

Mapeamento de sistemas de pivôs centrais no Estado de Minas Gerais a partir de imagens CBERS-2B/CCD

Joice Hermenegildo de Toledo
Elizabeth Ferreira
Antonio Augusto Aguilar Dantas
Lorena Santos Cordeiro da Silva
Rafael Menezes Pereira

Universidade Federal de Lavras - UFLA
Caixa Postal 3037 - 37200-000 - Lavras - MG, Brasil
{joicetoledo, bethf, auau}@deg.ufla.br
{lorenascordeiro, rpmenezes}@yahoo.com.br

Abstract. Irrigated areas by center pivot, mainly due to its circular shape, are efficiently identified with remote sensing data and geographic information systems (GIS). First, it was made the identification and quantification of irrigated areas. Then in association with a database it was produced the cadastral maps. The purpose of this work was to map center pivot irrigated areas in Minas Gerais State, using CBERS2B/CCD imagery. The work included the recording of images and the visual classification of irrigated areas by center pivot. The addition of a database with attributes about area, perimeter, city council and river basin where they were located allowed the identification of 3,781 center pivots. The minor irrigated area was 4.6 hectares and the larger was 192.6 hectares. The estimated value of the irrigated total area was 254,875 hectares. The major number of center pivots appeared in the Unaí and Paracatu regions. The Minas Gerais State presented a significant increase in this kind of systems, with 52% more equipments when compared the years 2001 and 2008. The use of CBERS2B images and geographic information systems to identify irrigated areas by center pivot proved to be accurate and allow a considerable saving of resources, because it requires less field surveys. The cadastral mapping was a very helpful tool to increase information about irrigated agriculture in the Minas Gerais State.

Palavras-chave: remote sensing, irrigated agriculture, geographic information system (GIS), visual interpretation, sensoriamento remoto, agricultura irrigada, sistema de informação geográfica (SIG), interpretação visual.

1. Introdução

A agricultura irrigada no Brasil representa 5% da área cultivada, ou seja, 3,5 milhões de hectares responsáveis por 16% da produção total e 35% do PIB agrícola (Mantovani et al., 2007). O país possui a menor relação área irrigada/área irrigável, cerca de 10%, segundo a Conjuntura dos Recursos Hídricos do Brasil 2009, disponibilizada pela Agência Nacional de Água (ANA), que também mostra que este setor é responsável por uma parcela de aproximadamente 47% de vazão de retirada de água e 69% da vazão de consumo.

Em estimativas realizadas por Christofidis (2005), para o estado de Minas Gerais, a área irrigada em 2003/04 correspondia a 350.200 ha, sendo que o método de irrigação por pivô central compreende 89.430 ha. O autor cita ainda que a dificuldade em obter água em disponibilidade suficiente para atender tanto as áreas já existentes quanto aos novos projetos seria um dos obstáculos para a expansão da irrigação.

Com a necessidade de uma utilização racional dos recursos hídricos para os diversos fins, o sensoriamento remoto e os sistemas de informações geográficas (SIGs) constituem ferramentas importantes para monitoramento de atividades relacionadas ao uso da água, como a agricultura irrigada por pivô central.

As imagens de satélite de média resolução são bastante utilizadas para a identificação e quantificação de áreas irrigadas por pivô central. Esse sistema pode ser facilmente identificado através de análises visuais devido a sua geometria predominantemente circular.

Para o estado de Minas Gerais, Schmidt et al. (2004) identificaram 2485 pivôs centrais através de técnicas de interpretação visual de imagens. Os autores utilizaram imagens Landsat

do ano de 2001, disponibilizadas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), e concluíram que a técnica foi apropriada para a realização do levantamento.

No Distrito Federal, Sano et al. (2005) aplicaram técnicas de interpretação visual e digitalização manual, em imagens Landsat TM, datadas de 1992 e 2002, para fazer um levantamento das áreas irrigadas por pivô central nestas épocas. Os autores identificaram um aumento das áreas irrigadas por pivô central, que passou de 55 para 104 unidades.

