

## CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO EM LAVOURAS CAFEEIRAS UTILIZANDO TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO E SENSORIAMENTO REMOTO NO NOROESTE DO ESTADO DO PARANÁ

Kleber Trabaquini<sup>1</sup>; Édison Miglioranza<sup>2</sup>; Valmir de França<sup>3</sup>; Osvaldo Coelho Pereira Neto<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Eng. Agrônomo – MSc. em Fitotecnia - Universidade Estadual de Londrina - UEL. [klebertrabaquini@yahoo.com.br](mailto:klebertrabaquini@yahoo.com.br)

<sup>2</sup>Eng. Agrônomo – Prof. Dr. Depto. Agronomia - Universidade Estadual de Londrina - UEL, [emiglior@uel.br](mailto:emiglior@uel.br)

<sup>3</sup>Geógrafo – Prof. Dr. Depto. Geociências - Universidade Estadual de Londrina – UEL, [defranca@uel.br](mailto:defranca@uel.br)

<sup>4</sup>Eng. Agrônomo - Prof. Dr. Depto. Geociências - Universidade Estadual de Londrina – UEL, [coelho@uel.br](mailto:coelho@uel.br)

**RESUMO:** O sensoriamento remoto e o geoprocessamento permitem realizar estudos que venham a fornecer dados suficientes para o entendimento das relações ambientais em que uma determinada cultura está inserida. Assim, este trabalho teve como objetivo, realizar a caracterização do meio físico das lavouras cafeeiras existentes no município de Umuarama-PR utilizando geotecnologias. Foi utilizada a imagem do satélite LANDSAT 5/TM (*Thematic Mapper*), dados SRTM e o *software* SPRING 4.3.3. As bandas 3, 4 e 5 do sensor TM foram restauradas, resultando em imagens de 15 m de resolução e posteriormente constituindo a composição colorida RGB, na seqüência TM4, TM5, TM3 que foi utilizada para a identificação das lavouras cafeeiras, resultando em 607 ha. Para o estudo do relevo, foram empregados dados da missão SRTM, os quais possibilitaram o conhecimento da altimetria e declividade da região. Quanto ao relevo, verificou-se que aproximadamente 99% das lavouras cafeeiras estão localizadas entre 380 e 480 metros de altitude e que 90% destas estão situadas em declividades de até 8% de inclinação.

**Palavras-Chave:** LANDSAT 5/TM, cafeicultura, dados SRTM.

## CHARACTERIZATION OF THE PHYSICAL ENVIRONMENT OF THE COFFEE CROPS USING TECHNIQUES OF GEOPROCESSING AND REMOTE SENSING IN NORTHWEST OF THE STATE OF THE PARANA

**ABSTRACT:** The remote sensing and geoprocessing allows studies that provide enough data for the understanding of the environmental relations where a specific culture is in. This way, the present work had the objective of making the spatialization and the characterization of the physical environment of the coffee crops in the city of Umuarama-PR by using geotechnologies. The image of the LANDSAT 5/TM (*Thematic Mapper*), data SRTM and the software SPRING 4.3.3 were used for the image processing. The bands 3, 4 and 5 of the sensor TM were restored, which resulted in images of 15m resolution and, later, creating the color composition RGB, in sequence which was used for the identification of the coffee fields, resulting in 607 ha. For the relief map study, the data of the SRTM mission were applied, which enabled us to know the altimetry and declivity of the region. As for the relief area, it was noticed that about 99% of the coffee fields are located between 380 and 480 meters of altitude and that 90% of them are located in declivity of up to 8% of inclination.

**Key words:** LANDSAT 5/TM, coffee culture, SRTM data.

## INTRODUÇÃO

A cultura do café já teve uma significativa contribuição no quadro produtivo agrícola no município de Umuarama. Porém, a fragilidade dos cafezais diante das geadas, do mercado enfraquecido e de problemas com algumas patologias enfraqueceu a proposta de pequenas propriedades, transferindo para a pecuária, a atividade de maior expressão na região atualmente, com 60% da área total do município (Guazzelli, 2001). Mesmo assim, alguns produtores ainda persistem na cultura cafeeira que movimentou a economia nacional principalmente no final da década de 1960 e de 1970, auxiliando no desenvolvimento e na economia desta região.

