



ALISSON CESAR DA CUNHA SOUZA

**GEOPROCESSAMENTO APLICADO AO LEVANTAMENTO
PRELIMINAR DE SOLOS NO MUNICÍPIO DE INCONFIDENTES-MG**

**INCONFIDENTES-MG
2014**

ALISSON CESAR DA CUNHA SOUZA

**GEOPROCESSAMENTO APLICADO AO LEVANTAMENTO
PRELIMINAR DE SOLOS NO MUNICÍPIO DE INCONFIDENTES-MG**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como pré-requisito de conclusão do curso de Graduação Tecnológica em Gestão Ambiental no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Campus Inconfidentes, para obtenção do título de Tecnólogo em Gestão Ambiental.

Orientador (a): Prof. Me. Marcio Luiz da Silva

**INCONFIDENTES-MG
2014**

ALISSON CESAR DA CUNHA SOUZA

**GEOPROCESSAMENTO APLICADO AO LEVANTAMENTO PRELIMINAR DE
SOLOS NO MUNICÍPIO INCONFIDENTES - MG**

Data de aprovação: ___ de _____ 20__

Orientador: Prof. M.Sc. Marcio Luiz da Silva
IFSULDEMINAS - Câmpus Inconfidentes

Membro 2: Prof. D.Sc. Fernanda Aparecida Leonardi
IFSULDEMINAS – Câmpus Inconfidentes

Membro 3: Prof. D.Sc. Cleber Kouri de Souza
IFSULDEMINAS – Câmpus Inconfidentes

DEDICATÓRIA

*Dedico aos meus pais Julio César de Souza e
Claudia Angélica da Cunha Souza a minha irmã
Amabyle Mirella da Cunha Souza, ao meu
orientador Marcio Luiz da Silva e aos amigos
que sempre me apoiaram e me deram forças nos
momentos mais difíceis dessa caminhada e busca
de inúmeras realizações.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus e a Santa Catarina pelo dom do conhecimento, paciência, saúde e fé nos momentos em que me senti inseguro.

Aos meus pais Julio e Claudia que me apoiaram sempre e por acreditarem em meu potencial.

A minha irmã Amabyle Mirella, por ser pessoa de alegria contagiante que é capaz de tirar sorrisos da minha parte por simplesmente existir e ser uma grande amiga, mesmo distante.

Agradeço ao professor Márcio por ter aceitado ser meu orientador nessa empreitada, me auxiliando a adquirir conhecimentos novos, fruto de informações que culminaram nessa redação final, sendo paciente e me acalmado nos momentos de desespero.

Agradeço professores, não só aqueles do ensino superior, mas também aqueles do ensino médio que se dedicaram para que eu pudesse ter o conhecimento base, fundamental para chegar neste momento, em especial a professora Vanja Cezar e a professora Patrícia Sales, que mais do que professoras se tornaram grandes amigas.

Aos amigos Lucas Godoi e Gabriel Henrique que ao longo desses anos foram pessoas incríveis e me ajudaram no meu crescimento pessoal, e também aos amigos distantes, que muitas vezes através da internet entendiam minhas fraquezas e me indicavam o caminho correto a se seguir em momentos de dúvidas.

Em geral, agradeço a todos que de alguma maneira contribuíram para esse trabalho e também minha passagem em Inconfidentes e no Instituto.

Epígrafe

“Be the bird that ticks out. With hard work, your dreams will come true”

Li Na (Ex-número 2 do ranking da WTA e vencedora de dois Grand Slam's).

RESUMO

No Brasil é necessário reunir informações sobre o meio físico, para garantir o uso sustentável do solo. Neste sentido, os levantamentos de solos são fundamentais para nortear o melhor uso do solo visando a eficiência das atividades que utilizarão o recurso. A garantia de resultados satisfatórios nesses mapeamentos pode ser potencializada com a adoção de ferramentas de geotecnologias, muito importantes para o resultado final de um levantamento, uma vez que processam os dados rapidamente e subsidiam a transformação dos mesmos em representações cartográficas, facilitando assim a melhor interpretação das informações obtidas. Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo elaborar o levantamento pedológico preliminar do município de Inconfidentes-MG, visando uma classificação dos solos até quarto nível categórico seguindo a metodologia proposta pelo Sistema Brasileira de Classificação de Solos (SiBCS). A descrição morfológica dos perfis de solos foi realizada em pontos previamente definidos, representativos das distintas classes de solos do município. Posteriormente foram realizadas análises química (de rotina) e granulométrica das amostras previamente coletadas em campo. A generalização do levantamento de solos foi elaborada através da aquisição, tratamento e processamento de dados obtidos em diferentes órgãos oficiais, com a utilização do software ArcGIS 9.3. O mapeamento pedológico do município foi então o resultado da integração e correlação dos dados altimétricos, da declividade, canal fluvial e do relevo. Como resultado, foi possível mapear as áreas de ocorrência de Latossolos, Gleissolos e Cambissolos, as três ordens de solos mais representativos do município, classificando-os até o quarto nível categórico.

Palavras-Chave: Cambissolo, Gleissolo, Latossolo, SIG, Vertente

ABSTRACT

In Brazil it is necessary to gather information about the physical environment, to ensure sustainable land use. In this sense, the soil surveys are essential to guide the best use of the land with a view to efficiency of the activities that will use the resource. The guarantee of satisfactory results in these mappings can be enhanced with the adoption of geo tools, very important for the end result of a survey, since that process the data quickly and subsidize the transformation into cartographic representations, thus facilitating the best interpretation of the information obtained. In this context, this work aims to prepare the preliminary pedological survey of the municipality of Inconfidentes-MG, seeking a classification of soils by subgroup level following the methodology proposed by the Brazilian System of Soil Classification (SiBCS). The morphological description of soil profiles was held in fixed locations, representative of the different county soil classes. Subsequently were performed chemical analyzes (routine) and particle size of the samples previously collected in the field. The generalization of the soil survey was developed through the acquisition, processing and data processing obtained in different official bodies, using the ArcGIS 9.3 software. The pedological mapping of the city then was the result of the integration and correlation of altimetry data, the slope, river channel and relief. As a result, it was possible to map the areas of occurrence of Ferrasols, Gleissolos and Cambisols, the three most common soil orders in the city, classifying them to the subgroup level..

Key-words: Cambisols, Gleysols, Ferrasols GIS , Hillslope

SUMÁRIO

RESUMO	VII
1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS.....	15
2.1. OBJETIVO GERAL	15
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3. REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
3.1. SOLOS.....	16
3.3.1. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS).....	19
3.1.3. Levantamentos pedológicos	21
3.2. GEOTECNOLOGIAS	23
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	25
4.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	25
4.2. AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DE DADOS	25
4.2.1. Aquisição de dados.....	25
4.2.2. Tratamento de dados	26
4.3. DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA	27
4.4. ELABORAÇÃO DOS MAPAS DE BASE.....	27
4.5. DETERMINAÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	27
4.5.1. Classificação.....	27
4.5. DETERMINAÇÕES ANALÍTICAS.....	28
4.6. ELABORAÇÃO DO MAPA DE SOLOS.....	28
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
5.1. DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA	29
5.1.1. Latossolos.....	30
5.1.2. Gleissolos	32
5.1.3 Cambissolos	35
5.2. DETERMINAÇÃO ANALÍTICA.....	37
5.2.1. Latossolos.....	37
5.2.2. Gleissolo.....	38
5.2.3. Cambissolos	39
5.3. USO E OCUPAÇÃO DO SOLO.....	40

5.4. LEVANTAMENTO DE SOLOS	43
5.4.1. Aspectos geológicos	43
5.4.2. Aspectos geomorfológicos	45
5.4.3. Classes de solos	50
6. CONCLUSÃO	53
7. REFERÊNCIAS	55
ANEXOS	57
ANEXO 1. FICHA DE DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA DO CAMPO LATOSSOLO	57
FICHA DE CAMPO-PEDOLOGIA	57
ANEXO 2. FICHA DE DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA FICHA DE CAMPO GLEISSOLO	58
FICHA DE CAMPO-PEDOLOGIA	58
ANEXO 3. FICHA DE DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA FICHA DE CAMPO CAMBISSOLO	59
FICHA DE CAMPO-PEDOLOGIA	59
ANEXO 4. ANÁLISE GRANULOMÉTRICA E QUÍMICA	60

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Modelo da distribuição dos solos em uma vertente no município de Inconfidentes-MG.....	29
Figura 2. Vista parcial do relevo onde foi descrito o perfil 1, em Inconfidentes-MG.	30
Figura 3. Perfil de Latossolo no município de Inconfidentes-MG.....	31
Figura 4. Raízes presentes no horizonte A do Latossolo, em Inconfidentes-MG.....	32
Figura 5. Atividades de Microorganismos presentes no horizonte B do Latossolo.....	32
Figura 6. Ambiente de corrência do Gleissolo de Inconfidentes-MG.....	33
Figura 7. Perfil de Gleissolo no município de Inconfidentes.....	34
Figura 8. Mosqueamento ao longo do perfil de Gleissolo.....	35
Figura 9. Vista parcial do relevo onde foi descrito o perfil 3 de Cambissolo.....	35
Figura 10. Perfil de Cambissolo no município de Inconfidentes-MG.....	36
Figura 11. Fragmentos de rocha pouco intemperizada (horizonte C do solo).....	37
Figura 12. Classes de uso e ocupação do solo do município de Inconfidentes-MG.....	41
Figura 13. Valor total de extensão territorial das classes de uso e ocupação do solo em percentagem do município de Inconfidentes-MG.	42
Figura 14. Mapa de geologia regional município de Inconfidentes-MG.	44
Figura 15. Mapa de geomorfologia regional do município de Inconfidentes-MG.....	46
Figura 16. Representação do relevo no município de Inconfidentes-MG.....	47
Figura 17. Mapa hipsométrico e modelo digital de elevação (MDE) do município de Inconfidentes-MG.....	48
Figura 18. Mapa clinográfico do município de Inconfidentes-MG.....	49
Figura 19. Mapa de esboço pedológico do município de Inconfidentes-MG.....	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valores de Saturação por Bases (%V), Matéria Orgânica (M.O g/dm ³) e Saturação de Alumínio (%m) em Latossolo.	38
Tabela 2. Valores de Saturação por Bases (V%), Matéria Orgânica (M.O g/dm ³) e Saturação de Alumínio (%m).....	39
Tabela 3. Valores de Saturação por Bases (V%), Matéria orgânica (M.O g/dm ³) e Saturação de Alumínio (%m).....	39
Tabela 4. Área e percentual das classes de uso e ocupação do solo no município de Inconfidentes-MG.....	42

1. INTRODUÇÃO

No Brasil é necessário reunir informações a respeito dos solos para garantir o uso sustentável dos mesmos, tanto para atividades de cunho agrícola, como também para a organização do espaço urbano. O papel do gestor ambiental é conciliar o desenvolvimento econômico com a utilização dos recursos naturais, garantindo assim condições favoráveis para o desenvolvimento sustentável.

Nesse cenário, os levantamentos e avaliações de solo, para fins agrícolas ou não, ganham importância, pois através deles é possível conhecer as propriedades de como ele pode ser utilizado de forma adequada.

Para a realização do levantamento de solos é necessário um diagnóstico preliminar, que envolve a definição do objetivo, o tipo de levantamento e a pesquisa sobre a área específica. Posteriormente ocorre a realização de trabalhos de campo e análises laboratoriais (análises químicas e físicas) e por fim é realizado a elaboração de mapas base e relatório técnico, envolvendo a caracterização do meio físico, descrição e classificação dos solos e interpretação para variados fins.

Diante do apresentado as geotecnologias, tais como o SIG e Sensoriamento Remoto são muito importantes para o mapeamento de solos, pois processam dados com rapidez subsidiando a representação cartográfica dos solos de uma determinada região.

O levantamento de solos pode ser útil em atividades como: construção de aterros sanitários, estradas e na agropecuária, além de ser fundamental em diversas etapas de um planejamento urbano, isso pode ser verificado na situação atual do município de Inconfidentes que é diretamente influenciado pelo Campus Inconfidentes, uma vez que maioria dos alunos dessa Instituição de ensino representa o aumento da população flutuante do município

Assim o presente estudo tem como objetivo realizar o levantamento preliminar de solos e representar através de um mapa as classes de solos do município de Inconfidentes, utilizando técnicas de geoprocessamento.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

O presente trabalho tem como objetivo elaborar o levantamento pedológico preliminar do município de Inconfidentes – MG, numa classificação de solos até o ou nível categórico de acordo com a metodologia de Santos et.al (2005), utilizando técnicas de geoprocessamento, descrição morfológica e determinações analíticas.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

2.2.1. Gerar os mapas de relevo sombreado, hipsométrico e de classes de declividades do município de Inconfidentes – MG.

2.2.2. Elaborar o mapa de uso e ocupação do solo de Inconfidentes – MG.

2.2.5. Analisar do ponto de vista morfológico três de perfis solos em uma catena, para a posterior generalização até o segundo nível categórico.

2.2.4. Elaborar o mapa preliminar das classes de solos do município de Inconfidentes – MG.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. SOLOS

Em nossa sociedade várias atividades utilizam o solo como recurso fundamental. O solo pode ser abordado de diversas maneiras, as diferentes formas de interpretação estão relacionadas com a forma em que ele é utilizado, ou seja, cada área da ciência terá uma abordagem específica sobre o solo dentro do seu contexto de estudo.