Braga & Oliveira (2005) utilizaram imagens CBERS/CCD para identificar pivôs centrais e analisar a área ocupada por estes sistemas em Miguelópolis, SP, avaliando as alterações ocorridas no período de 2002 a 2004. Após o fim das operações do satélite Landsat 7 em maio de 2003, e com a baixa qualidade das imagens Landsat 5 limitando sua utilização, os produtos do satélite sino brasileiro para recursos terrestres (CBERS) apresentam-se viáveis para estudos relacionados à identificação de áreas agrícolas no Brasil.

O sensor CCD, do satélite CBERS-2B, fornece imagens de uma faixa de 113 km de largura no terreno, com resolução espacial de 20 m e resolução temporal de 26 dias. As bandas do sensor compreendem o azul, o verde e o vermelho da faixa do visível, o infravermelho próximo, e PAN (visível ao infravermelho).

Com a identificação e quantificação dos pivôs centrais em imagens georreferenciadas, é possível gerar mapas cadastrais. Em mapas cadastrais, cada elemento é considerado um objeto geográfico, com atributos associados aos mesmos, que podem ser representados graficamente de diversas maneiras (Assad e Sano, 1998).

Curado et al. (2004) realizou um mapeamento cadastral de imóveis rurais com a finalidade de fornecer informações sobre o uso e ocupação de solo de duas sub-bacias hidrográficas no Município de Lavras, MG, integrando aspectos sócio-econômicos e ambientais. Os autores utilizaram cartas planialtimétricas do IBGE de 1969, ortofotos digitais georreferenciadas de 1985, e informações do perfil sócio-econômico de 2002, e compararam com os dados levantados em 1997 pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais. Esses dados e mapas foram disponibilizados para consultas no aplicativo SPRINGWEB.

Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo identificar, através das imagens CBERS-2B/CCD, áreas irrigadas pelo sistema pivô central, e construir um banco de dados para armazenamento de informações de localização e outros tipos de atributos (área, perímetro, altitude média, etc.) associados a cada pivô central, tendo como finalidade suprir a carência de informações, no estado de Minas Gerais, relativas à agricultura irrigada.

2. Metodologia de Trabalho

2.1 Área de estudo

O estado de Minas Gerais, localizado na região sudeste do Brasil, entre os paralelos 14°13'58" e 22°54'00" de latitude Sul e os meridianos 39°51'32" e 51°02'35" a Oeste de Greenwich, e extensão territorial de 586.523 km², correspondente a 6,9% do território nacional. Possui 853 municípios, clima tropical e temperatura média anual de 21°, com pouca variação.

2.2 Processamento dos dados

Para a execução do trabalho, foram utilizadas 86 cenas do satélite CBERS-2B, sensor CCD, para o recobrimento do estado de Minas Gerais. As cenas foram obtidas entre 04 de janeiro de 2008 e 02 de fevereiro de 2010. Inicialmente seriam avaliadas apenas cenas obtidas no ano de 2008, porém, devido a baixa qualidade de algumas imagens ou problemas com os arquivos das cenas, foram necessárias integrar cenas de datas posteriores, para abranger todo o estado de Minas Gerais.

As imagens foram obtidas através da rede mundial, onde são disponibilizadas gratuitamente pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE (www.dgi.inpe.br). Para facilitar o trabalho de interpretação e minimizar erros de quantificação, foram escolhidas imagens com porcentagem mínima de nuvens.

As cenas foram georreferenciadas utilizando-se os mosaicos GeoCover do satélite LANDSAT 7, por meio da rotina CBERS_AUTOREG do software ENVI 4.7 (*Environment for Visualizing Images*, versão 4.7). Arquivos vetoriais no formato *shapefile* (grade CBERS, unidades de planejamento, divisão estadual e municipal) e arquivos de imagens (imagens CBERS2B/CCD e imagens Geocover) compõem o banco de dados utilizado no projeto. Na Tabela 1 estão apresentados os nomes, a descrição, a fonte e o tipo de dados utilizados no projeto.

