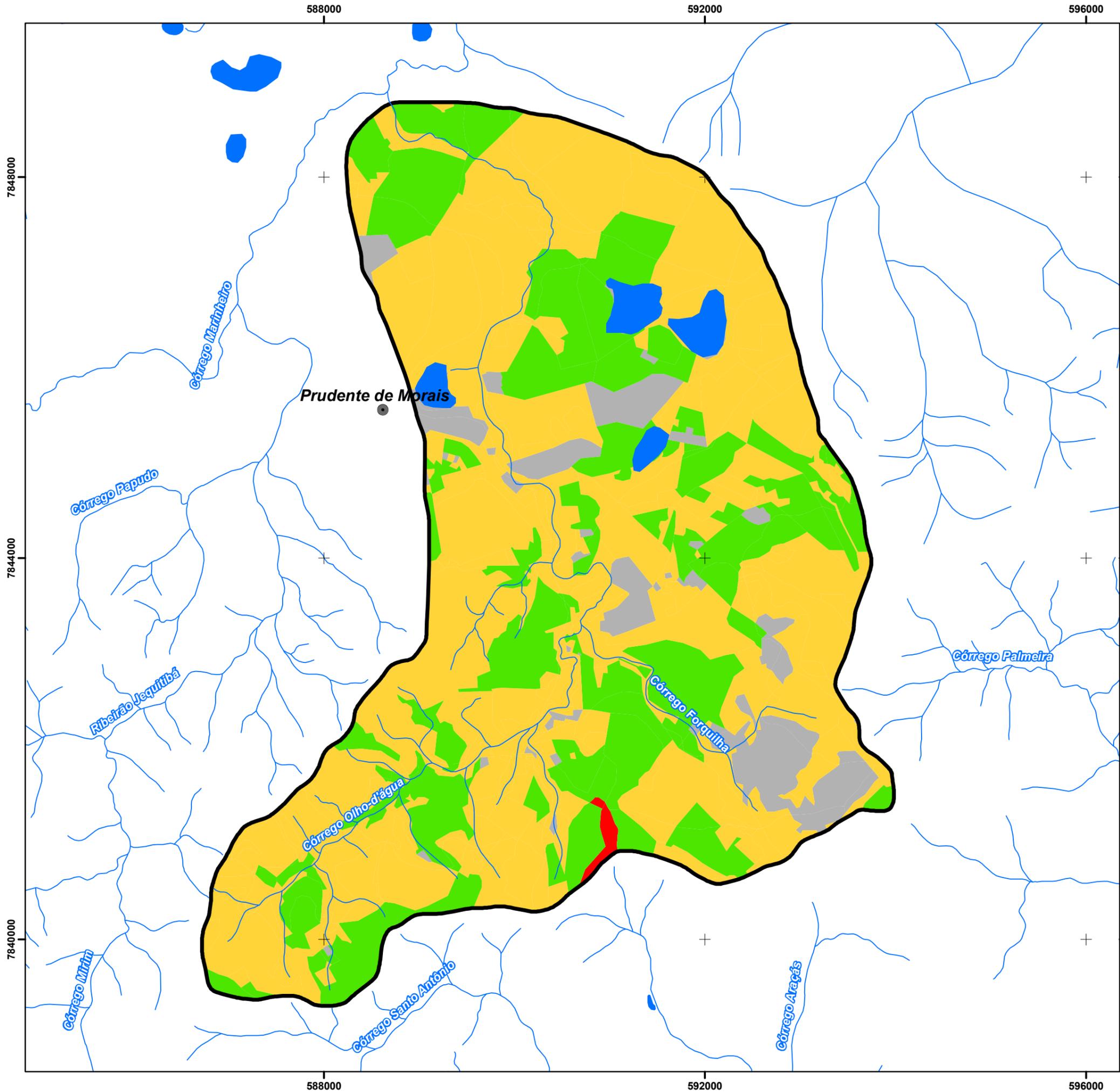
- Inadequada Sobreutilizada:

Pontuada pela classe dos cultivos

- Usos Independentes de Classificação:

Referem-se a área urbana, área de mineração e massa d'água.

