

Identificação de Pivôs Centrais e Microbacias no Município de Cristalina, Goiás:

Apontamentos às Regras de Outorga do Uso de Água

Identification of Central Pivots and Microbasins in the Municipality of Cristalina,

Goiás: Notes on the Rules for Granting Water Use

Identificación de Pivotes Centrales y Microcuencas en el Municipio de Cristalina, Goiás:

Apuntes sobre las Reglas para la Concesión del Uso Del Agua

Recebido: 04/11/2020 | Revisado: 13/11/2020 | Aceito: 26/11/2020 | Publicado: 29/11/2020

Raphael Maia Aveiro Cessa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4905-6959>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília, Brasil

E-mail: raphael.cessa@ifb.edu.br

Henrique Fonseca Elias de Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8698-292X>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: henrique.fonseca@ifgoiano.edu.br

Caio Vinicius Leite

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5604-7858>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília, Brasil

E-mail: caio.leite@ifb.edu.br

Nilton Nélio Cometti

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6486-6554>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília, Brasil

E-mail: nilton.cometti@ifb.edu.br

Everaldo Zonta

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7171-5546>

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil

E-mail: ezonta@ufrj.br

Marcio Mesquita

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9399-4478>

Universidade Federal de Goiás, Brasil

E-mail: márcio.mesquita@ufg.br

Hugo de Moura Campos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3289-2608>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: hugo.campos@ifgoiano.edu.br

Resumo

O conhecimento das características das bacias hidrográficas de uma região caracteriza-se como uma informação de auxílio às tomadas de decisão relacionadas às diversas atividades econômicas e sociais, como abastecimento de água, geração de energia e disponibilidade de água para a irrigação. Neste sentido o presente trabalho objetivou identificar no município de Cristalina, Goiás, a quantidade de pivôs centrais presentes nas microbacias hidrográficas, fazendo apontamentos às regras de outorga das vazões de captação por meio de estimativas. Para tal, utilizou-se do aplicativo computacional ArcMap 10.5 e imagens de satélite Sentinel-2 e Shuttle Radar Topography Mission para identificar o número de pivôs centrais e de microbacias no referido município goiano. Utilizaram-se ainda dados fornecidos pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente, Recursos Hídricos, Infraestrutura, Cidades e Assuntos Metropolitanos e do Sistema Hidroweb do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos. Foram identificadas 147 microbacias no município de Cristalina, Goiás, as quais foram agrupadas em classes, segundo suas áreas. Entre os anos de 2010 a 2017 foram instalados 204 pivôs centrais, o que correspondeu a um aumento de 77,56% na área irrigada do município. A vazão média de captação estimada por pivô central foi $72,73 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$, resultando em um aumento da demanda de captação de água de $14.836,92 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ no período avaliado. Os dados obtidos contribuirão para a aplicação das regras de outorga de vazões consuntivas, caso sejam estabelecidos os valores de Q_{95} nos seus exutórios, permitindo um número mais adequado de equipamentos instalados nas microbacias.

Palavras-chave: Vazões consuntivas; Exutório; Pivô central; Bacia hidrográfica.

Abstract

The knowledge of the characteristics of the hydrographic basins of a region is characterized as information to aid decision making related to the various economic and social activities, such as water supply, power generation and availability of water for irrigation. In this sense, the present study aimed to identify in the municipality of Cristalina, Goiás, the number of central pivots present in the hydrographic micro basins, making notes on the rules for granting abstraction flows through estimates. For this purpose, the computational application ArcMap

10.5 and satellite images Sentinel-2 and Shuttle Radar Topography Mission were used to identify the number of central pivots and microbasins in that municipality in Goiás. Data provided by the State Secretariat for the Environment, Water Resources, Infrastructure, Cities and Metropolitan Affairs and the Hydroweb System of the National Water Resources Information System were also used. One hundred forty-seven microbasins were identified in the municipality of Cristalina, Goiás, which were grouped into classes, according to their areas. Between 2010 and 2017, 204 central pivots were installed, which corresponded to an increase of 77.56% in the municipality's irrigated area. The average intake flow estimated by the central pivot was $72.73 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$, resulting in an increase in the demand for water abstraction of $14,836.92 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ in the evaluated period. The data obtained will contribute to the application of the consumptive flow granting rules, if the Q95 values are established in their outlets, allowing a more adequate number of equipment installed in the microbasins.

Keywords: Consumptive flows; Exhutory; Central pivot; Hydrographic basin.