Apesar dessa abordagem diversificada, tanto as ciências humanas, as ciências agrárias, as geociências, assim como outras áreas tiveram contribuição importante para o desenvolvimento da área de solos.

Para a pedologia solo é visto como um objeto, resultado da interação entre fatores e processos e para compreensão desses fenômenos é necessário uma abordagem aplicada, utilizando métodos científicos (LESPSH, 2010).

Segundo Lepsch (2010) o solo é a coleção de corpos naturais dinâmicos que contém matéria viva, resultado da ação climática conjuntamente com organismos em um determinado material, em que a transformação em solo é realizada em certo período de tempo, influenciada por algum relevo específico.

Oliveira (2011) também considera que o solo é um corpo tridimensional de fatores como clima, organismos material de origem e tempo.

A Embrapa (2006) define solo como:

“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 da extensão continentais do planeta, contêm matéria viva e podem ser

vegetados na natureza onde ocorrem e podem, eventualmente, terem sido modificados por interferências antrópicas”.

Lepsch (2011) destaca que em nosso planeta existe a interação dinâmica entre quatro esferas mais conhecidas como: litosfera, atmosfera, hidrosfera, e biosfera que se interagem permitindo o desenvolvimento da vida, adicionado a essas esferas está a Pedosfera, que é o conjunto de todos os solos da Terra, resultante da interação das esferas mais conhecidas.

Os solos são sistemas complexos que podem ser entendido através de teorias, que descrevem como o mesmo foi formado. Para chegar a conclusões sobre a evolução do solo é necessário conhecer como atuam os fatores de formação solo.

Segundo Lepsch (2010) Estudos realizados em várias regiões do mundo comprovam que a existência de diferentes tipos de solos é controlada por cinco fatores de formação: clima, organismos, material de origem, relevo e tempo.

Portanto, os fatores de formação produzem mudanças nas propriedades do solo fazendo que o mesmo se desenvolva continuamente.

Dentre esses fatores, o clima e os organismos são os “fatores ativos”, pois durante um determinado tempo e em certas condições de relevo agem diretamente sobre o material de origem que é um fator de resistência ou “passivo” (LEPSCH, 2011).

Dos principais fatores de formação, o clima é considerado por muitos autores o fator mais importante na determinação das propriedades da maioria dos solos (BIRKLAND, 1984 apud OLIVEIRA, 2011).

Neste sentido o clima costuma ser posto em evidência, uma vez que um material derivado de uma mesma rocha poderá formar solos completamente diversos. Porém, materiais diferentes podem formar solos similares quando sujeitos, por um longo período no mesmo ambiente climático (LEPSCH, 2010).

Os organismos são muito importantes para a diferenciação de perfis. Dentre esses organismos pode-se citar: os microrganismos sejam eles da flora ou da fauna, vegetais superiores, animais e o homem. Vegetais atuam no intemperismo por meio da penetração radicular em fendas das rochas. (LEPSCH, 2010).

O material de origem, também é chamado na literatura de material geológico do qual o solo é originado, esse fator é considerado de resistência uma vez que, exerce um papel passivo em relação à ação do clima e organismos. (LEPSCH, 2010).

O relevo é considerado o fator controlador, pois promovem no solo diferenças facilmente perceptíveis, como as variações de cor que podem ocorrer a distâncias relativamente pequenas, quando comparadas com as diferenças ocasionadas pela ação de climas diversos (LEPSCH, 2010).

Portanto, o relevo se torna um fator fundamental devido sua variação, pois condiciona a formação de diferentes classes de solos ao longo de uma catena, a observação de uma catena ou um conjunto delas permite a realização do mapeamento pedológico.

Dentre os fatores de formação do solo o tempo é considerado mais passivo, pois não contribui para o intemperismo mecânico ou químico, mas todos os fatores citados acima variam ao longo do tempo em si mesmo ou em suas relações, condicionando o resultado final dessas interações. Assim os fatores e processos pedogenéticos não podem ser separados da dimensão temporal (PATON 1977 apud OLIVEIRA 2011).

Diante deste cenário, os fatores de formação do solo, produzem uma série de mudanças contínuas nas propriedades do solo.

Atuando também na diferenciação dos solos pode-se destacar os processos de formação que podem ser subdivididos em mecanismos gerais (adição, perda, transformação e translocação) e processos específicos, sendo os principais a podzolização, hidromorfismo, halomorfismo, calcificação e latolização (REZENDE et.al., 2007)

A podzolização consiste essencialmente na translocação de material dos horizontes superiores (A ou E) para o horizonte B, podendo gerar via translocação descendente de argila os Argissolos, Luvisolos, Nitossolos, Planossolos ou Espodossolos (caso ocorra transporte descendente de humos) (REZENDE et.al., 2007).

O processo de hidromorfismo ocorre em ambientes mal ou pessimamente drenados, caracterizados por locais onde predomina o acúmulo de água, favorecendo a lenta decomposição da matéria orgânica e processos de oxirredução (devido à oscilação do lençol freático). Organossolos ou Gleissolos, podem se formar por esse processo (REZENDE et.al., 2007).

O halomorfismo por sua vez é caracterizado pelo excesso de sais e de e água em depressões, carregados pelas enxurradas o lençol freático. A calcificação ocorre com a translocação ascendente do CaCO_3 ao longo do perfil podendo gerar a ordem dos Chernossolos. No processo de latolização ocorre a remoção acentuada de sílica e bases do perfil e enriquecimento de oxi-hidróxidos de ferro e alumínio, gerando a ordem de solo mais abundante no território brasileiro, os Latossolos (REZENDE et.al., 2007).

Rezende et al. (2007) cita os propósitos para a classificação de solos:

- a) organizar os conhecimentos, contribuindo para a economia de pensamento;
- b) salientar e entender relações entre indivíduos e classe da população que está sendo classificada;
- c) relembrar propriedades dos objetos classificados;
- d) apresentar novas relações e princípio dentro da população que está sendo classificada;
- e) estabelecer grupos ou subdivisões (classes) de objetos sob estudo, de maneira útil para propósitos práticos aplicados em prever o comportamento, identificar os melhores usos, estimar a produtividade e possibilitar a extrapolação dos resultados de pesquisa ou de observações.

Os sistemas de classificação mais conhecidos são o americano (Soil Taxonomy) e o mundial (FAO). O Soil Taxonomy, baseado fundamentalmente no reconhecimento de horizontes superficiais e subsuperficiais, é subdividido em 12 ordens de solos. O sistema FAO-FAO-WRB possui por sua vez, 32 grupos de solos, sendo baseado em diversos fatores.

No Brasil, o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS), que consiste numa evolução do antigo sistema americano, visa atender a demanda por informações sobre os solos em vários estados brasileiros. Ele começou a ser estruturado em 1979 através do registro de documentos que foram expostos na primeira versão em 1999.

O Sistema Brasileiro de Classificação de solos (SiBCS) foi desenvolvido com base em dados extraídos dos muitos levantamentos exploratórios e de reconhecimento realizados nos últimos 60 anos em todos os estados do Brasil (LEPSCH, 2010).

3.3.1. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS)

O SiBCS conta atualmente com 13 classes de solos que são conhecidas em hierarquia como o nível mais elevado chamadas de ordens. As ordens estão subdivididas em subordens que comportam grandes grupos e subgrupos. As famílias e séries estão em desenvolvimento e ainda não se estabeleceram.

As trezes ordens de solos do SiBCS são: Argissolos, Cambissolos, Chernossolos, Espodossolos, Gleissolos, Latossolos, Luvisolos, Neossolos, Nitossolos, Organossolos, Planossolos, Plintossolos e Vertissolos.

O SiBCS pode ser considerado como um sistema hierárquico e multicategórico de classificação estruturado em seis níveis.

Segundo a Embrapa (2006), os Latossolos são aqueles que possuem material mineral com horizonte B latossólico (Bw) imediatamente abaixo de qualquer horizonte diagnóstico superficial. Esses solos ocupam mais de 50% do território brasileiro, sendo uma ordem muito importante para o país. Em sua maioria, os Latossolos estão localizados em áreas de relevo aplainado a suavemente ondulado.

Esses solos estão em um avançado estágio de intemperização, ou seja, são muito evoluídos. O seu material de origem passou por diversas modificações ao longo do tempo sendo destituídos de minerais primários e secundários menos resistentes às ações intempéricas. São solos profundos com a espessura do *solum* que raramente são inferiores a um metro, e usualmente os horizontes são dispostos na sequência A, B, C, com pouca diferenciação dos sub-horizontes, e transições difusas e graduais (EMBRAPA, 2006).

O Latossolos são solos ácidos, que apresentam baixa saturação por bases, podendo ser classificados como distróficos e aluminícos, porém podem ocorrer casos em que alguns solos apresentem média a alta saturação por bases.

Ainda segundo a Embrapa (2006), estão localizados em regiões equatoriais e tropicais, mas podem ser encontrados em regiões de clima subtropical, distribuídas em regiões que sofreram intensa ação do intemperismo, como terraços fluviais.

No SiBCS os Latossolos estão subdividem-se em quatro subordens Latossolo Bruno, Latossolo Amarelo, Vermelho-Amarelo e Vermelho.

Segundo a Embrapa (2006) Os Gleissolos conhecidos como solos hidromórficos, que são constituídos por material mineral, apresentando horizonte glei nos primeiros 150 cm da superfície do solo, imediatamente abaixo do horizonte A, E ou horizonte hístico com menos de 40 cm de espessura.

Os solos dessa classe se encontram em alto grau de saturação hídrica durante a maior parte do ano, e a água presente nesse solo se encontra estagnada internamente, ou a

saturação é por fluxo lateral do solo. Em ambas as situações o água chega à superfície por meio da ascensão capilar.

Segundo Embrapa (2006), os Gleissolos são originados de sedimentos que podem ser estratificados ou não, sujeito aos excessos de água que se desenvolvem em locais próximos a corpos d'água em relevos planos de terraços fluviais ou em áreas inclinadas sob afloramentos surgentes.

A gleização, característica marcante desses solos, culmina no aparecimento de variados tons de cinza e cores azuladas ou esverdeadas. Isso ocorre devida a oxidação-redução do ferro implicando na formação de mosqueados. Em condições naturais esses solos são mal ou muito mal drenados.

A sequência de horizontes pode ser A-Cg, A-Big-Cg, A-Btg-Cg, A-E-Btg-Cg, A-Eg-Bt-Cg, ou Ag-Cg, H-Cg. Assim, o horizonte glei pode ser o C, B, E ou A (EMBRAPA, 2006).

O SiBCS subdivide os Gleissolos em quatro ordens: Gleissolos Tiomórficos, Sálícos, Melânicos e Háplícos.

Os Cambissolos compreendem solos constituídos por material mineral, com horizonte B incipiente subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial, desde que em qualquer dos casos não satisfaçam os requisitos estabelecidos para serem enquadrados nas classes Vertissolos, Chernossolos, Plintossolos ou Gleissolos. Possui corriqueiramente a sequência de horizontes composta por A, Bi, C, com ou sem R (EMBRAPA, 2006).

Dentro dos SiBCS os cambissolos estão subdivididos em três subordens; Cambissolos Húmicos, Flúvicos e Háplícos.

3.1.3. Levantamentos pedológicos

A IBGE (2007) define o levantamento pedológico como:

“Um levantamento pedológico é um prognóstico da distribuição geográfica dos solos como corpos naturais, determinados por um conjunto de relações e propriedades observáveis na natureza. O levantamento identifica solos que passam a ser reconhecidos como unidades naturais, prevê e delinea suas áreas nos mapas/cartas, em termos de classes definidas de solos”.

Segundo Ranzani (1969) O levantamento de solos pressupõe trabalhos realizados em escritório (mapa preliminar), levantamento de campos (amostragem e observações), análises laboratoriais e interpretações de dados com elaboração do mapa e relatório final.

O objetivo principal da realização de um levantamento pedológico é subdividir áreas heterogêneas em parcelas homogêneas, que apresentam a menor variabilidade possível, em função dos parâmetros de classificação e das características utilizadas para a distinção dos solos (IBGE, 2007).

Existem vários tipos de levantamentos e cada um deles tem uma finalidade específica. Os levantamentos podem ser compilados ou autênticos.

Os levantamentos compilatórios são realizados em escritório, baseando-se em dados de solos ou em outros assuntos correlatos, como: geologia, geomorfologia, hidrografia, clima, vegetação.

Segundo Rezende (2007) Os levantamentos autênticos (originais) podem ser subdivididos em:

- a) Levantamento Exploratório (escala entre 1:750.000 e 1:2.500.000);
- b) Levantamento de Reconhecimento de Baixa Intensidade (escala entre 1:250.000 e 1:750.000);
- c) Levantamento de Reconhecimento de Média Intensidade (escala entre 1:100.000 e 1:250.000);
- d) Levantamento de Reconhecimento de Alta Intensidade (escala entre 1:50.000 e 1:100.000);
- e) Levantamento Semi-Detalhado (escala \geq 1:50.000);
- f) Levantamento Detalhado (escala \geq 1:20.000);
- g) Levantamento Ultra-Detalhado (escala \geq 1:5.000).

Para Resende et al. (2007), no levantamento pedológico os solos são identificados, sua ocorrência (na paisagem) representada em um mapa e posteriormente, procede-se à interpretação para uso ou não agrícola.