O mapeamento resultante demonstra que na sub-bacia o uso do solo existente em maior ocorrência é inadequado quando comparado à aptidão agrícola. Do total da área, 62,34% das terras são enquadradas como inadequadas - subutilizadas e 0,29% são terras inadequadas – sobreutilizadas, enquanto 29,08% das terras encontram-se com uso adequado (Figura 42). Com base nos dados obtidos, conclui-se que o aproveitamento do solo existente não está de acordo com sua maior potencialidade de uso. Entretanto, as terras são subutilizadas, ou seja, o produtor prefere o uso da terra sem atingir seu máximo grau de aproveitamento. Esta característica na sub-bacia é comum, pois seguindo tendência da região central do estado de Minas Gerais, as áreas são destinadas principalmente à pecuária, embora a aptidão agrícola corresponda predominantemente ao uso para lavouras.



Legenda:

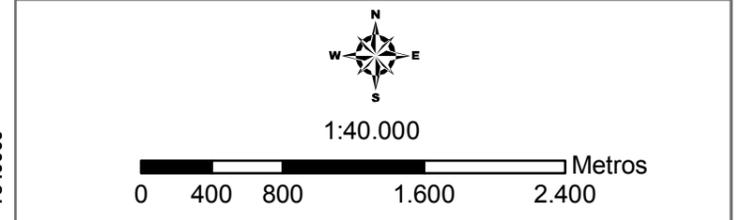
- Sedes Municipais
- ~ Hidrografia
- Massa d'água
- Limite Área de Estudo

Classe de adequação de uso do solo:

- Adequado
- Inadequado Sobreutilizado
- Inadequado Subutilizado
- Usos Independentes de Classificação

Figura 40 : Adequação entre o uso efetivo e o uso potencial do solo, sub-bacia córrego Olho d'Água

**Programa de Pós-Graduação em Geografia
IGC -UFMG**



**Base Cartográfica: Hidrografia, IGAM, 2011
Limite Municipal, IGA 2006**

Elaboração: Justine Bueno

Quadro 8: Padrões entre a associação das classes de uso e ocupação do solo com a aptidão agrícola das terras.

Uso e Ocupação do solo	Classe de aptidão agrícola	Classe de Adequação	Uso recomendado
Área Preparada para Plantio	1ABc	Adequado	Lavouras variando o grau de restrição de acordo com o nível de manejo.
	2ab(c)		Lavouras variando o grau de restrição de acordo com o nível de manejo.
	3(a)		Lavouras variando o grau de restrição de acordo com o nível de manejo.
	3(abc)		Lavouras variando o grau de restrição de acordo com o nível de manejo.
Solo Exposto	1ABc	Inadequado Subutilizado	Lavouras variando o grau de restrição de acordo com o nível de manejo.
	2ab(c)		Lavouras variando o grau de restrição de acordo com o nível de manejo.
	3(a)		Lavouras variando o grau de restrição de acordo com o nível de manejo.
	3(abc)		Lavouras variando o grau de restrição de acordo com o nível de manejo.
Cultivo	1ABc	Adequado	Lavouras variando o grau de restrição de acordo com o nível de manejo.
	1abC		Lavouras variando o grau de restrição de acordo com o nível de manejo.
	2ab(c)		Lavouras variando o grau de restrição de acordo com o nível de manejo.
	3(a)		Lavouras variando o grau de restrição de acordo com o nível de manejo.
	3(a)		Lavouras variando o grau de restrição de acordo com o nível de manejo.
	3(abc)		Lavouras variando o grau de restrição de acordo com o nível de manejo.

Uso e Ocupação do solo	Classe de aptidão agrícola	Classe de Adequação	Uso recomendado
Cultivo	4(p)	Inadequado Sobreutilizado	Pastagem com uso restrito
Capoeira	1ABc	Inadequado Subutilizado	Lavouras variando o grau de restrição de acordo com o nível de manejo.
	1abC		Lavouras variando o grau de restrição de acordo com o nível de manejo.
	2ab(c)		Lavouras variando o grau de restrição de acordo com o nível de manejo.
	3(a)		Lavouras variando o grau de restrição de acordo com o nível de manejo.
	3(abc)		Lavouras variando o grau de restrição de acordo com o nível de manejo.
	4(p)		Pastagem com uso restrito
Mata	1ABc	Inadequado Subutilizado	Lavouras variando o grau de restrição de acordo com o nível de manejo.
	1abC		Lavouras variando o grau de restrição de acordo com o nível de manejo.
	2ab(c)		Lavouras variando o grau de restrição de acordo com o nível de manejo.
	3(a)		Lavouras variando o grau de restrição de acordo com o nível de manejo.
	3(abc)		Lavouras variando o grau de restrição de acordo com o nível de manejo.
	4(p)		Pastagem com uso restrito
Pastagem	1ABc	Inadequado Subutilizado	Lavouras variando o grau de restrição de acordo com o nível de manejo.
	1abC		Lavouras variando o grau de restrição de acordo com o nível de manejo.
	2ab(c)		Lavouras variando o grau de restrição de acordo com o nível de manejo.
	3(a)		Lavouras variando o grau de