Pino (2001) ressalta que os levantamentos de dados agropecuários a partir da aplicação do sensoriamento remoto aliado às técnicas de geoprocessamento, em comparação a outras formas de levantamento, têm como vantagens a rapidez e a precisão, além do baixo custo quando utilizado em larga escala. Estudos envolvendo culturas agrícolas por sensoriamento remoto e geoprocessamento, vêm sendo realizados por diversos pesquisadores, dentre eles, Alves (2003), que realizou a caracterização do meio físico do agroecossistema cafeeiro na região sul de Minas Gerais, utilizando técnicas de sensoriamento remoto e Sistema de Informações Geográficas. Informações sobre a distribuição das áreas cafeeiras e as características dos ambientes onde estas lavouras estão localizadas são de extrema importância.

Atualmente para o estudo do relevo de uma região, os dados SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), cedidos pela NASA, estão sendo empregados com alta eficácia, representando fielmente a topografia de uma determinada área, portanto sendo utilizados também no estudo de terrenos ocupados por culturas agrícolas.

Sabe-se que as fases fenológicas do cafeeiro são bem definidas, porém, segundo Camargo (1998), elas podem adiantar ou atrasar, dependendo do clima e da região, além da altitude. Em estudos realizados por Laviola et al. (2007), os autores concluíram que o aumento da altitude influenciou o ciclo reprodutivo do cafeeiro, pois houve demanda de maior tempo para formação dos frutos. E o consumo de nutrientes pelos frutos, assim como o enchimento de grãos, é mais crítico em condições de menor altitude, já que a planta necessita completar esses processos em menor espaço de tempo.

É possível assim, com o advento destas geotecnologias, realizarem com precisão e eficácia estudos que venham a fornecer dados suficientes para o entendimento das relações ambientais em que a cultura cafeeira está inserida. Deste modo, este trabalho teve como objetivo, realizar a descrição do meio físico das lavouras cafeeiras existentes no município de Umuarama-PR, utilizando dados SRTM, técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto.

## MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo abrange o município de Umuarama que possui uma área territorial de 1.225 km<sup>2</sup>, e está localizado na região noroeste do Estado do Paraná, no Terceiro Planalto paranaense, na formação geológica Caiuá e no divisor de águas das bacias dos rios Piquiri, Ivaí e sub-bacia do Rio Paraná, entre as latitudes 23° 26' 11'' e 23° 58' 22'' e longitudes 53° 10' 22'' e 53° 40' 36''. Devido à formação geológica, os solos desta região são constituídos predominantemente por arenitos de frações médias a finas, com coloração variando de vermelho-arroxeadado a vermelho-escuro (Gasparetto, 2003).

O clima da região, conforme método de Köppen é classificado como Cfa, clima subtropical úmido mesotérmico. As temperaturas médias nos meses mais frios são inferiores a 18 °C e nos meses quentes é superior a 22 °C, com geadas pouco frequentes no inverno. A precipitação pluviométrica esta entre 1200 a 1600 mm, com tendência de concentração das chuvas nos meses de verão (IAPAR, 2000).

Realizou-se o mapeamento do cafeeiro através da aplicação do sensoriamento remoto e geoprocessamento, utilizando como apoio tecnológico o SIG, especificamente o software SPRING 4.3.3 desenvolvido pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). Foi utilizada a imagem do satélite LANDSAT 5/TM (Thematic Mapper), cuja área de estudo foi abrangida através do mosaico de duas cenas completas com 185 km de visada com as seguintes características: órbita\_ponto, 223/76 e 223/77, com data da passagem em 02/07/2007.

