

USO INTENSIVO DE PIVÔS CENTRAIS NA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SAMAMBAIA NO MUNICÍPIO DE CRISTALINA, GO

Thiago Henrique Arbués Botelho¹; Simone de Almeida Jácomo²; Marcelo Tsuyoshi Haraguchi³; Nori Paulo Griebeler⁴

Resumo – É preocupante o uso da água para irrigação de lavouras no município de Cristalina, especialmente na sub-bacia hidrográfica do Rio Samambaia. A quantidade de áreas irrigadas é crescente, porém os instrumentos públicos para gestão dos recursos hídricos parecem estar retardados. O objetivo desse estudo é avaliar o panorama atual de uso da água por pivôs centrais na sub-bacia do Rio Samambaia, bem como apontar os possíveis impactos ambientais provocados pelo número excessivo de pivôs centrais. Técnicas de geoprocessamento foram utilizadas para classificação do uso do solo, no ano de 2011. A área total irrigada foi 5802 ha e foram identificados 66 pivôs centrais, resultando em uma área média irrigada por pivô de 87,9 ha. A partir do dimensionamento da demanda de água por um pivô central foi calculada a lâmina líquida bruta diária (7,21 mm dia⁻¹) e a vazão de um pivô central (333,57 m³ hora⁻¹), ao passo que, a demanda de água dos 66 pivôs centrais localizados na sub-bacia do Rio Samambaia foi de 6,12 m³ s⁻¹, o que pode resultar no consumo de 75 bilhões de litros d'água por ano. Contudo, o uso exagerado da água para irrigação pode ameaçar a manutenção dos recursos hídricos da região.

Palavras-Chave – Agricultura irrigada, Recursos hídricos, SIG.

INTENSIVE USE OF CENTER PIVOT IRRIGATION SYSTEMS IN SAMAMBAIA RIVER SUB-BASIN IN THE COUNTY OF CRISTALINA, GO, BRAZIL

Abstract – The use of water for irrigation of crops in the country of Cristalina, Brazil is worrisome, especially in Samambaia River sub-basin watershed. The amount of irrigated areas is increasing, but the government programs of water resources seem to be retarded. The aim of this study is to evaluate the current situation of water use by center pivot irrigation, in the Samambaia River sub-basin, and point out the possible environmental impacts caused by the excessive number of center pivots. GIS techniques were used for classification of land use in the year 2011. The total irrigated area was 58.02 km² and 66 center pivots were identified, resulting in an average area irrigated by pivot of 87.9 ha. From the scaling of water consumption by a pivot to the region studied, the water depths was calculated daily gross (7.21 mm day⁻¹) and flow rate of a central pivot (333.57 m³ hour⁻¹), whereas the estimated consumption of 66 center pivots located in the Samambaia River sub-basin was 6.12 m³ per second, which can result in the consumption of 75 billion liters of water per year. However, overuse of water for irrigation may threaten the maintenance of water resources in the region.

Keywords – Irrigated agriculture, Water resources, GIS.

¹ Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Goiás (UFG). thiago2012arbo@hotmail.com

² Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Goiás (UFG). simone.jacom@yahoo.com.br

³ Professor no Curso de Engenharia Civil da Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC-GO). haramt@yahoo.com.br

⁴ Professor Adjunto da Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás (UFG). griebeler@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

Cristalina, Goiás destaca-se entre os principais municípios brasileiros no setor agropecuário, o que se deve em razão da agricultura irrigada do município que atualmente possui mais de 600 pivôs centrais irrigando uma área acima de 50 mil hectares, segundo informações da prefeitura municipal. Quirino *et al.* (2011) demonstraram que o número de pivôs subiu 245% em dez anos num período entre 2000 e 2010. Segundo Barbalho *et al.* (2006), esse município sofreu nos últimos vinte anos uma forte alteração na paisagem, ou seja, modificações drásticas no uso e ocupação do solo.

