

LEVANTAMENTO DA ÁREA IRRIGADA POR PIVÔ CENTRAL NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

JULIANO DALCIN MARTINS¹; IAGO SAMUEL BOHRZ²; MIGUEL FREDRICH²; RODRIGO PORTO VERONEZ²; GREISSON ALEX KUNZ² E ENRICO FLECK TURA²

¹Eng. Agrônomo, Prof. Doutor, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Câmpus Ibirubá, IFRS-Ibirubá, Rua Nelsi Ribas Fritsch, 1111. Bairro Esperança, CEP: 98200-000, Ibirubá/RS. Fone(54) 3324-8100. E-mail: juliano.dalcin@ibiruba.ifrs.edu.br

²Acadêmico do Curso de Agronomia. IFRS-Câmpus Ibirubá. E-mail: iago.bohrz@ibiruba.ifrs.edu.br, miguel.fredrich@ibiruba.ifrs.edu.br, rodrigo.veronez@ibiruba.ifrs.edu.br, greisson.kunz@ibiruba.ifrs.edu.br

1 RESUMO

O objetivo deste estudo foi identificar e quantificar as áreas irrigadas por pivô central no Estado do Rio Grande do Sul, por bacias hidrográficas e por municípios. As áreas irrigadas por pivôs centrais foram levantadas através da identificação visual, com base no mosaico formado por imagens do satélite Landsat 8 OLI/TIRS, inseridos na plataforma *Google Earth* e na base de dados do levantamento de pivôs centrais no Brasil 2013 realizado pela (EMBRAPA/ANA). O período de mapeamento utilizado foi considerando imagens disponíveis até Março de 2015. Foram identificados 1.753 pivôs centrais, ocupando uma área irrigada de 111.122,9 hectares, e apresentando tamanho médio de 63,66 ha. Cerca de 84,04% dos pivôs concentram-se nas bacias hidrográficas do Rio Alto Jacuí (21,5%), Rio Ijuí (19,3%), Rio Piratinim (15,4%), Rios Turvo, Santa Rosa e Santo Cristo (14,4%) Rio Ibicuí (8,4%), e Rio da Várzea (5,7%). A maior concentração de pivôs centrais ocorre nos municípios de Cruz Alta (129 pivôs, 9.050,05 ha), São Miguel das Missões (76 pivôs, 5.433,5 ha), Santo Augusto (85 pivôs, 5.353,54 ha), Santa Bárbara do Sul (78 pivôs, 5.333,29 ha) e São Borja (62 pivôs, 4.560,8 ha).

Palavras-chave: agricultura irrigada, bacias hidrográficas, recursos hídricos.

**MARTINS, J. D.; BOHRZ, I. S.; FREDRICH, M.; VERONEZ, R. P.; KUNZ, G. A.
ASSESSMENT OF AREA IRRIGATED BY CENTER PIVOT IN STATE OF RIO
GRANDE DO SUL**

2 ABSTRACT

The aim of this study was to identify and quantify the areas irrigated by center pivot in the state of Rio Grande do Sul, for watersheds and municipalities. The areas irrigated by central pivots were digitized by visual identification based on the mosaic formed by images of Landsat 8 OLI/TIRS inserted in the *Google Earth* platform and survey data base center pivots in Brazil in 2013 conducted by (EMBRAPA/ANA). The mapping period used considered images available until March 2015. 1,753 center pivots were identified, occupying an irrigated area of 111,122,9 ha, and with average size of 63.66 ha. Around 84.04% of the center pivots are concentrated in the basin of the High Jacuí River (21.5%), Ijuí River (19.3%), Piratinim

River (15.4%), Turvo, Santa Rosa and Santo Cristo Rivers (14.4%) Ibicuí River (8.4%), and Várzea River (5.7%). The municipalities with the highest areas occupied by pivots occur in Cruz Alta (129 pivots, 9050.05 ha), São Miguel das Missões (76 pivots, 5433.5 ha), Santo Augusto (85 pivots, 5353.54 ha), Santa Barbara do Sul (78 pivots, 5333.29 ha) and São Borja (62 pivots, 4560.8 ha).

Keywords: irrigated agriculture, watersheds, water resources

3 INTRODUÇÃO

A irrigação é uma prática utilizada nas culturas agrícolas para complementar à disponibilidade da água que naturalmente é promovida pela precipitação, com o objetivo de proporcionar ao solo teor de umidade adequado para suprir a necessidade hídrica das culturas (SETTI et al., 2001). No Estado do Rio Grande do Sul, a irrigação é realizada de forma suplementar a chuva, basicamente durante o verão, devido principalmente à distribuição irregular da mesma, o que pode explicar muito a variabilidade da produção agrícola ao longo dos anos (BERGAMASCHI et al., 2007).

Conforme afirma Guimarães e Landau (2014) a agricultura irrigada permite a obtenção de aumentos significativos de produtividade de diversas culturas agrícolas, contribuindo para reduzir a expansão de plantios em áreas com cobertura vegetal natural, aumentar a duração do período anual de plantios e a produção agrícola no local. Sendo assim, muitos produtores vêm reconhecendo a importância do uso da irrigação como alternativa viável para a elevação da produtividade, além de oferecer maior garantia, estabilidade e diversificação da produção (SILVA et al., 1999).

