

# ESPACIALIZAÇÃO DO *AGROHIDRONEGÓCIO* DO PIVÔ CENTRAL NO CERRADO GOIANO

## SPATIALIZATION *AGROHIDRONEGÓCIO* THE CENTER PIVOT IN GOIÁS CERRADO

**Renato Adriano Martins**

Doutorando em Geografia – Universidade de Brasília – DEGEO/UNB. Núcleo de Estudo e Pesquisas Sócio-Ambientais (NEPSA-CNPq).

**renato\_geografo@hotmail.com**

**Ruth Elias de Paula Laranja**

Doutora em Geografia – Professora da Universidade de Brasília – DEGEO/UNB.

**ruth.laranja@bol.com.br**

**Eduardo Vieira dos Santos**

Mestre em Geografia – Professor da Universidade Federal de Mato Grosso. Núcleo de Estudo e Pesquisas Sócio-Ambientais (NEPSA-CNPq).

**edugeo2000@yahoo.com.br**

**Idelvone Mendes Ferreira**

Doutor em Geografia – Professor da Universidade Federal de Goiás - Campus Catalão/Goiás. Núcleo de Estudo e Pesquisas Sócio-Ambientais (NEPSA/CNPq).

**idelvoneufg@gmail.com**

**Jaqueline de Oliveira Lima**

Mestre em Geografia – Professora da Universidade Estadual de Goiás – Unidade Universitária de Morrinhos/Goiás.

**jaqueline\_ueg@hotmail.com**

### RESUMO

Diante da intensificação do *agrohidronegócio* do pivô central no Cerrado Goiano e com a crescente preocupação com os recursos hídricos, a proposição de estudo sobre a espacialização dessa atividade contribuirá no levantamento e no estudo de problemas socioambientais decorrentes da consolidação do *agrohidronegócio*, além de contribuir no processo de fiscalização e gerenciamento de bacias hidrográficas. No presente trabalho objetivou-se demonstrar a espacialização da prática de irrigação por pivô central no território goiano. Para tal, utilizou-se 32 cenas-imagem do satélite ResourceSat – 1, datada de 2014, processada em um ambiente de Geoprocessamento, sendo o resultado analisado em um Sistema de Informação Geográfica. O trabalho evidenciou que no Estado de Goiás existem, atualmente, 2897 unidades de pivôs, distribuídas por 149 municípios e 116 bacias. O *agrohidronegócio* do pivô central espacializa-se de forma irregular e embora, presente na maioria dos municípios goianos, concentra-se, principalmente, na Região do Entorno do Distrito Federal e na Região Sul Goiano.

**Palavras-chave:** Recursos hídricos, Irrigação, Sistema de Informação Geográfica, Goiás.

## ABSTRACT

Given the intensification of agrohídronegócio the central pivot in the Cerrado of Goiás and the growing concern over water resources, proposing to study the spatial distribution of this activity will contribute in the study of social and environmental problems arising from the consolidation of agrohídronegócio, besides contributing in the process monitoring and watershed management. In the present work aimed to demonstrate the spatial practice of center pivot irrigation in Goiás. So, we used 32-scenes satellite image ResourceSat - one dated 2014, processed in a GIS environment, the result being analyzed in a Geographic Information System. This work shows that in the state of Goiás are currently 2897 units pivots, spread over 149 county and 116 basins. The agrohídronegócio center pivot spatializes up irregularly and although present in most counties in Goiás, focuses mainly on the region surrounding the Distrito Federal and in the south of Goiás.

**Key-words:** Water resources, irrigation, Geographic Information System, Goiás.

## INTRODUÇÃO

Nesse início de século XXI, tem se consolidado um fato que veio a tona em meados do século passado. A sociedade mundial vive um dilema sem precedente na sua historia: buscar tecnologia que possibilite uma maior produção agropecuária para abastecer os bilhões de habitantes da Terra, e/ou preservarem os recursos naturais que estão cada vez mais escassos em nosso planeta.

É justamente nesse contexto, que o ser humano desenvolveu e desenvolve técnicas que permitem um maior controle do homem sobre a natureza, tornando-o cada vez mais independente de certos elementos naturais. É nessa conjuntura, buscando maior liberdade em torno do processo produtivo, com redução de perdas agrícolas em virtude de secas ou estiagem prolongadas, que o ser humano tem buscado alternativas que possam, em parte, minimizar os efeitos desses obstáculos naturais.

Surge assim a prática de irrigação por pivô central, que diante do dilema apontado anteriormente, tem em seu estudo grande importância. O conhecimento da espacialização da prática de irrigação por pivô central é duplamente importante. Por um lado, contribuirá com dados cartográficos que subsidiarão no levantamento e estudos de problemas socioambientais decorrentes da consolidação do *agrohídronegócio* no Cerrado Goiano. Por outro, auxiliará o poder público no processo de fiscalização e possibilitará um maior controle na implantação de novas unidades, bem como a liberação de outorgas para os respectivos abastecimentos.

