

ASSESSING AND MAPPING THE EVALUATION, IN SPACE AND TIME, OF COFFEE LANDS OF THE STATE OF MINAS GERAIS IN BRAZIL

T. G. C. Vieira¹; H. M. R. Alves²; V. C. O. Souza¹; M.A. BERTOLDO¹

¹Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – EPAMIG
Caixa Postal 176 - 37200-000 - Lavras - MG, Brasil
{tatiana, matilde, vanessa}@epamig.ufla.br

²Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA/Solos
Caixa Postal 176 - 37200-000 - Lavras – MG, Brasil
helena@epamig.ufla.br

ABSTRACT: Coffee is one of Brazil's most important cash crops due to the incomes generated by exportation. The state of Minas Gerais is responsible for approximately half of the national production, which is concentrated mainly in its southern and western regions. Although the south remains as the main production region, accounting for approximately 50% of the state's total production, the greatest expansion of the crop has been observed in the western regions of Alto Paranaíba and Triângulo Mineiro. Due to the changes observed and as a requirement for future planning, it is important to establish efficient methodologies to map and monitor these fields, with the possibility of an easier periodical updating of the information. The objective of the work was the evaluation of the changes, in space and time, of the areas occupied by coffee plantations in the state of Minas Gerais using geotechnologies. The fieldwork involved selection of representative areas from the two coffee production regions, from where the crop parameters and environmental data were collected. Land Use Maps of the study areas were generated for the years 2000 and 2003 using the software SPRING and Landsat images. The results of the quantitative comparison of these maps indicated different behaviours for the different regions. In São Sebastião do Paraíso and Machado, both in the south, a decrease in the areas occupied by coffee was observed, whereas in Patrocínio, western part of the state the area occupied by the crop remained unaltered. In the region of Três Pontas, one of the most important production areas of the southern region of Minas Gerais, the area with coffee fields increased. Remote sensing and geographic information system were efficient in the evaluation of the spatial-temporal dynamics of coffee areas of Minas Gerais, providing information that can subsidize regional land use planning as well as the analysis of tendencies and future scenarios.

Key words: remote sensing, land use, dinâmica da cultura cafeeira.

1. Introdução

O levantamento da cobertura e do uso da terra é indispensável para o planejamento racional que permitirá superar problemas de desenvolvimento descontrolado e de deterioração da qualidade ambiental pela perda das terras agrícolas. Dados sobre cobertura e uso da terra são necessários para a análise de processos agrícolas e problemas ambientais. A análise e mapeamento do uso e da terra se baseiam em estudos rigorosos do meio físico e de sua dinâmica evolutiva. Estes estudos devem ocupar um lugar de destaque nos programas de planejamento integral de desenvolvimento de uma região, a fim de reduzir ou evitar perdas sócio-econômicas e fazer disto um processo sustentado ao longo do tempo. Neste sentido, o mapeamento e a quantificação de áreas agrícolas e a determinação das variáveis do meio físico, são imprescindíveis para qualquer ação de planejamento, Formaggio et al.(1992).

As técnicas convencionais de levantamento de uso da terra caracterizam-se pelo alto custo e pela dificuldade de obter dados em um curto período, o que constitui uma limitação para sua aplicação. No Brasil, por exemplo, os registros de uso da terra limitam-se a pequenas áreas levantadas para propósitos específicos. O Sensoriamento Remoto é uma tecnologia que permite a aquisição de informações sobre o objeto em estudo. É extremamente importante, pois com o uso destas técnicas pode-se mapear e caracterizar as áreas em questão e fornece informações que serão de grande utilidade para a organização espacial, Novo(1992). As principais aplicações desta técnica referem-se a elaboração de zoneamentos e planejamentos agrícolas, visando o estabelecimento de modelos de evolução do uso e ocupação das terras. Os Sistemas de informações geográficas aliados à tecnologia de sensoriamento remoto facilitam o estudo dessas dinâmicas, Vieira et al. (2003).

Ao contrário de outras regiões do país, o estado de Minas Gerais possui uma superfície com ambientes muito diferenciados em termos de relevo, geologia, solos e clima. A questão do mapeamento se agrava no estado devido a essa complexidade de ambientes, ocorrendo intensos contrastes do meio físico e problemas sócio-econômicos entre as

regiões geográficas e uma dinâmica acelerada do uso das terras. Inserida nesses ambientes tão diferentes, a cultura do café em Minas Gerais tem uma importância econômica e social relevante no país. Na cafeicultura são praticados diversos tipos de manejo e têm-se plantios de culturas desde a escala da subsistência, passando pelas pequenas e médias organizações rurais, até as grandes empresas agroindustriais. Deste modo, produz-se um cenário de grande complexidade a ser gerenciado pelo planejamento agrícola, onde o elenco de alternativas eventualmente possíveis, de ocupação e uso das terras é muito variado.