O sistema de irrigação por pivô central tem proporcionado um significativo avanço da agricultura irrigada no Brasil. Segundo Silveira et al. (2013), a irrigação por pivôs centrais, em muitas regiões, possibilita a sucessão de até três cultivos irrigados ao longo do ano agrícola. O pivô central apresenta várias vantagens, tais como a economia de mão de obra, e boa uniformidade de aplicação, quando bem dimensionado.

O sistema de irrigação por pivô central, conforme afirmam Silveira et al. (2013), é um método moderno que tem proporcionado um significativo avanço da agricultura irrigada no Brasil, sendo o aumento da produtividade, a facilidade no manejo do sistema e a qualidade da irrigação alguns dos parâmetros desse indicativo. Outro representante da eficiência do sistema de irrigação por pivô central é a sua capacidade de aplicação independente de água e de defensivos e fertilizantes (KING; WALL; KARSKY, 2009). Assim com o desenvolvimento tecnológico industrial, nas décadas de 80 e 90, era visto que esse sistema de irrigação, teria um amplo crescimento e utilização, por sua maior eficiência no uso de água e energia (TURCO et al., 2009; SARAIVA; SOUZA, 2012).

No Brasil, a projeção da área plantada de grãos em 2014/15 foi de 57,3 milhões de hectares, dos quais apenas 3,4 milhões (5,9%) estavam sob sistema de irrigação (BRASIL, 2015). Contudo, segundo Christofidis (2006), há uma estimativa de área apta ao desenvolvimento da agricultura no País, de cerca de 110,0 milhões de hectares, sendo o potencial para a irrigação de 29,5 milhões de hectares, ou seja, 26,7% do total. Segundo Lima et al. (2009), esses números demonstram o potencial de crescimento da agricultura irrigada no Brasil, que atualmente, utiliza pouco mais de 10% de todo o seu potencial.

No Rio Grande do Sul, conforme o Censo Agropecuário de 2006 (IBGE, 2009), a área irrigada corresponde a 984.085 hectares, sendo os principais métodos a irrigação por pivô

central, com 44.787 hectares e o sistema de irrigação por inundação, utilizada na cultura do arroz, com aproximadamente 813.193 hectares. Segundo (IBGE, 2014a), atualmente a área cultivada com arroz irrigado no Estado é de aproximadamente 1.114.132 ha.

A possibilidade de ocorrência de escassez do recurso hídrico, em relação à sua crescente demanda, tem causado sérios conflitos pelo uso da água (GUIMARÃES; LANDAU, 2011). Atualmente, a agricultura irrigada no Brasil possui uma eficiência de apenas 60% (COELHO, 2005), o que pode levar a danos ambientais pela dispersão de fertilizantes e defensivos agrícolas, além do risco de salinização dos solos. Os principais impactos ocasionados pela agricultura irrigada no Brasil são apresentados por Bernardo (1992). Setti et al. 2001 destacam que a utilização de forma incorreta da água na irrigação, além de problemas quantitativos, 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.

Apesar de toda a demanda por irrigação, existem exigências de Outorga para o uso da água, e até mesmo cobrança pela água utilizada. Porém, há pouca informação sobre a área irrigada. Sendo assim, de acordo com Braga e Oliveira (2005), o sensoriamento remoto torna-se uma alternativa para identificação e quantificação de áreas irrigadas por meio de pivô central, pois à forma geométrica dos pivôs estão definidas na imagem. Porém, segundo Guimarães e Landau (2014), apesar da existência de tecnologias para mapeamento de pivôs centrais, por ser trabalhosa e demorada, não têm sido realizados levantamentos desses dados. Com base nessas informações, desenvolveu-se o levantamento da área irrigada no Estado do Rio Grande do Sul por pivô central que são fundamentais para a adequada gestão de seus recursos hídricos.

É fundamental para a gestão dos recursos hídricos a aquisição do conhecimento sobre a oferta e a demanda hídrica, e a sua determinação deve ser efetuada com base em dados hidrométricos e estudos hidrológicos, que permitem estimar a disponibilidade hídrica associada a uma probabilidade de ocorrência em determinada localidade e época do ano (LIMA et al., 2009). Com base nessa necessidade, desenvolveu-se o levantamento da área irrigada no Estado do Rio Grande do Sul por pivô central; esta informação é fundamental para a adequada gestão dos recursos hídricos do Estado.

