Anais do XXVII Congresso Brasileiro de Cartografia e XXVI Exposicarta
6 a 9 de novembro de 2017, SBC, Rio de Janeiro - RJ, p. 702-706

USO DE IMAGEM DE SATÉLITE PARA CLASSIFICAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DE ÁREAS IRRIGADAS POR PIVÔ CENTRAL NO MUNICÍPIO DE CRUZ ALTA – RS

A. A. L. Moraes[1], M. Monguilhott [1],Y. R. Flores[2], E. Sebem[1]

[1] Universidade Federal de Santa Maria, Brasil
Colégio Politécnico da UFSM
[2] Universidade Federal de Santa Maria, Brasil
Centro de Ciências Rurais - CCR

Comissão IV - Sensoriamento Remoto, Fotogrametria e Interpretação de Imagens

RESUMO

No Brasil o uso da irrigação na produção agrícola tem enfrentado dificuldades, sobretudo por aqueles que a consideram a maior responsável pela escassez de água e de energia no país. Por entender da importância da irrigação para a agricultura brasileira esta pesquisa objetiva quantificar e classificar as áreas irrigadas pelo método de aspersão de pivô central no município de Cruz Alta – RS. O objetivo foi à extração das áreas irrigadas por pivô central selecionando os objetos de interesse por suas características geométricas. Obtendo o total de pivôs centrais instalados nas áreas rurais do município de Cruz Alta com características compatíveis com a resolução espacial das imagens orbitais dos satélites Landsat 5 e 8 sensores TM e OLI, respectivamente. Os resultados do processamento evidenciaram um acréscimo de 103,77%, entre 2006 e 2016, de unidades no sistema de irrigação por pivô central. Dessa forma verificou-se, que o uso de imagens de média resolução espacial possibilita a quantificação de áreas irrigadas considerando a grande importância do monitoramento destes sistemas para a agricultura brasileira.

Palavras-chave: Geoprocessamento, Sistema de Irrigação, Sensoriamento Remoto.

ABSTRACT

In Brazil, the use of irrigation in agricultural production have faced difficulties, mostly by those who consider it the greater responsible for the lack of water and energy in the country. Through understanding the importance of irrigation from the Brazilian agriculture, this research aims to quantify and classify the irrigated areas by the center-pivot sprinkler irrigation method in the city of Cruz Alta – RS. The objective was the extraction of the irrigated areas selecting the objects of interest by their geometric characteristics. Obtaining the total of center-pivots installed in the rural areas of the city of Cruz Alta with compatible characteristics with the spatial resolutions of orbital images from the satellites Landsat 5 e 8 sensor TM and OLI, respectively. The results of the processing evinced an increase of 103,77%, between 2006 and 2016, of units in the system of irrigation by center-pivot irrigation. Therefore, it was verified that the use of images of the average spatial resolution enables the quantification of irrigated areas considering the great importance of the monitoring of these systems to the Brazilian agriculture.

Keywords: Geoprocessing, Irrigation System, Remote Sensing.

1. INTRODUÇÃO

O interesse na preservação do meio ambiente, assim como o conhecimento do uso e cobertura do solo, tem aumentado de maneira progressiva nas últimas décadas.

Estudos, de uso e ocupação do solo com o uso de imagens orbitais possibilita um rico e importante potencial de variáveis mensuráveis dos aspectos superficiais do terreno que configuram a paisagem, assim como o tratamento digital (Campos et al., 2004).

Ferramentas de geoprocessamento aplicadas às técnicas de processamento digital de imagens (PDI) constituem-se fundamentais para a manutenção dos registros do uso da terra ao longo do tempo (Moreira et al., 2005).

A classificação do uso do solo é fundamental no conhecimento do ambiente, assim como no desenvolvimento de técnicas voltadas para a obtenção e manutenção dessas informações com vistas a planejamento e gestão de uso do solo. O conhecimento da distribuição espacial das várias formas de uso do espaço necessita de informações detalhadas, que

possam ser obtidas com grande periodicidade, devido ao caráter extremamente dinâmico desse ambiente (Foresti e Hamburger, 1995).