As bandas TM 3, TM 4 e TM 5 passaram por uma restauração, afim de corrigir distorções causadas pelos sensores, resultando em três novas bandas com 15 m de resolução espacial. Posteriormente foi aplicado um contraste linear em cada banda, auxiliando também numa melhora visual da imagem. Assim, a identificação das lavouras de café foi realizada através da classificação visual, a qual necessitou trabalhos de campo para validação do mapeamento. No total foram localizadas 94 áreas ocupadas pela cultura do café em todo município nos trabalhos de campo, e a partir das coordenadas coletadas com o GPS, estas foram delimitadas através da edição vetorial disponível no software, utilizando a composição colorida RGB, na seqüência TM4, TM 5, TM3.

Para o estudo da declividade e da altimetria do município, foram utilizadas curvas de nível equidistantes de 20 metros, originadas de imagens interferométricas orbitais adquiridas pela missão SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), da NASA, cuja carta topográfica de referência é S24W54. O arquivo com as curvas de nível foi obtido por meio do software Global Mapper, o qual foi exportado para o SPRING como sendo um Modelo Numérico do Terreno (MNT). O mapa de classes de declividade foi, então, gerado, a partir de uma grade triangular (TINs), e foram determinadas, segundo modelo proposto por Lemos e Santos (1984), as seguintes faixas de declividade: 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% e Forte Ondulado: Superfície de topografia movimentada, formada por morros, com declives fortes de 20 a 45%.

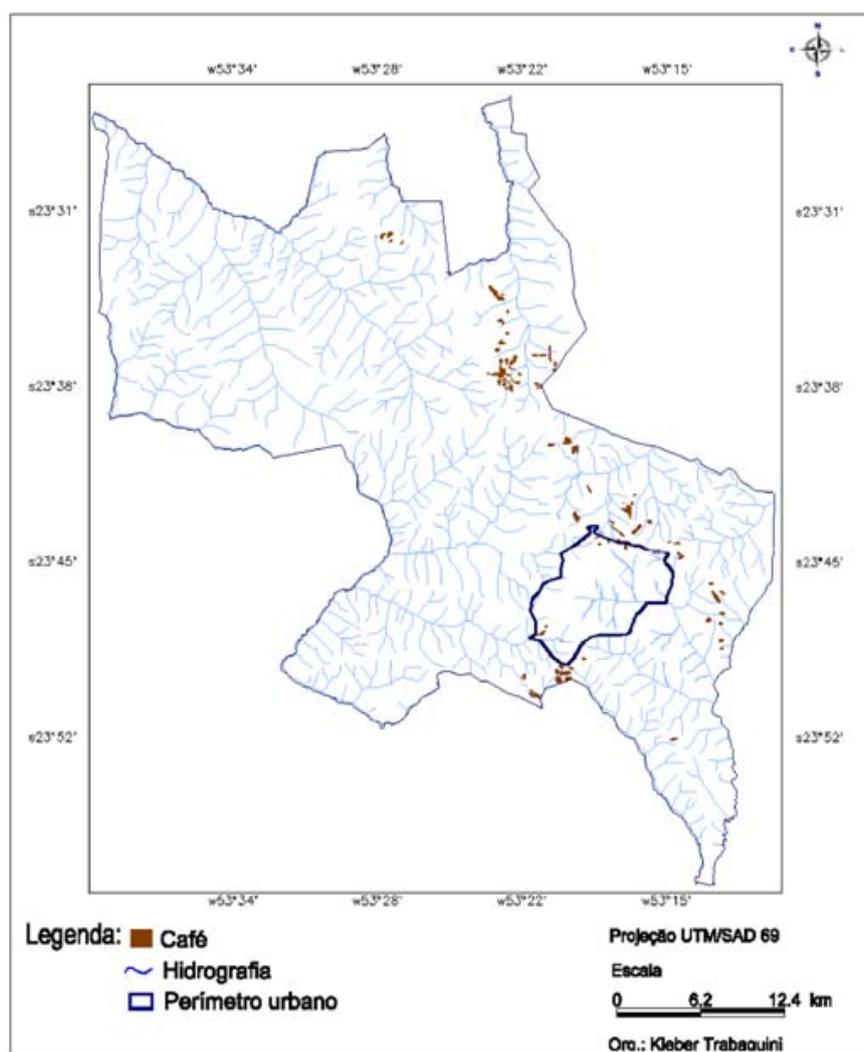
Para o estudo da hipsometria, foi gerada no SPRING uma grade retangular, obtida a partir da grade triangular (TINs) e, com o recurso do Fatiamento, foram criadas cinco classes de altitude, determinadas pela prévia avaliação das cotas mínima e máxima da área de estudo: 260 a 300 m; 300 a 340 m; 340 a 380 m; 380 a 420 m e 420 a 480 m de altitude.

