

Identificação e quantificação de áreas irrigadas por pivô central utilizando imagens CCD/CBERS

Alessandra Lopes Braga¹
Julio Cesar de Oliveira²

Universidade Federal de Viçosa – DEC/UFV
CEP 36570-000 - Viçosa - MG, Brasil
alessandralopesbraga@yahoo.com.br¹; oliveirajc@ufv.br²

Abstract. The great demand for the water use is taking the competent authorities to discuss about the right of use of this resource in several applications, among them in the agricultural practice with the purpose to increase the agricultural production many irrigation equipments by means of central pivot are installed in areas without adequate analysis of the hydric potential for maintenance of whole system. In that way, this work intends to use orbital data generated by sensor CCD/CBERS for the identification and quantification of irrigated areas by central pivot in the municipal district of Miguelópolis-SP.

Palavras-chave: remote sensing, segmentation, CBERS, sensoriamento remoto, segmentação, central pivot.

1. Introdução

As imagens de satélite como produto de sensoriamento remoto servem para extrair informações do uso da Terra de maneira relativamente precisa, rápida e econômica. Desta forma, o sensoriamento remoto pode ser visto como um importante sistema de aquisição de informações para as diversas áreas do conhecimento.

Mais recentemente, tem-se dado grande destaque à racionalização do uso da água, visando a utilização e o desenvolvimento sustentável devido às condições de escassez em quantidade e ou qualidade. Desta forma o direito de uso da água deixou de ser um livre e passou a ter valores econômicos. Na concessão e cobrança do uso da água, tem-se como instrumento a Legislação de Outorgas de Direito de Uso das Águas e seus domínios. De modo geral, os pedidos de outorga são para irrigação, abastecimento público, lançamentos de efluentes de esgotamento sanitário, uso industrial e obras hidráulicas.

Devido a alta tecnologia empregada na agricultura em busca da maior produtividade, muitas áreas utilizam a irrigação controlada por meio de pivô central para o controle das necessidades hídrica da cultura. Em certas regiões agrícolas o emprego desta tecnologia está gerando alta demanda dos mananciais devido ao grande número de equipamentos instalados e suas dimensões. Sendo assim, o sensoriamento remoto torna-se uma alternativa para identificação e quantificação de áreas irrigadas por meio de pivô central, devido à forma geométrica dos alvos estarem intrinsecamente definidos na imagem.

Com base na necessidade de órgãos federais e estaduais em identificar, quantificar e determinar o direito do uso da água, o presente trabalho tem como objetivo principal analisar o potencial das imagens CCD/CBERS na determinação de áreas irrigadas por meio de pivô central. Como objetivo específico, pretende-se identificar alterações ocorridas em relação às instalações de pivôs centrais no município de Miguelópolis – SP no período de 2002 a 2004 bem como analisar a área em campo ocupada por esta tecnologia.

2. Uso da Água

A água, sendo um bem natural essencial a vida, é um componente fundamental da paisagem e do meio ambiente, e por isto, é vista como um recurso de valor agregado estimável com múltiplos usos: geração de energia elétrica, abastecimento doméstico, industrial, irrigação, navegação, recreação, agricultura, piscicultura, pesca e para assimilação e condução de

esgotos. A humanidade já passou por diversas crises, como decorrentes de epidemias, da falta de alimentos e petróleo, sendo que as próximas crises serão de energia e de disponibilidade de água de boa qualidade (Pruski e Silva, 1997).

Na prática, os recursos hídricos, apesar de renováveis, podem esgotar devido à alta taxa de exploração. Do pouco de água disponível para consumo no planeta, 69% do uso da água destina-se à agricultura, 23% para fins industriais e 8% para uso doméstico. O Brasil é privilegiado em relação aos mananciais de doce, respondendo quase 43% de toda a disponibilidade do mundo, cuja parte significativa dessa disponibilidade está concentrada na Bacia Amazônica. Paradoxalmente, o nosso desenvolvimento se concentra nas regiões Sul e Sudeste, o que nos obriga a ações responsáveis e criteriosas em ao uso desse recurso.