O objetivo deste trabalho foi fazer uma avaliação espaço-temporal de áreas cafeeiras das principais regiões de Minas Gerais, utilizando sensoriamento remoto e sistemas de informação geográfica (SPRING). Essas geotecnologias oferecem maior rapidez e precisão no levantamento de informações para o conhecimento de uma região. São ferramentas úteis para analisar as tendências, as quais permitem delinear alternativas de ações e cenários futuros desejados em ambientes cafeeiros, gerando banco de dados que disponibilizam aos planejadores e agricultores informações de fácil compreensão que possam auxiliar o processo de tomada de decisões.

Este trabalho apresenta os resultados da caracterização e mapeamento de agroecossistemas cafeeiros de regiões produtoras do estado de Minas Gerais, sendo integrante de projetos de pesquisa financiados pelo CBP&D/Café, conduzido pela EPAMIG/CTSM no Laboratório de Geoprocessamento- GeoSolos.

2. Caracterização das Áreas

As regiões em estudo foram escolhidas pela sua importância e ambiente em que estão inseridas. Para o desenvolvimento do trabalho foram selecionadas quatro áreas representativas das regiões cafeeiras de Minas Gerais, tanto em termos das características da cultura, quanto de sua associação com o meio físico.

Machado é uma das principais regiões produtoras do Estado. O ambiente é caracterizado por áreas elevadas, com altitudes de 780m a 1260 m, clima ameno, sujeito a geadas, moderada deficiência hídrica, relevo suave ondulado a forte ondulado, predomínio de Latossolos e solos com B textural, possibilidade de produção de bebidas finas, sistemas de produção de médio a alto nível tecnológico, considerando diversos fatores como características dos cafezais, dimensões médias das áreas plantadas, cultivares mais utilizados, técnicas de manejo, características do meio físico (tipo de solo e relevo) e outras. Delimitada pelas coordenadas UTM 392 Km e 418 Km W e 7.620 Km e 7.600 Km S, ocupando porções das folhas topográficas do IBGE, escala 1:50.000, de Machado e Campestre.

A área de Patrocínio está delimitada pelas coordenadas UTM 278 Km e 304 Km W e 7.942 Km e 7.922 Km S, englobando porções das cartas topográficas do Ministério do Exército, em escala 1:100.000 de Patos de Minas e Monte Carmelo. O ambiente é caracterizado por áreas de altiplano com altitudes de 820 a 1100m, clima ameno, sujeito a geadas de baixa intensidade, moderada deficiência hídrica, relevo plano, suave ondulado a ondulado, predomínio de Latossolos, possibilidade de produção de bebidas finas, de corpo mais acentuado e sistemas de produção de alto nível tecnológico.

Em São Sebastião do Paraíso, o ambiente é caracterizado por uma altitude que varia de 850m a 1100m clima mesotérmico, média e alta disponibilidade de recursos hídricos, predominância de relevo ondulado à suave ondulado e Latossolo Vermelho fértil e Litossolo Vermelho fértil. Possibilidade de produção de bebidas finas e média e alta tecnologia de produção aplicada. A área selecionada é delimitada pelas coordenadas 274 km e 300 km W e 7.680 km e 7.700 km S, englobando porções das cartas topográficas do IBGE, escala 1:50.000, de São Sebastião do Paraíso e São Tomás de Aquino.

Três Pontas é uma das principais regiões produtoras de café do país e esteve em primeiro lugar em áreas plantadas por muitos anos. Neste município, a cultura cafeeira representa 70% da renda agrícola. O ambiente é caracterizado por uma altitude em torno de 950m, variando de 700m a 1150m, clima ameno, tropical de altitude, predominância de relevo suave ondulado e Latossolo Vermelho Escuro distrófico, Cambissolo álico e Argissolo Vermelho Escuro distrófico. Possibilidade de produção de bebidas finas e média e alta tecnologia aplicada. A área abordada neste trabalho é delimitada pelas coordenadas UTM 422 km e 448 km W e 7.626 km e 7.646 km S, englobando porções das cartas topográficas do IBGE, escala 1:50.000, de Três Pontas.