Após gerar os planos de informação com os mapas temáticos de declividade e hipsometria, realizou-se os cruzamentos destes planos de informações, com os resultados da localização e distribuição das áreas ocupadas pela cultura cafeeira, utilizando-se da Tabulação Cruzada disponível no SPRING, a qual permite o cruzamento de diferentes planos de informação. Tal ferramenta permitiu a quantificação das áreas de café nas diferentes classes de declive e altitude.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A localização e a distribuição das áreas cafeeiras são mostradas no mapa temático gerado pela classificação visual que identificou 607 ha de lavoura cafeeira (Figura 1). Segundo levantamentos do IBGE de 2007, o município de Umuarama possui uma área de 635 ha de café, já a SEAB quantificou 600 ha desta cultura no mesmo período. Mesmo havendo divergências entre os levantamentos efetuados por estes órgãos, o resultado apresentado por este trabalho pode

ser considerado de grande valia, se levado em consideração que existe um erro de aproximadamente 4% em relação aos dados do IBGE e 1% aos da SEAB.



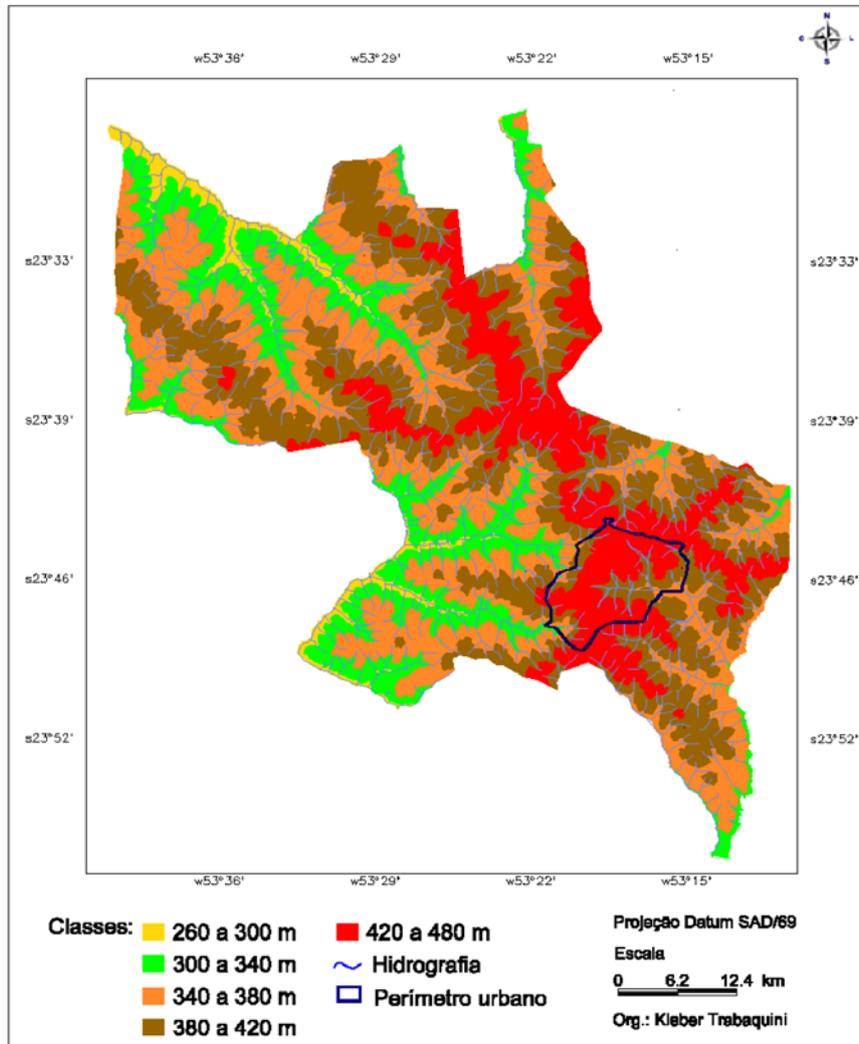
**Figura - 1.** Mapa de localização e distribuição das lavouras cafeeiras do município de Umuarama-PR gerado a partir da classificação visual da imagem LANDSAT 5/TM.

