

ANÁLISE DO RELEVO EM LAVOURAS CAFEIEIRAS LOCALIZADAS NO MUNICÍPIO DE LONDRINA-PR.

Kleber Trabaquini¹; Édison Miglioranza²; Valmir de França³; Osvaldo Coelho Pereira Neto⁴

¹Eng. Agrônomo – MSc. em Fitotecnia - Universidade Estadual de Londrina - UEL. klebertrabaquini@yahoo.com.br

²Eng. Agrônomo – Prof. Dr. Depto. Agronomia - Universidade Estadual de Londrina - UEL, emiglior@uel.br

³Geógrafo – Prof. Dr. Depto. Geociências - Universidade Estadual de Londrina – UEL, defranca@uel.br

⁴Eng. Agrônomo - Prof. Dr. Depto. Geociências - Universidade Estadual de Londrina – UEL, coelho@uel.br

RESUMO: O presente trabalho teve por objetivo estudar o relevo do agroecossistema cafeeiro, através do auxílio de geotecnologias, no município de Londrina, localizado no norte do estado do Paraná, Brasil; utilizando imagens do satélite LANDSAT 5/TM e dados SRTM, aliadas às técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto. Foi criado um banco de dados com informações de altimetria e declividade, sendo realizado o cruzamento destas informações com a localização das lavouras cafeeiras, a qual foi obtida por meio de classificação supervisionada utilizando o classificador *Bhattacharya*. A imagem do sensor TM possibilitou a execução da classificação automática e conseqüente identificação e mapeamento das lavouras cafeeiras com 79% de precisão. Quanto ao relevo, verificou-se que 86% destas lavouras estão em altitudes superiores a 540 metros e que 50% destas estão localizadas predominantemente sobre áreas com relevo ondulado, ou seja, de 8 a 20% de declividade. Todas estas tarefas foram executadas por meio do Sistema de Informação Geográfica SPRING 4.3.3, o qual se apresentou como uma excelente ferramenta para análise geográfica aplicada à agricultura.

Palavras-Chave: Café, geotecnologias, SRTM, LANDSAT 5/TM.

ANALYSIS OF THE RELIEF IN COFFEE FIELDS LOCATED IN THE TOWN OF LONDRINA-PR

ABSTRACT: The present work had the objective to study the relief of coffee agroecosystems, through the assistance of geotechnologies, in the town of Londrina, located in the northern area of the state of Paraná, Brazil; by using images of the satellite LANDSAT 5/TM and data of SRTM along with the techniques of geoprocessing and remote sensing. A data base with information of altimetry and declivity, which was done by crossing the collected data and with the localization of the coffee fields, obtained through means of supervised classification by the classifier *Bhattacharya*. The image from the TM sensor enabled the automatic execution and classification and also the identification and mapping of the coffee fields with a precision of 79%. As for the relief, it could be noticed that 86% of these fields are in altitudes higher than 540 meters and that 50% of them are located over areas with a wavy relief, in other words, from 8 to 20% of declination. All these tasks were performed through the System of Geographic Information, SPRING 4.3.3, which happened to be an excellent tool of geographic analysis used in agriculture.

Key words: Coffee; geotechnologies; SRTM; LANDSAT 5/TM.

INTRODUÇÃO

Dentre os inúmeros produtos agrícolas cultivados em território brasileiro, destaca-se desde o período colonial o café. A cafeicultura foi e continua sendo uma das principais culturas que impulsionou o crescimento e o desenvolvimento de diversas regiões brasileiras, como o norte do estado do Paraná, onde a economia está embasada fortemente na agricultura. O município de Londrina é o segundo maior produtor em área de café atualmente no estado do Paraná com 5.103 ha (SEAB, 2008).

Com o advento das geotecnologias como o sensoriamento remoto e geoprocessamento, houve um expressivo avanço no que diz respeito ao levantamento de dados na agricultura, tornando-se possível a aquisição de informações ligadas diretamente aos aspectos agronômicos. Segundo Vieira et al. (2000), além de o sensoriamento remoto permitir extrair informações como a área ocupada por uma cultura, esta tecnologia também permite o estudo do relevo, possibilitando uma análise mais específica das variáveis que interferem na produção agrícola, como a altitude e a declividade do terreno, os quais são fatores condicionantes da capacidade de uso do solo de uma região.

A topografia do terreno é de extrema importância na escolha e no sucesso das atividades agropecuárias, principalmente com vistas ao manejo e mecanização das culturas. Variáveis como solo, relevo e orientação de vertentes podem viabilizar ou não a exploração econômica das culturas agrícolas trazendo conseqüências diretas sobre a produtividade.

