

**CARACTERIZAÇÃO EDAFOAMBIENTAL
DA CAFEICULTURA NA REGIÃO DE TRÊS
PONTAS, MINAS GERAIS**

MATHILDE APARECIDA BERTOLDO

2008

MATHILDE APARECIDA BERTOLDO

**CARACTERIZAÇÃO EDAFOAMBIENTAL DA
CAFEICULTURA NA REGIÃO DE TRÊS PONTAS,
MINAS GERAIS**

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

**Orientador
Dr. Paulo Tácito Gontijo Guimarães**

**LAVRAS
MINAS GERAIS-BRASIL
2008**

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

Bertoldo, Mathilde Aparecida.

Caracterização edafoambiental da cafeicultura na região de Três Pontas,
Minas Gerais / Mathilde Aparecida Bertoldo. -- Lavras : UFLA, 2008.
144 p. : il.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2008.

Orientador: Paulo Tácito Gontijo Guimarães.

Bibliografia.

1. Café. 2. Sistema de informações geográficas. 3. Sensoriamento
remoto. 4. Solos. 5. Uso da terra. 6. Aptidão agrícola. I. Universidade
Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 631.478151

MATHILDE APARECIDA BERTOLDO

**CARACTERIZAÇÃO EDAFOAMBIENTAL DA
CAFEICULTURA NA REGIÃO DE TRÊS PONTAS,
MINAS GERAIS**

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

APROVADA em 21 de fevereiro de 2008

Dra. Helena Maria Ramos Alves

EMBRAPA

Dra. Margarete Marin Lordelo Volpato

EPAMIG

Prof. Dr. Hélcio Andrade

UFLA

Profa. Dra. Marilusa Pinto Coelho Lacerda

UNB

Dr. Paulo Tácito Gontijo Guimarães
EPAMIG
(Orientador)

**LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL**

**Aos meus filhos, Gabriel, pelo amor e dedicação, e Rafael, pelo
aprendizado de vida, como uma conquista mútua.**

OFEREÇO.

**Aos meus pais (*in memoriam*), Geraldo e Maria Teresa, por todo o
ensinamento, vida e oportunidade de estar aqui, com o amor
incondicional que sempre nos conduziu.**

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela fé que tem me conduzido e pelas oportunidades oferecidas.

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Ciência do Solo, pela oportunidade da realização do doutorado.

Ao Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café – CBP&D e à EPAMIG pelos recursos financeiros e apoio durante o desenvolvimento do projeto

Ao Dr. Paulo Tácito Gontijo Guimarães, pelos ensinamentos, orientação, dedicação, incentivo e amizade durante o desenvolvimento de todo trabalho, agradeço.

Às pesquisadoras Helena Maria Ramos Alves e Tatiana Grossi Chicloff Vieira, pela oportunidade e pelo aprimoramento de nossos conhecimentos, disponibilizando o Laboratório de Geoprocessamento da Epamig-Geosolos, para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos professores Hélcio Andrade e Margarete Volpato, pela orientação e amizade.

À professora Dra. Marilusa Pinto Coelho Lacerda, pela participação na banca examinadora e conhecimentos transmitidos.

Aos amigos que estiveram constantes nesta jornada: Nilson Bernardes dos Santos, Isabel Maria de Moraes, Déa Lúcia Alves Leandro, Geralda Francisca Gaspar, Luzia Custódio de Lima e Jose Soares.

Para Leninha, Ritinha, Márcia, Lili, Adriana, Daniela e Lourdes, pela amizade dedicada.

Aos funcionários e professores do Departamento de Ciência do Solo, pela amizade no transcorrer da convivência.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS.....	i
LISTA DE TABELAS.....	iv
RESUMO.....	vi
ABSTRACT.....	vii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1 Geotecnologia para caracterização ambiental.....	3
2.2 Aplicações de geotecnologia em levantamento de solos.....	7
2.3 Uso e ocupações das terras.....	10
2.4 Aptidão agrícola das terras.....	12
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	14
3.1 Descrição da área em estudo.....	14
3.2 Material.....	18
3.2 Metodologia.....	19
3.3.1 Registro da imagem orbital.....	20
3.3.2 Digitalização da carta topográfica planialtimétrica.....	21
3.3.3 Mapeamento das classes de declividade e altitude.....	21
3.3.4 Mapeamento de solos.....	23
3.3.5 Mapeamento do uso e ocupação da terra.....	28
3.3.6 Mapeamento da aptidão agrícola das terras.....	30
3.3.7 Adequabilidade da cultura cafeeira.....	31
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
4.1 Mapeamento das classes de declive, altitude hidrografia.....	31
4.2 Mapeamento dos solos.....	35
4.3 Uso e ocupação da terra.....	56

4.3.1 Análise temporal do uso e ocupação da terra nos anos 1994, 2000 e 2007.....	56
4.3.2 Evolução da cultura cafeeira considerando os anos 1994 a 2007.....	60
4.3.3 Distribuição e quantificação da cultura cafeeira considerando a caracterização do meio ambiente.....	62
4.3.3.1 Área ocupada pela cultura cafeeira em relação as classes de altitude.....	62
4.3.3.2 Área ocupada pela cultura cafeeira em relação de eclividade.....	66
4.3.3.3 Área ocupada peã cultura cafeeira em relação as classes de solos.....	70
4.4 Aptidão agrícola das terras.....	74
4.5 Adequabilidade das terras para a cultura cafeeira na área de estudo.....	79
5 CONCLUSÕES.....	85
6 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	85

LISTA DE FIGURAS

	Páginas
FIGURA 1. Localização da folha topográfica no estado de Minas Gerais.....	15
FIGURA 2. Mapa de solos da região sob influência do reservatório de Furnas, escala 1:250.000 na área de estudo- Folha topográfica de Três Pontas (MG).....	25
FIGURA 3. Mapa da distribuição das classes de declividade na área de estudo Folha topográfica de Três Pontas (MG).....	33
FIGURA 4. Mapa de distribuição das classes de altitude na área de estudo - Folha topográfica de Três Pontas- (MG).....	34
FIGURA 5. Mapa da hidrografia na área de estudo - Folha topográfica de Três Pontas (MG).....	36
FIGURA 6 Mapa de solos escala 1:50.000 na área de estudo - Folha topográfica de Três Pontas- (MG).....	38
FIGURA 7. Paisagem da classe de LATOSSOLOS VERMELHOS Distróficos típicos- LVd na área de estudo – Folha de Três Pontas (MG).....	40
FIGURA 8 Paisagem da classe de LATOSSOLOS VERMELHOS Distróficos húmico típicos – LVd (A) e seu respectivo perfil (B) na área de estudo – Folha de Três Pontas (MG).....	41
FIGURA 9. Paisagem predominante do LATOSSOLOS VERMELHO AMARELOS Distróficos (LVAd) (A) e seu respectivo perfil (B) na área de estudo – Folha de Três Pontas (MG).....	42
FIGURA 10. Paisagem da área de predominância da classe de ARGISSOLOS VERMELHOS Distróficos típicos PVd (A) e seu respectivo perfil (B) na área de estudo – Folha de Três Pontas (MG).....	44
FIGURA 11. Paisagem predominante do ARGISSOLOS VERMELHO AMARELOS Eutróficos típicos PVAe(A) e seu respectivo perfil (B) na área de estudo – Folha de Três Pontas (MG).....	45

FIGURA 12. Paisagem do ARGISSOLOS VERMELHO AMARELOS Eutróficos típicos PVAe1 com presença de pedras no perfil na área de estudo – Folha de Três Pontas (MG).....	47
FIGURA 13. Paisagem predominante do ARGISSOLOS VERMELHO AMARELOS Distróficos típicos PVAd (A) e seu respectivo perfil (B) na área de estudo – Folha de Três Pontas (MG).....	48
FIGURA 14. Paisagem da classe CAMBISSOLOS HÁPLICOS Distróficos típicos (CXbd) (A) e seu respectivo perfil (B) na área de estudo – Folha de Três Pontas (MG).....	50
FIGURA 15. Paisagem da classe Cambissolos Háplicos Alumínicos argissolicos – CXa (A) e seu respectivo perfil (B) na área de estudo – Folha de Três Pontas (MG).....	51
FIGURA 16. Paisagem da classe NITOSSOLOS VERMELHOS Eutróficos típicos NVe (A) e seu respectivo perfil (B) na área de estudo – Folha de Três Pontas (MG).....	53
FIGURA 17. Mapa de solos 1:50.000 e pontos georreferenciados em campo na área de estudo – Folha de Três Pontas (MG).....	55
FIGURA 18. Mapa do uso e ocupação das terras no ano de 1994 na área de estudo - Folha topográfica de Três Pontas (MG).....	57
FIGURA 19. Mapa do uso e ocupação das terras no ano de 2000 na área de estudo - Folha topográfica de Três Pontas (MG).....	58
FIGURA 20. Mapa do uso e ocupação das terras no ano de 2007 na área de estudo - Folha topográfica de Três Pontas (MG).....	59
FIGURA 21. Evolução da cafeicultura entre os anos 1994 e 2007 na área de estudo - Folha topográfica de Três Pontas (MG).....	61
FIGURA 22. Mapa da distribuição da cultura cafeeira nas classes de altitude para o ano de 1994 na área de estudo - Folha topográfica de Três Pontas (MG).....	63
FIGURA 23. Mapa da distribuição da cultura cafeeira nas classes de altitude para o ano de 2000 na área de estudo - Folha topográfica de Três Pontas (MG).....	64

FIGURA 24. Mapa da distribuição da cultura cafeeira nas classes de altitude para o ano de 2007 na área de estudo - Folha topográfica de Três Pontas (MG).....	65
FIGURA 25. Mapa da distribuição da cultura cafeeira nas classes de declividade para o ano de 1994 na área de estudo - Folha topográfica de Três Pontas (MG).....	67
FIGURA 26. Mapa da distribuição da cultura cafeeira nas classes de declividade para o ano de 2000 na área de estudo - Folha topográfica de Três Pontas (MG).....	68
FIGURA 27 Mapa da distribuição da cultura cafeeira nas classes de declividade para o ano de 2007 na área de estudo - Folha topográfica de Três Pontas (MG).....	69
FIGURA 28. Mapa da distribuição da cultura cafeeira nas classes de solos para o ano de 2007 na área de estudo - Folha topográfica de Três Pontas (MG).....	71
FIGURA 29. Mapa da distribuição da cultura cafeeira nas classes de solos para o ano de 1994 na área de estudo - Folha topográfica de Três Pontas (MG).....	72
FIGURA 30. Mapa da distribuição da cultura cafeeira nas classes de solos para o ano de 2000 na área de estudo - Folha topográfica de Três Pontas (MG).....	73
FIGURA 31. Mapa de Aptidão Agrícola das Terras na área de estudo - Folha topográfica de Três Pontas (MG).....	76
FIGURA 32. Mapa da distribuição da cultura cafeeira para o ano de 2007 de acordo com a classe de aptidão agrícola das terras na área de estudo – Folha topográfica de Três Pontas (MG).....	80

LISTA DE TABELAS

	Pagina
TABELA 1 Imagens dos satélites Landsat 5/TM, na área de estudo – Folha topográfica de Três Pontas – MG.....	18
TABELA 2 Modelo de correlação entre classes de declividade, tipo de relevo na área de estudo – Folha de Três Pontas (MG).....	22
TABELA 3 Correspondência das classes de solos na área de estudo, Folha de Três Pontas (MG), considerando Brasil (1962) e atualizadas de acordo com Embrapa (2006).....	24
TABELA 4 Modelo de correlação entre classes de declividade, tipo de relevo, geologia e grupamento de solos, estabelecidas na a área de estudo – Folha de Três Pontas (MG).....	27
TABELA 5 Distribuição das áreas das classes de declividade na área de estudo- Folha de Três Pontas (MG).....	35
TABELA 6 Distribuição das áreas das classes de altitude na área de estudo - Folha topográfica de Três Pontas (MG).....	35
TABELA 7 Área das classes de solos na área de estudo - Folha topográfica de Três Pontas (MG).....	39
TABELA 8 Gradiente textural definidos para os solos com B textural para a diferenciação entre os Nitossolos e Argissolos.....	52
TABELA 9 Áreas das classes do uso e ocupação das terras para as três datas, na área de estudo - Folha topográfica de Três Pontas (MG).....	60
TABELA 10 Evolução da área de ocupação da cafeicultura entre os anos 1994 a 2007, na área de estudo - Folha topográfica de Três Pontas - MG.....	62

TABELA 11 Áreas da cultura cafeeira nas classes de altitude para os anos 1994, 2000 e 2007, na área de estudo - Folha topográfica de Três Pontas (MG).....	66
TABELA 12 Áreas da cultura cafeeira nas classes de declividade para os anos 1994, 2000 e 2007, na área de estudo - Folha topográfica de Três Pontas (MG).....	70
TABELA 13 Áreas ocupadas pela cultura cafeeira nas classes de solos na área de estudo - Folha topográfica de Três Pontas (MG).....	74
TABELA 14 Distribuição das áreas das classes de Aptidão Agrícola das Terras na área de estudo - Folha de Três Pontas (MG).....	77
TABELA 15 Áreas da cultura cafeeira em relação às classes de Aptidão Agrícola das Terras na área de estudo – Folha topográfica de Três Pontas (MG).....	81
TABELA 16 Limitações e alternativas de uso da terra.....	140

RESUMO

BERTOLDO, M. A. **Caracterização edafoambiental da cafeicultura na região de Três Pontas, Minas Gerais**. 2008. 144 p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Lavras. Lavras, Minas Gerais, Brasil¹.

Devido à grande importância da cafeicultura no Sul de Minas Gerais, o presente estudo foi realizado com o objetivo de mapear, caracterizar e avaliar as terras ocupadas por lavouras cafeeiras na região de Três Pontas, MG, utilizando geotecnologias. Para tanto, foram utilizadas informações obtidas pelas imagens do satélite Landsat 5, carta planialtimétrica - folha de Três Pontas e dados secundários, como mapas de solos, aptidão agrícola das terras e geologia. Para desenvolver o banco de dados, as informações foram processadas e analisadas no SIG SPRING. Foram realizadas análise temporal da dinâmica de uso e ocupação da terra nos anos de 1994, 2000 e 2007, caracterizando a dinâmica da cafeicultura entre os anos de 1994 e 2007 e avaliação edafoambiental, com geração de mapas de classes de declividade, altitude, solos e aptidão agrícola das terras, no intuito de se obter maior precisão e rapidez com aplicação desta tecnologia. A distribuição do uso e ocupação das terras na área em estudo apresenta diferenças na análise espaço-temporal, demonstrando a dinâmica das atividades para os três anos analisados e evidenciando aumento de áreas de cultivo. A utilização de SIG SPRING para a caracterização da paisagem para fins mapeamento de solos a partir da escala 1:250.000 mostrou-se eficaz e as classes de declividade foram a variável que mais influenciou o modelo avaliado. A avaliação da aptidão agrícola das terras demonstrou que a maioria das áreas encontrava-se nas classes 2(ab)c, com predominância de Latossolos, seguida pela classe 2ab(c)+3(a), com predominância de Argissolos e Nitossolos. A avaliação da adequabilidade da cultura cafeeira apresentou características edafoambientais potenciais para o desenvolvimento da cultura cafeeira, com clima e terras aptas ao cultivo, sendo necessárias medidas preventivas no que se refere ao potencial dos solos em função das limitações que o manejo representa.

¹ Comitê Orientador: Dr. Paulo Tácito Gontijo Guimarães, CTSM/ EPAMIG (Orientador); Dr. Hécio Andrade, DCS/UFLA Dra. Margarete Marin Lordelo Volpato, CTSM/ EPAMIG Dra. Helena Maria Ramos Alves, EMBRAPA(Co-orientadores).

ABSTRACT

BERTOLDO, M. A. **Edafoenviromental characterization of coffee in the region of Três Pontas, Minas Gerais.** 2008. 144 p. Thesis the degree of doctor in Science of the Soil) - Federal University of Lavras. Lavras Minas Gerais, Brazil².

Due to the great importance of coffee in the South of Minas Gerais, the purpose of this study was to map, characterize and evaluate the extension of land occupied by coffee in the region of Três Pontas - MG, using geotecnology. Therefore, information gotten for the images of the satellite Landsat 5, chart planialtimétrica of Três Pontas and secondary data were used, as soils maps, agricultural altitude of lands and geology. To develop the data base, the information was processed and analyzed in SIG SPRING. It was held a temporal analysis of the dynamics of use and occupation of land in the years of 1994, 2000 and 2007, and the characterization of the dynamics of the coffee between the years of 1994 and 2007, and the edafoenviromental evaluation, with generation of maps of classes of declivity, altitude, soil and agricultural soil suitability, in order to have greater precision and agility with the application of this technology. The distribution of the use and occupation of lands in the area in study presents differences in the analysis space-temporal, demonstrating the dynamics of the activities, for the three analyzed years and evidencing increase of crop areas. The use of GIS for characterization of the landscape for surveys and classification of soil from the 1:250.000 scale, has proved effective and the classes of slope was the variable that most influenced the model evaluated. The evaluation of the agricultural soil suitability demonstrated that the majority of the areas could be classified in the class 2(ab)c, with predominance of Latosols, followed by the class 2ab(c) +3(a), with predominance of Argisols and Nitosols. The evaluation of the suitability of the crop coffee presented distribution according to the suitability of agricultural land and it was influenced by the environmental requirements of crop.

² Guidance Committee: Dr. Paulo Tácito Gontijo Guimarães, CTSM/ EPAMIG (Major Professor); Dr. Hélcio Andrade, DCS/UFLA Dra Margarete Marin Lordelo Volpato, CTSM/ EPAMIG Dra. Helena Maria Ramos Alves, EMBRAPA(Co-Guidance).

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de café, responsável por praticamente 30% do mercado internacional. A produção estimada para o ano de 2008 é de 45,54 milhões de sacas de 60 kg de café beneficiado (CONAB, 2008). O café é produzido em onze estados brasileiros e em 1.850 municípios, com 2,3 milhões de hectares plantados e produtividade média de 21,63 sacas por hectare (ABIC, 2007).

Em Minas Gerais, as principais regiões produtoras são: Cerrado Mineiro, Sul de Minas, Zona da Mata e Vale do Jequitinhonha. No Sul de Minas produz-se café arábica à altitude média de 950 metros, sendo as variedades de Catuaí e Mundo Novo as mais cultivadas.

Devido à importância da atividade cafeeira, o conhecimento de sua dinâmica e da distribuição espacial/temporal é imprescindível para avaliar a previsão de safra e a realização de planejamentos agrícolas, municipal e regional. Para isso, a utilização de imagens de sensores orbitais com média resolução espacial, como o Landsat, torna-se uma ferramenta estratégica que permite a obtenção de informações temáticas com menores custos comparados aos métodos tradicionais de aquisição de dados.

O mapeamento de áreas cafeeiras utilizando imagens de sensores orbitais de média resolução é muito complexo, por depender do manejo utilizado durante o ciclo da cultura, que é variável de região para região. Esta variação do sistema de cultivo está relacionada tanto ao meio físico no qual se encontra quanto às características fenológicas, que acarretam mudanças significativas na geometria da cultura, com respostas variáveis do sensor, influenciando a variabilidade do comportamento espectral (Moreira et al., 2004).

As principais exigências para o estabelecimento de um melhor uso e ocupação das terras propõem a necessidade de informações preexistentes, como

as características do espaço geográfico do qual ele ocupa. Para satisfazer a essas exigências, torna-se necessária a utilização de técnicas que permitam o manuseio dos dados e das informações de naturezas diversas, organizadas de modo a permitir diferentes interações combinadas entre os tributos de interesse. Para tanto, o geoprocessamento utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação e para o planejamento do espaço geográfico.

A paisagem de um espaço geográfico resulta na atuação de fatores, como clima, solos, organismos e aspectos socioeconômicos regionais, os quais contribuem para o desenvolvimento de modelos de uso e ocupação das terras, buscando melhor aproveitamento do solo com um mínimo de impacto ambiental. Como ferramenta de fundamental importância para o planejamento regional, tem-se a avaliação da aptidão agrícola das terras, baseada na interpretação de recursos naturais que interferem na indicação de sistemas de produção mais apropriados para se obter maiores produtividade e proteção ambiental. Isso, baseando-se no equilíbrio natural do solo e de suas interações contínuas entre os componentes físicos, químicos e biológicos.

O presente estudo foi realizado com os objetivos de mapear o uso e a ocupação das terras; caracterizar o ambiente da cultura cafeeira; avaliar a aptidão agrícola das terras com ênfase nessa cultura, evidenciando suas limitações para a exploração das terras e subsidiar o planejamento regional na região de Três Pontas, no sul de Minas Gerais, utilizando geotecnologias.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Os desequilíbrios provocados pela utilização de manejos agrícolas inadequados, pelo crescimento populacional e pela falta de medidas de proteção ao meio ambiente, aliados às necessidades da melhoria da qualidade dos alimentos constituem prioridades para a política de uso e ocupação das terras.

O planejamento regional constitui um primeiro passo destinado a projetar um novo cenário ou uma nova realidade desejada, compatível com a expansão do agronegócio, o aumento da produtividade e a expansão da fronteira agrícola com a adição de novas tecnologias (Kurkdjian et al., 1992; Oliveira, 2007). Este planejamento regional baseia-se no direcionamento das atividades agrícolas, em benefício da ocupação do espaço físico/territorial, de modo a permitir um processo de desenvolvimento sustentável.

Atualmente, as empresas ligadas ao agronegócio dispõem de inúmeras tecnologias e metodologias geradas pela geotecnologia que possibilitam análises mais complexas dos ambientes agrícolas.

2.1 Geotecnologia para a caracterização ambiental

As rápidas alterações no uso da terra impõem a adoção de técnicas de avaliação e diagnose que monitorem a dinâmica espaço-temporal do uso da terra e permitem o zoneamento das áreas de forma adequada e eficiente. Em substituição aos métodos tradicionais de análise, geralmente mais onerosos e de manipulação mais trabalhosa (Sano et al., 1990), o uso da geotecnologia facilita os trabalhos de representação gráfica dos resultados obtidos no zoneamento e no monitoramento periódico de áreas de cultivo. Isto, levando-se em consideração a avaliação da aptidão das terras para a agricultura e as definições das práticas mais adequadas de manejo e de conservação do solo e da água.

Estas técnicas contribuem para minimizar a complexidade e o grau de subjetividade da estimativa feita empiricamente partindo de informações sobre o uso solos, clima, recursos hídricos, vegetação, infra-estrutura, etc. A eficiência do uso das técnicas de geoprocessamento, contudo, vai depender da definição precisa do objetivo e da metodologia a ser aplicada.

Para Assad & Sano (1998), os diferentes fenômenos geográficos que compõem uma paisagem, estabelecem suas características de ocupação. O geoprocessamento é a ferramenta que determina os mecanismos interativos entre as características desta paisagem. Ele assume tanto as formações espaciais de maior ou de menor aproximação de vários aspectos temáticos do conjunto de feições que caracterizam a região, quanto a temporal, considerando que cada paisagem tem uma dinâmica de transformações em ciclos variáveis. Também, a formação topológica, com as diferenças de posições entre os objetos geográficos que podem ou não ser variáveis (exemplo: o curso de um rio pode ser mudado, a montanha não), considerando que a natureza não é plenamente estática.

Valério Filho et al. (1998) analisaram a dinâmica do uso e da ocupação da área e as formas de erosão na bacia do Rio Bonito (SP), mediante integração de dados geoprocessados em um Sistema de Informações Geográficas e delimitaram as formas de erosão de acordo com o uso e a ocupação das terras na região.

Em estudos de carreamento de sólidos, é necessária a análise de vários fatores, tais como pedologia, morfologia, declividade das encostas, litologia, clima, drenagens naturais e uso e ocupação do solo. A combinação desses parâmetros em um SIG busca simular possíveis fenômenos de interesse, favorecendo a tomada de decisão no espaço geográfico (Soares et al., 2005).

Para Araújo (1997), as técnicas de geotecnologias em estudos de diagnósticos de uso e aptidão agrícola das terras na região da bacia do rio Uma,

na Bahia, possibilitaram a integração dos dados sobre o uso atual da terra e seu potencial agrícola, a quantificação e a identificação das áreas adequadas e inadequadas ao tipo de ocupação presente. Foram identificados importantes trechos ocupados por Floresta Ombrófila Densa, manguezais e restingas.

Ao analisarem dados de mapeamento multitemporal dos últimos 100 anos e a evolução do uso do solo no Banhado de São José dos Campos, por meio de geotecnologias, Rocha et al. (1996) caracterizaram as ocupações no espaço e no tempo, facilitando a identificação dos fenômenos que lhes deram origem, de maneira bastante simples e eficaz. Essas técnicas podem ser adotadas facilmente por órgãos de planejamento e ligados ao meio ambiente, com pequenos investimentos em equipamentos e em treinamento de pessoal. Segundo Cárdenas (1999), o uso de SIG e de imagens de satélite permite a obtenção de informações sobre a caracterização ambiental de regiões, possibilitando a manipulação rápida e real dos requisitos necessários para satisfazer às condições de geração de mapas, nos quais cada um dos parâmetros possui valores significativos na composição e na avaliação final da paisagem.

Em estudos relacionados ao uso integrado de geotecnologias no planejamento e no gerenciamento do uso do solo na Fazenda Ressaca, em Cáceres (MT), adotaram-se a extração e a integração de informação multitemporal obtida de diferentes sensores para avaliar o uso e a ocupação potencial das terras (Morelli et al., 1996).

As imagens de sensoriamento remoto vêm se tornando cada vez mais usuais, servindo como fonte de dados para os estudos e os levantamentos do meio físico, tornando-se uma das formas mais viáveis de monitoramento ambiental em escalas locais e globais, com maior rapidez e eficiência além da periodicidade (Crosta, 1993).

Como os sensores remotos buscam detectar e mostrar as diferenças entre um objeto e o ambiente em que se encontram (Valério Filho & Pinto,

1996), eles são considerados uma ferramenta que pode ser utilizada para gerar informações, que são obtidas pelo comportamento espectral dos alvos distintos que constituem o uso e a ocupação das terras.

Utilizando técnicas de sensoriamento remoto, Ortiz et al. (1996) realizaram um estudo visando ao mapeamento e à implantação de um sistema de monitoramento dos remanescentes da vegetação nativa e do uso do solo do estado de Minas Gerais, a partir do ano de 1993. Este projeto está inserido no Programa Pró-Floresta, do Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais, IEF/MG. A implantação do monitoramento em Minas Gerais constitui um instrumento para subsidiar as ações de controle e fiscalização da cobertura natural do estado, dar subsídios para a realização de planejamentos agrícolas, florestais, ambientais entre outros, além de gerar um banco de dados digitais com informações temáticas e cartográficas atualizadas.

Alves et al. (2003a,b, 2004) caracterizaram os ambientes cafeeiros no estado de Minas Gerais nas regiões de Patrocínio, Machado e São Sebastião do Paraíso, utilizando geotecnologias para a avaliação quantitativa da cultura cafeeira, tendo como condicionantes do meio físico os solos e o relevo. Para tal, foram gerados bancos de dados digitais com mapas temáticos, como o de uso e ocupação das terras, mapas de classes de declive regional, mapas de solos, dando assim condições de avaliar o ambiente cafeeiro em relação aos condicionantes físicos regionais.

Vieira et al. (2005) também acompanharam a evolução de alguns ambientes cafeeiros do estado de Minas Gerais, nas regiões cafeeiras de Patrocínio, Machado e São Sebastião do Paraíso, nos anos de 2000 e 2003. Estes autores utilizaram imagens Landsat, considerando as classes de solos predominantes, classes de declive e orientação de vertentes para avaliar as modificações das áreas ocupadas pela cultura do cafeeiro em relação ao meio físico.

Bertoldo et al. (2003), Marques (2003) e Marques et al. (2003) caracterizaram as áreas ocupadas pela cultura do cafeeiro nas regiões de São Sebastião do Paraíso e Machado correlacionando-as com solos, relevo. Observaram que a metodologia foi eficiente tanto em termos de economia de tempo, quanto de recursos financeiros aplicados para disponibilizar subsídios ao planejamento e gerenciamento no setor cafeeiro.

2.2 Aplicações de geotecnologia no levantamento de solos

Um levantamento de solos é considerado um exame e a identificação das unidades de solos, estabelecendo limites geográficos, representados em um mapa de solos, que apresenta sua descrição e sua interpretação (Santana, 1983). Ela permite aos pesquisadores identificar, detalhadamente, as paisagens, sistematizando-as analogicamente e relacionando-as, quando for indicado, a outras regiões homólogas. Para Larach (1993), o levantamento de solos no campo constitui um método que consiste no estudo, na identificação, na compilação, na análise e na interpretação dos dados referentes às propriedades interativas que os caracterizam e os definem, estabelecendo limites dentro de um arranjo ou agrupamento espacial.

Mapas tradicionais e suas versões digitalizadas, independentemente de suas escalas, não fornecem toda a informação necessária. Isso porque a maioria dos dados coletados durante os levantamentos de solos, como a caracterização da paisagem e a distribuição do uso e ocupação das terras, não tem condições de ser mostrada nos mapas ou não consta nas legendas. Dessa forma, seria necessário o desenvolvimento de técnicas que melhorem as escalas de mapeamento, que representam a base para um adequado planejamento do uso das terras, orientado para uma conscientização ambiental (Engelen, 1999).

As aplicações da geotecnologia na pedologia começaram na década de 30 do século passado, com a utilização de fotografias aéreas como materiais base. Na década de 1960, um novo impulso ocorreu com o desenvolvimento de novas técnicas cartográficas que foram introduzidas para dar suporte aos mapeamentos pedológicos, permitindo o estudo fisiográfico dos solos (Vincent, 1999; Zermiani et al., 1999).

As imagens orbitais para estudos embasados na geotecnologia começaram a ser produzidas a partir de julho de 1975 (Westin & Frazee, 1976). As características fisionômicas da superfície da terra começaram, assim, a ser avaliadas pela análise de imagens de satélite e por levantamentos aerofotogramétricos. As imagens fornecem características das condições de superfície e da paisagem presente. Embora o perfil do solo não possa ser avaliado por dados de sensoriamento remoto, podem-se inferir alguns atributos dos mesmos. As imagens de satélites, segundo Hilwig et al. (1974), são influenciadas pelas condições fisionômicas regionais ou locais, incluindo a densidade da cobertura vegetal, as umidades da superfície, a textura superficial do solo, a cor da superfície do solo, a erosão, os afloramentos rochosos e a forma do terreno.

Os elementos de interpretação mais eficientes na delimitação de unidades fisiográficas são a rede de drenagem superficial e o relevo, enquanto os elementos textura e tonalidade dos produtos fotográficos e a vegetação são úteis como parâmetros auxiliares na identificação das paisagens associadas aos solos (Valério Filho et al., 1976; Pfeifer, 1995). Segundo Valério Filho (1984), não é apenas a aparência que define uma unidade fisiográfica em uma imagem de satélite, mas a integração harmônica dos atributos espaciais e espectrais da drenagem, do relevo e demais recursos naturais associados que ocupam uma disposição na superfície do terreno, tornando possível a delimitação. O uso de

sensores remotos no levantamento de solo aumenta a precisão da discriminação edáfica, além de diminuir os custos do projeto.

Manzoli Junior (1998) estudou os parâmetros das variáveis da composição e do padrão da rede de drenagem, usando 18 amostras circulares e observou que solos com características de rede de drenagem semelhantes apresentam dificuldades na diferenciação das unidades de mapeamento. As características físicas relevantes de uma região podem ser consideradas para a compreensão da distribuição das unidades de mapeamento de solos de uma paisagem, como o estudo das relações entre os aspectos pedológicos, geológicos, geomorfológicos, de clima, cobertura vegetal, antrópica ou natural, entre outras. A caracterização da paisagem constitui uma ferramenta para a confecção de modelos que viabilizam o levantamento e a classificação das unidades de solos de uma região, em escalas de mapeamento que variam de acordo com a aplicação e uso que se almeja. Bertoldo (1985) caracterizou três solos da área de influência do Reservatório de Furnas em Minas Gerais pela variabilidade nos padrões apresentados pelas unidades pedológicas estudadas, utilizando redes de drenagens de terceira ordem e amostras circulares, utilizando fotografias aéreas na escala de 1:25.000.

Para Sacramento (2000), as alterações das rochas relacionadas com o intemperismo são responsáveis pela modelagem cronológica da paisagem, em que a natureza origina formas aos delineamentos da superfície, interferindo na formação dos solos, considerando o relevo predominante regional. Andrade et al. (1998), Alves et al. (2000), Resende (2000), Machado (2002), Bertoldo et al. (2003) e Marques (2003) desenvolveram modelos para a geração de mapas de solos, nos quais a caracterização da paisagem pelos estudos de distribuição de relevo, classes de declividade, posição de vertentes, geologia, clima e vegetação influenciou diretamente na correlação com as unidades de solos mapeadas nas regiões de estudo. Cezar et al. (2007) compararam mapas de solos de uma

mesma área, obtidos por três diferentes grupos de trabalho, confeccionados por meio do SIG SPRING. Estes autores observaram divergência entre o número de classes de solos mapeadas, cujos erros foram maiores em relação à definição das classes de solos do que em relação aos limites entre estas classes, para cada grupo de trabalho.

2.3 Uso e ocupação das terras

A rápida modificação da paisagem, principalmente nas áreas de fronteira agrícola, implica em estudos de avaliação e de diagnóstico que monitorem a dinâmica espaço/temporal do uso e ocupação das terras para evitar a degradação ambiental e ordenar a ocupação territorial. As vantagens de utilizar imagens orbitais nos levantamentos do uso atual das terras (Freitas Filho & Medeiros 1993) consistem em atingir grandes áreas de difícil acesso e fazer o imageamento a altas altitudes, possibilitando uma visão sinóptica da superfície terrestre, com repetitividade, viabilizando, portanto, as ações de monitoramento.

