

Estudo do ambiente físico do cafeeiro utilizando técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto no norte do Estado do Paraná

Kleber Trabaquini¹
Édison Miglioranza²
Valmir de França³
Oswaldo Coelho Pereira Neto⁴

^{1, 2, 3, 4}Universidade Estadual de Londrina – UEL/CCA.
Caixa Postal 6001 - 86051-990 - Londrina – PR, Brasil.

¹klebertrabaquini@yahoo.com.br/Bolsista Capes
{emiglor², defranca³, coelho⁴}@uel.br

Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor.

Abstract. The use of orbital remote sensing and geoprocessing currently represents a tool of support and of great value for the agriculture data collecting. The present work had as its objective to study the distribution and the characterization of the physical environment 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, along with the techniques of geoprocessing and remote sensing, a data base with altimetry information, declivity and ground class was created, which was done through the crossing of the collected data and with the localization of the coffee fields, obtained through means of supervised classification by the classifier Bhattacharya. All these tasks were performed through the System of Geographic Information, SPRING 4.3, which happened to be a good tool of geographic analysis used in agriculture. The adopted methodology allowed us to evaluate the town and the areas used for coffee crops according to its physical context, revealing to be efficient to the region, and being able to be tested in other areas of study. The reached results can be used for monitoring, management, and rational plan of the cultivation of coffee crops for this region, making this information available for the public sector, as well as for the private one.

Palavras-chave: coffee, geotechnologies, Landsat TM 5, café, geotecnologias, Landsat TM 5.

1. Introdução

A demanda sobre informações e a dinâmica das operações agrícolas requerem o controle e a atualização constante de dados e levantamentos atualizados. Estas informações são essenciais ao planejamento de políticas agrícolas, cujos detalhes estão normalmente ligados à espacialização, relevo, tipos de solo e uso da terra. Neste contexto, o conhecimento da distribuição espacial e a estimativa da área plantada de certa cultura torna-se indispensável tanto para a previsão de safras quanto para o planejamento agrícola, seja em nível municipal, estadual ou federal, vindo a auxiliar nos estudos e planos complementares que irão fornecer assim subsídios para avaliações futuras.

A cultura do café destaca-se historicamente no desenvolvimento do Brasil, e por ser o maior produtor mundial atualmente, esta cultura sempre participou com uma grande parcela na economia brasileira, tanto no mercado interno, como nas exportações para o mercado internacional. As características do cultivo, ainda hoje, são altamente dependentes do serviço braçal, o que lhe atribui uma importante função social, por gerar empregos diretos no setor rural (Mello, 2001). A cafeicultura é a base econômica de vários municípios brasileiros, como ocorre com o município de Londrina, que já foi considerado a capital mundial do café entre as décadas de 60 e 70, porém, devido principalmente à geadas de 1975 que dizimou diversas lavouras, a cultura vem perdendo espaço para outras, como a soja, milho e cana-de-açúcar. Atualmente o município contabiliza uma área cultivada estimada em 5.103 ha (Conab, 2007).

Geralmente os levantamentos sobre uma cultura, como área plantada e produção são realizadas através das informações dos municípios, que são coletadas sob métodos subjetivos, através dos censos agropecuários, baseado em agentes técnicos e econômicos, que nem sempre produzem dados confiáveis sobre certas culturas e suas respectivas áreas (Oliveira, 2003). Desta forma, o sensoriamento remoto aliado ao geoprocessamento, tornou-se uma ferramenta imprescindível no planejamento do espaço geográfico e no estudo dos recursos naturais (Odum et al. 2001); sendo assim, segundo Ippoliti-Ramilo (1998) esta ferramenta é utilizada de maneira mais objetiva e precisa no levantamento de dados de cobertura da terra e por isso vêm sendo cada vez mais aplicados em áreas agrícolas, nas estimativas de área plantada e de rendimento em todo o mundo demonstrando resultados bastante satisfatórios.

Assim, segundo esse contexto, este estudo teve como objetivo realizar a espacialização e a caracterização do meio físico do agroecossistema cafeeiro no município de Londrina-PR, utilizando imagens do satélite Landsat TM 5, e técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto, através de sua distribuição por classes de declividade, hipsometria e unidades de solos, os quais são fatores condicionantes da capacidade de uso da terra de uma região.