Uso e Ocupação do solo	Classe de aptidão agrícola	Classe de Adequação	Uso recomendado
			restrição de acordo com o nível de manejo.
	3(abc)		Lavouras variando o grau de restrição de acordo com o nível de manejo.
Pastagem	4(p)	Adequado	Pastagem com uso restrito
Área Urbanizada	—	Usos independentes de classificação	Não se Aplica
Área de Mineração			Não se Aplica
Massa d'água			Não se Aplica

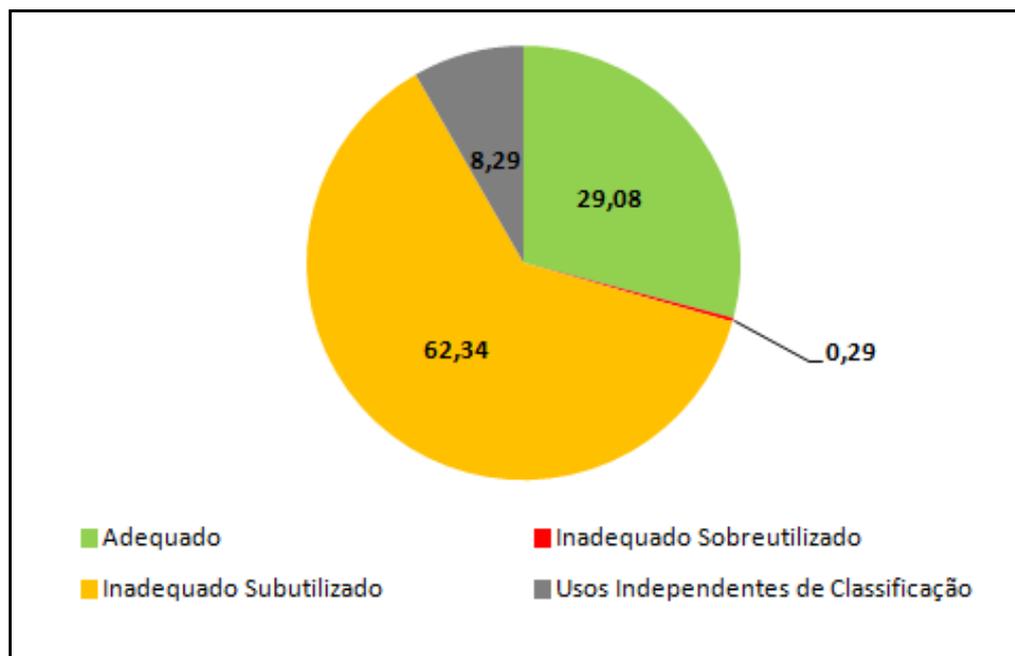


Figura 42: Distribuição percentual das classes de adequação entre o uso efetivo e o uso potencial do solo.

a) Classe Inadequada Subutilizada:

Refere-se à atividade agrícola atual em que o uso das terras ocorre abaixo do potencial demonstrado na classificação da aptidão agrícola das terras. Ao se abordar a espacialização desta classe, a mesma não apresenta um padrão específico, e encontra-se espalhada por toda a sub-bacia, além de estar inserida em diferentes tipos de usos do solo (solo exposto, capoeira, mata e pastagem), com distintas classes de aptidão agrícola (boa, regular e restrita para lavouras, com variações nos níveis de manjo) e terras com aptidão restrita para pastagem plantada.