Apesar da preocupação do uso da água atualmente estar mais evidente, no Brasil a legislação pertinente data de 1934 e intitulada de “Código das Águas”. A Constituição Federal de 1998, (Art. 20 e 25), atribui à União e aos Estados a responsabilidade de legislar sobre o os recursos hídricos da nação. Mais recentemente, criou-se a legislação conhecida por “Nova Lei das Águas” (Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997) que traz inovações como o reconhecimento da água como um recurso limitado e com valor monetário.

O Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) é o órgão do Estado de São Paulo que expede a outorga de uso e/ou interferência nos recursos segundo o Decreto nº 41.258 de 31 de outubro de 1996. Sendo assim, a Legislação de Outorgas de Direito de Uso das Águas e seus domínios, é um importante instrumento de gestão para gerenciar os recursos hídricos disponíveis entre os diversos usuários que disputam os mananciais para as suas necessidades.

Após a implementação de vários projetos de irrigação sem a prévia quantificação do volume de água possível de ser utilizada, em algumas bacias como a do Guairá (São Paulo) e Rio Verde Grande (Minas Gerais), está gerando uma escassez de água à jusante para a manutenção de todo o sistema de irrigação. Tal situação levou em alguns momentos à total falta de água para o consumo humano, de animais e da fauna silvestre, causando com isso atritos entre os envolvidos e sérios impactos ambientais nas citadas regiões.

Com a competição cada vez maior por água pelos vários setores da sociedade, aliado aos movimentos ecológicos buscando a conscientização da população por um meio ambiente mais saudável e menos poluído, as áreas irrigadas deverão ser conduzidas com um planejamento adequado sobre o potencial hídrico da região buscando a maior eficiência e reduzindo os impactos ambientais no que se refere à disponibilidade e qualidade de água para suas múltiplas finalidades (Silva e Pruski, 1997).

3. Sensoriamento remoto na agricultura

O sensoriamento remoto pode ser definido de maneira bem ampla como sendo a tecnologia que permite a aquisição de informações sobre objeto sem contato físico com eles. Segundo Novo (1992), o objetivo principal do sensoriamento remoto é expandir a percepção sensorial do ser humano, seja através da visão panorâmica proporcionada pela aquisição de informações aéreas ou espaciais, seja pela possibilidade de se obter informações inacessíveis à visão.

O autor destaca ainda que o comportamento espectral dos alvos é de fundamental importância para extrair informações a partir de dados de sensoriamento remoto, além da definição de novos sensores, do tipo de processamento a que devem ser submetidos os dados brutos, ou mesmo na definição da forma de aquisição dos dados, como geometria de coleta dos dados, frequência, altura do imageamento, resolução limite, entre outros.

Portillo et al. (2003) afirmam que o sensoriamento remoto fornece um amplo conjunto de conhecimentos e técnicas úteis para caracterizar fenômenos dinâmicos que acontecem nas áreas agrícolas. Por isso, o progresso e a validação de técnicas de análise multitemporal são

importantes para conduzir conhecimentos necessários à melhor utilização do sensoriamento remoto neste campo. Por meio da interpretação de imagens de satélite obtém-se, de forma rápida, um mapa temático atualizado e preciso das diferentes estruturas espaciais resultantes do processo de ocupação e uso do solo.

4. Área de estudo

A área de estudo corresponde o município de Miguelópolis, região norte do Estado de São Paulo, está localizada pelo retângulo envolvente de coordenadas geográficas 48°29'11,3''O; 47°49'7'' O; 20°23'18'' S e 19°57'8.9'' S, possuindo uma área equivalente 7.9685,5062 ha. O município de Miguelópolis faz parte do Escritório de Desenvolvimento Regional (EDR) de Orlandia, uma das divisões administrativa da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI), caracterizando por ser eminentemente agrícola.

Na referida região há predomínio de solos férteis como Latossolos Vermelhos, com relevo suave ondulado a plano, faz parte de uma bacia com grande disponibilidade de água e excelente acesso à malha viária. Devido a esses diversos fatores houve um aumento significativo da irrigação tecnificada, utilizando sistemas de irrigação do tipo pivô central (Portillo et al., 2003).