A adoção de sistemas de irrigação possibilita o aumento da produtividade de diversas culturas agrícolas, entretanto não há levantamentos atualizados sobre a área ocupada por pivôs centrais e a concentração de pivôs centrais para o Estado do Rio Grande do Sul, muito menos a sua distribuição por bacias hidrográficas e municípios. Sendo assim, o objetivo deste estudo foi identificar as áreas de concentração de pivôs centrais, municípios e as bacias hidrográficas onde estes se encontram e a área total irrigada por este sistema no Estado do Rio Grande do Sul. Estas informações serviram como suporte para o gerenciamento e tomada de decisão de estratégias envolvendo a utilização do recurso hídrico e a ampliação da agricultura irrigada na bacia hidrográfica.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado através da observação das imagens de satélite, obtidas pelo *Google Earth Pro*, em todo o Estado do Rio Grande do Sul, e dos arquivos de imagens de satélite Landsat 8 OLI/TIRS (USGS, 2016) e da base de dados do levantamento de pivôs centrais no Brasil 2013 realizado pela Empresa brasileira de pesquisa agropecuária-EMBRAPA e Agência Nacional das águas-ANA, (EMBRAPA, 2016).

O estudo compreendeu a identificação dos pivôs pelas imagens de satélite, marcação e identificação, cálculo das áreas, separação por município e por bacia hidrográfica. Após as respectivas identificações, foi realizada uma análise minuciosa das respectivas imagens e a demarcação dos pivôs e cálculo da área pela ferramentas disponíveis no Google Earth Pro e posterior montagem das tabelas com os respectivos dados, sendo esses dados levados em consideração para contagem do total de pivôs, hectares irrigados e coordenadas de sua localização. Foram identificados visualmente e digitalizados polígonos correspondentes a cada área ocupada por pivô central no Estado.

A partir da sobreposição espacial com o mapa digital de bacias hidrográficas, (SEMA, 2010), com a malha municipal digital do Estado (IBGE, 2014b) e adotando metodologia descrita por Landau; Guimarães e Sousa, 2014 foram identificados: as bacias hidrográficas do Estado, e os municípios em que cada pivô central estava situado. Tendo em vista, que a localização do pivô central poderia ocorrer em mais de um bacia hidrográfica ou município, foram consideradas a bacia hidrográfica e o município em que se localizava a maior parte do pivô central.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram identificados 1753 pivôs centrais, ocupando uma área irrigada de 111.122,9 hectares. Os municípios com maior área irrigada foram Cruz Alta (129 pivôs, 9.505,05 ha), São Miguel das Missões (76 pivôs, 5.433,50 ha), Santo Augusto (86 pivôs, 5.353,54 ha), Santa Bárbara do Sul (78 pivôs, 5.333,29 ha), São Borja (62 pivôs, 4.560,80 ha), Tupanciretã (61 pivôs, 4.423,20 ha). Na Tabela 1, são apresentados os vinte e cinco municípios com maior área irrigada. Estes representam uma área de 80.929,23 hectares, e correspondem a 73,4 % de toda a área irrigada por pivô central no Estado de Rio Grande do Sul, estando localizados, principalmente, nas regiões do Planalto Médio, alto Uruguai e Missões. Na Figura 1, são apresentados a localização geográfica dos pivôs centrais em Março de 2015 em relação aos municípios do Estado de Rio Grande do Sul.

Considerando os municípios com maior área relativa ocupada por pivôs centrais, levando em consideração os dados do IBGE (2014a) de área ocupada por lavoura permanente e temporária, demonstram que os municípios com maior área relativa irrigada foram: Santo Augusto (16,36%), Cruz Alta (11,74%), Dois Irmãos das Missões (10,78%) e Boa Vista do Incra (9,16%). (Tabela 1).

O tamanho dos pivôs variou consideravelmente, sendo observados pivôs com área de 1,6 até 210 hectares. O tamanho médio dos pivôs centrais foi de 63,66 ha, pouco menor do que o observado por Guimarães e Landau (2011) para Minas Gerais em 2010, que foi de 68 ha, e de 73,37 para o Estado de Goiás (GUIMARÃES; LANDAU, 2014) e de 68,65 para o Estado da Bahia (LANDAU; GUIMARÃES; SOUZA, 2014). Não foi observada relação entre a área irrigada dos pivôs e a localização geográfica, já que em todas as regiões ocorreram pivôs com menor e maior área irrigada. Pivôs com maior área irrigada foram observados nas bacias hidrográficas do sistema Mirim, com média, de 108,40 hectares e Lago Guaíba com 104,5 hectares. Entretanto, são bacias hidrográficas com número inexpressivo de pivôs, com 5 e 2 pivôs, respectivamente. Maiores médias de área irrigada de pivôs foram encontradas nas bacias hidrográficas do Rio Ibicuí (74,4 hectares), Butuí-Icamaquã (77,56 hectares) que são bacias com maior número de pivôs e estão localizadas na fronteira oeste do Estado, região caracterizada pela produção de arroz irrigado.