A quantificação do número de pivô central segundo sua distribuição por Ottobacia é importante, pois, por um lado, “aperfeiçoa o gerenciamento das bacias de drenagem e possibilita maior controle da ação do homem nessas áreas e das consequências que podem causar em todo o sistema” (GOMES; BARROS, 2011, p. 15), por outro, há uma adoção por

diversas instituições e órgãos governamentais (RUPERT, 2000). Nesse estudo, a escolha da Ottobacia se deu em decorrência de o Estado de Goiás adotar tal metodologia para análise ambiental no âmbito da bacia hidrográfica.

Na metodologia da Ottobacia a delimitação das bacias é feita a partir da identificação do rio principal. Neste caso Pfafstatter (1989) ressalta que o rio principal será o que possuir a maior área drenada e não o que possuir maior deflúvio anual. Trata-se de um método hierárquico que tem como base a topografia do terreno, permitindo um detalhamento do sistema hídrico com uma economia significativa de dígitos, facilitando a visualização dos impactos de determinadas ações na área.

Através da verificação da importância da espacialização do *agrohidronegocio* faz-se necessário também, conhecer seu processo de desenvolvimento e suas características. Apesar da agropecuária moderna ser prática recente no Cerrado, a presença antrópica na região Centro-Oeste brasileira já perdura algumas dezenas de séculos. Segundo Barbosa (2002), há indícios da presença humana nessa região à aproximadamente 11.000 AP. Com a colonização, a região passou a ser ocupada primeiro, pelos bandeirantes, que buscavam ouro, pedras preciosas e índios para serem escravizados. Com o depauperamento das minas essa região suportou outras atividades econômicas, onde segundo Ferreira (2003, p. 147), “[...] a região passou a ser explorada pela criação extensiva de gado e culturas de subsistência”.

Todavia, a incorporação da região Centro-Oeste ao sistema capitalista de produção iniciou-se somente por volta de 1930, quando grandes agropecuaristas procedentes da região Sul e Sudeste nela se instalaram (BEZERRA; CLEPS JÚNIOR, 2004). E posteriormente, com o emprego de novas tecnologias para correção do solo e com o apoio de programas de financiamento agrícola, a exemplo do Prodecer e do Polocentro, passou a desenvolver um processo de produção de monocultura mecanizada, principalmente de soja, voltado para o mercado externo (ANTUNES *et al.*, 2011).

O avanço contínuo da modernização e mecanização no campo engendrou novas formas de produção e manejo. O avanço tecnológico contemplou desde a inovação de insumos e sementes, até a modernização do maquinário agrícola. É nesse contexto que surge, primeiramente no Brasil e posteriormente no Cerrado goiano, a prática de irrigação por pivô central (SCHMIDT *et al.*, 2004).

A prática de irrigação pode ser definida como sendo “a aplicação artificial de água ao solo, em quantidades adequadas, visando proporcionar a umidade adequada ao desenvolvimento normal das plantas nele cultivadas, a fim de suprir a falta ou a má distribuição das chuvas” (MELO; SILVA, 2007, p. 10). Ainda segundo os mesmos autores a

técnica de irrigação por pivô central consiste em se aplicar água ao solo sob a forma de aspersão, onde os aspersores são instalados sobre uma haste apoiada em torres que se movem auxiliadas por rodas pneumáticas acionadas por motores movidos a energia. As torres se movem em círculo, daí a forma arredondada das áreas cultivadas com esse sistema de produção.

A irrigação por pivô central tipo aspersão é tecnologia recente no campo. No Brasil esse sistema de irrigação chegou na década de 1970, (SCHMIDT *et al*, 2004 ), todavia, segundo Testezlaf (1998) foi somente na década de 1980, que houve um aumento significativo da área cultivada com pivô central no Brasil. É justamente nessa década, que de acordo com Olitta (1987) foram comercializados no Brasil, entre 1982 e 1989, em torno de 3000 pivôs.

No Estado de Goiás, nas últimas décadas, essa prática agrícola vem se tornando cada vez mais habitual entre os grandes produtores. Dados da Federação da Agricultura do Estado de Goiás apontam que em 1990, existiam no estado 378 pivôs centrais instalados e em 2007, esse número aumentou para 2100 (FAEG, 2008). Esse pujante incremento se explica pela possibilidade de evitar perdas por questões relacionadas às estiagens prolongadas ou por propiciar a produção de determinados produtos fora da época habitual da safra.

