

## CARACTERIZAÇÃO DE AGROECOSSISTEMAS CAFEEIROS NAS PRINCIPAIS REGIÕES PRODUTORAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS

HELENA MARIA RAMOS ALVES<sup>1</sup>  
MARILUSA PINTO COELHO LACERDA<sup>2</sup>  
TATIANA GROSSI CHQUILOFF VIEIRA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>EPAMIG- Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais  
Caixa Postal 176 – 37200-000 - Lavras MG – Brasil  
geosolos@ufla.br

<sup>2</sup>UnB - Universidade de Brasília  
Caixa Postal 04508- Asa Norte 70910 970 - Brasília –DF - Brasil  
[marilusa@unb.br](mailto:marilusa@unb.br)

**ABSTRACT:** The work presents the characterization of coffee agroecosystems of the state of Minas Gerais in Brazil. The project, funded by CBP&D/Café, is being carried out by the Geoprocessing Laboratory of EPAMIG/CTSM. The study was developed in three pilot areas, representative of the production regions of Alto Paranaíba (Patrocínio) and Sul de Minas (São Sebastião do Paraíso and Machado). GIS and remote sensing were used to map coffee areas and produce thematic maps, including slope classes which, in association with geomorphopedological modelling, allowed for the production of soil maps. The relationships between environment and coffee production in the selected areas were assessed and quantified. The information produced can subsidise regional land use planning and rural management of the coffee activity.

**Key words:** coffee ecosystems, environmental characterization, remote sensing, GIS.

### 1. Introdução

O planejamento racional de qualquer atividade agropecuária requer, primeiramente, o conhecimento do meio ambiente em esta atividade está inserido. O conhecimento de ambientes complexos como os agroecossistemas, requer a subdivisão do mesmo em partes ou estratos mais homogêneos, que depois de caracterizados são novamente integrados ao todo (Resende *et al.*, 1995). Os sistemas computadorizados e os Sistemas de Informação Geográfica têm modificado a metodologia utilizada nos levantamentos de recursos naturais. Combinando os avanços da cartografia automatizada, dos sistemas de manipulação de banco de dados e do sensoriamento remoto com o desenvolvimento da análise geográfica, os SIGs produzem um conjunto distinto de procedimentos analíticos, que auxiliam na análise e na atualização constante das informações disponíveis (Burrough & McDonnell, 1998).

A cafeicultura mineira concentra-se principalmente na região Sul de Minas, responsável por cerca de 50% da produção do estado. A maior expansão da lavoura de café de Minas Gerais, contudo, tem sido observada nas regiões do Alto Paranaíba e Triângulo Mineiro, que fazem parte do que esta se tornando conhecido como “região do café de cerrado”. Esta região apresenta, atualmente, os índices mais elevados de crescimento, tanto do parque cafeeiro quanto da produtividade. Seguindo esta tendência, o número de propriedades destinadas ao cultivo do café cresceu 40% em relação a 1984/1985 e o aumento da área ocupada e do parque cafeeiro foi ainda mais expressivo, chegando a 150% (MINAS GERAIS, 1995).

Em função das alterações observadas nas áreas ocupadas pelo café no estado, torna-se importante para o gerenciamento do agronegócio café, o levantamento destas áreas e o estabelecimento de metodologias expeditas e confiáveis, que possibilitem o monitoramento deste parque, com a atualização periódica destas informações.

O objetivo deste trabalho foi a caracterização de agroecossistemas cafeeiros representativos de importantes regiões produtoras de café de Minas Gerais, Sul de Minas e Alto Paranaíba, com a avaliação quantitativa das relações entre os sistemas de produção e condicionantes do meio físico, com ênfase nos fatores solo e relevo.

## 2. Material e Métodos

Para a caracterização dos agroecossistemas cafeeiros foram selecionadas, dentre as principais regiões produtoras de Minas Gerais, a região Sul de Minas e a região do Alto Paranaíba. A região Sul de Minas foi subdividida em duas sub-regiões, em função das diferenças do ambiente e da atividade cafeeira, elegendo-se os municípios de Machado e São Sebastião do Paraíso como representativos destas sub-regiões. Na região do Alto Paranaíba selecionou-se o município de Patrocínio.