A partir da grade triangular (TINs) gerada pelas curvas de nível eqüidistantes de 20 metros, foi gerado o mapa hipsométrico do município de Umuarama-PR, onde o ponto de menor altitude foi de 260 metros e o de maior altitude de 480 metros (Figura 2). Utilizando a ferramenta de Tabulação Cruzada, tornou-se possível o cruzamento dos dados de altitude com os dados de distribuição das lavouras cafeeiras, verificando que 71,5% destas lavouras estão localizadas em altitudes de 420 a 480 m, seguido da classe 380 a 420 m com 28% dos cafeeiros e uma pequena parcela de 0,5% na classe 340 a 380 m (Tabela 1). Outra característica que podemos observar ainda nesta tabela, é que abaixo dos 340 m não foi constatada a existência de cafezais, pois no inverno, estas áreas de menor altitude acumulam o ar frio das encostas, possibilitando a ocorrência de geadas e possíveis danos às plantas. No Brasil, geralmente, o cafeeiro vem sendo cultivado em regiões com altitudes que variam de 400 a 1.200 m (Matiello et al., 2005).

**Tabela- 1.** Quantificação e localização de lavouras cafeeiras segundo as classes de altitude no município de Umuarama-PR.

Classes de Altitude	Lavoura Cafeeira	
metros	ha	%
260 a 300	0	0
300 a 340	0	0
340 a 380	3	0,5
380 a 420	169	28
420 a 480	435	71,5
<b>Total</b>	<b>607</b>	<b>100</b>

Podemos observar na Tabela 1 que as lavouras estão predominantemente instaladas nos patamares de maior altitude deste município, relacionado, principalmente, a ocorrência de 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, possivelmente resultando numa bebida de melhor qualidade. A altitude deve ser levada em consideração quando na instalação da cultura, pois em diversas pesquisas como a de Silva et al. (2008), Figueroa et al. (2000) e Decasy et al. (2003), os autores citam esta, como fator importante na qualidade de bebida do café.



**Figura - 2.** Mapa Hipsométrico do município de Umuarama-PR gerado a partir das curvas de nível equidistantes de 20 metros SRTM.