Tabela 1. Banco de dados do projeto.

Nome	Descrição	Fonte	Tipo de dado
Grade	Grade de posicionamento das cenas da passagem do satélite CBERS	ENGESAT	vetorial
UP	Unidades de planejamento e gestão dos recursos hídricos do estado e Minas Gerais	IGAM	vetorial
Divisão Estadual	Divisão estadual do estado de Minas Gerais	GEOMINAS	vetorial
Divisão Municipal	Divisão Político-Administrativa do estado de Minas Gerais	GEOMINAS	vetorial
Imagens CBERS2B/CCD	Imagens resolução espacial de 20 x 20 metros e dimensão de 113 x 113 km	INPE	*.tiff
Imagens Geocover	Mosaicos Landsat Ortoretificados, pixel de 14,25 m	NASA	*.sid

Por meio dos recursos do *software* ENVI 4.7, realizou-se a verificação visual da qualidade da imagem. Composições coloridas das imagens em RGB/432 foram utilizadas para a classificação visual das áreas irrigadas por pivô central, como pode ser observado na Figura 1. No banco de dados, informações de área dos pivôs, município ao qual pertence, unidade de planejamento, órbita-ponto, perímetro e data da cena utilizada, foram associadas a cada sistema.

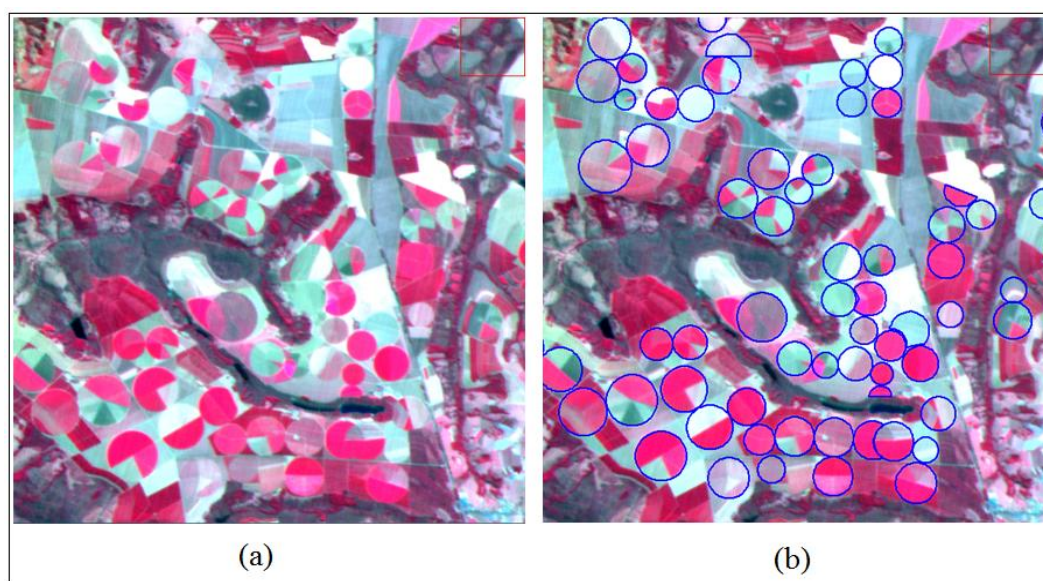


Figura 1. Pivôs centrais visualizados em imagens CBERS-2B/CCD, RGB/432, da órbita-ponto 155/122. (a) Imagem não vetorizada. (b) Imagem vetorizada.

As informações contidas no banco de dados estão descritas na Tabela 2.

Tabela 2. Descrição do conteúdo do banco de dados do mapeamento cadastral.