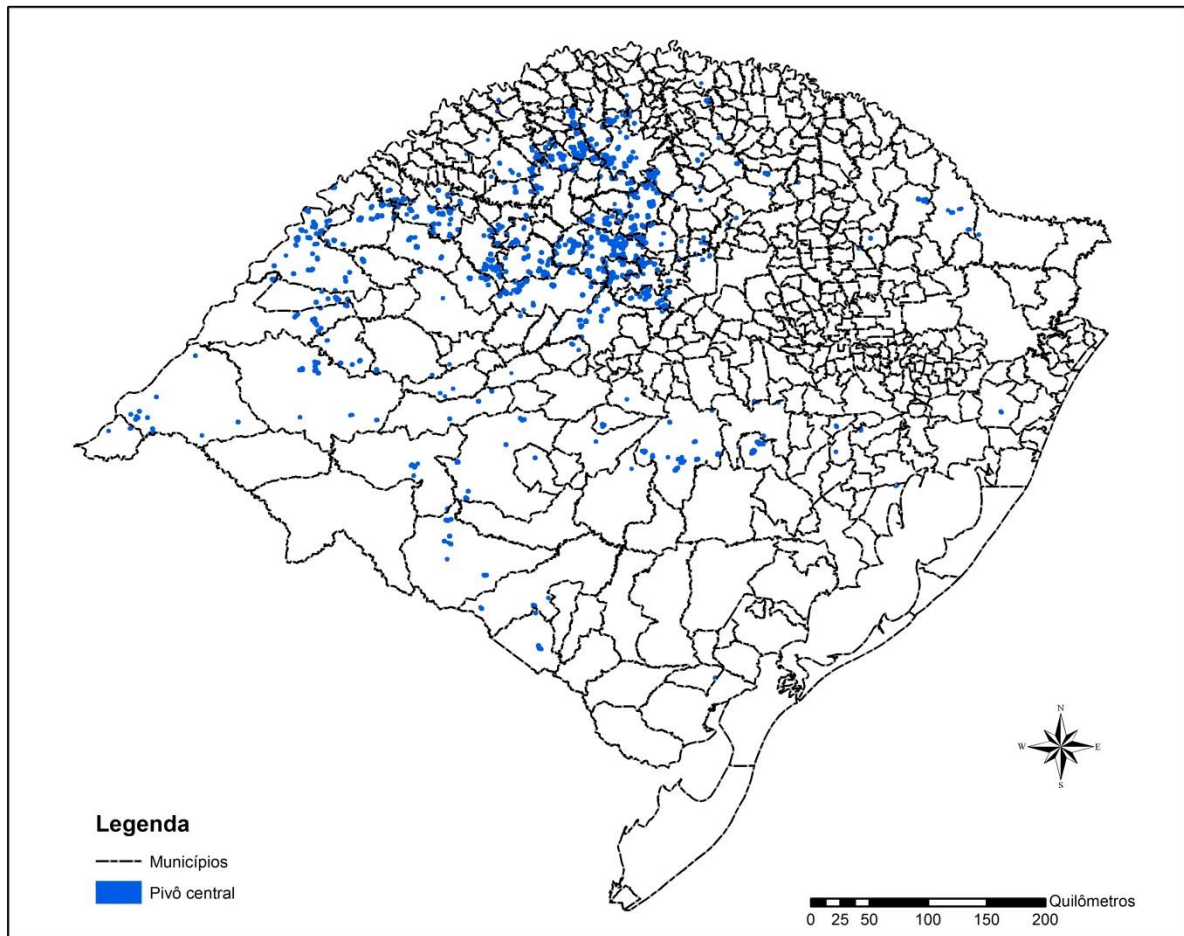
Tabela 1. Municípios com maior área irrigada, número de pivôs centrais e área relativa ocupada por pivôs centrais no Estado do Rio Grande do Sul, em março de 2015.

Municípios	Número de Pivôs	Área Irrigada (ha)	Área relativa do município ocupada por pivôs centrais* (%)
Cruz Alta	129	9505,05	11,74
São Miguel das Missões	76	5433,50	9,00
Santo Augusto	86	5353,54	16,36
Santa Bárbara do Sul	78	5333,29	8,40
São Borja	62	4560,80	3,90
Tupanciretã	61	4423,20	3,23
São Luiz Gonzaga	65	4268,80	7,14
Jóia	52	4159,50	6,01
Palmeira das Missões	49	3870,91	3,70
Boa Vista do Cadeado	42	3472,60	7,32
Boa Vista do Incra	42	3384,84	9,16
Santo Antônio das Missões	44	2887,80	8,68
Ibirubá	49	2512,29	5,85
Salto Jacuí	50	2349,90	7,83
Chapada	37	2164,60	5,22
Cachoeira do Sul	40	2162,80	2,04
Chiapetta	30	2087,20	7,59
Fortaleza dos Valos	36	1906,00	5,30
Itaqui	20	1862,70	2,12
Pejuçara	29	1716,70	5,80
Júlio de Castilhos	30	1697,00	2,08
Alegrete	19	1486,80	1,89
Condor	20	1463,93	4,44
Dois Irmãos das Missões	25	1456,80	10,78
Coronel Bicaco	22	1408,68	4,87
TOTAL	1160	80929,23	

*Área relativa por município considerando o percentual de área irrigada em relação a área ocupada por lavoura permanente e temporária levando em consideração os dados do IBGE (2014a).