3.2. GEOTECNOLOGIAS

No meio técnico científico atual as ferramentas de geotecnologias tem sido cada vez mais utilizadas. Isso é resultado do desenvolvimento tecnológico que aliou técnicas matemáticas às computacionais para se tratar informações geográficas que são muito importantes para a ciência.

De acordo Riujin (2012), antes da evolução tecnológica e acessibilidade a informação, principalmente os computadores, as coletas geográficas do espaço eram armazenadas em documentos de papel, dificultando a análise dos resultados. A evolução tecnológica da segunda metade do século passado favoreceu a análise dos dados espaciais graças ao aparecimento do geoprocessamento.

Para Fitz (2008) O desenvolvimento dos SIGs aconteceu a partir da evolução do computador (hardware) e de programas específicos (software) que conseguem resolver os problemas de quantificação de maneira mais rápida e eficaz que outrora.

Segundo Câmara & Davis (2001):

“O termo geoprocessamento denota a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica e que vem influenciando de maneira crescente as áreas de cartografia, análise de recursos naturais, transportes, comunicações, energia e planejamento urbano e regional. As ferramentas computacionais para geoprocessamento, chamadas de sistemas de informação geográfica (SIG), permitem realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados geo-referenciados. Tornam ainda possível automatizar a produção de documentos cartográficos”.

Para Pina (1994), os sistemas de informação geográfica são sistemas computacionais, utilizados para o entendimento dos fenômenos que ocorrem no espaço geográfico. A sua capacidade de reunir uma grande quantidade de dados convencionais de expressão espacial, estruturando-os e integrando-os adequadamente, torna-os ferramentas essenciais para a manipulação de informações geográficas.

O geoprocessamento está diretamente relacionado com SIG, pois por meio dele é possível organizar o manuseio de dados geográficos.

O sensoriamento remoto pode ser definido, de uma maneira ampla, como sendo a forma de obter informações de um objeto ou alvo, sem que haja contato físico com ele. As

informações são obtidas utilizando-se a radiação eletromagnética refletida e/ou emitida pelos alvos, geradas por fontes naturais como o Sol e a Terra, ou por fontes artificiais como, por exemplo, o radar (NOVO, 1989).

A partir da década de 1930 começaram as aplicações de sensoriamento remoto em pedologia com a utilização de fotografias aéreas como mapas-base. Já na década de 1960 um novo impulso ocorreu com o desenvolvimento de novas técnicas cartográficas que deram suporte aos mapeamentos pedológicos, permitindo o estudo fisiográfico dos solos (ANDRADE et al., 1998).

O sensoriamento remoto se mostra essencial, pois de acordo com Paranhos Filho et. al (2008) é capaz de distinguir e diferenciar as composições de materiais superficiais, sendo eles a vegetação, os diversos padrões e, geologia, entre outros.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Inconfidentes, situado no sul do estado de Minas Gerais, possui aproximadamente 869 metros de altitude. Seu clima predominante é o tropical de altitude, com média anual de 18°C. Esse município, localizado pelas coordenadas geográficas de 22°19'00'' S e 46°19'40'' W, possui uma área de 145 quilômetros quadrados, tendo o Rio Mogi-Guaçu como o principal curso d'água. Inconfidentes, segundo a regionalização do IBGE, se inserem na Microrregião de Poços de Caldas. Limita-se com os municípios de Bueno Brandão, Ouro Fino, Borda da Mata e Bom Repouso (PREFEITURA DE INCONFIDENTES, 2014).

A economia de Inconfidentes é basicamente voltada para o turismo de compras, indústria têxtil e para a agropecuária. Destaca-se a produção de café, alho, leite, milho, bucha vegetal, banana e feijão, desenvolvem também atividades industriais de extração de minérios como feldspato, quartzo, caulim, e a areia para vidro (PREFEITURA DE INCONFIDENTES, 2014).

Deve-se destacar também a importância do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, Campus Inconfidentes, na dinâmica socioeconômica e territorial do município.

4.2. AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DE DADOS

4.2.1. Aquisição de dados

A delimitação da rede de drenagem e do limite do município foram obtidos através das cartas topográficas digitais adquiridas do IBGE, referente aos Municípios de Ouro Fino - MG (Folha SF-23-Y-B-I-3) e de Borda da Mata - MG (Folha SF-23-Y-B-I-4), ambas com escala de 1:50.000 e elaboradas no ano de 1972.

Os dados referentes à geração do relevo sombreado, hipsometria, declividade foram extraídos a partir de imagem SRTM (Folha SF-23-Y-B) adquirida através do banco de dados da Embrapa no ano de 2014.

As curvas de nível foram extraídas através da imagem SRTM (Folha SF-23-Y-B) e via cartas topográficas do IBGE (Folhas SF-23-Y-B-I-3 e SF-23-Y-B-I-4). Algumas foram ainda adquiridas através do banco de dados do IBGE, na escala de 1:50.000.

O mapeamento de uso e ocupação do solo foi elaborado através da imagem Google Earth Pro (Versão Livre) de alta resolução (resolução espacial de 7m) adquirida em 23 de setembro de 2013. da Imagem *RapidEye*, com resolução espacial de 5m, adquiridas através de convênio celebrado entre o Instituto Federal de Ciência, Educação e Tecnologia do Sul de Minas Gerais e o Ministério do Meio Ambiente em 2013.

4.2.2. Tratamento de dados

4.2.2.1. Georreferenciamento

As cartas topográficas dos municípios de Ouro Fino - MG e Borda da Mata - MG foram georreferenciadas a partir do software ArcGIS 9.3, através do aplicativo ArcMap, posteriormente procedeu-se ao mosaicamento das cartas já georreferenciadas, para posterior extração do limite do município de Inconfidentes – MG.

4.2.2.2. Extração de vetores

Através da ferramenta *Georefering* do ArcGIS 9.3, foram extraídos, manualmente, o contorno do município e da rede de drenagem, a partir das folhas digitais de Ouro Fino (Folha SF-23-Y-B-I-3) e de Borda da Mata/MG (Folha SF-23-Y-B-I-4), georreferenciadas e mosaicadas.

4.2.2.3. Tratamento de imagens orbitais

4.2.2.3.1. Tratamento de imagens Google Earth

As imagens passaram por realce de histograma (contraste) através da aplicação do desvio padrão. O método de reamostragem de pixels na apresentação da imagem foi o *Nearest Neighbor* (vizinho mais próximo).

4.2.2.3.2. Registro

Para a correção geométrica das imagens foram utilizados 5 pontos de controle (coordenadas previamente conhecidas), além da rede de drenagem do IGAM-MG, muito utilizada para esse procedimento.

4.2.2.4 Tratamento de imagens de radar

A imagem SRTM foi tratada através de filtro, da extensão *Spatial Analyst* do ArcGIS 9.3.

4.3. DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A descrição morfológica dos perfis de solo foi realizada através de atividade de campo, em pontos distintos que representavam as distintas classes de solo do município. Nos trabalhos de campo foram coletadas amostras de todos os horizontes dos perfis, segundo a metodologia de Santos et al. (2005), para posterior análise de rotina (química) e granulométrica.

4.4. ELABORAÇÃO DOS MAPAS DE BASE

Todo o mapeamento temático foi elaborado através do aplicativo *ArcMap* do ArcGIS 9.3. Os mapas de relevo sombreado, hipsometria, clinografia e a extração das curvas de nível foram efetuadas através da extensão *Spatial Analyst e 3D* do mesmo software.

4.5. DETERMINAÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

4.5.1. Classificação

4.5.1.1. Definição das Classes

As classes de uso e ocupação do solo foram divididas em quatro grupos: classe 1 (mata nativa), classe 2 (solo exposto), classe 3 (culturas diversas) e classe 4 (pastagens e/ou vegetação herbácea).

4.5.1.2. Amostragem

A amostragem para posterior classificação da imagem foi por região e não por pixel. Foram 25 amostras da classe 1 (mata nativa), 24 da classe 2 (solo exposto), 15 da classe 3 (culturas diversas) e 21 da classe 4 (pastagens e/ou vegetação herbácea).

4.5.1.3. Método de classificação

O método de classificação utilizado foi baseado na técnica estatística multivariada Maxxver (máxima verossimilhança ou *Maximum Likelihood*) através do *Spatial Analyst* do ArcGIS 9.3, com uma rejeição de frações de 0,9 e probabilidade “equal”.

4.5.1.4. Filtragem da Classificação

A classificação da imagem passou pelo filtro majoritário do ArcGIS 9.3, através da opção *Spatial Analyst Tools*, com kernel de 8 vizinhos (criando uma matriz 3x3) e considerando metade das células com o mesmo valor de pixel.

4.3.1.5. Vetorização das Classes

As quatro classes de uso e ocupação do solo foram vetorizadas e individualizadas a partir da opção *Convert Tools* do ArcGIS 9.3.

4.5. DETERMINAÇÕES ANALÍTICAS

As análises de rotina foram feitas no laboratório de Fertilidade do Solo do Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, Campus Inconfidentes.

4.6. ELABORAÇÃO DO MAPA DE SOLOS

O mapa de classificação até o primeiro nível categórico foi elaborado através da associação das variáveis geomorfologia (posição da vertente, altimetria, declividade) e hidrografia (morfologia de canal fluvial e rede de drenagem), via ArcGIS 9.3. Visando complementar e auxiliar no mapeamento, foi utilizado o levantamento geológico elaborado pela CPRM (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais).

O mapa de classes de solos até o quarto nível categórico foi elaborado a partir da correlação de todos os mapas de base, bem como com o auxílio das atividades de campo (descrição morfológica) e das análises de rotina.

Conforme a figura 1 acima, esses solos foram descritos ao longo de uma vertente, na posição de topo, membro e sopé.

5.1.1. Latossolos

No município de Inconfidentes, os Latossolos se encontram nos topos mais aplainados, em declividades não superiores a 10%, conforme a figura 2 abaixo.



Figura 2. Vista parcial do relevo onde foi descrito o perfil 1, em Inconfidentes-MG.

O perfil de Latossolo (perfil 1), descrito conforme a metodologia proposta, foi dividido em 5 horizontes: A, AB, BA, Bw1, Bw2 (figura 3, anexo 1). A subdivisão desse perfil foi estabelecida utilizando-se como critério a sonoridade ao longo da trincheira utilizando-se um martelo pedológico.

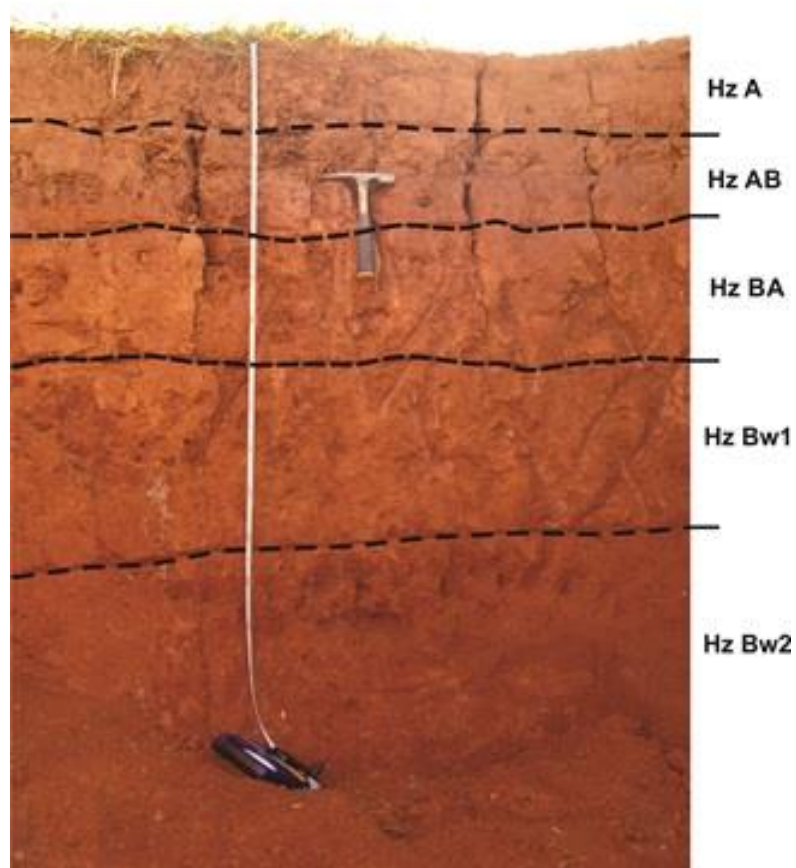


Figura 3. Perfil de Latossolo no município de Inconfidentes-MG

Os horizontes A e AB se mostraram bastante compactados, uma vez que área superficial é utilizada para pastoreio, conferindo a eles forma de blocos angulares e subangulares. Em contrapartida os horizontes BA, Bw1 e Bw2, apresentaram forma granular, sendo facilmente desintegrado pelas mãos.

A observação do perfil permitiu também visualizar que ao longo do mesmo existia a presença de raízes, bioturbações resultantes da movimentação de organismos dentro do solo e também presença de carvão ao longo do perfil, como pode ser observado nas figuras 4 e 5.