No tocante à classe do solo exposto, nota-se que as áreas consideradas inadequadas estão inseridas em regiões cuja aptidão refere-se a lavouras (aptidão boa, regular e restrita). Do ponto de vista ambiental, áreas de solo exposto são consideradas mais susceptíveis à erosão, uma vez que em razão da ausência de cobertura vegetal o solo sofre maior atuação do gotejamento das chuvas, removendo e transportando sedimentos com maior facilidade. Neste caso, o uso agrícola dos solos é mais vantajoso, pois embora a aração do solo possa facilitar a remoção do mesmo, a cobertura do solo por determinado tipo de cultura protege contra a atuação erosiva das águas.

Outra classe de uso do solo considerada como inadequada (do ponto de vista agrícola) corresponde à classe das matas encontradas em áreas com aptidão agrícola das terras (boa, regular e restrita) para lavouras e (restrita) para pastagem plantada. Embora as áreas de mata encontrem-se subutilizadas quando comparadas às potencialidades agrícolas, as mesmas são extremamente importantes para a manutenção da qualidade ambiental da sub-bacia.

Vale destacar que a presença de matas decorre em uso subutilizado, quando comprado a perspectiva da produção agrícola, já que quando uma área encontra-se coberta por vegetação arbórea a mesma não pode ser utilizada para a produção de lavouras, diminuindo a área agricultável e conseqüentemente o valor econômico da produção. Este é o ponto de vista da produção agrícola. Por outro lado, sabe-se da importância da cobertura vegetal por matas, para manutenção da qualidade ambiental. Estas protegem o solo contra a atuação erosiva das águas, além de manterem a biodiversidade local. A localização das matas, principalmente em regiões de topos de morros, favorece a infiltração das águas, refletindo diretamente na recarga do aquífero, equilibrando todo ciclo hidrológico local. Desta forma o uso com matas favorece uma qualidade ambiental da região.

Neste estudo, é mostrado o que a aptidão agrícola aponta como o melhor planejamento do uso do solo agrícola, sendo assim, em nenhum momento, direciona-se a substituição de matas por áreas agrícolas, e sim demonstra os dois lados do uso agrícola.

Outro uso que se encontra inadequado e subutilizado refere-se às áreas de capoeira. As mesmas se encontram em área de aptidão boa, regular e restrita para lavouras e restrita para pastagem plantada. Nesse sentido, referem-se as áreas onde a vegetação secundária predomina e não há produção agrícola.

O uso de pastagem também se encontra inadequado em alguns locais já que a pastagem não está de acordo com a aptidão agrícola das terras (boa, regular e restrita para lavouras). Logo, o uso do solo para pastagem é menos intensivo. Caso a área fosse utilizada para lavouras, conforme prevê seu enquadramento na aptidão agrícola, as terras teriam seu máximo aproveitamento. Na sub-bacia, os impactos observados em relação ao uso do solo para pastagem referem-se à erosão e à compactação do solo. A presença de gado na região tem como consequência a presença de terracetes oriundos do pisoteamento do gado. Esta característica mostra que, apesar de serem subutilizados, os solos estão sendo degradados, o que pode indicar um manejo equivocado das pastagens. A presença de terracetes, associada a áreas de terrenos mais declivosos, potencializa os processos erosivos e, conseqüentemente, a alteração do equilíbrio ambiental na região.

b) Inadequado Sobreutilizado:

As áreas inadequadas e sobreutilizadas são cultivos presentes em áreas destinadas a pastagem. Na área de estudo esta classe não exhibe significativa ocorrência, verificada principalmente na região limítrofe entre o LATOSSO VERMELHO Distrofíco típico e o NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico típico. Nestes locais, o relevo ondulado é predominante. Áreas mais declivosas dificultam o uso para lavouras, uma vez que o uso de maquinário é inviável, sendo utilizado somente tração animal. O plantio em áreas declivosas, sem um uso de técnicas de manejo adequadas, pode desencadear perda de solo por erosão. Além disso, os solos, principalmente os Neossolos, são mais suscetíveis à erosão em razão de suas características naturais. Logo, o plantio de cultivos nesta área, mesmo em regiões limites, podem refletir em desequilíbrios ambientais, podendo impactar nos cursos d'água localizados nas adjacências.

c) Adequadas:

No tocante as classes de usos adequadas à aptidão agrícola das terras, estas abrangem atividades, tais como: áreas preparadas para plantio, cultivos e pastagem.