Tais fatores fizeram com que agricultura irrigada se tornasse uma alternativa eficiente e rentável para os grandes agropecuaristas. Segundo Klemp e Zeilhofer (2009) a grande aceitação do pivô central deve-se a vários fatores, entre eles pode se destacar a necessidade mínima de mão-de-obra, a simplicidade de operação, a adaptação a terrenos planos e moderadamente ondulados (até 15%), a possibilita de aplicação de fertilizantes via água, fato este que propicia ganho de tempo e reduz mão de obra e, conseqüentemente, maximiza os lucros.

Contudo, tal prática, quando desprovidas de manejo adequado, sem o devido controle e fiscalização na implantação, faz com que esses empreendimentos causem, em decorrência do elevado consumo de água, alterações no sistema hidrológico pluvial, tanto pela percolação quanto pela evapotranspiração. Segundo Lima (2002, p. 54), um “pivô de 70 ha com 470 metros de raio consomem em media 83 l/s de água”, isso da uma media de 1,18 l/s/ha. contudo, esse número pode alterar em decorrência do tipo de cultivo que se utiliza, como por exemplo, o manejo com plantio direto, que influencia diretamente na evapotranspiração e conseqüentemente na manutenção da umidade do solo (STONE *et al.*, 2006). De acordo com Vernier (2002, p. 14) “[...] a água extraída por uma cidade é, a grosso modo, restituída em 70% depois de usada. A indústria também restitui grande parte da água extraída. Só a

agricultura ‘consome’ em volume de água para manutenção do plantio cerca de 70% a 95% da água de irrigação”.

No Estado de Goiás, principal dispensor de águas do Brasil, onde nascem os rios formadores de três importantes bacias hidrográficas brasileiras, são elas: Bacia Tocantins/Araguaia, Bacia do São Francisco, Bacia do Paraná (COSTA *et al.*, 2012), o avanço e a expansão do *agrohidronegócio* do pivô central em áreas de Cerrado (topografia plana e presença de recursos hídricos) tem preocupado a Comunidade Científica envolvida com as questões socioambientais, principalmente pelos impactos ambientais e conflitos sociais gerados em virtude da construção dos reservatórios para seu abastecimento (MENDONÇA, 2010; THOMAZ JUNIOR, 2010).

O *agrohidronegócio* pode ser entendido como sendo uma ramificação do agronegócio que se apropria da água para maximizar os lucros (MENDONÇA, 2010; TOMAZ JUNIOR, 2010; THOMAZ JUNIOR *et al.*, 2012) e, no caso do pivô central, minimizar os prejuízos, principalmente aqueles decorrentes de estiagens e/ou secas prolongadas. De acordo com Mendonça (2010) agronegócio barrageiro (produção de energia e reserva d’água para os irrigantes), consubstancia no *agrohidronegócio*, como forma de assegurar as condições de produção/acumulação do capital. A esse respeito Thomas Júnior (2010, p. 4) ressalta que “o sucesso do agronegócio não pode ser atribuído somente à sua fixação à territorialização e/ou monopolização das terras, mas também ao acesso e controle da água, assim como as demais etapas da cadeia produtiva, comercialização etc.”

Assim, o pivô central constitui-se no exemplo mais claro da materialização do *agrohidronegócio*, onde o sistema agrícola de monocultura tipo exportação apropria-se, às vezes de forma ilegal, sem a devida licença e/ou autorização dos órgãos competentes, dos recursos hídricos, contrariando e inobservando as determinações da Constituição Federal que estabeleceu nos arts. 20 e 26, que as águas **são bens públicos, de propriedade da União e dos Estados**, assim sendo, não existem águas de propriedade dos Municípios, nem de particulares. As diretrizes da Política Nacional dos Recursos Hídricos ratificam os preceitos constitucionais e ressalta que a **água é um bem de domínio público** sendo um **recurso natural limitado**, dotado de valor econômico (BRASIL, 2012 - Lei nº 9.433/97, grifos nossos).

Nesse contexto, com a realização do presente trabalho objetiva-se demonstrar a espacialização da prática de irrigação por pivô central no território goiano, evidenciando a distribuição dessa prática por município e por bacia hidrográfica de nível cinco do sistema

Ottobacia. Buscou-se também quantificar o número de pivô central segundo sua distribuição por Ottobacia dentro do estado de Goiás.

## ÁREA DE ESTUDO

O estado de Goiás é uma das 27 unidades da federação que está dividido politicamente o território brasileiro, encontra-se situado na Região Centro-Oeste do Brasil, entre as latitudes Sul 12°23'31" e 19°30'13" e longitudes Oeste de 45°54'11" e 53°15'27", com uma área de 340.086 km<sup>2</sup>, sendo composto por 246 municípios (IBGE, 2010).