Resumen

El conocimiento de las características de las cuencas hidrográficas de una región se caracteriza como información para ayudar a la toma de decisiones relacionadas con las diversas actividades económicas y sociales, como el suministro de agua, la generación de energía y la disponibilidad de agua para riego. En este sentido, el presente estudio tuvo como objetivo identificar en el municipio de Cristalina, Goiás, el número de pivotes centrales presentes en las microcuencas hidrográficas, anotando las reglas para el otorgamiento de caudales de extracción a través de estimaciones. Para ello, se utilizó la aplicación computacional ArcMap 10.5 e imágenes satelitales Sentinel-2 y Shuttle Radar Topography Mission para identificar el número de pivotes centrales y microcuencas en ese municipio de Goiás. También se utilizaron datos proporcionados por la Secretaría de Estado de Medio Ambiente, Recursos Hídricos, Infraestructura, Ciudades y Asuntos Metropolitanos y el Sistema Hydroweb del Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos. Se identificaron 147 microcuencas en el municipio de Cristalina, Goiás, las cuales fueron agrupadas en clases, de acuerdo a sus áreas. Entre 2010 y 2017 se instalaron 204 pivotes centrales, lo que correspondió a un incremento del 77,56% en la superficie regada del municipio. El caudal medio de captación estimado por el pivote central fue de $72,73 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$, resultando en un incremento en la demanda de captación de agua de $14,836,92 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ en el período evaluado. Los datos obtenidos contribuirán a la aplicación de la normativa de concesión de caudal consuntivo, si se establecen los valores de

Q95 en sus salidas, permitiendo un número más adecuado de equipos instalados en las microcuencas.

Palabras- clave: Flujos de consumo; Exhutoria; Pivote central; Cuenca hidrográfica.

1. Introdução

Os conflitos existentes associados à utilização de água estão relacionados à multiplicidade do seu uso e aumento da demanda. No Brasil, a maior demanda de consumo de água vem da agricultura, seguida pelo setor industrial e uso doméstico (Pedrosa, 2017).

A bacia hidrográfica é uma área composta basicamente de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos d'água que confluem até resultar em um leito único no exutório (Rocha & Santos, 2018). Suas delimitações e informações fluviométricas podem subsidiar a adoção de políticas de uso dos recursos hídricos e o processo de outorga de água para projetos de irrigação, além de constituir diretriz para instituições de crédito agrícola.

A outorga para uso da água foi efetivada pela Lei 9.433/97, a qual instituiu a Política Nacional dos Recursos Hídricos. A emissão de outorgas de direito de uso de recursos hídricos em corpos hídricos de domínio da União, que são os rios, lagos e represas que dividem ou passam por dois ou mais estados ou, ainda, aqueles que passam pela fronteira entre o Brasil e outro país são de responsabilidade da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. No caso dos demais rios, ou seja, aqueles de domínio dos estados e do Distrito Federal, a outorga deve ser requerida ao órgão gestor de recursos hídricos daquele estado (ANA, 2020).

No Estado de Goiás a outorga do uso da água de corpos hídricos de superfície é realizada pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos, Superintendência de Recursos Hídricos (SECIMA), baseada tecnicamente na Resolução do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERHI) nº9, de 04 de maio de 2005 e nº11, de 20 de março de 2007.

Nas resoluções citadas anteriormente tem-se, como critério, o índice Q_{95} , que é a vazão de referência com garantia de permanência em 95% do tempo, considerando a bacia de contribuição no ponto de captação. Dessa forma, as outorgas das vazões com validade de médio e longo prazo poderão ser emitidas quando o limite máximo de derivações consuntivas for igual ou inferior a 70 % do Q_{95} , ou seja, a soma das vazões outorgadas na bacia não poderá exceder 70 % da vazão de referência definida pelo Q_{95} .

A adequada gestão dos recursos hídricos é dada pelo conhecimento do comportamento hidrológico das bacias hidrográficas e, portanto, a definição da vazão outorgada é

imprescindível a partir daquela de referência (Gasques et al., 2018). A determinação da disponibilidade hídrica necessita de monitoramento contínuo para criação de um banco de dados (série histórica) das vazões dos mananciais, representando o comportamento fluviométrico de uma bacia hidrográfica nem sempre disponível (Rocha & Santos, 2018).

A maioria das bacias hidrográficas não dispõe de dados fluviométricos suficientes e a quantificação de vazões em pequenas bacias, devido à escassez de dados, são obtidas pela transferência de informações hidrológicas de outras bacias próximas e hidrológicamente homogêneas (Silveira et al, 1998; Silva Junior, 2001; Silveira; Tucci, 1998).

Na ausência de informações hidrológicas provenientes das estações hidrométricas distribuídas nos diversos corpos de água, e que permitam o cálculo da Q_{95} , segundo a Resolução do CERHI nº9 de 04 de maio de 2005 pode-se utilizar, como vazão de referência, a menor vazão medida no manancial, preferencialmente em período de estiagem e com método de precisão.