Segundo dados da FAO (2012), o Brasil possui a nona maior área irrigada do mundo, atrás de Tailândia, México, Indonésia, Irã, Paquistão, Estados Unidos da América, Índia e China. Entretanto, a irrigação no nosso País é considerada pequena frente à área agrícola total, à extensão territorial e ao conjunto de fatores físico-climáticos favoráveis, inclusive a boa disponibilidade hídrica.

No estado do Rio Grande do Sul, a disponibilidade de água às plantas é o principal fator responsável pela frequente oscilação do rendimento das culturas (Matzenauer et al., 1995). Para superar os problemas causados pela escassez de água em certos períodos ou regiões, os sistemas de irrigação na agricultura visam atender às exigências hídricas das culturas, a qual depende das condições climáticas, do tipo de planta e da umidade do solo (Sentelhas et al., 2001).

Estudos científicos demonstram que o estresse causado pela falta de água reduz sensivelmente a produção vegetal, por exemplo, em regiões de clima árido ou semiárido, onde a falta de água é constante e limita a atividade agrícola. Dessa forma a irrigação realizada no momento correto, aplicando-se a quantidade certa de água, elevam os índices de produtividade acima das médias das culturas, quando estas, são cultivadas sob condição de chuva somente (também chamados de cultivos de sequeiro (Testezlaf et al., 2002)

De acordo com a Embrapa (2010), existem basicamente, quatro métodos de irrigação, os quais são por superfície, aspersão, localizada e subirrigação. A razão pela qual existem diferente sistemas de irrigação é em função da grande diversidade de solo, clima, cultura, disponibilidade de energia e condições socioeconômicas para que, os diferentes tipos de irrigação adaptam-se aos diferentes usos do solo.

O método por aspersão utiliza a irrigação via pivô central é o método no qual a área é irrigada por um sistema móvel, constituído por uma barra com aspersores que se movimenta em torno de um eixo fixo (IBGE, 2007). De acordo com Queiroz et al. (2008), o pivô central é o sistema mais automatizado que existe no mercado, podendo essa automação variar desde um simples acessório a controladores que permitem o seu acionamento à distância por meio de ondas de rádio ou telefone celular.

O sistema de irrigação por pivô central tem proporcionado um significativo avanço da agricultura irrigada no Brasil. O desenvolvimento tecnológico industrial na década de 80 e 90 possibilitou o aumento deste sistema de irrigação, com vistas ao uso mais eficiente da água e da energia (Turco et al., 2009). Segundo King et al. (2009), grandes avanços nesses sistemas foram incorporados, a exemplo da possibilidade de aplicação independente de água e de defensivos agrícolas.

Conforme dados do Censo Agropecuário Brasileiro IBGE (2009) foram identificados 4,45 milhões de hectares de área irrigada no Brasil, estes distribuídos da seguinte forma: 24% da área irrigada no método de inundação, 5,7% por sulcos, 18% sob pivô central, 35% em outros métodos de aspersão, 7,3% com métodos localizados e 10% com outros métodos.

Segundo Setti et al. (2000), a adoção dos sistemas de irrigação proporciona um aumento de produtividade para diversas culturas agrícolas. Por outro lado, a agricultura irrigada demanda o uso de grande volume d'água e energia, sendo apontada como a principal fonte de captação da água disponível nos mananciais, representando mais do que 70% da água consumida no mundo.

Dessa forma o presente trabalho tem o objetivo de identificar e quantificar as áreas irrigadas com sistemas de irrigação por aspersão, pelo método de pivô central, no período de 2006 e 2016 no município de Cruz Alta, estado Rio Grande do Sul, utilizando como base para o processamento imagens do satélite Landsat 5 sensor TM e Landsat 8 sensor ótico OLI.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O município de Cruz Alta localiza-se a Noroeste do estado do Rio Grande do Sul. A soja, o milho e o trigo constituem os principais cultivos agrícolas anuais, correspondendo a 93.500 ha, 5.500 ha e 18.000 ha, de área plantada respectivamente (EMATER, 2015).