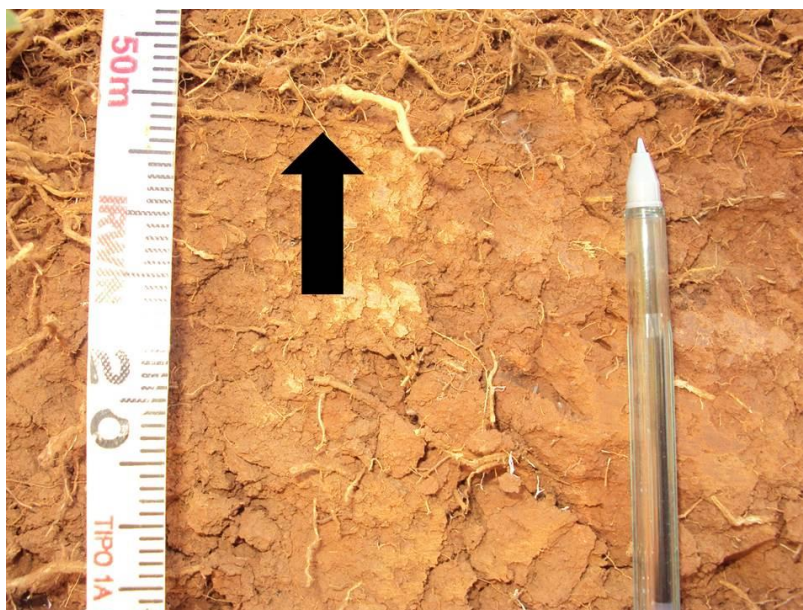


Figura 4. Raízes presentes no horizonte A do Latossolo, em Inconfidentes-MG

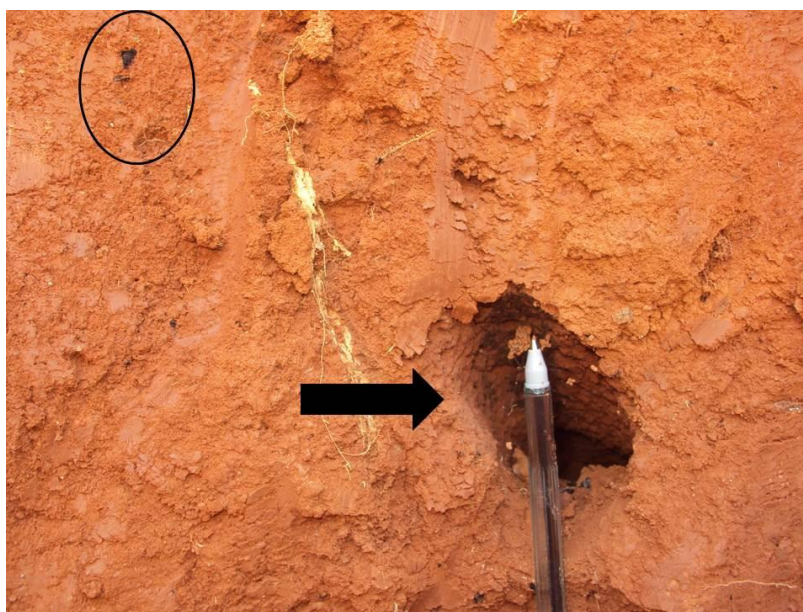


Figura 5. Atividades de Microorganismos presentes no horizonte B do Latossolo

5.1.2. Gleissolos

O perfil de Gleissolo descrito (Perfil 2) se encontra no sopé da vertente, em área de várzea, sujeita a alagamentos periódicos, em ambiente mal ou imperfeitamente drenado, conforme a figura 6.



Figura 6. Ambiente de ocorrência do Gleissolo de Inconfidentes-MG

O perfil supracitado foi subdividido em 4 horizontes: Ag, ABg, Bg e Cg (figura 7, anexo 2).

O critério para definir o horizonte Cg foi o nível do afloramento do dreno, pois não foi possível visualizar perfeitamente as deposições ou estratificações resultantes da ação fluvial.

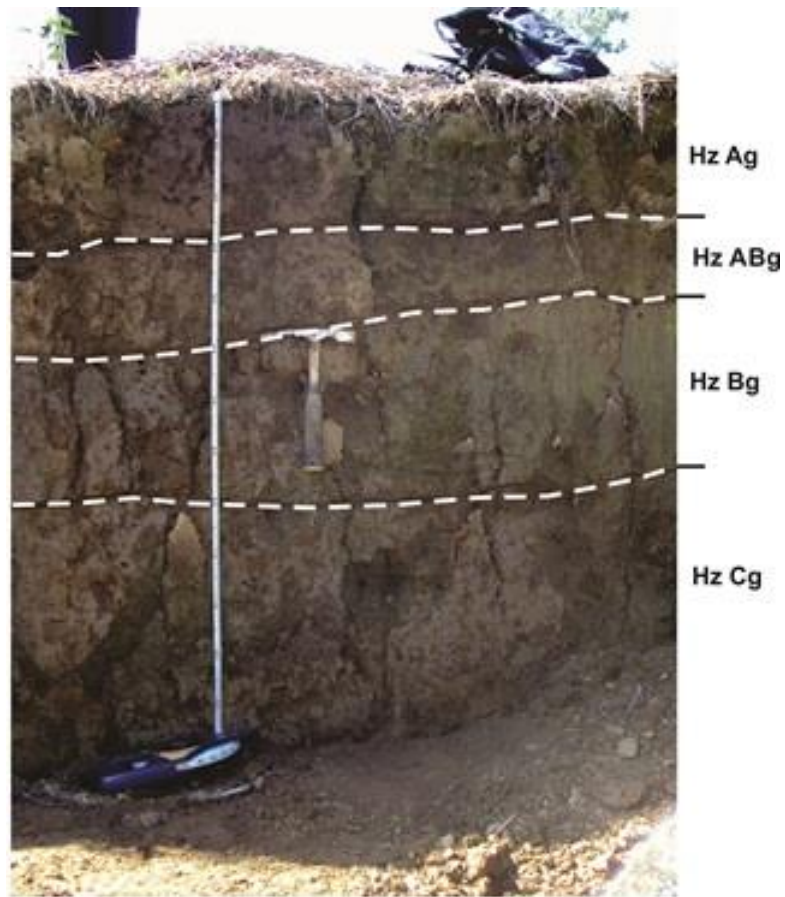


Figura 7. Perfil de Gleissolo no município de Inconfidentes

É possível perceber ao longo de todo o perfil mosqueamentos, (figura 8) e raízes menos espessas que a raízes do Latossolo, uma vez que esse Gleissolo estava coberto por vegetação de extrato herbáceo no período em que foi realizada a descrição.

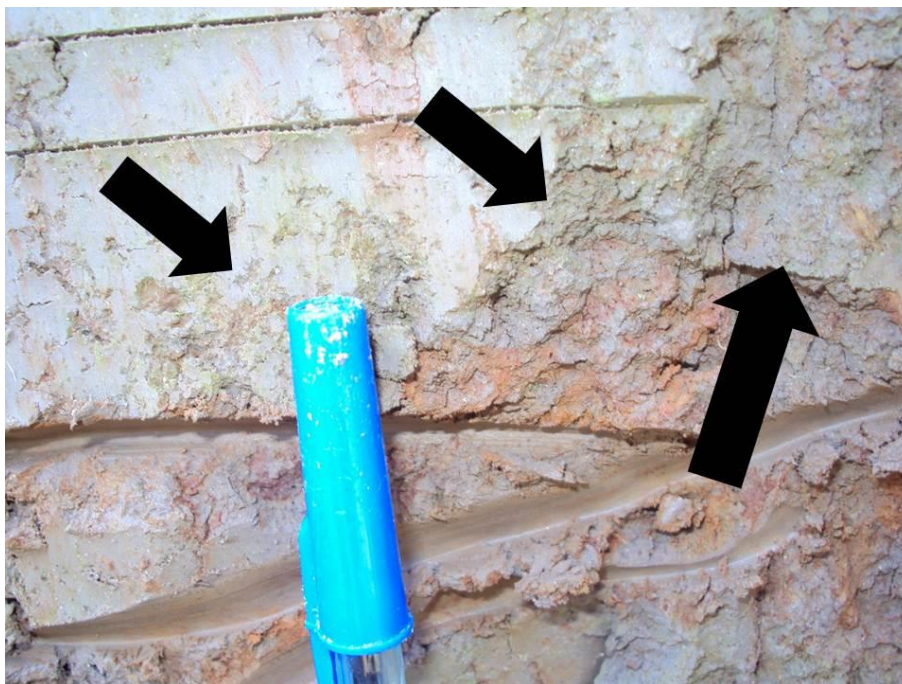


Figura 8. Mosqueamento ao longo do perfil de Gleissolo

5.1.3 Cambissolos

No município de Inconfidentes, os Cambissolos ocorrem em relevos mais ondulados, ocupando a porção média da vertente, em declividades menores que 75%. A figura 9 abaixo ilustra parcialmente o ambiente de ocorrência de Cambissolos no município de Inconfidentes-MG.



Figura 9. Vista parcial do relevo onde foi descrito o perfil 3 de Cambissolo

O perfil de Cambissolo descrito (perfil 3) foi subdividido nos horizontes A, Bi e C, conforme a figura 10 e anexo 3.

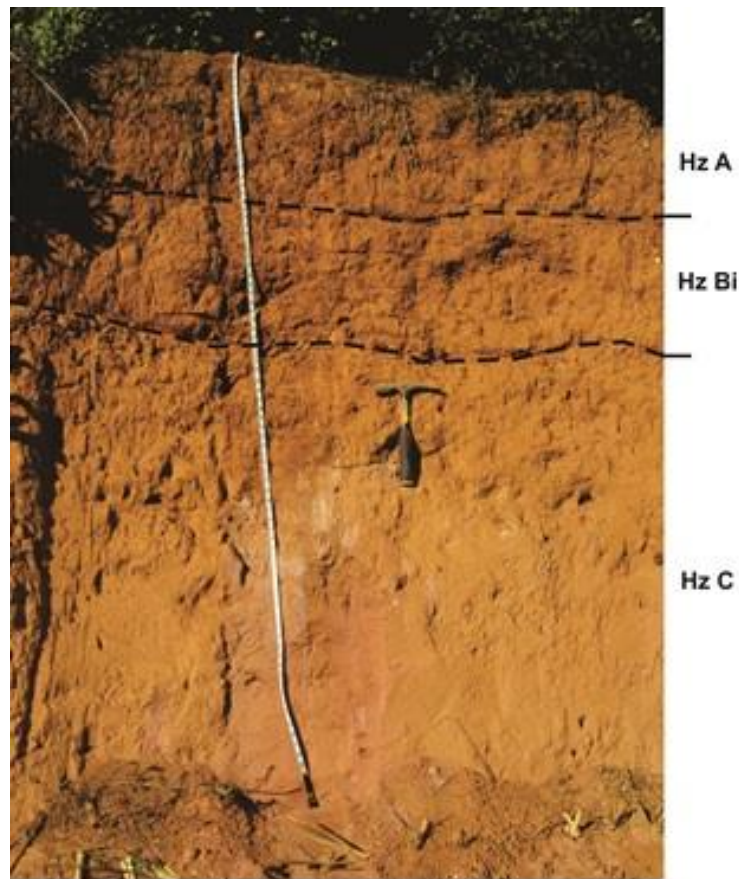


Figura 10. Perfil de Cambissolo no município de Inconfidentes-MG

Foi possível encontrar fragmentos de rocha pouco intemperizada no horizonte desse solo, como pode ser visto Figura 11.



Figura 11. Fragmentos de rocha pouco intemperizada (horizonte C do solo)

Além do mais, em diversos Cambissolos do município as *stone-line* (linhas de pedra) estão presentes, logo acima do horizonte

5.2. DETERMINAÇÃO ANALÍTICA

A partir do resultado da análise química e análise granulométrica (Anexo 4) dos três perfis foi possível determinar o segundo (subordem), o terceiro (grandes grupos) e o quarto (subgrupos) nível categórico, segundo a metodologia preconizada pela Embrapa (2006).

Alguns solos como os Cambissolos e Gleissolos necessitam da análise química para se determinar o segundo nível categórico.

As três ordens de solos (Latosolo, Gleissolo, Cambissolo) foram assim classificadas até o quarto nível categórico, após seguir todos os procedimentos estabelecidos pelo SiBCS.

5.2.1. Latossolos

A partir descrição prévia realizada em campo foi possível determinar a 1ª ordem dos solos que equivalem aos grandes grupos. Os outros níveis estabelecidos a partir da metodologia da Embrapa (2006), as análises químicas e físicas.

O Latossolo não apresentou características que a princípio pudessem encaixa-lo como solo com a presença de horizonte B textural (BT), uma vez que a relação textural B/A

se apresentou inferior a 1,50. O solo em questão pode ser considerado como um solo de horizonte B Latossólico, pois de acordo com a metodologia proposta pelo Embrapa (2006), solos que apresentam textura argilosa na maioria dos subhorizontes B com relação silte/argila inferior a 0,6 caracteriza a presença desse horizonte subsuperficial mostrando o quanto esse solo está evoluído com relação ao intemperismo.

Portanto, esses dados eliminam a possibilidade de o perfil descrito ser um perfil de Argissolo.

O segundo nível categórico do Latossolo corresponde a sua cor e foi determinado utilizando a carta da Carta de Cores Munsell (Soil Munsell Color s Chart). O terceiro nível foi definido a partir da correlação de informações sobre a saturação por bases dos primeiros 100m do horizonte B, concluindo-se que a saturação por bases era menor que cinquenta por cento ($V < 50\%$), caracterizado o solo como Distrófico, como mostra a tabela abaixo.