De acordo com Carneiro *et al.* (2011), a irrigação é atividade responsável pelas maiores vazões de retirada, sendo a Região Hidrográfica do Paraná, responsável por 31% das retiradas no país. Esta RH do Paraná, segundo dados da ANA (2012), possui uma área de 1,8 milhão de hectares irrigados, dos quais 609 mil hectares estão somente em uma bacia, a do Rio Paranaíba, onde está localizada a bacia hidrográfica do Rio São Marcos. Isto pode provocar conflitos pelo uso da água, aumentando a probabilidade de poluição, consumo excessivo de água para irrigação e eventual escassez ou redução da vazão de corpos d'água essenciais ao abastecimento da população. A sub-bacia hidrográfica do Rio Samambaia está inserida na bacia hidrográfica do Rio São Marcos.

Para o município de Cristalina, Bessa (2006) ressalta que o modelo econômico vigente tem provocado degradação ambiental e desorganização social, não havendo estudos e avaliações relevantes sobre o panorama ambiental do uso da água para a região. O emprego intensivo de tecnologias requer ao mesmo passo, um gerenciamento mais sofisticado do sistema produtivo e o monitoramento sobre os principais impactos que são ocasionados, em vista de garantir a sustentabilidade do sistema. Nesse sentido, o objetivo desse estudo é avaliar o panorama atual do uso da água e do solo na sub-bacia do Rio Samambaia, bem como apontar os principais impactos ambientais provocados pelo número excessivo de pivôs de irrigação na região.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

A Sub-bacia Hidrográfica do Rio Samambaia (Figura1), está inserida na bacia do Rio São Marcos, afluente à margem direita do Rio Paranaíba. O solo é classificado na sua maioria como Latossolo Vermelho Amarelo, de textura argilosa e declividade em torno de 3%, com relevo plano, a altitude varia entre 998 a 1021 metros. O clima dominante na área, de acordo com a classificação climática proposta por Köppen é do tipo Aw (A – clima quente e úmido; w – chuvas de verão). A temperatura máxima da região pode chegar a 35°C e a mínima a 4°C, a temperatura média fica em torno de 20-23°C. A precipitação média anual varia entre 1.400 e 1.700 mm, sendo que durante a época chuvosa pode acontecer um fenômeno chamado veranico (déficit hídrico) o qual pode ser prejudicial para o desenvolvimento e produtividade das culturas, Cristalina–Plano Diretor (2011).

Sano *et al.* (2005) apontam que as principais culturas produzidas sob pivô central nessa região são o feijão, o trigo, a cevada e o milho. Cristalina, também é o maior produtor das culturas da batata, trigo, milho doce e alho, irrigadas do Brasil e maior produtor de cebola e café irrigados de Goiás. Além destas culturas, a cidade tem grande relevância na produção de feijão, cenoura,

beterraba, milho doce, semente e comum, tomate, maracujá, cabutiá, soja semente, citros, segundo informações do portal da prefeitura municipal.