De modo geral, o clima do Estado de Goiás, segundo o Sistema de Classificação proposto por Strahler (1952), é um clima tropical típico, quente e semi-úmido, apresentando verão quente e chuvoso e inverno frio e seco. O período chuvoso, com média que varia de 1200 a 1800 mm, vai de novembro a março, intercalado com períodos de seca, chamados de veranicos, que podem ocorrer em meio a estação chuvosa, derivando sérios problemas para a agricultura (MARCUSO *et al.*, 2012) e o período seco de maio a setembro, sendo os meses de outubro e abril considerados como de transição. De acordo com os dados da Estação Meteorológica da Universidade Estadual de Goiás – Unidade Universitária de Morrinhos (UEG/UnU-Morrinhos, 2010), a temperatura média das máximas é de 33°C; média das mínimas, 26°C; média compensada, 29°C.

Assim, a área de estudo, insere-se em uma ampla região Centro-Oeste Brasileiro, onde predomina Clima Tropical Semi-úmido, decorrente do Domínio de Circulação Intertropical, comandada pelas massas Tropical Atlântica e Equatorial Continental, muitas vezes intercalada à circulação extratropical, sob comando das massas polares STRAHLER (1952). Esses sistemas de circulação é o principal responsável pela alternância entre clima seco e úmido (DEL GROSSI, 1991) e é justamente essa irregularidade pluvial (SILVA *et al.*, 1998), um dos motivos da intensa implantação do pivô central no Estado de Goiás, decorrente da busca de alternativas para se cultivar nos períodos secos do ano.

No tocante à geomorfologia, a maior parte do território goiano se caracteriza por apresentar relevo suave formado por chapadas e chapadões, com predomínio de altitude entre 300 e 900m. Consiste de grandes superfícies aplainadas, talhadas em rochas cristalinas e sedimentares (NASCIMENTO, 1992; LATRUBESSE; CARVALHO, 2006). De acordo com Matos e Pessôa (2012, p. 2), esse relevo plano foi determinante para a implantação da agricultura moderna, tendo em vista que “os espaços prioritários para investimentos de capital no Cerrado foram às áreas de chapada, ou chapadões” e que em virtude da suavidade de seu

relevo, as chapadas são ideais para o manejo de monoculturas com demandam de intensa mecanização como é o caso da soja e do milho.

As chapadas também são abundantes em recursos hídricos, com predomínio de rios perenes, quando somado com a baixa declividade e com a planura do relevo, favorece a implantação de projetos de irrigação, com destaque para o pivô central tipo aspersão, que, apoiado no tripé, relevo-hidrografia-sazonalidade climática, com longos períodos de secas, se espalha com grande intensidade pelo território goiano.

## MATERIAL E MÉTODO

A espacialização de dados geográficos com emprego de geotecnologias, tem sido amplamente utilizada nos diversos ramos da ciência, seja ela social ou ambiental, com o objetivo de evidenciar a distribuição espacial de um determinado fenômeno pela superfície terrestre. Pois, “quase tudo que acontece, acontece em algum lugar. Portanto, saber onde as coisas acontecem é de fundamental importância” (LONGLEY, 2005). Porém, se acontece em algum lugar é passível de ser especializado e representado cartograficamente. Assim, tal técnica é empregada na espacialização da violência e da criminalidade (RAO; JAYASREE, 2003; SOUZA; SANTOS; ROSA, 2005) na análise espacial de inundação (OLIVEIRA; SALDANHA; 2010; SANTOS; ROMÃO, 2010) e na espacialização de desmatamento em diversos biomas, tais como no Cerrado (SILVA; FERREIRA Jr., 2010; FERREIRA *et al.*, 2007), no Pantanal (ABDON *et al.*, 2007) e na Amazônia.

Todavia, para que ocorra a espacialização, é necessário que se faça o levantamento, a sistematização e a modelagem espacial dos dados. Nesse contexto, todo o processo de aquisição, armazenamento, processamento e espacialização do pivô central foram realizados em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG). A identificação da distribuição espacial do pivô central ocorreu sobre imagem Resource Sat – 1. Neste tópico são descritas as características das imagens utilizadas e as etapas de seu processamento e o processamento dos dados vetoriais.

O Resource Sat-1 (também conhecido como IRS-P6) é um satélite de sensoriamento remoto construído pela Organização de Pesquisa Espacial da Índia. O ResourceSat-1 transporta três instrumentos imageadores, sendo um scanner linear de alta resolução de imagem (LISS-4), operando em três bandas espectrais no visível e infravermelho próximo Região (VNIR) com resolução espacial de 5,8 metros e com possibilidade de obter imagens estereoscópicas e resolução temporal de cinco dias de revisada. Um sensor *Wide Field*

*Avançado* (AWIFS) operando em três bandas espectrais em VNIR e uma banda SWIR com resolução espacial de 56 metros e período de revisada de cinco dias. E Uma câmera de resolução media/alta (LISS-3) que opera em três bandas espectrais, sendo três no visível e uma no infravermelho, com resolução espacial de 23,5 metros e com período de revisada de 24 dias (KASTURIRANGAN *et al.*, 2001). Sendo que este foi o instrumento utilizado no estudo em questão.