A importância de aplicação correta das regras de outorga de vazões em pivôs centrais e do subsídio de dados hidrológicos e topográficos para valores referenciais vai de encontro aos conflitos sobre uso proporcional da água por setores como abastecimento, geração de energia e da produção de alimentos com utilização de irrigação (Lima et al., 2015). Dessa forma, a outorga pode ser utilizada na mitigação e/ou solução de conflitos pelo acesso à água (Luzzi, 2019).

O clima da região Centro-Oeste tem duas estações definidas: uma “seca”, no período de inverno, entre maio e setembro e uma chuvosa no período de verão, entre outubro e abril (MMA, 2017). Entretanto, na última década, pesquisas têm evidenciado tanto um decréscimo no período da estação chuvosa como da precipitação anual total em grande parte da referida região, ocasionando uma extensão do período seco (Debortoli et al., 2015), culminando no acréscimo das áreas com alta demanda de água para irrigação.

O município de Cristalina, no Estado de Goiás, faz parte de uma região, juntamente com Luziânia e parte de Brasília – DF, a qual contempla mais de 250 rios, riachos e ribeirões. A região formada por essas localidades tem o “título” de maior área agrícola irrigada da América Latina (Aquino, 2012).

Pereira Júnior & Nicácio (2014) constataram já no mês de abril, bacias contidas no município de Cristalina, Goiás, demandando água de irrigação por captação direta com valores entre 210% a 250% acima do volume máximo outorgável. No mês de maio, quando efetivamente inicia-se o período de “seca” na região Centro-Oeste, esses valores encontraram-se entre 210 a 460%, em junho entre 210 e 560 %, em julho de 210 a 760%, em agosto 210 a 1.100%, em setembro – mês de maior demanda – 210 a 1.400 % e em outubro, de 210 a 620 %.

Pereira Júnior & Nicácio (2014) citam ainda que apenas nos meses de novembro, dezembro, janeiro e fevereiro, os valores de demanda de água para irrigação estiveram abaixo dos valores permitidos pela outorga no Estado de Goiás.

Uma nota técnica (23/2010/GEREG/SOF-ANA) emitida pela Agência Nacional de Águas (ANA) referente à distribuição dos pivôs nos rios estaduais recomendou cautela na projeção e alocação de instrumentos de irrigação em regiões de fronteira agrícola, devendo ser analisadas as declarações de reserva de disponibilidade hídrica (DRDH), notadamente ao uso consuntivo a montante de estruturas hidrelétricas.

Os pedidos de outorga dos pivôs centrais na ANA demandavam vazão captada média de $0,15 \text{ L s}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ ao longo do ano, estimando consumo de água total na área de drenagem onde estariam inseridos os pivôs centrais da ordem de $7,59 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$.