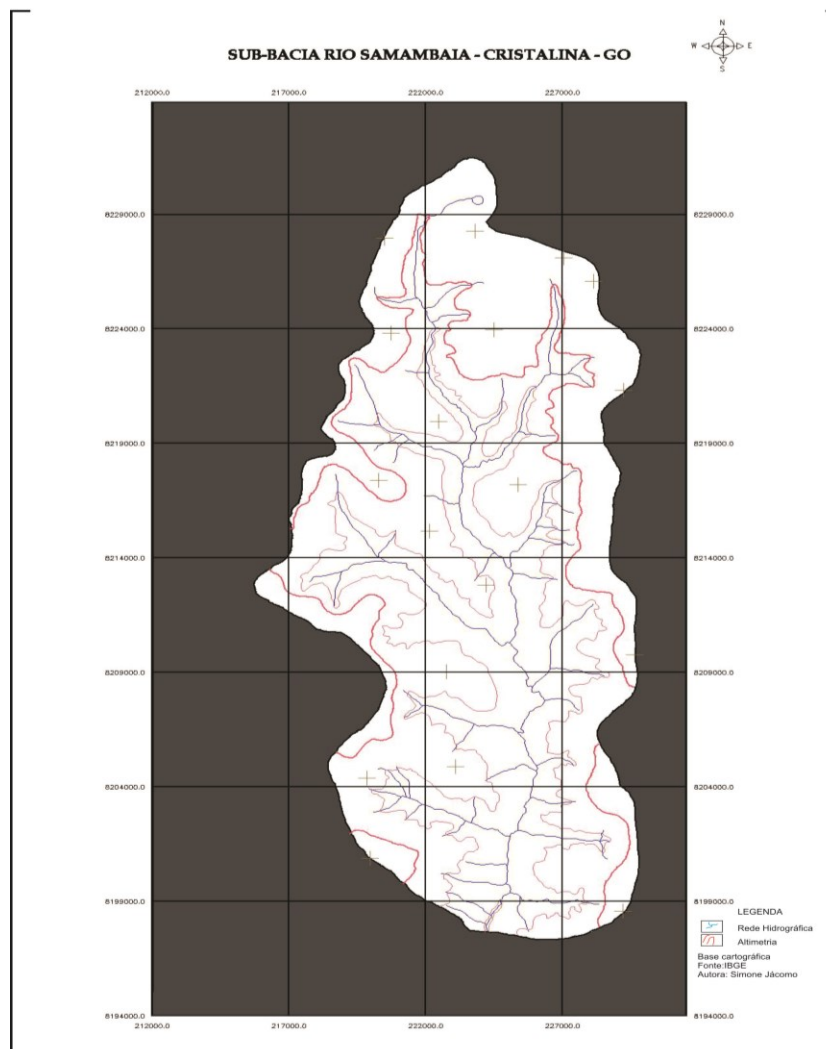


Figura 1 – Área, hidrografia e altimetria da sub-bacia hidrográfica do Rio Samambaia.

Construção da base cartográfica e dimensionamento do uso da água

Após a revisão de literatura passou-se à elaboração da base cartográfica e do mapa de uso e ocupação do solo, ambos manipulados no Sistema de Informações Geográficas: SPRING 5.1.8/INPE. A base cartográfica foi digitalizada, via mesa, a partir de cartas topográficas do IBGE, escala 1:100.000 e o mapa de uso do solo foi construído a partir de registro da imagem de satélite Landsat 5 sensor TM, referente ao ano de 2011(última data disponível no *site* do banco de imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE), e posterior classificação supervisionada utilizando o classificador por máxima verossimilhança (MAXVER). Em seguida, realizou-se a seguinte definição das classes temáticas de uso do solo: vegetação natural, agricultura, água e pivôs centrais. Desse modo, elaborou-se o mapa de uso do solo apresentando o valor de área de cada classe de uso. Por último fez-se a vetorização manual de cada pivô de irrigação, gerando um mapa dos pivôs, sobre a composição colorida da imagem e posterior cálculo de área para checagem dos valores da área irrigada.

Para o dimensionamento do uso da água pelos pivôs de irrigação foram consideradas as seguintes informações: tipos de cultura da região e suas exigências hídricas, a área total irrigada em 2011 por pivôs centrais e a quantidade de pivôs centrais identificados na região conforme o mapeamento do uso do solo. Posteriormente foi calculada a lâmina bruta (LB) por intermédio da eq. (1), para o coeficiente de cultivo máximo da cultura (1,15), evapotranspiração de referência média de 16 anos (5,64) e uma eficiência de irrigação (90%), de acordo com Sano *et al.* (2005).

$$LB = \frac{K_{cmax} \times ETo}{Efic} \quad (1)$$

em que,

LB - lâmina bruta, mm dia⁻¹;
 Kcmáx - coeficiente de cultivo máximo da cultura, adimensional;
 Eto - evapotranspiração de referência, mm dia⁻¹;
 Efic - eficiência de irrigação, em porcentagem.