Nome	Descrição
Evf_length	Perímetro do pivô central em mm
Area	Área do pivô central em hectares
Orbita_Pont	Localização do pivô central na cena da grade do CBERS
Data	Data de aquisição da imagem base
Município	Localização do pivô central na divisão municipal
UP_IGAM	Localização do pivô central nas unidades de planejamento de Minas Gerais

O *software* ArcGIS versão 10.0 foi utilizado posteriormente para unir os bancos de dados das cenas, através da ferramenta *merge*, formando apenas um arquivo contendo todas as informações das áreas irrigadas por pivô central no estado de Minas Gerais.

3. Resultados e Discussão

O mapeamento dos pivôs centrais no estado de Minas Gerais permitiu determinar não só o número de equipamentos instalados, como também sua localização e área ocupada, mostrando as áreas de maior concentração desses equipamentos no estado.

Os pivôs centrais identificados na área de estudo corresponderam a 3.781 unidades, ocupando uma área total de aproximadamente 254.875 ha. Confrontando esses dados com os estimados por Schmidt et al. (2004), pode-se observar um aumento de aproximadamente 52% no número de equipamentos. Relacionando também a área ocupada por esses equipamentos no período estudado com a estimativa realizada por Christofidis (2005), pode ser observado um aumento de quase três vezes da área irrigada por pivô central.

De acordo com Schmidt et al. (2004) a margem de erro relacionada a contagem do número de pivôs quando se utiliza imagens de satélite não é superior a 5%, sendo porém influenciada pela resolução da imagem, tamanho do pivô, nebulosidade, sobreposição das imagens e falta de contraste entre as ocupações dos solo vizinhos. Considerando essa margem de erro, o número total de pivôs no estado de Minas Gerais variaria de 3682 a 4060.

A Figura 2 apresenta a concentração estimada de pivôs nas Unidades de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos (UPGRH) e nas bacias hidrográficas de Minas Gerais.