Os municípios de Miguelópolis e Guaíra, compõem uma das maiores concentrações de sistemas de irrigação por meio de pivô central no Estado de São Paulo. No ano de 2002, o município de Miguelópolis possuía 138 sistemas de irrigação do tipo pivô central, com mais três novos em implantação. Nem todos os equipamentos de irrigação estavam ativados, e vários estavam ocupados pela cultura da cana-de-açúcar (Gleriane, 2004).

Conforme as condições favoráveis à agricultura do município de Miguelópolis, a metodologia proposta se adapta ao objetivo de identificar e quantificar o uso da água de áreas irrigadas por meio de pivô central, através da técnica de segmentação multitemporal de imagens orbitais.

5. Metodologia

Este trabalho foi dividido basicamente em cinco etapas, sendo elas: Registro da imagem, Mosaico e Recorte do Município, Segmentação Multitemporal, Classificação visual das áreas irrigadas por pivô central e detecção de mudanças entre 2002-2004. Os procedimentos realizados durante essas etapas são demonstrados na **Figura 5.1**.

Com base nas imagens do sensor ETM+/Landsat de 2002, foi realizado o registro das imagens CCD/CBERS referentes a 11 de setembro (b1 a b4) e 05 de maio de 2004 (b2 a b4). Posteriormente procedeu a recorte das imagens em relação ao limite municipal com o objetivo de reduzir o tamanho dos arquivos no banco de dados, e conseqüentemente, diminuir o custo de processamento das imagens.

Definida as imagens CCD/CBERS para a área de estudo, o próximo passo foi extrair os limites dos alvos agrícolas por meio do processo de segmentação automática. Para o processamento das imagens digitais, bem como para a análise dos dados obtidos, foi utilizado o Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas - SPRING, versão 4.1 (Câmara et al., 1996). Uma das técnicas de processamento de imagens presentes no software SPRING é a segmentação de imagens, cujo algoritmo de crescimento por regiões foi o utilizado para a determinação das áreas irrigadas por pivô central.

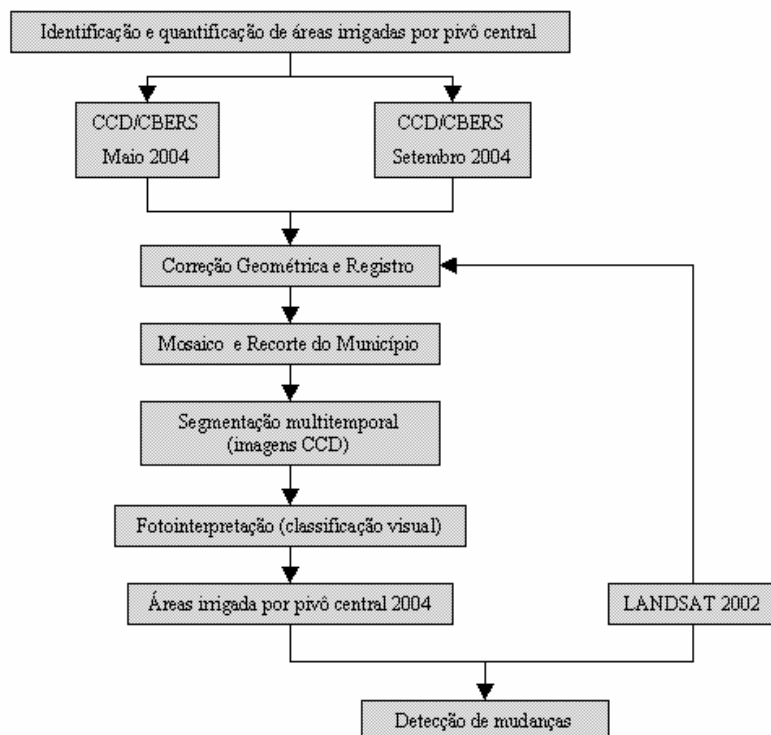


Figura 5.1 – Fluxograma das atividades desenvolvidas.