Diversos trabalhos têm explorado a relação existente entre variáveis agrônômicas e respostas multiespectrais de diferentes culturas. Para as culturas em geral, o padrão registrado numa dada área representada por um pixel é proveniente não só da cobertura vegetal em si, mas também de fatores ligados a parâmetros relacionados à cobertura do solo (Leonardi et al., 1991). Como exemplo, tem-se a cultura do cafeeiro, em que o desenvolvimento da planta leva mais tempo e fatores como o solo, a sistemática de uso de implementos agrícolas, o sombreamento dentro e entre fileiras e as características sazonais da cultura tornam-se relevantes para análise. Esta cultura apresenta características típicas de tal complexidade (Epiphanyo et al., 1994).

O acompanhamento da dinâmica do uso do solo nas regiões cafeeiras tem grande importância, pois interfere nas mudanças de aspectos sócio-

econômicos, tornando-se necessário seu monitoramento ambiental. Assim, é interessante quantificar a dinâmica da cafeicultura em relação às variações espectrais em diversos ciclos da lavoura: nova, adulta e até a erradicada (Leonardi et al., 1991).

O sensoriamento remoto é um meio potencial para a aquisição de informações relativas à cafeicultura, devido ao seu caráter multiespectral, à repetitividade e ao baixo custo, quando comparado à fotografia aérea convencional. A cultura do cafeeiro, em termos de observações por sensores remotos, é bem diversificada, demonstrando variabilidade em todos os parâmetros culturais. Necessita, pois, de um conhecimento do comportamento espectral em cada região a ser estudada (Leonardi, 1990). Vieira et al. (2003a,b,c) avaliaram três regiões produtoras de café utilizando imagens de satélite TM-Landsat, por interpretação visual e automática, com o estabelecimento do padrão desta cultura nas diferentes condições de desenvolvimento, com checagem no campo. Verificaram que o relevo mais acidentado na região de Machado contribuiu para um grau de confusão maior entre as áreas plantadas e as de matas em relação às outras duas áreas, São Sebastião do Paraíso e Patrocínio, onde predominam relevos mais suaves.

Moreira et al. (2004) avaliaram o potencial das imagens adquiridas pelos satélites da série Landsat, para a previsão de safras em lavouras comerciais de café localizadas no município de Aguanil, centro-sul do estado de Minas Gerais, para os anos de 1999 e 2001. Os autores verificaram que é fundamental que o resultado da classificação digital seja checado por uma fotointerpretação na tela do computador e que a análise espectral e temporal da reflectância das lavouras permite identificar aquelas que sofreram redução da fitomassa.

Campos et al. (2005) estudaram as lavouras, durante a safra de café de 2003/2004, na Fazenda Braúna, localizada no município de Araponga, na Zona da Mata de Minas Gerais. Os autores constataram que a época mais adequada

para a obtenção de imagens aéreas para fins de estimativa da variabilidade de produtividade na cafeicultura de montanha foi a mais próxima do período de pós-colheita da safra anterior. Utilizaram imagens aéreas obtidas na região do infravermelho, em que as relações com a variabilidade espacial da produtividade na cafeicultura de montanha foram significativas. Nas áreas infestadas de plantas daninhas e nos cafeeiros mais antigos, o grau de precisão não foi satisfatório.

Moreira et al. (2004) e Adami et al. (2007), utilizando imagens de satélite, avaliaram a eficiência da estimativa de áreas plantadas com cafeeiros por meio de diferentes tamanhos de amostras de área, a qual foi estratificada em áreas homogêneas de uso da terra em relação a esta cultura. Os limites dos estratos foram estabelecidos em função do porcentual da área do município cultivada com a cultura. Os autores verificaram que a amostragem de área é uma alternativa viável que pode ser utilizada para uma avaliação rápida da área ou substituir uma interpretação total, no caso da indisponibilidade de imagens livres de cobertura de nuvens.

2.4 Aptidão agrícola das terras

O conhecimento da ocupação do solo e da sua localização em uma determinada região fornece elementos para o planejamento de uso ambiental e de extração de recursos naturais, visando à melhoria da qualidade de vida numa região. Os dados experimentais obtidos de imagens orbitais são fundamentais para os estudos científicos, principalmente para o planejamento de uso das terras, por possuírem um rico e importante potencial de variáveis mensuráveis dos aspectos superficiais do terreno. A geotecnologia tem assumido um papel importante, principalmente na análise ambiental. Novo (1988) afirma que, a partir de uma imagem de satélite, pode-se ver o conjunto integrado do ambiente e separá-lo em diferentes estratos.

O planejamento do uso e do manejo de terras deve ser condicionado também a fatores, como diversidade biológica da área e seu valor ecológico; importância da área dentro de um contexto de ocupação antrópica; função da área em atividades produtivas ou não e essas definições, por sua vez, podem ser feitas de modo mais preciso e mais rápido utilizando um SIG, de modo a estabelecer os cruzamentos dos mapas de aptidão agrícola de terras com outros mapas (Assad & Sano, 1998).

Estudos têm sido realizados visando o emprego de SIGs na avaliação da aptidão agrícola das terras com resultados bastantes relevantes, como é o caso de trabalhos desenvolvidos por Gomes et al. (1993), Assad (1995) e Moura (2007). Os SIGs contribuem para facilitar o trabalho de representação gráfica das classes e de atualização das informações, além de minimizar a complexidade e o grau de subjetividade de estimativas feitas a partir de cruzamentos realizados de forma manual (Assad, 1993). Neste contexto, o SIG subsidia os planejamentos ambientais, considerando que os dados são modelos pré-existentes que, confrontados com mapas de aptidão agrícola das terras e o de uso atual das terras, possibilita avaliar se as áreas estão sendo ocupadas adequadamente ou não (Assad, 1995; Moura & Simião, 2001; Silva, 2003; Carvalho & Lacerda, 2007).

Para a definição de áreas de incompatibilidade de uso das terras utilizando imagens de satélite TM Landsat 5, seguindo a metodologia de aptidão agrícola das terras desenvolvida por Ramalho Filho & Beek (1995), Pereira et al. (1998) conduziram o estudo para a obtenção do mapa de incompatibilidade de uso das terras no município de Engenheiro Paulo de Frontin (RJ). O mapa mostrou-se de grande importância para a avaliação de áreas com risco de degradação e a sua estratificação permitiu a localização das áreas que se apresentaram em condições mais críticas de degradação.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Descrição da área em estudo

A área selecionada para o presente estudo situa-se na região sudeste do país, no sul do estado de Minas Gerais, onde a cultura do cafeeiro responde por 70% da renda agrícola (Três Pontas, 2005), abrangendo os municípios de Três Pontas, Elói Mendes, Boa Esperança, Varginha, Santana da Vargem e Paraguaçu. Estes municípios compõem a folha topográfica do IBGE SF-23-I-I-4, denominada Três Pontas, localizada entre as coordenadas geográficas 21°15' a 21°30' de latitude Sul e 45°30' a 45°45' de longitude Oeste, delimitadas pelas coordenadas UTM 422000m a 480000m e 7622000m a 7645000, fuso 23, na escala 1:50000, com área total de 720 km² e altitude variando de 700 m a 1.150 m, tendo o município de Três Pontas a maior área representativa (Figura 1).

A cultura do cafeeiro na região teve sua expansão no final da década de 1960 e início da década de 1970 (Matiello et al., 2005).

A privilegiada localização geográfica da região é considerada um fator preponderante para o desenvolvimento da cultura cafeeira com relevo predominante de topografia ondulada com altitude média de 905 m. A região faz parte da bacia hidrográfica do rio Grande, envolvendo uma porção das terras alagadas pela represa de Furnas. O complexo hídrico é formado, principalmente, pelo rio Verde, além de ribeirões como o da Espera, o das Araras, o da Olaria, o Santo Antonio e o Guaripu. O clima Cwa, segundo a classificação de Köppen, é ameno, tropical de altitude, com temperaturas moderadas, verão quente e chuvoso. A temperatura média anual é de 21,20 C; a média anual máxima é de 27 C e a média mínima anual de 14,20 C, com índice pluviométrico médio anual de 1.300 mm.

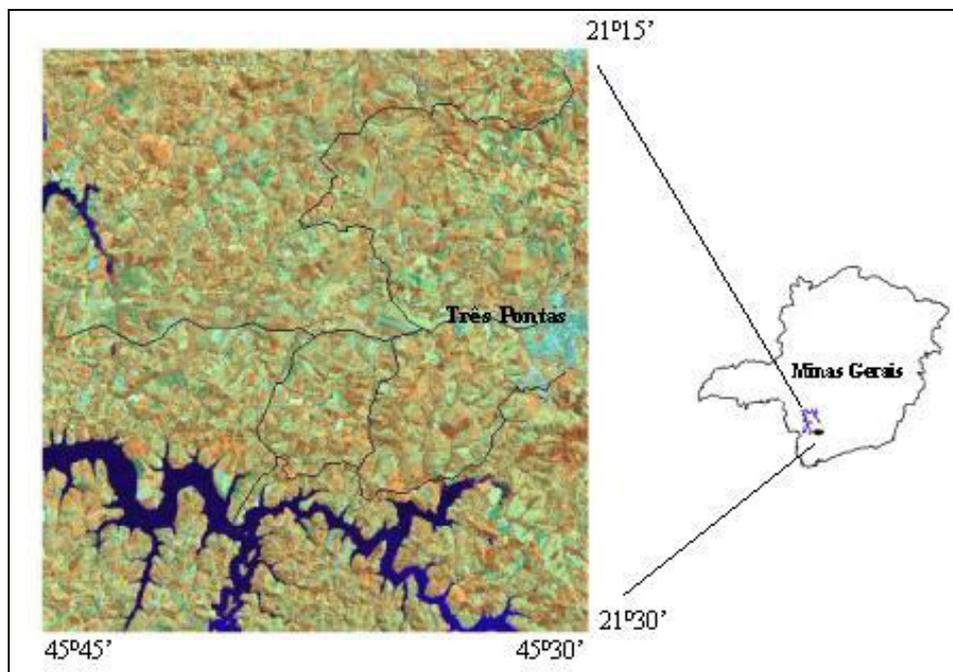


FIGURA 1 Localização da área de estudo. Folha topográfica de Três Pontas (MG).

A economia regional é mista, a pequena e a média indústrias convivem com a agricultura, que tem como base a cultura do cafeeiro. A agricultura é diversificada com culturas anuais, como o milho e o feijão, pastagens formadas e capineiras, mas os cafezais ocupam a maior parte da área cultivada. Existem na região mais de 30 milhões de cafeeiros, ocupando uma área de 24.000 hectares, sendo, assim, considerada uma das maiores produtoras nacionais. Cerca de 75% da produção é comercializada pelas cooperativas dos cafeicultores da Zona de Três Pontas e Varginha (Três Pontas, 2005).

De acordo com Pedrosa-Soares et al. (1994), a unidade geológica predominante é do Proterozóico, denominada Sequência Varginha-Guaxupé-pvg, constituído por:

- Blocos Brasília - Complexo Campos Gerais (CG) - gnaisses bandados, migmatitos, granitos gnaisses, anfíbolitos, quartzitos, xistos e rochas metaultramáficas;
- Cinturão de Alto Grau Alfenas (VC) – gnaisses charnockíticos, enderbíticos, sieníticos e noríticos, com intercalações de granulitos básicos; (V), gnaiss granítico a tonalíticos, porfiróides ou não, com intercalações de anfíbolito;
- Faixa Alto Rio Grande (Ax) – micaxistos, quartzitos, anfíbolitos, rochas cálcio- silicáticas, gnaisses.

A unidade geomorfológica que predomina na região de estudo é a Depressão do Rio Grande, amplo compartimento rebaixado de relevo desenvolvido ao longo da drenagem do rio Grande, que ocupa grandes extensões no sul de Minas Gerais e pequena parte do Triângulo Mineiro (CETEC, 1983). Esta unidade isolou trechos do planalto dissecado do Sul de Minas e promoveu o recuo erosivo das camadas areníticas e basálticas da Bacia Sedimentar do Paraná. A parte noroeste do setor meridional é ocupada, em extensas áreas, pela barragem de Furnas e isola o bloco da serra da Canastra.

Para a caracterização das unidades de mapeamento de solos da área foi utilizado como base o Levantamento de Reconhecimento dos Solos da Região sob Influência do Reservatório de Furnas (MG) (Brasil, 1962), na escala 1:250.000, com predominância das seguintes unidades de solos: LATOSSOLOS VERMELHOS (Latosolo Vermelho Escuro, fase floresta tropical sempre verde - LVE/sv e Latossolo Vermelho Escuro Húmico fase floresta tropical sempre verde - LVH/sv); CAMBISSOLOS (Solos Brunos Ácidos-SBA); NEOSSOLOS LITÓLICOS (Afloramentos Rochosos – AR); NITOSSOLOS (Terra Roxa Estruturada – TRE); ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS (Podzólico Vermelho Amarelo, fase rasa cascalhenta PVA/rc e Podzólico Vermelho

Amarelo fase floresta tropical sempre verde-PVA/sv); Associação NEOSSOLOS FLÚVICOS + GLEISSOLOS + ORGANOSSOLOS (Hidromórficos-Hi) e o Afloramentos Rochosos - AR.

Em relação à aptidão agrícola das terras, a base utilizada foi a de Amaral (1993), que confeccionou um mapa de aptidão na escala 1:1.000.000, com as seguintes classes predominantes:

- **2(a)bc** - Aptidão restrita nos níveis de manejo A e regular nos níveis de manejo B e C, associação de terras, havendo componentes em menor proporção, com aptidão pior que a indicada no mapa;
- **2(a)b(c)** - aptidão agrícola regular para o nível de manejo B e restrita para os níveis de manejo A e C. Associação de terras, havendo componentes em menor proporção, com aptidão pior que a indicada no mapa;
- **3(ab)** – terras aptas preferencialmente para culturas de ciclo longo, aptidão restrita nos níveis de manejo A e B.

A vegetação descrita de acordo com o Mapa de Cobertura Vegetal e Uso do Solo do Estado de Minas Gerais (IEF, 1994) apresenta a predominância das seguintes classes na região de estudo:

- tratos antrópicos – agropecuária, áreas com agricultura cíclica, permanente e pastagem;
- cobertura vegetal natural – floresta estacional semidecidual, inclui o domínio da mata Atlântica, abrangendo agrupamentos florestais úmidos e estacionários semidecíduais;
- savana parque - vegetação gramínea lenhosa baixa e campo de cerrado.

3.2 Material

Os dados referentes à altimetria foram extraídos da carta planialtimétrica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), SF-23-I-I-4, Três Pontas, na escala 1:50.000, com curvas de nível eqüidistantes de 20 metros, datum horizontal de Córrego Alegre, Fuso 23, utilizando uma mesa digitalizadora.

Os dados referentes à superfície terrestre da área de estudo foram avaliados a partir da imagem orbital Landsat 5/TM, órbita ponto 219/75, em diferentes datas, conforme é apresentado na tabela 1.

Foi utilizado o *software* Sistema para Processamento de Informações Georreferenciadas, SPRING, gerenciador de dados, versão 4.1., para Windows (Câmara et al., 1996), para criar um banco de dados digitais para o processamento das imagens, digitalização dos temas enfocados, modelagem dos dados e análise espacial. Tudo que foi executado no SPRING exigiu uma seqüência de procedimentos lógicos e os principais passos foram a definição do banco de dados, do projeto e de categorias e dos planos de informação.

TABELA 1 Imagens dos satélites Landsat 5/TM, na área de estudo. Folha de Três Pontas (MG).

Satélite	Sensor	Bandas	Resolução geométrica (m x m)	Datas
Lansat 5	TM	3, 4 e 5	30 x 30	27/071944 17/06/2000 31/07/2007

Fonte: Catálogo de imagens Landsat– INPE.

Utilizou-se um sistema de posicionamento global, ou GPS, marca Garmim 12, de navegação que permite a localização real no globo terrestre para auxiliar na coleta e no georreferenciamento dos dados. O GPS é um sistema de radionavegação baseado em sinais emitidos e recebidos pelo aparelho, determinando a posição geográfica utilizando um algoritmo de triangulação, o qual considera as diferenças entre os intervalos de tempo decorridos entre a recepção dos sinais dos diversos satélites utilizados para este fim.

Os perfis dos solos estudados na área foram obtidos, descritos e amostrados de acordo com o critério de Lemos & Santos (1996) e a classificação foi feita de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (Embrapa, 2006).

3.3 Metodologia

A primeira etapa do estudo compreendeu a seleção e a delimitação da área e a aquisição dos dados secundários que caracterizam a região: levantamentos históricos e sobre a ocupação cafeeira local, mapa do Levantamento de Solos na Região de Influência da Represa de Furnas, de manejos empregados para a lavoura cafeeira, carta topográfica planialtimétrica e mapa de cobertura vegetal. Foram levantados dados da cafeicultura local e as características ambientais ideais para o seu desenvolvimento.

As classes temáticas foram definidas visualmente em categorias e caracterizadas por meio da criação de planos de informação. Os planos de informações (PIs) foram armazenados dentro de um projeto, delimitado por coordenadas geográficas, armazenados em um diretório correspondente ao projeto ativo na tela.

O PI foi criado dentro de uma categoria previamente definida, escala e resolução, no projeto ativo. O PI no SPRING foi representado no formato matricial e ou vetorial. Para editar pontos, linhas e áreas no formato vetorial, ou matricial utilizaram-se a interpretação visual das imagens nas datas selecionadas. A quantificação das áreas das diferentes classes das categorias mapeadas foi obtida pelo módulo temático/cálculo de área. Este cálculo é feito a partir do tamanho do pixel definido pela resolução da imagem.

Uma vez que se tem o dado (PI) editado, geram-se outros pelos cruzamentos dos PIs, por meio de funções específicas do *software* pelo módulo análise/Legal (Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico) do SPRING.

Esta estrutura do sistema garante uma organização que permite o armazenamento e a recuperação eficiente dos dados, graças à natureza do banco de dados geográficos do SPRING.

3.3.1 Registro da imagem orbital

Utilizando o módulo Impima do SPRING, as imagens digitais de satélite, no formato original *tiff*, das áreas selecionadas são convertidas para o formato GRIB (*Gridded Binary*), que é um formato de valores de ponto de grade expresso no modo binário.

Depois de convertidas, as imagens tornam-se disponíveis no banco de dados criado pelo seu registro no formato GRIB (arquivos de imagem com extensão GRB), em que são utilizados 32 pontos devidamente identificados na carta topográfica IBGE de Três Pontas, escala 1:50.000 e nas imagens. O polinômio usado na transformação geométrica é o de primeiro grau, tendo como erro dos pontos de controle do registro das imagens valores inferiores a 0,50.

3.3.2 Digitalização da carta topográfica planialtimétrica

Os dados referentes à altimetria foram digitalizados, isto é, transcritos para a forma digital a partir da digitalização dos dados analógicos das curvas de nível da carta topográfica planialtimétrica do IBGE. A digitalização foi executada pelo *software* SPRING, usando uma mesa digitalizadora. Foram digitalizadas as isolinhas de 20 em 20 metros, representativas das curvas de nível, e os pontos cotados da área de estudo. As curvas de nível foram utilizadas para gerar o modelo numérico de terreno (MNT) da área de estudo, constituindo um modelo tridimensional representativo do relevo regional. A geração deste modelo permitiu a elaboração dos planos de informação (PIs) como as classes de altitude, declividade que caracteriza o meio físico.

3.3.3 Mapeamento das classes de declividade e altitude

Os mapas das classes de declividade e de altitude da área em estudo foram gerados pelo fatiamento no módulo Modelo Numérico de Terreno (MNT) do SPRING. A componente de declividade (gradiente) originada pelo fatiamento no módulo MNT do SPRING foi calculada a partir de derivadas parciais de primeira e de segunda ordem, obtidas pela grade triangular, resultante dos valores de altitude da superfície. Para cada ponto desta grade foram calculadas as derivadas parciais, computando-se os valores de altitude em uma janela de 3 x 3 pontos, que se desloca sucessivamente sobre a grade. O resultado corresponde a uma grade de gradiente, na qual a taxa máxima de variação no valor da elevação é medida em porcentagem (%). No SPRING é referenciado como declividade, que é a inclinação da superfície do terreno em relação ao plano horizontal.

No presente estudo, as classes de declividade foram definidas considerando o tipo de relevo nas classes de solo predominantes, de acordo com as observações feitas no campo (Tabela 2).

TABELA 2 Modelo de correlação entre classes de declividade, tipo de relevo na área de estudo. Folha de Três Pontas (MG).

Classes de declividade (%)	0 a 3	3 a 12	12 a 24	24 a 45	>45
Classes de relevo	Plano	Suave Ondulado	Ondulado	Forte Ondulado	Montanhoso

Os intervalos das classes de declividade foram estabelecidos de acordo com a caracterização de cada unidade de solo apresentada em Brasil (1962), presente na área de estudo, seguindo o modelo geomorfopedológico proposto por Andrade et al. (1998), já validado para a região de São Sebastião do Paraíso e Machado em campanhas de campo: 0% a -3% (relevo plano); 3% a 12% (relevo suave ondulado); 12% a 24% (ondulado); 24% a 45% (forte ondulado) e >45% (montanhoso).

Esta modelagem possibilitou que feições lineares do relevo, cristas, drenagens e vales fossem identificadas na superfície do terreno, preservando as feições geométricas. A partir da grade TIN, foi gerada uma grade retangular utilizando interpolador linear em que um plano ajustado para cada retalho triangular da grade para determinar os valores de Z em cada posição XY dentro do triângulo. Este procedimento visou à obtenção de uma forma matricial para o MNT e o posterior fatiamento das classes de declividade especificadas.

O mapa de classes de altitude também foi gerado a partir do módulo MNT do SPRING por uma grade regular. Os temas da imagem temática resultante corresponderam a intervalos de valores de cotas denominadas, no SPRING, de fatias e foram definidas a partir das classes de altitude

predominantes na área de estudo. As cotas definidas de modo fixo, automaticamente, variaram de 50 em 50 metros, nas seguintes classes de altitude: <850, 850 a 900, 900 a 950, 950 a 1.000, 1.000 a 1.050, 1.050 a 1.100 e >1.100 metros.

3.3.4 Mapeamento dos solos

O mapeamento dos solos iniciou-se com a realização da checagem no campo das unidades de solos apresentadas pelo Levantamento de Reconhecimento dos Solos da Região Sob Influência do Reservatório de Furnas (Brasil, 1962). Neste procedimento, foi percorrida a área em estudo, que abrangia 72 mil hectares com o estabelecimento das correlações entre o relevo, classes de declividade, classes de altitude e unidades de solos no primeiro nível categórico do Sistema Brasileiro de Classificação do Solo (Embrapa, 2006).

As unidades predominantes na região de estudo foram definidas a partir de Brasil (1962), (Figura 2) e atualizadas pelo Sistema Brasileiro de Ciência do Solo (Embrapa, 2006), na escala de 1:250000, de acordo com a tabela 3.

Foi gerado um mapa de áreas sujeitas à inundação a partir da carta topográfica IBGE de Três Pontas, imagens de satélite Landsat-5/TM e checagem em campo pelo módulo Temático/edição vetorial no SPRING.

A hidrografia e as estradas foram geradas pela digitalização, utilizando o módulo Temático/edição vetorial do SPRING na imagem Landsat 5/TM de junho de 2007, tendo como base a carta topográfica de Três Pontas, na escala 1:50000.

TABELA 3 Correspondência das classes de solos na área de estudo, Folha de Três Pontas (MG), considerando Brasil (1962) e atualizadas de acordo com Embrapa (2006).

Brasil (1962)	Embrapa (2006)
Podzólico Vermelho Amarelo fase floresta tropical sempre verde	Argissolos Vermelho-Amarelos, Nitossolos Vermelhos
Podzólico Vermelho Amarelo variação rasa cascalhenta	Nitossolos Háplicos, Argissolos Vermelho-Amarelos
Terra Roxa Estruturada	Nitossolos Vermelhos, Nitossolos Háplicos, Argissolos Vermelhos
Latossolo Vermelho Escuro Húmico	Latossolos Vermelhos
Latossolo Vermelho Escuro fase floresta tropical sempre verde	Latossolos Vermelhos e Latossolos Vermelho-Amarelos
Solos Brunos Ácidos	Cambissolos Háplicos e aluminicos
Solos Hidromórficos	Neossolos Flúvico, Organossolos, Gleissolos
Afloramentos rochosos	Neossolos Litólicos

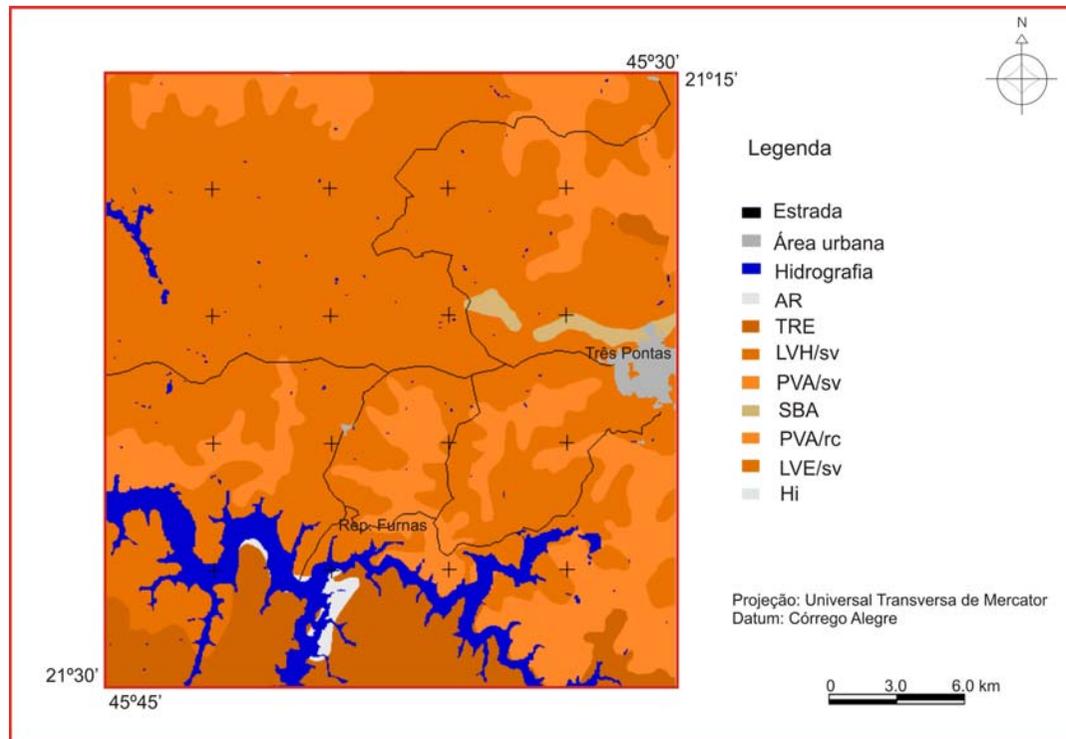


FIGURA 2 Mapa de solos da região sob influência do reservatório de Furnas, escala 1:250.000 na área de estudo. Folha topográfica de Três Pontas (MG)
Fonte: Brasil, 1962.

Para a definição das unidades de solos presentes na área em estudo, foram realizadas amostragens em sete perfis no campo e considerados nove perfis obtidos pelo Levantamento de Furnas (Brasil, 1962). Os perfis no campo foram avaliados nas classes de solos que apresentaram contradição entre a classificação do Levantamento de Furnas (Brasil, 1962) e o atual do Sistema de Classificação da Embrapa (2006).

Posteriormente, foi estabelecido o modelo geomorfopedológico de distribuição dos solos de acordo com a metodologia proposta por Andrade et al. (1998) e Lacerda (1999), no qual foram consideradas as características de classe de declividade, área sujeita à inundação fluvial, geologia, morfologia do perfil do solo e padrão da rede de drenagem.

O modelo de correlação geomorfopedológica usado para a individualização das unidades de mapeamento na área estudada pode ser observado na tabela 4.

O mapa temático de solos na escala 1:50.000 foi obtido por meio do módulo Análise/Legal do *software* SPRING. Para a programação do Legal, utilizaram-se as classes de Solos de Brasil (1962) e, de acordo com a metodologia desenvolvida por Andrade et al. (1998), a geologia, as classes de declividade e de altitude e o mapa das áreas sujeitas à inundação fluvial.

As amostras dos solos coletados nos horizontes dos perfis estudados foram encaminhadas ao setor de recepção do Departamento de Ciência do Solo (DCS) da Universidade Federal de Lavras (UFLA) e, posteriormente, realizadas as análises químicas e físicas no Laboratório de Análise de Solo, na mesma instituição.

TABELA 4 Modelo de correlação entre classes de declividade, tipo de relevo, geologia e grupamento de solos, estabelecido na área de estudo. Folha de Três Pontas (MG).

Classes de declividade (%)	Classes de relevo	Classes de solos	Geologia
0 a 3	Plano	Solos com horizonte B latossólico e NEOSSOLOS FLÚVICOS	CG, VC, AX
3 a 12	Suave Ondulado		
12 a 24	Ondulado	Solos com horizonte B textural	CG, VC, AX
24 a 45	Forte ondulado	Solos com horizonte B textural e incipiente	CG, VC, AX
> 45	Montanhoso	Solos com horizonte B incipiente e NEOSSOLOS LITÓLICOS	CG, AX

As análises físicas constaram de análise granulométrica para avaliar a distribuição quantitativa das partículas unitárias menores que 2mm, utilizando o método da pipeta (Day, 1965), na qual a argila total foi extraída pela dispersão química com 10 ml de NaOH 1N, em 15 minutos, no agitador Hamilton Beach, a 6000 rpm, argila dispersa em água. As análises químicas constaram da avaliação do complexo sortivo, seguindo metodologia proposta por Vettori (1969) e Embrapa (1997). Cálcio, magnésio e alumínio trocáveis foram extraídos com KCl 1N. O potássio e o fósforo foram extraídos H₂SO₄ 0,025N + HCl 0,05N. O hidrogênio foi extraído pelo acetato de cálcio 1N, pH 7. O pH foi determinado potenciométricamente, utilizando-se a relação solo/água de 1:2,5. A

matéria orgânica foi determinada, por meio de sua oxidação, pelo $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 4N + H_2SO_4 10N. O óxido de ferro foi extraído pelo ataque sulfúrico.

Com os resultados das análises, calculou-se a soma de bases trocáveis (S), a CTC efetiva (t), a CTC a pH 7 (CTC), a saturação de bases (V) e a saturação por alumínio (m):

$$S (\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}) = \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{K}$$

$$t (\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}) = \text{SB} + \text{Al}^{+3}$$

$$T (\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}) = \text{SB} + (\text{H} + \text{Al})$$

$$V(\%) = (\text{SB}/T) \times 100$$

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

3.3.5 Mapeamento do uso e ocupação da terra

Para a confecção dos mapas de uso e de ocupação da terra, nos anos de 1994, 2000 e 2007, utilizou-se a legenda de acordo com os critérios da ocupação regional, com as seguintes classes: cafeeiro produção (cafezais com idade acima de 4 anos), cafeeiro formação (cafezais com idades inferiores a 4 anos ou cafeeiros em renovação), mata, hidrografia, área urbana e outros usos.

A classe mata foi mapeada por apresentarem, em algumas situações, comportamento espectral semelhante aos cafezais apresentando confusão entre as classes. As classes hidrografia e área urbana auxiliaram no referencial destes elementos na paisagem. A classe denominada outros usos se refere às áreas ocupadas por pastagens formadas e naturais, capoeiras, culturas temporárias, como o milho e semiperenes como as forrageiras.

O trabalho de campo foi realizado para caracterizar os diferentes alvos com as diferentes feições espectrais observadas nas imagens, durante o procedimento de classificação e para tirar dúvidas após o mapeamento

preliminar. Para auxiliar a identificação e a associação do comportamento espectral e alvo, utilizou-se um GPS marca Garmim 12, do tipo de navegação.

Os pontos amostrados dos padrões obtidos no campo foram transferidos para o projeto, criando-se uma categoria de pontos amostrados, modelo temático, com um PI de pontos amostrados.

Para a transferência dos padrões obtidos no campo para o restante da região, utilizaram-se características que são essenciais para a interpretação: tonalidade, textura, forma, altura e cor. Com base na tonalidade, podem-se definir as áreas ocupadas pela cultura cafeeira. A textura do alvo na imagem definiu a diferença entre as classes de mata e de lavouras cafeeiras. A mata apresenta uma textura rugosa e o cafeeiro apresenta textura mais lisa e homogênea, porém, quando a vegetação é formada por uma mata mais rala com vegetação mais esparsa e com menor porte, esta pode apresentar texturas semelhantes à do cafeeiro, principalmente se o relevo for mais movimentado. A forma é importante devido ao fato de o cafeeiro apresentar formas homogêneas e limites definidos até de curvas de nível e a mata não apresenta contornos definidos e sua forma, na maioria das vezes, não é homogênea. A altura é importante para definir a diferenciação dos padrões obtidos para o cafeeiro e para a mata, pois as matas apresentam sombras, devido à altura do dossel. A cor, por sua vez, é importante para definir as diferenças entre os cafeeiros adultos e os em formação ou renovação, tipo de manejo e diferenças entre mata e cafeeiro.

Com os pontos plotados de acordo com a classe que ele representa, iniciou-se a interpretação visual na imagem contrastada 3B4R5G, por meio do módulo Temático/edição vetorial, gerando, assim, os mapas de Uso e Ocupação da Terra para a análise temporal, considerando os anos 1994, 2000 e 2007, na forma vetorial.

A cultura do cafeeiro foi caracterizada em sua dinâmica, analisando-se os anos 1994 e 2007, com o objetivo de conhecer seu comportamento neste

intervalo de tempo, quantificando-se as classes: áreas de interseção (áreas com cafeeiros que permaneceram no campo de 1994 até 2007), áreas extintas (cafeeiros erradicados entre os anos de 1994 a 2007) e as áreas novas (novas áreas de plantio). Também foi caracterizada de acordo com o ambiente em que se encontra, considerando as classes de declividade, altitude, solos para os três anos analisados, obtendo-se uma porcentagem de ocupação da cafeicultura em cada situação. Os mapas finais dos cruzamentos foram gerados pelo módulo análise/Legal do SPRING.