Calculou-se, ainda o volume de água aplicado por dia (Vdia), eq. (2), e o volume de água aplicado por dia por turno (Vpos), eq. (3). A área média irrigada por pivô foi obtida a partir da razão da área total irrigada pelo número de pivôs mapeados na sub-bacia do Rio Samambaia. Já o turno de rega utilizado foi de 4 dias, para calcular o volume máximo d'água necessário por posição por dia.

$$Vdia = \text{Área} \times LB \quad (2)$$

$$Vpos = Vdia \times TR \quad (3)$$

em que,

Vdia - volume de água aplicado por dia, m³ dia⁻¹;
 Área - área média irrigada pelo pivô, m²;
 LB - Lâmina bruta, mm dia⁻¹;
 Vpos - volume de água aplicado por dia em uma posição por turno, m³ dia⁻¹, e
 TR - turno de rega, dias.

Utilizou-se uma equação para calcular a vazão do pivô central (Q), eq. (4), para um período útil diário de irrigação de 19 horas. Todos os parâmetros utilizados nesses cálculos foram dimensionados em relação à área de estudo, baseando-se no trabalho de Sano *et al.* (2005).

$$Q = \frac{V \max}{Jd \ max} \quad (4)$$

em que,

Q - Vazão do pivô, m³ dia⁻¹;
 Vmax - volume máximo de água necessária na posição por dia, m³ dia⁻¹, e
 Jd max - Jornada máxima diária, horas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O registro da imagem de satélite foi considerado satisfatório com um erro de pontos de controle de 0.3 “pixel” para uma resolução espacial de 30 metros. Já a classificação supervisionada para a construção do mapa de uso do solo (Figura 2A) foi considerada insatisfatória, em função da mistura de algumas classes de uso pela semelhança de resposta espectral de alguns alvos, resultando principalmente em um valor superestimado da área irrigada. O resultado do cálculo de áreas das classes temáticas está representado a seguir (Tabela 1). A vetorização individual dos pivôs centrais (Figura 2B) confirmou a superavaliação da área irrigada, por meio dos resultados do cálculo de áreas para cada pivô central identificado na sub-bacia do Rio Samambaia (Tabela 2).