Atualmente com a disponibilidade pela NASA dos dados da Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), uma rede de células que disponibiliza para cada área de 90 metros por 90 metros do território nacional uma medida altimétrica precisa, é possível executar estudos do relevo de uma região com eficiência e rapidez, viabilizando assim um conhecimento da topografia em que uma determinada cultura está inserida. Para Valeriano (2004), com a utilização da

grade SRTM, podem-se obter diversas variáveis fisiográficas, entre elas, a altitude e a declividade, de uma determinada localidade.

Em estudos realizados por Bertoldo et al. (2003), na região de São Sebastião do Paraíso, MG, o geoprocessamento e produtos de sensoriamento remoto orbital foram utilizados para gerar o banco de dados digital, implementado no software SPRING, a fim de caracterizar o meio físico das áreas ocupadas pela cultura do café. Mapas de uso do solo foram gerados a partir de imagens do satélite LANDSAT 7/TM, e através de cartas planialtimétricas da região, foi gerado o mapa de declividade. Segundo os autores, o geoprocessamento permitiu a caracterização do agroecossistema cafeeiro, quantificando a ocupação da cafeicultura nas unidades ambientais de relevo e solo, mostrando-se uma metodologia eficiente tanto em termos de economia de tempo quanto de recursos.

Assim, este estudo teve como objetivo realizar uma análise do relevo do agroecossistema cafeeiro no município de Londrina-PR utilizando imagens do satélite LANDSAT 5/TM, e por conseguinte realizar sua caracterização topográfica empregando dados altimétricos SRTM.

MATERIAL E MÉTODOS

A área selecionada para estudo compreende o município de Londrina, localizado ao norte do estado do Paraná, entre as latitudes 23°09'53" S e 23°46'54" S e longitudes 50°52'09" W e 51°19'56" W. Segundo IBGE (2008), Londrina é um município com 1.652 Km² de extensão territorial, onde o relevo predominante é o suave ondulado e está situado no Terceiro Planalto paranaense, sobre a formação Serra Geral.

Realizou-se a identificação do cafeeiro, por meio da aplicação do geoprocessamento e do sensoriamento remoto orbital, utilizando como apoio tecnológico o SIG, especificamente o *software* SPRING 4.3.3. Foi utilizada a imagem do satélite LANDSAT 5/TM (*Thematic Mapper*), cena completa com 185 km x 185 km de visada com as seguintes características: órbita/ponto, 222/076; data da passagem, 06/09/2007. Foram realizados trabalhos de campo para levantamento e georreferenciamento de amostras de áreas cafeeiras para estabelecer os padrões para interpretação e acurácia das imagens. Utilizando a imagem TM do satélite LANDSAT 5, identificou-se as áreas ocupadas pela cultura do café através dos seguintes passos: georreferenciamento da área de estudo com oito pontos de controle coletados a campo com GPS (*Global Positioning System*) de navegação Etrex; restauração das bandas TM3, TM4 e TM5, a fim de corrigir distorções causadas pelos sensores, resultando em três novas bandas com 15 m de resolução espacial; seleção e ajuste de contraste linear das bandas resultantes da restauração; segmentação por crescimento de regiões das três bandas com o limiar de similaridade 11 e área (*pixels*) de 17; classificação digital supervisionada da imagem pelo classificador *Bhattacharya*, com limiar de aceitação de 99%, sendo assim, 1% da classe será excluída; pós-classificação com Peso 1 e Limiar 1, para eliminar pixels isolados ou agrupados em pequenos números. Para finalizar, utilizando os resultados da classificação *Bhattacharya*, e com base na composição colorida RGB, na seqüência TM4, TM5, TM3 da imagem digital, foi executada a edição matricial das áreas cafeeiras, a fim de melhorar e aumentar a exatidão da classificação para a elaboração do mapa temático final.

Para a análise da declividade e altimetria do terreno foi elaborada a carta de declividade e hipsometria, onde foram utilizadas as curvas de nível equidistantes de 20 metros, originadas de imagens orbitais adquiridas pela missão SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), da NASA, cuja carta topográfica de referência é S24W52. O arquivo com as curvas de nível foi obtido por meio do software Global Mapper, o qual foi importado para o ambiente SPRING, e através do recurso Modelo Numérico do Terreno (MNT), o mapa de classes de declividade foi gerado, a partir de uma grade triangular (TINs). Foram determinadas, segundo modelo proposto por Lemos e Santos (1984), as seguintes classes de declividade, conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Classes de declividade adotada segundo Lemos e Santos (1984) para análise do relevo no município de Londrina-PR.