As terras preparadas para plantio encontram-se em áreas com aptidão boa, regular e restrita para lavouras (em diferentes níveis de manejo). Embora esta classe de uso do solo não apresente cobertura vegetal, a mesma foi considerada adequada, uma vez que a mesma será destinada para cultivos, enquadrando na classe de aptidão proposta. A princípio, esta classe é suscetível à perda de solo, já que no preparo, com o revolvimento do mesmo, o solo fica mais desagregado, facilitando a perda erosiva das camadas superficiais. No entanto, após o plantio, e com a cobertura vegetal presente, esta suscetibilidade diminui consideravelmente.

Quanto aos cultivos, estes também se encontram adequados, pois inserem em áreas com aptidão para lavouras. Este tipo de uso pode refletir na perda da biodiversidade local, já que as monoculturas interferem diretamente neste parâmetro.

Por último, as pastagens são encontradas em áreas com aptidão restrita para pastagem, principalmente em razão do relevo e da suscetibilidade erosiva dos solos. Mesmo em áreas com aptidão adequada, notou-se a presença de terracetes evidenciando a compactação do solo, assim como a perda erosiva do mesmo.

6 - CONSIDERAÇÕES FINAIS:

Na área da sub-bacia córrego Olhos d'Água, o levantamento pedológico semidetalhado demonstrou a existência de seis tipologias de solo agrupadas em sete unidades de mapeamento de acordo com a escala de 1:25.000 trabalhada. Em razão das observações realizadas, nota-se direta relação da distribuição das classes de solos com parâmetros litológicos e topográficos. Em locais onde a litologia é mais resistente (coberturas detrito lateríticas), é encontrada a classe do NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico típico. Nas demais litologias (constituída pela presença de rochas carbonáticas), o solo apresenta maior evolução (Latosolos e Argissolos) com exceção do Cambissolo, que se encontra em uma faixa intermediária de evolução.

As características de relevo também afetam a distribuição das classes de solos. Relevos com declividade mais acentuada (ondulados e forte ondulado) propiciam a formação de solos menos evoluídos, uma vez que as condições ambientais são mais favoráveis ao rejuvenescimento do solo do que a pedogênese do mesmo. Em áreas de topografia mais plana, em fundo de vales aplainados, as características ambientais favorecem a pedogênese e, conseqüentemente, a evolução do solo.

Os solos encontrados na área de estudo são, de modo geral, muito argilosos e foram encontrados tanto solos eutróficos como distróficos. Desta maneira, a fertilidade do solo encontra-se associada diretamente ao grau de intemperização do material de origem, assim como o uso atual do solo. Os solos eutróficos foram encontrados sobretudo em áreas de mata e de pastagem, cuja vegetação favorece a ciclagem dos nutrientes, favorecendo o aumento do valor de saturação por bases (V%).

Através dos resultados presentes no levantamento pedológico, foi possível realizar a classificação de aptidão agrícola das terras. Desta forma, foram encontrados na sub-bacia oito classes distintas de aptidão agrícola. No geral, a sub-bacia apresenta área com aptidão para lavouras e pastagens, variando o grau de restrição de uso entre os três níveis de manejo.

Nota-se que o LATOSSOLO VERMELHO Eutrófico típico (relevo plano a suave ondulado) foi a classe de solo com melhor aptidão agrícola, ou seja, aptidão regular para lavouras no nível de manejo C e boa nos níveis de manejo A e B. Este solo apresenta boa fertilidade (eutróficos) e por serem Latossolos, não apresentam restrição de drenagem interna. Estão localizados em relevo plano a suave ondulado, ou seja, baixas declividades, o que resulta em baixa suscetibilidade à erosão e reduzido impedimento à mecanização. Por outro lado, a classe de pior aptidão agrícola refere-se ao NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico

típico. Estes solos apresentam aptidão agrícola restrita para pastagem plantada, pois se inserem em relevo ondulado, fator que já favorece a suscetibilidade erosiva, uma vez que propicia um maior escoamento superficial e menor taxa de infiltração. Além disso, em razão do material de origem, o solo é pouco desenvolvido, com uma pequena espessura do horizonte A. Todos estes fatores fazem com que o uso agrícola desta classe de solo seja restrito.

Em relação ao uso e ocupação do solo, nota-se que a maior parte da sub-bacia está coberta por matas. Os remanescentes florestais existentes encontram-se principalmente nas áreas de topo de morro e média vertente, o que reflete em maior qualidade ambiental da área.