Tabela 1. Valores de Saturação por Bases (%V), Matéria Orgânica (M.O g/dm³) e Saturação de Alumínio (%m) em Latossolo.

	Horizonte A	Horizonte AB	Horizonte BA	Horizonte BW1	Horizonte BW2
%V	67,14	46,81	39,36	15,76	9,13
M.O	2,41	2,59	1,38	1,21	1,03
%m	0	0	0	0	0

O Latossolo em questão, após seguir todas as etapas e procedimentos do SiBCS foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, pois não se encaixou em outras classes.

5.2.2. Gleissolo

Com o primeiro nível já estabelecido em campo, uma vez que o perfil possui mosqueamentos e condições de hidromorfia, foram determinados os outros níveis categóricos do Gleissolo de maneira análoga aos procedimentos para a classificação do Latossolo.

O perfil não continha a presença de horizonte sulfúricos e/ou materiais sulfídrico como também a presença de carácter sálico e horizonte hístico, portanto foi enquadrado como Háplico uma vez que não se enquadra nos itens supracitados. O solo abordado apresenta alta

atividade de argila, superior 27 cmol_c/kg de acordo com os resultados presentes na análise granulométrica (ANEXO 4) e saturação por bases menor que cinquenta por cento ($V < 50\%$) caracterizando o solo como Distrófico como é apresentado na tabela 2 abaixo:

Tabela 2. Valores de Saturação por Bases (V%), Matéria Orgânica (M.O g/dm^3) e Saturação de Alumínio (%m).

	Horizonte Ag	Horizonte ABg	Horizonte Bg	Horizonte Cg
%v	24,63	10,15	20,1	28,26
M.O	2,07	1,21	1,72	1,21
%m	32,89	68,57	45,67	31,57

Nesse sentido o solo foi classificado como GLEISSOLO HÁPLICO Ta Distrófico típico, uma vez que também não se enquadra em outras classificações.

5.2.3. Cambissolos

No perfil 3, de acordo com a caracterização em campo, foi descrito um Cambissolo, pois era evidente o horizonte diagnóstico Bi (incipiente), típico dessa classe de solo.

O perfil de Cambissolo não apresentou características como a presença de horizonte húmico ou hístico, assim como carácter flúvico, sendo enquadrado no segundo nível categórico como Háplico. O solo apresenta valor de CTC superior a cinquenta por cento ($V \geq 50\%$) como mostra a tabela 3, possuindo carácter Eutrófico.

O Cambissolo após a análise granulométrica também apresentou alta atividade de argila, superior 27 cmol_c/kg .

Tabela 3. Valores de Saturação por Bases (V%), Matéria orgânica (M.O g/dm^3) e Saturação de Alumínio (%m)

	Horizonte A	Horizonte Bi	Horizonte C
%v	66,96	58,88	66,96
M.O	2,07	1,38	2,07
%m	0	0	0

A abordagem em questão fornece subsídios para classificar o perfil como CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico típico. O quarto nível categórico foi estabelecido por eliminação, uma vez que ele não foi classificado em outros subgrupos.

5.3. USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

O mapa de uso e ocupação do solo de Inconfidentes-MG (Figura 12) serviu de base para entender a utilização da cobertura pedológica do município.

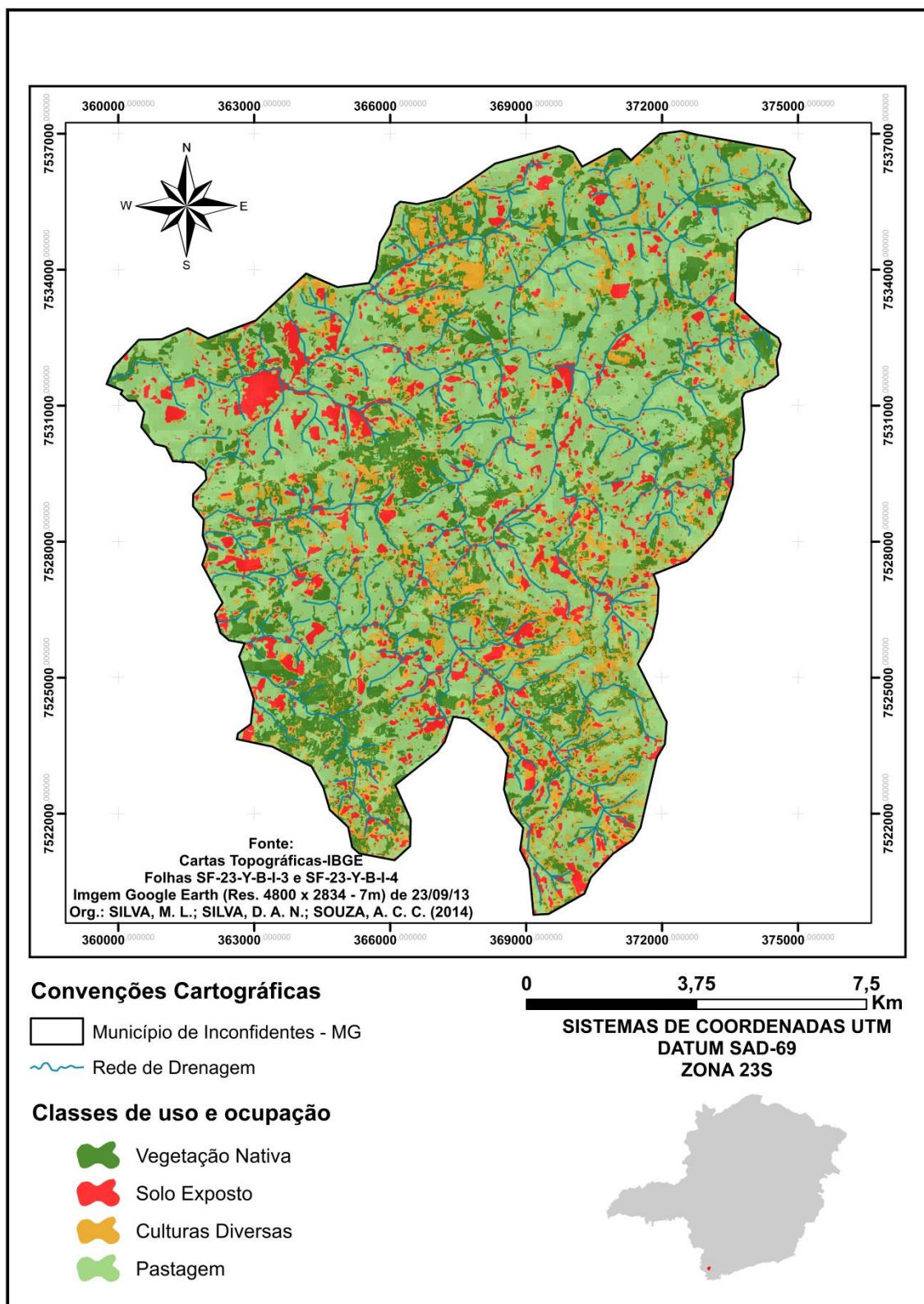


Figura 12. Classes de uso e ocupação do solo do município de Inconfidentes-MG

No município de Inconfidentes, que possui uma área de 149.394.163 m², há o predomínio de pastagens (Figura 13 e tabela 2), que ocupam 57,28% da totalidade territorial

do município (85.571.373 m²). As culturas agrícolas ocupam 21.041.813 m², ou seja, 14,08% da área município.

O solo exposto, por sua vez, ocupa uma área de 14.469.677 m², representando 9,69% da área total do município.

Tabela 4. Área e percentual das classes de uso e ocupação do solo no município de Inconfidentes-MG

Valor total de extensão territorial das classes de uso e ocupação do solo		
	Valor em m ²	Valor em %
Área total do município	149.394.163	100%
Área total do núcleo urbano	1.913.157	1,28%
Área total da Fazenda-Escola do IF	2.205.858	1,48%
Área de restrição à expansão urbana	19.946.309	13,35%

Fonte: Silva, 2014

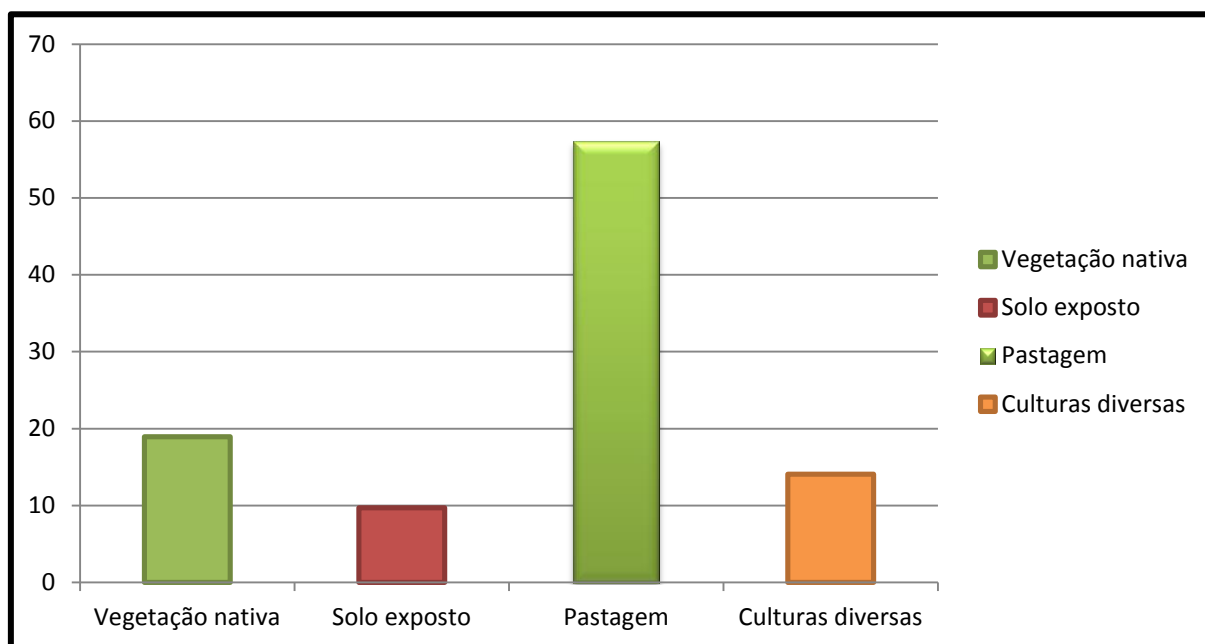


Figura 13. Valor total de extensão territorial das classes de uso e ocupação do solo em percentagem do município de Inconfidentes-MG.

Fonte: Silva, 2014

Através do mapa de uso e ocupação do solo é possível inferir as possíveis classes de solo a partir de sua utilização e também correlacionar do com um mapa de solos, afim de avaliar as taxas de degradação e sugerir novos usos explorando o solo de maneira sustentável respeitando suas propriedades físico-químicas.

5.4. LEVANTAMENTO DE SOLOS

Como praticamente todo o território de Inconfidentes está sob um mesmo clima (tropical de altitude) e uma mesma formação vegetal original (Mata Atlântica), os fatores relevo e material de origem exercem uma maior influência na distribuição e formação dos solos no município.

Assim, um levantamento geológico e geomorfológico preliminar foram requisitos prévios para um possível mapeamento pedológico do município.

5.4.1. Aspectos geológicos

A geologia do município de Inconfidentes, conforme figura 14, possui litologias com idades Neoproterozóicas, Paleoproterozóicas, Neoarqueanas e Cenozóicas.

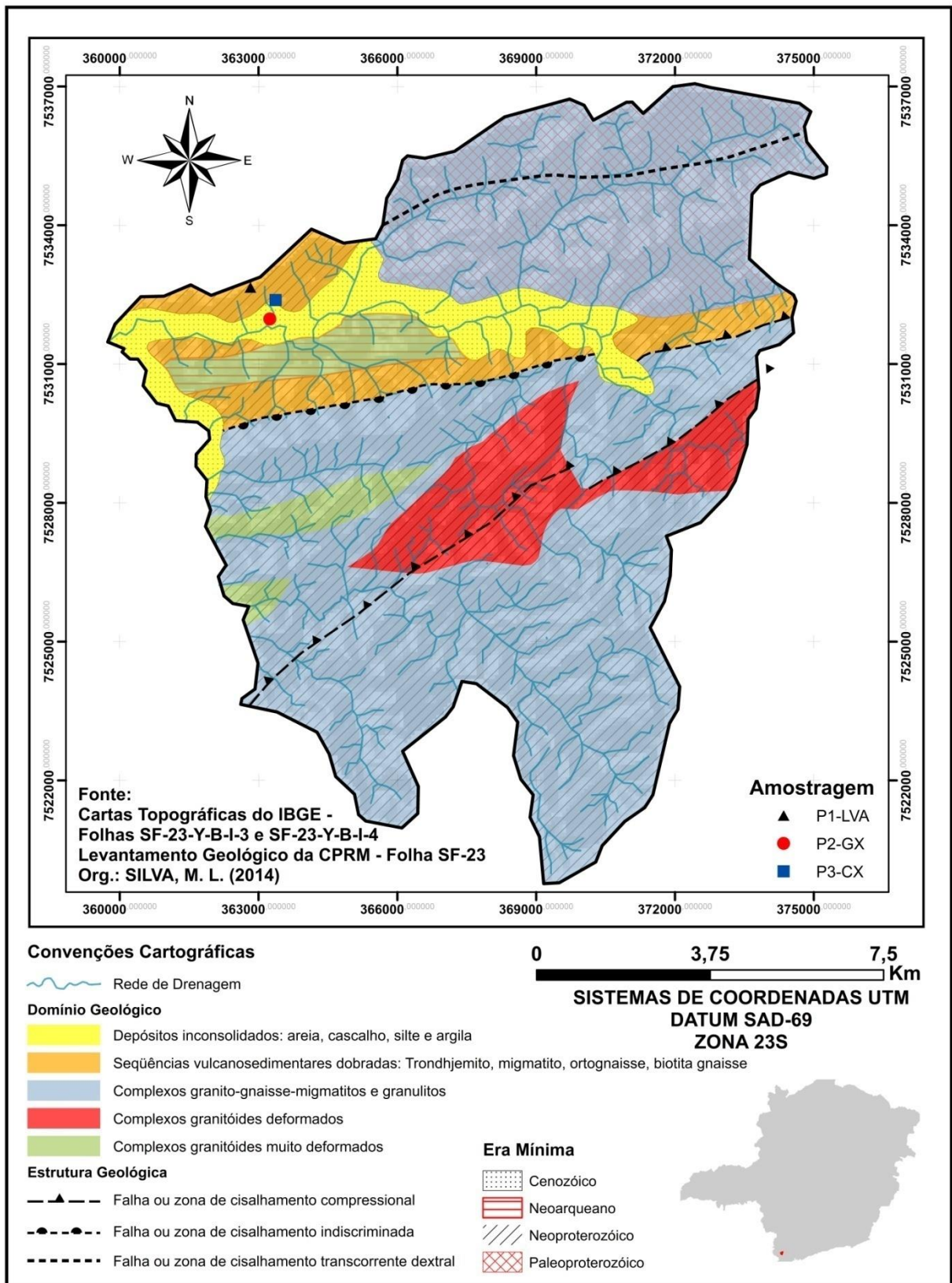


Figura 14. Mapa de geologia regional município de Inconfidentes-MG.