3.3.6 Mapeamento da aptidão agrícola das terras

Seguindo o modelo de mapeamento da aptidão agrícola das terras, utilizado por Ramalho Filho & Beek (1995), foi realizada a avaliação da aptidão agrícola das terras na região de estudo, interpretada de acordo com as definições de cada classe de solos presente no mapa de solos, na escala 1:50.000. As características para a definição das limitações de cada classe de solos foram analisadas por meio das descrições obtidas por Brasil (1962) e acrescidas dos resultados dos perfis coletados em campo.

Para avaliar a susceptibilidade à erosão foram utilizadas as classes de declive definidas para a região de estudo nos intervalos de distribuição de porcentagem de declividade admitidos para a área.

Utilizando-se o programa em Legal no módulo análise do SPRING, definiram-se as equações que consideram cada grupo de aptidão agrícola, baseando-se no modelo algébrico desenvolvido por Silva (2003), características química, física e morfológica dos solos presentes na área de estudo, seguindo o quadro guia, referente à região tropical úmido (Anexo F), de acordo com o modelo proposto por Ramalho Filho & Beek (1995) (Anexo.G).

3.3.7 Adequabilidade da cafeicultura na região

O mapa para avaliação da adequabilidade da cafeicultura primeiramente foi confeccionado a partir do cruzamento do mapa de aptidão agrícola das terras e o mapa da distribuição da cultura para o ano de 2007, utilizando-se o programa Legal no módulo Análise/ SPRING

Para se ter uma visão das condições em que a cafeicultura se encontra e comparar com as exigências que a cultura necessita (Kupper, 1981; Matiello, 2002, 2005), foram utilizados os resultados obtidos pelo mapa de cruzamento da cultura com o mapa de aptidão agrícola das terras, as descrições químicas, físicas e morfológicas dos solos presentes na área e a caracterização climática da região.

A partir desta avaliação foi definida a adequação da cultura regional, identificando-se áreas como ocupações adequadas ou não ao desenvolvimento racional e sustentável da cafeicultura.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Mapeamento das classes de declividade, altitude e hidrografia

A distribuição das áreas ocupadas pelas classes de declividade predominantes na folha de Três Pontas é apresentada na figura 3 e a quantificação das mesmas é apresentada na tabela 5. Pela análise quantitativa apresentada, pode-se observar que o mapa de classes de declividade (Figura 3) apresentou maior porcentagem de áreas ocupadas na classe de declividade 3% a 12% com 37%, seguida pela classe de declividade de 0% a 3% e de 12% a 24%.

Pelo mapa da figura 4, observa-se o mapa de distribuição das classes de altitude na área em estudo e, pelos dados apresentados na tabela 6, pode-se

verificar que áreas com altitudes menores que 850 metros predominam na região, com 52% de ocupação, seguidas pelas classes de 850 a 900 e de 900 a 950, com 31% e 12% de ocupação, respectivamente; o restante representa ocupação 3% da área.

Para Lueder (1959), depois do relevo, a rede hidrográfica superficial seria o mais consistente e confiável indicador das reais condições do terreno, pois, pela maneira com que os canais de drenagem são distribuídos pode-se caracterizar os tipos de padrões predominantes na área e interpretá-los.

O padrão de drenagem da área estudada foi classificado como subdentríptico, devido a pouca orientação com que a rede de drenagem se apresenta. Este padrão é resultante da resistência que as classes de solos predominantes oferecem em relação à distribuição do relevo e ao material de origem.

Observa-se, na figura 5, o mapa de hidrografia na área de estudo, na folha topográfica de Três Pontas (MG).

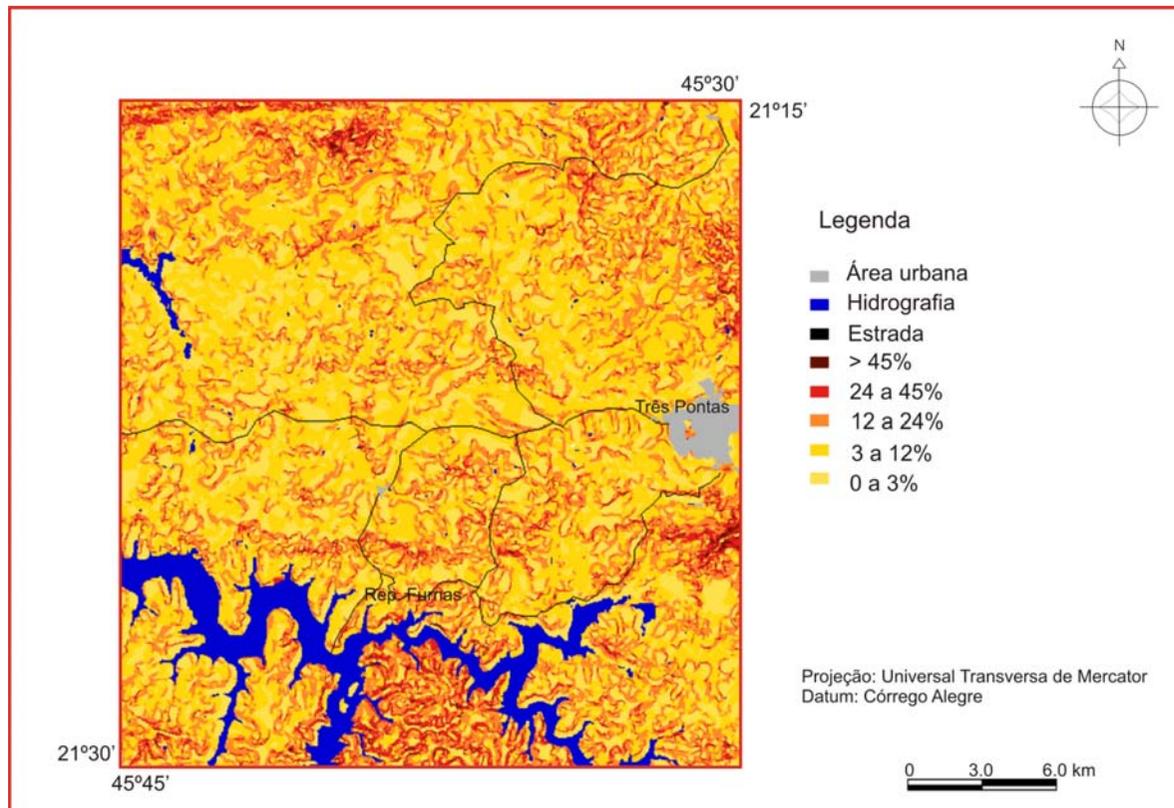


FIGURA 3 Mapa da distribuição das classes de declividade na área de estudo. Folha topográfica de Três Pontas (MG).

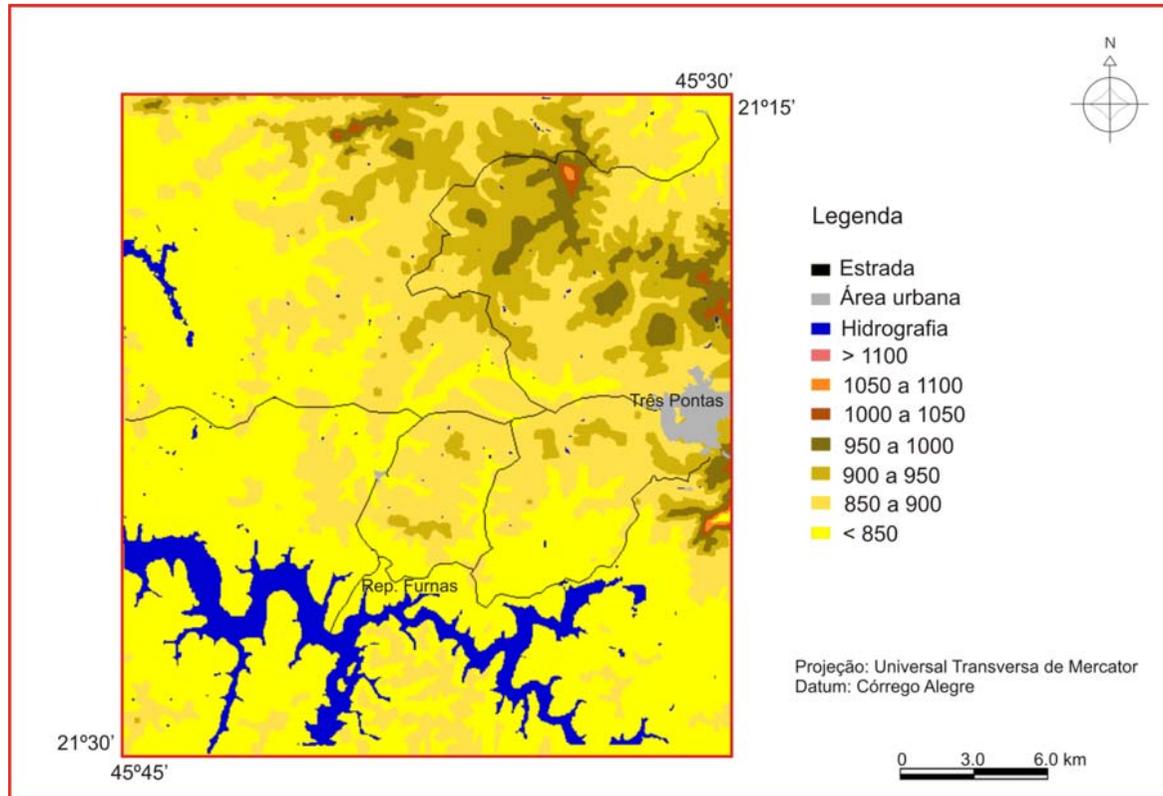


FIGURA 4 Mapa de distribuição das classes de altitude na área de estudo. Folha topográfica de Três Pontas (MG).

TABELA 5 Distribuição das áreas das classes de declividade na área de estudo. Folha de Três Pontas (MG).

Declividade (%)	Relevo	Área	
		hectares	%
0-3	Plano	19104,3	26,53
3-12	Suave ondulado	27107,73	37,65
12-24	Ondulado	18506,52	25,70
24-45	Forte ondulado	5560,31	7,72
>45	Montanhoso	1721,14	2,39
Total		72000	100,00

TABELA 6 Distribuição das áreas das classes de altitude na área de estudo. Folha topográfica de Três Pontas (MG).

Altitude (metros)	Área	
	hectares	%
<850	37438,68	52,00
850-900	22631,67	31,43
900-950	9249	12,85
950-1000	2376,16	3,30
1000-1050	229,73	0,32
1050-1100	52,29	0,07
>1100	22,47	0,03
Total	72000	100,00

4.2 Mapeamento de solos

O modelo proposto para o mapeamento de solos (Tabela 4 e Anexo A) da área de estudo confirmou as seguintes relações solos/modelo/perfis:

- solos Litólicos em declividades >45%, relevo montanhoso – Neossolos Litólicos (RLe);

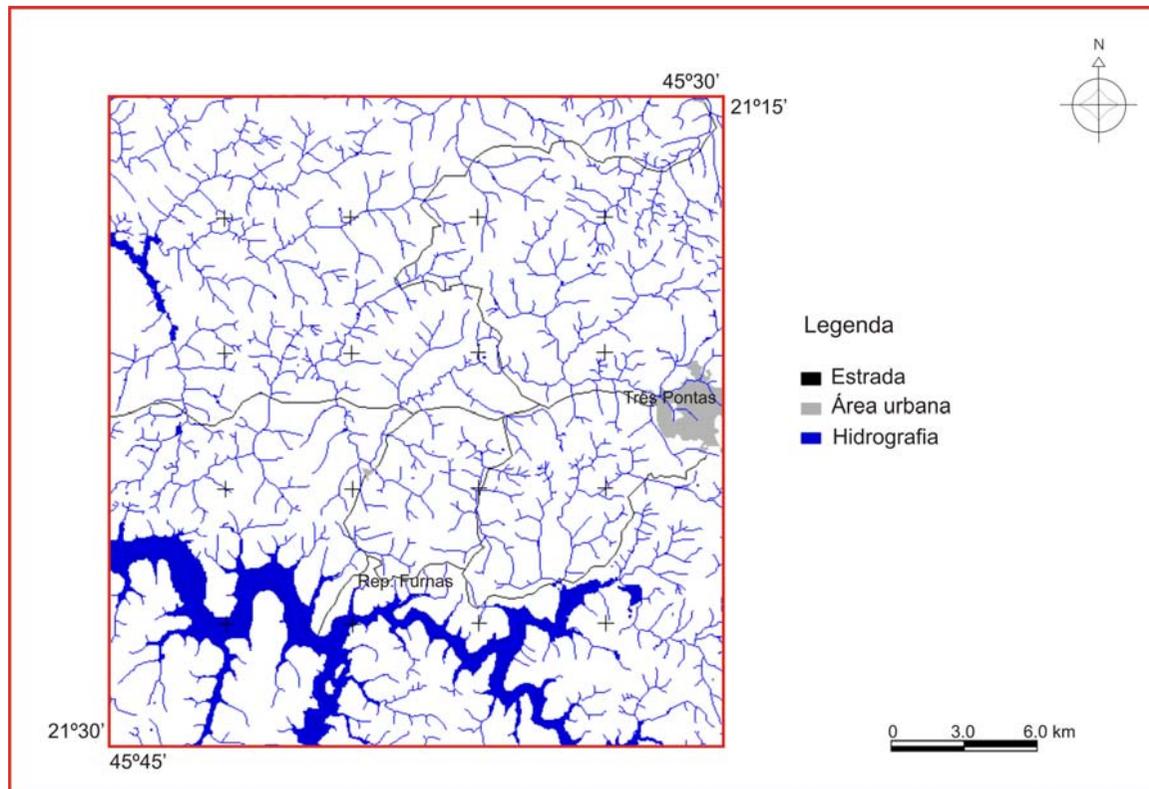


FIGURA 5 Mapa da hidrografia na área de estudo. Folha topográfica de Três Pontas (MG).

- solos com horizonte B incipiente (B), em declividades entre 24% e 45% e maiores que 45%, em relevos forte ondulado e montanhoso – Cambissolos Háplicos (CXbd e CXa);
- solos com horizonte B textural (Bt) em declividades entre 12% a 45%, relevo variando de ondulado a montanhoso - Argissolos (PVAd, PVd, PVAe1 e PVAe) e os Nitossolos (NXd e NVe);
- solos com horizonte B Latossólico (Bw) em declividades entre 0% a 12%, com relevo plano a suave ondulado (LVAd, LVd);
- solos de planície de inundação, em declividades entre 0% e 3% relevo plano e localizados às margens dos cursos de água – associação de Gleissolos (GXbd) + Organossolos (OXy) + Neossolos Flúvicos (RUBd).

A caracterização química, física e morfológica dos nove perfis representativos das classes de solos com Bw e Bt e solos de planície de inundação disponíveis em Brasil (1962) e das sete classes de solos definidas pela análise das amostras dos perfis coletadas em campo é apresentada nos Anexos B, C e D, com suas nomenclaturas de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos, SiBCS (Embrapa, 2006).

O modelo de correlação geomorfopedológico (Anexo A) para a geração do mapeamento de solos (Figura 6) compatível com a escala 1:50.000 da carta planialtimétrica da Folha de Três Pontas foi utilizada para definir o programa na linguagem Legal/ SPRING. A base utilizada foi o levantamento original de Brasil (1962), escala 1:250.000, classes de declividade, solos de planície de inundação, de acordo com os modelos propostos por Andrade et al. (1998), Lacerda (1999), Bertoldo et al. (2005,

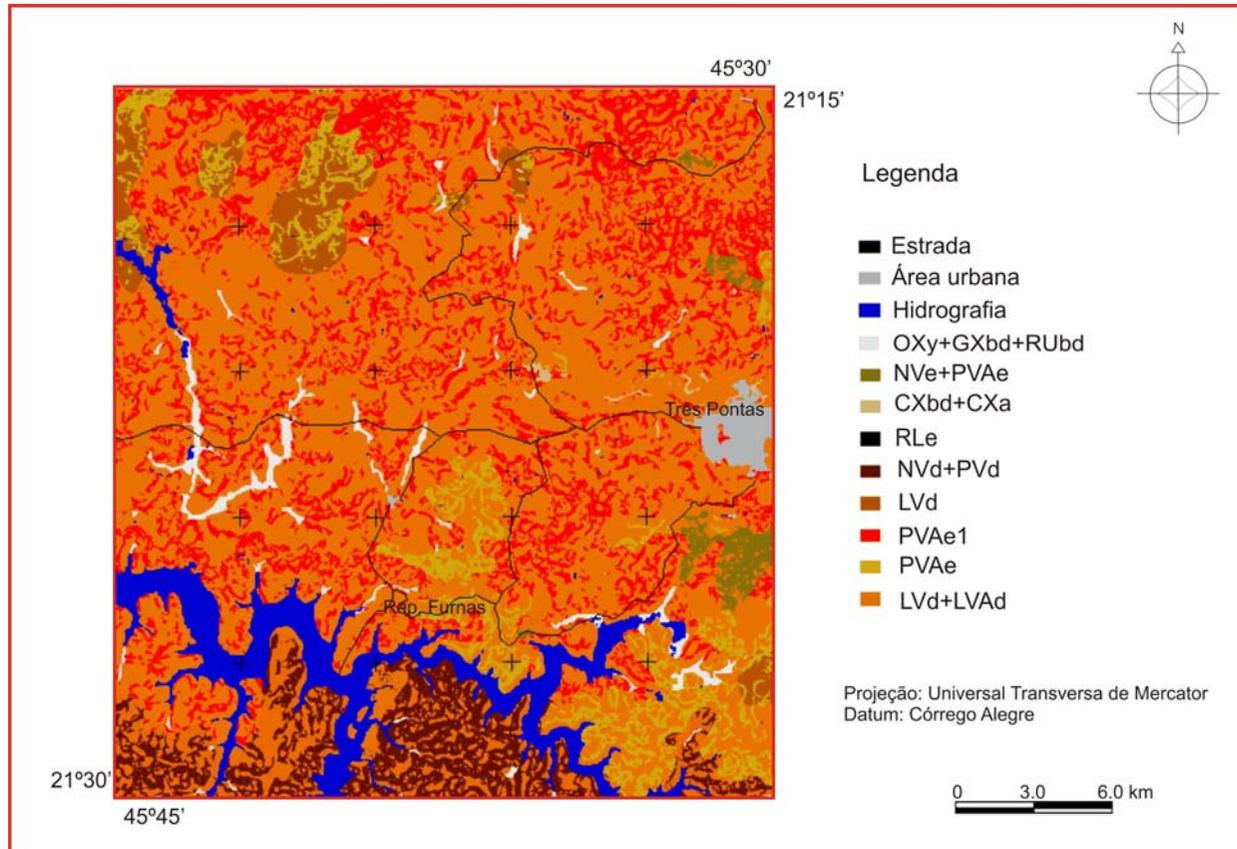


FIGURA 6 Mapa de solos, escala 1:50.000, na área de estudo. Folha de Três Pontas (MG).

2007). A geologia, no caso, não foi incluída no modelo devido ao fato de a escala do mapeamento existente para a área de estudo ser muito grande, o que não influenciou a definição das classes após a obtenção das análises químicas e físicas de laboratório

Analisando-se os dados apresentados na tabela 7, verificou-se que a área de estudo apresenta predominância de 69% ocupada pela associação dos Latossolos representada pelos Latossolos Vermelhos e Latossolos Vermelho-Amarelos, seguida pelas classes representativas de solos com horizonte B textural com uma área de ocupação 30% com Nitossolos Vermelhos e Nitossolos Háplicos, Argissolos Vermelho-Amarelos e Argissolos Vermelhos. Os Cambissolos Háplicos e a associação dos Neossolos Flúvicos+Organossolos+Gleissolos e Neossolos Litólocos representam menores áreas de ocorrência.

TABELA 7 Distribuição das classes de solos na área de estudo. Folha topográfica de Três Pontas (MG).

Solos	Área	
	hectares	%
LVd+ LVAd	46296,64	64,13
PVAe	3921,22	5,55
PVAe1	13560,48	18,83
LVd	2122,18	2,95
NVd+PVd	4081,54	5,67
RLe	4,68	0
CXbd+CXa	107,27	0,17
OXY+GXbd+RUbd	1164,8	1,63
NVe+PVAe	741,19	1,07
Total	72000	100

Os Latossolos Vermelhos Distróficos típicos (LVd) com horizonte A húmico e com horizonte A moderado (Figuras 7 e 8) e os Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos típicos (Figuras 9) ocupam áreas com aspecto uniforme, bastante extensas e nem sempre contínuas. Não foi possível individualizar, no mapeamento, o LVAd do LVd e, por isso, eles



FIGURA 7 Paisagem da classe de LATOSSOLOS VERMELHOS Distróficos típicos, LVd, na área de estudo. Folha de Três Pontas (MG) (Foto obtida em 03/09/2007 – Hécio Andrade e Mathilde Aparecida Bertoldo).



FIGURA 8 Paisagem da classe de LATOSSOLOS VERMELHOS Distróficos húmico típicos – LVd (A) e seu respectivo perfil (B) na área de estudo. Folha de Três Pontas (MG) (Foto obtida em 03/09/2007 – Hécio Andrade e Mathilde Aparecida Bertoldo).



FIGURA 9 Paisagem predominante do LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELOS Distróficos (LVAd) (A) e seu respectivo perfil (B) na área de estudo. Folha de Três Pontas (MG) (Foto obtida em 03/09/2007 – Hécio Andrade e Mathilde Aparecida Bertoldo).

foram agrupados em uma associação. A classe de LVd com horizonte A húmico foi individualizada pela aplicação do modelo geomorfopedológico apresentado pelo Legal.

O LVd com A húmico caracteriza-se pela textura muito argilosa, por ser muito profundo e acentuadamente drenado, normalmente ácido, com capacidade de troca de cátions (CTC) e porcentagem de saturação de bases (V) baixas. É encontrado em toda a área de estudo.

A classe de Latossolos Vermelhos (Brasil, 1962) compreende superfícies relativamente estabilizadas, com elevações de contornos arredondados, vertentes longas e vales abertos, variando sua topografia com relevos suaves ondulados a ondulado, constituindo uma sucessão de colinas com desníveis em relação às várzeas. Apresenta textura argila, é muito profundo e acentuadamente drenado ácido, também apresentando baixa CTC e V. Sua fertilidade natural é baixa. Ocorre em áreas onde predominam os gnaisses migmatíticos, folhelhos ou xistos argilosos.

Os Argissolos Vermelhos Distróficos típicos (PVD) (Figura 10) (Brasil, 1962) são solos de textura argila a muito argilosa, com horizonte B textural cuja argila predominante na fração argila é caulinita, goetita e gibsitita, com saturação de bases relativamente baixa. Ocorrem em áreas com substrato de rochas básicas, como o gabro, as rochas metamórficas de caráter básico, como o anfíbolito e o gnaiss e rochas de caráter intermediário, como o gnaiss diorítico. Apresentam topografia forte ondulada, podendo ser montanhosa ou até ondulada, com vertentes convexas bastante longas, com vales estreitos. Podem apresentar, em seu perfil, linhas de pedras, geralmente localizadas no horizonte Bt ou entre o Bt e C, constituídas por cascalhos, rochas.

Os Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos típicos (PVAe) (Figura 11) (Brasil, 1962) compreendem solos cauliniticos com horizonte B textural, com baixa CTC. Porém, os valores de V médios a altos indicam não ser intensa a lixiviação das bases. A baixa atividade da argila é expressa pela baixa CTC e apresenta maiores valores na superfície dos solos. São solos



FIGURA 10 Paisagem da área de predominância da classe de ARGISSOLOS VERMELHOS Distróficos típicos PVd (A) e seu respectivo perfil (B) na área de estudo. Folha de Três Pontas (MG) (Foto obtida em 03/09/2007 – Hécio Andrade e Mathilde Aparecida Bertoldo).



FIGURA 11 Paisagem predominante dos ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS Eutróficos típicos PVAe(A) e seu respectivo perfil (B) na área de estudo. Folha de Três Pontas (MG) (Foto obtida em 03/09/2007 – Hécio Andrade e Mathilde Aparecida Bertoldo).

bem drenados, com fertilidade natural média a alta, derivados, geralmente de rochas gnáissicas, ocupando topografia forte ondulada, constituída por morros de topos arredondados, vertentes convexas e longas, com vales estreitos em V. A classe de declividade de ocorrência mais comum está em torno de 30%. Sua altitude predominante varia de 730 a 1.000 metros.

Os Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos típicos (PVAe1 – o numeral é para individualizar as duas classes de PVAe) (Figura 12) (Brasil, 1962) são solos caulíníticos, com horizonte B textural, com saturação de bases de média a alta. Possuem como embasamento os gnaisses e os gnaisses migmatíticos de granulação grosseira a média. Suas topografias predominantes são os morros residuais, compreendendo vales pequenos e profundos; desenvolvem-se em classes de declividade de 25% a 40%, com altitudes entre 800 e 1.050 metros, sendo mais comum 900 metros.

A principal característica que diferencia as duas classes de Argissolos Vermelhos Amarelos Eutróficos típicos na área de estudo é a presença, na fração granulométrica no PVAe1, de frações maiores que 2mm de diâmetro. Estas concentrações variam entre 3% a 45%, quando presentes no horizonte A, de 2% a 25% quando no horizonte B e 15%, no horizonte C. Podem apresentar concreções hematíticas ou argilosas na massa do solo. São solos bem drenados, moderadamente porosos, apresentando tendência à erosão mais severa.

Na região onde predomina a classe Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos típicos (PVAe1), com presença de rochas no perfil, pode-se observar a inclusão de Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos típicos (PVAd) (Figura 13) na área de transição para a classe LVd, com cultivo de cafeeiros.



FIGURA 12 Paisagem do ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS Eutróficos típicos PVAe1, com presença de pedras no perfil na área de estudo. Folha de Três Pontas (MG) (Foto obtida em 03/09/2007 – Hécio Andrade e Mathilde Aparecida Bertoldo).



FIGURA 13 Paisagem predominante do ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS Distróficos típicos PVAd (A) e seu respectivo perfil (B) na área de estudo. Folha de Três Pontas (MG) (Foto obtida em 03/09/2007 – Hécio Andrade e Mathilde Aparecida Bertoldo).

Os Neossolos Litólicos Eutróficos (RLe) (Brasil, 1962) são solos com perfis pouco desenvolvidos, rasos, arenosos e acentuadamente drenados. Sua fertilidade natural varia de média a baixa, formados a partir de gnaiss migmatítico e gnaiss granítico em áreas de relevo montanhoso, com declividades variando de 30% a >45%, em altitudes entre 900 e 950 metros.

As classes de solos constituídas pelas classes Neossolos Flúvicos (RUbd), Organossolos (OXy) e Gleissolos (GXd) (Brasil, 1962), por não apresentarem condições de diferenciação para o mapeamento individual, foram mapeados como uma associação. Seu material de origem é proveniente de sedimentos fluviais e depósitos de colúvio, constituídos por sedimentos aluviais e coluvionares que são provenientes desde materiais argilosos até materiais arenosos. Ocupam áreas de várzeas com relevo plano em vales de fundo chato, com declives de até 3%, em altitudes que variam de 600 a 760 metros.

O resultado das análises químicas e físicas de laboratório (Anexos A e B), que foram efetuadas para a classe dos Cambissolos Háplicos Distróficos (CXbd) (Figura 14) e de Cambissolos Háplicos Alumínicos argissólicos (CXa) (Figuras 15), os definiu como solos ácidos, argilosos, com teores médios de silte, de 26% a 29% para os horizontes A e Bi, respectivamente. Observa-se a presença de pequenas linhas de rochas e cascalhos que podem estar ao longo do perfil, desde a superfície até o topo do horizonte C. Sua fertilidade natural é bastante baixa e está relacionada com o substrato de origem que é predominantemente constituído por sericitaxistos. São áreas bastante movimentadas, apresentando topografia local variável, mas, de modo geral, predomina o relevo forte ondulado. Ocorrem em morros de topos arredondados, vertentes convexas, longas em pequenos e estreitos vales em V. Desenvolvem-se nas encostas de áreas mais elevadas, constituindo as porções coluviais do relevo regional. A altitude predominante de ocorrência varia de 820 a 1.150 metros.



FIGURA 14 Paisagem da classe CAMBISSOLOS HÁPLICOS Distróficos típicos (CXbd) (A) e seu respectivo perfil (B) na área de estudo. Folha de Três Pontas (MG) (Foto obtida em 03/09/2007 – Hécio Andrade e Matilde Aparecida Bertoldo).

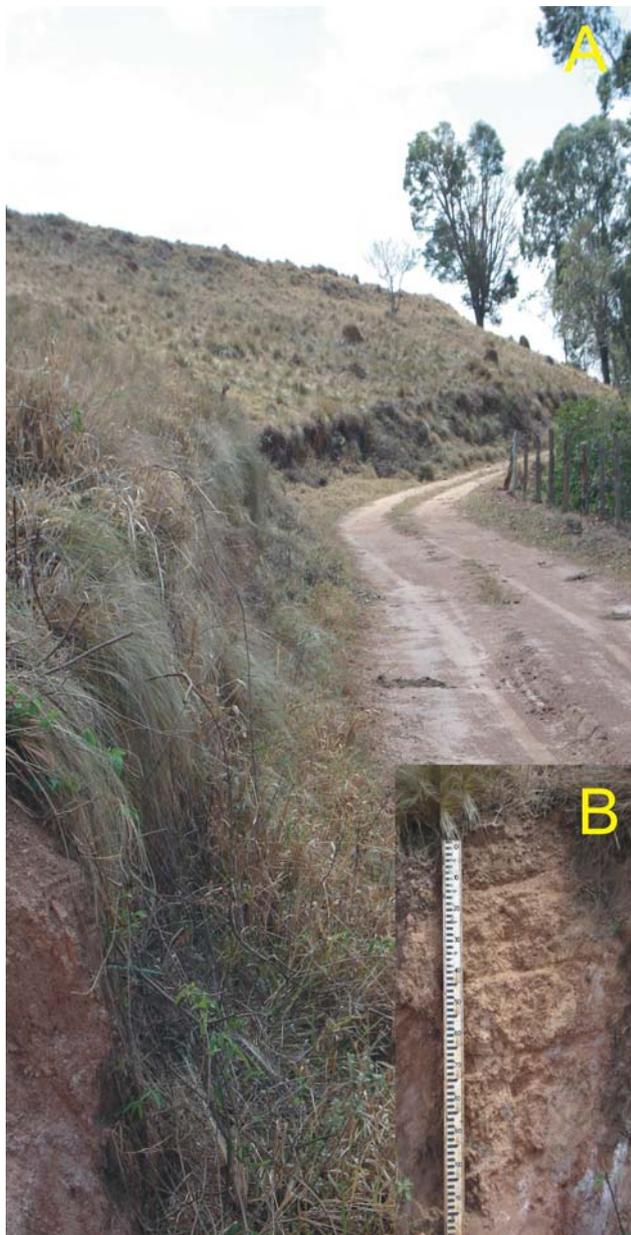


FIGURA 15 Paisagem da classe CAMBISSOLOS HÁPLICOS Alumínicos argissólicos – CXa (A) e seu respectivo perfil (B) na área de estudo. Folha de Três Pontas (MG) (Foto obtida em 03/09/2007 – Hécio Andrade e Matilde Aparecida Bertoldo).

A classificação da Terra Roxa Estruturada – TRE (Brasil, 1962), no SiBCS (Embrapa, 2006), deveria corresponder ao Nitossolo Distroférico, considerando o valor do gradiente textural e os teores avaliados de óxido de ferro. Entretanto, verificou-se que a classe Terra Roxa Estruturada não correspondeu à classe do Nitossolo Distroférico, pois seu gradiente textural maior que 1,5 e teor de óxido de ferro médio de 7,21% não preenchem os requisitos definidos pela Embrapa (2006) e Jacomine (2006). Ambos especificam que, para caracterizar a classe Nitossolo Distroférico, o gradiente textural deve ser menor que 1,5 e os teores de óxido de ferro devem estar entre 15% e 36%. Esta classe passou a ser classificada, então, como Argissolo Vermelho Distrófico típico, com gradiente textural de 1,6, que caracteriza a classe dos Argissolos e valor de V menor que 50% no horizonte B textural (Embrapa, 2006) (Tabela 8).

TABELA 8 Gradiente textural definidos para os solos com B textural para a diferenciação entre os Nitossolos e Argissolos.

Solos	Gradiente textural- relação B/A
NVe	1,31
PVAd	1,55
NXd	1,12
NVd	1,04
*PVd	1,6
*PVAe	1,84
*PVAe	1,75

*Fonte: Brasil (1962).



FIGURA 16 Paisagem da classe NITOSSOLOS VERMELHOS Eutróficos típicos NVe (A) e seu respectivo perfil (B) na área de estudo. Folha de Três Pontas (MG) (Foto obtida em 03/09/2007 Hécio Andrade e Matilde Aparecida Bertoldo).

Os resultados das análises das amostras coletadas no campo definiram a presença de Nitossolos Háplicos Distróficos típicos (NXd) e Nitossolos Vermelhos Eutróficos típicos (NVe) (Figura 16), em associações com Argissolos Vermelhos Distróficos típicos e Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos típicos, respectivamente, confirmadas pelo gradiente textural (Tabela 8) e pela descrição morfológica (Anexo D).

A área de estudo, em que deveriam predominar os Nitossolos Vermelhos Eutroféricos com geologia de predominância de rochas básicas (Pedrosa-Soares et al., 1994), foi definida, de acordo com o resultado das análises das amostras do perfil coletadas no campo, respeitando-se a localização, de acordo com Brasil (1962), como uma associação de Argissolos Vermelhos Distróficos típicos (perfil 2) e Nitossolos Vermelhos Distróficos típicos (perfil 14), com baixos valores de CTC e V (Anexo B).