2. Metodologia de Trabalho

2.1 Área de Estudo

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 esta situado no Terceiro Planalto paranaense, sobre a formação Serra Geral, que é essencialmente constituída por basaltos, resultando na maioria das vezes na formação de solos argilosos (Figura 1).

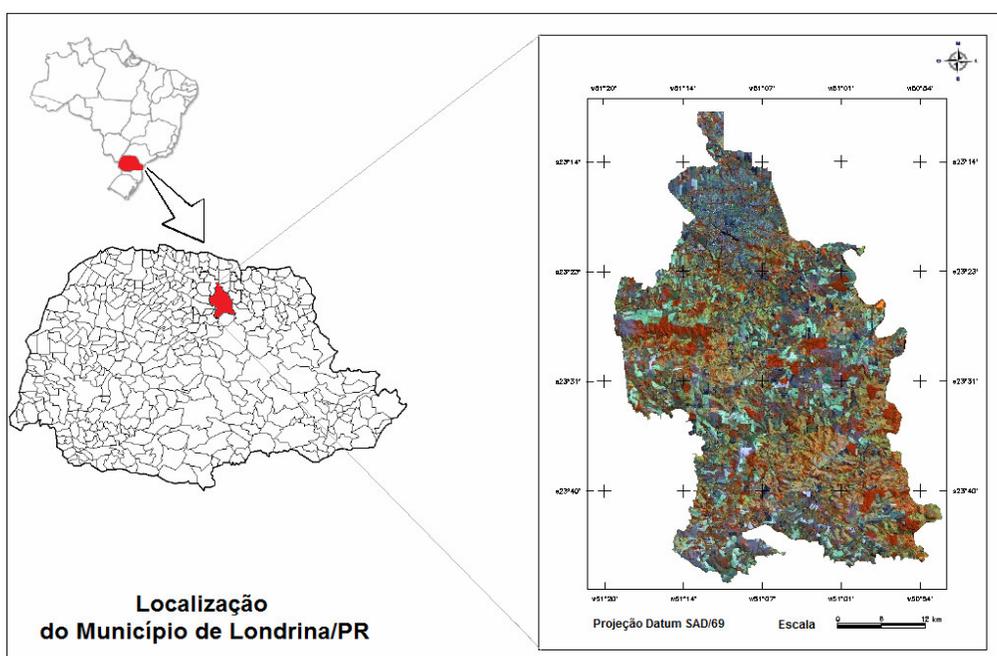


Figura 1. Localização do Município de Londrina, ilustrada com a imagem Landsat TM 5, na composição B3R4G5.

2.2 Identificação das Lavouras Cafeeiras

Realizou-se a caracterização do agroecossistema cafeeiro, através da aplicação do geoprocessamento e do sensoriamento remoto orbital, utilizando como apoio tecnológico o SIG, especificamente o *software* SPRING desenvolvido pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). Foi utilizada a imagem do satélite Landsat TM 5 (Thematic Mapper), cena completa com 185 km de visada com as seguintes características: órbita_ponto, 222_076; data da passagem, 06/09/2007.

Utilizando imagem TM do satélite Landsat TM 5, foram identificadas 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; restauração das bandas TM 3, TM 4 e TM 5, afim 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. E para finalizar, utilizando os resultados da classificação Bhattacharya, e com base na composição colorida B3R4G5 da imagem digital, foi executada a edição matricial das áreas cafeeiras, a fim de melhorar e aumentar a exatidão da classificação no mapa temático final.

2.3 Declividade e Hipsometria

Para o estudo da declividade e altimetria do terreno, foram utilizadas as curvas de nível equidistantes de 20 metros, originadas de imagens orbitais adquiridas pela Missão da SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*). Com as curvas de nível importadas 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), e assim 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%; 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, usualmente 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 nos seguintes intervalos: 340 a 440 m de altitude; 440 a 540 m de altitude; 540 a 640 m de altitude; 640 a 740m de altitude; 740 a 840 m de altitude.