No Brasil as imagens do satélite Resourcesat-1, sensor LISS3, podem ser obtidas gratuitamente após cadastro no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Todavia, as imagens vêm separadas em bandas espectrais e com imprecisão no nível de correção geométrica, necessitando assim passar por um processamento digital de imagem (PDI) antes que sejam utilizadas.

Assim, logo após a aquisição das 37 cenas/imagens, datadas de 2014, necessárias para recobrir todo o Estado de Goiás principiou-se o PDI. O processamento iniciou com a junção das bandas que foram salvas no formato ENVI *Standard*. Posteriormente ocorreu a correção geométrica da imagem. A distorção geométrica é um tipo de distorção que a imagem bruta apresenta. Tais distorções diminuem a precisão espacial da informação. Basicamente, todas as imagens geradas por sensores remotos estão sujeitas a um determinado tipo de distorção. Estas distorções são produzidas basicamente pelo movimento de rotação da Terra ou por pequenas variações na altitude, latitude ou na velocidade da plataforma (RICHARDS, 1986).

A correção geométrica da imagem pode ser feita com outra imagem, ou com uma base cartográfica vetorial (drenagens, rodovias, etc.), ou ainda com pontos de controles obtidos diretamente no terreno, através do uso de um Sistema de Posicionamento Global (GPS). Após a aquisição, os pontos de controle devem ser associados à imagem a registrar, optando sempre por locais conhecidos ou de fácil identificação (cruzamentos de rodovias, por exemplo). O número de pontos de controle vai variar em relação ao tipo de software utilizado e ao interpolador escolhido. A reamostragem (interpolação) dos pixels pode ser implementada através de diferentes métodos, sendo os mais utilizados os do vizinho mais próximo, interpolação bilinear e convolução cúbica (CHUVIECO, 1990; RICHARDS, 1986).

No processo de correção geométrica empregou-se o registro imagem/imagem, utilizando como referência cenas/imagens georreferenciada e ortorretificadas com resolução espacial de 14,5 metros, pertencente ao mosaico GeoCover 2000® distribuído sem custos pela NASA. O georreferenciamento aconteceu no ENVI 4.5 lançando mão da ferramenta “Map ->Registration ->Select GCPs: Image to Image”.

No procedimento de registro foram coletados 25 (vinte e cinco) pontos de controles para cada cena/imagem. Como resultado, obteve-se 23 cenas/imagens registradas/georreferenciada, com erro RMS menor que 0,639mm (pixel), aceitável e compatível com a escala de abordagem. No ajustamento final escolheu-se o método RST e os pontos foram interpolados com método do vizinho mais próximo (Nearest Neighbor). Após o georreferenciamento as cenas/imagens foram salvas no formato tif e posteriormente abertas no software Arcgis 10.

Neste programa, ocorreu a identificação dos pivôs centrais referente ao ano de 2014. A identificação aconteceu diretamente sobre o monitor do computador através de detecção visual, em decorrência de a sua forma circular, o pivô central é facilmente identificado na imagem de satélite. Após identificar os pivôs centrais existentes no Estado de Goiás, para melhor representa-los e quantificar suas áreas, necessário se fez vetorizá-los. Para tal, utilizou-se a interface “Catalog Window”, do software Arcgis 10, para criar um novo arquivo vetorial no formato shp que possibilitou a vetorização e a representação temáticas dos pivôs centrais e posteriormente ocorreu a quantificação de suas áreas utilizando a ferramenta “calculate geometry”.

Após o processo de vetorização, ocorreu, em um ambiente de SIG, a espacialização e a distribuição dos pivôs por municípios e por bacia hidrográfica nível cinco da classificação Ottobacia. Sendo que, os *shapes* das bacias hidrográficas, dos municípios e de drenagem encontram-se disponíveis para download no formato vetorial, no site do Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG).

No processo de espacialização dos pivôs centrais por bacia hidrográfica e por municípios construíram-se mapas, que foram representados cartograficamente pelo método da semiologia gráfica, sendo que, com o propósito de representar ordenadamente o fenômeno no espaço, o “valor” foi escolhido como sendo a variável visual ideal para representar a distribuição dos pivôs de forma zonal, a partir do qual se pode ter uma noção de hierarquia quanto à distribuição dos pivôs pelo território goiano (BERTIN, 1973; MARTINELLI, 1991).