Os Nitossolos Vermelhos Eutróficos típicos foram associados com a classe de Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos típicos.

A porcentagem de confiabilidade do mapeamento de solos obtida pela modelagem demonstrou um resultado com de 95% de acerto em relação aos 55 pontos georreferenciados checados em campo (Figura 17 Anexo E).

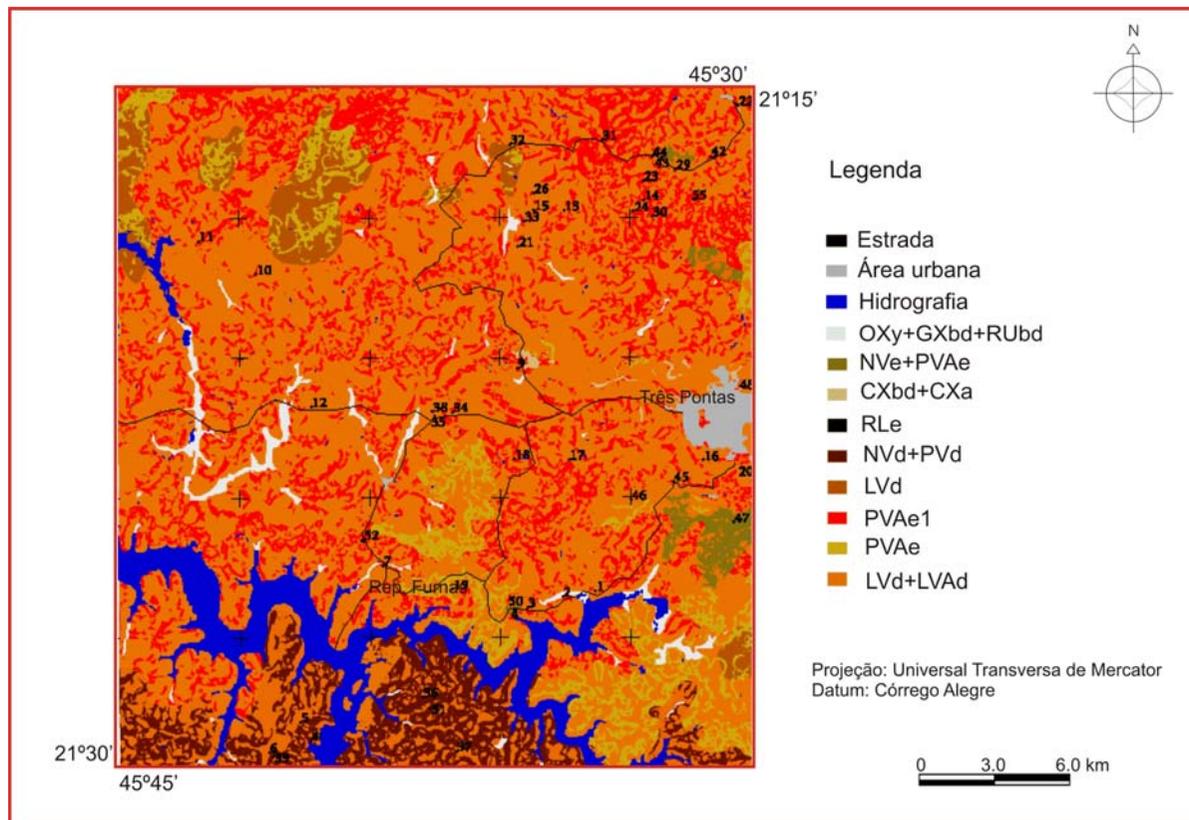


FIGURA 17 Mapa de solos 1:50.000 e pontos georreferenciados em campo na área de estudo. Folha de Três Pontas (MG).

4.3 Uso e ocupação das terras

4.3.1 Análise temporal do uso e ocupação das terras, nos anos 1994, 2000 e 2007

Para a avaliação da dinâmica da evolução da cultura cafeeira na área de estudo, foi realizada uma análise temporal com a geração dos mapas de uso e ocupação das terras, considerando os anos de 1994, 2000 e 2007 (Figuras 18, 19, 20). Na tabela 9 são apresentados os valores quantitativos da distribuição após a análise da dinâmica do uso e ocupação das terras, em relação às três datas estudadas.

Pelos valores observados na tabela 10 pode-se verificar que a dinâmica da distribuição das classes de uso e ocupação das terras foi semelhante nas classes: área urbana e mata. Porém, as áreas ocupadas com hidrografia (represa) e cultura cafeeira apresentaram maiores diferenças entre os anos estudados.

Nas classes referentes aos cafeeiros em produção e cafeeiros em formação, observou-se um acréscimo de áreas considerando os três anos estudados. De acordo com Três Pontas (2007), a atividade cafeeira tem sido considerada, na área de estudo, fator de relevância para o desenvolvimento sócio-econômico regional. Este aumento de área é justificado pela comercialização do café ao longo dos anos, tornando-se uma referência para a evolução sustentável no setor do agronegócio café.

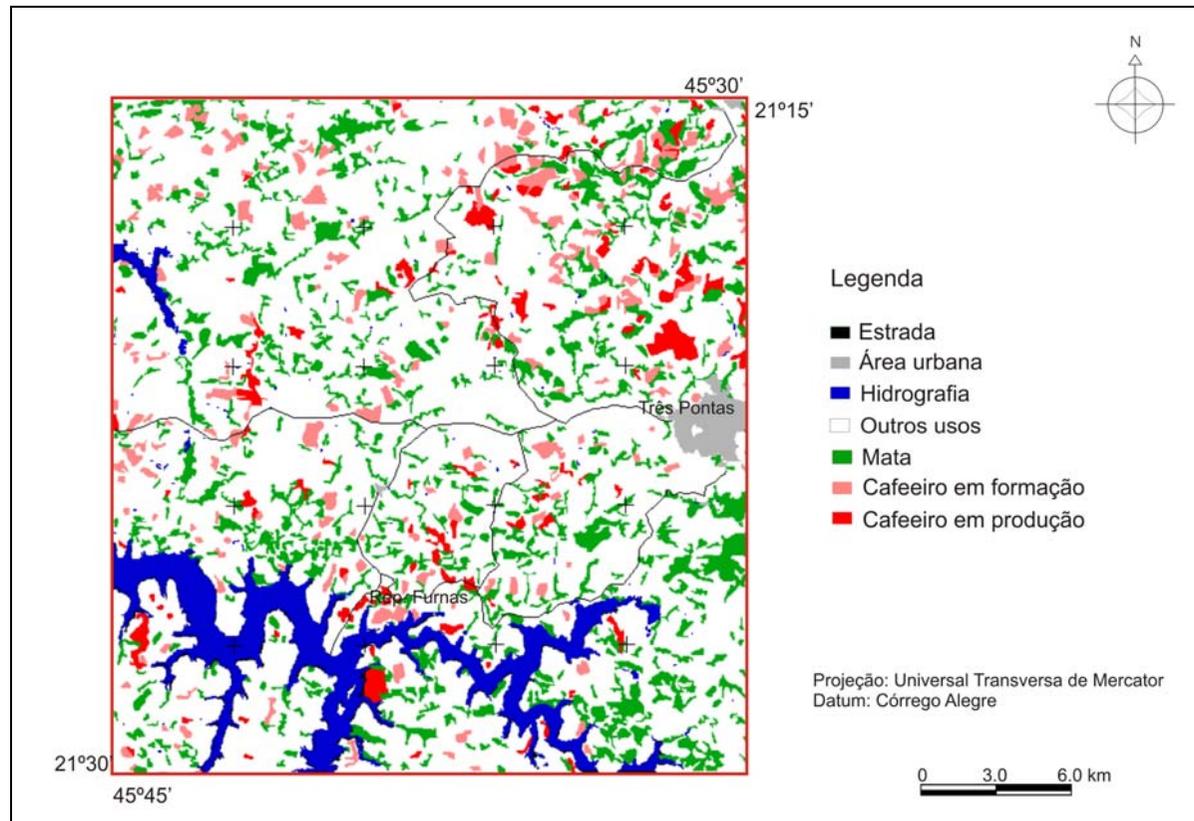


FIGURA 18 Mapa do uso e ocupação das terras da área de estudo, no ano de 1994. Folha topográfica de Três Pontas (MG).

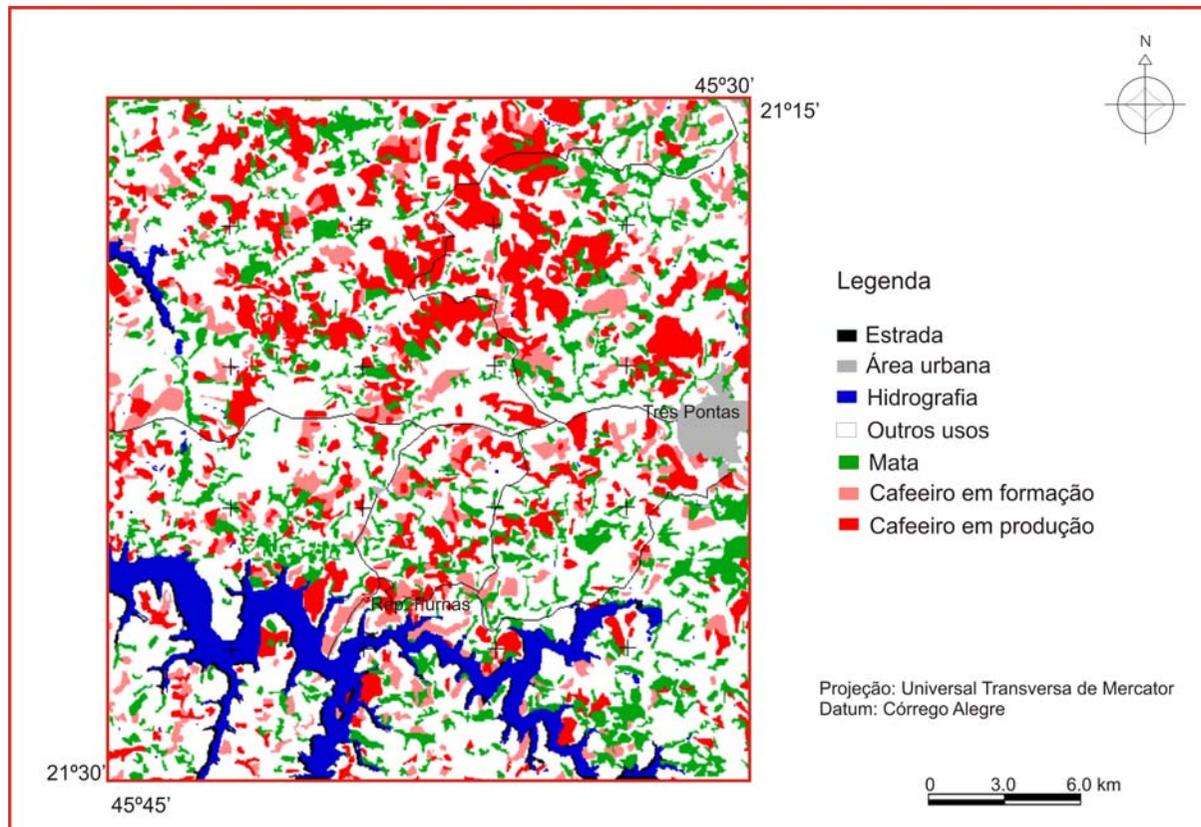


FIGURA 19 Mapa do uso e ocupação das terras da área de estudo, no ano de 2000. Folha topográfica de Três Pontas (MG).

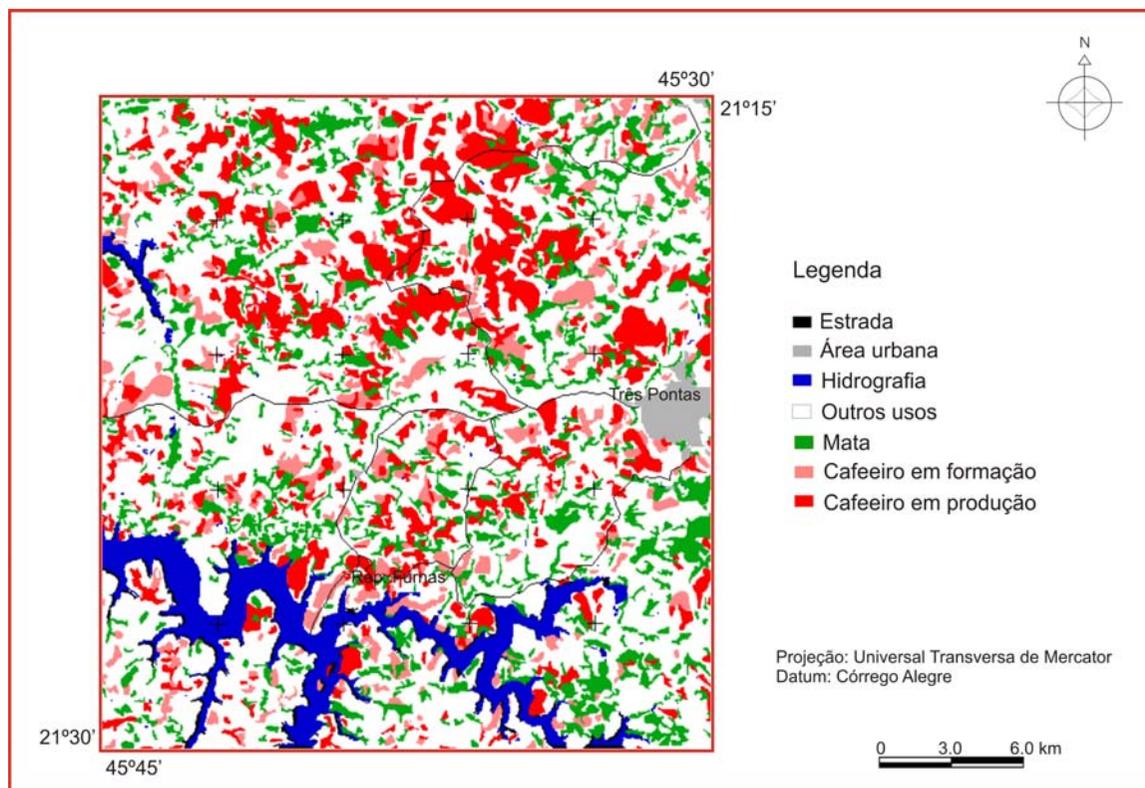


FIGURA 20 Mapa do uso e ocupação das terras da área de estudo para o ano de 2007. Folha topográfica de Três Pontas (MG).

TABELA 9 Áreas das classes do uso e ocupação das terras, para as três datas, na área de estudo. Folha topográfica de Três Pontas (MG).

Uso e ocupação	1994		2000		2007	
	hectares	%	hectares	%	hectares	%
Cafeeiro produção	2025,64	2,81	7295,27	10,13	11538,27	16,03
Cafeeiro formação	3386,79	4,70	6605,21	9,17	5128,92	7,12
Mata	11972,09	16,63	11085,98	15,40	10157,07	14,11
Hidrografia	4224,96	5,87	2840,56	3,95	4584,06	6,37
Área urbana	490,05	0,68	755,75	1,05	708,75	0,98
Outros usos	49900,47	69,31	43417,23	60,30	39882,93	55,39
Total	72000	100	72000	100,00	72000	100,00

4.3.2 Evolução da cultura cafeeira, considerando os anos de 1994 a 2007

Pela figura 21 pode-se observar a distribuição da cafeicultura entre os anos de 1994 e 2007 e, pelos dados da tabela 10, verifica-se que 17% da área de cafeeiros foi preservada, representando as áreas de intersecção entre os dois anos observados; 72% representam áreas de renovação ou de formação de novos cafeeiros e 9% das áreas ocupadas com cafeeiros foram extintas. Estes valores mostram que, na área de estudo, no intervalo de treze anos, ocorreu uma evolução na cafeicultura, estimulada pelo preço, que induziu o plantio de novas áreas, além da renovação da lavoura que apresentava produção não satisfatória, porém, em condições de recuperação utilizando manejos mais adequados. No entanto, observou-se a extinção de áreas com plantios, sem possibilidades de recuperação, que apresentavam pouca produtividade.

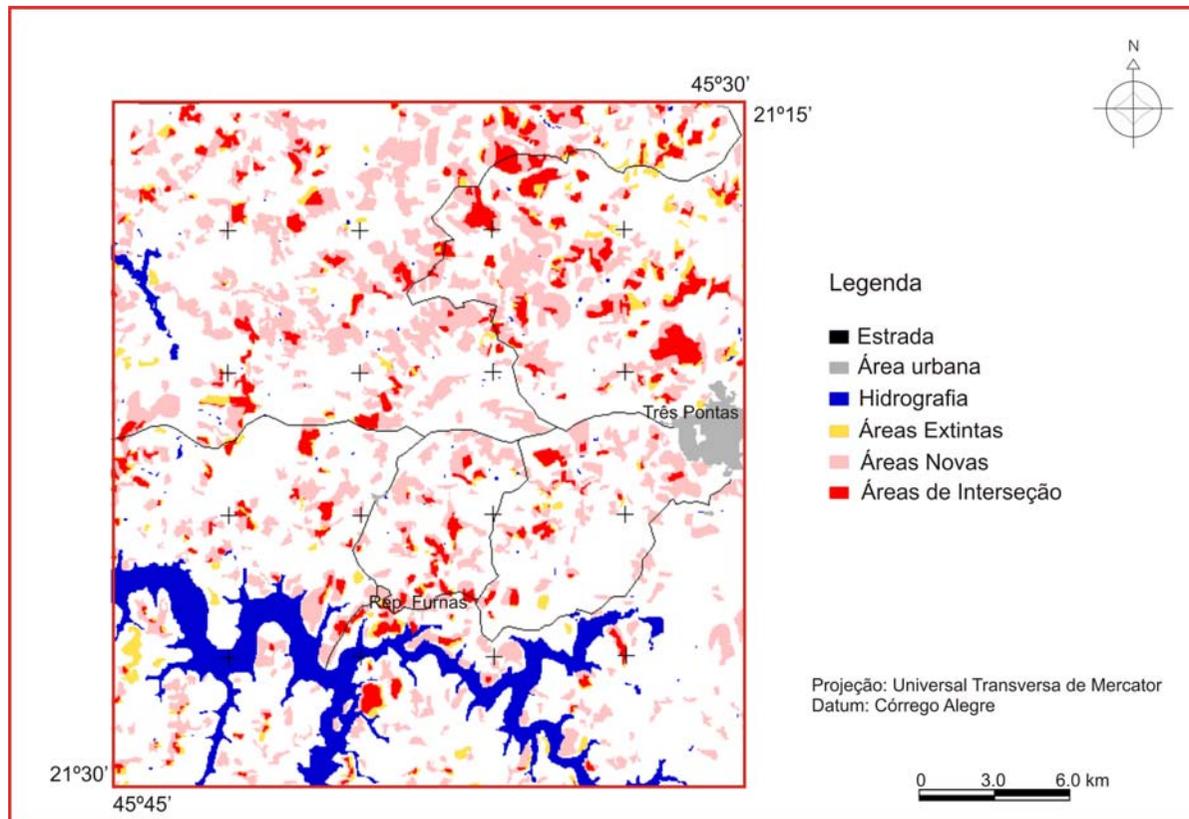


FIGURA 21 Evolução da cafeicultura da área de estudo, entre os anos 1994 e 2007. Folha topográfica de Três Pontas (MG)

TABELA 10 Evolução da área de ocupação com a cafeicultura, entre os anos 1994 a 2007, na área de estudo. Folha topográfica de Três Pontas, MG.

Cultura cafeeira	Área	
	hectares	%
Áreas extintas	1655,5	9,93
Áreas de intersecção	2920,32	17,52
Áreas novas	12091,37	72,55
Total	16667,19	100,00

4.3.3 Distribuição e quantificação da cultura cafeeira, considerando a caracterização do meio físico

A caracterização e o mapeamento do agroecossistema cafeeiro da área de estudo correspondente à carta planialtimétrica de Três Pontas foram avaliados pela análise espaço-temporal, considerando as áreas ocupadas pelas culturas cafeeiras nos anos de 1994, 2000 e 2007, em relação a altitude, declividade e classes de solos.

4.3.3.1 Área ocupada pela cultura cafeeira em relação às classes de altitude

As áreas ocupadas e a distribuição da cultura cafeeira em relação às classes de altitude são apresentadas nas figuras 22, 23 e 24 e na tabela 11.

Pelos valores obtidos no cruzamento das áreas de cultura cafeeira com o mapa de classes de altitudes, pode-se observar que a atividade se encontra distribuída até altitudes de 1.000 metros, para os três anos analisados, predominando em altitudes de 850 a 900 metros, seguidas pela classe <850 metros.

A distribuição das culturas cafeeiras em faixas de altitude variando de 850 metros a 1.000 metros está de acordo com as condições sugeridas pelo Instituto Brasileiro do Café (IBC-GERCA, 1981), que estabelece altitudes entre 500 e 1.200 metros para o seu desenvolvimento ideal.

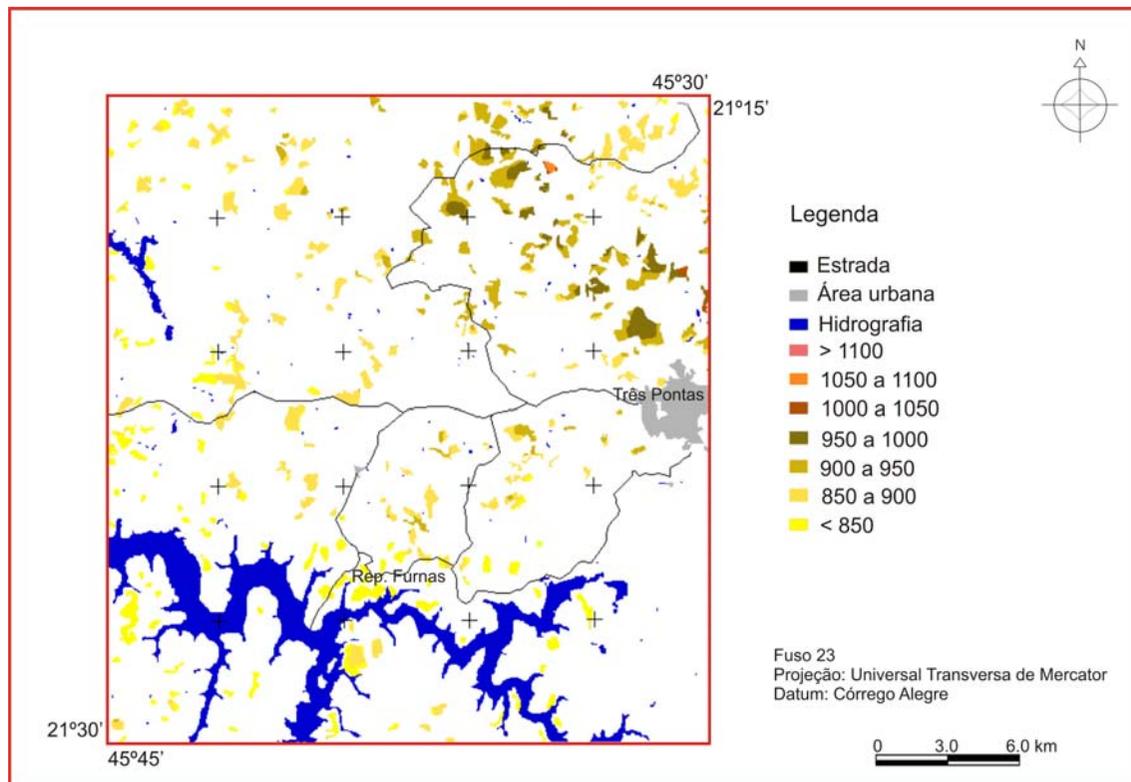


FIGURA 22 Mapa da distribuição da cultura cafeeira da área de estudo, nas classes de altitude, para o ano de 1994. Folha topográfica de Três Pontas (MG).

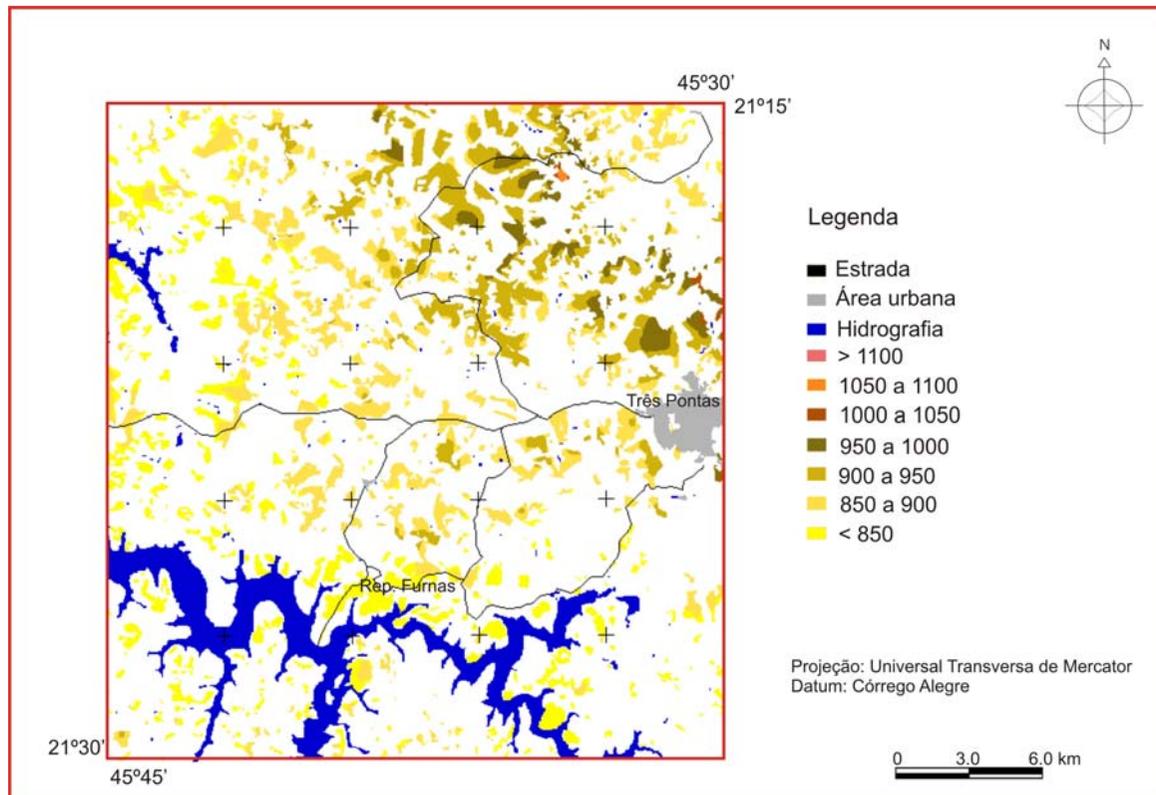


FIGURA 23 Mapa da distribuição da cultura cafeeira da área de estudo, nas classes de altitude, para o ano de 2000.

Folha topográfica de Três Pontas (MG).

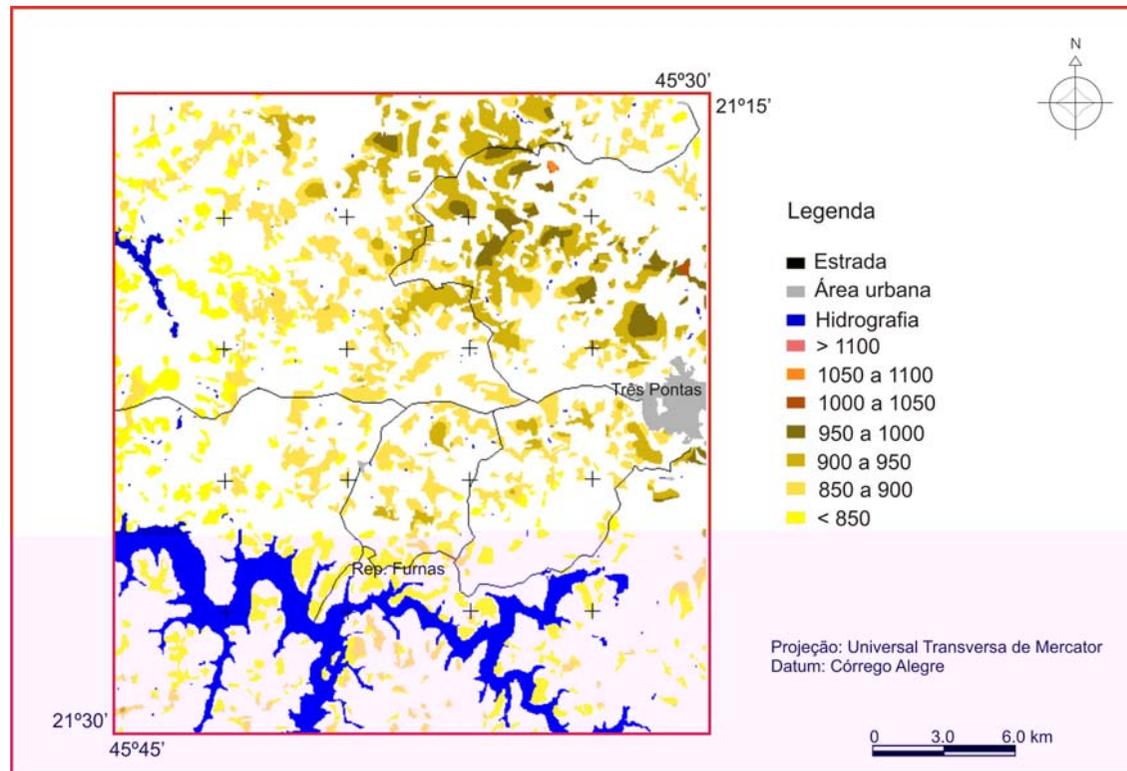


FIGURA 24 Mapa da distribuição da cultura cafeeira da área de estudo, nas classes de altitude, para o ano de 2007. Folha topográfica de Três Pontas (MG).

TABELA 11 Áreas da cultura cafeeira da área de estudo, nas classes de altitude, para os anos 1994, 2000 e 2007. Folha topográfica de Três Pontas (MG).

Cafeeiro/altitu de	Área 1994		Área 2000		Área 2007	
	hectares	%	hectares	%	hectares	%
<850	1353,4	25,01	4036,86	29,04	5071,35	30,43
850-900	2106,17	38,92	5388,44	38,76	6488,28	38,93
900-950	1389,46	25,68	3530,45	25,40	4105,83	24,63
950-1000	519,07	9,59	881,87	6,34	946,85	5,68
1000-1050	29,27	0,54	47,18	0,34	40,19	0,24
1050-1100	14,06	0,26	15,68	0,11	14,69	0,09
>1100	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Total	5411,43	100,00	13900,48	100,00	16667,19	100,00

4.3.3.2 Área ocupada pela cultura cafeeira em relação às classes de declividade

Os dados sobre as áreas ocupadas e a distribuição da cultura cafeeira em relação às classes de declividades são apresentados nas figuras 25, 26 e 27 e na tabela 12.

A cultura cafeeira, conforme os dados apresentados na tabela 12, predominam em declividades que variaram de 3% a 12%, ocupando 38% da área de estudo, caracterizado pelo relevo suave ondulado, seguido pela declividade de 0% a 3%, com 31%, que caracteriza o relevo plano. Podem ser encontradas áreas consideráveis nas declividades de 12% a 24%, 24% e, em menores áreas plantadas, com declividade de 24% a 45% e >45%, para os três anos analisados.

A predominância de cultivo das lavouras em áreas de relevo suave ondulado e plano se justifica devido à maior facilidade de manejo e pelo fato de os relevos plano e suave ondulado predominarem na região, não oferecendo grandes riscos em relação à ocorrência de geadas. Isso porque estes relevos planos se encontram em altitudes a partir de 800 metros e nos topos de morros.

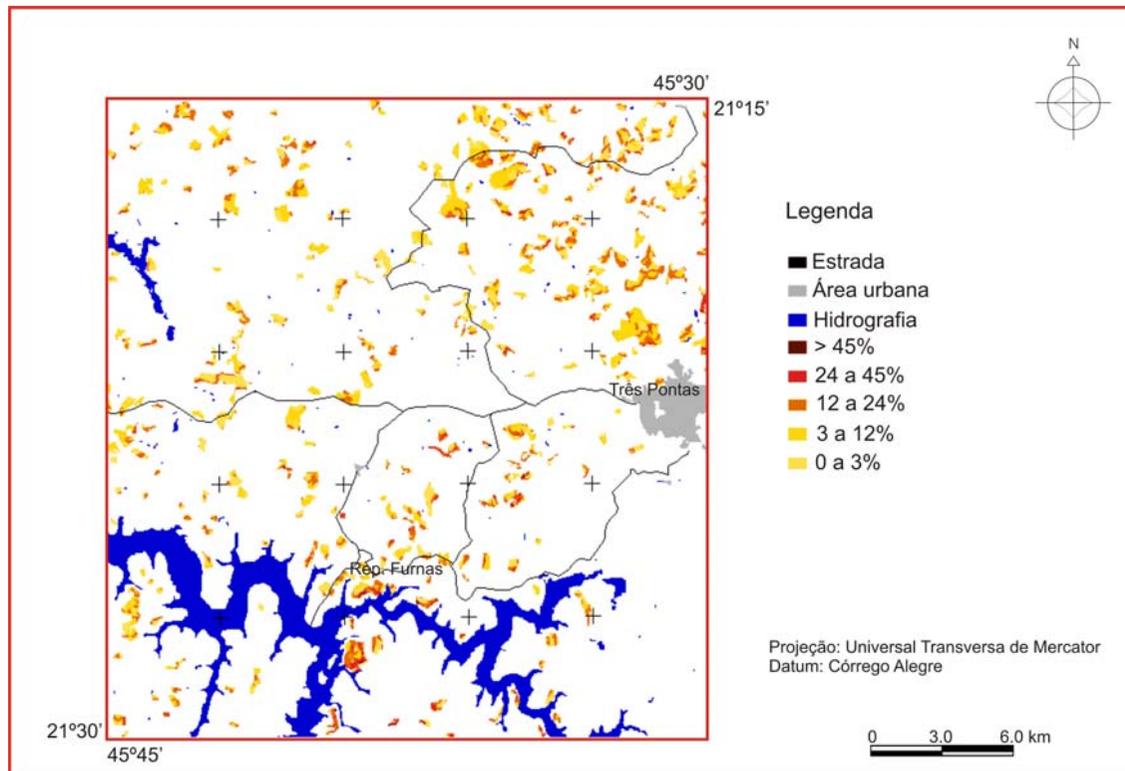


FIGURA 25 Mapa da distribuição da cultura cafeeira da área de estudo, nas classes de declividade, para o ano de 1994. Folha topográfica de Três Pontas (MG).