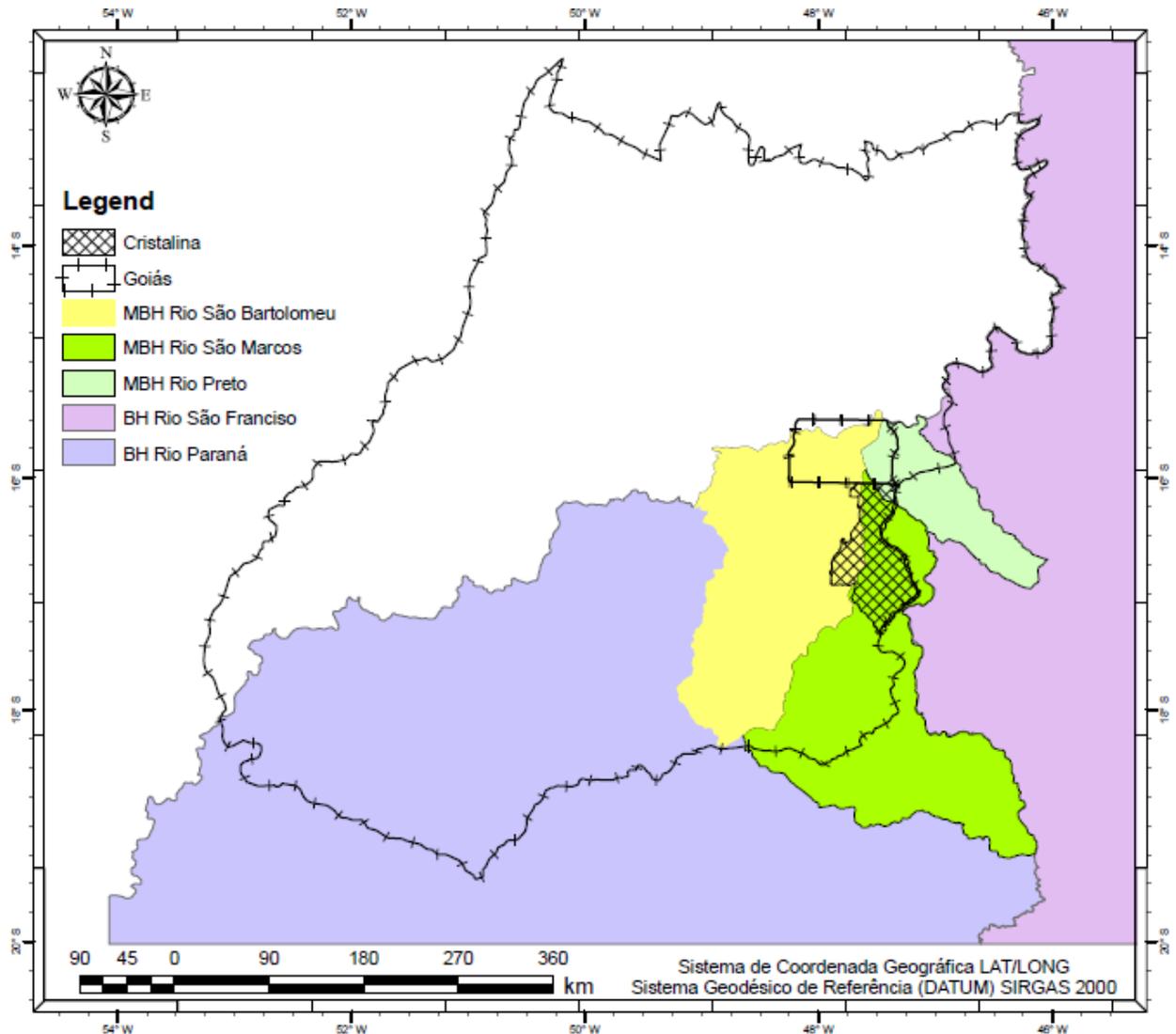
Frente o postulado entende-se que as regras de outorga das vazões de captação para pivôs centrais consideram a determinação da Q_{95} nos exutórios, limitado pelas vazões de captação de água e o número desses equipamentos de irrigação agrícola nas microbacias. Assim, este trabalho objetivou identificar no município de Cristalina, Goiás, a quantidade de pivôs centrais presentes nas microbacias hidrográficas, debatendo as regras de outorga das vazões de captação por meio de estimativas.

2. Metodologia

A área em estudo foi o município de Cristalina, no Estado de Goiás, situado entre as coordenadas geográficas Latitudes $16^{\circ} 03' 01,59''$ e $17^{\circ} 21' 15,35''$ Sul e Longitudes $47^{\circ} 53' 43,99''$ e $47^{\circ} 07' 38,95''$ Oeste. Esse município possui área de $6.161,00 \text{ km}^2$ e está contido em duas bacias hidrográficas, a do rio Paraná, que por sua vez contém a sub bacia hidrográfica do rio Paranaíba e as microbacias dos rios São Bartolomeu, São Marcos e a do rio São Francisco, a qual contém a sub bacia hidrográfica do rio Paracatu e a microbacia do rio Preto (Figura 1).