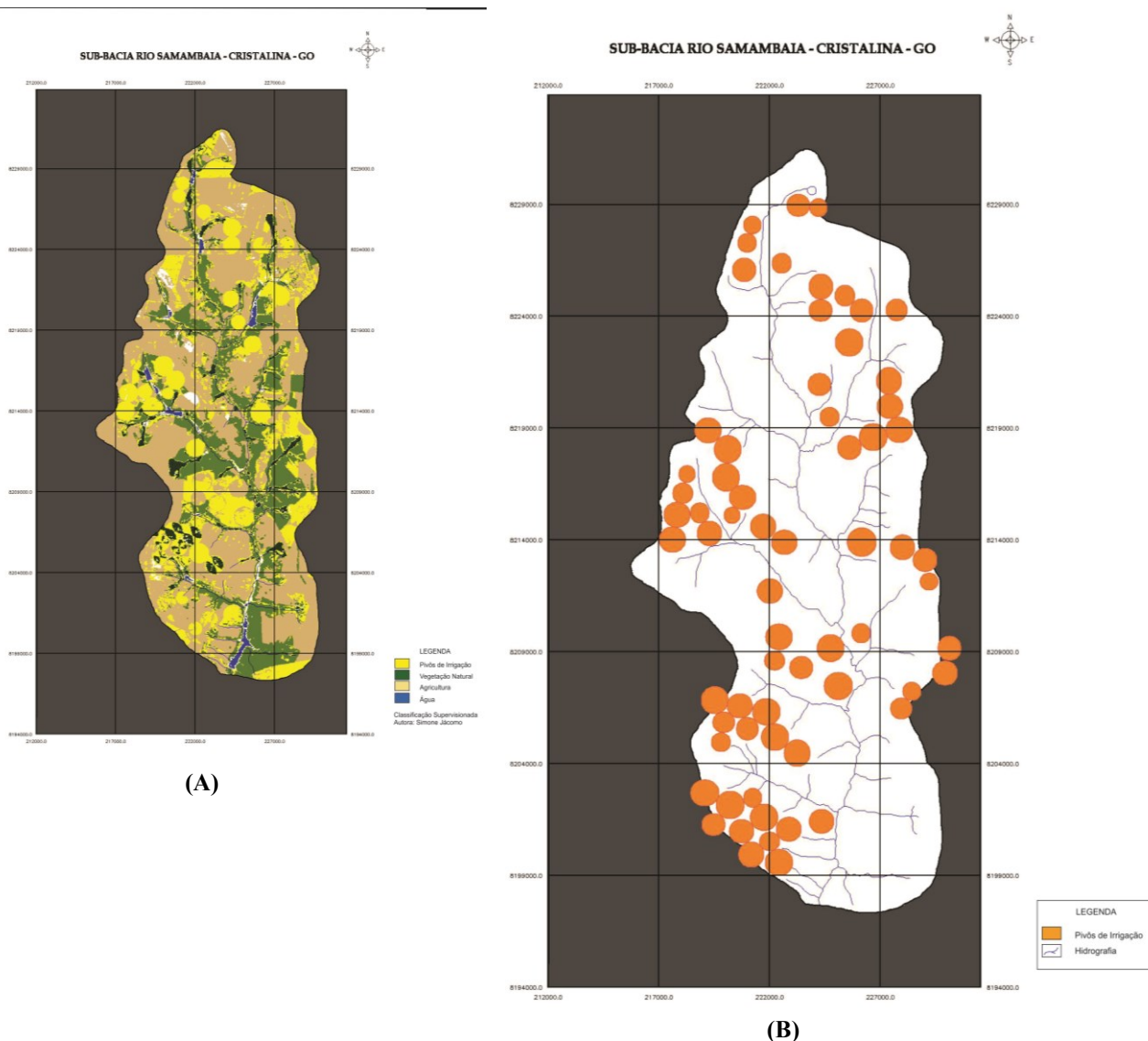


Figura 2 – Mapa de Uso do Solo na sub-bacia do Rio Samambaia (A). Mapa dos pivôs centrais vetorizados (B).

A área total da sub-bacia hidrográfica do Rio Samambaia encontrada na classificação supervisionada foi de aproximadamente 800 km², e a área total irrigada pelos pivôs centrais foi cerca de 190 km² (Tabela 1). Entretanto, de acordo com os dados fornecidos pela vetorização (Tabela 2), a verdadeira área irrigada total foi de 58,02 km², ou seja, 7,25% da área dessa sub-bacia

está ocupada por agricultura irrigada por pivôs centrais. Os resultados ratificaram a necessidade de vetorização individual da área para demonstrar o tamanho real de cada pivô.

Tabela 1 – Área das classes de uso do solo na sub-bacia do Rio Samambaia.

Classes de Uso do Solo	Área (ha)	Área (km²)
Vegetação natural	3154,50	31,54
Agricultura	52896,15	528,96
Água	397,98	3,98
Pivôs centrais	19321,74	193,22
Não classificado*	4249,62	42,50
Total	80019,99	800,20

*Área não classificada por não apresentar padrões de similaridade com outros alvos de interesse.

Tabela 2 – Área dos pivôs centrais de irrigação na sub-bacia do Rio Samambaia.

Pivô	Área (ha)	Pivô	Área (ha)	Pivô	Área (ha)	Pivô	Área (ha)	Pivô	Área (ha)
1	130,83	15	110,14	29	95,80	43	79,43	57	56,78
2	121,70	16	109,47	30	94,51	44	79,35	58	56,28
3	121,00	17	106,59	31	94,51	45	78,82	59	54,78
4	119,55	18	105,91	32	93,88	46	77,68	60	54,28
5	118,03	19	105,16	33	93,84	47	71,86	61	51,83
6	116,62	20	104,49	34	93,21	48	70,74	62	49,44
7	116,54	21	103,15	35	91,22	49	70,63	63	49,44
8	116,38	22	101,58	36	88,11	50	65,16	64	48,45
9	115,90	23	100,51	37	87,48	51	64,60	65	43,92
10	115,83	24	99,06	38	86,82	52	60,39	66	41,72
11	115,13	25	98,49	39	86,79	53	60,34		
12	114,46	26	98,45	40	83,74	54	59,30	Total	5801,71
13	114,46	27	97,76	41	81,26	55	58,73		
14	114,42	28	96,51	42	80,64	56	57,81	Média	87,90