Para a identificação do sistema de irrigação por pivô central foram selecionadas imagens do satélite Landsat 8 Sensor OLI e Landsat 5 sensor TM disponibilizadas gratuitamente pelo USGS (*United States Geological Survey*) (http://earthexplorer.usgs.gov/). As cenas que recobriram a área de estudo correspondem à órbita 223 ponto 80, oriundas do ano de 2006 e 2016 no período de janeiro a março.

A imagem de 2006 foi obtida pela Plataforma Landsat 5 no sensor TM (*Thematic Mapper*). A imagem de 2016 foi obtida pela Plataforma Landsat 8, sensor OLI (*Operational Land Imager*), que se encontra posicionado a uma altitude de 705 km da superfície terrestre. Cada cena recobre uma área de 170 km por 185 km com a mesma resolução temporal do Landsat 5.

Para o processamento digital das imagens foram utilizados algoritmos disponíveis no aplicativo ERDAS IMAGE 2013®; O processamento foi realizado com o objetivo de realçar e detectar as bordas do sistema de irrigação por pivô central através da aplicação de filtro laplaciano às bandas 2 a 7 do sensor TM-5 e OLI respectivamente, para detecção e realce de bordas entre as ocupações de solo e facilitar a visualização da forma geométrica característica dos pivôs. As imagens foram georreferenciadas para o Datum WGS84 (*World Geographic System 1984*).

Após a primeira etapa concluída, foi utilizada a extensão ArcScan (Figura 1) do software ArcGis 10.5, a qual possibilitou a extração das áreas irrigadas pelo sistema de pivô central. Esta extensão utiliza um algoritmo que vetoriza automaticamente imagens no formato binário (0 e 1) com resolução radiométrica de 8 bit. O objetivo de utilizar esta ferramenta é a extração das áreas irrigadas por pivô central selecionando os objetos de interesse por suas características geométricas. Assim, obtendo o total de pivôs instalados no município de Cruz Alta.

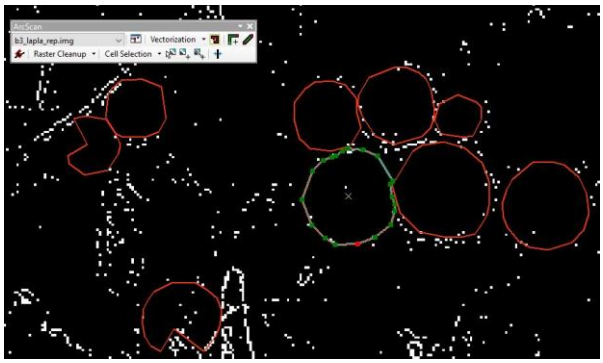

Fig. 1 - Funcionamento da extensão ArcScan: obtenção das feições. Fonte: Autores.

Realizando o procedimento acima, conseguimos visualizar as feições caracteristicas dos pivôs (circulares), notamos que em alguns casos estes assumem aspectos divergentes do comum, assumindo forma semicircular. Este realce foi feito em ambas as imagens (2006 e 2016), com este procedimento foi obtida a quantidade de pivôs no municipio de estudo.

Outro procedimento realizado nas imagens foi a classificação de uso do solo, que demandou uso de ferramentas do software ERDAS IMAGE 2013® e para validar a classificação, no software ArcMap 10.5, adquiriu-se pelo método randomico (algoritmo *Create Accuracy Assessment Points*) 50 pontos aleatórios na imagem classificada. Estes são distribuidos de forma equalizada, onde cada ponto foi associado a uma classe ou grupo, podendo corresponder as classes tipificadas como: água, mata, cultivo, solo úmido, solo exposto e pastagem. Obtidas as estatísticas dos respectivos pontos amostrais foram geradas matrizes de contingência entre as estatísticas das Classes da Imagem Classificada e das Classes de validação.