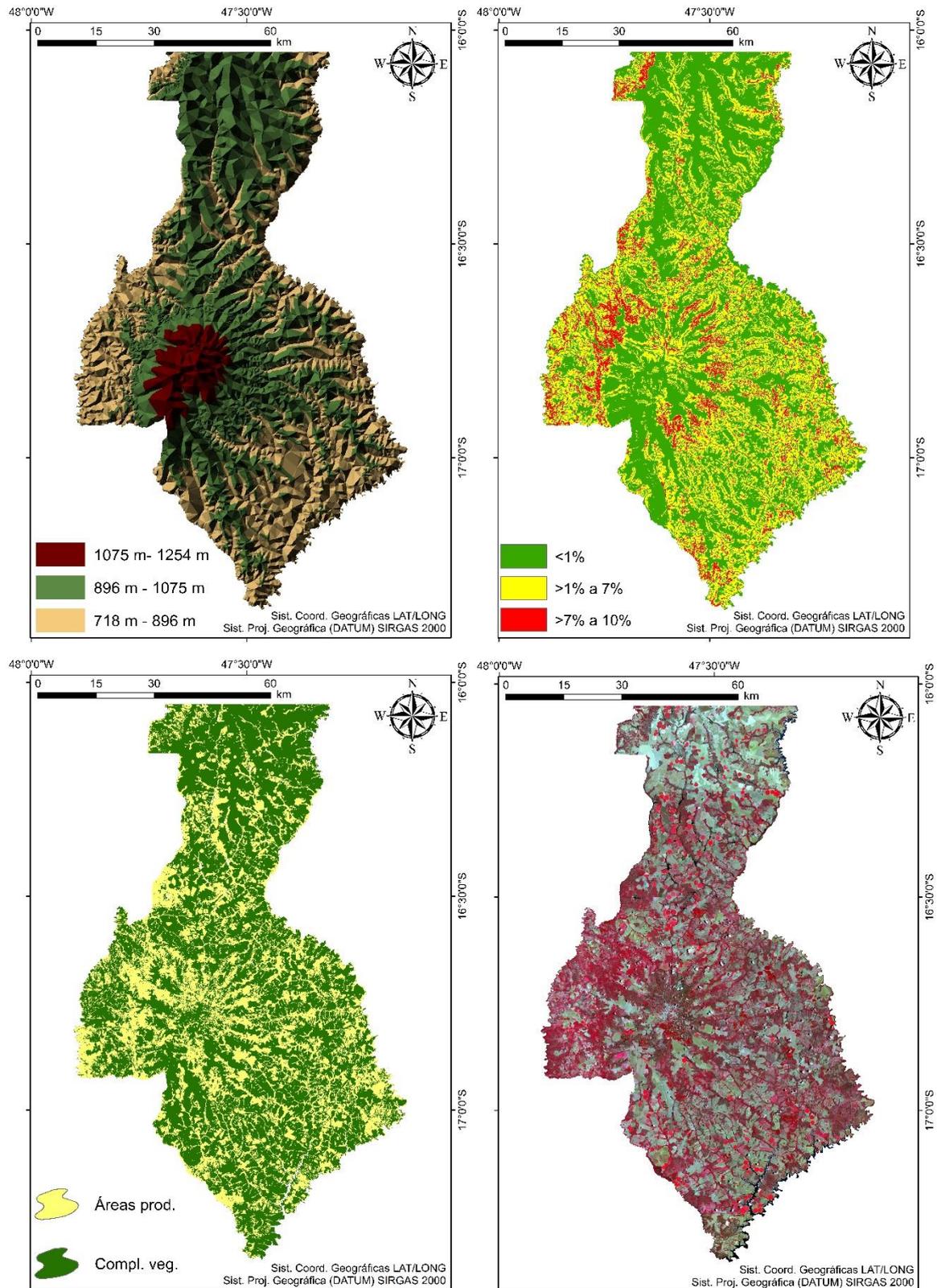
O referido município de Cristalina tem 63% da sua área classificada como “produtoras”, altitude e declividade médias de 950 m e 5,78%, respectivamente. No mapa de ocupação de solo (Figura 2), complexos vegetativos incluem florestas naturais, plantadas e/ou vegetação ciliar; áreas produtoras incluem qualquer tipo de atividade agrícola e/ou pecuária.

Figura 1. Localização do município de Cristalina – Goiás, na bacia hidrográfica (BH) do rio Paraná e microbacias hidrográficas (MBH) dos rios São Bartolomeu e São Marcos e na bacia hidrográfica do rio São Francisco, contendo a MBH do rio Preto.



Fonte: Autores.