3. Metodologia

Para o levantamento de áreas cafeeiras fez-se a caracterização da cultura e do ambiente em que ela está inserida. Usando-se técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto, foi elaborado um banco de dados digital para cada área-piloto, por meio do sistema de informações geográficas SPRING, o qual é um software brasileiro

desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-INPE e imagens de satélite Landsat 7 ETM+. A partir deste banco de dados foram gerados os mapas temáticos do uso atual das terras nos anos de 2000 e 2003 além dos mapas de cruzamento, utilizando a Linguagem Espacial para Processamento Algébrico-LEGAL na avaliação espaço-temporal do parque cafeeiro de cada região.

As imagens do satélite Landsat 7 utilizadas foram das seguintes órbitas-ponto: 219/75 (Machado), 220/73 (Patrocínio), 220/74 (São Sebastião do Paraíso) e 219/75 (Três Pontas), bandas 3R, 4R, 5G e a banda 8 pancromática. Na área de estudo em Machado, a imagem do ano 2000 data de 17 de Junho e a de 2003 de 23 de Abril. Em Patrocínio, a imagem do ano 2000 data de 21 de Abril e a de 2003 de 30 de Abril. Em São Sebastião do Paraíso, a imagem do ano 2000 data de 27 de Junho e a de 2003 de 30 de Abril. Na área de estudo de Três Pontas, a imagem do ano 2000 data de 17 de Junho e a de 2003 de 23 de Abril. Essas datas são importantes para o mapeamento da cultura por ser a época em que o café está no seu maior vigor vegetativo, e que o dossel do cafeeiro reflete mais na banda 4, facilitando assim a sua classificação.

Foram realizadas campanhas de campo, onde um trabalho sistemático de levantamento e georreferenciamento de áreas cafeeiras das regiões. Nesta etapa os padrões para se mapear as áreas de café foram determinados.

Posteriormente a essas campanhas foram criados bancos de dados no SPRING para cada região. Nesta etapa as curvas de nível das áreas foram inseridas e gerados os mapas de relevo (hipsometria, declividade e orientação de vertente).

Em cada região foram selecionadas fazendas, que constituíram as áreas de amostragem para o levantamento de dados da cultura cafeeira. As variáveis, levantadas nas campanhas de campo, realizadas no período de maior vigor vegetativo do café (abril a junho), foram: área do talhão, idade, altura ou porte, diâmetro médio das plantas, ano de poda, percentagem de cobertura do terreno por plantas de café, tipo e percentagem de cobertura vegetal ao longo das ruas, cultivar, densidade populacional, espaçamento entre covas e entre linhas, vigor vegetativo, produção média, declividade, quadrante ou orientação do declive e tipo de solo. Estes dados associados às informações do meio físico contribuíram para a definição dos padrões da cultura cafeeira de cada região.

Foi realizada a segmentação e posteriormente a interpretação visual das imagens de satélite na composição 3B-4R-5G. Finalizada a interpretação preliminar, fez-se uma checagem no campo nos pontos de dúvidas para gerar o mapa temático final do Uso atual das terras das quatro áreas piloto. As classes definidas para o mapeamento foram: - **Café em produção:** correspondente aos cafezais cujos parâmetros de idade (acima de 4-5 anos), porte (maior que 2 m) e espaçamento de plantio que permitem uma cobertura de substrato maior que 50%; **café em formação/renovação** (abaixo de 4 anos) e com exposição parcial de solos, café recém-plantado com solos exposto; - **Mata:** que correspondente às áreas ocupadas por vegetação natural de porte variado, isto é, matas ciliares, resquícios de floresta tropical, capoeiras e cerradão; **Área urbana:** áreas correspondendo a ocupação urbana; **Corpos d'água:** são áreas que correspondem aos rios, lagos naturais e construídos, **Reflorestamento:** são áreas plantadas com eucalipto ou pinus. O restante da área entrou como **Outros usos:** que seriam: áreas para pastagem natural, pousio de culturas temporárias ou semiperenes.

Para análise da evolução do parque cafeeiro nas áreas em estudo, fez-se o cruzamento de dois PIs de Uso da Terra, dos anos de 2000 e 2003, utilizando-se a linguagem LEGAL do SPRING. As classes criadas foram:

- **Novas Áreas Cafeeiras:** essa classe mostra o que não eram áreas plantadas com café na imagem do ano 2000 e tornaram-se áreas de café na imagem de 2003.
- **Áreas de Interseção:** essa classe mostra as áreas classificadas como café em ambas as imagens.
- **Áreas Cafeeiras Extintas:** essa classe mostra as áreas que na imagem de 2000 eram classificadas como café e na de 2003 não são mais.