Um total de 17 bacias hidrográficas apresentam áreas irrigadas com pivô central (Tabela 2). Entretanto, aproximadamente 84,04% das áreas irrigadas por pivôs centrais concentraram-se em seis bacias hidrográficas, que são: Bacia hidrográfica do Alto Jacuí (21,5%, 23.675,10 ha), bacia hidrográfica do Rio Ijuí (19,3%, 21.277,89 ha), bacia hidrográfica do Rio Piratinim (15,4%, 16.983,10 ha), bacia hidrográfica do Rio Turvo-Santa Rosa-Santo Cristo (14,4%, 15.823,04 ha) bacia hidrográfica do Rio Ibicuí (8,4%, 9.298,3 ha), e bacia hidrográfica do Rio da Várzea (5,7%, 6.331,1 ha).

Figura 1. Localização geográfica dos pivôs centrais em relação aos municípios do Estado de Rio Grande do Sul, em março de 2015.



É marcante a altíssima concentração de pivôs centrais nas regiões fisiográficas do Planalto Médio, alto Uruguai e Missões, onde estão localizadas as bacias hidrográficas do Alto Jacuí, Ijuí, Piratinim, Rio Turvo-Santa Rosa-Santo Cristo e Rio da Várzea (Figura 2). A concentração de pivôs centrais ocorre em regiões onde o relevo favorece sua instalação, já que em declividades acima de 13% representam limitações para a mecanização na agricultura. Em trabalho sobre a concentração de pivôs centrais no Brasil realizado por Landau et al. (2013), constataram uma maior concentração de pivôs em municípios onde o relevo é menos acidentado, variando do plano ao moderadamente ondulado.

O crescimento da área irrigada por pivô central no Estado do Rio Grande do Sul ocorreu de forma intensa na última década, para os atuais 111.122,9 hectares. Considerando que o Censo Agropecuário de 2006, aponta uma área irrigada por pivô central de 44.787 hectares no Rio Grande do Sul, isto representa um aumento de aproximadamente 146% na área irrigada por pivô central do Estado entre o ano de 2006 (Censo Agropecuário) até o presente estudo.

O levantamento mais recente da área irrigada por pivô central foi realizado por Guimarães e Landau (2014). Neste estudo, os autores apresentaram uma área irrigada por pivô central de 76.081 hectares e irrigados por 1111 pivôs. Os dados recentes encontrados no presente estudo, indicam que a área irrigada é de 111.122,9 hectares e com 1753 pivôs. Um aumento de aproximadamente 43% da área irrigada e de 56% do número de pivôs, entre os

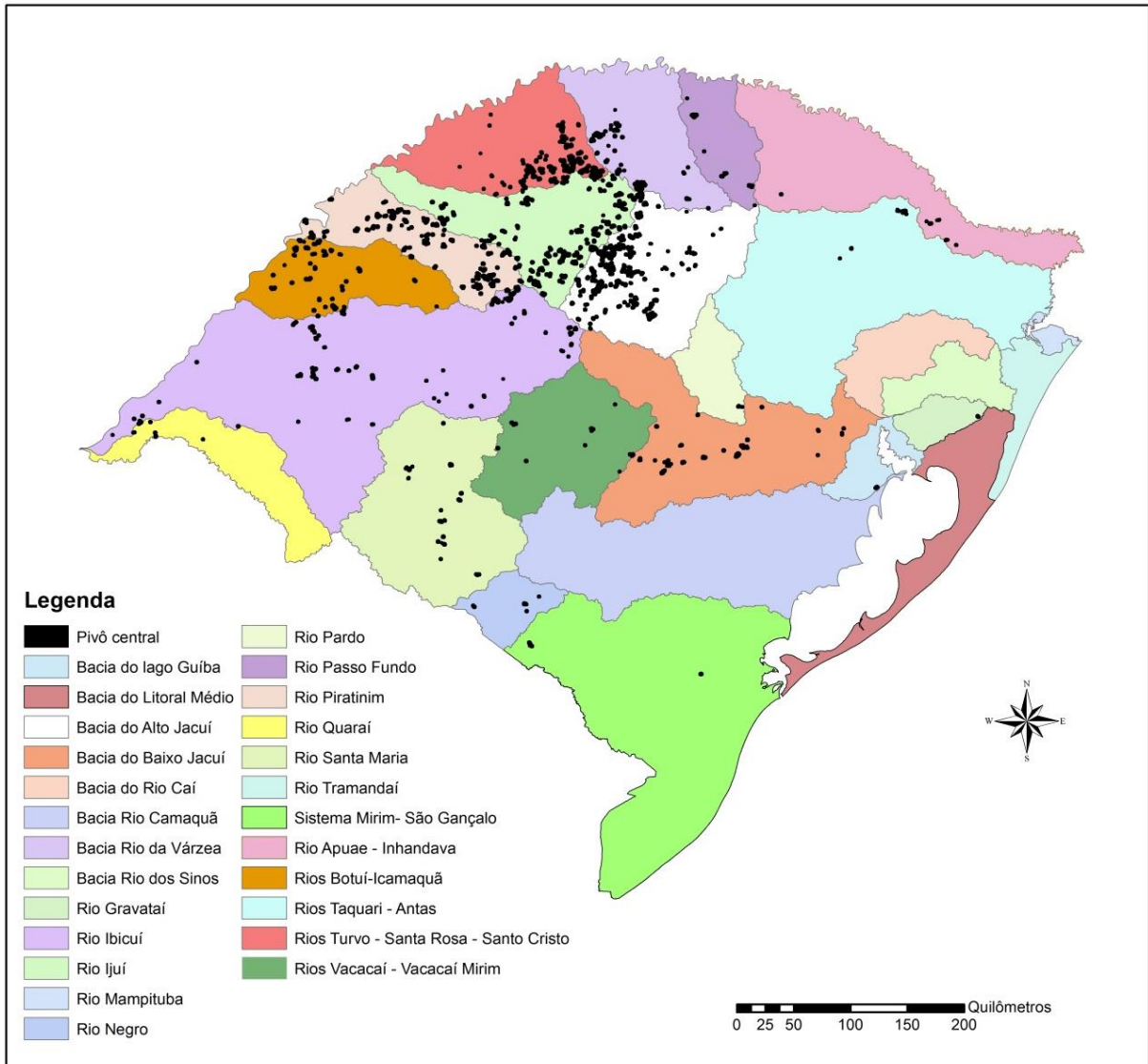
anos de 2013 e 2015, o que apresenta uma média de aumento de 15% ao ano da área irrigada (11.000 hectares) e aproximadamente 210 sistemas de irrigação por pivô central instalados por ano. Esse aumento já era esperado, pois como afirmam Sandri e Cortez (2009) a irrigação por pivô central expandiu acentuadamente no Brasil nos últimos anos.