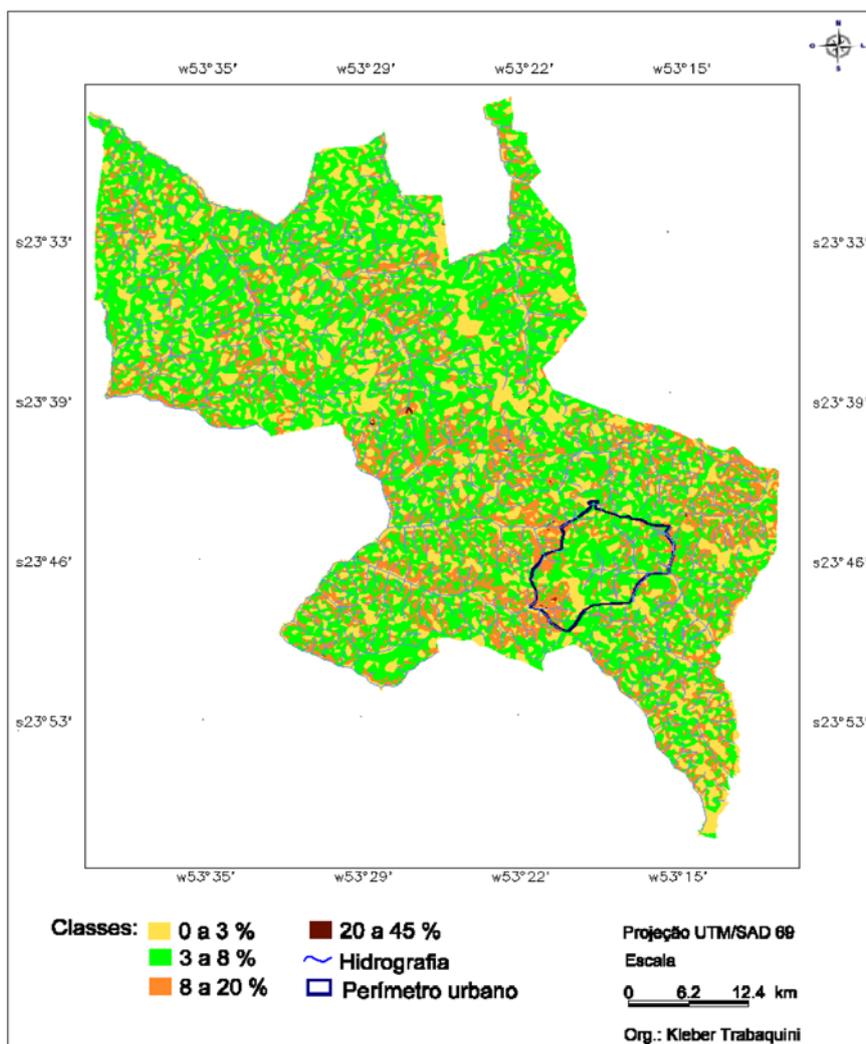
A Tabela 2 mostra as classes de declividade em relação à cultura cafeeira, onde 62% destas estão localizadas predominantemente sobre o relevo suave ondulado, ou seja, de 3 a 8% de declividade, seguido de 29% de lavouras sobre relevo plano e 9% sobre relevo ondulado. Não foram constatadas lavouras cafeeiras sobre o domínio do relevo forte ondulado.

**Tabela-2.** Quantificação e localização das lavouras cafeeiras segundo as classes de relevo no município de Umuarama-PR.

Classes de Declividade		Lavoura Cafeeira	
Classes	Declive	ha	%
Plano	0 a 3%	178	29
Suave ondulado	3 a 8%	376	62
Ondulado	8 a 20%	53	9
Forte ondulado	20 a 45%	0	0
<b>Total</b>		<b>607</b>	<b>100</b>

A declividade do terreno constitui-se em uma das características físicas que podem influenciar numa produção rentável de café. Para Matiello (2005) e Caramori et al. (2001), a lavoura cafeeira deve ser implantada em terrenos com declividade superior a 5%, fazendo com que o ar frio escoe pelas encostas, diminuindo os riscos de incidência e danos causados pelas geadas e também favorecendo a boa drenagem do solo. Além disso, o relevo suave ondulado permite o manejo e as práticas mecanizáveis desde o plantio até a colheita, o que reduz bastante o custo de produção da lavoura e possibilita também a exploração da atividade em grande escala. Porém 29% das lavouras cafeeiras de Umuarama estão situadas entre 0 a 3% de declividade, o que não é indicado, pois este relevo não favorece o escoamento do ar frio e a drenagem da água no solo.

No relevo ondulado, que compreende o intervalo de 8 a 20% de declividade, foram encontrados 9% das lavouras e no relevo forte ondulado, 20 a 45% de declividade, não foram localizadas plantações de café (Figura 3).