A maior parte do território do município se encontra em formações geológicas resultantes de dobramentos antigos ocorridos no Brasil. As principais formações são os complexos granitóides, graníticos-gnáissicos, sequências vulcanossedimentares e depósitos fluviais ou fluvio-lacustres.

A composição e estruturas das rochas dessas formações, além de influenciar na velocidade e intensidade do intemperismo, imprimem características físico-químicas peculiares nos solos oriundos dessas unidades geológicas.

5.4.2. Aspectos geomorfológicos

A maior porção do município de Inconfidentes se encontra nas unidades geomorfológicas de serras (Figura 15), representada pelas Serras da Mantiqueira/Itatiaia. Destaca-se também o Planalto Poços de Caldas e a Planície do Rio Mogi no quadro geomorfológico de Inconfidentes.

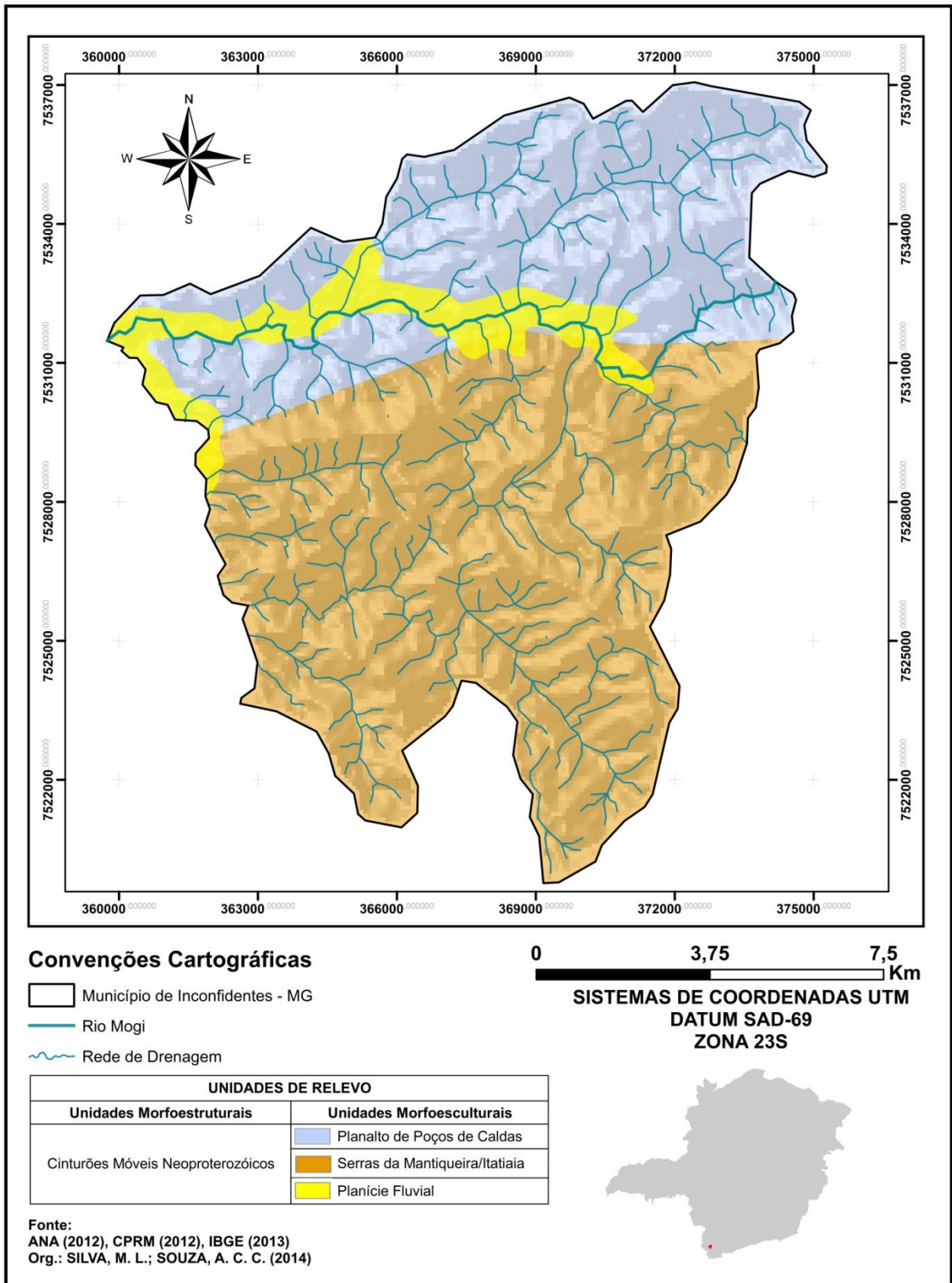


Figura 15. Mapa de geomorfologia regional do município de Inconfidentes-MG

Assim, o município de Inconfidentes está inserido, em sua maior parte, numa geomorfologia regional representada por um recorte da Serra da Mantiqueira. A Serra da Mantiqueira apresenta relevo de morros (Mar de Morros, Morros Paralelos, Morros com Serras Restritas), que se distribui de forma generalizada e homogênea por toda a província da Mantiqueira, onde predominam amplitudes locais de 100 a 300 metros e declividades de encosta superiores a 15% (IPT, 1981).

Localmente, o relevo cobre que a maior parte do município é constituído pelos mares de morros, com modelado de vertentes côncavas e vales encaixados (figuras 16)

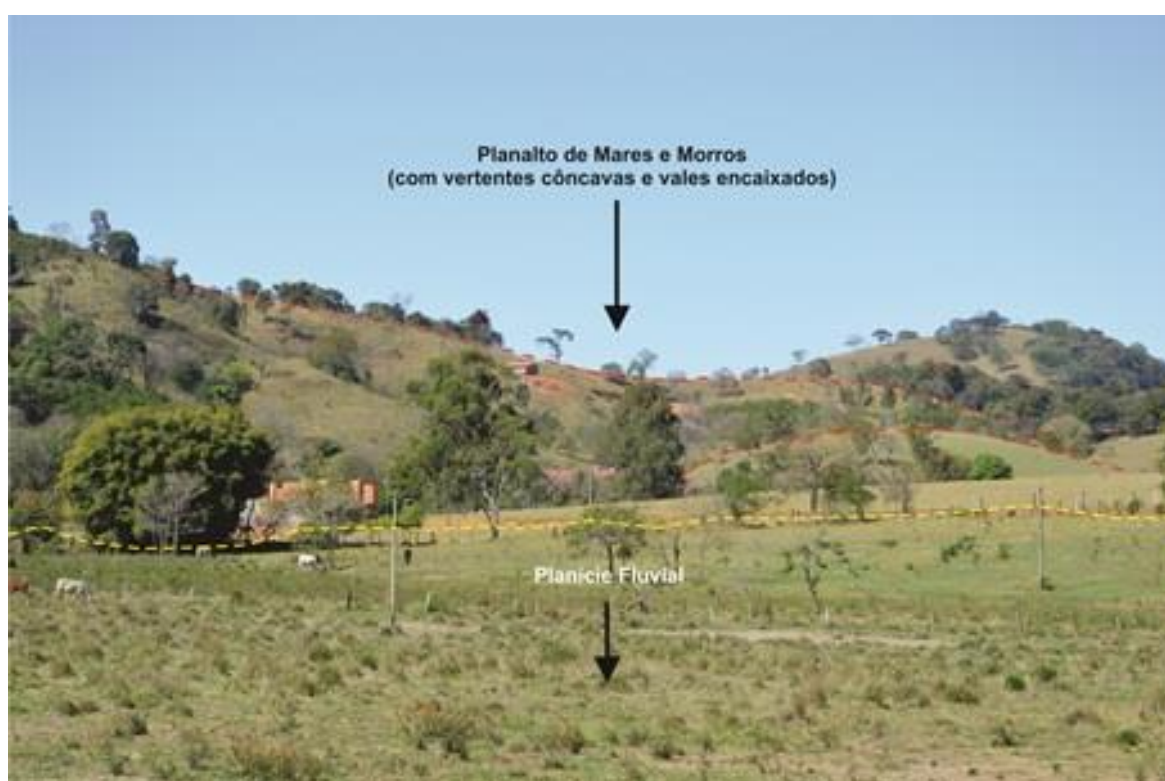


Figura 16. Representação do relevo no município de Inconfidentes-MG

As cotas altimétricas do município variam de 850 a 1.400 metros com declividades variando de plano à forte ondulado, na sua maior parte (figura 17).

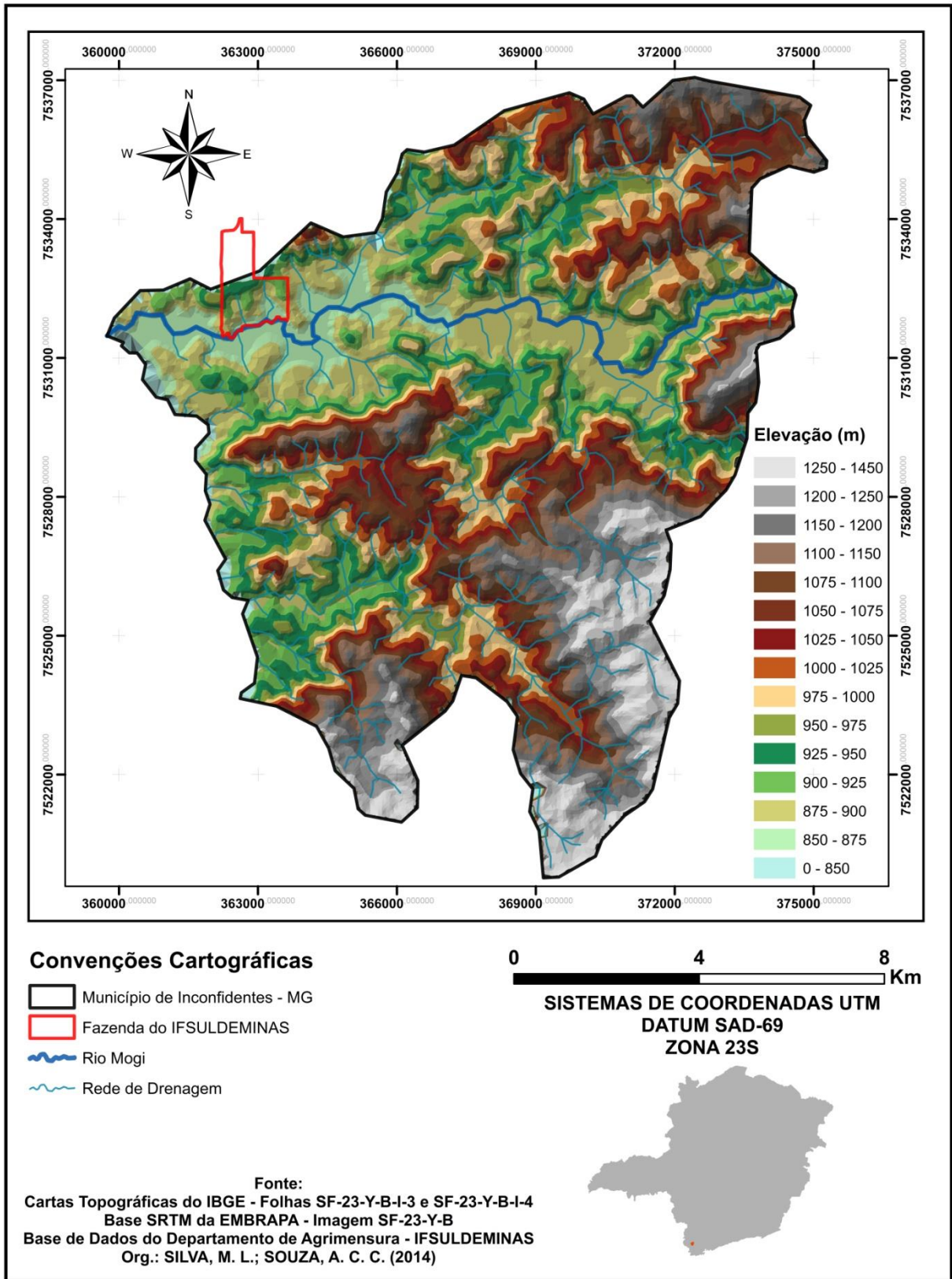


Figura 17. Mapa hipsométrico e modelo digital de elevação (MDE) do município de Inconfidentes-MG