Tabela 2. Número de pivôs centrais e área irrigada por pivôs centrais nas bacias hidrográficas do Estado do Rio Grande do Sul, em março de 2015.

Bacia hidrográfica	Número de Pivôs	Área Irrigada (ha)
Alto Jacuí	410	23675,10
Rio Ijuí	325	21277,89
Rio Turvo-Santa Rosa-Santo Cristo	253	15823,04
Rio Piratinim	246	16983,10
Rio Ibicuí	125	9298,30
Rio da Várzea	104	6331,10
Rio Passo Fundo	18	1326,20
Rios Butuí-Icamaquã	85	6592,60
Baixo Jacuí	60	3240,00
Rio Santa Maria	41	2253,10
Ris Vacacaí e Vacacaí-mirim	22	1043,60
Rio Quaraí	7	568,04
Rio Taquari	16	613,60
Rios Apuaê-Inhandava	12	449,20
Rio Negro	17	625,00
Sistema Mirim	5	542,00
Lago Guaíba	2	209,00
Rio Pardo	3	159,00
Rio Gravataí	2	113,00
Total	1753	111.122,87

O Estado do Rio Grande do Sul possui considerável área irrigada devido principalmente a cultura do arroz que na sua totalidade é irrigada por inundação, ocupando uma área cultivada de 1.114.132 ha (IBGE, 2014a), considerando o restante da área cultivada com outras culturas produtoras de grãos de aproximadamente 7.106.076 ha o Estado possui um total de 8.220.208 ha. Somando-se as áreas cultivadas com arroz e irrigadas por inundação e a área irrigada por pivô central (111.122,9 ha) o Estado possui aproximadamente 15% da área cultivada com culturas produtoras de grãos irrigada. Entretanto, excluindo-se a área cultivada com arroz irrigado, aproximadamente 2% da área cultivada com outras culturas é irrigada. Isto também demonstra o potencial de expansão da agricultura irrigada por pivô central no Estado do Rio Grande do Sul.

Figura 2. Localização geográfica dos pivôs centrais em relação às principais bacias hidrográficas, do Estado de Rio Grande do Sul, em março de 2015.



Comparando os dados encontrados no Censo agropecuário de 2006 (IBGE, 2009), percebe-se que a área irrigada por pivô central no Estado vem aumentando em proporções significativas. Assim sendo, torna-se necessário o estudo e levantamento de dados concisos, para que no futuro os órgãos responsáveis e profissionais da área, junto aos produtores possam fazer uma melhor gestão e aproveitamento dos recursos hídricos do Estado, sem comprometer a produção, a biodiversidade, o aproveitamento seguro e sem excedentes da água.

Para isso, o conhecimento da área irrigada pelos diferentes métodos de irrigação é de extrema importância para uma melhor gestão dos recursos hídricos. A divisão hidrográfica, além de direcionar a gestão dos recursos hídricos, influencia também na gestão regional, já que as bacias contêm os territórios municipais e regiões administrativas. Entretanto, os limites territoriais das bacias nem sempre coincidem com as delimitações político-administrativas, podendo criar complicadores para a gestão ambiental e para a articulação da gestão territorial (PERES; SILVA, 2013). Segundo o presente estudo, ao todo 17 municípios possuem pivôs centrais em seu território em mais de uma bacia hidrográfica, como segue: Cachoeira do Sul,

Catuípe, Chapada, Coronel Bicaco, Cruz Alta, Entre-Ijuís, Eugênio Castro, Itaqui, Jóia, Júlio de Castilhos, Palmeira das Missões, Santa Bárbara do Sul, Santo Antônio das Missões, São Borja, São Gabriel, São Luiz Gonzaga e Tupanciretã. Sendo assim, a informação da área irrigada por pivô central, por município e bacia hidrográfica pode servir de suporte para a tomada de decisão sobre a utilização dos recursos hídricos.