A quantidade de pivôs centrais identificados na área da sub-bacia do Rio Samambaia foi de 66 unidades, em 2011. Os pivôs centrais que tocaram a margem do divisor da sub-bacia também foram contados. Ao dividir-se a quantidade de pivôs centrais pela área ocupada por água (397,98 ha) o resultado é preocupante, havendo 6 hectares de área de água por pivô, estando espalhados ao longo do Rio Samambaia, desde próximo à nascente até a sua foz no Rio São Marcos. Se atualmente o município de Cristalina possui em torno de 600 pivôs centrais, é possível dizer que 11% destes pivôs estão concentrados apenas na sub-bacia do Rio Samambaia.

Considerando ainda a extensão da área irrigada por pivô, e os quase 67 mil hectares de área irrigada na bacia hidrográfica do Rio São Marcos, ANA (2012), pode-se apontar que a sub-bacia hidrográfica do Rio Samambaia é responsável por quase 9% da área irrigada na bacia do Rio São Marcos. Portanto, os resultados expostos evidenciaram a sub-bacia do Rio Samambaia como sendo uma das principais regiões onde há intensa utilização dos pivôs de irrigação.

A área irrigada pelos pivôs variou entre 41 e 131 hectares, sendo a área média irrigada por pivô de 87,90 ha. Considerando apenas a área média irrigada, – a demanda de água estimada para um pivô central nessa região e nas condições descritas na seção anterior desse texto foi de 333,58 m³ hora⁻¹ (Tabela 3). Portanto, a demanda dos 66 pivôs centrais localizados na sub-bacia do Rio Samambaia foi de 22016,28 m³ hora⁻¹ ou 6,12 m³ s⁻¹. Assim, se a demanda de água para irrigação na grande bacia do Paranaíba for realmente de 27,54 m³ s⁻¹, CBH-Paranaíba (2005), – somente os pivôs centrais na sub-bacia do Rio Samambaia captarão 22% desta demanda.

Tabela 3 – Dimensionamento do consumo de um pivô central para a sub-bacia do Rio Samambaia.

Dados Gerais para um Pivô Central	
Área média irrigada por pivô central (m ²)	879046,32
Lâmina líquida bruta diária (mm dia ⁻¹)	7,21
Volume de água demandado por dia (m ³ dia ⁻¹)	6337,92
Volume de água demandado por dia para turno de rega (m ³ dia ⁻¹)	25351,69
Vazão do pivô central (m ³ hora ⁻¹)	333,57

Sano *et al.* (2005) demonstraram o índice médio de demanda de água para a irrigação por pivô central no Distrito Federal, para uma área irrigada de 3894 ha e consumo de 6000 m³ ha⁻¹ ano⁻¹, resultando em um consumo total de 23,36 milhões de m³ ano⁻¹ em 1992. Usando o mesmo índice de consumo, em 2002, para 6823 ha irrigados foram utilizados 40,94 milhões de m³ ano⁻¹. Aumento significativo de 17,58 milhões de m³ (75,3%) no consumo de água para taxa de crescimento anual de 5,77%. Ao considerarmos a área irrigada, a demanda estimada dos 66 pivôs centrais, o período útil diário de 19 horas para os seis meses mais secos do ano – com possível suplementação completa da lâmina de irrigação, pode-se chegar a uma demanda de água para irrigação de 12978 m³ ha⁻¹ ano⁻¹, ou seja, mais que o dobro do indicado nos estudos de Sano *et al.* (2005).