Foram levantadas as informações secundárias disponíveis sobre os recursos naturais e características da cafeicultura de cada região e realizados levantamentos de campo para identificação das relações entre a cafeicultura e o meio físico. Como base cartográfica foram utilizadas cartas planialtimétricas do IBGE, escala 1:50.000. Foram também usados mapas de solos, geológicos e geomorfológicos disponíveis, fotografias aéreas do IBC em escala 1:25.000 e imagens do satélite TM Landsat 5 de 1999 e TM Landsat 7 de 2000, bandas 3, 4 e 5 mais a banda pancromática do Landsat 7. A implementação de um banco de dados digital para as áreas-piloto e o tratamento das imagens de satélite foram realizados pelo software SPRING. A partir da digitalização, em mesa digitalizadora, das cartas planialtimétricas e mapas temáticos, foram gerados planos de informação temática (PIs) do meio físico, para curvas de nível, geologia, rede de drenagem, estradas e manchas urbanas. As áreas ocupadas com cafeicultura foram levantadas e georreferenciadas em atividades de campo, criando-se o PI correspondente.

As imagens de satélite na composição 3B4G5R foram tratadas no módulo IMAGEM do SPRING. Realizaram-se as operações de segmentação pelo método de crescimento de regiões e, em seguida, procedeu-se à classificação supervisionada pelo classificador maxver na banda 4, com obtenção de amostras controladas das seguintes classes temáticas de uso atual das terras: - **Café Formado**: correspondente aos cafezais cujos parâmetros de idade (acima de 4-5 anos), porte (maior que 2 m) e espaçamento de plantio, que apresentavam uma cobertura do substrato, com café, maior que 50%; - **Mata**: que correspondente às áreas ocupadas por vegetação natural de porte elevado, isto é, matas ciliares, resquícios de floresta tropical e cerrado; - **Associação Vegetação-Solo**: correspondente às áreas de vegetação natural de pequeno porte (cerrado), pastagens, culturas anuais, áreas com mais de 50% de solo exposto e áreas de café em formação, que não atenderam aos requisitos da classe café formado. - **Solo Desnudo**: que compreende as áreas preparadas para cultivo, núcleos urbanos e antrópicos. A partir da imagem classificada gerou-se o plano temático *Uso Atual das Terras*. A digitalização das curvas de nível das cartas planialtimétricas originou Modelos Numéricos do Terreno (MNTs) e declividade, por meio de grades retangulares e grades triangulares (TINs). Pelo fatiamento das grades de declividade geradas, elaborou-se o *Mapa Temático de Classes de Declive*. As classes de declive utilizadas para o fatiamento do MNT foram selecionadas com base nas relações entre o tipo de relevo e classe de solo, de acordo com as observações feitas no campo. Estas correlações basearam-se no modelo geomorfo-pedológico proposto por Andrade *et al.* (1998), validado para a região de São Sebastião do Paraíso e

Machado em campanhas de campo. Estes modelos foram utilizados para gerar os mapas de solos destas duas áreas-piloto. O mapa de solos da área-piloto de Patrocínio foi obtido a partir de levantamento pedológico inédito cedido pela EMBRAPA-SOLOS, cujas unidades de mapeamento foram reavaliadas por interpretações de imagens de satélite, fotografias aéreas e mapas temáticos disponíveis e gerados pelo SPRING, particularmente geologia, classes de declividade e hipsometria, além de levantamentos expeditos de campo.

Os mapas gerados foram cruzados por meio de tabulações cruzadas no programa LEGAL/SPRING. Os PIs de Uso atual x Classes de solo e Uso atual x Classes de declividade, para cada área-piloto, foram cruzados e as relações quantitativas avaliadas.

### 3. Resultados

#### 3.1 Área-Piloto de Patrocínio

Os dados de tabulações cruzadas entre os PIs Uso atual x Classes de solo e Uso atual x Classes de declividade da área-piloto de Patrocínio estão apresentados nas tabelas 1 e 2, respectivamente.

**Tabela 1** – Tabulação cruzada entre Classes de Uso Atual e Classes de Solo para a área-piloto de Patrocínio

Classes de Uso Atual (%)	Classes de Solo – Unidades de Mapeamento (%)								<i>Total</i>
	Ca17	Ld1 + LEa9	Ra5 + AR	Ca31	LEd16 + Ld1	LEa9	LEd4	Ca6+Ra2	
Background	0,18	2,08	0,00	0,18	1,78	3,08	0,88	7,42	<b>15,58</b>
Mata	1,78	3,42	0,35	2,33	1,99	1,02	0,00	9,21	<b>20,09</b>
<b>Café formado</b>	<b>0,24</b>	<b>8,29</b>	<b>0,01</b>	<b>0,27</b>	<b>2,85</b>	<b>0,59</b>	<b>0,00</b>	<b>1,61</b>	<b>13,86</b>
Vegetação_solo	4,51	13,36	0,23	3,14	6,64	2,18	0,00	12,71	<b>42,77</b>
Solo desnudo	0,10	6,57	0,00	0,08	0,29	0,27	0,00	0,41	<b>7,70</b>
<b>Total</b>	<b>6,80</b>	<b>33,71</b>	<b>0,59</b>	<b>5,99</b>	<b>13,55</b>	<b>7,12</b>	<b>0,88</b>	<b>31,35</b>	<b>100,00</b>