Segundo Guimarães e Landau (2014), com o crescente interesse no aumento da produção agrícola no País, é provável que o número de pivôs centrais tenha aumentado, consideravelmente, nos últimos anos, sendo importante a realização de um levantamento atualizado que permita identificar a localização geográfica e a área irrigada por pivôs centrais, possibilitando conhecer melhor a situação da agricultura irrigada no País.

Outro aspecto que favoreceu o crescimento das áreas irrigadas foi a facilidade de acesso ao crédito, com políticas governamentais para este fim. Conforme Rocha e Christofidis (2014), no Plano Agrícola e Pecuário de 2013–2014 do Mapa (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento), foi aprovado o aumento do volume de recursos financeiros e redução da taxa de juros nos investimentos destinados à irrigação, com aumento volume de recursos destinados à agricultura irrigada para o Plano Agrícola e Pecuário de 2014–2015. Para Guimarães e Landau (2011) o aumento da área irrigada por pivô central pode ser atribuídos à crescente produção agrícola do país, impulsionada pelos altos valores das commodities agrícolas no mercado internacional e aumento da demanda pelo mercado interno

Como afirmam Folegatti, Pessoa e Paz (1998) o pivô central tem características que permitem a irrigação mecanizada de extensas áreas, mesmo com topografia irregular, e proporciona a facilidade de utilização de práticas de quimigação e estrutura que não interfere nas operações agrícolas. Assim a disponibilidade hídrica, e a modernização da agricultura facilitou a ampla utilização desse sistema de irrigação, mesmo nas áreas acidentadas do Rio Grande do Sul.

Conforme proposto a possibilidade de fomentar uma melhor administração dos recursos hídricos, tabelou-se e expressou-se graficamente os dados de forma que pudesse ficar clara a representação do uso da água por irrigação por pivô central em cada bacia hidrográfica, e no Estado do Rio Grande do Sul.

6 CONCLUSÕES

O Estado do Rio Grande do Sul possui atualmente 1.753 pivôs centrais, ocupando uma área irrigada de 111.122,9 hectares.

A maior concentração de pivôs centrais no Estado do Rio Grande do Sul ocorre nos municípios de Cruz Alta (129 pivôs, 9.050,05 ha), São Miguel das Missões (76 pivôs, 5.433,5 ha), Santo Augusto (85 pivôs, 5.353,54 ha), Santa Bárbara do Sul (78 pivôs, 5.333,29 ha) e São Borja (62 pivôs, 4.560,8 ha).

Cerca de 84,04% dos pivôs concentram-se nas bacias do Alto Jacuí (21,5%), Rio Ijuí (19,3%), Rio Piratinim (15,4%), Rios Turvo, Santa Rosa e Santo Cristo (14,4%), Rio Ibicuí (8,4%), e Rio da Várzea (5,7%).

7 REFERÊNCIAS

BERNARDO, S. Impacto ambiental da irrigação no Brasil. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 1, n. 1, p. 1-7, 1992.

BERGAMASCHI, H.; WHEELER, T. R.; CHALLINOR, J. A.; COMIRAN, F.; HECKLER, B. M. M. Maize yield and rainfall on different spatial and temporal scales in Southern Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 5, p. 603-613, 2007.

BRAGA, A. L.; OLIVEIRA, J. C. Identificação e quantificação de áreas irrigadas por pivô central utilizando imagens CCD/CBERS. In: 12 SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: SBSR, 2005. p. 849-856.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Projeções do agronegócio Brasil 2014/15 a 2024/25 Projeções de Longo Prazo, 2015**. Brasília, 2015. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/PROJECOES_DO_AGRONEGOCIO_2025_WEB.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2015.

CHRISTOFIDIS, D. Recursos hídricos dos cerrados e seu potencial de utilização na irrigação. **Irrigação & Tecnologia Moderna**, Brasília, DF, v. 69, n. 1-2, p. 87-97, 2006.

COELHO, E. F. Agricultura irrigada: eficiência de irrigação e de uso de água. **Bahia Agrícola**, Salvador, v. 7, n. 1, p. 57-60, set. 2005. Disponível em: <http://ufrb.edu.br/neas/images/Artigos_NEAS/2005_3.pdf>. Acesso em: 25 fev. 2016.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Água na agricultura**. Brasília, 2016. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agua-na-agricultura>>. Acesso em: 10 de ago. 2016.

FOLEGATTI, M. V.; PESSOA, P. C. S.; PAZ, V. P. S. Avaliação do desempenho de um pivô central de grande porte e baixa pressão. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 55, n. 1, p. 119-127, 1998.