Optou-se calcular a estatística Kappa (K) para avaliar a acurácia, por este ser mais sensível as variações de erros de omissão e comissão. Congalton (1991) relata que o uso da estatística Kappa é satisfatória na avaliação da precisão de uma classificação temática, pelo fato de levar em consideração toda a matriz de confusão no seu cálculo, incluindo os elementos de fora da diagonal principal, os quais representam as discordâncias na classificação, diferentemente da exatidão global, por exemplo, que utiliza somente os elementos diagonais (concordância real).

A estatística Kappa varia de 0 a 1 (Tabela 1) e quanto mais próximo de 1 melhor será a acurácia da classificação.

TABELA 1 - Qualidade de Classificação associada ao índice Kappa

Valor do Kappa	Qualidade do Mapa Temático
< 0	Péssima
0,00 - 0,20	Ruim
0,20 - 0,40	Razoável
0,40 - 0,60	Boa
0,60 - 0,80	Muito Boa
0,80 - 1,00	Excelente

Fonte: Adaptada de Landis e Koch (1977).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O município de Cruz Alta (Figura 2) abrange duas Bacias Hidrográficas, sendo estas pertencentes a Bacias Hidrográficas do Alto Jacuí e Ijuí, fazendo com que a mesma seja uma área de grande relevância ambiental

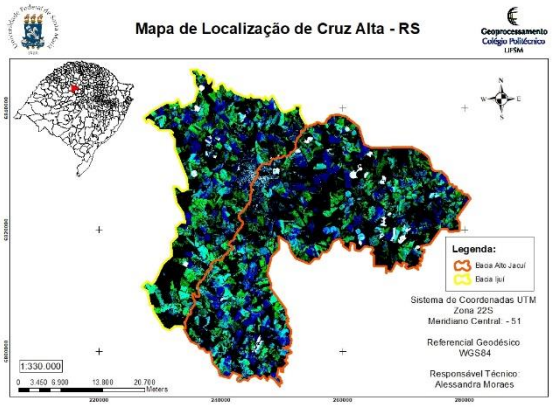

Fig. 2 - Mapa Localização Município de Cruz Alta - RS. Fonte: Autores.

A partir da extensão ArcScan do software ArcGis 10.5 obteve-se o realce das bordas (Figura 3), facilitando a identificação de padrões de forma circular ou semicircular.

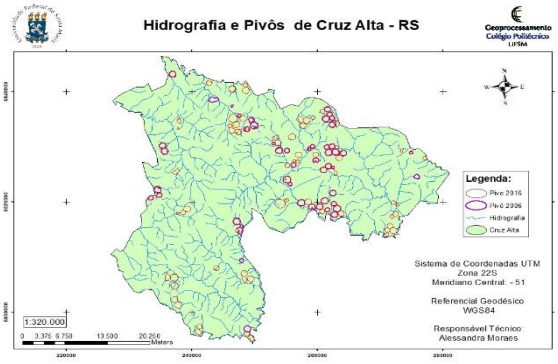

Fig. 3 - Mapa de Hidrografia e Pivôs Centrais do Município de Cruz Alta. Fonte: Autores

Na figura 4 é possível identificar o resultado do realce de borda, para as duas datas analisadas, identificando o total de pivôs instalados, analisando individualmente a área e o perímetro de cada pivô integrante do sistema de irrigação por pivô central no Município de Cruz Alta.