Oliveira (2002) retrata que a execução do processo de segmentação de imagens exige a definição de uma ou mais bandas espectrais, com mesma resolução, e dos limiares de similaridade e de área. O autor destaca ainda que os limiares permitem ao usuário controlar o resultado da segmentação conforme o seu objetivo para a região em estudo.

Nascimento (1997) salienta que não há um valor de limiar ideal, pois depende do tipo da imagem, do uso do solo, do período em que o dado foi adquirido e dos objetivos da pesquisa. Geralmente, a definição dos limiares é alcançada após vários testes entre as combinações possíveis no algoritmo. Esses testes prosseguem até o momento em que o resultado da segmentação seja satisfatório para um determinado objetivo.

Devido a grande dinâmica do uso agrícola na região em estudo, foi utilizado o processo de segmentação multitemporal descrito por Gianotti (2001) com o objetivo de fornecer ao algoritmo um maior número de informação para a determinação das bordas agrícolas. Logo, a segmentação multitemporal obtida no presente trabalho tem como base as imagens de setembro e maio de 2004.

A definição dos limiares de similaridade e de área foi efetuada por meio alguns testes empíricos. Os critérios de aceitação e rejeição dos limiares foram analisados em decorrência da identificação das bordas dos pivôs centrais em atividade no município de Miguelópolis. Após vários testes os limiares escolhidos foram 25 e 30 para similaridade e área respectivamente.

Após o processo de segmentação foi efetuada uma fotointerpretação da cena sobre a área de estudo com o objetivo de classificar somente as áreas irrigadas com pivô central no período de maio a setembro de 2004.

6. Resultados e discussão

6.1. Georeferenciamento das imagens CCD/CBERS

A precisão obtida para a cena de setembro_2004 ao final do processo de georeferenciamento (com base polinômio do 1º grau) foi de 0,415 e 0,994 pixels para os pontos de controle e de teste respectivamente. Para a cena de maio_2004 obteve-se um erro de 0,459 pixels para os pontos de controle e 0,975 pixels para os pontos de teste.

6.2. Segmentação multitemporal

A segmentação de uma imagem por crescimento de regiões é um processo que consiste em agrupar conjuntos de pixels com número de nível de cinza semelhantes. Dependendo do uso do solo representado pela imagem, efetua-se a segmentação com base em cenas de várias épocas no sentido de melhorar a delimitação das bordas de interesse.

A avaliação do processo de segmentação foi realizada por meio da comparação visual entre a imagem segmentada e pela sobreposição da imagem realçada. Essa metodologia foi adotada por ser uma forma qualitativa mais eficiente para avaliar a segmentação.

Para uma data de aquisição da cena, a resposta de alguns dos pivôs apresentou muito semelhante aos alvos vizinhos, ocasionando uma perda no processo de identificação das bordas referente aos pivôs centrais. Desta forma, foi utilizado um conjunto de bandas referentes a duas datas de aquisição para contornar esse problema e melhorar a delimitação dos alvos de interesse. O resultado da análise entre a segmentação unitemporal e multitemporal pode ser observado na **Figura 6.1** e os limites de similaridade e área utilizados para a segmentação multitemporal do presente trabalho foram 25 e 30 respectivamente.

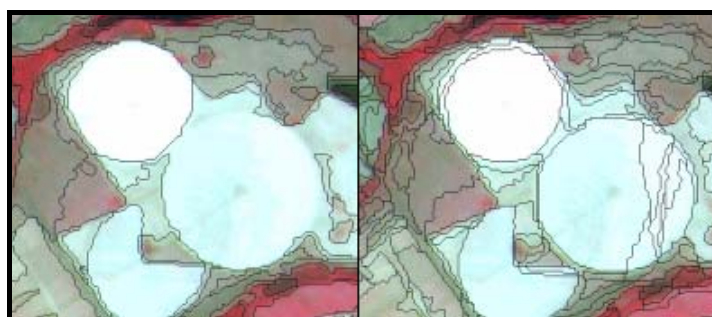


Figura 6.1 – Segmentação unitemporal e multitemporal, respectivamente. Imagem de fundo CCD/CBERS (11/09/2004) - RGB432.