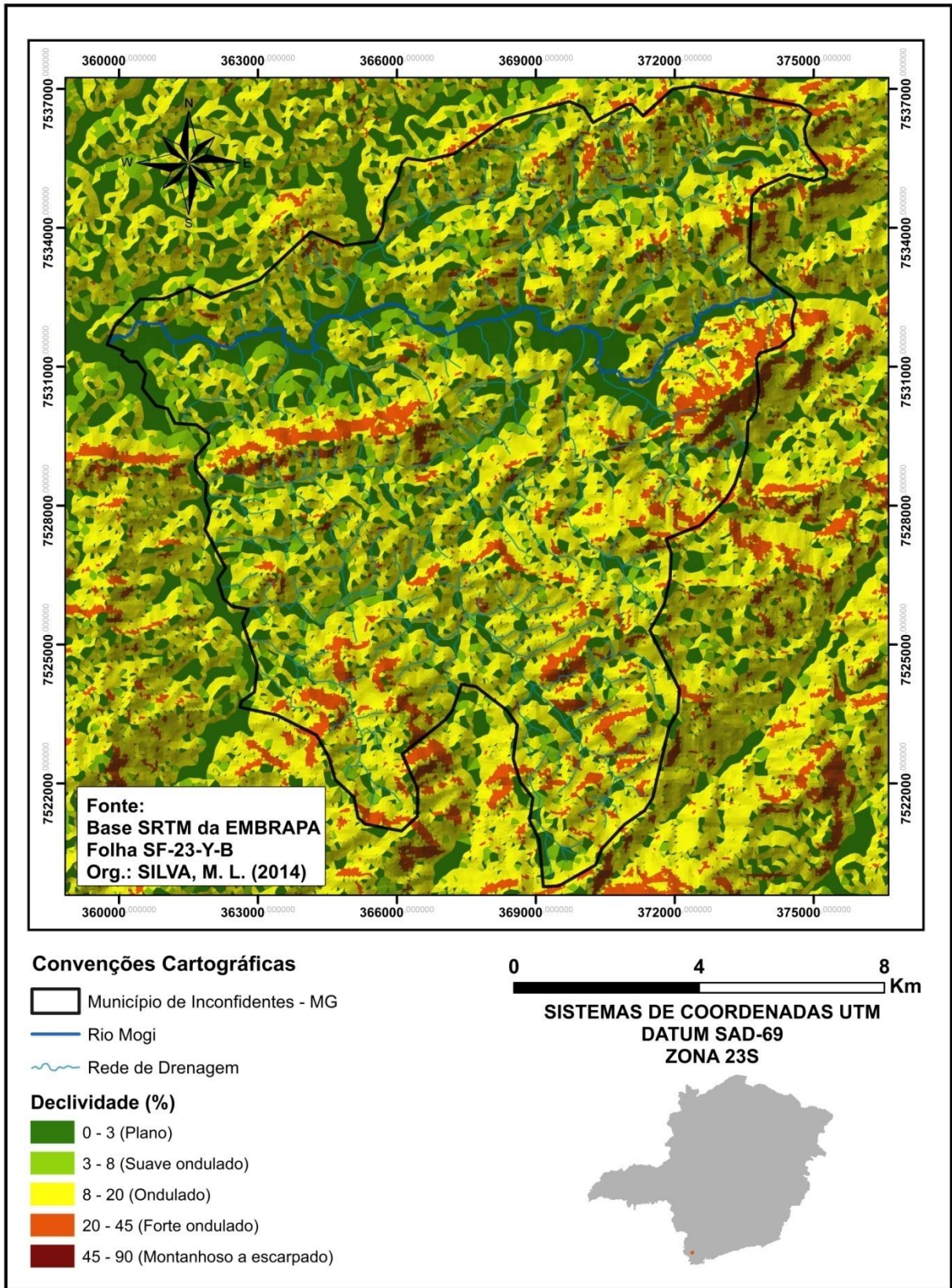


Figura 18. Mapa clinográfico do município de Inconfidentes-MG

5.4.3. Classes de solos

O mapa de esboço pedológico da classificação de solos do município (figura 19) foi resultado da interação entre a declividade, a altimetria, a rede hidrográfica e, indiretamente, a geologia. A generalização e a classificação até o quarto nível categórico se deram a partir dos três perfis estudados em maior profundidade.

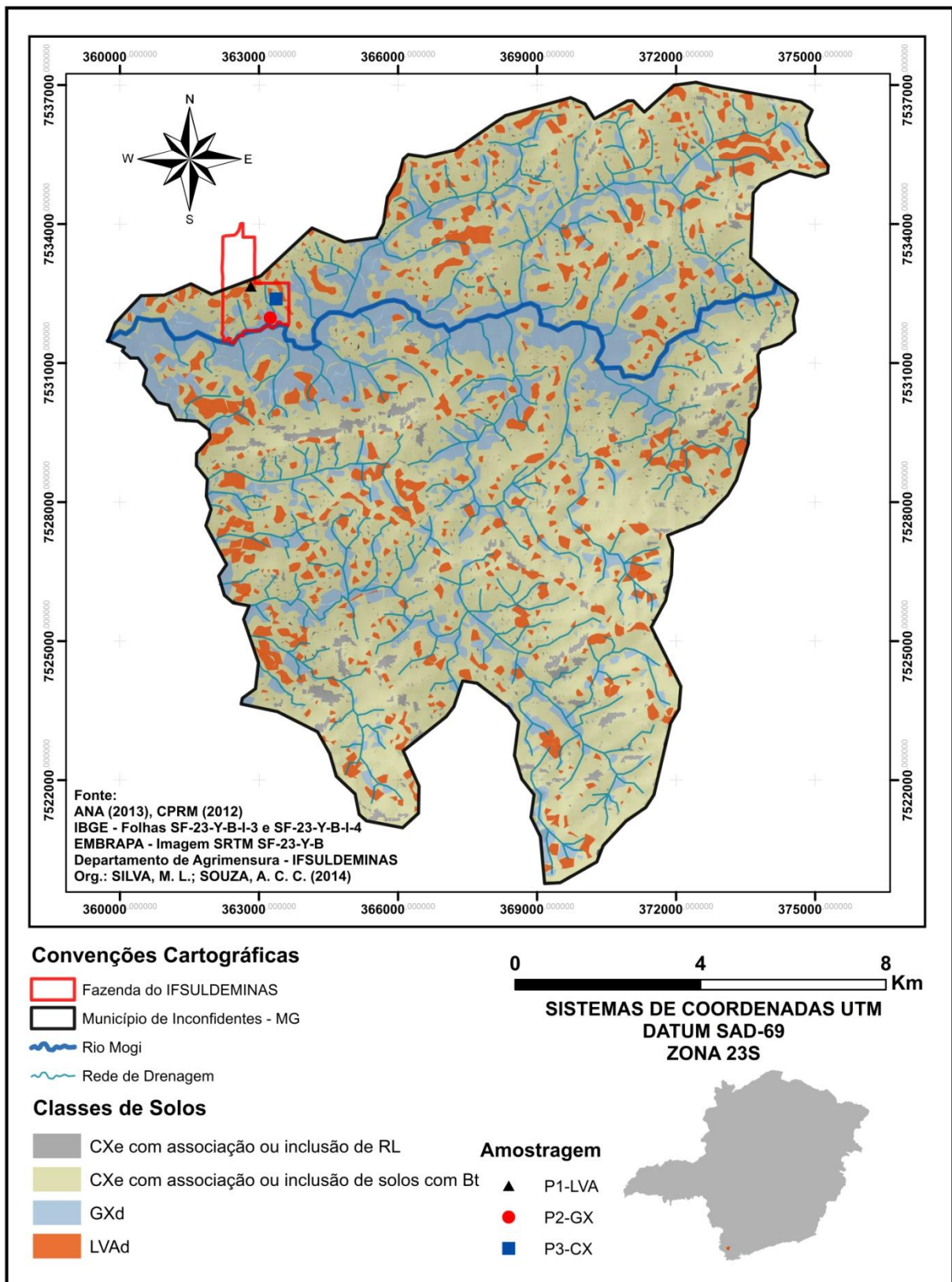


Figura 19. Mapa de esboço pedológico do município de Inconfidentes-MG

O município de Inconfidentes possui três ordens de solos com maior representação: Latossolos, Gleissolos e Cambissolos.

Os Latossolos (LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico - LVA) e Gleissolos (GLEISSOLO HÁPLICO Ta Distrófico típico- GXD) ocorrem em ambientes com declividades de 0 a 8%. Entretanto, enquanto os Latossolos ocupam a posição topo da vertente, em cotas altimétricas superiores a 900 metros, os Gleissolos se encontram no sopé, geralmente em áreas de várzeas próximas aos canais fluviais do Rio Mogi, em altimetrias bem inferiores às dos Latossolos, entre 800 a 900 metros. Os Cambissolos (CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico típico CXe) , por sua vez, ocorrem em declividades variando de 8 a 45%, ocupando as encostas das vertentes, em posições altimétricas intermediárias entre as classes de Latossolos e Gleissolos.

Alguns solos, como os Cambissolos e Gleissolos podem ter associações ou inclusões de outras unidades taxonômicas como com solos de horizonte B textural (CX com BT) e NITOSSOLOS LITÓLICOS (figura 20 acima).

6. CONCLUSÃO

A classificação preliminar de solos em campo, descrita em três perfis distintos, serviu como base para generalizar os solos do município. O uso das ferramentas de geotecnologia se mostraram muito úteis para a caracterização das classes de solo e posterior generalização, uma vez que através delas foi possível inferir as condições ambientais de formação dos Latossolos, Cambissolos e Gleissolos, principais classes pedológicas encontradas no município.

Como fatores limitantes para a realização do trabalho, pode-se considerar a falta de recursos, pois os mesmos não propiciaram coletar um maior número de amostras, sobretudo fora da Fazenda Escola, o que não permitiu enfatizar com maior propriedade os resultados obtidos. Dado o grande número de técnicas e métodos que vem sendo utilizadas nos levantamentos pedológicos, deve-se ponderar que os procedimentos realizados nesse estudo não são os únicos. A utilização da compartimentação geológica poderia também ser melhor explorada nesse trabalho.

No entanto, esse levantamento preliminar pode ser bastante útil para diferentes fins, no cenário atual de Inconfidentes-MG. Considerando que o espaço urbano do município está propenso à expansão urbana, devido também à demanda oriunda da população flutuante resultante do processo da ampliação do Instituto Federal, se torna necessários instrumentos confiáveis para essa proposta. Nesse sentido a demanda por moradias deverão aumentar sendo necessários estudos que atestem a viabilidade da construção de novas áreas residenciais, sendo necessário planejar os melhores usos da terra.

As atividades agrícolas também poderão ser favorecidas com esse mapeamento preliminar, pois ele poderá subsidiar planejamentos agrícolas, visto que as atividades agropecuárias possuem importância primordial no contexto socioeconômico do município.

Portanto, o trabalho surge com o caráter pioneiro, podendo ser utilizado futuramente como base para novos estudos no campo da pedologia, onde se poderá confirmar ou não as classes de solos e sua distribuição encontrada nesse trabalho, bem como ampliar o estudo, conferindo-lhe uma maior profundidade.

7. REFERÊNCIAS

- ANDRADE, H.; ALVES, H. M. R.; VIEIRA, T. G. C.; RESENDE, R. J.T.P.; ESTEVES, D. R.; BRASIL, J. P. K.; ROSA, E. R. **Diagnóstico ambiental do município de Lavras com base em dados georreferenciados do meio físico: IV principais grupamentos de solos.** In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, (CONBEA) 27. Poços de Caldas. **Anais...** Minas Gerais: SBEA, 1998. Artigos. p.442-443.
- CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. **Introdução à ciência da geoinformação.** São José dos Campos: INPE, 2001.
- CARVALHO L. M. T.; MOURA. L. C.; BERNARDES. T. Representações computacionais. In: CARVALHO L. M. T. **Sistemas de informações geográficas e sensoriamento remoto dos recursos florestais.** Lavras: UFLA/FAEPE. 2005.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia.** 2. ed. 7. reimp. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda. 2002.
- EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** Rio de Janeiro: Embrapa, 2006, 2a ed. 412p
- FITZ, P. R. **Geotecnologias sem complicação.** São Paulo: Oficina de Textos, 2008.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, **Manual Técnico de Pedologia** 2. ed. 2007
- IPT – Instituto de Pesquisa Tecnológico. **Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo.** v.1. São Paulo, 1981..
- LEPSCH, I. F. **Formação e Conservação dos Solos.** 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.
- LEPSCH, I. F. **19 lições de Pedologia.** São Paulo: Oficina de Textos. 2011.
- MOURA, L. C.; MARQUES, A. F. S. M.; ANDRADE, H. Modelagem e mapeamento de solos do município mineiro de Machado, utilizando-se geoprocessamento. **Caminhos de Geografia**, v. 9 n. 25, p.195-202, 2008.
- NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações.** São Paulo: Edgard Blücher, 1989.
- OLIVEIRA, J.B.; **Pedologia aplicada.** 4. ed. Piracicaba: FEALQ,. 2011.
- PARANHOS FILHO, A. C.; LASTORIA, G.; TORRES, T. G. **Sensoriamento remoto ambiental aplicado: introdução às geotecnologias.** Campo Grande: UFMS, 2008.
- PINA, M. F. **Modelagem e estruturação de dados não-gráficos em ambiente de Sistemas de Informação Geográfica:** Estudo de caso na área de saúde pública. 1994. Dissertação (Mestrado), IME, Rio de Janeiro.