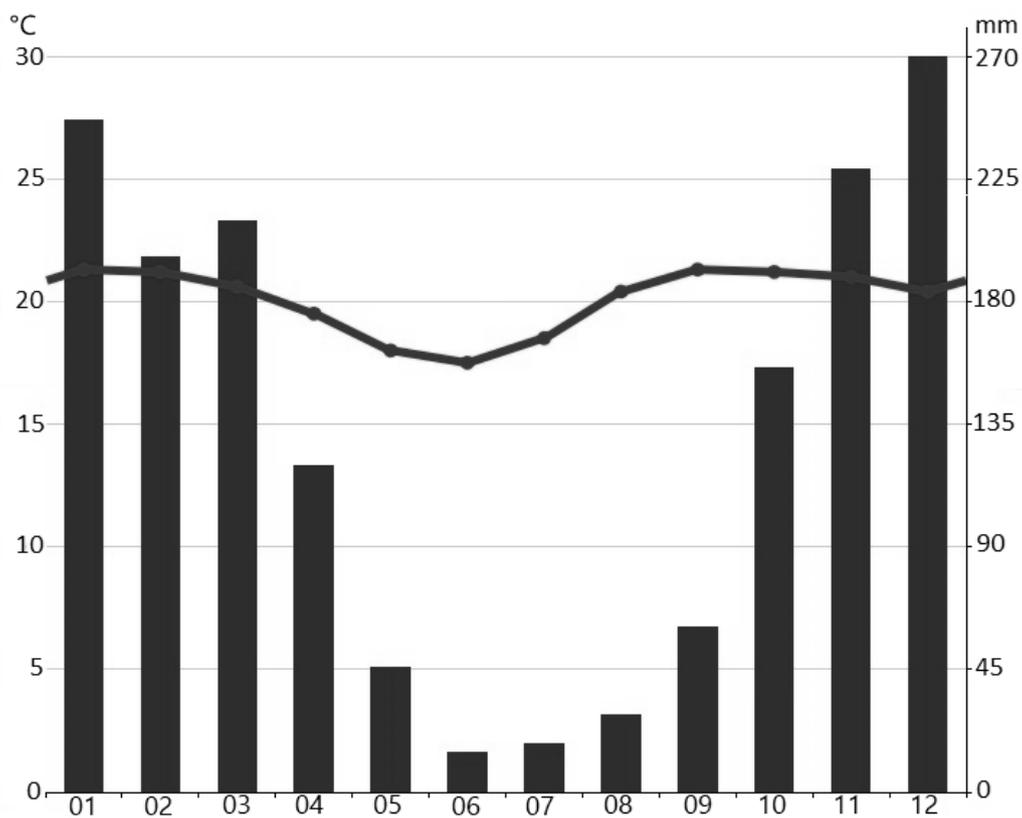
Figura 2. Altitude (m), declividade, ocupação do solo e ortomosaico criado a partir de imagens de satélite Sentinel-2 com datas de passagem em novembro de 2017 no município de Cristalina, Goiás, Brasil.



Fonte: Autores.

Cristalina, Goiás possui a distribuição de chuvas bem definida (Figura 3), com período de menor precipitação iniciando em maio e estendendo-se até agosto, o que justifica a demanda de água para irrigação dos cultivos neste período.

Figura 3. Série histórica (período 1982 a 2012) dos dados médios de temperatura e precipitação no município de Cristalina, Goiás.



Fonte: climate-data.org (2020).

Por meio do mosaico das imagens do satélite Sentinel-2 22KHG, 23KKA, 23 KKB e 23LKC com datas de passagem em novembro de 2017, identificaram-se os pivôs centrais, com uso do aplicativo computacional ArcMap 10.5.

A partir do mosaico das imagens SE-23-V-A e SE-23-V-C com resolução espacial de 90 m advindas da *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) e disponibilizadas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, obteve-se o Modelo Digital de Elevação para o município em estudo. Utilizando-se o aplicativo ArcMap (citado anteriormente) e suas funções do módulo Spatial Analyst – Hydrology, retiraram-se as possíveis depressões (Fill Sinks) dos dados SRTM por meio do “preenchimento”, o qual considera as altitudes dos pixels vizinhos. Posteriormente, realizaram-se os processos para delimitação de bacias hidrográficas como direção de fluxo de água e fluxo acumulado, sendo este obtido somando-se a área das células (quantidade de

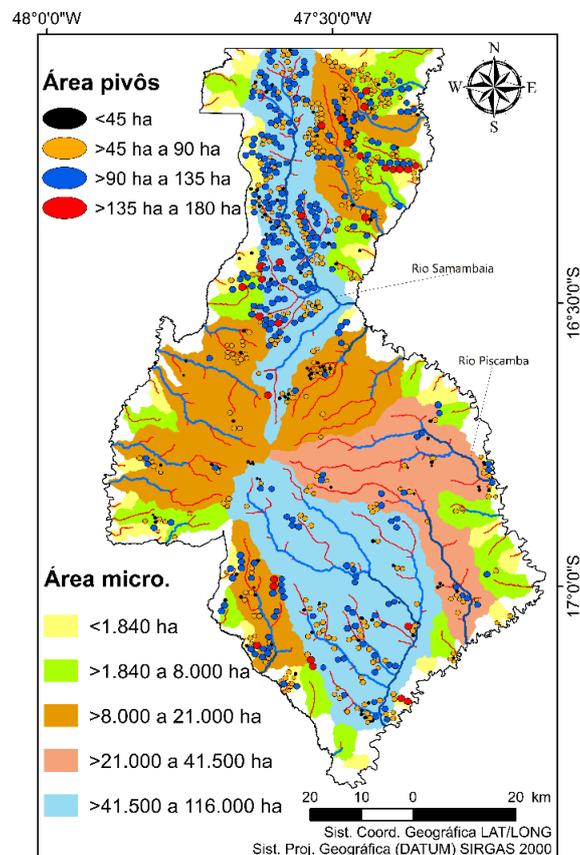
células) na direção do fluxo ou escoamento. A definição de curso, dependente do valor mínimo de área de acumulação (Threshold) foi obtida com valor de 0,50 km² de área de acumulação. A geração das sub-bacias que compõem a bacia foi obtida a partir dos trechos determinados automaticamente pela função Basin.