Porém, em decorrência da escala utilizada, o pivô central, ocupa posição pontual dentro dos polígonos das bacias e dos municípios. Assim, para que ocorresse a hierarquização da espacialização de forma zonal, necessário se fez quantificar a ocorrência de pivô central para cada polígono, seja ele representando um município ou uma bacia de quinta ordem. Assim sendo, o *shape* que representavam os pivôs através de geometria poligonal circular, foram convertidos para geometria pontual para possibilitar a contagem de “pontos no polígono” no programa QGIS 2.0.1. Esse procedimento possibilitou estabelecer a quantidade

de pivô dentro de cada polígono de forma indexada ao mesmo, permitindo assim a hierarquização dos polígonos em virtude da quantidade de pivô presente em cada um.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

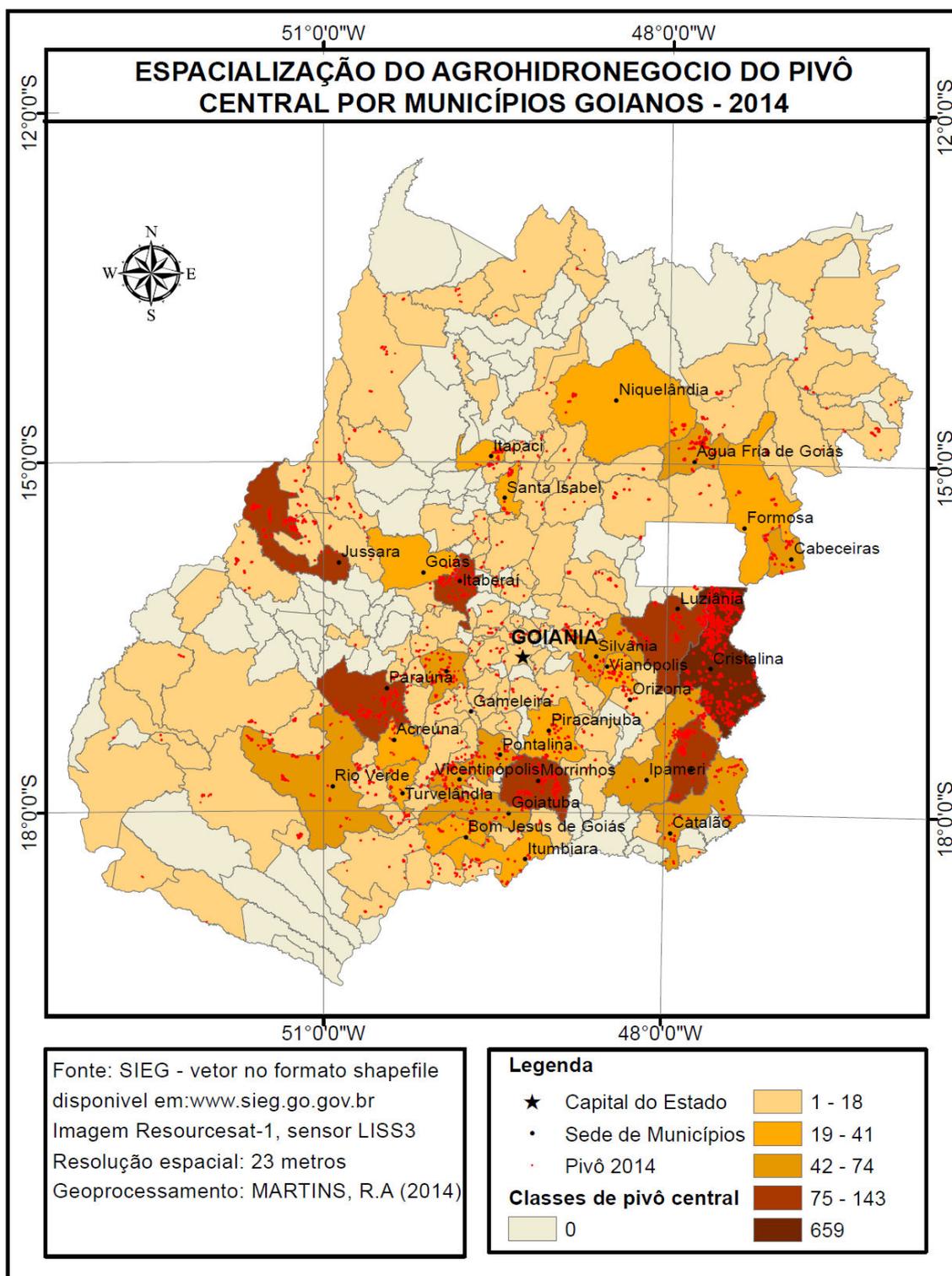
A análise dos dados revelou que no ano de 2014, existem no território goiano, 2897 pivôs centrais, ocupando uma área total de 212.975 hectares, distribuídos e especializados quantitativamente de forma desigual, tanto nos municípios quanto nas bacias hidrográficas de quinta ordem. Essa distribuição desigual é explicada pelo irregular avanço da agricultura moderna no Cerrado goiano, decorrente principalmente das diferentes formas de relevo existentes no Estado de Goiás. Tendo em vista que seu relevo é composto em algumas regiões de vastas chapadas e chapadões, cuja superfície é bastante aplainada, favorecendo a mecanização e conseqüentemente a implantação da irrigação por pivô central, predominante na mesorregião Sul Goiana, contrapondo com regiões de relevo acidentado que limita a prática moderna da agricultura, todavia, são amplamente utilizadas para a prática da pecuária extensiva.