Vale destacar que; embora o estudo esteja direcionado para o uso agrícola das terras de acordo com fatores ambientais, as regiões de mata na área de estudo devem ser preservadas, principalmente devido sua localização estratégica para conservação ambiental (topos de morro) além da importância para a manutenção da biodiversidade local.

O estudo apresentou como foco o uso agrícola das terras, considerando a maior potencialidade de uso dos solos. Logo a pesquisa realizada não propõe a substituição de áreas de matas por áreas agrícolas, ao contrário, o mesmo avalia um uso agrícola das terras aliado a conservação ambiental.

Além da marcante presença de matas, a região exibe expressivas áreas destinadas aos cultivos e às pastagens. Seguindo tendência da região central do estado de Minas Gerais, a sub-bacia é marcada pela criação de bovinos, tanto para pecuária de corte como para pecuária leiteira.

Em função da associação dos parâmetros presentes nos mapeamentos de uso do solo e de aptidão agrícola das terras, foi possível compreender que, na sub-bacia, as terras não são utilizadas de acordo com a classificação da aptidão agrícola das terras. Nesse contexto, a maior parte da sub-bacia corresponde a áreas em que a utilização do solo está abaixo do seu potencial, visto que o uso mais comum é de pastagem em áreas com potencial para plantio de lavouras.

Ressalta-se a necessidade de estudos mais detalhados referentes à aptidão agrícola das terras e ao manejo destas, pois mesmo nas áreas onde o uso é menos intensivo que a aptidão, ocorre na paisagem a presença de impactos negativos, principalmente aqueles relacionados à erosão, sendo este o principal impacto negativo observado na área, já que a presença de terracetes e sulcos é verificada em diversas classes de solos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ALVARENGA, R. C.; GONTIJO NETO, M. M.; ALBERNAZ, W. M.; VIANA, M., M. C. **Integração lavoura-pecuária-floresta na região de Sete Lagoas, Minas Gerais**. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, Comunicado Técnico n° 166, 2009.

ARAÚJO, S. A.; HAYMUSSI, H.; REIS, F. H. & SILVA F. E. Caracterização climatológica do município de Penha, SC. In: BRANCO, Joaquim Olinto e MARENZI, W.C (Org). In : **Bases ecológicas para um desenvolvimento sustentável: estudo de caso em Penha, SC**. Itajaí-Santa Catarina: Editora da UNIVALI, 2006, 11-28p.

ASSAD, M. L. L.; HAMADA, E.; LANA, J. T. de O. Álgebra de mapas de atributos de solos para estimativa da aptidão agrícola das terras. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, XIV, 2009, Natal- RN. **Anais** Natal: INPE, 2009. P. 3479-3486.

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 9ª edição, Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 2003. 332p.

BERTONI, J; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 4ª edição, São Paulo: Editora Ícone - Coleção Brasil Agrícola, 1999. 355p.

BENNEMA, J.; BEEK, K.J.; CAMARGO, M.N. Interpretação de levantamento de solos no Brasil: primeiro esboço: um sistema de classificação de aptidão de uso da terra para levantamentos de reconhecimento de solos. Rio de Janeiro: MA-DPFS/FAO, 1965. 50p. Mimeografado

BIGARELLA, J. J.; MAZUCHOWSKI, J. Z. Visão integrada da problemática da erosão. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE DA EROSÃO, N° 3, 1985, Curitiba: ABGE, 1985. 332p

BONNA, Joyce. **Mapeamento pedológico e de suscetibilidade erosiva no Alto córrego Prata (Ouro Preto-MG)**. 2011. 119 p. Dissertação (mestrado), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

CARMO, V. A.. **Contribuição da Etnopedologia para o planejamento das terras: estudo de caso de uma comunidade de agricultores do entorno do Parna Caparaó.** 2009. 215p. Tese (Doutorado), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

CARNEIRO, S. P. **Qualidade de um Latossolo Vermelho sob diferentes tipos de usos e manejos em área do cerrado.** 2010. 125p. Dissertação (Mestrado) , Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

CHAVES, R. M.. **Mapeamento da Vegetação e Uso do Solo da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Jequitibá.** 2005. 38p. Monografia de Especialização em Geoprocessamento - Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

COLET, M. J. **Alteração de atributos físicos de um solo, sob pastagem degradada, submetido à escarificação.** 2006. 67p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

CPRM. Companhia de Pesquisa de Serviços Minerais. **Carta Geológica Folha Sete Lagoas.** Escala 1:100.000, CPRM, 2009a.