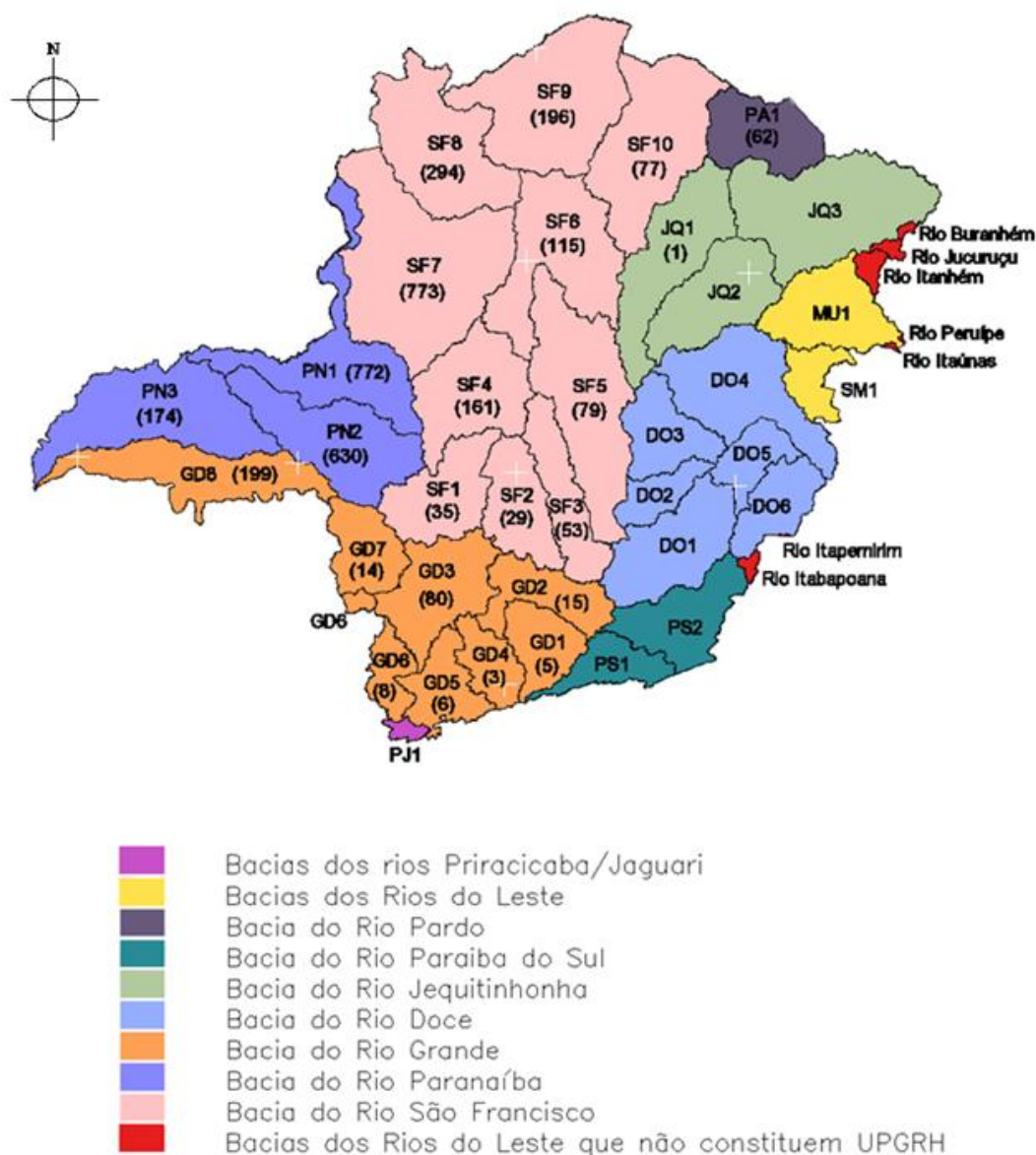


Figura 2. Distribuição de pivôs centrais por unidade de planejamento (UP) e as bacias hidrográficas do estado de Minas Gerais. O número entre parênteses refere-se à quantidade de equipamentos por UP.

Dentre os 853 municípios do estado de Minas Gerais, 180 apresentaram áreas irrigadas por pivô central. Três municípios destacaram-se por apresentarem números acima de 100 equipamentos: Paracatu, Unaí e Rio Paranaíba, sendo 495, 459 e 197 pivôs centrais, respectivamente.

Pereira et al. (2009), utilizando da técnica de classificação visual em imagens dos satélites CBERS2B/CCD e LANDSAT5/TM, anos de 2008 e 1998 respectivamente, para avaliar os números e a área irrigada por sistemas de pivôs centrais no município de Unaí, relataram um aumento de 17.762,62 ha de área irrigada por esse sistema, e um número de equipamentos estimado em 394 para o ano de 2008. A discrepância entre os resultados do presente trabalho e do realizado por Pereira et al. (2009) pode ser explicada pela utilização de imagens em diferentes datas, além da diferença de interpretação de cada autor.

A Figura 3 mostra o de distribuição dos pivôs centrais encontrados nas bacias hidrográficas do estado de Minas Gerais.