O Tamanho dos equipamentos e as áreas por eles irrigadas individualmente também variaram bastante, tendo sido identificado o menor pivô com 2,12 hectares de área no município de Goiânia, e o maior com 444 hectares no município de Ipameri. Segundo Landau *et al.* (2010, p. 13) é pouco comum a existência de áreas irrigada com pivô central acima de 400 hectares, “porque requerem o uso de uma bomba de alta potência e por causa das dificuldades de manutenção”, tal fato também ocorre em virtude da dificuldade de se encontrar áreas desse tamanho plana o suficiente necessária para implantar o pivô central cujo raio atinge 1,55 km. Assim, o tamanho médio dos pivôs centrais em Goiás é de 76,2 hectares.

É interessante observar que não existe uma relação entre a região geográfica e o tamanho do pivô central, tendo visto que, em todas as regiões ocorreram pivôs pequenos e grandes. Apenas na Mesorregião Centro Goiano (Microrregiões de Anápolis, Anicuns, Ceres, Goiânia e Iporã) foi observada predominância de pivôs menores. Contudo, há sim uma intrínseca relação entre a geomorfologia e a localização dos pivôs de maiores extensões, isso ocorre em virtude de que para se implantar pivôs com maior raio é necessária grande extensão de terra contígua com declividade abaixo dos 10% e relevo não ondulado.

### **Espacialização do pivô central por municípios**

No estado de Goiás, a prática do *agrohidronegócio* do pivô central se faz presente em 149 dos 246 municípios, ou seja, em apenas 97 municípios essa prática agrícola ainda não se faz presente (Figura 1). Todavia, deve ser ressaltado que tal prática agrícola concentra-se basicamente em trinta municípios goianos, como pode ser observado na Tabela 1, somando juntos 2207 unidades e totalizando mais de 163000 hectares de área irrigada. O que representa aproximadamente 76% total das unidades e também da área cultivada.



**Figura 1** - Espacialização do agrohidronegócio do pivô central nos municípios goianos.

Os dados referentes aos 30 municípios, com maior área cultivada e o quantitativo de pivô central podem ser observados na através da Tabela 1.

**Tabela 1** - Lista dos 30 municípios goianos com maior quantitativo de pivô central.

NOME DO MUNICÍPIO	REGIÃO DE PLANEJAMENTO	NÚMERO DE PIVÔS	ÁREA OCUPADA POR PIVÔ (ha)
Cristalina*	Entorno do DF	659	53.107
Jussara*	Oeste Goiano	86	9.562
Paraúna	Oeste Goiano	116	7.619
Morrinhos	Sul Goiano	143	7.533
Luziânia*	Entorno do DF	98	7.317
Campo Alegre*	Sudeste Goiano	94	6.969
Água Fria*	Entorno do DF	74	6.049
Rio verde	Sudoeste Goiano	64	6.017
Ipameri*	Sudeste Goiano	51	5.169
Catalão	Sudeste Goiano	60	4.880
Itaberaí*	Noroeste Goiano	89	4.832
Cabeceiras*	Entorno do DF	52	4.373
Vicentinópolis	Sul Goiano	68	3.779
Goiatuba	Sul Goiano	51	3.630
Silvania	Sudeste Goiano	48	3.284
Pontalina	Sul Goiano	45	3.147
Bom Jesus	Sul Goiano	37	3.068
Palmeiras	Oeste Goiano	54	2.898
Niquelândia	Norte Goiano	24	2.315
Acreúna	Sudoeste Goiano	28	2.235
Turvelândia	Sudoeste Goiano	23	2.135
Piracanjuba	Sul Goiano	41	1.993
Itumbiara	Sul Goiano	28	1.973
Vianópolis*	Sudeste Goiano	38	1.956
Formosa*	Entorno do DF	22	1.621
Santa Isabel	Centro Goiano	26	1.336
Goiás	Noroeste Goiano	29	1.299
Itapaci	Centro Goiano	23	1.283
Orizona	Sudeste Goiano	18	927
Gameleira	Sudeste Goiano	18	683
<b>TOTAL</b>		<b>2207</b>	<b>163.002</b>

\* Municípios inseridos na listagem dos dez municípios goianos que apresentam as regiões hidrográficas mais críticas do Estado de Goiás.