Classes de Declividade	
Classes	Descrição
Plano	Superfície de topografia horizontal, onde os desnivelamentos são muito pequenos com declividades de 0 a 3%
Suave ondulado	Superfície de topografia pouco movimentada, apresentando declives suaves de 3 a 8%
Ondulado	Superfície de topografia pouco movimentada, apresentando declives acentuados de 8 a 20%
Forte ondulado	Superfície de topografia movimentada, formada por morros, com declives fortes de 20 a 45%
Montanhoso	Superfície de topografia vigorosa, com predomínio de formas acidentadas, constituída por morros, montanhas e maciços montanhosos, apresentando declividades acima de 45%

Para o mapa altimétrico, utilizou-se a grade retangular, gerada a partir da grade triangular (TINs), onde foi aplicado o recurso do Fatiamento, disponível em MNT, sendo executadas em cinco classes de altitude, determinadas

pela prévia avaliação das cotas mínima e máxima da área de estudo, resultando nas seguintes classes: 340 a 440 m; 440 a 540 m; 540 a 640 m; 640 a 740 m e 740 a 840 m de altitude.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A localização e a distribuição das áreas cafeeiras estão representadas na Figura 1, gerada a partir da classificação de *Bhattacharya* que identificou 3.650 ha de lavoura cafeeira, onde posteriormente foi realizada a edição matricial das áreas mapeadas, com o auxílio da composição colorida RGB, na seqüência TM4, TM5, TM3, a fim de ajustar e melhorar a classificação final, resultando em 4.055 ha.

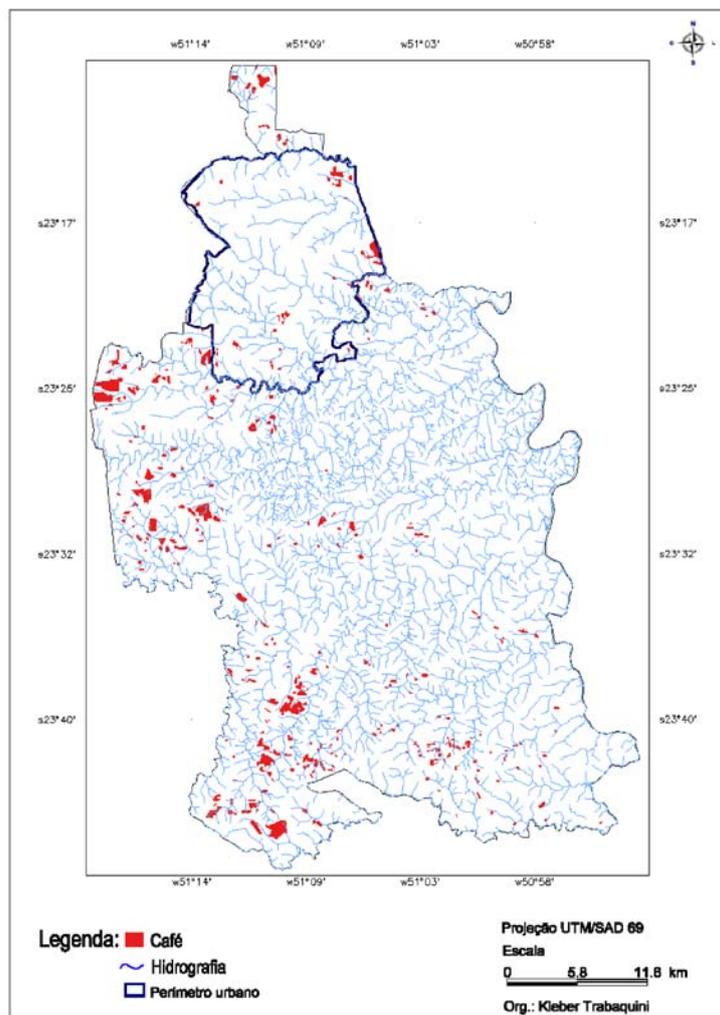


Figura 1 - Mapa de localização e distribuição das lavouras cafeeiras do município de Londrina-PR gerado após classificação de *Bhattacharya* e edição matricial a partir da imagem LANDSAT 5/TM.