2.4 Solos

Para obter um mapa de solos do município, foi utilizado o Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Paraná (1971), com escala aproximada de 1/300.000, onde através deste material escaneado e georreferenciado, foi digitalizado o mapa de solos de Londrina, contendo as cinco classes de solo, sendo que as classes foram atualizadas segundo a nomenclatura da Embrapa (1999), resultando em: LVdf: Latossolo Vermelho distroférico;

LVef: Latossolo Vermelho eutroférico; NVdf: Nitossolo Vermelho distroférico; NVef: Nitossolo Vermelho eutroférico e RLe: Neossolo Litólico eutrófico.

3. Resultados e Discussão

3.1 Identificação das Lavouras Cafeeiras

A localização e a distribuição das áreas cafeeiras são representadas pelo mapa temático gerado pela classificação de Bhattacharya que identificou 3.650 ha de lavoura cafeeira, e onde posteriormente foi realizada a edição matricial das áreas mapeadas, com o auxílio da imagem TM, colorida na seqüência B3R4G5, a fim de ajustar e melhorar a classificação final, resultando em 4.055 ha (Figura 2). Segundo levantamentos da Conab de 2007, o município de Londrina possui uma área de aproximadamente 5.103 ha de café. Para Moreira (2005), a precisão do mapeamento de uma classe estudada, quando se utilizam imagens de satélite, pode ser avaliada utilizando a área da classe calculada no mapa e a área real no campo. Para este estudo, a Precisão do Mapeamento (PM) foi de 79%, ou seja, o mapa gerado utilizando esta metodologia representa cerca de 79% do agroecossistema cafeeiro existente em todo o município.

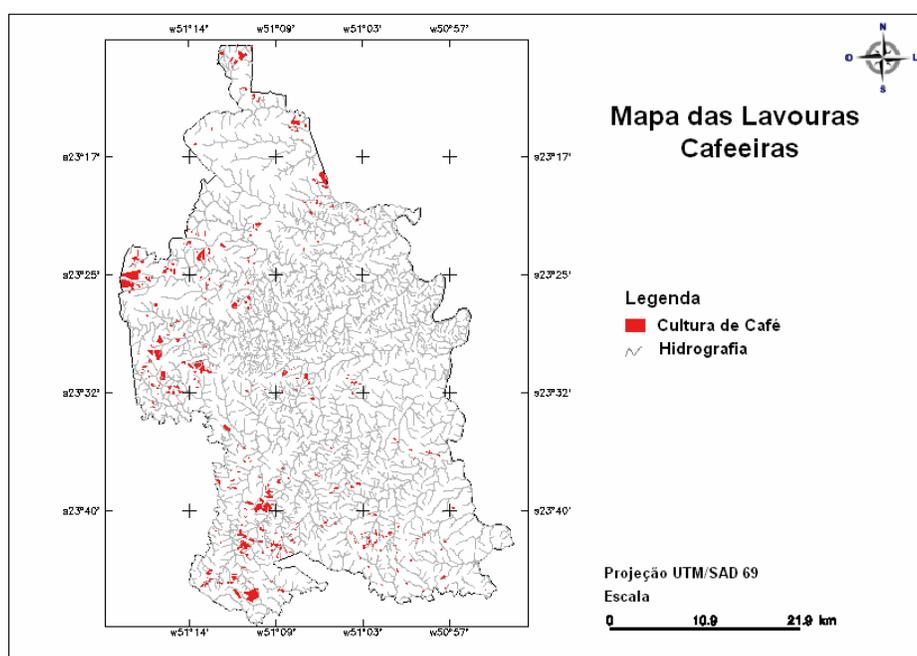


Figura 2. Mapa de localização e distribuição das lavouras cafeeiras do município de Londrina- PR.

Nesta área de estudo, a vegetação nativa apresentou uma resposta espectral na banda 4 do sensor (infravermelho próximo) muito semelhante ao dossel cafeeiro. Segundo Miglioranza et al. (2007), no município de Londrina, o tamanho médio das lavouras cafeeiras é de aproximadamente 7 ha. No mapa 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 da imagem Landsat TM 5 é de 30 m, ou seja, 900 m². Barros (2006), diz que o dossel cafeeiro é melhor identificado pelos classificadores supervisionados, quando se tem grandes talhões desta cultura, diminuindo a confusão com outras classes mapeadas.