Apesar da utilização de duas datas para segmentação dos alvos de interesse observou-se que nem todos os pivôs obtiveram uma delimitação de suas bordas satisfatórias, sendo necessário uma edição vetorial após o processo de segmentação para a correção geométrica dos limites das áreas irrigadas. A **Figura 6.2** representa a necessidade de edição vetorial do limite agrícolas para delimitação completa, ou pequenas alterações, dos alvos de interesse conforme a extração fornecida pela segmentação.

Como mencionado por Oliveira (2002), o resultado da segmentação depende diretamente da imagem em análise. Desta forma, pode-se concluir que as imagens selecionadas (setembro e maio de 2004) não foram suficientes para diferenciar espectralmente, principalmente com os alvos vizinhos de mesmo uso agrícola, todas as situações possíveis das áreas irrigadas por pivô no ano de 2004 no município de Miguelópolis.

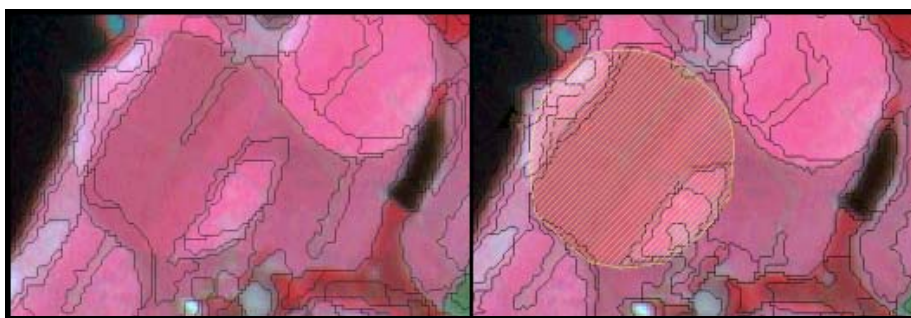


Figura 6.2 – Edição sobre a imagem para delimitação dos alvos de interesse.
Imagem de fundo CCD/CBERS (11/09/2004) - RGB432.

6.3. Áreas irrigadas por pivô central

Após as correções aplicadas sobre a segmentação, foi efetuada uma fotointerpretação classificando somente as bordas delimitadoras de pivôs. O resultado desta classificação permitiu determinar o número, posição e área ocupada por cada aparelho de irrigação instalado no campo.

A **Figura 6.3** apresenta as áreas identificadas como pivô central que somam no total 152 unidades até a data de 11/09/2004 no município de Miguelópolis. A área total ocupada em campo por todas as unidades é de 7.717,4767 ha, correspondente a aproximadamente 10% da área de todo o município. Percebe-se que a maior concentração dos equipamentos de irrigação está localizados ao norte, região com grande potencial hídrico.

Para a determinação do número de equipamentos em 2002, foi efetuada uma sobreposição entre os números de unidades em 2004 com a imagem ETM+. Após uma fotointerpretação da imagem de 2002, foram identificados 138 pivôs que somam uma área equivalente a 6.900,3301 ha como demonstrado na **Figura 6.4**.

Comparando o resultado obtido em 2002 (138 unidades) para o resultado de 2004 (152 unidades), foram identificados 14 pivôs instalados no município de Miguelópolis no período de 2 anos. Estas novas unidades implementadas somam 817,1466 ha e estão localizadas no município conforme a **Figura 6.5**.

7. Conclusão

Como a demanda do uso da água tende a aumentar conjuntamente com a grande preocupação de escassez desde elemento na natureza, os órgãos federais e/ou estaduais buscam soluções para a utilização adequada deste recurso. Alguns Estados da federação passarão a cobrar pelo uso da água para as mais diversas atividades, situação na qual já está sendo aplicada no Estado de São Paulo e deverá entrar em vigor em Minas Gerais no próximo ano.

A cobrança do uso da água está prevista em lei e os recursos gerados deverão ser aplicados no meio ambiente com a finalidade de recuperar áreas degradadas. Para efetuar a cobrança, é necessário quantificar as áreas que utilizam deste elemento, bem como um monitoramento contínuo para a identificação das práticas agrícolas.