A utilização da LEGAL foi adotada porque com ela os cruzamentos são matriciais, sendo, portanto, efetuados mais rapidamente, com maior precisão e gerando apenas um PI temático. Pela interface do SPRING no módulo *Ferramentas* também é possível cruzar PIs, porém o cruzamento é temático e para realizá-lo é necessário criar um objeto e um cadastral, o que não era interessante para este trabalho.

Os mapas de cruzamento foram gerados no módulo SCARTA do SPRING, os quais foram exportados para o formato GIF no módulo IPLOT do SPRING e estão apresentados nas figuras 1, 2, 3 e 4. Com o auxílio da funcionalidade "Medida de Classes" do SPRING, os dados quantitativos de cada classe dos PIs foram obtidos e levados para o *software* de planilha eletrônica Microsoft Excel®, onde a geração dos gráficos e tabelas foi realizada. Como última etapa da metodologia, avaliou-se as informações encontradas. Essa avaliação será descrita no item seguinte de resultados.

4. Resultados e Discussão

Os resultados encontram-se nas tabelas 1 e 2 e nas figuras 1, 2, 3 e 4. A tabela 1 mostra a evolução do parque cafeeiro em áreas de 520km² nas regiões de Machado, Patrocínio, São Sebastião do Paraíso e Três Pontas. A tabela 2 mostra os cruzamentos nas áreas entre os anos de 2000 e 2003 e as figuras apresentam os mapas desses cruzamentos.

Evolução do Parque Cafeeiro das Áreas de Estudo - Anos 2000 e 2003								
Áreas de Estudo	2000				2003			
	Café em Produção		Café em Formação		Café em Produção		Café em Formação	
	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%
Machado	71,91	13,49	58,12	10,90	100,50	18,86	18,34	3,44
Patrocínio	49,82	9,58	43,42	8,35	78,29	15,06	15,46	2,97
S. S. do Paraíso	64,34	12,37	12,19	2,34	55,45	10,66	6,08	1,17
Três Pontas	51,52	10,09	49,91	9,77	56,50	11,06	63,35	12,40

Tabela 1: Evolução do parque cafeeiro nas principais regiões produtoras de Minas Gerais, entre os anos 2000 e 2003. Dados de áreas cafeeiras de 520 km² em produção e em formação ou renovação.

CRUZAMENTO 2000/2003								
Classes	Machado		Patrocínio		S.S. do Paraíso		Três Pontas	
	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%
Áreas de Interseção	80,17	15,04	73,38	13,77	44,92	8,64	91,65	17,94
Novas Áreas Cafeeiras	38,54	7,23	20,38	3,82	16,09	3,09	28,20	5,52
Áreas Cafeeiras Extintas	50,40	9,46	19,88	3,73	29,84	5,74	9,78	1,91

Tabela 2: Resultados de cruzamentos entre as áreas cafeeiras (de 520km²) nas principais regiões produtoras de Minas Gerais, entre os anos 2000 e 2003.

Analisando a tabela 1, observa-se que nas regiões de São Sebastião do Paraíso e Machado houve um decréscimo nas áreas ocupadas com a cafeicultura. Em Patrocínio a área plantada manteve-se inalterada, porém com aumento das áreas de café em produção, mostrando que o parque cafeeiro dessa região está em constante evolução, aumentando-se assim sua produtividade. Em Três Pontas verifica-se que as áreas cafeeiras tiveram um acréscimo. Este é o parque cafeeiro com maior renovação observada, isso devido principalmente à substituição das lavouras antigas.

Pode-se observar na tabela 1 que a região produtora de Machado tinha, em 2003, 22,30% da área ocupada pela cafeicultura. Nota-se que de 2000 para 2003 nas áreas de café em produção houve um aumento de 5,37% e nas áreas de café em formação, uma redução de 7,46%. Isto mostra que o parque cafeeiro como um todo diminuiu 2,04%, porém a produtividade pode ter aumentado devido ao acréscimo nas áreas de café em produção. A tabela 2 revela a diminuição do parque cafeeiro, já que as novas áreas cafeeiras são inferiores as áreas extintas. A renovação do parque pode ser vista na figura 1.