Verificou-se também uma grande variabilidade espectral das lavouras, pois existem propriedades em que a lavoura ainda é manejada através do sistema tradicional, onde os espaçamentos mais antigos deixam o solo mais exposto, contribuindo para uma mistura de resposta espectral. Segundo Moreira et al. (2004), lavouras plantadas no sistema tradicional, com 3 m entre linhas e 1,5 entre covas, tem uma resposta espectral muito influenciada pela componente solo; já as plantadas no sistema adensado, com 2,5 entre linhas e 1 entre covas, apresentam alto vigor vegetativo, com forte resposta espectral na banda 4, dificultando assim a identificação dos cafezais. Fatores como espaçamento, idade, cultivar, face do relevo e tratos culturais podem influenciar no comportamento espectral das lavouras de café (Moreira, 2005).

3.2 Declividade e Hipsometria

A partir da grade triangular (TINs), gerada pelas curvas de nível eqüidistantes 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 3). Os resultados mostram que as classes de 440 a 540 m e 540 a 640 m, predominaram na área total do município, com 590 km² e 557 km², 36 % e 34 % respectivamente. 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 86% destas lavouras estão localizadas em altitudes superiores a 540 metros de altitude, 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 84 m, foram encontradas 12% em cada classe de altitude e o intervalo de 340 a 440 m, foram encontrados uma pequena parcela de 0,3%. Através destes resultados é possível conhecer o relevo da região, e as áreas preferencialmente ocupadas pelas lavouras cafeeiras. 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.

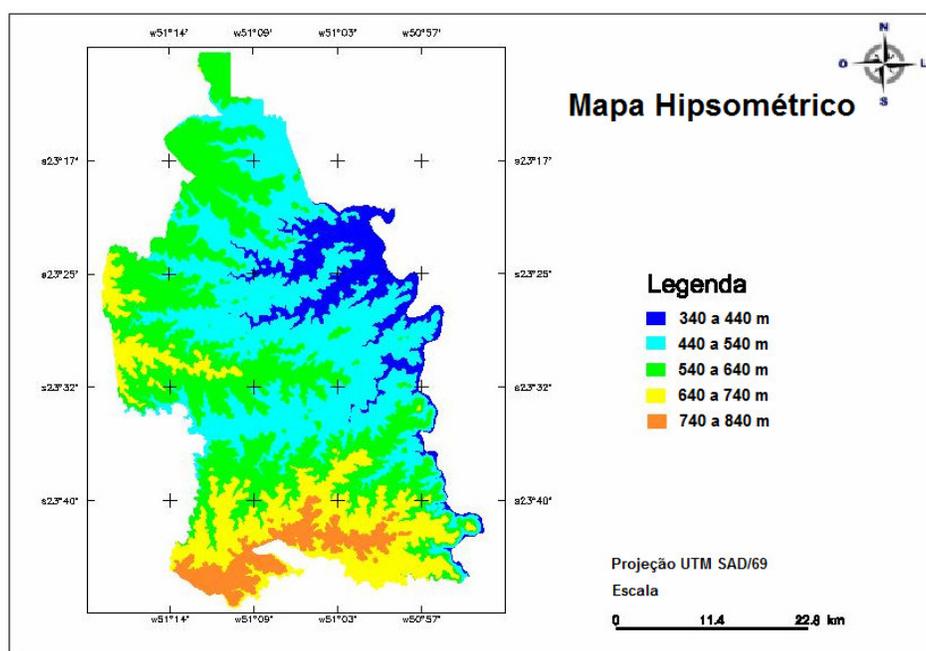


Figura 3. Mapa Hipsométrico do Município de Londrina-PR.

Em relação à declividade, podemos observar que em Londrina, o relevo ondulado, referente à classe de 8 a 20% de declividade é predominante, representando 48% do território, seguido do relevo plano que equivale à classe de 0 a 3%, com 30% (Figura 3). O relevo suave ondulado, representa 14% do território e, por fim, os relevos de menor expressão foram os relevos forte ondulado e montanhoso, com 8% e 0,4%, respectivamente. Quanto a ocupação das lavouras cafeeiras, 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. A declividade do terreno constitui-se em um dos principais fatores de decisão para o emprego de técnicas agrícolas. Segundo Matiello (1979), o relevo 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.