**Tabela 2** – Tabulação cruzada entre Classes de Uso Atual e Classes de Declividade para Patrocínio

Classes de Uso Atual (%)	Classes de Declividade – Unidades de Relevo (%)					<i>Total</i>
	Plano	Suave Ondulado	Ondulado	Forte Ondulado	Montanhoso	
Background	7,72	3,45	2,70	1,50	0,22	<b>15,59</b>
Mata	7,90	4,32	4,22	3,05	0,59	<b>20,08</b>
<b>Café formado</b>	<b>7,61</b>	<b>4,87</b>	<b>0,90</b>	<b>0,39</b>	<b>0,09</b>	<b>13,86</b>
Vegetação_solo	20,01	12,66	6,66	2,92	0,51	<b>42,78</b>
Solo desnudo	5,16	2,24	0,24	0,06	0,01	<b>7,70</b>
<b>Total</b>	<b>48,40</b>	<b>27,54</b>	<b>14,73</b>	<b>7,91</b>	<b>1,42</b>	<b>100,00</b>

A área-piloto de Patrocínio mostra uma compartimentação geomorfológica representada, predominantemente, por unidades geomórficas planas a suave onduladas de grandes extensões. Nestas áreas ocorre o desenvolvimento de LATOSSOLOS VERMELHOS e LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELOS, cuja discriminação é feita em função do tipo do material de origem, mais ou menos ferruginoso. A cafeicultura encontra-se instalada neste ambiente geomorfopedológico, ocupando 13,86% das terras da área piloto, distribuindo-se essencialmente nas áreas de relevo plano a suave ondulado, caracterizando-se por grandes lavouras, geralmente em áreas contíguas de grandes dimensões, onde ocorrem Latossolos, correspondentes principalmente às unidades de mapeamento Ld1+Lea9 e Ld16 + Ld1. Em função das condições climáticas da região, a irrigação é uma prática agrícola bastante utilizada, e a colheita mecanizada é favorecida pela caracterização geomorfológica. Estas práticas condicionam o manejo da cultura cafeeira da região, que interferem em diversos parâmetros desta cultura, tais como porte máximo (2,2 m) e espaçamento de plantio (3,8 m x

0,6 m), que influenciam na porcentagem de cobertura do substrato por café formado, favorecendo a interpretação e levantamento de cafezais em imagens de satélite TM/Landsat, além de propiciar a classificação automatizada das classes de uso atual utilizadas.

### 3.2 Área-Piloto de Machado

Na área-piloto de Machado o modelo de distribuição de solos na paisagem foi estabelecido com base em interpretações de imagens de satélite, fotografias aéreas e mapas temáticos disponíveis e gerados pelo SPRING, particularmente os mapas de geologia, classes de declividade e hipsometria, validado por observações de campo

De acordo com o mapeamento geológico disponível (DNPM/CPRM, 1979), a área-piloto definida para a região de Machado apresenta geologia homogênea, correspondendo ao Complexo Varginha, basicamente constituído por gnaisses e migmatitos oftálmicos, cuja composição mineralógica e química não refletem em variações nas classes de solo. Assim sendo, a legenda preliminar de solos foi realizada a partir de correlações geomorfo-pedológicas, com base no modelo estabelecido por Andrade et al. (1998), que após avaliação em campanhas de campo, mostrou-se válido para a região de Machado. Nos trabalhos de campo verificou-se a ocorrência de solos com horizonte A húmico/proeminente, distribuídos em altitudes superiores a 950 m. Assim, o mapa preliminar de solos foi executado através do cruzamento entre o mapa de classes de declividade e mapa de classes hipsométricas. Para confirmar a ocorrência de solos com A húmico foram descritos e amostrados dois perfis de solo.

As tabelas 3 e 4 mostram os dados de tabulações cruzadas entre os PIs Uso atual x Classes de solo e Uso atual x Classes de declividade, respectivamente, para a área-piloto de Machado.