Em Patrocínio o parque cafeeiro está em evolução. Na tabela 1 verifica-se que praticamente não houve mudanças na área plantada, porém os 5,48% de crescimento do café em produção foi devido ao desenvolvimento da cultura, aumentando a produtividade da área. Provavelmente, os 2,97% de aumento da área de café em formação deve-se ou às áreas de café recém plantadas ou às de café em renovação (recepado, esqueletado, podado), cujo padrão espectral do dossel é o mesmo. Os dados contidos na tabela 2 confirmam que não houve crescimento significativo do parque cafeeiro, porém o mesmo encontra-se em franca evolução, o que pode ser observado na figura 2.

Na região de São Sebastião do Paraíso houve uma redução do parque cafeeiro de 2,88% verificado na tabela 1, e confirmado pela tabela 2, onde as áreas extintas superam as novas áreas ocupadas com a cafeicultura. A redução do parque cafeeiro desta região é apresentada no mapa de evolução, figura 3.

O parque cafeeiro de Três Pontas foi, durante vários anos, o maior parque com a maior produtividade da cultura cafeeira do Brasil. Atualmente, caracteriza-se por plantios antigos e que estão sendo renovados como indica as tabelas 1 e 2. Observa-se um crescimento de 3,6% das áreas cafeeiras em relação a área total. Em relação somente as áreas de café, houve um aumento de 15,37%. A figura 4 retrata esta dinâmica.

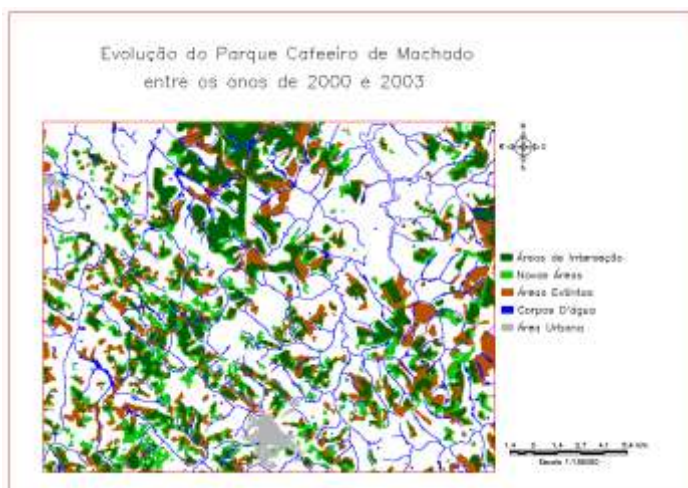


Figura 1: Mapa da evolução do Parque Cafeeiro da região de Machado entre os anos 2000 e 2003.

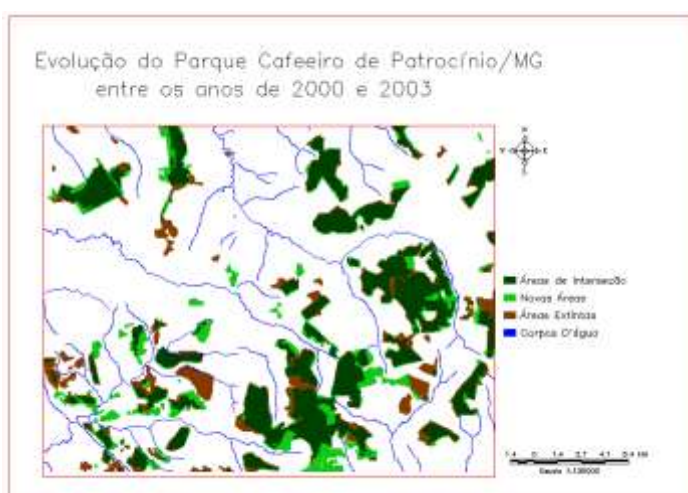


Figura 2: Mapa da evolução do Parque Cafeeiro da região de Patrocínio entre os anos 2000 e 2003.