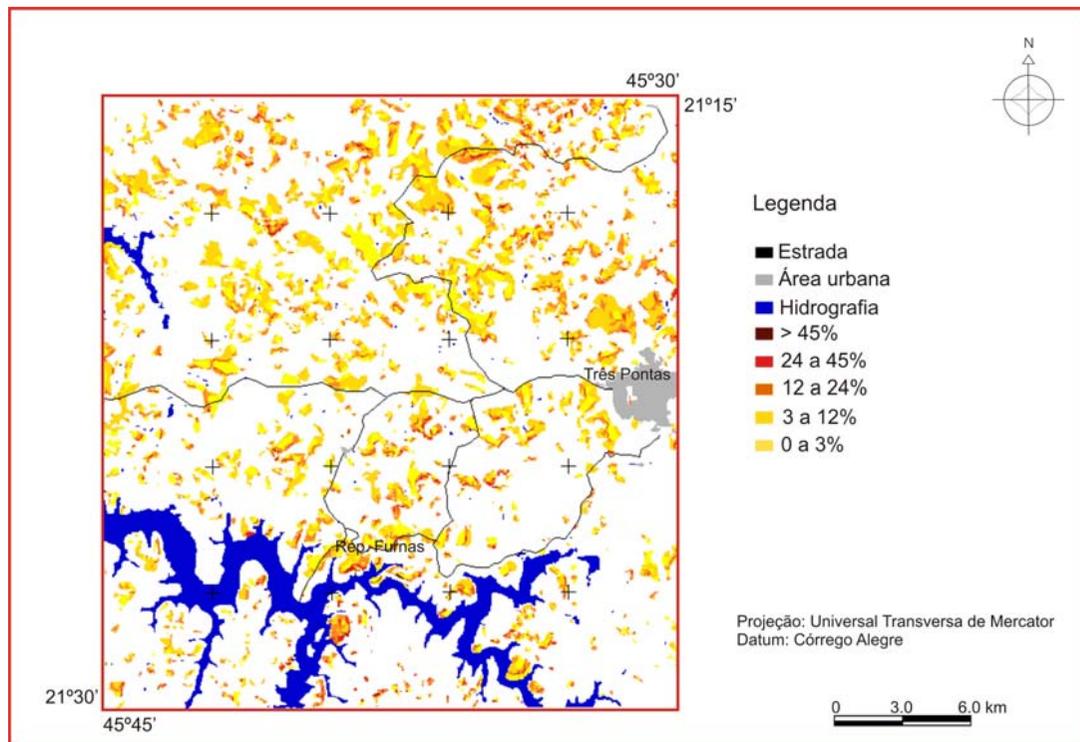


FIGURA 26 Mapa da distribuição da cultura cafeeira da área de estudo, nas classes de declividade, para o ano de 2000. Folha topográfica de Três Pontas (MG).

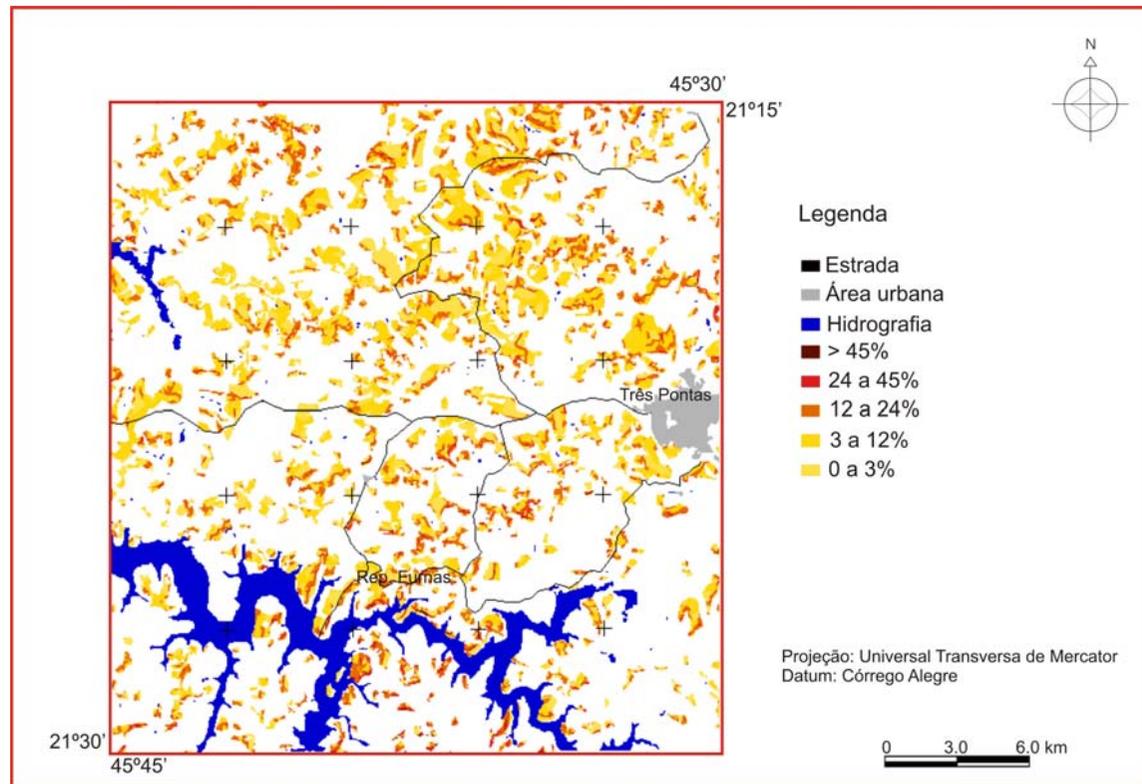


FIGURA 27 Mapa da distribuição da cultura cafeeira da área de estudo, nas classes de declividade, para o ano de 2007. Folha topográfica de Três Pontas (MG).

Para Kupper (1981), declividades maiores que 20% eliminam a viabilidade de tratorizar as culturas cafeeiras e se o proprietário tiver condições de cultivá-la em declives acentuados, maiores que 40%, com tratos culturais e manejos adequados, este não é considerado um fator limitante.

TABELA 12 Áreas da cultura cafeeira da área de estudo, nas classes de declividade, para os anos 1994, 2000 e 2007. Folha topográfica de Três Pontas (MG).

Cafeeiro/ declividade	Área 1994		Área 2000		Área 2007	
	hectares	%	hectares	%	hectares	%
0%-3%	1659,57	30,67	4362,82	31,39	5252,23	31,51
3%-12%	1973,96	36,48	5461,31	39,29	6331,33	37,99
12%-24%	1384,77	25,59	3285,07	23,63	4055,23	24,33
24%-45%	355,6	6,57	733,25	5,27	929,19	5,57
>45%	37,53	0,69	58,03	0,42	99,21	0,60
Total	5411,43	100,00	13900,48	100,00	16667,19	100,00

4.3.3.3 Área ocupada pela cultura cafeeira em relação às classes de solos

Nas figuras 28, 29 e 30, e na tabela 13 observa-se a distribuição das áreas cafeeiras nas classes de solos predominantes na área de estudo para os três anos analisados, com tendência de ocupação homogênea para os três anos. As maiores áreas de plantio se encontram nas classes de Latossolos Distróficos, seguidas pelas áreas de Nitossolos e Argissolos Eutróficos.

Os Latossolos (LVd, LVAd), mesmo apresentando uma fertilidade natural baixa, predominam em relevos plano e suave ondulado, evidenciando o cultivo dos cafeeiros, pois seu manejo torna-se menos oneroso e mais simples, além de possibilitar a utilização de mecanização.

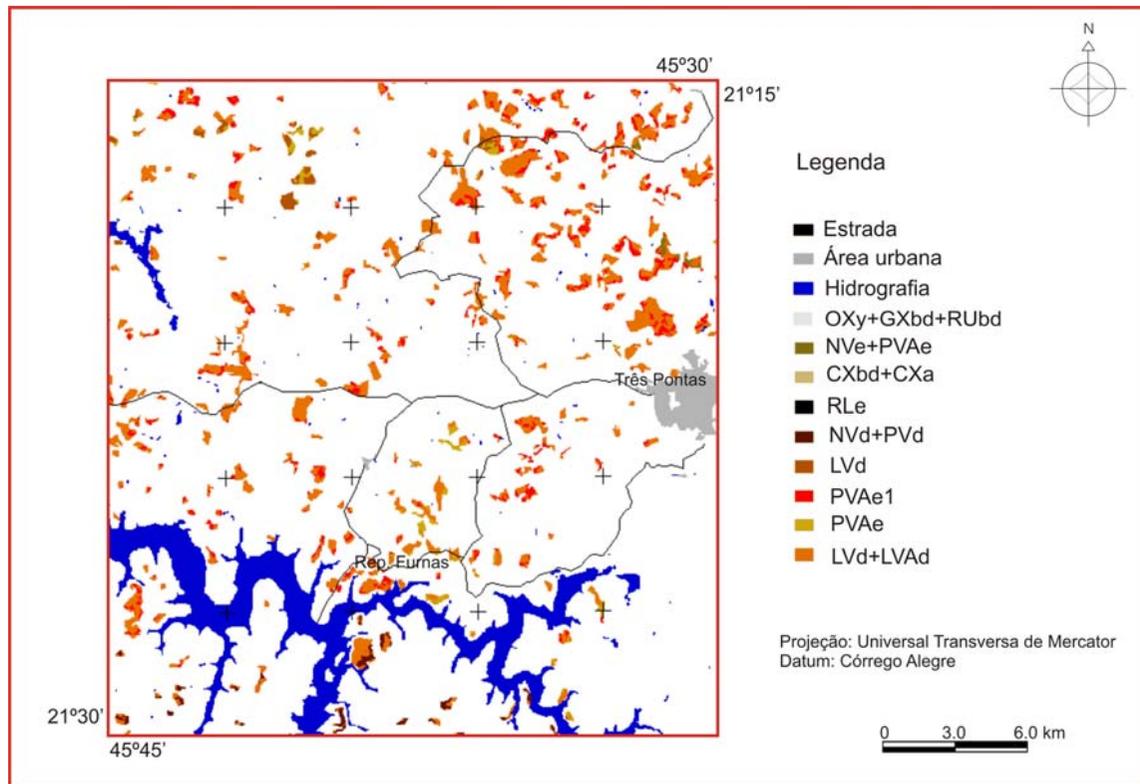


FIGURA 28 Mapa da distribuição da cultura cafeeira da área de estudo, nas classes de solos, para o ano de 1994. Folha topográfica de Três Pontas (MG).

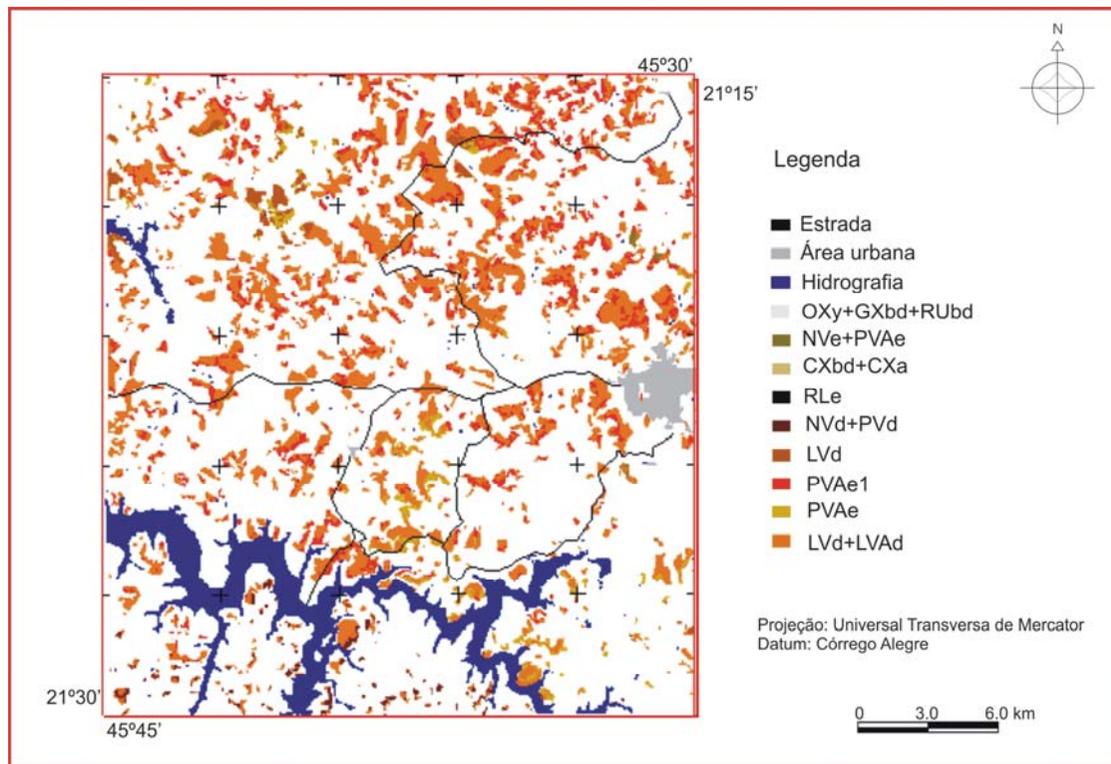


FIGURA 29 Mapa da distribuição da cultura cafeeira da área de estudo, nas classes de solos, para o ano de 2000. Folha topográfica de Três Pontas (MG).

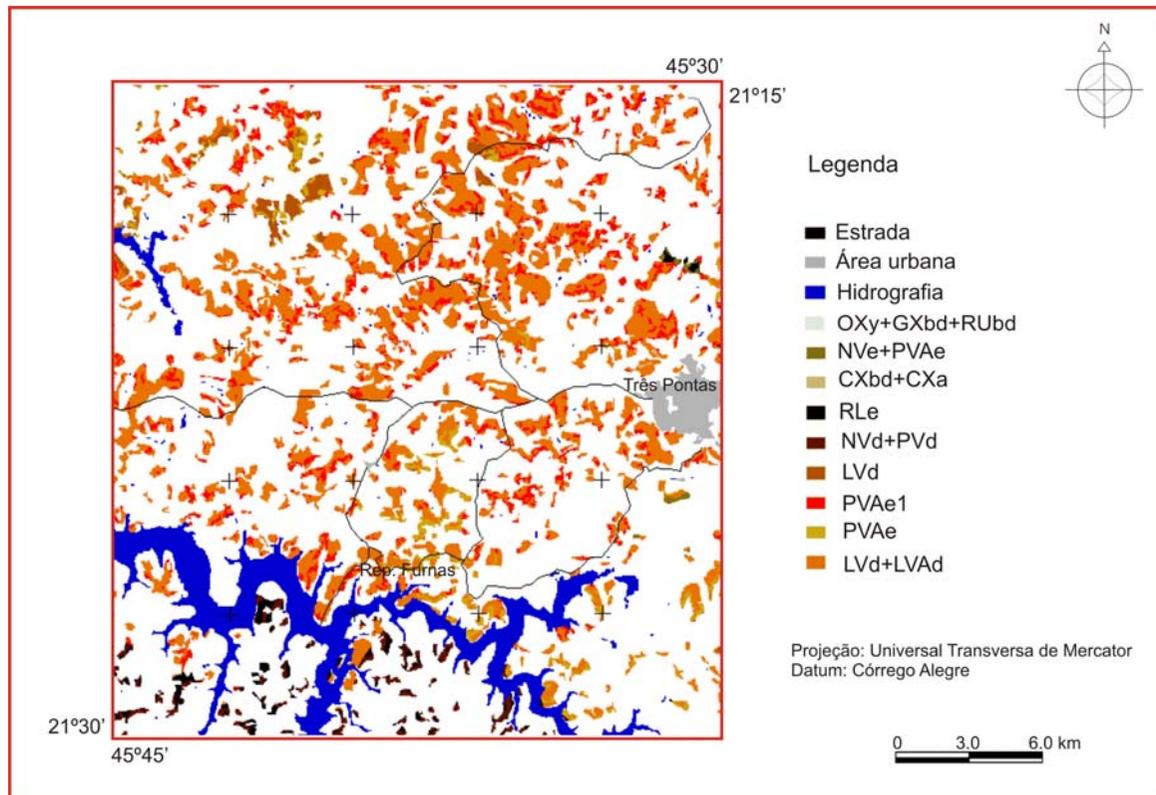


FIGURA 30 Mapa da distribuição da cultura cafeeira da área de estudo, nas classes de solos, para o ano de 2007. Folha topográfica de Três Pontas (MG).

A ocupação dos Nitossolos Vermelhos Eutróficos típicos (NVe) e dos Argissolos Vermelhos Eutróficos típicos (PVAe), mesmo considerando que o relevo varia de ondulado a forte ondulado, apresentam sua fertilidade natural mais elevada, favorecendo o plantio. Seu manejo fica mais restrito a práticas relacionadas com o relevo e a adoção de medidas de conservação dos solos, em que as linhas de plantio ficam protegidas dos processos erosivos.

Os Nitossolos Vermelhos Distróficos típicos (NVd) e os Argissolos Vermelho-Distróficos típicos (PVd) apresentam limitações em relação ao relevo e à fertilidade e mesmo os Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos (PVAe1) com presença de cascalhos apresentam áreas consideráveis, ocupadas com lavouras de café.

TABELA 13 Áreas ocupadas pela cultura cafeeira da área de estudo, em relação às classes de solos na área de estudo. Folha topográfica de Três Pontas (MG).

Cafeeiro/solos	Área 1994		Área 2000		Área2007	
	hectares	%	hectares	%	hectares	%
LVd+ LVAd	3619,94	66,89	9696,61	69,76	11098,93	66,59
PVAe	302,02	5,58	726,42	5,23	912,65	5,48
PVAe1	1056,38	19,52	2.585,28	18,60	3494,94	20,97
LVd	212,72	3,93	528,17	3,80	573,63	3,44
NVd+PVd	179,09	3,31	284,74	2,05	501,9	3,01
RLe	0	0,00	0	0,00	0	0,00
CXbd+CXa	0	0,00	26,49	0,19	21,29	0,13
OXY+GXbd+RUbd	0	0,00	11,29	0,08	0	0,00
NVe+PVAe	41,28	0,76	41,48	0,30	63,85	0,38
Total	5411,43	100	13900,48	100,00	16667,19	100,00

4.4 Aptidão agrícola das terras

Pelo mapeamento de solos obtido e seus atributos referentes às características químicas, físicas e morfológicas (Anexos B, C e D) e pelas especificações expressas no Sistema de Avaliação de Aptidão Agrícola das Terras, de acordo com Ramalho Filho & Beek (1995), para atribuição dos

graus dos fatores de limitação, tomando como base os valores estipulados no quadro guia referente ao clima tropical úmido (Tabela 14, Anexo F), obteve-se o mapeamento da aptidão agrícola das terras na área de estudo da Folha de Três Pontas, MG (Figura 31 e Tabela 15), com as seguintes classes:

2(ab)c - terras pertencentes às classes de aptidão RESTRITA, para o nível de manejo A e B e REGULAR, para o nível de manejo C;

2ab(c) - terras pertencentes à classe de aptidão RESTRITA, para os três níveis de manejo A, B e C;

3(a) - terras pertencentes à classe de aptidão RESTRITA, no nível de manejo A e inapta, para os níveis de manejo B e C;

4(p) - terras pertencentes à classe de aptidão RESTRITA para pastagem;

5n - terras com aptidão regular para pastagem;

5(s)n - terras com aptidão RESTRITA para silvicultura e REGULAR para pastagem;

6- terras sem aptidão para uso agrícola.

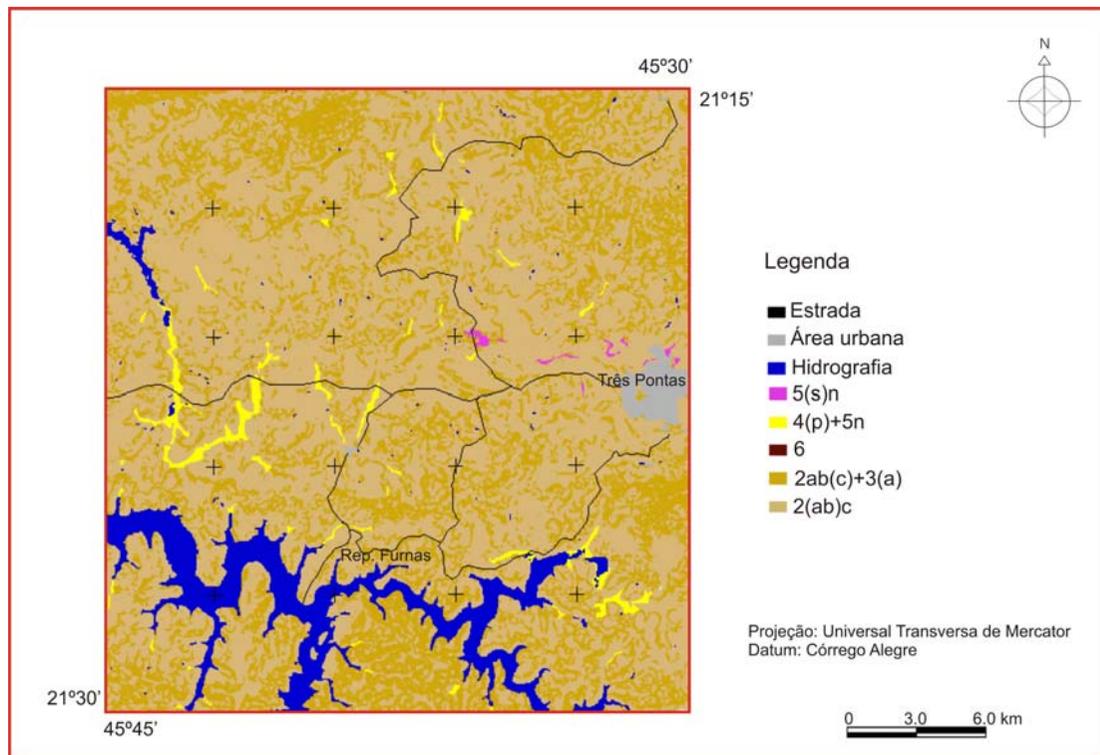


FIGURA 31 Mapa de aptidão agrícola das terras na área de estudo. Folha topográfica de Três Pontas (MG).

TABELA 14 Distribuição das áreas das classes de aptidão agrícola das terras, na área de estudo. Folha de Três Pontas (MG).

Aptidão agrícola das terras	Área	
	hectares	%
2(ab)c	48418,82	67,25
2ab(c)+3(a)	22304,55	30,98
4(p)+5n	1164,66	1,62
5(s)n	107,2826	0,15
6	4,68	0,01
Total	72000	100,00

A predominância da classe 2(ab)c na área de estudo, com 67%, corresponde às áreas ocupadas pelos Latossolos e Latossolos Vermelho-Amarelos distróficos (LVAd), limitadas, principalmente, pela baixa fertilidade e favorável à introdução de níveis tecnológicos mais expressivos, abrangendo classes de declive 0%-3% e 3%-12%.

A classe 2ab(c)+3(a) ocupa 31% da área de estudo, sendo a segunda maior área, correspondendo aos solos com horizonte B textural - Bt: Argissolos Vermelho-Amarelos eutróficos (PVAe e PVAe1), Argissolos Vermelho-distróficos (PVd), Nitossolos Vermelhos eutróficos (NVe) e Nitossolos Háplicos distróficos (NXd), predominando nas classes de declividade de 12%-24% e 24%-45%. A declividade e a presença de pedras nos perfis são os fatores limitantes para os solos com Bt eutróficos, representando maior susceptibilidade à erosão e impedimento à mecanização. Os solos com Bt distróficos apresentam, como fatores limitantes, a declividade acentuada e a baixa fertilidade.

A classe 5(s)n corresponde aos solos com B incipiente - Bi Cambissolos Háplicos distróficos (CXbd) e alumínicos (CXa), ocupando 0,15% da área de estudo. Estes solos possuem fertilidade natural extremamente baixa. Seu fator limitante para utilização agrícola é a fertilidade natural baixa, agravada pela topografia com declives acentuados e grande susceptibilidade à erosão. A espessura destes solos é reduzida ou média, com textura argilosa definindo uma permeabilidade mais lenta.

Apresenta propensão à erosão, havendo tendência para voçorocamento em decorrência do declive. Toda exploração agrícola nestes solos tem que ser realizada com cautela, selecionando-se áreas adequadas com relevos mais favoráveis.

A associação da classe 4(p)+5n com uma área de 1,6% foi associada devido ao fato de as áreas não serem diferenciadas no mapeamento de solos. Esta classe de aptidão agrícola das terras corresponde aos solos que predominam nas planícies sujeitas à inundação, Organossolo (OXy), Gleissolos (GX) e os Neossolos Flúvicos (RUbd). A principal limitação para os solos que predominam nas várzeas é o excesso de água, determinando má distribuição de oxigênio para a cultura e impedimento à mecanização devido à oscilação do lençol freático, além da fertilidade natural baixa do solo, aliada ao alto poder tampão. Os melhores aproveitamentos destes solos estão condicionados, principalmente, a um trabalho conjunto de controle do regime de águas por sistemas de drenagem e irrigação, com a finalidade de manter o nível de água mais ou menos constante, a correção da acidez e adubação orgânica e mineral.

A classificação 6 para os Neossolos Litólicos eutróficos representa uma área mínima em relação às outras classes. A principal limitação para esta classe está na presença de afloramentos rochosos, pequena profundidade efetiva do solo e declividade acentuada, que limitam o uso de mecanização e proporcionam susceptibilidade alta à erosão, requerendo manejos mais complexos para a sua utilização. A limitação por falta de água apresenta limitação ligeira, principalmente na época da seca. A presença de pedras ou cascalhos, nos primeiros 30-40 cm de solos, é considerada fator limitante ao uso de implementos agrícolas, pois aumenta o desgaste das ferramentas e diminui o volume de solo e, conseqüentemente, sua capacidade de armazenar água (Kupper, 1981).

4.5 Adequabilidade das terras para a cultura cafeeira na área de estudo

O mapa de distribuição da cultura cafeeira para o ano de 2007, de acordo com a classe de aptidão agrícola das terras, está apresentado na figura 32 e, na tabela 15, encontra-se a quantificação correspondente.

Com base nos resultados apresentados na tabela 15, constata-se que a cultura cafeeira predomina em áreas de classe de aptidão agrícola das terras 2(ab)c, com ocupação de 73%, com terras que pertencem às classes RESTRITA, para lavouras nos níveis de manejo A e B e REGULAR, para o nível de manejo C, predominando os Latossolos Vermelhos e Vermelhos Amarelos.

A cultura cafeeira na classe de aptidão agrícola das terras 2ab(c)+3(a) ocupa 26% da área de estudo, abrangendo classes de aptidão agrícola das terras para lavouras REGULAR, para os níveis de manejo A e B e RESTRITA, para o nível de manejo C, associada à classe RESTRITA para o manejo A e INAPTA para os níveis de manejo B e C - 2ab(c)+3(a). Nestas áreas predominam declives mais acentuados, com presença de pedregosidade ao longo do perfil e horizontes Bt (NVe, NXd, PVd e PVAe).

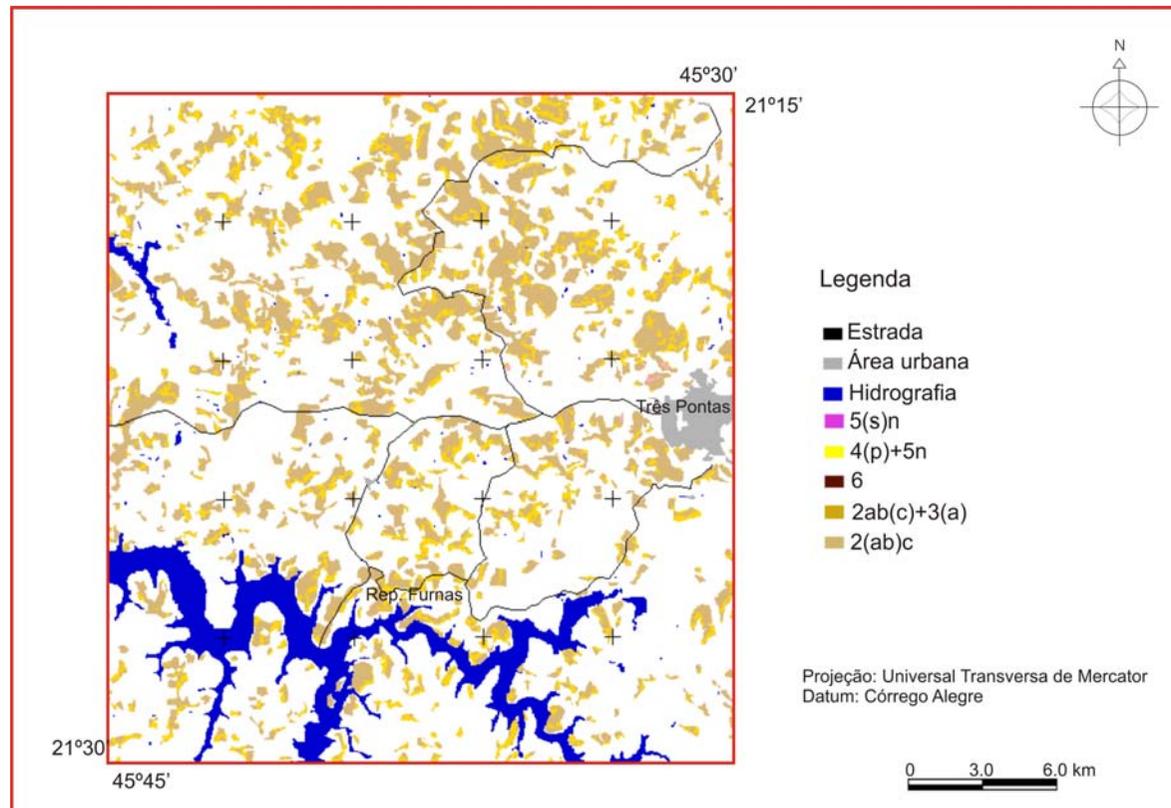


FIGURA 32 Mapa da distribuição da cultura cafeeira, para o ano de 2007, de acordo com a classe de aptidão agrícola das terras na área de estudo. Folha topográfica de Três Pontas (MG).

TABELA 15 Áreas da cultura cafeeira em relação às classes de aptidão agrícola das terras, na área de estudo. Folha topográfica de Três Pontas, MG.

Cafeeiro/aptidão agrícola das terras	Área	
	hectares	%
2(ab)c	12165,05	72,99
2ab(c)+3(a)	4478,77	26,87
4(p)+5n	2,16	0,01
5(s)n	21,21	0,13
6	0	0,00
Total	16667,19	100,00

Os cafeicultores, na região, fazem uso da mecanização, aração, gradagem e aplicação de insumos em suas lavouras, com possibilidade de utilização de colheita mecânica onde o relevo se apresenta mais favorável, como é o caso das áreas da cultura cafeeira que se encontram na classe de aptidão das terras 2(ab)c.

Em relação ao manejo utilizado na região, pelo que foi observado, tem-se o plantio em curvas de nível, com tratos culturais utilizando capinas manuais e mecanizadas, quando a declividade do terreno permite a entrada de máquinas. A adubação mais tradicional na região é a 20-5-20(NPK), utilizada como adubação básica e em condições nas quais todos os níveis de produtores utilizam. Em algumas propriedades, tradicionalmente, utiliza-se o supersimples na primeira adubação e mais duas de 20-5-20 (NPK), juntamente com aplicação de boro e zinco nos meses de outubro e março.

Também se faz o controle de pragas com herbicidas, introduzindo tecnologias que definem o nível de manejo regular para a classe 2(ab)c. Quanto à irrigação, a tecnologia vem sendo utilizada, apesar de não terem sido feitas pesquisas para comprovar os resultados, ainda por um número muito pequeno de produtores.

Dentre os fatores climáticos que influenciam o processo de produção de café estão, principalmente, a temperatura, a precipitação e, em menor

intensidade, os ventos, a umidade do ar e a luminosidade (Matiello et al., 2002). A ação climática ocorre diretamente sobre o cafeeiro e também sobre os outros organismos que compõem o ambiente da lavoura (pragas/doenças). Estes efeitos, interagindo sobre o crescimento e a produtividade das plantas, influenciam a qualidade e a produção do cafeeiro.

As temperaturas ótimas para o crescimento do cafeeiro jovem estão em torno de 30°C, durante o dia e 23°C, à noite (Kupper, 1981; Matiello et al., 2002). À medida que as plantas crescem, elas diminuem a necessidade de calor e, após um ano e meio de idade, as temperaturas ideais diurnas e noturnas, situam-se em torno de 23°C e 17°C, respectivamente. O pico de máximo da fotossíntese ocorre à temperatura de 24°C, tendo um decréscimo de 10% no processo, com o aumento de cada grau da temperatura. Na região predomina o clima Cwa, segundo a classificação de Köppen. Ou seja, é um clima mesotérmico com verões quentes e estação chuvosa, com temperaturas inferiores a 18°C, no mês mais frio e superiores a 22°C, nos meses mais quentes, se ajustando às necessidades da cultura cafeeira.