A classe café formado apresenta 26,44% de ocupação da área-piloto de Machado, distribuídos em praticamente todas as classes de relevo (plano, suave ondulado, ondulado e forte ondulado), com predomínio na classe ondulado, onde representa 9,19%. Esta distribuição reflete a compartimentação geomórfica da região. Na área-piloto de Machado, a análise dos dados obtidos permitiu o zoneamento geomorfo-pedológico da região em dois grandes ambientes:

1. Ambiente Geomorfo-pedológico N-NE-E: com domínio de Latossolos, em relevo predominantemente plano a ondulado, ocorrendo na região norte, nordeste e leste em relação ao núcleo urbano de Machado; e
2. Ambiente Geomorfo-pedológico W-NW: com domínio de solos com horizonte B textural, além de ocorrências de Cambissolos, em relevo predominantemente ondulado a montanhoso, ocorrendo na região oeste e noroeste em relação ao núcleo urbano de Machado.

A cultura cafeeira distribui-se pelos dois ambientes, observando-se uma maior concentração no ambiente geomorfo-pedológico W-NW, apesar das condições mais difíceis impostas pelo relevo.

Os solos ocupados pela cafeicultura referem-se às unidades de mapeamento ARGISSOLOS VERMELHOS + ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS e LATOSSOLOS VERMELHOS + LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELOS, podendo apresentar ocorrência de horizonte A húmico ou proeminente, quando em altitudes superiores a 950 m. Estes últimos, no entanto, correspondem a uma pequena porcentagem de ocorrência no ambiente geomorfo-pedológico W-NW da área-piloto. Fica evidenciado, portanto, que a cafeicultura encontra-se diretamente relacionada à distribuição dos solos na paisagem, conforme o modelo geomorfo-pedológico utilizado na modelagem de solos.

**Tabela 3** – Tabulação cruzada entre Classes de Uso Atual e Classes de Solo para a área-piloto de Machado

Classes de Uso Atual (%)	Classes de solo – Unidades de mapeamento (%)										Total
	LVA1 + LV1	LVA1 + LV1 A húmico	LVA2 + LV2	LVA2 + LV2 A húmico	PVA + PV	PVA + PV A proeminente	PVA + PV + CX	PVA + PV + CX A proeminente	CX + RL	CX + RL A proeminente	
Background	1,58	0,06	2,73	0,09	2,45	0,20	0,69	0,34	0,05	0,07	<b>8,25</b>
Mata	1,80	0,14	3,66	0,16	3,62	0,76	1,40	1,12	0,14	0,26	<b>13,07</b>
<b>Café formado</b>	<b>3,71</b>	<b>0,57</b>	<b>6,24</b>	<b>1,97</b>	<b>7,14</b>	<b>2,05</b>	<b>2,38</b>	<b>2,34</b>	<b>0,3</b>	<b>0,68</b>	<b>26,44</b>
Vegetação solo	6,51	0,65	11,27	0,63	13,88	2,19	3,85	2,18	0,30	0,42	<b>41,88</b>
Solo desnudo	2,21	0,16	3,30	0,18	3015	0,38	0,60	0,30	0,04	0,04	<b>10,36</b>
<b>Total</b>	<b>15,81</b>	<b>1,57</b>	<b>27,21</b>	<b>1,58</b>	<b>30,24</b>	<b>5,59</b>	<b>9,43</b>	<b>6,28</b>	<b>0,84</b>	<b>1,46</b>	<b>100,00</b>

**Tabela 4** – Tabulação cruzada entre Classes de Uso Atual e Classes de Declividade para Machado

Classes de Uso Atual (%)	Classes de declividade – Unidades de relevo (%)					
	Plano	Suave	Ondulado	Forte	Montanhoso	<i>Total</i>
Background	1,62	2,84	2,65	1,03	0,11	<b>8,25</b>
Mata	1,93	3,83	4,38	2,52	0,41	<b>13,07</b>
<b>Café formado</b>	<b>4,25</b>	<b>6,79</b>	<b>9,19</b>	<b>5,22</b>	<b>0,99</b>	<b>26,44</b>
Vegetação solo	7,14	11,90	16,08	6,03	0,73	<b>41,88</b>
Solo desnudo	2,37	3,48	3,53	0,90	0,08	<b>10,36</b>
<b>Total</b>	<b>17,31</b>	<b>28,84</b>	<b>35,83</b>	<b>15,70</b>	<b>2,32</b>	<b>100,00</b>