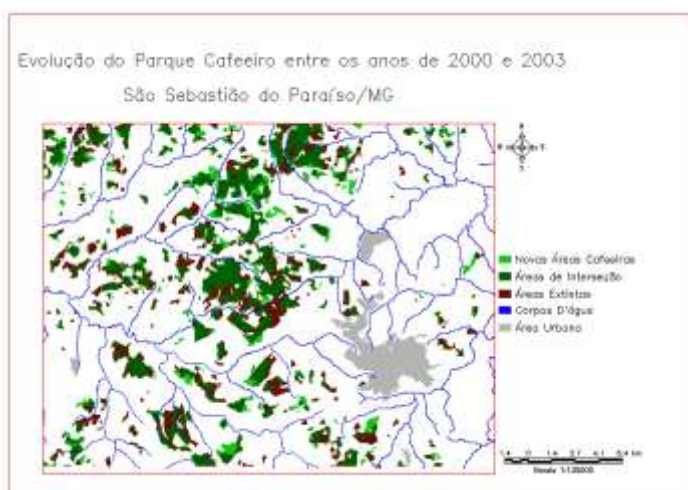


Figura 3: Mapa da evolução do Parque Cafeeiro da região de São Sebastião do Paraíso entre os anos 2000 e 2003.

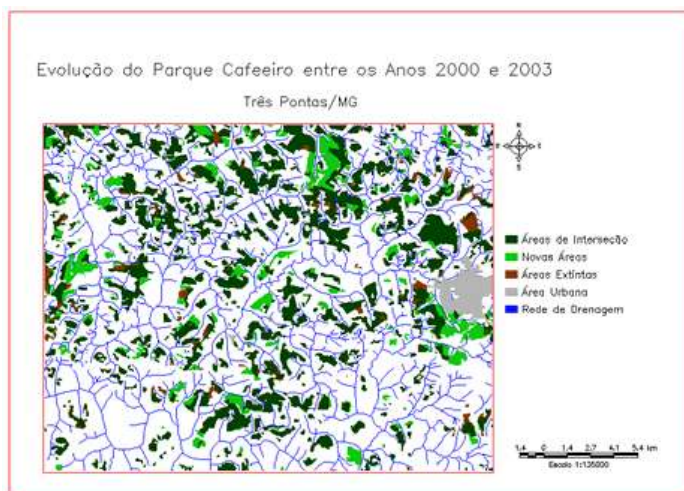


Figura 4: Mapa da evolução do Parque Cafeeiro da região de Três Pontas entre os anos 2000 e 2003.

4. Conclusões

- A utilização do sensoriamento remoto e do sistema de informação geográfica (Spring) são eficientes na avaliação da dinâmica espaço-temporal de áreas cafeeiras das principais regiões de Minas Gerais, permitindo analisar as tendências, criar alternativas de ações e cenários futuros.
- As geotecnologias permitem uma maior compreensão dos ambientes cafeeiros de Minas Gerais e a criação de banco de dados que auxiliam no processo de planejamento e gerenciamento agrícola.
- A avaliação da evolução nas áreas de estudo indica diferentes comportamentos em cada região cafeeira, visto que nas regiões de São Sebastião do Paraíso e Machado houve um decréscimo nas áreas ocupadas com a cafeicultura, em Patrocínio a área plantada manteve-se inalterada e em Três Pontas verifica-se que as áreas cafeeiras tiveram um acréscimo, mostrando a dinâmica das principais regiões cafeeiras de Minas Gerais.

5. Referências Bibliográficas

Alves, H.M.R.; Resende, R.J.T.P. de; Andrade, H. Utilização do SPRING para avaliação do uso da terra em agroecossistemas cafeeiros da região de São Sebastião do Paraíso-MG. In: I SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1, 2000, Poços de Caldas. **Resumos Expandidos...** Brasília: EMBRAPA CAFÉ, 2000. v.2, p.1364-1367.

Eduardo Delgado Assad & Edson Eyji Sano. **Sistema de Informações Geográficas - Aplicações na Agricultura** Brasília: EMBRAPA-CPAC, 1998.

Formaggio, A. R.; Alves, D. S.; Epiphany, J. C. N. Sistemas de informações geográficas na obtenção de mapas de aptidão agrícola e de taxa de adequação de uso das terras. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 16, p.249-256, 1992.

Novo, Evelyn M. L. Moraes. **Sensoriamento Remoto: Princípios e aplicações**. 12ª edição. São Paulo- SP: Edgard Blücher.1992.

Vieira, TGC; Alves, H.M.R.; Lacerda, M.P.C. **Parâmetros Culturais Para Avaliação do Comportamento Espectral da Cultura do Café(Coffea Arábica) em Minas Gerais**. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 11., 2003, Belo Horizonte. Anais... São José dos campos: INPE, 2003. p. 247-254. ISBN:85-17-00017-X