**Figura - 3.** Mapa de Declividade do Município de Umuarama-PR gerado a partir das curvas de nível eqüidistantes de 20 metros SRTM.

## CONCLUSÕES

As imagens LANDSAT 5/TM, após passarem por procedimentos de restauração e contraste em composição colorida RGB, na seqüência TM4, TM5, TM3, possibilitaram maior facilidade na execução da classificação visual e conseqüente identificação e mapeamento das lavouras cafeeiras no município de Umuarama, com alta acurácia, aproximando-se dos dados de levantamentos agropecuários efetuados por órgãos governamentais.

Em relação à altitude, foi observado que dentro do limite do município, houve uma correta disposição das lavouras, procurando localizá-las sempre nos maiores patamares, mesmo em se tratando de uma região de baixas altitudes.

Quanto à declividade, pode-se afirmar que uma parcela das lavouras estão distribuídas de forma incorreta, ou seja, em relevo plano, o que não é indicado segundo a literatura.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, H. M. R.; LACERDA, M. P. C.; VIEIRA, T. G. C. Caracterização de agroecossistemas cafeeiros nas principais regiões produtoras do Estado de Minas Gerais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 11., 2003, Belo Horizonte. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2003. p.11-17.

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

CARAMORI, P. H.; CAVIGLIONE, J. H.; WREGE, M. S.; GONÇALVES, S. L.; FARIA, R. T.; FILHO, A. A.; SERA, T.; CHAVES, J. C. D.; KOGUISHI, M. S. Zoneamento de riscos climáticos para a cultura de café (*Coffea arabica* L.) no estado do Paraná. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v.9, n.3, p.486-494, 2001.

DECASY, F.; AVELINO, J.; GUYOT, B.; PERRIOT, J. J.; PINEDA, C.; CILAS, C. Quality of different Honduran coffees in relation to several environments. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 68, n. 7, p.2356-2361, 2003.

FIGUEROA, P.; JIMENEZ, O. H.; LEON, E. L.; ANZUETO, F. Influencia de la variedad y la altitud em las características organolepticas y físicas del café. In: SIMPÓSIO LATINOAMERICANO DE CAFEICULTURA, 19, 2000, San José, Costa Rica. **Anais...** San José: ICAFE, 2000. p. 493-497.

GASPARETTO, V. L. N.; SOUZA, L. M. Contexto geológico-geotécnico da Formação Caiuá no Terceiro Planalto Paranaense – Pr. In: ENCONTRO GEOTÉCNICO DO TERCEIRO PLANALTO, 1., 2003, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM, 2003. p.1-12.

GUZZELLI, N. N. **Resíduos nas edificações e danos à drenagem urbana – recomendações acerca de fatores culturais, legais e produtivos, para a cidade de Umuarama, PR.** 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

IAPAR. Instituto Agrônômico do Paraná. **Cartas climáticas do estado do Paraná. Londrina**, p. 9 -11. 45p. 2000.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal 2006.** Brasília. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 2 abr. 2008.

LAVIOLA, B. G.; MARTINEZ, H. E. P.; SALOMÃO, L. C. C.; CRUZ, C. D.; MENDONÇA, S. M. Acúmulo de nutrientes em frutos de cafeeiro em quatro altitudes de cultivo: cálcio, magnésio e enxofre. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 1451-1462, 2007.

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.

PINO, F. A. Tendências em informações agropecuárias. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 10., 2001, Foz do Iguaçu. **Anais...** São José dos Campos: INPE, Imagem Multimídia, 2001. Palestras.

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](http://www.seab.pr.gov.br/arquivos/File/PDF/SAFRA_2006.pdf)>. Acesso em: 26 fev. 2008.

SILVA, V. A.; PEREIRA, R. G. F. A.; BORÉM, F. M.; FERREIRA, D. F. Qualidade do café produzido em diferentes altitudes do sul de Minas Gerais e processado por via seca. **Agronegócios e Meio Ambiente**, v. 1, n. 2, p.219-229, maio/ago. 2008.