Para efeito de realização dos cálculos considerou-se uma vazão média de captação por pivô de 72,73 m³ h⁻¹, obtida a partir de uma planilha para outorgas de captação direta na hidrografia do rio São Marcos (SECIMA, 2017).

3. Resultados e Discussão

No ano de 2010 havia em Cristalina, Goiás, 572 pivôs centrais, que irrigavam uma área de 48.073,80 ha (Landau et al., 2013). Até novembro de 2017 estimou-se uma área irrigada de 85.360,00 ha ocupada por 776 pivôs centrais (Figura 4) o que ocorre em uma área média por pivô de 110 ha. Ainda, foram identificadas 147 microbacias no referido município, distribuídas em cinco classes segundo suas áreas.

Figura 4. Microbacias, áreas de drenagem e pivôs centrais em Cristalina, Goiás, Brasil.



Fonte: Autores.

Explorando os dados do presente trabalho tem-se, a exemplo, a microbacia na qual insere-se o rio Samambaia (Figura 4), com área de 82.891,35 ha e que concentra 26% dos pivôs centrais em Cristalina, Goiás. São 216 equipamentos com vazão média de captação aqui considerada de $72,73 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$, totalizando $15.709,680 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$, responsáveis pela irrigação de aproximadamente 30 % da área da referida microbacia.

Na ausência de informações hidrológicas provenientes das estações automatizadas, distribuídas nos diversos corpos de água para obtenção do Q_{95} , segundo a Resolução do CERHI nº9 de 04 de maio de 2005 pode-se utilizar, como vazão de referência, a menor vazão medida no manancial, preferencialmente em período de estiagem e com método de precisão.

O valor de Q_{95} do rio Samambaia utilizado como referência foi de $3.960 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$, obtido no Sistema Hidroweb do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos. Assim, o limite máximo da vazão de captação de água para irrigação às derivações consuntivas no interior da referida microbacia seria de $3.762 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$, valor este igual ou inferior a 70 % do Q_{95} de acordo com as regras de outorga adotadas no estado de Goiás.

Obviamente, o bombeamento de água por pivôs de $3.762 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ ocorreria, caso os 216 equipamentos fossem ligados de uma só vez. É indispensável, portanto, definir grupos de equipamentos (pivôs) funcionando por horários pré-estabelecidos; dividindo-se $3.762 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ pela vazão média de captação considerada no presente trabalho ($72,73 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$) estima-se, que 52 pivôs poderiam ser ligados por vez. Dividindo-se o número de pivôs (216 unidades) presentes na referida microbacia do rio Samambaia por 52 pivôs acionados por vez formar-se-iam quatro grupos e, considerando um período de dez horas para liga-los, nos horários de 20:00 às 06:00 horas – energia mais barata – o período de funcionamento por grupo seria de 2,5 horas, o que inviabilizaria o completo turno de rega em tempo hábil.

Na sub bacia dos afluentes do rio São Marcos há sérios problemas referentes ao balanço hídrico referente à disponibilidade de água disponível e demandada para irrigação (CBHRP, 2014). Considerando dados médios anuais, nos exutórios da sub-bacia do rio Samambaia a relação entre Q_{95} medida em agosto e da vazão demandada para irrigação é de 0,14 sugerindo, assim, demanda de água pra irrigação aproximadamente 732% (sete vezes) superior à vazão disponibilizada garantida.

Muitos municípios goianos – em especial o de Cristalina – têm seríssimos problemas hídricos em suas sub-bacias hidrográficas decorrentes da elevada demanda de água para fins de irrigação, sendo tal comprometimento hídrico dado pela relação desequilibrada entre a disponibilidade hídrica e a demanda (Martins, 2017). O referido autor reforça, que a demanda

hídrica maior que a disponibilidade pode, ainda, inviabilizar o uso dos pivôs no período de maior necessidade, afetando a prática agrícola.

Na microbacia do rio Piscamba (Figura 4), com área de 41.575,06 ha e 23 pivôs centrais irrigando, aproximadamente 6 % da sua área e, considerando a vazão média de captação por pivô de $72,73 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ estimou-se, vazão total de captação de $1.672,79 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$. Considerando o Q_{95} ainda de $3.762 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$, a captação de água dos pivôs centrais na referida microbacia seria, de aproximadamente 45 % do Q_{95} . Com isso, não haveria prejuízo ao turno de rega dos 23 equipamentos de irrigação, situação diferente aquela da microbacia do rio Samambaia, descrita anteriormente.