### 3.3 Área-Piloto de São Sebastião do Paraíso

As análises de geoprocessamento, ou seja, interpretação de imagens de satélite, geração e manipulação de mapas temáticos dos recursos naturais, aliadas às observações de campo, permitiram compreender a distribuição dos solos na paisagem da área-piloto de São Sebastião do Paraíso e estabelecer um modelo de correlação entre relevo e geologia, que possibilitou o mapeamento das principais unidades de solo. Os trabalhos de checagem da legenda preliminar de solos e descrição dos perfis representativos, para caracterização destas unidades de mapeamento, foram realizados na microbacia do Ribeirão Fundo, representativa do modelo de distribuição dos solos na paisagem regional.

As principais classes de solos da microbacia do Ribeirão Fundo foram estabelecidas e descritas segundo os critérios de Lemos e Santos (1996) e EMBRAPA (1999). Os fatores considerados na escolha dos perfis representativos foram a distribuição espacial, com base na modelagem geopedológica e a utilização agrícola das classes de solo na microbacia.

As tabelas 5 e 6 apresentam os resultados das tabulações cruzadas entre os PIs Uso Atual x Classes de Solo e Uso Atual x Classes de Declividade. A classe Café Formado ocupa 25,96% da área-piloto, sendo que 23,07 % deste total, distribui-se em áreas de relevo plano a ondulado. Os solos usados para a cultura cafeeira pertencem às unidades de mapeamento LVf (LATOSSOLO VERMELHO Férrico) e NVf (NITOSSOLO VERMELHO Férrico), totalizando 13,33%, seguidos de LVAp (LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Psamítico) e PVAa (ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Arênico), que juntos representam 7,69%. As demais classes de solos apresentam ocupação pela cafeicultura abaixo de 2,5%. Justifica-se a predominância da cultura cafeeira nos LVf e NVf, visto que os mesmos são derivados de rocha basáltica da Formação Serra Geral (KJsg), apresentando fertilidade natural mais elevada. Já o LVAp e PVAa, produtos de intemperização dos domínios geológicos de composição arenítica. (Kb – Formação Bauru, KJb – Formação Botucatu e PCI – Grupo Itararé), são solos de boas características físicas, que com o manejo adequado da fertilidade, tornam-se aptos para a cafeicultura.

A interpretação dos dados gerados pelo geoprocessamento, aliada às observações de campo, permitiu a individualização geomórfico-geo-pedológica da região de São Sebastião do Paraíso em dois grandes ambientes:

Ambiente geomórfico-geo-pedológico W: domínio de basaltos da Formação Serra Geral, com desenvolvimento, em classes de declividade de até 12%, de LATOSSOLOS VERMELHOS Férricos e LATOSSOLOS VERMELHOS textura média nas porções de intercalações lito-estratigráficas dos basaltos com arenitos da Formação Botucatu e Grupo Itararé. Nas porções de declividades maiores que 12% ocorrem a formação de NITOSSOLOS VERMELHOS Férricos;

Ambiente geomórfico-geo-pedológico E: domínio de formações areníticas do Grupo Itararé, com desenvolvimento em classes de declividade de até 12% de LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELOS, textura média a psamíticos. Em classes de declividade maiores que 12% ocorrem os ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS, textura média a arênicos.

A cafeicultura na região encontra-se predominantemente no ambiente geomórfico-geo-pedológico W, particularmente na porção localizada entre os núcleos urbanos de São Sebastião do Paraíso e São Tomás do Aquino, onde os solos, principalmente os LATOSSOLOS VERMELHOS férricos, são mais aptos ao cultivo.

**Tabela 5** – Tabulação cruzada entre classes de Uso atual e Classes de solo para a área-piloto de São Sebastião do Paraíso (%).

	Classes de solo – Unidades de mapeamento									
	LVf	NVf	CX +	LVA	PVA	PVAa	LVAp	LVA	PVA	RU
Mata	1,21	1,74	0,16	0,17	0,43	1,20	1,38	0,38	0,10	0,01
<b>Café formado</b>	<b>7,05</b>	<b>6,28</b>	<b>0,27</b>	<b>0,69</b>	<b>0,87</b>	<b>2,97</b>	<b>4,72</b>	<b>2,48</b>	<b>0,51</b>	<b>0,12</b>
Vegetação	11,06	8,25	0,15	1,80	1,73	5,30	14,35	3,74	0,71	0,13
Solo desnudo	4,20	2,14	0,04	0,28	0,27	2,52	8,53	1,78	0,27	0,03
<b>Total</b>	<b>23,52</b>	<b>18,40</b>	<b>0,63</b>	<b>2,94</b>	<b>3,29</b>	<b>11,99</b>	<b>28,98</b>	<b>8,37</b>	<b>1,59</b>	<b>0,29</b>