GUIMARÃES, D. P.; LANDAU, E. C. **Levantamento da agricultura irrigada por pivôs Centrais no Brasil em 2013**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2014. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 106).

GUIMARÃES, D. P.; LANDAU, E. C. **Mapeamento das áreas irrigadas por pivôs centrais no Estado de Minas Gerais**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011. 23 p. il. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 40). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/57934/1/bo1-40.pdf>>. Acesso em: 17 abr. 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Censo Agropecuário 2006**. Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/ca/default.asp?o=2&i=P>>. Acesso em: 10 de ago. 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Lavouras temporárias 2014**. Rio de Janeiro, 2014a. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/temas.php?sigla=rs&tema=lavouratemporaria2014>>. Acesso em: 14 de abr. 2015.

- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Malha municipal digital de 2014**. Rio de Janeiro, 2014b. Disponível em: <http://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/malhas-digitais.html>. Acesso em: 10 de ago. 2016.
- KING, B. A.; WALL, R. W.; KARSKY, T. F. Center-pivot irrigation system for independent site-specific management of water and chemical application. **Applied Engineering in Agriculture**, St. Joseph. v. 25, n. 2, p. 187-198, 2009.
- LANDAU, E. C.; MOURA, L.; GUIMARÃES, D. P.; HIRSCH, A.; PIMENTA, F. M. **Concentração geográfica de pivôs centrais no Brasil**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2013. 37 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 69). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/95970/1/bo1-69.pdf>>. Acesso em: 17 abr. 2015.
- LANDAU, E. C.; GUIMARÃES, D. P.; SOUZA, D. L. Concentração de áreas irrigadas por pivôs centrais no Estado da Bahia-Brasil. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOPROCESSAMENTO E SENSORIAMENTO REMOTO, 2014, Aracaju. **Anais...** Aracaju: Anais, 2014. p. 249-253.
- LIMA, J. E. F. W.; SANO, E. E.; SILVA, E. M. da.; LOPES, T. S. S. Irrigação por pivô-central no Cerrado: levantamento da área irrigada elaborado com base na análise de satélite. **Irrigação e Tecnologia Moderna**, Brasília, v. 1, p. 38-44, 2009.
- PERES, R. B.; SILVA, R. S. da. Interfaces da gestão ambiental urbana e gestão regional: análise da relação entre Planos Diretores Municipais e Planos de Bacia Hidrográfica **URBE. Revista Brasileira de Gestão Urbana**. Curitiba. v. 5, n. 2, p. 13-25, 2013.
- ROCHA, C. T. D.; CHRISTOFIDIS, D. No Brasil existem dez hectares cultivados de forma tradicional para cada hectare cultivado com irrigação. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, n. 3, p. 112-114, jul./set. 2014.
- SANDRI, D.; CORTEZ, D. A. Parâmetros de desempenho de dezesseis equipamentos de irrigação por pivô central. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 271-278, 2009.
- SARAIVA, K.; SOUZA, F. Estatísticas sobre irrigação nas regiões Sul e Sudeste do Brasil segundo o censo agropecuário 2005-2006. **Irriga**, Botucatu, v. 17, n. 2, p. 168-176, 2012.
- SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE, SEMA. **Bacias hidrográficas do RS em formato Kmz**. Porto Alegre, 2010. Disponível em: <http://www.sema.rs.gov.br/conteudo.asp?cod_menu=21&cod_conteudo=6463>. Acesso em: 10 de ago. 2016.
- SETTI, A. A.; LIMA, J. E. F. W.; CHAVES, A. G. M.; PEREIRA, I. C. **Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos**. Brasília, DF: Agência Nacional de Energia Elétrica; Agência Nacional de Águas, 2001. Disponível em: <http://www.comitepcj.sp.gov.br/download/livro_Introd-Gerenc-Rec-Hidr.pdf>. Acesso em: 01 abr. 2013.

SILVA, E. M.; AVEZEVEDO, J. A.; GUERRA, A. F.; FIGUERÊDO, S. F.; ANDRADE, L. M., ANTONINI, J. C. dos A. **Manejo de irrigação por tensiometria para culturas de grãos na região do Cerrado**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 1999. 60 p. (Circular técnica, 6).

SILVEIRA, J. M. C.; JÚNIOR, S. de L.; SAKAI, E.; MATSURA, E. E.; PIRES, R. C. de M.; ROCHA, A. M. Identificação de áreas irrigadas por pivô central na sub-bacia tambaú-verde utilizando imagens ccd/cbers. **Irriga**, Botucatu, v. 18, n. 4, p. 721-729, 2013.

TURCO, J. E. P.; PIZZATTI, G. S.; PAVANI, L. C. Custo de energia elétrica em cultura do feijoeiro irrigado por pivô central, afetado pelo manejo da irrigação e sistemas de cultivo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 29, n. 2, p. 311-320, 2009.

UNITED STATES GEOLOGICAL SERVICE. USGS. **Earth explorer**. Reston, 2016. Disponível em: <<http://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em: 10 de ago. 2016.