CPRM. Companhia de Pesquisa de Serviços Minerais. **Carta Geológica Folha Contagem.** Escala 1:100.000, CPRM, 2009b.

ESPÍNDOLA. C. R.. **Retrospectiva Crítica sobre a Pedologia: um repasse bibliográfico.** 1ª edição, Campinas (SP): Editora Unicamp, 2008. 397p

EMBRAPA. **Manual de Métodos de análise de solo.** 2ª Edição, Rio de Janeiro, 1997. 212p.

_____. **Procedimentos normativos de levantamentos pedológicos.** Brasília: EMBRAPA – SPI, 1995. 101p.

_____. **Sistema Brasileiro de classificação de solos.** 2ª edição, Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Brasília: EMBRAPA – Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

FELIPPE, M. F.; BUENO, J.; COSTA, A. Desmatamento na Bacia do Rio Mucuri (MG, Brasil) no período de 1989 a 2008: uso de imagens Cbers e Landsat na espacialização dos remanescentes florestais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE

SENSORIAMENTO REMOTO, XIV, 2009, Natal- RN. **Anais ...**: INPE, 2009. p. 2713-2720

FERRI, M. G.. **Vegetação Brasileira**. Belo Horizonte: Editora Itatiaia, 1980. 157p

FAO. **A Framework for land Evaluation**. 1ª Edição, Itália: Soils Bulletin, 32 IRL Publication, 1976, 72p. Disponível em <http://www.fao.org/docrep/X5310E/x5310e02.htm#1.1_general>. Acesso em 21 de março 2010.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. **Novo Dicionário Geológico- Geomorfológico**. 2ª Edição, Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 2001. 648p.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2006**. Disponível em <<http://ibge.gov.br>>

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de pedologia**. 2ª Edição, Rio de Janeiro: IBGE, 2007, 104 p.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de Climas do Brasil**. Escala 1: 5.000.000. IBGE, 2002

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de Esboço Geológico**. Escala 1:5.000.000.IBGE, 2006a.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.. **Mapa de Unidades de Relevo do Brasil**. Escala 1: 5.000.000. IBGE, 2006b.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de Solos do Brasil**. Escala 1:5.000.000. IBGE, 2001.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Perfil dos Municípios – Prudente de Moraes**. 2009, Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>.

IGA- Instituto de Geociências Aplicadas (IGA) ; CETEC- Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC). **Mapa Geopolítico de Minas Gerais**. Escala:1:1.500.000, 1994.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. **Normais Climatológicas (1961 a 1990)** – **Estação de Sete Lagoas**. Disponível em <
http://www.inmet.gov.br/agrometeorologia/balanco_hidrico_climatico/mostrar_balclima2.php?cmb_localidade=83586>.

KER, J. C.; NOVAIS, R. F. Fundamentos para o desenvolvimento da pedologia e da fertilidade do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 24., 2003, Ribeirão Preto. **Anais...** Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003. Disponível em: <http://jararaca.ufsm.br/websites/classolos/download/TextosSol/Texto03.pdf>. Acesso em: 22 março. 2012.

LEPSCH, I. Fernando. **Formação e Conservação dos Solos**. 2ª reimpressão, São Paulo: Oficina de Textos, 2002, 177p.

_____. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. 4º aproximação, 2ª impressão, Campinas: SBCS, 1991. 175p.

MARQUES, A. F. S e M. et al. **Mapa de solos do Estado de Minas Gerais**. Escala 1:650.000. Belo Horizonte – MG: Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM), 2010.

MAFRA, N. M. C. Erosão e planificação de uso do solo. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. (Org.). **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. p. 303-322.

MENDONÇA, I. F. C. de. **Adequação do uso agrícola e estimativa da degradação Ambiental das terras da Microbacia Hidrográfica do Riacho Una, Sapé-PB**. 2005. 158p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

NAIME, U. J.; MOTTA, P. E. F. da; CARVALHO FILHO, A. de; BARUQUI, A. M. **Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras da Zona Campos das Vertentes – MG**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, Rio de Janeiro, n 91, 62p, 2006.