4. Conclusões

Identificaram-se 147 microbacias hidrográficas no município goiano estudado, as quais foram agrupadas em classes segundo suas áreas, e que poderão contribuir na aplicação das regras de outorga de vazões consuntivas, caso sejam estabelecidos os valores de Q_{95} nos seus exutórios, permitindo um número mais adequado de equipamentos de irrigação nas microbacias, as quais possuem vazões de captação de água por pivôs centrais acima e abaixo da máxima outorgável.

Entre os anos de 2010 a 2017 foram instalados 204 pivôs centrais no município de Cristalina, Goiás, o que correspondeu a um aumento de 77,56% na área irrigada do município. Considerando a vazão média de captação ($72,73 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$), o aumento da demanda de captação de água foi de $14.836,92 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$.

Referências

CBHRP. (2014). Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba. *Subsídios para a discussão da compatibilização da geração de energia hidrelétrica com expansão da agricultura irrigada na bacia do rio São Marcos: Irrigação e geração de energia hidrelétrica na Bacia do Rio São Marcos*. Brasília, Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba, 2014.

ANA. (2020). Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. *Solicite sua outorga*. Recuperado de <<https://www.ana.gov.br/solicite-sua-outorga>>.

Aquino, T. (2012). Irrigação e Sustentabilidade. Produtores irrigantes de Goiás garantem que sistema não é o vilão do desperdício de água. *Revista Campo*, 1(205), 20-23.

Clima-date.org. *Clima em Cristalina-GO*. Recuperado de <<https://pt.climate-data.org/americado-sul/brasil/goias/cristalina-43454/#climate-graph>>.

Debortoli, N., Dubreuil, V., Funatsu, B., Delahaye, F., Oliveira, C. H., Rodrigues-Filho, S., Saito, C. H., Fetter, R. (2015). Rainfall patterns in the Southern Amazon: a chronological perspective (1971-2010). *Climatic Change*, 131(1), 131-144.

Gasques, A. C. F., Neves, G. L., Santos, J. D. Dos. S., Mauad, F. F., Okawa, C. M. P. (2018). Regionalização de vazões mínimas: breve revisão teórica. *Revista Eletrônica de Engenharia Civil*, 14(2), 60-70.

Landau, E. C. Guimarães, D. P., Reis, R. J. dos. (2013). *Mapeamento das áreas irrigadas por pivôs centrais no Estado de Goiás e no Distrito Federal – Brasil*. Sete Lagoas, Embrapa Milho e Sorgo, 35 f. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Milho e Sorgo, 2013.

Lima, J. E. F. W., Sano, E. E., Evangelista, B. A., Lopes, T. S. S. L. (2015). *Mapeamento da área irrigada por pivô-central no cerrado como subsídio à gestão integrada dos recursos hídricos*. In: XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos.

Luzzi, S. G. (2019). *Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos para irrigação por meio de pivô central. Estudo de caso da Unidade Hidrográfica do Ribeirão Extrema*. 80 f. 2019. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública), Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Brasília.

Martins, R. A. (2017). *O agrohidronegócio do pivô central no estado de goiás: expansão, espacialização e a conseqüente degradação do subsistema de veredas*. 222 f. 2017. Tese (Doutorado em Geografia), Universidade de Brasília, Brasília.

MMA (2017). Ministério do Meio Ambiente. *Índice de vulnerabilidade aos desastres naturais relacionados às secas no contexto da mudança do clima*. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, Ministério da Integração Nacional e WWF-Brasil, 2017.

Pedrosa, V. de. A. (2017). *Solução de conflitos pelo uso da água*. Serra, Grafitusa, 2017.

Rocha, P. C., Santos, A. A. dos. (2018). Análise hidrológica em bacias hidrográficas. *Mercator*, 17(1), 1-18.

SECIMA. (2018). Secretaria de Estado de Meio Ambiente, Recursos Hídricos, Infraestrutura, Cidades e Assuntos Metropolitanos. *Outorga*. Recuperado de <<http://www.secima.gov.br/post/ver/221184>>.

Silva Júnior, O. B. (2001). *Análise da escala das variáveis hidrológicas e do uso do solo na bacia do Potiribu – RS*. 182 f. 2001. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Silveira, G. L., Tucci, C. E. M., Silveira, A. L. L. (1998). Quantificação de vazão em pequenas bacias sem dados. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 3(3), 111-131.

Silveira, G. L., Tucci, C. E. M. Monitoramento em pequenas bacias para estimativa de disponibilidade hídrica. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 3(3), 97-110.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Raphael Maia Aveiro Cessa - 20%

Henrique F. E. de Oliveira - 16%

Caio Vinicius Leite - 16%

Nilton Nélio Cometti - 16%

Everaldo Zonta - 16%

Marcio Mesquita - 16%