Para Moreira (2004), é fundamental que o resultado da classificação digital seja corrigido por meio da fotointerpretação na tela do computador. Segundo levantamentos da SEAB e IBGE, referentes à safra 2006/2007, o município de Londrina possui uma área de aproximadamente 5.103 ha de café, o que lhe confere o 2º lugar no ranking estadual, em se tratando de área cultivada, ficando atrás somente de Carlópolis, com 6.038 ha.

Segundo Miglioranza et al. (2007), no município de Londrina, o tamanho médio das lavouras cafeeiras é de aproximadamente 7 ha. Na Figura 1, pode-se verificar que as lavouras cafeeiras são cultivadas muitas vezes em áreas de pequeno porte, vindo a dificultar na identificação e mapeamento da cultura, visto que a resolução espacial teórica da imagem LANDSAT 5/TM é de 30 m, ou seja, 900 m².

Quanto ao relevo, a partir da grade retangular, gerada pelas curvas de nível equidistantes de 20 metros, foi gerado o mapa hipsométrico do município de Londrina-PR, onde o ponto de menor altitude foi de 340 metros e o de maior altitude de 840 metros (Figura 2).

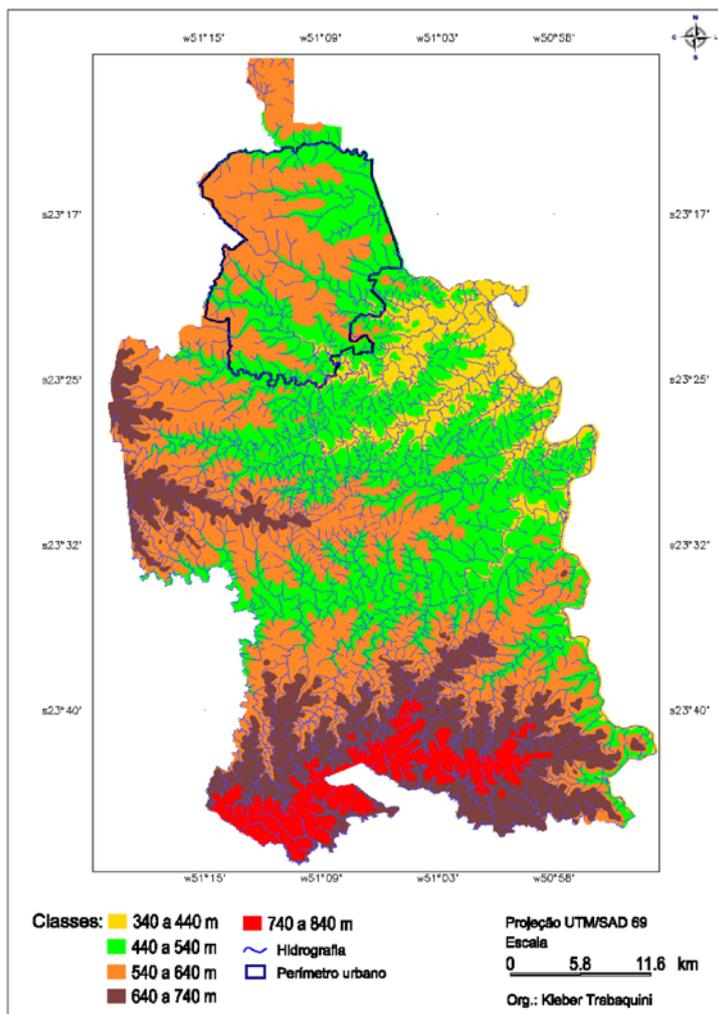


Figura 2 - Mapa hipsométrico do município de Londrina-PR gerado a partir das curvas de nível equidistantes de 20 metros SRTM.

Após isto, utilizando a ferramenta de Tabulação Cruzada, tornou-se possível o cruzamento dos dados de altitude com os dados de localização das lavouras cafeeiras, verificando que cerca de 87% destas lavouras estão localizadas em altitudes superiores a 540 metros, sendo que a classe de altitude 640 a 740 m possui cerca de 41% dos cafezais instalados, seguido da classe 540 a 640 m com 34% dos cafeeiros. Para as classes de 440 a 540 m e 740 a 840 m, foram encontradas 13% e 12%, respectivamente, e a classe 340 a 440 m representa uma pequena parcela de 0,3% (Figura 3).