PREFEITURA DE INCONFIDENTES. A cidade. Disponível em: <<http://www.inconfidentes.mg.gov.br/cidade.php?codigo=2>>. Acesso em: 14 de maio de 2014.

RANZANI, G. **Manual de levantamento de solos**. 2.ed. São Paulo: Edgar Blücher, 1969.

RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S.B. e CORRÊA, G.F. **Pedologia: base para distinção de ambientes**. 5. Ed. Lavras: Editora UFLA, 2007. 322 p.

RIUJIM, F. B. **Levantamento das matas ciliares dos fundos de vale da cidade de Londrina-PR**. 2012. Monografia (Graduação em Geografia) - Universidade Estadual de Londrina.

SANTOS, R.D et al. **Manual de Descrição e Coleta em Campo**. 5. ed. Viçosa. 2005.

SILVA, D. A. N. **Geoprocessamento aplicado ao planejamento urbano: proposta preliminar de expansão urbana no município de Inconfidentes-MG**. 2014. 55p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Gestão Ambiental) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, Campus Inconfidentes.

ANEXOS

ANEXO 1. FICHA DE DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA DO CAMPO LATOSSOLO

FICHA DE CAMPO-PEDOLOGIA						
CLASSIFICAÇÃO: Cambissolo UNIDADE DE MAPEAMENTO: Cambissolo LOCALIZAÇÃO: IFSULDEMINAS- Fazenda (próximo da CPA) SITUAÇÃO E DECLIVIDADE: Suave ondulada, ondulada LITOLOGIA E FORMAÇÃO GEOLÓGICA: MATERIAL ORIGINÁRIO: RELEVO LOCAL E REGIONAL: Suave ondulada, montanhoso ondulado EROSÃO: DRENAGEM: Boa drenagem PEDREGOSIDADE E ROCHOSIDADE: VEGETAÇÃO PRIMÁRIA E USO ATUAL: Fruticultura, plantação de citrus					PERFIL Nº: CÓDIGO: DESCRITO POR: Alisson César, Marcio Luis DATA: 27/06/2014	
HORIZONTE		A	Bi	C		
PROFUNDIDADE (cm)		0-65	65-100	100-215		
COR	SECO	SyR 4/6	10R 4/6	2,5yR 4/8	2,5R 4/8	
	ÚMIDO	-	-	-		
MOSQUEADO	QUANTIDADE	-	-	-		
	TAMANHO	-	-	-		
	CONTRASTE	-	-	-		
	COR	-	-	-		
TEXTURA		Muito argiloso	Argiloso	Siltoso		
ESTRUTURA	GRAU	Moderado	Fraco	Fraco		
	TAMANHO	Pequeno	Pequeno	Muito pequeno		
	FORMA	Bloco	Laminar	Esféroidal		
CONSISTÊNCIA	SECO	Duro	Ligeiramente duro	Macio		
	ÚMIDO	Firme	Friável	Muito friável		
	MOLHADO	Muito pegajoso	Pegajoso	Não pegajoso		
POROS	QUANTIDADE	Poros comuns	Poros comuns	Sem poros visíveis		
	TAMANHO	Pequeno	Muito pequeno	Sem poros		
RAÍZES	QUANTIDADE	Comum	Poucas	Raras		
	DIÂMETRO	Fina	Muito Fina	Sem raiz		
TRANS	TOPOGRAFIA	Horizontal	Horizontal	-		
	NITIDEZ	Gradual 9 cm	Gradual 12 cm	-		
AMOSTRA						
OBSERVAÇÕES: Existe linha de pedra separando HzB do HzC. Tem compactação do solo e presença de bioturbulação. O perfil tem profundidade de 2,15 metros.						

ANEXO 2. FICHA DE DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA FICHA DE CAMPO GLEISSOLO

FICHA DE CAMPO-PEDOLOGIA						
CLASSIFICAÇÃO: Gleissolo UNIDADE DE MAPEAMENTO: Gleissolo LOCALIZAÇÃO: Várzea da Fazenda Escola do IF Sul de Minas Campus Inconfidentes SITUAÇÃO E DECLIVIDADE: Sopé Declividade de 0 a 2% LITOLOGIA E FORMAÇÃO GEOLÓGICA: MATERIAL ORIGINÁRIO: Sedimentos fluviais (Quaternários) RELEVO LOCAL E REGIONAL: Plano Suave Ondulado/Várzea da Serra da Mantiqueira EROSÃO: Laminar DRENAGEM: Imperfeitamente drenado PEDREGOSIDADE E ROCHOSIDADE: VEGETAÇÃO PRIMÁRIA E USO ATUAL: Capão, Mata Ciliar pastagem para Culturras					PERFIL Nº: 2 CÓDIGO: DESCRITO POR: Alisson Souza / Marcio Luíz DATA: 27-06-14 Altitude 850m 363244 mE 7531975 mN	
HORIZONTE		Ag	Abg	Bg	Cg ₁	
PROFUNDIDADE (cm)		0-36	36-60	60-90	90-140+	
COR	SECO					
	ÚMIDO	Glei 3/5g	Glei 3/5g	Glei 4/5g	Glei 5/10gY	
MOSQUEADO	QUANTIDADE			Abundantes	Abundantes	
	TAMANHO			Pequenos e Médios	Pequenos e Médios	
	CONTRASTE			Distintos	Distintos	
	COR			7.5YR5/8	7.5YR5/8	
TEXTURA		ArgiloSiltosa	ArgiloSiltosa	ArgiloSiltosa	ArgiloSiltosa	
ESTRUTURA	GRAU	Soltos	Soltos	Moderados	Moderados	
	TAMANHO			Pequena a Médio	Pequeno a Médio	
	FORMA	Granular	Granular	Blocos Angulares	Blocos Angulares	
CONSISTÊN	SECO					
	ÚMIDO	Friável	Friável	Firme	Firme	
	MOLHADO	Não Plástico a Ligeiramente Pegajosos	Não Plástico a Ligeiramente Pegajosos	Ligeiramente Plástico a Pegajoso	Ligeiramente Plástico a Pegajoso	
POROS	QUANTIDADE	Poucos	Poucos	Poucos	Poucos	
	TAMANHO	Pequenos a médios	Pequenos a médios	Pequenos a médios	Pequenos a médios	
RAÍZES	QUANTIDADE	Poucas	Poucas	Raras		
	DIÂMETRO	Muito Finas a Finas	Muito Finas a Finas	Muito Finas a Finas		
TRANS	TOPOGRAFIA	Horizontal	Horizontal	Horizontal	Horizontal	
	NITIDEZ	Difusa	Gradual	Difusa		
AMOSTRA		P ₁ Ag	P ₂ Ab	P ₃ Bg	P ₄ Cg	
OBSERVAÇÕES: Secção de 140cm, Bioturbação Presente em grande parte de Ag aBg						

**ANEXO 3. FICHA DE DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA FICHA DE CAMPO
CAMBISSOLO**

FICHA DE CAMPO-PEDOLOGIA						
CLASSIFICAÇÃO: Cambissolo UNIDADE DE MAPEAMENTO: Cambissolo LOCALIZAÇÃO: IFSULDEMINAS- Fazenda (próximo da CPA) SITUAÇÃO E DECLIVIDADE: Suave ondulada, ondulada LITOLOGIA E FORMAÇÃO GEOLÓGICA: MATERIAL ORIGINÁRIO: RELEVO LOCAL E REGIONAL: Suave ondulada, montanhoso ondulado EROSÃO: DRENAGEM: Boa drenagem PEDREGOSIDADE E ROCHOSIDADE: VEGETAÇÃO PRIMÁRIA E USO ATUAL: Fruticultura, plantação de citrus					PERFIL Nº: CÓDIGO: DESCRITO POR: Alisson César, Marcio Luis DATA: 27/06/2014	
	HORIZONTE	A	Bi	C		
	PROFUNDIDADE (cm)	0-65	65-100	100-215		
COR	SECO	SyR 4/6	10R 4/6	2,5yR 4/8	2,5R 4/8	
	ÚMIDO	-	-	-		
MOSQUEADO	QUANTIDADE	-	-	-		
	TAMANHO	-	-	-		
	CONTRASTE	-	-	-		
	COR	-	-	-		
	TEXTURA	Muito argiloso	Argiloso	Siltoso		
ESTRUTURA	GRAU	Moderado	Fraco	Fraco		
	TAMANHO	Pequeno	Pequeno	Muito pequeno		
	FORMA	Bloco	Laminar	Esferoidal		
CONSISTÊNCIA	SECO	Duro	Ligeiramente duro	Macio		
	ÚMIDO	Firme	Friável	Muito friável		
	MOLHADO	Muito pegajoso	Pegajoso	Não pegajoso		
POROS	QUANTIDADE	Poros comuns	Poros comuns	Sem poros visíveis		
	TAMANHO	Pequeno	Muito pequeno	Sem poros		
RAÍZES	QUANTIDADE	Comum	Poucas	Raras		
	DIÂMETRO	Fina	Muito Fina	Sem raiz		
TRANS	TOPOGRAFIA	Horizontal	Horizontal	-		
	NITIDEZ	Gradual 9 cm	Gradual 12 cm	-		
AMOSTRA						
OBSERVAÇÕES: Existe linha de pedra separando HzB do HzC. Tem compactação do solo e presença de bioturbulação. O perfil tem profundidade de 2,15 metros.						

ANEXO 4. ANÁLISE GRANULOMÉTRICA E QUÍMICA

Solo	Hz	Areia	Silte	Argila	Grupamento textural								
		%											
LVAd	A	19.08	28.92	52.00	Solo Tipo 3 - Textura Argilosa								
LVAd	AB	9.20	31.30	49.50	Solo Tipo 3 - Textura Argilosa								
LVAd	BA	16.41	29.09	54.50	Solo Tipo 3 - Textura Argilosa								
LVAd	Bw1	19.21	24.79	56.00	Solo Tipo 3 - Textura Argilosa								
LVAd	Bw2	14.22	41.78	44.00	Solo Tipo 3 - Textura Argilosa								
GXd	Ag	5.85	38.15	36.00	Solo Tipo 3 - Textura Argilosa								
GXd	Abg	16.67	59.33	24.00	Solo Tipo 3 - Textura Argilosa								
GXd	Bg	0.77	60.73	38.50	Solo tipo 2 - Textura Média								
GXd	Cg	2.01	48.49	49.50	Solo tipo 1 - Textura Arenosa								
Cxae	A	24.74	32.26	43.00	Solo Tipo 3 - Textura Argilosa								
Cxae	Bi	24.80	36.70	38.50	Solo Tipo 3 - Textura Argilosa								
CXae	C	34.74	57.76	7.50	Solo Tipo 3 - Textura Argilosa								
Solo	Hz	pH	mg/dm ³			Cmol/dm ³					%v	g/dm ³	%m
		H2O	P	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	CTC		M.O	
LVAd	A	5,37	6,77	8,4	2,62	0,54	1,56	0	3,18	4,73	67,14	2,41	0
LVAd	AB	5,47	3,91	7,2	2,64	0,52	3,61	0	3,18	6,79	46,81	2,59	0
LVAd	BA	5,48	0,06	7,6	1,31	0,24	2,42	0	1,57	3,99	39,36	1,38	0
LVAd	Bw1	5,39	0,01	7,4	0,3	0,05	2	0	0,37	2,38	15,76	1,21	0
LVAd	Bw2	5,4	0,01	15,3	0,1	0,02	1,61	0	0,16	1,77	9,13	1,03	0
GXd	Ag	4,73	18,09	10,2	1,58	0,43	6,24	1	2,04	8,28	24,63	2,07	32,89
GXd	Abg	4,69	13,47	8,4	0,48	0,14	5,68	1,4	0,64	6,32	10,15	1,21	68,57
GXd	Bg	4,93	14,24	8,1	1,66	0,35	8,04	1,7	2,02	10,06	20,1	1,72	45,67
GXd	Cg	5,15	15,45	10,5	1,76	0,38	5,5	1	2,17	7,67	28,26	1,21	31,57
Cxae	A	5,75	23,81	4,9	3,37	0,59	1,96	0	3,97	5,94	66,96	2,07	0
Cxae	Bi	5,57	0,06	10,8	1,75	0,45	1,56	0	2,23	3,78	58,88	1,38	0
CXae	C	5,37	0,01	8,8	0,1	0,02	1,62	0,5	0,14	1,77	8,18	0,69	77,57