Temperaturas elevadas na face dos cafeeiros voltada para o sol da tarde em regiões mais quentes provocam escaldadura na folhagem, que fica com folhas claras, amareladas, esbranquiçadas e até queimadas. As temperaturas elevadas também estão associadas à baixa precipitação, que provoca escaldadura nas folhas, podendo chegar à necrose (Kupper, 1981).

As temperaturas baixas, menores que 2°C, acompanhadas de ventos frios e geada, levam à queima dos tecidos do cafeeiro. A região de estudo se encontra em altitudes acima de 850 metros, nas quais as áreas de culturas cafeeiras são expressivas, ocupando declives de 0% a 3%, caracterizando relevo plano e declives de 3% a 12%, caracterizando relevo suave ondulado, susceptível a geadas nas épocas mais frias do ano (Kupper, 1981).

A exigência do cafeeiro por umidade é bastante variável, de acordo com as fases do ciclo da planta (Matiello et al., 2002). No período de vegetação e frutificação, que vai de outubro a maio, o cafeeiro precisa de umidade no solo. Nesta época, na região, a estação chuvosa proporciona à cultura a umidade necessária para o seu desenvolvimento. Na fase de colheita e repouso, de junho a setembro, a necessidade é pequena e o solo pode ficar mais seco (até o ponto de murchar), sem grandes prejuízos para a planta. Na região, esta época seria o inverno e a precipitação é menos intensa. Uma deficiência hídrica nesse período chega mesmo a estimular o abotoamento do cafeeiro, conduzindo, ainda, uma florada mais uniforme, quando no reinício das chuvas.

A ação dos ventos constantes provoca danos nas folhas e nos ramos novos do cafeeiro. As folhas ficam corroídas com bordas dilaceradas e deformadas. As margens das folhas novas e a ponta dos ramos são queimadas pelos ventos frios. Ocorre queda de folhas, mais evidente nas faces batidas por ventos. As plantas apresentam a copa deformada, envergada para um lado, sobrevivendo brotações em sua base (Kupper, 1981; Matiello et al., 2002).

O solo, pelas suas características físicas, químicas e morfológicas, deve fornecer suporte adequado ao cafeeiro, influenciando diretamente sobre o volume e a profundidade das raízes e condicionando melhor desenvolvimento e produção na parte aérea da planta (Matiello et al., 2002). É importante no solo a disponibilidade de água, de ar e de nutrientes. A água e o ar dependem das condições físicas e os nutrientes, das condições químicas e biológicas do solo. A constituição física do solo pode ser influenciada interna e externamente. Externamente, o relevo tem influência direta na cafeicultura, assim como as áreas com presença de pedras. Cascalho em grandes quantidades reduz a massa do solo deixando-o extremamente drenado, dificultando o desenvolvimento das raízes. Internamente, tem-se a textura, com influência direta sobre a retenção de nutrientes, a capacidade de armazenamento, a liberação e a infiltração da água, o

arejamento do solo, a temperatura da superfície do solo e a resistência à erosão. Os solos excessivamente argilosos - >50% de argila - e com estrutura que dificulta o desenvolvimento das raízes não são indicados para o café. Os solos com textura média são os mais favoráveis ao desenvolvimento das raízes dos cafeeiros.

A estrutura exerce influência sobre o armazenamento de água e de nutrientes no solo. O problema de adensamento no cafezal tem influência no desenvolvimento de raízes que se encurvam e crescem horizontalmente, logo acima da camada adensada. Em relação à profundidade do solo, o cafeeiro necessita de 1,5 metro de profundidade do solo, com boas condições de textura e estrutura que seria para manter um sistema radicular suficiente. A porosidade influencia o desenvolvimento das raízes, o armazenamento de água e ar no solo e a perda de nutrientes por infiltração. As raízes do cafeeiro precisam de um bom arejamento no solo, pois se desenvolvem melhor em meio oxidante. As classes de solos predominantes na região apresentam as características necessárias que o cafeeiro necessita para seu desenvolvimento (Anexos B, C e D), desde que sejam conduzidos manejos adequados e práticas de controle de erosão.

A área de estudo apresenta as características necessárias para o desenvolvimento econômico da cultura cafeeira e, de acordo com a avaliação da aptidão agrícola, há condições de introduzir manejos planejados e sustentáveis.

5 CONCLUSÕES

A geotecnologia demonstrou ser uma ferramenta eficaz e rápida para a elaboração dos diferentes mapas que caracterizaram a região com ênfase na cafeicultura.

Pela metodologia utilizada foi possível quantificar e avaliar as áreas aptas a cafeicultura eficiente e produtiva, deixando evidente o aumento das áreas ocupadas com cafeeiros, o que demonstra sua importância econômica na região.

A modelagem proposta permitiu o aperfeiçoamento do mapeamento dos solos da região como subsídios tanto ao conhecimento, atualização e detalhamento destes, quanto para análise das condições edafambientais com a finalidade de planejamento.

A aptidão agrícola das terras demonstrou que a ocupação das terras com cafeeiros ocorrem em áreas com relevo mais favorável ao manejo e a utilização de mecanização. As terras são aptas ao cultivo, necessitando de medidas preventivas quanto ao potencial de degradação dos solos.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMI, M.; MOREIRA, M. A.; RUDORFF, B. F. T. Avaliação do tamanho da amostras de segmentos regulares para estimar a área plantada com café na região do sul de Minas Gerais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., 2007, Florianópolis. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2007. p. 15-20.

ALVES, H. M. R.; LACERDA, M. P. C.; VIEIRA, T. G. C. Caracterização de agroecossistemas cafeeiros em regiões produtoras de Minas Gerais por meio do geoprocessamento. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas. **Anais...** Brasília, DF: CBP&D/Embrapa Café, 2000. p. 11-14.

ALVES, H. M. R.; VIEIRA, T. G. C.; BERTOLDO, M. A. Avaliação de ambientes cafeeiros de Minas Gerais: parte I: Machado. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 3., 2003, Porto Seguro. **Anais...** Brasília, DF: CBP&D/Embrapa Café, 2003a. p. 55-56.

ALVES, H. M. R.; VIEIRA, T. G. C.; BERTOLDO, M. A. Avaliação de ambientes cafeeiros de Minas Gerais: parte II: Machado. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 3., 2003, Porto Seguro. **Anais...** Brasília, DF: CBP&D/Embrapa Café, 2003b. p. 56-57.

ALVES, H. M. R.; VIEIRA, T. G. C.; BERTOLDO, M. A.; SOUZA, V. C. O.; BERNARDES, T. Evolução de áreas cafeeiras na região de São Sebastião do Paraíso, MG, em relação ao uso da terra e às classes de solos, utilizando o sistema de informação geográfica SPRING. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 30., 2004, São Lourenço. **Anais...** Varginha: Fundação Pró-café, 2004. p. 335-336.

AMARAL, F. C. **Mapa de aptidão agrícola das terras de Minas Gerais**. Belo Horizonte: Secretaria de Estado da Agricultura, 1993. 1 mapa. Escala 1:1.000.000.

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, 27., 1998, Poços de Caldas. **Anais...** Lavras: UFLA, 1998. p. 442-443.

ARAÚJO, M. H. S. **Diagnostico de uso e aptidão das terras da região de Una, BA, utilizando técnicas de geoprocessamento**. 1997. 103 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

ASSAD, E. D.; SANO, E. E. **Sistema de informação geográficas: aplicações na agricultura**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa-SPI/Embrapa-CPAC, 1998. 434 p.

ASSAD, M. L. L. Sistema de informações geográficas na avaliação da aptidão agrícola das terras. In: ASSAD, E. D.; SANO, E. E. **Sistema de informação geográfica: aplicações na agricultura**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1993. 274 p.

ASSAD, M. L. L. Uso do sistema de informação geográfica na determinação da aptidão agrícola das terras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 19, p. 133-139, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO CAFÉ. **O café brasileiro na atualidade**. 2007. Disponível em: <http://.abic.com.br/scafe_historia.htm#atualidades>. Acesso em: 10 maio 2007.

BERTOLDO, M. A. **Características de redes de drenagem em sub-bacias de 3 ordem e amostras circulares de três solos do reservatório de Furnas-MG**. 1985. 76 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.

BERTOLDO, M. A.; ANDRADE, H.; VIEIRA, T. G. C.; ALVES, H. M. R.; SOUZA, V. C. O.; SANTOS, N. B. Uso do geoprocessamento e modelagem para detalhamento do mapa de solos na região de Três Pontas, sul de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 30., 2005, Recife. **Anais...** Recife: UFPE, 2005. CD-ROM.

BERTOLDO, M. A.; VALÉRIO FILHO, M.; BASTOS, R. A. de B.; PEDROSA, S. R. Uso do geoprocessamento e modelagem para detalhamento do mapa de solos da bacia hidrográfica do Ribeirão Fartura no município de Paraibuna-SP. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., 2007, Florianópolis. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2007. p. 2331-2337.

BERTOLDO, M. A.; VIEIRA, T. G. C.; ALVES, H. M. R.; OLIVEIRA, M. L. R.; MARQUES, H. S. Caracterização da cultura cafeeira em relação às classes de solos e declividade utilizando técnicas de geoprocessamento na região de São Sebastião do Paraíso. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 11., 2003, Belo Horizonte. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2003. p. 33-38.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Centro Nacional de Ensino e Pesquisas Agronômicas. **Levantamento de reconhecimento dos solos da região sob influência do reservatório de Furnas**. Rio de Janeiro, 1962. 462 p. Boletim do Serviço Nacional de Pesquisas Agronômicas. Contribuição à carta de solos.

CÂMARA, G.; SOUZA, R. C. M.; FREITAS, V. M.; GARRIDO, I.; MITSUO, F. SPRING: integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. **Computers & Graphics**, v. 20, n. 3, p. 395-403, May/June 1996.

CAMPOS, D. S.; QUEIRÓS, D. M. de; PINTO, F. A. C.; SANTOS, N. T. Determinação da variabilidade espacial da produtividade na cafeicultura de montanha com uso de imagens aéreas orbitais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. p. 65-72.

CÁRDENAS, F. P. A.; ANDRADE, F. S.; MENESES, P. R. **Elaboração de cartas de vulnerabilidade natural à erosão com o uso de sistemas de informações geográficas**. 1999. Disponível em: <<http://www.geologiabrasil.hpg.ig.com.br/ambiental/elaboracao.htm>>. Acesso em: 10 maio 2004.

CARVALHO, F. A. de; LACERDA, M. P. C. Caracterização da adequação do uso agrícola das terras no Distrito Federal. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., 2007, Florianópolis. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2007. p. 119-124.

CEZAR, E.; NANNI, M. R.; CHICATI, M. L. Comparação de três levantamentos de solos independentes por meio de sistema de informações geográficas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., 2007, Florianópolis. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2007. p. 119-124.

CETEC. Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais. **Diagnóstico ambiental do estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte, 1983. v. 1, 160 p. (Série de publicações técnicas, 10).

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de Café: safra 2008, segunda estimativa**. Brasília, DF, 2008. 18 p.

CROSTA, A. P. **Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto**. Campinas: Unicamp, 1993. 170 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. 2. ed. rev. e atual. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF, 2006. 412 p.

DAY, P. R. Particly fractionation and particle size analyse. In: BLACK, C. A. (Ed.). **Methods of soil analyses physical and mineralogical properties, including statistics of measurement and sampling**. Madison: American Society of Agronomy, 1965. p. 545-566. (Monograph, 9).

ENGELEN, V. W. P. van. The world soils and terrain database. In: SUMNER, M. E. (Ed.). **Handbook of soil science**. Boca Raton: CRC, 1999. p. H19-H28.

EPIPHANIO, J. C. N.; LEONARDI, L.; FORMAGGIO, A. R. Relações entre parâmetros culturais e resposta espectral de cafezais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 3, p. 439-447, 1994.

FREITAS FILHO, M. R.; MEDEIROS, J. S. Análise multitemporal da cobertura vegetal em parte da Chapada do Araripe - CE, utilizando técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 7., 1993, Curitiba. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 1993. p. 73-80.

GOMES, E. C. B.; LEITE, F. R. B.; CRUZ, M. L. B. Aptidão agrícola das terras através de sistema de informações geográficas, Folha S.B.24-X-A-I-4-Barreira. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 7., 1993, Curitiba. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 1993. p. 132-139.

HILWIG, F. W.; GOOSEN, D.; KATSIERIS, D. Preliminary results of the interpretation of ERTS-1 imagery for a soil survey of the Mérida Region, Spain. **ITC Journal**, v. 3, p. 289-312, 1974.

INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ-GERCA. **Cultura de café no Brasil: manual de recomendações**. 4. ed. Rio de Janeiro, 1981. 503 p.

INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTA. **Cobertura vegetal e uso do solo do estado de Minas Gerais**. 1994. Disponível em: <www.ief.mg.gov.br>. Acesso em: 12 maio 2004.

JACOMINE, P. K. T. **A nova versão do sistema brasileiro de classificação de solos (SiBCS)**. Disponível em: <<http://www.cnps.embrapa.br/sibcs/download/ata10.pdf>>. Acesso em: 5 jul. 2006.

KUPPER, A. **Fatores climáticos e edáficos na cultura cafeeira**. Piracicaba: Instituto da Potassa & Fosfato; Instituto Internacional da Potassa, 1981.

KURKDJIAN, M. L. N. de O.; VALÉRIO FILHO, M.; VENEZIANI, P.; PEREIRA, M. N.; FLORENZANO, T. G.; ANJOS, S. F. P. dos; OHARA, T.; DONZELLI, P. L.; ABDON, M. de M.; SAUSEN, T. M.; PINTO, C. E. dos; BERTOLDO, M. A.; BLANCO, J. G.; CZORDAS, S. M. **Macrozoneamento da região do Vale do Paraíba e Litoral Norte do Estado de São Paulo**. São José dos Campos: CODIVAP; INPE, 1992. 191 p.

LACERDA, M. P. C. **Correlação geo-pedologica em solos B texturais na região de Lavras, MG**. 1999. 257 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

LARACH, J. O. I. Usos de levantamento de solo: levantamento e classificação de solos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 9, n. 105, set./out. 1993. p. 26-44.

LEMOS, R. C. de; SANTOS, R. D. dos. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 3. ed. Campinas: SBCS/CNPS, 1996. 84 p.

LEONARDI, L. **Influência de parâmetros culturais de cafezais sobre os dados TM/Landsat-5**. 1990. 171 f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São Jose dos Campos, 1990.

LEONARDI, L.; EPIPHANIO, J. C. N.; FORMAGGIO, A. R. **Abordagem sobre alguns aspectos da relação entre parâmetros culturais do café e a resposta espectral do dossel cafeeiro**. São Jose dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1991.

LUEDER, D. R. **Aerial photographic interpretation, principles and applications**. New York: MacGraw-Hill Boock, 1959. 462 p.

MACHADO, M. L. **Caracterização de agroecossistemas cafeeiros da Zona da Mata de Minas Gerais, usando sensoriamento remoto e sistemas de informação geográficas**. 2002. 137 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

MANZOLI JÚNIOR, W. Análise de amostras circulares por fotointerpretação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27., 1998, Poços de Caldas. **Anais...** Lavras: UFLA-DEG, 1998. p. 359-361.

MARQUES, H. S. **Uso de geotecnologia no estudo de relações entre solos, orientação de vertentes e o comportamento espectral de áreas cafeeiras em**

Machado, Minas Gerais. 2003. 82 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

MARQUES, H. S.; BERTOLDO, M. A.; ANDRADE, H.; ALVES, H. M. R.; VIEIRA, T. G. C.; OLIVEIRA, M. L. R. Mapeamento das classes de solos na região de Machado - MG, a partir da correlação entre solos e relevo, utilizando técnicas de geoprocessamento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 11., 2003, Belo Horizonte. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2003. p. 169-172.

MATIELLO, J. B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A. W. R.; ALMEIDA, S. R.; FERNANDES, D. R. **Cultura do café no Brasil.** Varginha: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento; SARC/PROCAFÉ; SPAE/DECAF; Fundação Pró-café, 2002. 387 p.

MATIELLO, J. B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A. W. R.; ALMEIDA, S. R.; FERNÁNDEZ, D. R. **Cultura de café no Brasil: novo manual de recomendações.** Varginha: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento; SARC/PROCAFÉ; SPAE/DECAF; Fundação Pró-café, 2005. 438 p.

MOREIRA, M. A.; ADAMI, M.; RUDORFF, B. F. T. Análise espectral e temporal da cultura do café em imagens Landsat. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 3, p. 223-231, mar. 2004.

MORELLI, A. F.; PINHEIRO JÚNIOR, O. J.; MEIRA, M. B.; CROSSETTI, M. L. Uso integrado das técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento no planejamento e gerenciamento do uso do solo na Fazenda Ressaca - Cáceres – MT. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 8., 1996, Salvador. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 1996. p. 211-213.

MOURA, L. C. **A ocupação espaço-temporal dos cafezais no município de Machado no sul de Minas Gerais:** a relação entre a aptidão agrícola da terra e seu uso na atividade cafeeira. 2007. 117 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

MOURA, V.; SIMIÃO, S. A. Sensoriamento remoto e Sistema de Informação Geográfica (SIG) na caracterização da viabilidade agrícola no município de Acorizal-MT. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 10., 2001, Foz do Iguaçu. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2001. p. 131-133.

NOVO, E. M. L. de M. Utilização de dados de sensoriamento remoto em estudos ambientais. **Revista Geografia**, São Paulo, v. 13, n. 25, p. 43-51, 1988.

OLIVEIRA, M. L. Controladores de fluxo com DGPS para máquinas de pulverização. **Revista Campo & Negócios**, São Paulo, v. 5, p. 53-55, nov. 2007.

ORTIZ, M. J.; RODRIGUES, D. M. S.; MACHADO, M. M.; COVRE, M.; BRAGA, E. A.; SOARES, C. C.; FARIA, K. Implantação do sistema de monitoramento da cobertura vegetal e do uso do solo do estado de Minas Gerais, Brasil, utilizando técnicas de sensoriamento remoto e Sistema de Informações Geográficas (SIG). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 8., 1996, Salvador. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 1996. p. 547-550.

PEDROSA-SOARES, A. C.; DARDENE, M. A.; HASUI, Y.; CASTRO, F. D. C. de; CARVALHO, M. V. A. de. **Nota explicativa dos mapas geológicos, metalogenético, e de ocorrências minerais do Estado de Minas Gerais:** escala 1:1.000.000. Belo Horizonte: COMIG, 1994. 97 p.

PEREIRA, N. R.; SCHUBACK, P. A.; CARVALHO JÚNIOR, A. Uso de técnicas de geoprocessamento na detecção de áreas de incompatibilidade de uso, com base na aptidão agrícola das terras e uso atual: estudo aplicado no município de Eng. Paulo de Frontin - RJ. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 9., 1998, Santos. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 1998. p. 59-69.

PFEIFER, R. M. **Aplicabilidade de produtos sensores remotos na caracterização fisiográfica.** 1995. 215 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, SP.

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

RESENDE, R. J. T. P. de. **Caracterização do meio físico de áreas cafeeiras do sul de Minas Gerais por meio do SPRING.** 2000. 120 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

ROCHA, A. da; RICHTER, E. H.; SOUZA, S. R. B. P. de; MORELLI, A. F.; PEREIRA JÚNIOR, O. J. Utilização de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento para avaliação da evolução do uso do solo em área de proteção ambiental: um estudo de caso. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE

SENSORIAMENTO REMOTO, 8., 1996, Salvador. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 1996. p. 351-361.

SACRAMENTO, G. H. **Estudo da variabilidade espacial dos solos em função dos fatores de formação**. 2000. 47 f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade de Brasília, Brasília, DF.

SANO, E. E.; ASSAD, E. D.; MOREIRA, L.; MACEDO, J.; STONER, E. **Utilização do SGI/INPE na caracterização ambiental dos campos experimentais do CPAC/Embrapa**. São Paulo: USP, 1990.

SANTANA, D. P. A importância da classificação dos solos e do meio ambiente na transferência de tecnologia: levantamento e classificação de solos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 9, n. 105, p. 80-82, set./out. 1983.

SILVA, M. T. G. **Utilização de geotecnologias no levantamento e adequação do uso dos solos na Bacia do Rio João Leite-Goiânia**. 2003. 125 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de Brasília, Brasília, DF.

SOARES, D. M. de; FREITAS, M. W. D. de; ARRAUT, E. M. Análise comparativa entre imagens dos sensores CCD/CBERS2 e ETM+ na classificação da cobertura vegetal no semi-árido brasileiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. p. 1091-1098.

TRÊS PONTAS. **Três Pontas**. Disponível em:
<http://pt.wikipedia.org/wiki/Tr%C3%AAs_Pontas>. Acesso em: 6 maio 2007.

VALÉRIO FILHO, M. **Parâmetros da drenagem e do relevo na caracterização de solos e suas relações fotointerpretativas em imagens de pequena escala**. 1984. 141 f. Tese (Doutorado em Ciência do solo) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP.

VALÉRIO FILHO, M.; CASTRO, A. G. de; PINTO, S. A. F.; BERTOLDO, M. A. Avaliação multitemporal do uso da terra através de um sistema de informações geográficas. In: CONGRESSO BRASILEIRO E ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA SOBRE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 8., 1998, Londrina. **Caderno de resumos...** Londrina: UEPR, 1998. p. 81.

VALÉRIO FILHO, M.; HIGA, N. T.; CARVALHO, V. C. **Avaliação das imagens orbitais (LANDSAT-1) como base para o levantamento de solos**.

1976. 276 f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São Jose dos Campos, SP.

VALÉRIO FILHO, M.; PINTO, S. A. F. Imagens orbitais aplicadas ao levantamento de dados do meio físico: contribuição ao planejamento de microbacias hidrográficas. In: CONGRESSO BRASILEIRO E ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA SOBRE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 8., 1996, Londrina. **Caderno de resumos...** Londrina: UEPR, 1996. p. 77-94.

VETTORI, L. **Métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Embrapa/SNLS, 1969. CD-ROM.

VICENT, R. K. Expanding horizons for geological applications of multispectral and hyperspectral remote sensing data. In: INTERNATIONAL CONFERENCE, APPLIED GEOLOGIC REMOTE SENSING, 13., 1999, Vancouver. **Proceedings...** Canada: British Columbia, 1999. v. 1, p. 33-40.

VIEIRA, T. G. C.; ALVES, H. M. R.; BERTOLDO, M. A. Mapeamento de áreas cafeeiras de Minas Gerais por imagem de satélite: parte III: São Sebastião do Paraíso. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 3., 2003, Porto Seguro. **Anais...** Brasília, DF: CBP&D/Embrapa Café, 2003a. p. 71-72.

VIEIRA, T. G. C.; ALVES, H. M. R.; BERTOLDO, M. A. Mapeamento de áreas cafeeiras de Minas Gerais por imagem de satélite: parte I: Patrocínio. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 3., 2003, Porto Seguro. **Anais...** Brasília, DF: CBP&D/Embrapa Café, 2003b. p. 69-70.

VIEIRA, T. G. C.; ALVES, H. M. R.; BERTOLDO, M. A. Mapeamento de áreas cafeeiras de Minas Gerais por imagem de satélite: parte II: Machado. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 3., 2003, Porto Seguro. **Anais...** Brasília, DF: CBP&D/Embrapa Café, 2003c. p. 70-71.

VIEIRA, T. G. C.; ALVES, H. M. R.; BERTOLDO, M. A.; SOUZA, V. C. O.; BERTOLDO, M. A. Uso de geotecnologias na avaliação espaço-temporal das principais regiões cafeeiras de Minas Gerais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. p. 313-320.

WESTIN, F. C.; FRAZEE, C. J. Landsat data, its use in a soil survey program. **Soil Science Society of American Journal**, Madison, v. 40, p. 81-89, 1976.

ZERMIANI, M. J. T.; NANNI, M. R.; COMUNELLO, E.; DEMATTÊ, J. A. M.
Analysis of the occupation and land use in medium terrace of Paraná river-
Brasil by GIS and remote sensing. In: INTERNATIONAL CONFERENCE,
APPLIED GEOLOGIC REMOTE SENSING, 13., 1999, Vancouver.
Proceedings... Canada: British Columbia, 1999. v. 2, p. 161-167.

ANEXOS

	Página
ANEXO A Modelo do cruzamento para a obtenção da legenda do mapa de solos na escala 1:50.000, na área de estudo. Folha de Três Pontas (MG).....	97
ANEXO B Propriedades químicas dos perfis dos solos na área de estudo. Folha de Três Pontas (MG).....	99
ANEXO C Propriedades físicas dos perfis dos solos na área de estudo. Folha de Três Pontas (MG).....	105
ANEXO D Caracterização morfológica dos perfis na área de estudo. Folha de Três Pontas (MG).....	111
ANEXO E Coordenadas dos perfis checados em campo na área de estudo. Folha de Três Pontas (MG).	136
ANEXO F Quadro guia da aptidão agrícola das terras para a região tropical úmida (Ramalho filho & Beek, 1995).....	138
Anexo G Modelo de manejo proposto por Ramalho Filho & Beek (1995).....	139

ANEXO A - Modelo do cruzamento para a obtenção da legenda do mapa de solos na escala 1:50000, na área de estudo. Folha de Três Pontas, MG.

Mapa de Solos 1:250.000	Classes de Declive (%)	Legenda Preliminar de Solos 1:50.000
Latossolo Vermelho Escuro fase floresta tropical sempre verde (LVE/sv)	0 - 3	Latossolos Vermelhos (LV)/Latossolos Vermelho-Amarelos (LVA) Organossolos+Gleissolos+Neossolos Flúvicos (O+G+RU)
	3 -12	Latossolos Vermelhos/Latossolos Vermelho-Amarelos
	12 - 24	Argissolos Vermelho-Amarelos (PVA) Nitossolos (N)
	24 - 45	Argissolos Vermelho-Amarelos (PVA) Nitossolos (N) Cambissolos Háplicos (CX) + Neossolos Litólicos (RL)
	>45	Neossolos Litólicos
Latossolo Vermelho Escuro Húmico fase floresta tropical sempre verde (LVEH/sv)	0 - 3	Latossolos Vermelhos/Latossolos Vermelho-Amarelos Organossolos+Gleissolos+Neossolos Flúvicos
	0 – 3 acima 950 m	Latossolos Vermelhos/Latossolos com horizonte A húmico
	3 -12	Latossolos Vermelhos/Latossolos Vermelho Amarelos
	3 –12 acima 950 m	Latossolos Vermelhos/Latossolos com horizonte A húmico
	12 - 24	Argissolos Vermelho-Amarelos Nitossolos
	24 - 45	Argissolos Vermelho-Amarelos Nitossolos Cambissolos Háplicos + Neossolos Litólicos
	>45	Neossolos Litólicos

...continua...

Podzólico Vermelho Amarelo variação rasa cascalhenta (PVA/rc)	0 - 3	Latossolos Vermelhos/Latossolos Vermelho-Amarelos) Organossolos+Gleissolos+Neossolos Flúvicos
	3 -12	Latossolos Vermelhos/Latossolos Vermelho-Amarelos
	12 - 24	Podzólicos Vermelho-Amarelos Nitossolos
	24 - 45	Podzólicos Vermelho-Amarelos (PVA) Nitossolos Cambissolos Háplicos + Neossolos Litólicos
	>45	Neossolos Litólicos (RL)
Podzólico Vermelho Amarelo fase floresta tropical sempre verde (PVA/sv)	0 - 3	Latossolos Vermelhos/Latossolos Vermelhos Amarelos Organossolos+Gleissolos+Neossolos Flúvicos
	3 -12	Latossolos Vermelhos/Latossolos Vermelhos Amarelos
	12 - 24	Podzólicos Vermelho-Amarelos (PVA) Nitossolos
	24 - 45	Podzólicos Vermelhos Amarelos Nitossolos Cambissolos Háplicos+ Neossolos Litólicos
	>45	Neossolos Litólicos
Solos Hidromórficos (Hi)	0 - 3	Latossolos Vermelhos/Latossolos Vermelho-Amarelos Organossolos+Gleissolos+Neossolos Flúvicos
	3 -12	Latossolos Vermelhos/Latossolos Vermelho-Amarelos
	12 - 45	Nitossolos
Solos Brunos Ácidos (SBA)	0 - 3	Latossolos Vermelhos/Latossolos Vermelho-Amarelos Organossolos+Gleissolos+Neossolos Flúvicos
	3 -12	Latossolos Vermelhos/Latossolos Vermelho-Amarelos
	12 - 45	Podzólicos Vermelho-Amarelos Cambissolos Háplicos + Neossolos Litólicos
Terra Roxa Estruturada (TRE)	0 - 3	Latossolos Vermelhos/Latossolos Vermelho-Amarelos Organossolos+Gleissolos+Neossolos Flúvicos
	3 -12	Latossolos Vermelhos/Latossolos Vermelho-Amarelos
	12 - 45	Nitossolos (N)
	> 45	Neossolos Litólicos (RL)
Afloramento Rochoso (AR)	12 - 45	Podzólicos Vermelho-Amarelos
	> 45	Neossolos Litólicos

ANEXO B. Propriedades químicas dos perfis dos solos na área de estudo. Folha de Três Pontas (MG).

Perfil 1 - ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS Eutróficos típicos (PVAe)

Hor.	Prof. cm	pH	P	K	Ca	Mg	Al	Al+H	SB	(t)	(T)	V	m	C	Fe ₂ O ₃
		(H ₂ O)	mgdm ⁻³	cmol _c dm ⁻³			cmol _c dm ⁻³					%	%		
A ₁	0-15	5,5		0,2	9,5	2,23		5,38	11,96		17,34	69		2,04	7,54
A ₃	15-20	5,5		0,1	7,5	2,14		3,33	9,79		13,12	75		1,38	7,58
B ₁	20-50	5,7		0,08	7,2	2,22		2,47	9,57		12,04	80		0,57	8,73
B ₂₁	50-60	5,8		0,13	7,6	2,67		2,07	10,51		12,58	84		0,5	10,01
B ₂₂	60-100	6,1		0,027	6,9	3,44		1,87	10,73		12,6	85		0,36	11,69
B ₃	100-+130	6		0,28	8	5,05		1,87	13,42		15,29	88		0,29	12,55

Fonte: Brasil (1962).

66

Perfil 2 - ARGISSOLOS VERMELHOS Distróficos típicos (PVd)

Hor.	Prof. cm	pH	P	K	Ca	Mg	Al	Al+H	SB	(t)	(T)	V	m	C	Fe ₂ O ₃
		(H ₂ O)	mgdm ⁻³	cmol _c dm ⁻³			cmol _c dm ⁻³					%	%		
A ₁	0-7	5,4		0,32	4			4,17	4,42		8,59	52		1,15	6,3
B ₁	7-30	5,2		0,18	1,89			3,17	2,95		6,12	48		0,44	8,84
B ₂₂	30-75	5,1		0,06	1,68			3,89	1,74		5,63	31		0,36	7,15
B ₂₃	75-105	4,9		0,1	1,25			13,67	1,32		4,99	27		0,3	7,44
B ₃	105-145	5		0,09	0,59			3,27	1,54		4,81	32		0,25	7,04
C	145-160	4,9		0,19	1,53			2,05	2,74		4,79	57		0,15	5,62
D	160-190+	4,8		0,17	1,30			2,56	1,52		4,08	37		0,21	4,7

...continua...

Perfil 3 - LATOSSOLOS VERMELHOS Distróficos típicos (LVd)

Hor.	Prof. cm	pH	P	K	Ca	Mg	Al	Al+H	SB	(t)	(T)	V	m	C	Fe ₂ O ₃
		(H ₂ O)	mgdm ⁻³	cmol _c dm ⁻³				cmol _c dm ⁻³				%	%		
A ₁	0-25	4,3		0,09	0,5			11,09	0,59		11,68	5		2,42	8,24
A ₃	25-45	4,3		0,02	0,3			7,92	0,36		9,28	4		1,41	8,31
B ₁₁	45-70	4,8		0,01	0,4			6,88	0,39		7,27	5		1,05	8,53
B ₁₂	70-110	5,3		0,02	0,7			6,25	0,79		7,04	11		0,91	8,53
B ₂	110-200	5,8		0,03	0,3			4,17	0,38		4,55	8		0,49	8,94
B ₃₁	200-340	6,3		0,04	0,4			2,69	0,46		3,15	15		0,34	8,66
B ₃₂	340-570	6,7		0	0,3			1,65	0,28		1,93	15		0,2	8,65

Fonte: Brasil (1962).

Perfil 4 GLEISSOLOS Háplicos Tb Distróficos (GXbd)

Hor.	Prof. cm	pH	P	K	Ca	Mg	Al	Al+H	SB	(t)	(T)	V	m	C	Fe ₂ O ₃
		(H ₂ O)	mgdm ⁻³	cmol _c dm ⁻³				cmol _c dm ⁻³				%	%		
A ₁₁	0-10	4,7		0,14	0,9			27,18	1,09		28,27	19		11,99	0,86
A ₁₂	10-30	4,8		0,05	0,5			24,59	0,6		25,29	2		6,47	0,85
B ₃	30-45	4,9		0,04	0,6			16,56	0,65		17,21	4		3,15	1,24
Mg	45-55	5,4		0,01	0,4			2,01	0,44		2,45	18		0,28	0,8
G	55-90+	5,4		0,02	0,8			1,62	0,87		2,49	35		0,09	1,21

Fonte: Brasil (1962).

...continua...

Perfil 5 - ORGANOSSOLOS Háplicos Hêmicos(OXy)

Hor.	Prof. cm	pH	P	K	Ca	Mg	Al	Al+H	SB	(t)	(T)	V	m	C	Fe ₂ O ₃
		(H ₂ O)	mgdm ⁻³	cmol _c dm ⁻³				cmol _c dm ⁻³				%	%		
A ₁₁	00-10	4,9		0,23	0,9			42,33	1,24		43,57	3		27,09	-
A ₁₂	010-40	4,9		0,08	0,5			63,71	0,52		64,23	1		24,18	-
3cam	40-100+	4,6		0,04	0,4			56,02	0,6		56,62	1		20,43	

Fonte: Brasil (1962).