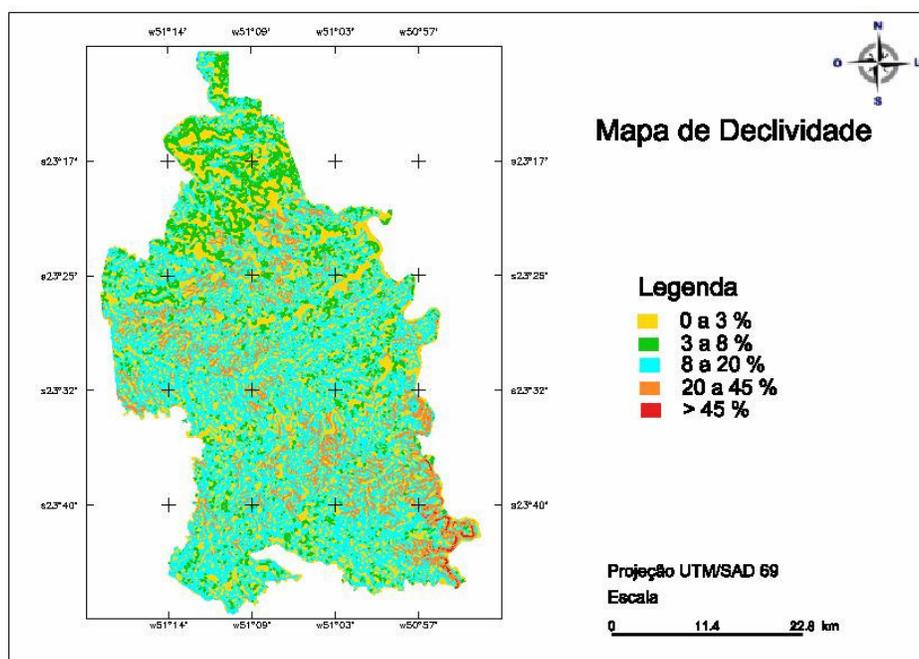


Figura 4. Mapa de Declividade do Município de Londrina - PR.

3.3 Solos

O Nitossolo Vermelho eutrófico (NVEf) é predominante, sendo encontrado em 54% da área de estudo, seguido pelas seguintes classes; Neossolo Litólico eutrófico (RLe) com 26%; Latossolo Vermelho distroférrico (LVdf) com 10%; Latossolo Vermelho eutrófico (LVEf) com 8% e Nitossolo Vermelho distroférrico (NVdf) com apenas 2% (Figura 5). Com relação às lavouras cafeeiras, podemos observar que estas estão localizadas preferencialmente, com 53% em Nitossolo Vermelho eutrófico, seguido de 19,3% das lavouras sobre Latossolo Vermelho eutrófico, 14% das lavouras estão sobre Latossolo Vermelho distroférrico, 13% estão sobre Neossolo Litólico eutrófico e apenas 0,7% das lavouras estão localizadas sobre Nitossolo Vermelho distroférrico. Além da classe Nitossolo Vermelho eutrófico (NVEf)

predominar na área do município de Londrina, a distribuição expressiva das lavouras cafeeiras sobre este tipo de solo pode estar associada à alta disponibilidade de nutrientes, devido a estes solos apresentarem soma de bases elevadas (> 50%) e teores de ferro (Fe_2O_3) de 15 a 36%, nos primeiros 100 cm de horizonte B, favorecendo a cultura instalada. Por outro lado, podemos observar que 13% das lavouras ocorrem sobre Neossolo Litólico eutrófico (RLe), o qual se caracteriza por solos rasos e pouco desenvolvidos, ocorrendo normalmente em relevo forte ondulado, por conseguinte, possuindo alta vulnerabilidade a processos erosivos, o que requer um criterioso manejo agrícola, sob o aspecto conservacionista (SILVA & SILVA, 1997).