Onde a = arênico, p = psamítico

**Tabela 6** – Tabulação cruzada entre classes de Uso atual e classes de declividade para a área-piloto de São Sebastião do Paraíso (%)

Classes de Uso atual	Classes de declividade – Unidades de relevo				
	Plano	Suave	Ondulado	Forte	Montanhoso
Mata	1,56	1,59	2,13	1,33	0,16
<b>Café formado</b>	<b>6,27</b>	<b>8,77</b>	<b>8,03</b>	<b>2,61</b>	<b>0,28</b>
Vegetação solo	11,00	20,06	13,31	2,68	0,16
Solo desnudo	5,29	9,51	4,40	0,80	0,04
<b>Total</b>	<b>24,13</b>	<b>39,93</b>	<b>27,88</b>	<b>7,42</b>	<b>0,64</b>

#### 4. Conclusões

1. O estudo permitiu a individualização geomórfico-geo-pedológica da região de São Sebastião do Paraíso em dois grandes ambientes: 1- Ambiente W, com predomínio de LATOSSOLOS VERMELHOS Férricos e LATOSSOLOS VERMELHOS textura média e NITOSSOLOS VERMELHOS Férricos nas porções de declividades maiores que 12%; e 2- Ambiente E, com domínio de LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELOS textura média a psamíticos e ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS, textura média a arênicos, em classes de declividade maiores que 12%.
2. A cafeicultura na região de São Sebastião do Paraíso encontra-se predominantemente no ambiente geomórfico-geo-pedológico W, particularmente na porção localizada entre os núcleos urbanos de São Sebastião do Paraíso e São Tomás do Aquino, onde os solos, predominantemente os Lvf, são mais aptos às culturas, particularmente à cafeeira.

3. A área-piloto de Patrocínio apresenta uma compartimentação geomorfológica representada por unidades geomórficas planas a suave onduladas de grandes extensões, com o desenvolvimento de LATOSSOLOS VERMELHOS e LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELOS, onde encontra-se instalada a cafeicultura.
4. A caracterização geomórfico-pedológica da região de Machado evidenciou dois grandes ambientes: i) Ambiente Geomorfo-pedológico N-NE-E, com domínio de Latossolos, em relevo predominantemente plano a ondulado, ocorrendo na região norte-nordeste-leste em relação ao núcleo urbano de Machado; e ii) Ambiente Geomorfo-pedológico W-NW, com domínio de solos com horizonte B textural, além de ocorrências de Cambissolos, em relevo predominantemente ondulado a montanhoso, ocorrendo na região oeste-noroeste em relação ao núcleo urbano de Machado.
5. A da região de Machado cultura cafeeira distribui-se pelos dois ambientes, observando-se maior concentração no Ambiente Geomorfo-pedológico W-NW, apesar das condições dificultadas de relevo.
6. O geoprocessamento, aliado às atividades de campo, mostrou-se eficiente na caracterização de agroecossistemas cafeeiros de Minas Gerais, especialmente na avaliação da ocupação da cafeicultura em relação às unidades ambientais que caracterizam o meio físico, ou seja: Classes de Declividade, que refletem as unidades de relevo e Classes de Solo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andrade, H.; Alves, H. M. R.; Vieira, T. C. G. *et al.* Diagnóstico ambiental do município de Lavras com base em dados do meio físico: IV - Principais grupamentos de solos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27., 1998, Poços de Caldas-MG. **Anais...** Lavras: UFLA/SBEA, 1998. V.4, P.442-443.

Burrough, P.A.; McDonnell, R.A. **Principles of geographic information systems**. Oxford: Oxford University Press, 1998. 333p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL. COMPANHIA DE PESQUISA E RECURSOS MINERAIS-DNPM/CPRM. **Projeto Sapucaí**. São Paulo: DNPM/CPRM, 1979. n.5, 299p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA-Produção de Informação, 1999. 412p.

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

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Cenário Futuro do Negócio Agrícola de Minas Gerais**. Belo Horizonte, 1995. 49p.

RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S.B.D.; CORRÊA, G.F. **Pedologia: Base para distinção de ambientes**. Viçosa: NEPUT, 1995. 304p.