OLIVEIRA, J. B. de. **Pedologia Aplicada**. 3ª Edição, Piracicaba (SP): FEALQ, 2008, 552p.

PALMIERI, F.; LARACH, J. O. I. Pedologia e Geomorfologia. In: GUERRA, Antonio Teixeira (Org); CUNHA, Sandra Baptista da (Org). **Geomorfologia e Meio Ambiente**. 3ª Edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000, 394p.

PEREIRA, L. C.; LOMBARDI NETO, F.; PALLONE FILHO, W. J.; ITO, H. K. **Diagnóstico do potencial agroambiental da Quadrícula de Ribeirão Preto, SP**. Jaguariúna: EMBRAPA, 2006, 5p.

PEREIRA, L. C. . **Aptidão Agrícola das Terras e Sensibilidade Ambiental: Proposta Metodológica**. 2002. 122p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

PILÓ, L. B. **Morfologia cárstica e materiais constituintes: Dinâmica e evolução da Depressão Poligonal Macacos-Baú - Carste de Lagoa Santa, Minas Gerais**. 1998. 269 p. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

PROJETO VIDA. Viabilidade Industrial e Defesa Ambiental. Informações Básicas para a Gestão Territorial: Região de Sete Lagoas- Lagoa Santa. **Cartografia geotécnica de planejamento**. CPRM e CETEC, Belo Horizonte. 1994a pg1 a 89

PROJETO VIDA. Viabilidade Industrial e Defesa Ambiental. Informações Básicas para a Gestão Territorial: Região de Sete Lagoas- Lagoa Santa. **Dinâmica do processo erosivo**. CPRM e CETEC, Belo Horizonte. 1994b pg 1 a 39

PEEL M. C. ; FINLAYSON B. L; MCMAHON T. A. **Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification**. Hydrol. Earth Syst. Sci., 11, 1633-1644p, 2007.

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

RAMALHO FILHO, A.; PEREIRA, L. C. **Aptidão agrícola das terras do Brasil: Potencial de terras e análise dos principais métodos de avaliação**. EMBRAPA Solos Documento n 1, . Rio de Janeiro, 1999.

RANZANI, G. **Manual de levantamento de solos**. 2ª edição. São Paulo: Edgard Blucher, 1969. 37p.

RESENDE, M.; CURI, N.; RESENDE, S. B. de; CORRÊA, G. F. **Pedologia. Base para distinção de ambientes**. 5ª edição revisada. Lavras: Editora UFLA, 2007. 322p.

SÁNCHEZ, Luis Enrique. **Avaliação de impacto ambiental conceitos e métodos**. 1ª reimpressão, São Paulo: Oficina de Textos, 2008, 495p.

SALGADO, A. A. R.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. **Impactos da silvicultura de eucalipto no aumento das taxas de turbidez das águas fluviais: o caso de mananciais de abastecimento público de Caeté/MG**. Geografias, Belo Horizonte, v. 2, p. 47-57, 2006.

SANTOS, R. D. dos; LEMOS, R. C. de; SANTOS, H. G. dos; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C. dos. **Manual de Descrição e coleta de solo no campo**. 5ª Edição, Viçosa : SBCS, 2005, 92p.

SANTOS, R. F. **Planejamento Ambiental: Teoria e Prática**. Editora Oficina de textos: São Paulo, 2004.

SCHAETZL, R.; ANDERSON, S. **Soils: Gênese and Geomorphology**. Cambridge: Cambridge University Press, 2005.

SELBY, M. J. **Earth's changing surface: an introduction to geomorphology**. New York: Oxford University Press, 1985, 607 p.

SUPLAN. **Aptidão agrícola das terras de São Paulo – Aptidão agrícola das terras**. Brasília: BINAGRI, 1979, 111p.

TAN K. T. Soil Reaction. In: (Org). Principles of soil chemistry. New York: Marcel Dekker Inc. 1982, 267p

THORNES, J.B. The interaction of erosional and vegetational dynamics in land degradation. In: Thornes, J.B. (ed.) **Vegetation and erosion: processes and environments**. Chichester: John Willy & Sons, 1990. p. 41-53.

WEILL, M. A. M. **Metodologia para avaliação de terras para fins agrícolas**. Revista Brasileira de Geografia , vol 52, p 127-60, 1990.