Ainda em relação à situação presente nesse estudo, a demanda média de um pivô central na sub-bacia hidrográfica do Rio Samambaia foi de 1140826,31 m³ ano⁻¹. Contudo, pode-se chegar a uma vazão de retirada de mais de 75 bilhões de litros de água por ano nesta sub-bacia, esse número é uma estimativa, pois é muito difícil controlar quanto um pivô central possa irrigar ao longo de um ano agrícola. Entretanto, as elevadas quantidades de água para irrigação expressas nesse estudo, podem elucidar o quanto a demanda de água pelos pivôs de irrigação podem provocar redução no nível da água dos mananciais e rios, ou até mesmo influenciar em futura escassez nos corpos d'água da importante bacia hidrográfica do Rio Paranaíba. O consumo exagerado de água para irrigação também causa preocupações, pois a cada ano as áreas agrícolas irrigadas tendem a aumentar, cabendo ao poder público programar ações para o uso eficiente e planejado dos recursos hídricos, com controle rigoroso para que o sistema não entre em colapso futuramente.

CONCLUSÃO

O mapeamento do uso e ocupação do solo, em conjunto com a vetorização dos pivôs via imagem de satélite forneceu os parâmetros iniciais para o dimensionamento da demanda de água pelos pivôs centrais na área irrigada da sub-bacia hidrográfica do Rio Samambaia.

O número crescente de pivôs centrais no município de Cristalina, bem como a demanda elevada de água para irrigação por um pivô central podem ameaçar a manutenção dos recursos hídricos da região.

Esse estudo contribui para que surjam mais questionamentos sobre o uso da água para irrigação no município de Cristalina e região. Por quanto tempo os recursos hídricos dessa bacia irão suportar abastecer as necessidades agrícolas, industriais e sanitárias da sociedade?

AGRADEÇIMENTOS

Os autores agradecem a Universidade Federal de Goiás (UFG), a CAPES e ao CNPq pela bolsa de pós-graduação concedida ao primeiro e segundo autor, respectivamente.

REFERÊNCIAS

ANA, AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, BRASIL. (2012). Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: informe 2012. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Agência Nacional de Águas, Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos – SPR III, ed. especial, 2012. 215 p. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/arquivos/Conjuntura2012.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2013.

BARBALHO, M.G. da S.; BARBALHO, F. G.; SILVA, A. A. (2006). Uso do solo e a irrigação por pivô central na superfície tabular no município de Cristalina – GO. In: *Anais do VI Simpósio Nacional de Geomorfologia, Goiânia, Set. 2006, 1*, pp. 220-233.

BESSA, L. K. de. (2006). As plantações de soja e o impacto ambiental causado na água e solo na região do cerrado/centro-oeste/cidade de Cristalina de Goiás. 2006. 133 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Produção Sustentável)–Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2006.

CARNEIRO, G. C.; DINIZ, N.; MENEZES, P. H. (2011). Aplicação de um Sistema de Informação Geográfico como instrumento de gerenciamento de dados dos Recursos Hídricos Superficiais de Irrigação pelo sistema de pivô central do município de Cristalina-GO. In: *Anais do XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Curitiba, Mai./Abr. 2011, 1*, pp. 261-268.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARANAÍBA, CBH-PARANAÍBA. (2005). A bacia. Disponível em: <<http://www.paranaiba.cbh.gov.br/Bacia.aspx>>. Acesso em: 13 mar. 2013.

CRISTALINA, PREFEITURA MUNICIPAL DE CRISTALINA, ADMINISTRAÇÃO 2009/2012. (2011). Plano Diretor Participativo do município de Cristalina, Goiás. Cristalina: Prefeitura municipal de Cristalina, Documento Técnico, Set. 2011. v.1, 247 p. Disponível em: <<http://cristalina.go.gov.br/planodiretor/planodiretor2011.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2013.

QUIRINO, D. T.; SALES, L. F. P. de; SILVA, O. F. da. (2011). Aplicação do sensoriamento remoto para análise temporal em agriculturas irrigadas por pivô central no município de Cristalina-GO. In: *Anais do XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Curitiba, Mai./Abr. 2011, 1*, pp. 154-160.

SANO, E. E.; LIMA, J. E. F. W.; SILVA, E. M. J.; OLIVEIRA, E. C. O. (2005). Estimativa da variação na demanda de água para irrigação por pivô-central no distrito federal entre 1992 e 2002. 25. Engenharia Agrícola, n.2, pp. 508 – 515.