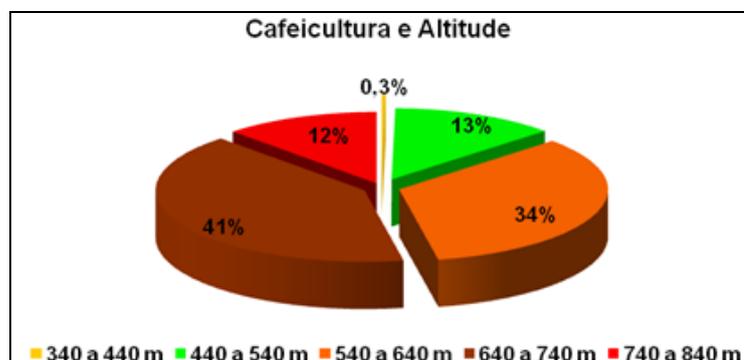


Figura 3- Distribuição das lavouras cafeeiras segundo as classes de altitude no município de Londrina-PR.

Através destes resultados é possível conhecer o relevo da região, e as áreas preferencialmente ocupadas pelas lavouras cafeeiras. No Brasil, geralmente, o cafeeiro vem sendo cultivado em regiões com altitudes que variam de 400 a 1.200 m (Matiello et al., 2005). Segundo Camargo (1998), as fases fenológicas do cafeeiro são bem definidas; porém, em regiões de maior altitude, a planta de café leva maior tempo para completar o ciclo reprodutivo. A influência da altitude no ciclo reprodutivo do cafeeiro está relacionada, principalmente, às temperaturas mais amenas em maiores

altitudes. Segundo Malavolta (2000), a altitude é um dos fatores que afetam a qualidade da bebida, sendo que o café cultivado em maiores altitudes amadurece mais lentamente, o que poderá resultar numa bebida de melhor qualidade. Para Sedyama et al. (2001), não são recomendados plantios de cafeeiros em altitude inferior a 500 m e superior a 1200 m.

Quanto à declividade, a partir da grade triangular, gerada pelas curvas de nível equidistantes de 20 metros, foi gerado o mapa de declividade do município de Londrina-PR, onde houve a predominância do relevo ondulado, ou seja de 8 a 20% (Figura 4).

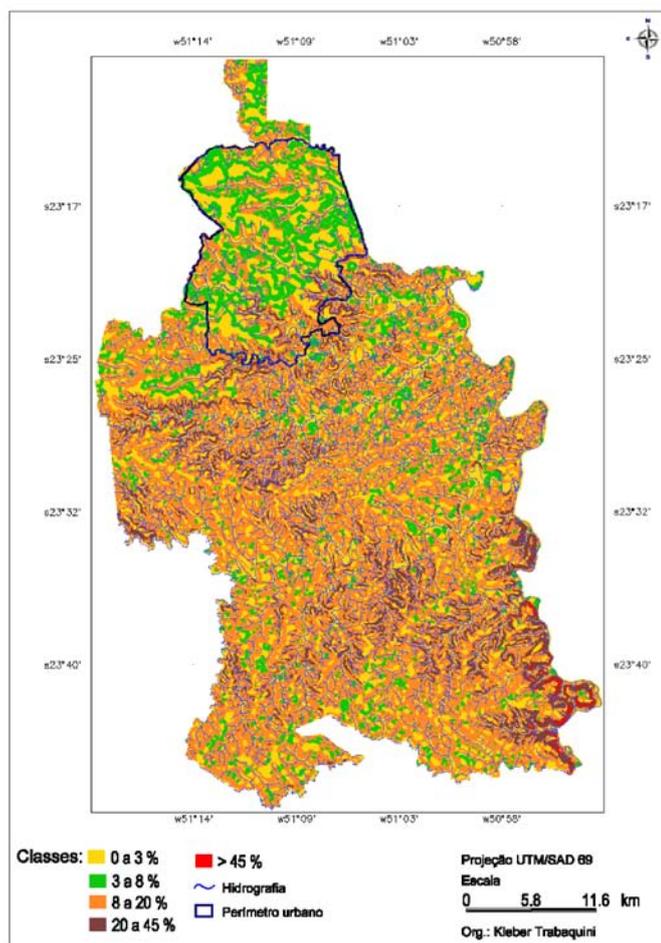


Figura 4 - Mapa de declividade do município de Londrina-PR gerado a partir das curvas de nível equidistantes de 20 metros SRTM.

Quanto à ocupação das lavouras cafeeiras e sua declividade, 50% destas estão localizadas predominantemente sobre áreas com relevo ondulado, ou seja, de 8 a 20% de declividade, seguido de 31% de lavouras sobre relevo plano e 14% sobre relevo ondulado. Cerca de 5% das lavouras estão sobre o relevo forte ondulado e nenhuma lavoura foi localizada sobre o relevo montanhoso (Figura 5).