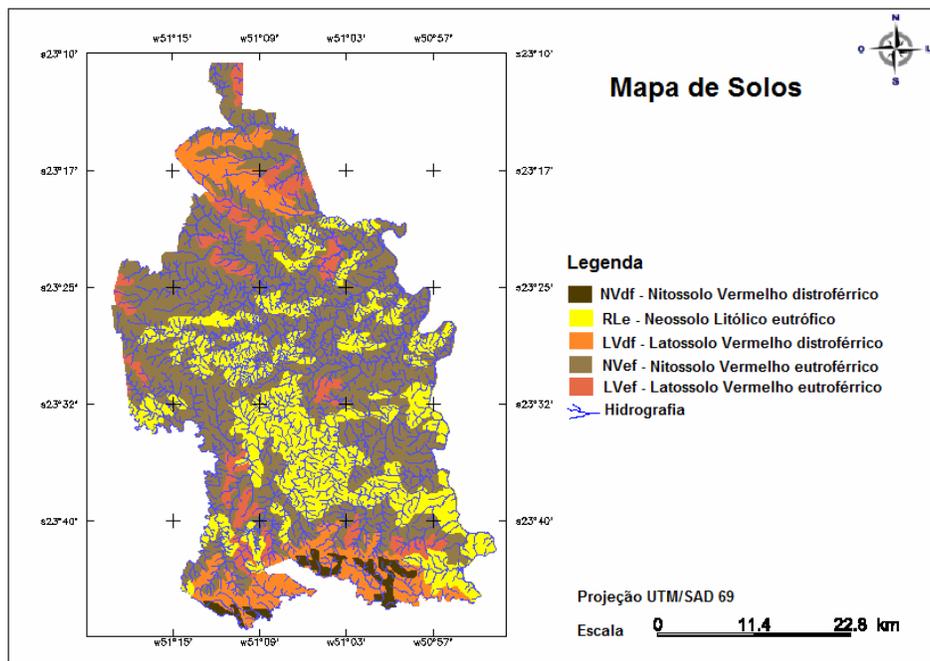


Figura 5. Mapa de Solos do Município de Londrina – PR

4. Conclusões

A identificação das lavouras cafeeiras utilizando imagens Landsat TM 5 e classificação supervisionada de Bhattacharya, pode ser considerada como satisfatória, mas não de grande precisão, pois a resolução espacial de 30 m favorece a grande variabilidade da resposta espectral dos alvos estudados. E as lavouras cafeeiras do município de Londrina-PR estão de forma geral situadas em locais que favorecem o cultivo e o manejo desta cultura, visto que esta região apresenta uma diversidade muito grande em relação aos aspectos físicos.

Referências Bibliográficas

- BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Nordeste do Estado do Paraná.** Curitiba, 1971. 144p. (Boletim técnico, 16).
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra 2006/2007.** Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 26 abr. 2007.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Rio de Janeiro. 1999.

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.

Ippotili-Ramilo, G.A. **Imagens TM/Landsat-5 da época de pré-plantio para a previsão da área de culturas de verão**. São José dos Campos. 183p. (INPE-7116-TDI/668). Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1998.

Lemos, 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, 1984.

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

Matiello, J. B. **Cultura de café no Brasil: manual de recomendações**. 3. ed. Rio de Janeiro, RJ: IBC, 1979. 579 p.

Mello, E.V. Cafeicultura no Brasil. In: ZAMBOLIM, L. **Tecnologias de produção de café com qualidade**. Viçosa: 2001. p. 565 - 646.

Miglioranza, R.; Massarutti, J.; Miglioranza, E. Perfil dos produtores de café orgânico e de café tradicional no município de Londrina. In: 5º Simpósio de Pesquisas dos Cafés do Brasil, 2007, Águas de Lindóia. **Anais...Brasília** : Embrapa Café, 2007. v. 5. p. 1-5.

Moreira, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. Ed. UFV, 3ed., 2005. 320p.

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.

Odum, H. T.; Odum, E. C. **A prosperous way down: principles and policies**. Colorado, USA: University Press of Colorado, 2001.

Oliveira, J. C. **Índice para avaliação de segmentação (IAVAS): uma aplicação em agricultura**. 160 p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 2003.

Silva, J. R. C.; Silva, F. J. da. Eficiência de cordões de pedra em contorno na retenção de sedimentos e melhoramentos de propriedades de um solo Litólico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.21, p.447-456, 1997.