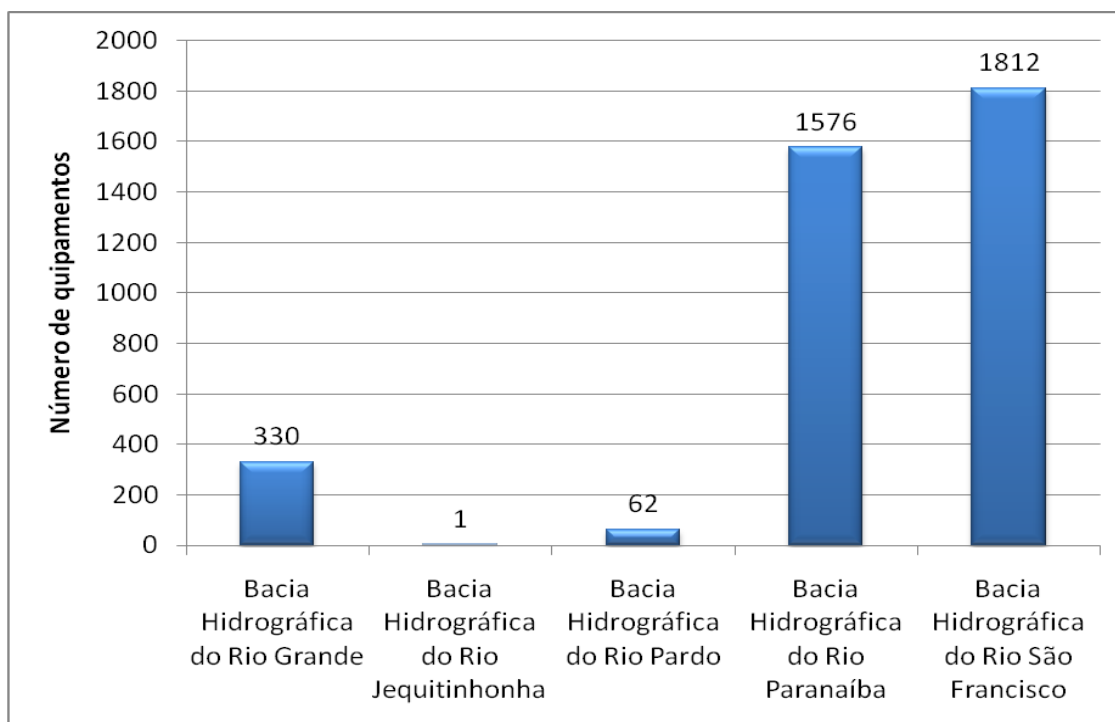


Figura 3. Concentração dos pivôs centrais em Bacias Hidrográficas do estado de Minas Gerais.

Nota-se que a bacia do Rio São Francisco foi a que apresentou o maior número de equipamentos instalados. As bacias do Leste, do Rio Piracicaba/Jaguari, rio Paraíba do Sul, rio Mucuri e rio Doce não apresentaram nenhum equipamento instalado.

A Figura 4 apresenta a relação do número de equipamento encontrado em cada classe de tamanho de pivô: maior que 50 ha, entre 50 e 100 ha, entre 100 e 150 ha e maior que 150 ha. Já a Figura 5 mostra a porcentagem de área irrigada por classe de tamanho de pivô.