Do ponto de vista técnico-científico, as imagens de sensoriamento remoto têm servido como fontes de dados para estudos e levantamentos geológicos, ambientais, agrícolas, cartográficos, florestais, urbanos, oceanográficos, entre outros, tornando-se assim uma forma viável de monitoramento ambiental em escalas locais e globais, devido à rapidez, eficiência, periodicidade e visão sinóptica que as caracterizam.

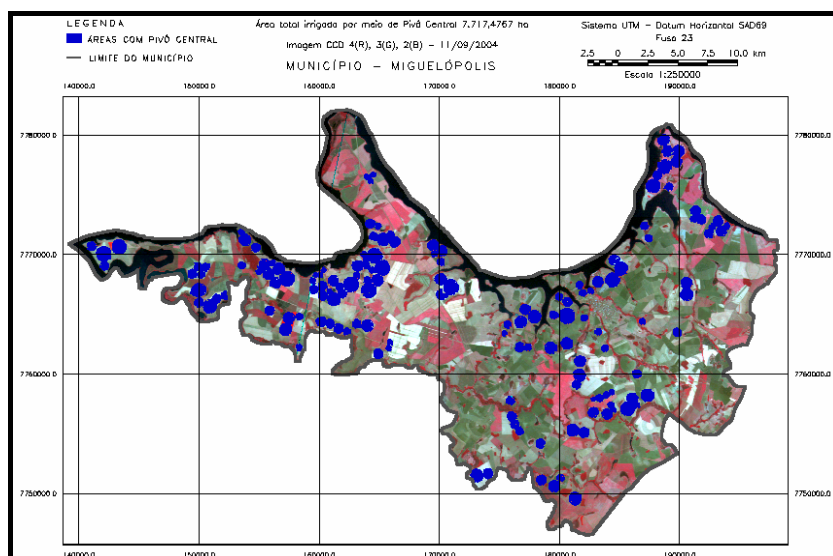


Figura 6.3 – Áreas irrigadas por pivô central – Setembro 2004.

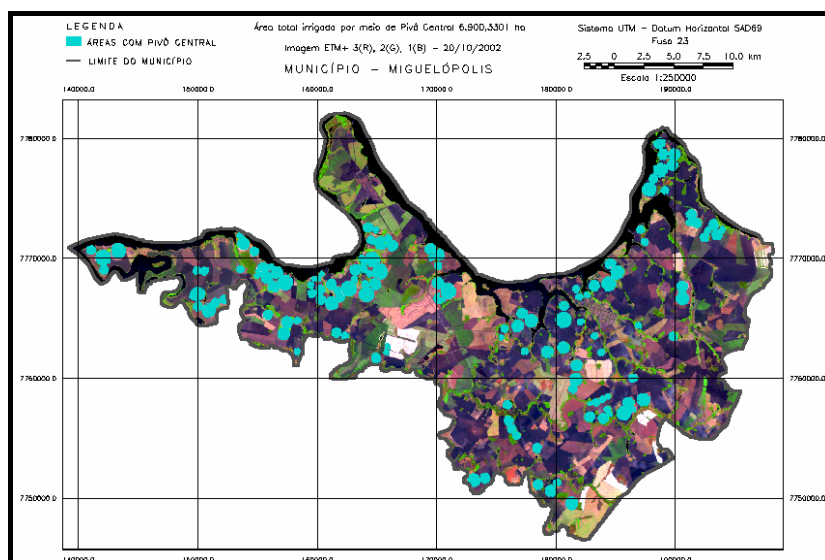


Figura 6.4 – Áreas irrigadas por pivô central – Outubro 2002.