Perfil 6 - NEOSSOLOS FLÚVICOS Tb Distróficos típicos (RUbd)

Hor.	Prof. cm	pH	P	K	Ca	Mg	Al	Al+H	SB	(t)	(T)	V	m	C	Fe ₂ O ₃
		(H ₂ O)	mgdm ⁻³	cmol _c dm ⁻³				cmol _c dm ⁻³				%	%		
A ₁	0-20	5,1		0,13	0,6	0,24		16,07	1,03		17,1	6		6,35	6,86
2cam	20-60	5,5		0,06	2,8	1,42		8,33	4,39		12,72	35		1,67	12,93
3cam	60-90+	5,7		0,06	3,1	2		5,5	5,33		10,83	49		0,99	27,45

Fonte: Brasil (196).

Perfil 7 - NEOSSOLOS LITÓLICOS Eutróficos típicos (RLe)

Hor.	Prof. cm	pH	P	K	Ca	Mg	Al	Al+H	SB	(t)	(T)	V	m	C	Fe ₂ O ₃
		(H ₂ O)	mgdm ⁻³	cmol _c dm ⁻³				cmol _c dm ⁻³				%	%		
A ₁	0-15	5,6		0,33	6,2	1,66		5,74	8,25		13,98	59		2,99	2,65
D	15+	6		0,13	2,9	0,71		1,21	3,74		4,95	76		0,25	3,13

Fonte: Brasil (1962).

...continua...

Perfil 8 - LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELOS Distróficos típicos (LVAd)

Hor.	Prof. cm	pH	P	K	Ca	Mg	Al	Al+H	SB	(t)	(T)	V	m	C	Fe ₂ O ₃
		(H ₂ O)	mgdm ⁻³			cmol _c dm ⁻³				cmol _c dm ⁻³			%	%	
A ₁	0-8	4,4		0,1	0,5			7,92	0,66		8,58	8		1,98	5,03
A ₃	008-25	4,6		0,05	0,4			5,13	0,43		5,56	8		1,13	5,32
B ₁	25-65	4,7		0,02	0,4			3,28	0,41		3,69	11		0,79	5,43
B ₂₁	65-120	5,3		0,01	0,3			2,05	0,34		2,39	14		0,5	5,63
B ₂₂	120-200	5,7		0,01	0,3			2,05	0,34		2,39	14		0,43	5,64
B ₂₃	200-270	6,3		0,01	0,1			1,43	0,34		1,77	24		0,29	5,82
B ₃	270-420+	6,5		0,01	0,3			1,02	0,42		1,36	25		0,19	6,13

Fonte: Brasil (1962).

Perfil 9 - ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS Eutróficos (presença de pedras no perfil) – PVAe1

Hor.	Prof. cm	pH	P	K	Ca	Mg	Al	Al+H	SB	(t)	(T)	V	m	C	Fe ₂ O ₃
		(H ₂ O)	mgdm ⁻³			cmol _c dm ⁻³				cmol _c dm ⁻³			%	%	
A ₁	0-10	5,9		0,15	4,9	1,37		6,04	6,48		12,52	52		2,64	3,74
A ₂	010-25	5,8		0,11	2,94	0,63		3,27	3,73		7	53		0,75	4,07
B ₁	25-40	5,8		0,06	2,09	0,61		2,86	2,79		5,65	49		0,51	4,7
B ₂	40-50	5,7		0,09	2,39	0,92		2,52	3,45		5,97	58		0,59	5,45
B ₃	50-75	5,2		0,09	1,67	1,02		2,92	2,82		5,74	49		0,5	6,03
C	75-95	5,1		0,14	1,01	0,84		2,87	2,04		4,91	42		0,28	5,74
D	95+	5,5		0,19	1	0,84		1,84	2,06		3,9	53		0,13	5,5

...continua...

Perfil 10 - LATOSSOLOS VERMELHOS Distróficos húmicos (LVd)

Horiz.	Prof. cm	pH	P	K	Ca	Mg	Al	Al+H	SB	(t)	(T)	V	m	MO	P-rem	Fe ₂ O ₃
		(H ₂ O)	mgdm ⁻³	cmol _c dm ⁻³				cmol _c dm ⁻³				dag ⁻ Kg	mg/L	%		
A	0-110	4,9	2,0	9	0,7	0,2	1,9	13,7	0,9	2,8	14,6	6,3	67	2,7	4,7	10,57
Bw	+168	4,9	1,7	3	0,2	0,1	1,1	7,9	0,3	1,4	8,2	3,8	78	1,3	4,5	11,14

Perfil 11 - NITOSSOLOS VERMELHOS Eutróficos típicos (NVe)

Hor.	Prof. cm	pH	P	K	Ca	Mg	Al	Fe ₂ O ₃	SB	(t)	(T)	V	m	MO	P-rem	Fe ₂ O ₃
		(H ₂ O)	mgdm ⁻³	cmol _c dm ⁻³				cmol _c dm ⁻³				dag ⁻ Kg	mg/L	%		
A	0-25	6,0	2,3	187	4,8	1,1	0	3,2	6,4	6,4	9,6	66,6	0	3,6	26,4	7,76
Bt	48-132	5,6	1,4	36	2,6	0,6	0	1,9	3,3	3,3	5,2	63,4	0	0,5	7,0	11,63

Perfil 12 - ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS Eutróficos típicos (PVAe)

Horiz.	Prof. cm	pH	P	K	Ca	Mg	Al	Fe ₂ O ₃	SB	(t)	(T)	V	m	MO	P-rem	Fe ₂ O ₃
		(H ₂ O)	mgdm ⁻³	cmol _c dm ⁻³				cmol _c dm ⁻³				dag ⁻ Kg	mg/L	%		
A	0-26	6,7	2,0	33	5,0	1,3	0	1,7	6,4	6,4	8,1	79	0	2,6	28,7	5,89
Bt	26-86	6,7	0,4	23	2,3	0,7	0	1,5	3,1	3,1	4,6	67,1	0	0,8	17,4	8,01

Perfil 13 – CAMBISSOLOS HÁPLICOS Alumínicos típicos (CXa)

Horiz.	Prof. cm	pH	P	K	Ca	Mg	Al	Fe ₂ O ₃	SB	(t)	(T)	V	m	MO	P-rem	Fe ₂ O ₃
		(H ₂ O)	mgdm ⁻³	cmol _c dm ⁻³				cmol _c dm ⁻³				dag ⁻ Kg	mg/L	%		
A	0-20	4,8	2,5	39	0,6	0,2	1,2	6,3	0,9	2,1	7,2	12,5	57	2,1	23	7,17
Bt	20-50	4,7	0,9	20	0,2	0,1	0,9	4,5	0,3	1,4	4,8	7,2	72	1,4	20,5	9,10

...continua...

Perfil 14 - NITOSSOLOS HÁPLICOS Distróficos típicos (NXd)

Hor.	Prof. cm	pH	P	K	Ca	Mg	Al	Fe ₂ O ₃	SB	(t)	(T)	V	m	MO	P-rem	Fe ₂ O ₃
		(H ₂ O)	mgdm ⁻³	cmol _c dm ⁻³				cmol _c dm ⁻³				dag ⁻ Kg	mg/L	%		
A	0-50	5,2	1,4	105	1,2	0,8	0,4	4,0	2,3	2,7	6,3	36,2	15	2,5	35,7	3,03
Bt	50-130	5,4	1,2	148	1,1	1,0	0,3	2,6	2,5	2,8	5,1	48,8	11	0,4	37,7	3,23

Perfil 15 - NITOSSOLOS VERMELHOS Distróficos típicos (NVd)

Hor.	Prof. cm	pH	P	K	Ca	Mg	Al	Fe ₂ O ₃	SB	(t)	(T)	V	m	MO	P-rem	Fe ₂ O ₃
		(H ₂ O)	mgdm ⁻³	cmol _c dm ⁻³				cmol _c dm ⁻³				dag ⁻ Kg	mg/L	%		
A	0-28	5,3	0,6	14	0,8	0,3	0,7	3,6	1,1	1,8	4,7	24,1	38	1,5	21,1	8,42
Bt	72-+200	5,3	0,9	16	0,8	0,3	0,6	4,0	1,1	1,7	5,1	22,2	34	1,6	23	8,62

Perfil 16 - CAMBISSOLOS HÁPLICOS Tb Distróficos típicos (CXbd)

Horiz.	Prof. cm	pH	P	K	Ca	Mg	Al	Fe ₂ O ₃	SB	(t)	(T)	V	m	MO	P-rem	Fe ₂ O ₃
		(H ₂ O)	mgdm ⁻³	cmol _c dm ⁻³				cmol _c dm ⁻³				dag ⁻ Kg	mg/L	%		
A	0-15	4,8	0,6	84	0,4	0,2	0,9	5,6	0,8	1,7	6,4	12,6	53	3,7	18,3	7,94
(B)	15-45	4,7	0,4	28	0,1	0,1	0,7	4,5	0,3	1,0	4,8	5,7	72	2,4	16,4	8,34

NEXO C. Propriedades físicas dos perfis dos solos na área de estudo. Folha de Três Pontas (MG).

Perfil 1 - ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS Eutróficos típicos (PVAe)

Hor.	Prof. cm	Argila (%)	Areia (%)					Silte (%)	Textura
			AMG	AG	AMF	AM	AF		
A ₁	0-15	33		9			23	35	Franco argilosa
A ₃	15-20	35		8			19	38	Franco argilosa
B ₁	20-50	34		8			19	39	Franco argilosa
B ₂₂	50-60	40		5			12	43	Argilo siltosa
B ₂₃	60-100	43		5			9	43	Argilo siltosa
B ₃	100-130	35		6			14	45	Franco argilosa
C	130-160	28		9			18	45	Franco argilosa

Fonte: Brasil (1962).

Perfil 2 - ARGISSOLOS VERMELHOS Distróficos típicos (PVd)

Hor.	Prof. cm	Argila (%)	Areia (%)					Silte (%)	Textura
			AMG	AG	AMF	AM	AF		
A ₁	0-7	37		13			26	24	Franco argilosa
B ₁	7-30	57		10			14	19	Argila
B ₂₂	30-75	62		6			15	17	Muito argilosa
B ₂₃	75-105	58		7			16	19	Argila
B ₃	105-145	59		6			13	22	Argila
C	145-160	35		8			16	43	Argilo siltosa
D	160-190+	34		9			19	38	Franco argilosa

Fonte: Brasil (1962).

continua...

Perfil 3 - LATOSSOLOS VERMELHOS Distróficos típicos (LVd)

Hor.	Prof. cm	Argila (%)	Areia (%)					Silte (%)	Textura
			AMG	AG	AMF	AM	AF		
A ₁	0-25	57		7			25	11	Muito argiloso
A ₃	25-45	55		5			22	18	Muito argiloso
B ₁₁	45-70	56		5			21	18	Muito argiloso
B ₁₂	70-110	57		5			22	16	Muito argiloso
B ₂	110-200	56		4			25	15	Muito argiloso
B ₃₁	200-340	55		5			22	18	Muito argiloso
B ₃₂	340-570	53		3			23	21	Muito argiloso

Fonte: Brasil (1962).

Perfil 4 - GLEISSOLOS Háplicos Tb Distróficos (GXbd)

Hor.	Prof. cm	Argila (%)	Areia (%)					Silte (%)	Textura
			AMG	AG	AMF	AM	AF		
A ₁₁	0-10	86		1			1	12	Muito argilosa
A ₁₂	010-30	87		1			1	11	Muito argilosa
B ₃	30-45	92		1			1	6	Muito argilosa
Mg	45-55	91		1			1	7	Muito argilosa
G	55-90+	81		4			2	13	Muito argilosa
A ₁₁	0-10	86		1			1	12	Muito argilosa

Fonte: Brasil (1962).

...continua...

Perfil 5 - ORGANOSSOLOS HÁPLICOS Hêmicos (OXy)

Hor.	Prof. cm	Argila (%)	Areia (%)					Silte (%)	Textura
			AMG	AG	AMF	AM	AF		
A ₁₁	00-10								
A ₁₂	010-40								
3 camada	40-100+								

Fonte: Brasil (1962).

Perfil 6 - NEOSSOLOS FLÚVICOS Tb Distróficos típicos (RUbd)

Hor.	Prof. cm	Argila (%)	Areia (%)					Silte (%)	Textura
			AMG	AG	AMF	AM	AF		
A ₁	0-20	68		1			7	24	Muito argilosa
2 camada	20-60	67		2			11	20	Muito argilosa
3 camada	60-90+	59		11			3	27	argila

Fonte: Brasil (1962).

Perfil 7 - NEOSSOLOS LITÓLICOS Eutróficos típicos (RLe)

Hor.	Prof. cm	Argila (%)	Areia (%)					Silte (%)	Textura
			AMG	AG	AMF	AM	AF		
A ₁	0-15	14		19			40	27	Franco arenosa
D	15+	3		26			43	28	Franco argilosa

Fonte: Brasil (1962).

...continua...

Perfil 8 - LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELOS Distróficos típicos (LVAd)

Hor.	Prof. cm	Argila (%)	Areia (%)					Silte (%)	Textura
			AMG	AG	AMF	AM	AF		
A ₁	0-8	40		43			8	9	Franco argilo arenosa
A ₃	8-25	40		31			10	19	argila
B ₁	25-65	45		33			5	17	argila
B ₂₁	65-120	49		29			5	17	argila
B ₂₂	120-200	50		31			4	15	argila
B ₂₃	200-270	51		32			3	14	argila
B ₃	270-420+	53		27			5	15	argila

Fonte: Brasil (1962).

Perfil 9 - ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS Eutróficos típicos – PVAe1 (presença de pedras no perfil)

Hor.	Prof. cm	Argila (%)	Areia (%)					Silte (%)	Textura
			AMG	AG	AMF	AM	AF		
A ₁	0-10	25		31			6	38	Franco
A ₂	010-25	25		32			8	35	Franco
B ₁	25-40	35		20			8	37	Franco argiloso
B ₂	40-50	32		23			6	39	Franco argiloso
B ₃	50-75	25		25			7	43	Franco argiloso
C	75-95	13		27			14	46	Franco arenosa
D	95+	7		28			19	46	Franco arenosa

Fonte: Brasil (1962).

...continua...

Perfil 10 - LATOSSOLOS VERMELHOS Distróficos húmicos (LVd)

Horiz.	Prof.	pH	P	K	Ca	Mg	Al	Al+H	SB	(t)	(T)	V	m	MO	P-rem	Fe
		(H ₂ O)	mg/dm ³	cmol _c /dm ³				cmol _c /dm ³				dag/Kg	mg/L	mg/dm ³		
A	0-110	4,9	2,0	9	0,7	0,2	1,9	13,7	0,9	2,8	14,6	6,3	67	2,7	4,7	135,2
Bw	+168	4,9	1,7	3	0,2	0,1	1,1	7,9	0,3	1,4	8,2	3,8	78	1,3	4,5	39,8

Perfil 11 - NITOSSOLOS VERMELHOS Eutróficos típicos (NVe)

Hor.	Prof.	pH	P	K	Ca	Mg	Al	Al+H	SB	(t)	(T)	V	m	MO	P-rem	Fe
		(H ₂ O)	mg/dm ³	cmol _c /dm ³				cmol _c /dm ³				dag/Kg	mg/L	mg/dm ³		
A	0-25	6,0	2,3	187	4,8	1,1	0	3,2	6,4	6,4	9,6	66,6	0	3,6	26,4	135,2
Bt	48-132	5,6	1,4	36	2,6	0,6	0	1,9	3,3	3,3	5,2	63,4	0	0,5	7,0	100,5

Perfil 12 - ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS Eutróficos típicos (PVAe)

Horiz.	Prof.	pH	P	K	Ca	Mg	Al	Al+H	SB	(t)	(T)	V	m	MO	P-rem	Fe
		(H ₂ O)	mg/dm ³	cmol _c /dm ³				cmol _c /dm ³				dag/Kg	mg/L	mg/dm ³		
A	0-26	6,7	2,0	33	5,0	1,3	0	1,7	6,4	6,4	8,1	79	0	2,6	28,7	87,3
Bt	26-86	6,7	0,4	23	2,3	0,7	0	1,5	3,1	3,1	4,6	67,1	0	0,8	17,4	74,9

Perfil 13 - CAMBISSOLOS HÁPLICOS Alumínicos Argissólicos (CXa)

Horiz.	Prof.	pH	P	K	Ca	Mg	Al	Al+H	SB	(t)	(T)	V	m	MO	P-rem	Fe
		(H ₂ O)	mg/dm ³	cmol _c /dm ³			cmol _c /dm ³			dag/Kg	mg/L	mg/dm ³				
A	0-20	4,8	2,5	39	0,6	0,2	1,2	6,3	0,9	2,1	7,2	12,5	57	2,1	23	192,4
Bt	20-50	4,7	0,9	20	0,2	0,1	0,9	4,5	0,3	1,4	4,8	7,2	72	1,4	20,5	103,8

Perfil 14 - NITOSSOLOS HÁPLICOS Distróficos típicos (NXd)

Hor.	Prof.	pH	P	K	Ca	Mg	Al	Al+H	SB	(t)	(T)	V	m	MO	P-rem	Fe
		(H ₂ O)	mg/dm ³	cmol _c /dm ³			cmol _c /dm ³			dag/Kg	mg/L	mg/dm ³				
A	0-50	5,2	1,4	105	1,2	0,8	0,4	4,0	2,3	2,7	6,3	36,2	15	2,5	35,7	226,7
Bt	50-130	5,4	1,2	148	1,1	1,0	0,3	2,6	2,5	2,8	5,1	48,8	11	0,4	37,7	59,7

Perfil 15 - NITOSSOLOS VERMELHOS Distróficos típicos (NVd)

Hor.	Prof.	pH	P	K	Ca	Mg	Al	Al+H	SB	(t)	(T)	V	m	MO	P-rem	Fe
		(H ₂ O)	mg/dm ³	cmol _c /dm ³			cmol _c /dm ³			dag/Kg	mg/L	mg/dm ³				
A	0-28	5,3	0,6	14	0,8	0,3	0,7	3,6	1,1	1,8	4,7	24,1	38	1,5	21,1	64
Bt	72-+200	5,3	0,9	16	0,8	0,3	0,6	4,0	1,1	1,7	5,1	22,2	34	1,6	23	94,2

Perfil 16 - CAMBISSOLOS HÁPLICOS Tb Distróficos típicos (CXbd)

Horiz.	Prof.	pH	P	K	Ca	Mg	Al	Al+H	SB	(t)	(T)	V	m	MO	P-rem	Fe
		(H ₂ O)	mg/dm ³	cmol _c /dm ³			cmol _c /dm ³			dag/Kg	mg/L	mg/dm ³				
A	0-15	4,8	0,6	84	0,4	0,2	0,9	5,6	0,8	1,7	6,4	12,6	53	3,7	18,3	133,1
(B)	15-45	4,7	0,4	28	0,1	0,1	0,7	4,5	0,3	1,0	4,8	5,7	72	2,4	16,4	60,8

ANEXO D. Caracterização morfológica dos perfis na área de estudo. Folha de Três Pontas (MG).

Perfil nº1

Data – 28/09/1960 (Brasil, 1962).

Classificação - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média, A moderado, fase floresta tropical sempre verde, relevo ondulado/ forte ondulado (**PVAe**).

Localização - Município de Carmo do Rio Claro, na estrada Carmo do Rio Claro–Conceição Aparecida, margem direita, distando 18 km de Carmo do Rio Claro.

Situação e declive - Corte de estrada, na parte alta de encosta de elevação com 30% de declive.

Altitude - 840 metros.

Formação geológica – Pré-Cambriano C (Pré Minas).

Material de origem - Gnaisse migmatítico rico em feldspato.

Relevo - Forte ondulado, constituído por morros de vertentes planas ou convexas, de centenas de metros, topos arredondados e vales estreitos em V declives >20%.

Vegetação - Floresta tropical sempre-verde (perfil coletado sob cultura de café).

Uso agrícola - Café.

Erosão - Moderada.

Drenagem - Bem drenado.

Descrição Morfológica

A₁ – 0 a 15 cm; bruno escuro (10YR3/3); franco argiloso; moderada média a grande angular; duro, firme, plástico e muito pegajoso; transição ondulada e clara; pH 5,5.

A₃ – 15 a 20 cm; Bruno(7,5 YR 4/4); franco argiloso; moderada pequena subangular; duro, firme, plástico e muito pegajoso; transição ondulada e gradual de 0 a 10 cm; pH 5,5.

B₁ – 20 a 50 cm; vermelho amarelado (5YR 5/6), mosqueado pouco, pequeno a médio e distinto, vermelho (3,5 YR 5/7); franco argiloso; forte média angular e subangular; cerosidade pouca e fraca nas superfícies verticais e horizontais; muito duro, muito firme, plástico e muito pegajoso; transição ondulada e difusa de 10 a 35; pH 5,7.

B₂₁ – 50 a 60 cm, vermelho (5YR 5/7), mosqueado pouco, médio e distinto, vermelho amarelado (5YR 5/6); franco argiloso-siltoso; forte grande prismática composta de moderada pequena a média angular; cerosidade muita e forte; muito duro, muito firme, plástico e muito pegajoso; transição ondulada e difusa 10 a 20 cm; pH 5,8.

B₂₂ – 60 a 100 cm; vermelho (2,5YR 5/5); argila siltosa; forte média prismática composta de forte média a grande angular; cerosidade muito e forte nas superfícies verticais e horizontais; muito duro, firme, plástico e muito pegajoso; transição ondulada e gradual 53 a 55 cm; pH 6,1.

B₃ – 100 a 130 cm; vermelho amarelado (5YR 5/8); mosqueado pouco, médio e proeminente, franco argiloso; moderada média prismática composta de moderada pequena a média subangular e angular; cerosidade pouca e forte nas superfícies verticais; muito duro, friável, plástico e muito pegajoso; transição ondulada e gradual 10 a 35 cm; pH 6,0.

C - 130 a 150 cm, vermelho (3,5 YR 5/8), mosqueado muito, médio e distinto, vermelho amarelado (5YR 5/8); franco; fraca; muito duro; friável; plástico e muito pegajoso; transição ondulada e gradual 5 a 30 cm; pH 6,0.

D - 150 – 200 cm + vermelho amarelado (5YR 5/8); franco siltoso; maciça porosa pouco coerente; poros até 3mm de diâmetro; duro, friável, plástico e pegajoso; pH 6,0.

Observações: presença de pedras de 0,40 cm de diâmetro na superfície, presença de linhas de pedras normalmente entre os horizontes A e B, presença no horizonte C de material da camada D. Presença de fendas ao longo de todo o perfil, com coloração principalmente do A₁, proveniente das raízes. Raízes pouca até B₂₂.

Perfil nº2

Data – 12/10/1960

Classificação – **PVd** - ARGISSOLO VERMELHO Distrófico típico, textura franco argilosa, A moderado, fase floresta tropical semicaducifólia, relevo ondulado/forte ondulado.

Localização – Município de Paraguaçu, localizado a 100 metros de uma estrada lateral à esquerda na estrada de Fama-Paraguaçu, distante 15 km de Fama.

Situação e declive – Corte na estrada situado em topo de elevação, com 12% de declive.

Altitude – 880 metros.

Formação geológica – Pré-Cambriano D (Pré-Cambriano Indiviso).

Material de origem – Gnaisse diorítico.

Relevo – forte ondulado, constituído por outeiros e morros de topo arredondado, vertentes planas ou ligeiramente convexas de centenas de metros e vales abertos em V, Declives de 10% a 30%.

Vegetação – floresta tropical sempre verde e transição para floresta semicaducifolia.

Uso agrícola - café.

Erosão – severa.

Drenagem – bem drenado.

Descrição Morfológica:

A_{1p} – 0 a 7 cm, bruno avermelhado escuro (2,5YR 3/4); franco argiloso; moderada pequena a grande granular; ligeiramente duro, friável, plástico e pegajoso; transição ondulada e abrupta; pH 5,4.

B₁ – 7 a 30 cm, bruno avermelhado escuro (2,5YR 3/4); argila; moderada grande prismática composta de moderada muito pequena a média subangular; cerosidade comum e fraca, predominando nas superfícies verticais; extremamente duro, firme, plástico e muito pegajoso; transição plana e difusa; pH 5,2.

B₂₁ – 30 a 75 cm, bruno avermelhado escuro (2,5YR 3/5); argila; forte grande prismática composta de moderada pequena a média subangular; cerosidade comum e fraca, predominando nas superfícies verticais; extremamente duro, firme, plástico e muito pegajoso; transição plana e difusa; pH 5,2.

B₂₂ – 75 a 105 cm, bruno avermelhado escuro (2,5YR 3/5); argila; forte grande prismática composta de moderada pequena a média subangular; cerosidade comum e fraca; poros até 1 mm de diâmetro; muito duro, friável, plástico e muito pegajoso; transição ondulada e difusa 20-35 cm; pH 4,9.

B₃ – 105 a 145 cm, bruno avermelhado escuro (2,5YR 4/5); argila; fraca grande prismática composta de fraca pequena a média subangular; cerosidade pouca e moderada; poros até 1 mm de diâmetro; muito duro, friável, plástico e pegajoso; transição irregular e clara; pH 5,0.

C – 145 a 160, vermelho (2,5YR 4/7); mosqueado muito grande e distinto, bruno avermelhado (2,5YR 4/7) e amarelo avermelhado(5YR 6/6), franco argiloso; fraca grande prismática composta de fraca pequena a média subangular; cerosidade pouca e forte; duro, friável, plástico e pegajoso; transição irregular e abrupta; pH 4,9.

D – 160 a 190 cm+, pH 4,8.

Observações: Linhas de pedras constituídas por calhaus, cascalhos e blocos localizados a partir do meio do B₂₁ até o topo do B₃. Pequenas concreções tipo chumbo de caça no B₂₁ e B₂₂. Raízes poucas e muito finas até as B₂₂, encontradas principalmente nas fendas verticais.

Perfil nº3

Data – 29/09/1960.

Classificação - LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, textura argilosa, A moderado, fase floresta tropical sempre verde, relevo plano/suave ondulado (LVd).

Localização – Município de Alterosa, à esquerda da estrada Alfenas-Alterosa, distando 32 km de Alfenas.

Situação e declive - trincheira em meia encosta de elevação, com 6% de declive.

Altitude - 810 metros.

Formação geológica – Embasamento constituído por Pré-Cambriano C (Pré-Minas).

Material de origem – deposição de carácter argiloso.

Relevo – suave ondulado, constituído por colinas de topos arredondados, vertentes ligeiramente convexas de centenas de metros e vales em V aberto.

Vegetação – floresta tropical sempre verde.

Uso agrícola – reserva florestal.

Erosão – praticamente nula

Drenagem – acentuadamente drenado.

Descrição morfológica:

A₀₀ – 3 a 0 cm, serrapilheira de raízes, folhas e galhos em começo de decomposição.

A₁ – 0 a 25 cm, bruno avermelhado (2,5YR 4/4); argila; moderada muito pequena a grande granular; friável, plástico e muito pegajoso quando homogeneizado e ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso quando não homogeneizado; transição plana e difusa; pH4,3.

A₃ – 25 a 45 cm, bruno avermelhado (2,5YR 4/5); argila; fraca muito pequena a pequena subangular; friável, plástico e muito pegajoso quando homogeneizado e ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso quando não homogeneizado; transição plana e difusa; pH4,7.

B₁₁ – 45 a 70 cm, vermelho (2,5YR 4/5); argila; fraca muito pequena a pequena subangular; muito poroso; friável, plástico e muito pegajoso quando homogeneizado e ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso quando não homogeneizado; transição plana e difusa; pH 4,8.

B₁₂ – 70 a 110 cm, vermelho (2,5YR 4/6); argila; fraca muito pequena a pequena subangular; muito poroso; friável, plástico e muito pegajoso quando

homogeneizado e ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso quando não homogeneizado; transição plana e difusa; pH 5,3.

B₂ – 110 a 200 cm, vermelho (2,5YR 4/7); argila; fraca muito pequena a pequena subangular; muito poroso; friável, plástico e muito pegajoso quando homogeneizado e ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso quando não homogeneizado; transição plana e difusa; pH 5,8.

B₃₁ – 200 a 340 cm, vermelho (10YR 4/7); argila; fraca muito pequena a pequena subangular; muito poroso; friável, plástico e muito pegajoso quando homogeneizado e ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso quando não homogeneizado; transição plana e difusa; pH 6,3.

B₃₂ – 340 a 570 cm, vermelho (10YR 4/7); argila; fraca muito pequena a pequena subangular; muito poroso; friável, plástico e muito pegajoso quando homogeneizado e ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso quando não homogeneizado; transição plana e difusa; pH 6,7.

Observações: Presença de carvão no B₁₂ e no B₂, raízes abundantes no A₁ e A₃, diminuindo gradativamente até B₂. A partir de 200 cm usou-se trado; fragmentos de metaguartzitos no B₃.

Perfil nº4

Data – 29/10/1960.

Classificação – GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico, textura muito argilosa, A hístico, fase campos de várzeas com gramíneas e ciperáceas, relevo plano (GXbd).

Localização – Município de Alfenas, margem direita do rio Cabo Verde, mais ou menos a 1 km deste.

Situação e declive – trincheira situada na várzea do rio Cabo Verde, com 35 de declive.

Formação geológica – Haloceno.

Material de origem - Sedimentos fluviais.

Relevo – plano. Várzea circundada por outeiros e morros de topo esbatido e vertente reta ou convexo de centenas de metros.

Vegetação – campos das várzeas (hidrófilos), com gramíneas e vegetação rasteira.

Uso agrícola – cultura anuais e pastagem.

Erosão – praticamente nula.

Drenagem – mal drenado.

Descrição Morfológica:

A₁₁ – 0 a 10 cm, preto (10YR 2/1), apresentando linhas de cores avermelhadas acompanhando os canais das raízes; argila pesada; moderada muito pequena a grande granular; duro, friável, plástico e pegajoso; transição plana e clara; pH 4,7.

A₁₂- 10 a 20 cm, cinzento muito escuro (10YR 3/1), apresentando linhas de cores avermelhadas acompanhando os canais das raízes; mosqueado pouco, pequeno a médio e proeminente, vermelho (2,5YR 4/8); argila pesada; moderada muito pequena a média granular; friável, muito plástico e muito pegajoso; transição plana e gradual; pH 5.

B_g - 20 a 45 cm, cinzento muito escuro (2,5YR 3,5/1), mosqueado comum médio a grande e proeminente. Vermelho (2,5YR 4/8) e pouco, médio a grande e proeminente, oliva (5YR 5/5), predominando nas superfícies verticais de contato; argila pesada; fraca grande prismática composta de moderada muito

pequena a pequena subangular; firme, muito plástico e pegajoso; transição plana e difusa; pH 5.

BG – 45 a 90 cm, cinzento (10YR 5/1), mosqueado comum, médio a grande proeminente, oliva (5YR 5/5) e comum, médio a grande e proeminente, vermelho (2,5YR 4/8); argila pesada; forte grande prismática composta de moderada pequena a grande subangular; muito plástico e muito pegajoso; transição plana e gradual; pH 5.

G – 60 a 120 cm +, bruno (8,5 YR 5/5), mosqueado comum, médio a grande e proeminente, cinzento (10YR 5/1) e comum, médio a grande e distinto, vermelho amarelado (6YR 5/7); argila pesada; moderada média prismática composta de muito pequena a pequena subangular; muito plástico e muito pegajoso; pH 5,3.

Observações: poros e canais de 1 4 mm de diâmetro ao longo de todo o perfil. Raízes abundantes até A₁₂, diminuindo gradativamente até o topo de G.

Perfil n°5

Data – 27/09/1960

Classificação - GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico, textura muito argilosa, A hístico, fase campos de várzeas com gramíneas e ciperáceas, relevo plano (GXbd).

Localização – Município de Boa Esperança, estrada Porto Felícia–Volta Grande, distando 1 km de Porto Felícia.

Situação e declive – trincheira em várzeas do rio Grande, com 2% de declive.

Altitude - 740 metros.

Formação geológica – Holoceno.

Material de origem – deposição orgânica sobre depósito conglomerático argiloso de baixada.

Relevo – plano, área de planície fluvial às margens do Rio Grande.

Vegetação – campos de várzea área de várzea (hidromórfico), com gramíneas e ciperáceas.

Uso agrícola – pastagem natural.

Erosão - praticamente nula.

Drenagem – muito mal drenado.

Caracterização morfológica:

A₁₁ – 0 a 10 cm, preto (N 2/); franco argiloso; moderada muito pequena a média granular; firme, plástico e pegajoso; transição ondulada e gradual; pH 4,7.

A₁₂ – 20 a 30 cm, preto (10YR 2/0,5); franco argiloso; maciça; firme, plástico e pegajoso; transição ondulada e difusa; pH 4,8.

A₃ – 30 a 45 cm, preto (10YR 2/1); franco argilo-arenoso; maciça; firme, plástico e pegajoso; transição ondulada e clara 10-25 cm; pH 4,9.

Mg – 45 a 55 cm, cinzento (10YR 5,5/1); areia barrenta; maciça; compacta; muito firme não plástico e ligeiramente pegajoso; transição ondulada e abrupta 5 –10 cm; pH 5,4.

G - 55 a 90 cm+, cinzento (5Y 6/1); mosqueado pouco, grande e proeminente, amarelo oliváceo (2,5YR 6/6) e vermelho (3,5YR 5/8); franco arenoso; maciça; ligeiramente plástico e pegajoso; pH 5,4.

Observações: raízes abundantes até A₃.

Perfil n°6

Data – 27/09/1960.

Classificação – ORGANOSSOLO HÁPLICO Hêmico, textura orgânica, A hístico, fase campos de várzeas com gramíneas e ciperáceas, relevo plano (OXy).

Localização – Município de Boa Esperança, estrada Porto Felícia–Volta Grande, distando 1 km de Porto Felícia.

Situação e declive – trincheira em várzeas do rio Grande, de 1% a 2% de declive.

Altitude - 740 metros.

Formação geológica – Holoceno.