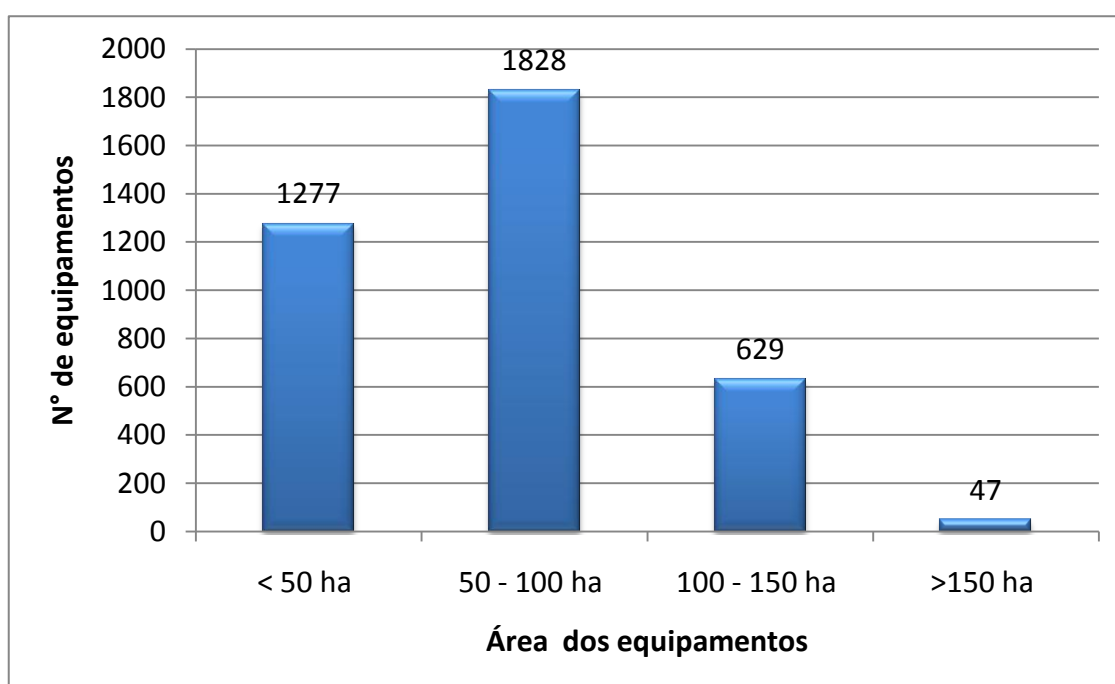


Figura 4. Número de equipamentos por classe de tamanho de pivôs.

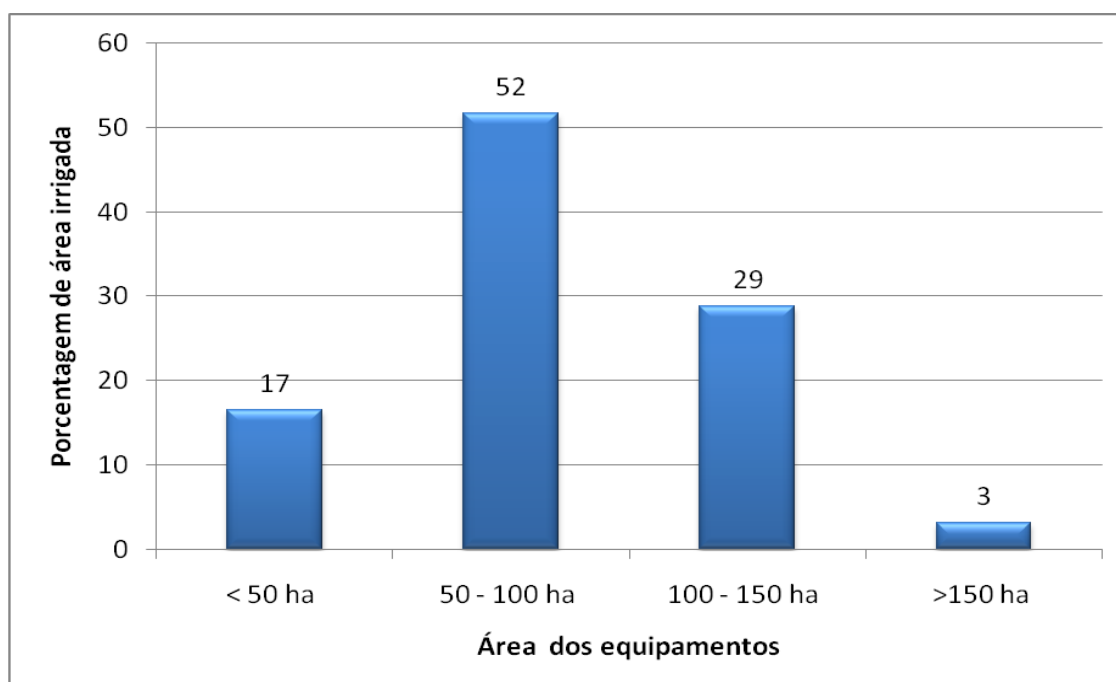


Figura 5. Porcentagem de área irrigada de acordo com as classes de tamanho de pivô.

A classe que compreende pivôs com áreas entre 50 a 100 ha tiveram números expressivos tanto na Figura 4 quanto na Figura 5, enquanto os valores da classe de equipamentos maiores que 150 ha apresentam-se baixos.