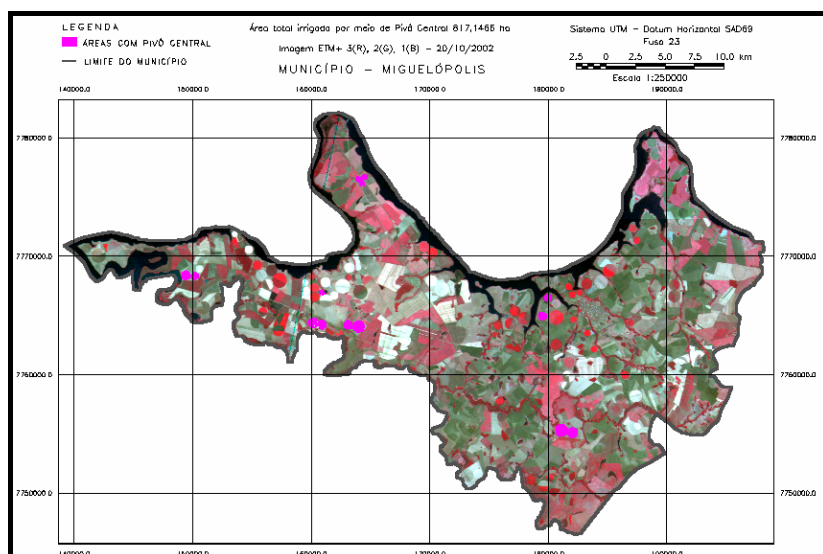


Figura 6.5 – Equipamentos instalados entre 2002 e 2004.

Devido à grande dinâmica do uso agrícola na região em estudo, a associação dos dados temporal e espectral forneceu uma melhor representação dos alvos agrícolas de interesse. Desta forma os melhores resultados no processo de delimitação das bordas de pivôs centrais foram obtidos com a combinação de dados multiespectrais e multitemporais no processo de segmentação.

Com base nos resultados gerados pela presente pesquisa, conclui-se que o sensoriamento remoto, aliado a técnicas de processamento de imagens, é uma ferramenta alternativa para o mapeamento e monitoramento de áreas irrigadas por pivô central.

Referências

Câmara, G.; Souza, R.C.M.; Freitas U. M.; Garrido, J. C. P. **SPRING: Integrating Remote Sensing and GIS with Object-Oriented Data Modelling**. *Computers and Graphics*, v.15, n.6, p.13-22, 1996.

Giannotti, M.A. **Geotecnologias na análise de impactos sócio-ambientais: O caso da queima da cana-de-açúcar na região de Piracicaba**. 2001. 147 p. (INPE-9821-TDI/864). Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 2001.

Gleriani, J.M.; **Redes Neurais na classificação espectro-temporal de culturas agrícolas**. São José dos Campos, 2004. 198p. (INPE – no prelo). Dissertação (Doutorado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

Nascimento, P.S.R. **Avaliação de técnicas de segmentação e classificação por regiões em imagens Landsat-TM visando o mapeamento de unidades de paisagem na Amazônia**. 1997. 120 p INPE-6391-TDI/607). Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 1997.

Novo, E M L M. **Sensoriamento remoto. Princípios e aplicações**. Editora Edgard Blucher: São José dos Campos, 308p. 1992.

Oliveira, J.C. **Índice para Avaliação de Segmentação (IAVAS): Uma aplicação em Agricultura**. 2002. 160 p. (INPE-9554-TDI/830). Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 2002.

Portillo, J.E.; Epiphany, J.C.N.; Gürtler, S.; Barreto Luiz, A.J. **Evolução da superfície cultivada com as principais culturas agrícolas em Guará, Ipuã e São Joaquim da Barra - SP, via imagens de satélite**. In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 11, Belo Horizonte - MG, Brasil, abr. 2003, **Anais**. São José dos Campos: INPE. Sessão Artigos. P. 215-222. Repositório da UOLib: <sdi.inpe.br/banon/2002/11.18.22.15>. Disponível em: <<http://iris.sid.inpe.br:1908/col/ltidi.inpe.br/sbsr/2002/11.18.22.15>>. Acesso em: 20/09/2004.

Pruski, F.F.; Silva, D.D. **Comitês da Bacia Hidrográfica: A descentralização em busca da ciência**. In: I Encontro para Conservação da Natureza, Viçosa - MG, Brasil, 21-24 de setembro 1997, **Anais**. Viçosa - UFV, p 156-163.

Silva, D.D.; Pruski, F.F. **Recursos hídricos e desenvolvimento sustentável da agricultura**. Brasília, DF: MMA; SRH; ABEAS; UFV, 1997. 252p.