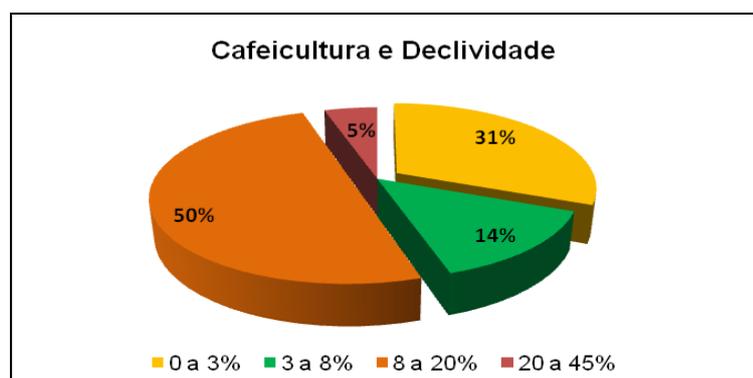


Figura 5 - Distribuição das lavouras cafeeiras segundo as classes de declividade no município de Londrina-PR.

A declividade do terreno constitui-se em um dos principais fatores de decisão para o emprego de técnicas agrícolas. Segundo Matiello (2005), a declividade pode influenciar na possibilidade de usar máquinas agrícolas, no escoamento ou acumulação do ar frio e na velocidade de perda de solo pela erosão. Ainda segundo este mesmo autor, de um modo geral, terrenos ondulados possuem solos com características melhores, pois a drenagem se faz de modo suficiente e o processo erosivo pode ser reduzido, além de favorecer o escoamento do ar frio pelas encostas, diminuindo os riscos com as geadas.

CONCLUSÕES

A maioria das lavouras cafeeiras mapeadas deste município, cerca de 75%, estão entre 540 a 740 metros de altitude, e 95% destas lavouras estão localizadas em declividades de até 20% de inclinação, o que os torna mecanizáveis e favoráveis à prática agrícola segundo a literatura, facilitando o manejo desta cultura e também auxiliando nas práticas de conservação de solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERTOLDO, M. A.; VIEIRA, G. C. V.; 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.

CAMARGO, A.P. As oito fases fenológicas da frutificação do cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 24., 1998, Poços de Caldas. **Anais...** Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro do Café, 1998. p.41-42.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE - Cidades**. Brasília. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 14 abr. 2008.

LEMONS, R. C.; SANTOS, R. D. **Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo e Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Campinas, 45p., 1984.

MALAVOLTA, E. **História do café no Brasil: agronomia, agricultura e comercialização**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 464p., 2000.

MATIELLO, J.B.; SANTIAGO, R.; GARCIA, A. W. R.; ALMEIDA, S.R.; FERNANDES, D. R. **Cultura de café no Brasil: Novo manual de recomendações**. Rio de Janeiro, Varginha, MAPA /PROCAFE, 387p., 2005.

MIGLIORANZA, R.; MASSARUTTI, J.; MIGLIORANZA, E. Perfil dos produtores de café orgânico e de café tradicional no município de Londrina. 2007. In: SIMPÓSIO DE PESQUISAS DOS CAFÉS DO BRASIL, 5., 2007, Águas de Lindóia. **Anais...** Brasília: EMBRAPA CAFÉ, 2007. p.1-5.

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

SEAB. Secretaria de Estado da Agricultura e Abastecimento. **Safra 2006/2007**. Disponível em: <http://www.seab.pr.gov.br/arquivos/File/PDF/SAFRA_2006.pdf>. Acesso em: 26 fev. 2008.

SEDIYAMA, G.C.; MELO JUNIOR, J.C.; SANTOS, A.R.; RIBEIRO, A.; COSTA, M.H.; HAMAKAWA, P.J.; COSTA, J.M.N.; COSTA, L.C. Zoneamento agroclimático do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) para o Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 9, p.501-509, 2001.

VALERIANO, M.M. **Modelo digital de elevação com dados SRTM disponíveis para a América do Sul**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2004. 72p.

VIEIRA, T.G.C.; LACERDA, M. P. C.; ALVES, H. M. R. Imagens orbitais aplicadas ao levantamento da cultura do café em Minas Gerais. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas. **Anais...** Brasília: Embrapa Café, 2000. p.86-89.