Pode ser observado que dos 3.781 equipamentos de pivôs levantados no estado de Minas Gerais, 1.828 irrigam áreas que variam de 50 a 100 ha. Apenas 47 equipamentos instalados irrigam áreas maiores que 150 ha. A maior área estimada para um equipamento foi de 192,6 ha, onde seis equipamentos apresentaram essa dimensão, dois em Unaí, bacia do rio Paranaíba, e quatro em Paracatu, bacia do rio São Francisco. O menor equipamento encontrado possui 4,6 ha, e localiza-se no município de Centralina, bacia do rio Paranaíba.

Apesar de haver um maior número de equipamentos com áreas menores que 50 ha, 1.277 pivôs, quando comparado com os equipamentos entre 100 e 150 ha, a área irrigada é menor, representando apenas 17% da área total irrigada, enquanto que a classe que compreende áreas entre 100 e 150 ha possui 629 equipamentos, representando 29% da área total irrigada por pivô.

4. Conclusões

O presente trabalho vem confirmar que o uso do sensoriamento remoto associado aos sistemas de informações geográficas (SIG) é uma técnica válida para mapear áreas irrigadas por pivô central, por possibilitar a identificação e o cadastramento dessas áreas, possibilitando uma economia considerável de recursos, uma vez que não requer levantamentos em campo, que são caros e demandam tempo.

O estado de Minas Gerais teve um crescimento expressivo na irrigação por pivô central, com um aumento de 52% do número de equipamentos entre os anos de 2001 e 2008. Sendo assim, esse mapeamento cadastral pode fornecer importantes informações aos órgãos competentes, permitindo o monitoramento e o planejamento tanto do uso dos recursos naturais, quanto da agricultura no estado.

A complementação e atualização das informações do banco de dados são ações que devem ser realizadas.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), processo n.º CAG-APQ-02004-09.

Referências Bibliográficas

Schmidt, W.; Coelho, R.D., Jacomazzi, M.A.; Antunes, M.A.H. Distribuição espacial de pivos centrais no Brasil: I – Região Sudeste. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.8, n.2-3, p. 330-333, 2004.

Sano, E.E, Lima, J.E.F.W., Silva, E.M., Oliveira, E.C. Estimativa da variação da demanda de água para irrigação por pivô central no Distrito Federal entre 1992 e 2002. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.25, n.2, p. 508-515, 2005.

Braga, A. L.; Oliveira, J. C. Identificação e quantificação de áreas irrigadas por pivô central utilizando imagens CCD/CBERS. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12. (SBSR), 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. Artigos, p.849-856. CD-ROM, On-line. ISBN 85-17-00018-8. Disponível em: <<http://urlib.net/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.19.16.25>>. Acesso em: 20 jun. 2010.

Curado, R. F.; Ferreira, E.; Lima, J. M. Mapeamento cadastral de Imóveis rurais em duas Sub-Bacias hidrográficas no Município de Lavras, MG. In: Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário (COBRAC), 6, 2004, Florianópolis. **Anais...** Curitiba: UFPR, 2004.

Christofidis, D. **Água e agricultura**. Disponível em: <http://www.irrigacao.org.br/index.php?option=com_content&view=article&id=64:artigos-publicados-sobre-agricultura-irrigada&catid=11:download&Itemid=21>. Acesso em: 18 ago. 2010.

Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil / Agência Nacional de Águas. Brasília: ANA, 2009. Disponível em: <<http://conjuntura.ana.gov.br/>>. Acesso em: 18 ago. 2010.

Assad, E.D.; Sano, E.E. **Sistemas de Informações Geográficas: Aplicações na Agricultura**. Brasília: Embrapa-SPI / Embrapa-CPAC, 1998. 434 p.

Mantovani, E.C.; Bernardo, S.; Palaretti, L.F. **Irrigação: princípios e métodos**. Viçosa: UFV, 2007. 358 p.

Pereira, R.M.; Ferreira, E.; Dantas, A.A.A.; Souza, P.A.B.; França Junior, J.F. Avaliação temporal de áreas irrigadas por pivôs centrais no município de Unai. In: Congresso de Iniciação Científica (CIUFLA), 22., 2009, lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2009. CD-ROM.