Material de origem – deposição orgânica de baixada.

Relevo – plano, área de planície fluvial às margens do Rio Grande.

Vegetação – campos de várzea (hidromórfico), com gramíneas e ciperáceas.

Uso agrícola – pastagem natural.

Erosão - praticamente nula.

Drenagem – muito mal drenado.

Descrição Morfológica:

A₁₁ –0 a 10 cm, preto (N 2/); textura orgânica; fraca muito pequena a média granular; macio, friável, plástico e pegajoso; transição clara e ondulada; pH 4,9.

A₁₂ – 10 a 40 cm, preto (N 1/); textura orgânica; maciça; friável, plástico e muito pegajoso; pH 4,9.

3ªcamada – 40 a 100 cm+, preto (N/1);textura orgânica; maciça; friável, plástico e muito pegajoso; pH 4,6.

Observações: no horizonte A₁₁ existe pequena camada de deposição recente. Raízes abundantes até A₁₂.

Perfil nº7

Data – 26/09/1960.

Classificação – NEOSSOLO FLÚVICO Tb Distrofíco típico, textura muito argilosa, A hístico, fase campos de várzeas com gramíneas e ciperáceas, relevo plano (**RUbd**).

Localização – município de Boa Esperança, na estrada Boa Esperança-Coqueiral, distando 4 km de Boa Esperança.

Situação e declive – trincheira aberta na várzea do ribeirão Marimbondo, com 1% de declive.

Altitude – 760 metros.

Formação geológica – Holoceno.

Material de origem – sedimentos argilosos e arenosos.

Relevo – plano.

Vegetação – florestas ribeirinhas, substrato de gramíneas com assa-peixe, arranha-gato, capituva, etc.

Uso agrícola – pastagem.

Erosão – praticamente nula.

Drenagem – mal drenado.

Descrição Morfológica:

A₁ – 0 a 20 cm, bruno acinzentado muito escuro (10YR 3/2); argila pesada; moderada muito pequena a média granular; ligeiramente duro, firme, plástico e muito pegajoso; transição plana e difusa; pH 5,1.

2^a camada – 20 a 60 cm, bruno amarelado escuro (10YR 4/4), mosqueado pequeno, comum e distinto, bruno (7,5YR 5/5) proveniente de mistura do material da camada inferior e algumas pontuações acinzentadas; argila pesada;

fraca muito pequena a média subangular; muito firme, plástico e pegajoso; pH 5,5.

3ª camada – 60 a 90 cm+, bruno (7,5YR 5/5), com mosqueado acinzentado proveniente de gleização; argila; plástico e muito pegajoso; pH 5,7.

Perfil n°8

Data – 26/09/1960.

Classificação – NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura arenosa, A moderado, fase floresta tropical sempre verde, relevo montanhoso (**RLe**).

Localização – município de Campo do Meio, na estrada para Campos Gerais, distando 8,5 km de Campo do Meio.

Situação e declive- parte de elevação com 30%-40% de declive.

Altitude – 900 metros.

Formação geológica – Pré-Cambriano C(Pré-Minas).

Material de origem – gnaiss migmatítico milonitizado.

Relevo – perfil situado em pequena serra, relevo montanhoso, com morros de vertentes convexas de centenas de metros.

Vegetação – floresta tropical sempre verde.

Uso agrícola - pastagem.

Erosão – ligeira.

Drenagem – acentuadamente drenado.

Caracterização Morfológica:

A₁ – 0 a 15 cm, bruno acinzentado muito escuro (10YR 3/2); franco arenoso; forte pequena a grande granular; duro; friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição ondulada e clara 10-30 cm; pH 5,6.

D – 15 cm+, camada constituída por gnaisse de mergulho oblíquo, em fase de decomposição.

Observações: presença de pequena linha de pedras e cascalho de quartzo de até 3 cm de diâmetro no horizonte A₁.

Perfil n°9

Data – 15/10/1960

Classificação - LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura argilosa, A moderado, fase floresta tropical sempre verde, relevo plano/suave ondulado (**LVAd**).

Localização – Município de Cristais, distando 1 km de Martins na estrada que sai de Cristais para Campo Belo, Fazenda Munjolo.

Situação e declive – Corte de estrada em topo de elevação com 5% de declive.

Altitude – 800 metros.

Formação geológica – Pré-Cambriano D (Pré- Cambreano Indiviso).

Material de origem – provavelmente gnaisse granítico.

Relevo – Ondulado, constituído por outeiros de topo arredondado, vertentes convexas de centenas de metros, vales em V aberto e de fundo chato. Declives variando de 5% a 15%.

Vegetação – floresta tropical sempre verde com espécies de copaíba.

Erosão – ligeira.

Drenagem - acentuadamente drenado.

Descrição Morfológica

A₀₀ -3 a 0 cm , horizonte constituído por raízes, folhas e ramos em início de decomposição.

A₁ - 0 a 8 cm, Bruno avermelhado (6YR 4/3); franco argilo-arenoso; moderada

muito pequena a média granular e grãos simples de areia grossa; macio, friável, plástico e muito pegajoso; transição plana e clara; pH 4,4.

A₃ – 8 a 25 cm, Bruno avermelhado (6YR 4/4); franco argilo-arenoso; fraca muito pequena a pequena subangular e grãos simples de areia grossa; ligeiramente duro, friável, plástico e muito pegajoso; transição plana e gradual; pH 4,6.

B₁ – 25 a 65 cm, vermelho amarelado (5YR 5/5); argila; maciça porosa pouco coerente, que se desfaz prontamente em terra fina; ligeiramente duro, muito friável, plástico e muito pegajoso; transição plana e difusa; pH 4,7.

B₂₁ – 65 a 120 cm, vermelho amarelado (5YR 5/7) argila; maciça porosa pouco coerente que se desfaz prontamente em terra fina; ligeiramente duro, muito friável, plástico e muito pegajoso; transição plana e difusa; pH 5,3.

B₂₂ – 120 a 200 cm, vermelho amarelado (5YR 5/6); argila; maciça porosa pouco coerente que se desfaz prontamente em terra fina; ligeiramente duro, muito friável, plástico e muito pegajoso; transição plana e difusa; pH 5,7.

B₂₃ – 200 270 cm, vermelho amarelado (5YR 5/5); argila; maciça porosa pouco coerente que se desfaz prontamente em terra fina; ligeiramente duro, muito friável, plástico e muito pegajoso; transição plana e difusa; pH 6,3.

B₃ – 270 a 420+ cm, vermelho (3,5YR 5/6); argila; maciça porosa pouco coerente que se desfaz prontamente em terra fina; ligeiramente duro, muito friável, plástico e muito pegajoso; transição plana e difusa; pH 6,5.

Observações – A partir de 120 cm usou-se trato. Raízes abundantes no A₃ diminuindo gradativamente até B₂₂.

Perfil nº10

Data – 03/09/2007.

Coordenadas UTM – 428462 e 7622884

Classificação –LATOSSOLO VERMELHO Distrófico húmico, textura muito argilosa; A húmico, fase floresta tropical sempre verde, relevo ondulado (**LVd**).

Localização – Município de Paraguaçu, à direita da estrada Paraguaçu-Três Pontas, distando 10 km da primeira.

Situação e declive – Perfil em corte de estrada situado na metade de elevação, com 3% a 12% de declive.

Altitude – 829 metros.

Formação geológica – Pré-Cambriano C (Pré-Minas).

Material de origem – deposições de carácter argiloso.

Relevo – constituído por elevações de topo esbatido, vertentes convexas de centenas de metros e vales em V aberto e de fundo chato.

Vegetação – floresta tropical sempre verde.

Uso agrícola – pastagem.

Erosão – ligeira.

Drenagem – acentuadamente drenado.

Coletado e descrito por: Hélcio Andrade e Mathilde Aparecida Bertoldo.

Descrição Morfológica:

A – 0 a 110 cm, bruno avermelhado (5YR 4/4 seco) e bruno avermelhado escuro (5YR3/3 úmido amassado); granular pequena a grande; friável, plástico e pegajoso; transição plana; pH 4,9.

Bw – 110 a +160 cm, Bruno forte 7,5YR 4/6 e bruno avermelhado escuro (5YR3/4 úmido amassado); granular pequena a grande; friável, plástico e pegajoso; transição plana; pH4,9.

Observações: posição no relevo meia encosta

Perfil nº11

Data – 04/09/2007

Coordenadas UTM – 430026 e 7623527

Classificação – NITOSSOLOS VERMELHOS Eutóficos típicos, textura argila; A moderado; fase floresta tropical semicaducifólia, relevo forte ondulado - NVe.

Localização – Município de Três Pontas, estrada velha para Boa Esperança.

Situação e declive – Corte na estrada, situado em topo de elevação, com 24% a 45% de declive.

Altitude – 896 metros.

Formação geológica – Pré-Cambriano D (Pré-Cambriano Indiviso).

Material de origem – Gnaisse e micaxisto

Relevo – forte ondulado, constituído por outeiros e morros de topo arredondado, vertentes planas ou ligeiramente convexas de centenas de metros e vales abertos em V, Declives de 24% a 45%.

Vegetação – floresta tropical sempre verde e transição para floresta semicaducifólia.

Uso agrícola - café.

Erosão – ligeira.

Drenagem – bem drenado.

Coletado e descrito por: Hécio Andrade e Mathilde Aparecida Bertoldo.

Descrição Morfológica:

A – 0 a 25 cm, bruno avermelhado (2,5YR3/5 seco) e vermelho 2,5YR5/6 (úmidoamassado); pequena a grande granular; duro, friável, plástico e pegajoso; transição ondulada; pH 6.

Bt – 48 a 132 cm, vermelho escuro (2,5YR 5/6 seco) e vermelho amarelado (5YR3/4 úmido amassado); forte grande prismática pequena a média subangular; cerosidade comum e moderada, muito duro, muito duro, plástico e pegajoso; transição plana; pH 5,6.

Observações: Linhas de pedras irregulares, predominando quartzo.

Perfil nº12

Data – 04/09/2007

Coordenadas UTM – 443700 e 7646947

Classificação – ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico - PVAe

Localização – Município de Três Pontas, estrada velha para Boa Esperança.

Situação e declive – barranco situado em relevo plano, porém, o regional é montanhoso.

Altitude - 920 metros.

Formação geológica – Pré-Cambriano C

Material de origem – Gnaisse migmatítico milonitizado

Relevo – plano, relevo regional montanhoso.

Vegetação – floresta tropical sempre verde

Uso agrícola – café

Erosão - ligeira

Drenagem – bem drenado.

Coletado e descrito por: Hécio Andrade e Mathilde Aparecida Bertoldo.

Caracterização morfológica:

A – 0 a 26 cm, vermelho amarelado (5YR 5/4 seca) e bruno avermelhado (5YR 3/4 úmida amassada); pequena a grande granular presença de areia grossa, dura e firme, plástico e pegajoso; transição clara; pH 6,7

Bt - 26 a 86 cm, vermelho amarelado (5YR 5/4 seca) e vermelho amarelado (5YR 4/6 úmida amassada); forte pequena a grande prismática, dura e firme, plástico e pegajoso; cerosidade comum e moderada transição clara; pH 6,7

Observações: presença de pedras

Perfil nº13

Data -04/09/2007

Coordenadas UTM – 444512 e 7633887

Classificação –CAMBISSOLOS HÁPLICOS Alumínicos argissólicos, textura franco argila arenosa; A moderado; fase floresta tropical sempre verde, relevo suave ondulado/ forte ondulado - **CXa**.

Localização - Município de Três Pontas, serra da usina

Altitude – 1.036 metros.

Formação geológica - Pré-Cambriano C (Pré-Minas).

Material de origem - Gnaisse com quartizito.

Relevo – forte ondulado, constituído por morros de topo levemente arredondado, vertentes convexas de centenas de metros e vales estreitos em V.

Vegetação - floresta tropical sempre verde.

Uso agrícola - pastagem e cultura de café.

Erosão - moderada.

Drenagem - Bem drenado.

Coletado e descrito por: Hécio Andrade e Mathilde Aparecida Bertoldo

Descrição Morfológica:

A – 0 a 20 cm, bruno (7,5YR 5/6 seco) e vermelho amarelado (5YR 4/6 úmido amassado); prismática blocos subangulares médio; duro, ligeiramente duro, plástico e muito pegajoso; transição plana e clara; pH 4,8

Bt – 20 a 50 cm, bruno (7,5YR 4/5 seca) e bruno avermelhado (5YR 4/4 úmida amassada); prismática blocos subangular médio; cerosidade fraca e pouca; muito duro, duro, muito plástico e muito pegajoso; transição plana e clara; pH 4,7.

Observações: Presença de cascalho com frações grosseiras de <2 mm a 2 cm.

Perfil nº14

Data – 04/09/2007

Coordenadas UTM – 432112 e 76311514

Classificação – NITOSSOLOS HÁPLICOS Distróficos típicos, textura franco argila arenosa; A moderado; relevo ondulado NXd.

Localização - Município de Três Pontas, indo para o Pontalete.

Situação e declive-Corte de estrada, na parte alta de encosta de elevação com declive 24% a 45%.

Altitude-827 metros.

Formação geológica – Pré-Cambriano D

Material de origem- Gnaisse diorítico

Relevo - Forte ondulado, constituído por morros de vertentes planas ou convexas, de centenas de metros, topos arredondados e vales estreitos em V declives >20%.

Vegetação-Floresta tropical sempre-verde.

Erosão-moderada.

Drenagem-Bem drenado.

Coletado e descrito por: Hécio Andrade e Mathilde Aparecida Bertoldo

Descrição Morfológica

A – 0 a 50 cm; bruno escuro (10YR5/3 seco) e brunos escuro (10YR4/3 úmido amassado); média blocos subangulares; duro, duro,plástico e pegajoso; transição irregular; pH 5,2.

Bt – 50 a 130 cm; amarelo avermelhado (7,5YR7/6 (seco) e vermelho amarelado (5YR4/6 úmido amassado), blocos angulares pequena a grande, cerosidade comum e moderada; muito duro, muito duro, plástico e muito pegajoso; pH 5,4.

Observações: área de transição do LV para PVA(cascalhento).

Perfil nº15

Data – 04/09/2007

Coordenadas UTM – 445366 e 7645093

Classificação – NITOSSOLOS VERMELHOS Distróficos típicos, textura argila, A moderado; relevo forte ondulado – NVd

Localização – Município de Três Pontas, região do Pontalete.

Situação e declive – barranco meia encosta com declive maior que 45%

Altitude – 812 m

Formação geológica – Pré-Cambriano -D

Material de origem – Gnaisse diorítico

Relevo – forte ondulado

Vegetação – floresta tropical sempre verde

Uso agrícola – café e pastagem.

Erosão – ligeira

Drenagem – bem drenado.

Coletado e descrito por: Hécio Andrade e Mathilde Aparecida Bertoldo

Descrição Morfológica:

A – 0 a 28 cm, vermelho amarelado (5YR 4/6 seco) e vermelho escuro (2,5YR3/6 úmido amassado), blocos subangulares pequena a grande angular; muito duro, friável, plástico e pegajoso; transição plana e clara; pH 5,3.

Bt - 72 a +200 cm, vermelho (2,5YR4/6 seco), vermelho escuro (2,5YR 3/6 úmido amassado), prismática blocos angulares pequena a grande; dura friável, plástico e muito pegajosos; transição plana; pH 5,3.

Observações: presença de quartzo no perfil.

Perfil n°16

Data – 05/09/2007.

Coordenadas UTM – 459166 e 7637719

Classificação – CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típicos, textura argila; A moderado; fase campos gerais e campos cerrados, relevo forte ondulado/montanhoso - CXbd

Localização – Município de Três Pontas, à esquerda da estrada Três Pontas-Nepomuceno, distando 10 km da primeira.

Situação e declive – corte de estrada situado em terço superior de elevação, com 30% a 40% de declive.

Altitude – 980 metros

Formação geológica – Pré-Cambriano A (Série Andrelândia).

Material de origem – sericitaxisto.

Relevo – montanhoso, constituído por morros de topo arredondado. Vertentes ligeiramente convexas de centenas de metros e vales em V aberto. Declives de 20% a 50%.

Vegetação – campos gerais e campos de cerrado.

Uso agrícola - pastagem natural.

Erosão – ligeira, com voçorocas em áreas localizadas.

Drenagem – moderadamente drenados.

Coletado e descrito por: Hécio Andrade e Mathilde Aparecida Bertoldo

Descrição Morfológica:

A – 0 a 15 cm, bruno (7,5YR 5/4 seco) e bruno (7,5YR 4/4 úmido amassado); blocos subangular pequena a média granular, poucos poros; duro, firme, plástico e muito pegajoso; transição plana; pH 4,8.

(B)– 15 a 45 cm, Bruno forte (7,5YR 6/6 seco) e Bruno forte (7,5YR 4/6 úmido amassado); pequena a média granular; muito poroso, com poros até 2 mm de diâmetro; duro, firme, plástico e pegajoso; transição plana; pH 4,7.

Observações: meia encosta com café.

Perfil nº17

Data -22/11/1960

Classificação – ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média, A moderado, variação rasa cascalhenta, relevo ondulado/forte ondulado (**PVAe1**).

Localização - Município de Alpinópolis, margem direita da estrada Alpinópolis-Petúnia, distando 14 km da primeira.

Situação e declive - corte de estrada em meia encosta de elevação, com declives de >30%.

Altitude – 1.030 metros.

Formação geológica - Pré-cambriano C (Pré-Minas).

Material de origem - Gnaisse migmatítico milonitizado.

Relevo - montanhoso, constituído por morros de topo levemente arredondado, vertentes convexas de centenas de metros e vales estreitos em V.

Vegetação - floresta tropical sempre verde.

Uso agrícola - pastagem e cultura de café.

Erosão - moderada.

Drenagem - bem drenado.

Descrição Morfológica:

A₁ – 0 a 10 cm, bruno acinzentado muito escuro (10YR 3/2); franco; moderada muito pequena a grande granular e grãos simples de areia grossa e cascalho; ligeiramente duro, friável, plástico e pegajoso; transição plana e clara; pH 5,9.

A₂ – 10 a 25 cm, bruno escuro (8,5YR 4/3), franco cascalhento; moderada muito pequena a média subangular; duro, firme, plástico e pegajoso, transição plana e clara; ph 5,8.

B₁ – 25 a 40 cm, bruno avermelhado (4YR 5/5), mosqueado proveniente da cerosidade, bruno avermelhado (5YR5/4); franco argiloso; moderada média prismática composta de moderada muito pequena a pequena subangular;

cerosidade muita e fraca; muito duro, muito firme, muito plástico e muito pegajoso; transição plana e clara; pH 5,8.

B₂ – 40 a 50 cm, bruno avermelhado (2,5YR 5/5); mosqueado proveniente da cerosidade, bruno avermelhado (2,5YR 5/4); franco argiloso; forte grande prismática composta de moderada muito pequena a pequena subangular; cerosidade comum e moderada; muito duro, muito firme, muito plástico e muito pegajoso; transição plana e clara; pH 5,7.

B₃ – 50 a 75 cm, vermelho acinzentado (1YR 5/4), com manchas de coloração vermelho escuro, rosa e ocre, provenientes da decomposição do material de origem; franco argiloso; forte grande prismática composta de moderada muito pequena a pequena subangular; cerosidade muito e fraca; muito duro, firme, plástico e muito pegajoso; transição ondulada e abrupta 15 a 40 cm; pH 5,2.

C- 75 a 95 cm, vermelho (10YR 5/6), mosqueado muito, pequeno a grande e distinto, proveniente da decomposição da rocha, de coloração branco, amarelo pálido, bruno forte, ocre e vermelho acinzentado; franco maciça; duro, firme, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; pH 5,1.

D- 95 cm + pH 5,5.

Observações: pedras, blocos e boulders, na superfície do solo, raízes abundantes no A₁, diminuindo até o B₃, Pedras e blocos de ganisse até 30 cm de diâmetro nos horizontes A₁ e A₂.

ANEXO E. Coordenadas dos pontos dos perfis checados em campo na área de estudo. Folha de Três Pontas (MG).

Pontos	UTM Norte	UTM Leste
1	441419	7629511
2	440006	7629279
3	438704	7628841
4	438031	7628940
5	429585	7624255
6	428345	7623032
7	432895	7630494
8	432126	7631466
9	438286	7638396
10	427781	7642137
11	425479	7643430
12	430032	7636838
13	440169	7644682
14	443368	7645093
15	438938	7644682
16	445752	7634740
17	440385	7634740
18	438184	7634234
19	435707	7629551
20	446974	7632738
21	438310	7643247
22	447156	7648868
23	443347	7645842
24	442960	7644654
25	445365	7645093
26	438942	7645365
27	446561	7647106
28	446200	764680
29	444630	7646300
30	443700	7644444
31	441688	7647490

...continua...

32	438000	7647300
33	438550	7644250
34	435700	7636635
35	434977	7636483
36	434500	7625240
37	435925	7623095
38	434886	7636654
39	428462	7622884
40	430026	7623527
41	447124	7648908
42	446090	7646846
43	444092	7646804
44	443700	7646947
45	444512	7633887
46	442865	7633285
47	448161	7634287
48	496726	7637143
49	438033	7628931
50	438042	7628943
51	434797	7624816
52	432112	76311514
53	432102	7631519
54	459166	7637719
55	445366	7645093

ANEXO F.

Quadro Guia de Aptidão Agrícola das Terras para a região Tropical Úmido (Ramalho Filho & Beek, 1995).

Aptidão agrícola			Graus de limitação das condições agrícolas das terras para os níveis de manejo A, B e C												Tipo de utilização indicado			
Grupo	Subgrupo	Classe	Deficiência de Fertilidade			Deficiência de Água			Excesso de Água			Suscetibilidade à Erosão				Impedimentos à Mecanização		
			A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C		A	B	C
1	1ABC	Boa	N/L	<u>N/L1</u>	<u>N2</u>	L/M	<u>L/M</u>	<u>L/M</u>	L	<u>L1</u>	<u>N/L1</u>	L/M	<u>N/L1</u>	<u>N2/L1</u>	M	L	N	Lavouras
2	2abc	Regular	L/M	<u>L1</u>	<u>L2</u>	M	<u>M</u>	<u>M</u>	M	<u>L/M1</u>	<u>L2</u>	M	<u>L/M1</u>	<u>N2/L1</u>	M/F	M	L	
3	3(abc)	Restrita	M	<u>M1</u>	<u>L2/M2</u>	M/F	<u>M/F</u>	<u>M/F</u>	M/F	<u>M1</u>	<u>L2/M2</u>	F*	<u>M1</u>	<u>L2</u>	F	M/F	M	
4	4P	Boa		<u>M1</u>			<u>M</u>			<u>F1</u>			<u>M/F1</u>			<u>M/F</u>	Pastagem Plantada	
	4p	Regular		<u>M/F1</u>			<u>M/F</u>			<u>F1</u>			<u>F1</u>			<u>F</u>		
	4(p)	Restrita		<u>F1</u>			<u>F</u>			<u>MF</u>			<u>MF</u>			<u>F</u>		
5	5S	Boa		<u>M/F1</u>			<u>M</u>			<u>L1</u>			<u>F1</u>			<u>M/F</u>	Silvicultura e/ou Pastagem natural	
	5s	Regular		<u>F1</u>			<u>M/F</u>			<u>L1</u>			<u>F1</u>			<u>F</u>		
	5(s)	Restrita		<u>MF</u>			<u>F</u>			<u>M1</u>			<u>MF</u>			<u>F</u>		
	5N	Boa	M/F			M			M/F			F			MF			
5n	Regular	F			M/F			F			F			MF				
5(n)	Restrita	MF			F			MF			F			MF				
6	6	Sem aptidão agrícola	-			-			-			-			-		Preservação da flora e da fauna	

138

NOTAS: Os algarismos sublinhados correspondem ao níveis de viabilidade de melhoramento das condições agrícolas das terras.

Terras sem aptidão para lavouras em geral, que devido ao excesso de água podem ser indicadas para arroz de inundação.

No caso de grau forte por suscetibilidade à erosão, o grau de limitação por deficiência de fertilidade não deve ser maior do que ligeiro a moderado para a classe restrita - 3 (a).

A ausência de algarismos sublinhados acompanhando a letra representativa do grau de limitação indica não haver possibilidade de melhoramento naquele nível de manejo.

Grau de limitação: N - Nulo

L - Ligeiro

M - Moderado

F - Forte

MF - Muito Forte

/ - Intermediário

ANEXO G - Modelo de manejo proposto por Ramalho Filho & Beek (1995)

O nível de manejo A é baseado em práticas agrícolas que conferem baixo nível tecnológico, não havendo aplicação de capital para melhoramento ou conservação da situação já existente.

O nível de manejo B baseia-se em práticas agrícolas em que já se emprega algum nível de tecnologia. Considera resultados de pesquisas de manejo, melhoramento e conservação das condições das terras e lavouras. Podem-se incluir calagem, adubações, mecanização na tração animal ou motorizada, para preparo inicial do solo.

O nível de manejo C baseia-se em práticas de manejo que refletem um alto nível tecnológico, aplicação intensiva de capital e de resultados de pesquisas, em que se consideram o manejo, o melhoramento e a conservação das condições das terras e lavouras.

Para a silvicultura e a pastagem plantada, pode-se ter previsão de aplicação de doses menores de fertilizantes, defensivos ou corretivos, correspondentes ao nível B. A pastagem natural é caracterizada pelo nível de manejo A.

As terras que são consideradas passíveis de melhoramento parcial ou total, por meio da aplicação de fertilizantes e corretivos, controle de erosão ou drenagem, são classificadas de acordo com as limitações persistentes.

Para facilitar a montagem do mapa final de aptidão agrícola das terras numa única base cartográfica, foi organizada uma estrutura que reconhece grupos, subgrupos e classes de aptidão agrícola.

Existem seis grupos de aptidão agrícola que identificam no mapa o tipo de utilização mais intensiva das terras - sua melhor aptidão. Os grupos 1, 2 e 3 identificam lavouras com o tipo de utilização e, no subgrupo, as melhores classes de aptidão das terras indicadas para lavouras, conforme o nível de

manejo. Os grupos 4, 5 e 6 identificam tipos de utilização como pastagens plantadas ou naturais, silviculturas e áreas de preservação da flora e fauna, independente das classes de aptidão.

A representação dos grupos é feita com algarismos de 1 a 6, em escalas decrescentes. 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 (Tabela 16).

TABELA 16 Limitações e alternativas de uso da terra.

Grupo de aptidão agrícola		Intensidade de uso					
		Preservação da fauna e da flora	Silvicultura e/ou pastagem natural	Pastagem plantada	Lavouras		
					Aptidão restrita	Aptidão regular	Aptidão boa
Intensidade de limitação ↑	1	■	■	■	■	■	■
	2	■	■	■	■	■	■
	3	■	■	■	■	■	■
Alternativa de uso ↓	4	■	■	■	■	■	■
	5	■	■	■	■	■	■
	6	■	■	■	■	■	■

Os três primeiros grupos são aptos para lavoura. O grupo 4 é indicado para pastagem plantada; o grupo 5, para silvicultura e/ou pastagem natural e o grupo 6, para terras sem aptidão agrícola, sendo indicada para a preservação da natureza.

Os subgrupos de aptidão agrícola são adotados para atenderem às variações que se observam dentro dos grupos. São definidos como o resultado conjunto da avaliação da aptidão relacionada com o nível de manejo, indicando

o tipo de utilização das terras. Podem-se indicar as subclasses de aptidão agrícola inapta, restrita, regular e boa, especificando-se os seguintes fatores de limitação: deficiências de fertilidade, deficiência de água, excesso de água ou deficiência de oxigênio, susceptibilidade à erosão e impedimento à mecanização.

Para a geração do mapa intermediário de deficiência de fertilidade (níveis de manejo A, B e C), seguiram-se os critérios escritos por Ramalho Filho & Beek (1995):

1- nulo para terras que possuem elevadas reservas de nutrientes, sem apresentar toxidez por sais solúveis, sódio trocável ou outros elementos prejudiciais ao desenvolvimento da planta, apresentando ao longo do perfil mais de 80% de saturação de bases, soma de bases acima de 6 mE/kg de solos e são livres de alumínio trocável (Al^{+++}) na camada arável;

2- ligeiro para terras com boa reserva de nutrientes para as plantas, sem apresentar toxidez por sais solúveis, sódio trocável ou outros elementos prejudiciais ao desenvolvimento da planta, apresentando, ao longo do perfil, mais de 50% de saturação de bases, soma de bases acima de 3 mE/kg de terra fina seca ao ar e saturação de alumínio menor que 30%. A condutividade elétrica do extrato de saturação deve ser menor que 4 mmhos/cm, a 25°C e a saturação com sódio inferior a 6%;

3 - moderado para terras com limitada reserva de nutrientes para as plantas, referentes a um ou mais elementos, podendo conter sais tóxicos capazes de afetar certas culturas. A condutividade elétrica no solo pode situar-se entre 4 e 8 mmhos/cm, a 25°C e a saturação com sódio entre 8% e 20%;

4 - forte para terras com reservas muito limitadas de um ou mais nutrientes, ou contendo sais tóxicos em quantidades tais que permitam apenas o desenvolvimento de plantas com tolerância. Normalmente, caracterizam-se pela baixa soma de bases trocáveis, podendo estar a condutividade elétrica, quase sempre, entre 8 e 15 mmhos/cm, a 25°C e a saturação com superior a 15%;

5- muito forte para terras mal providas de nutrientes com remotas possibilidades de serem exploradas com qualquer tipo de utilização agrícola. Podem ocorrer grandes quantidades de sais solúveis em que a condutividade elétrica é maior que 15 mmhos/cm, a 25°C, compreendendo solos salinos, sódicos e tiomórficos.

Para gerar o mapa temático de deficiência de água, seguiu-se o seguinte critério segundo Ramalho Filho & Beek (1995):

1- nulo para terras em que não há falta de água para o desenvolvimento das culturas em nenhuma época do ano;

2- nulo/ligeiro para terras ainda não sujeitas à deficiência de água durante um período de 1 a 2 meses, limitando o desenvolvimento de culturas mais sensíveis, principalmente as de ciclo vegetativo longo;

3- ligeiro para terras nas quais ocorre acentuada deficiência de água, durante um longo período, normalmente, de 4 a 6 meses. As precipitações oscilam de 700 a 1.000 mm por ano, com irregularidade em sua distribuição e predominam altas temperaturas;

4 - forte para terras com forte deficiência de água durante um período seco, que oscila de 7 a 9 meses. A precipitação compreende em torno de 500 a 700 mm por ano, com muita irregularidade em sua distribuição e com altas temperaturas.

5 - muito forte para terras que possuem severa deficiência de água, que pode durar mais de 9 meses com precipitação normalmente baixa de 500mm, baixo índice hídrico e alta temperatura.

Para a geração do mapa temático da deficiência de oxigênio seguiu-se o seguinte critério (Ramalho Filho & Beek, 1995):

1 - nulo para terras que não apresentam problemas de aeração ao sistema radicular da maioria das culturas durante todo o ano. São classificadas como bem e excessivamente drenadas;

2 - ligeiro para terras que apresentam certa deficiência de aeração às culturas sensíveis ao excesso de água durante a estação chuvosa. São, em geral, moderadamente drenadas;

3 - moderado para terras nas quais a maioria das culturas sensíveis não se desenvolve satisfatoriamente, em decorrência da deficiência de aeração durante a estação chuvosa. São consideradas imperfeitamente drenadas e sujeitas a riscos ocasionais de inundação;

4 - forte para terras que apresentam sérias deficiências de aeração, só permitindo o desenvolvimento de culturas adaptadas; demandam, pois, obras ainda viáveis de drenagem para o agricultor. São consideradas normalmente mal drenadas muito mal drenadas e sujeitas a inundações frequentes, prejudiciais às maiorias das culturas;

5- muito forte para terras que apresentam praticamente as mesmas condições de drenagem do grau anterior, porém, as obras de drenagem estão fora do alcance do produtor.

Para a geração do mapa temático de impedimento à mecanização seguiu-se o seguinte critério:

1- nulo para terras que permitem, em qualquer época do ano, o emprego de todos os tipos de máquinas e implementos agrícolas normalmente utilizados. São, geralmente, de topografia plana e praticamente plana, com declividades inferiores a 3% e não oferecem impedimentos relevantes à mecanização; o rendimento do uso de trator estaria acima de 90%;

2 - ligeiro para terras que permitem, durante quase todo o ano, o emprego da maioria das máquinas agrícolas. São quase sempre de relevo suave ondulado, com declives de 3% a 8%. Profundos e moderadamente profundos, podendo ocorrer em áreas de relevo mais suave, apresentando, no entanto, outras limitações, como textura muito arenosa ou muito argilosa, restrição de drenagem

pequena profundidade, pedregosidade, sulcos de erosão, etc. O rendimento ao uso do trator varia entre 75% e 90%;

3 - moderado para terras que não permitem o emprego de máquinas utilizadas durante todo o ano. Estas terras apresentam relevo moderadamente ondulado a ondulado, com declividade entre 8% e 20%, ou topografia mais suave, no caso de ocorrência de outros impedimentos à mecanização, como pedregosidade, rochosidade, profundidade pequena, textura muito argilosa ou muito arenosa, grandes sulcos de erosão, drenagem imperfeita, etc. O rendimento do uso de trator varia de 50% a 75%;

4 - Forte para terras que permitem, em quase a totalidade, o uso de implementos de tração animal ou máquinas especiais. Caracteriza-se pelos declives acentuados de 20% a 45%, em relevos forte ondulados. Sulcos e voçorocas podem constituir impedimentos ao uso de máquinas, bem como pedregosidade, rochosidade, pequena profundidade, má drenagem, etc. O rendimento do uso de trator é inferior a 50%;

5 - Muito forte para terras que não permitem o uso de máquinas, sendo difícil até mesmo o uso de implementos de tração animal. Normalmente, são de topografia montanhosa, com declives superiores a 45% e com impedimento muito forte devido a pedregosidade, rochosidade, profundidade ou problemas de drenagem.