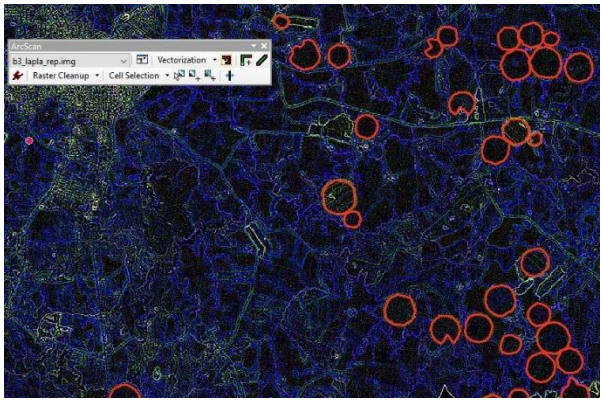

Fig. 4 – Resultado do Realce das bordas de Pivô Central do Município de Cruz Alta. Fonte: Autores.

Para o ano de 2006 foram contabilizadas 53 áreas irrigadas pelo sistema de pivô central, abrangendo uma área total de 3.243,00 hectares, variando sua superfície geométrica de 10,25 hectares a menor superfície identificada até 119,87 hectares a maior superfície e com uma superfície média de 72,89 hectares; Para o ano de 2016 foi levantado um total de: 108 áreas irrigadas pelo método de pivô central, abrangendo uma área total de 7.592,74 hectares com sistema de irrigação por pivô central, com uma superfície mínima de 7,60 hectares a 204,68 hectares a maior superfície irrigada, sendo sua superfície média áreas de 72,05 hectares.

Analisadas as classificações através da tabela de contingência (Tabelas 2 e 3), obteve-se uma boa qualidade na classificação supervisionada.

TABELA 2 - Matriz de Contingência gerada a partir de imagem 2016 de Cruz Alta

Matriz de confusão		Classes da Imagem Classificada						
		Classe 1 Água	Classe 2 Mata	Classe 3 Pastagem	Classe 4 Solo Úmido	Classe 5 Cultivo	Classe 6 Solo Exposto	soma
Classes da Verdade Terreno	Classe 1 Água	153	0	0	8	0	0	161
	Classe 2 Mata	39	174	35	7	4	0	259
	Classe 3 Pastagem	65	93	210	75	37	8	488
	Classe 4 Solo Úmido	23	25	21	212	0	23	304
	Classe 5 Cultivo	15	16	40	3	269	5	348
	Classe 6 Solo Exposto	15	2	4	5	0	274	300
Soma		310	310	310	310	310	310	1860

Na imagem do ano de 2006 foi encontrado um Kappa de 0,6415 e para 2016 de 0,6359 os quais são considerados de qualidade muito boa, conforme a qualidade da classificação da estatística Kappa citada na tabela 1.

TABELA 3 - Matriz de Contingência gerada a partir de imagem 2006 de Cruz Alta

Matriz de confusão		Classes da Imagem Classificada						
		Classe 1 Água	Classe 2 Mata	Classe 3 Cultivo	Classe 4 Solo Úmido	Classe 5 Pastagem	Classe 6 Solo Exposto	soma
Classes da Verdade Terreno	Classe 1 Água	156	0	1	10	0	0	167
	Classe 2 Mata	43	247	4	28	6	3	331
	Classe 3 Cultivo	57	64	300	61	91	6	579
	Classe 4 Solo Úmido	83	30	13	200	2	24	352
	Classe 5 Pastagem	11	9	32	51	251	16	370
	Classe 6 Solo Exposto	0	0	0	0	0	302	302
Soma		350	350	350	350	350	351	2101

Encontrou-se como probabilidade observada na qualidade do mapeamento para a imagem 2006 69,30% e para o ano de 2016 de 69,46%.

Do total de pivôs que integram o sistema de irrigação no município de Cruz Alta foram observados um aumento de áreas irrigadas pelo método de pivô central de 103,77% entre 2006 e 2016. Se utilizada de forma incorreta, a irrigação pode afetar drasticamente a qualidade dos solos, assim como a dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, em função do uso de fertilizantes, corretivos e agrotóxicos (Setti et al., 2001a), seguindo as normas ambientais, e a outorga da água evita-se que esse sistema se torne um gerador de impacto ambiental.

Com este acréscimo percebe-se que o monitoramento do sistema é de grande importância para que a implantação de novos pivôs ocorra de forma eficiente e adequada minimizando os impactos através da gestão do uso de recursos hídricos para agricultura.

AGRADECIMENTOS

Trabalho apoiado pelo programa Bolsa de Ensino, de Pesquisa e Extensão do Colégio Politécnico da UFSM e Cooperativa – Escola dos Estudantes do Colégio Politécnico da UFSM Ltda (CESPOL).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Campos, S.; M. Silva; E. L. Piroli; L. G. Cardoso e Z. X. Barros, 2004. Evolução do uso da terra entre 1996 e 1999 no município de Botucatu-SP. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, Vol. 24, Nº 1, pp. 211-218.

Congalton, R. G, 1991. A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data. Remote Sensing of Environment, Vol. 49 Nº. 12, pp. 1671-1678.

EMATER. Informações Agropecuárias, Porto Alegre - RS, 2015. Disponível em: < http://www.emater.tche.br/site/servicos/serie-historica.php#.WU0Qmu7IZi4> Acesso em: 22 jun.2017.

EMBRAPA. Cultivo do Milho. Brasília, 2010. Disponivel em: < http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_6_ed/imetodos.htm > Acesso em: 13 jun. 2017

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). Information System on Water and Agriculture - AQUASTAT, 2012

Foresti, C. e D. S. Hamburger. Sensoriamento remoto aplicado ao estudo do uso do solo urbano. In. TAUK, S. M. (Org.). Análise ambiental: uma visão multidisciplinar. São Paulo. Unesp, l995, ISBN 85-7139-099-1. Monografia (Especialização). Programa de pesquisa e pós-graduação em Cartografia. UFMG. 2002.

IBGE. Censo Agropecuário 2006. Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: < http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/51/agro_2006.pdf > Acesso em: 16 mai. 2017.

King, B. A.; R. W. Wall e T. F. Karsky, 2009. Center-pivot irrigation system for independent site-specific management of water and chemical application. Applied Engineering in Agriculture, Vol. 25, Nº 2, pp. 187-198.

Matzenauer, R.; H. Bergamaschi; M. A. Berlato e J. Riboldi, 1995. Modelos agrometeorológicos para estimativa do rendimento de milho em função da disponibilidade hídrica no Estado do Rio Grande do Sul. Pesquisa Agropecuária Gaúcha, Vol. 1, pp. 225-241.

Moreira, M. A.; B. F. T. Rudorff; J. C.Felício; J. G.Freitas, e M. S Targa, 2005. Variação espectral e eficiência de uso da radiação fotossinteticamente ativa em ensaio com genótipos de trigo. Bragantia, Campinas, Vol. 64, Nº 3, pp. 331-338.

Queiroz, T. M.; T. A. Botrel e J. A. Frizzone, 2008. Desenvolvimento de software e hardware para irrigação de precisão usando pivô central. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, Vol. 28, Nº1, pp. 44-54.

Sentelhas, P. C.; R. T. De Faria; M. O. Chaves e G. Hoogenboom, 2001 Evaluation of the WGEN and SIMMETEO weather generators for the brazilian tropics and subtropics, using crop simulation models. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Vol. 9, Nº 2, pp.357-376.

Setti, A. A.; J. E. F. W. Lima; A. G. M. Chaves e I. C. Pereira, 2001. Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos. Agência Nacional de Energia Elétrica, Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas, Brasília, 207 páginas.

Testezlaf, R.; E. E. Matsura e J. L. Cardoso, 2002. Importância da irrigação no desenvolvimento do agronegócio. Universidade Estadual de Campinas: Faculdade de Engenharia Agrícola.

Turco, J. E. E. P.; G. S. Pizzatti e L. C. Pavani, 2009. Custo de energia elétrica em cultura do feijoeiro irrigado por pivô central, afetado pelo manejo da irrigação irrigado por pivô central, afetado pelo manejo da irrigação e sistemas de cultivo. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, Vol. 29, Nº2, pp. 311-320.