Em relação à unidade administrativa (Tabela 1), Cristalina localizada na região do Entorno do Distrito Federal, é o município goiano que possui o maior quantitativo de pivôs centrais, tanto em números absolutos, com a existência de 659 unidades, quanto em área cultivada com um total de 53.107 hectares plantados. De acordo com BARBALHO *et al.* (2006) essa concentração ocorre em virtude de condições propícias para a prática de irrigação,

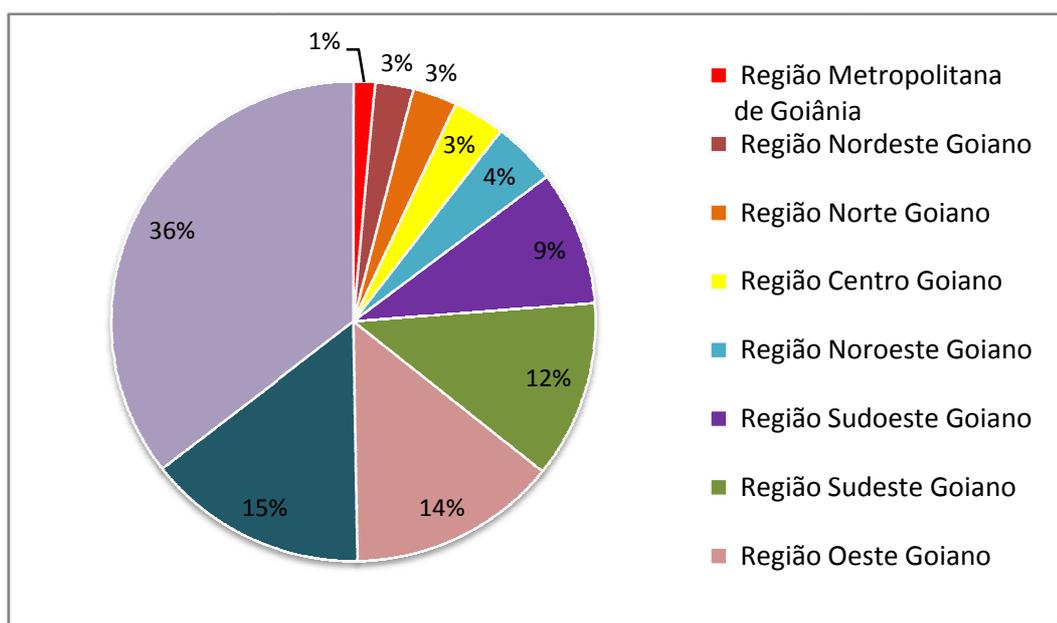
sendo o relevo tabular apresentado declividade abaixo de 15%, possui também rede de drenagem com padrões dendríticos, com média a alta densidade, possibilitando a construção de uma vasta rede de reservatórios que permitem abastecer um grande número de pivôs. Essa combinação, somando-se com as várias rodovias que ligam o município com os grandes centros consumidores/exportadores – Brasília, São Paulo, Rio de Janeiro – alavancou a implantação e expandiu a prática de irrigação por pivô central nesse município.

O segundo e terceiro colocados em área plantada, são respectivamente os municípios de Jussara, com 9.562 ha e Paraúna com 7.619 ha, ambos localizados na região Oeste Goiana, todavia, no que concerne ao número de unidades, essas posições são ocupadas respectivamente por Morrinhos, situado Região Sul, com 143 unidades, e Luziânia, no Entorno do Distrito Federal, com 98 unidades.

Em termos regionais, ainda merecem destaques os municípios Catalão localizado no Sudeste goiano com 60 unidades e área irrigada de 4.880 ha, o município de Niquelândia, localizado na região Norte goiana, com 2.315 ha de área irrigada distribuída por 23 pivôs e o município de Santa Isabel, no Centro goiano, com 26 unidades, porém com uma área irrigada de 1.336 ha.

Deve-se ressaltar também que o Instituto Mauro Borges (IMB, 2014) em parceria com a Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos – Goiás (SEMAHR) realizou um estudo sobre o comprometimento hídrico no estado de Goiás, classificou os dez municípios goianos (marcados na Tabela 1) que apresentam as regiões hidrográficas mais críticas do Estado de Goiás, sendo eles em ordem decrescente: Cristalina, Água Fria de Goiás, Formosa, Cabeceiras, Ipameri, Luziânia, Itaberaí, Campo Alegre de Goiás, Jussara e Vianópolis.

Esses municípios em decorrência da grande demanda de água para fins de irrigação apresentam seríssimos problemas hídricos em suas sub-bacias hidrográficas, merecendo assim, atenção especial por parte do órgão ambiental competente no momento de liberar novas outorga de uso da água. Nesse contexto, é importante observar que nem sempre o município que apresenta maior número de pivô central, apresenta necessariamente comprometimento hídrico, tal fato ocorre em virtude do comprometimento hídrico ser obtido através da relação entre a disponibilidade hídrica e a demanda.

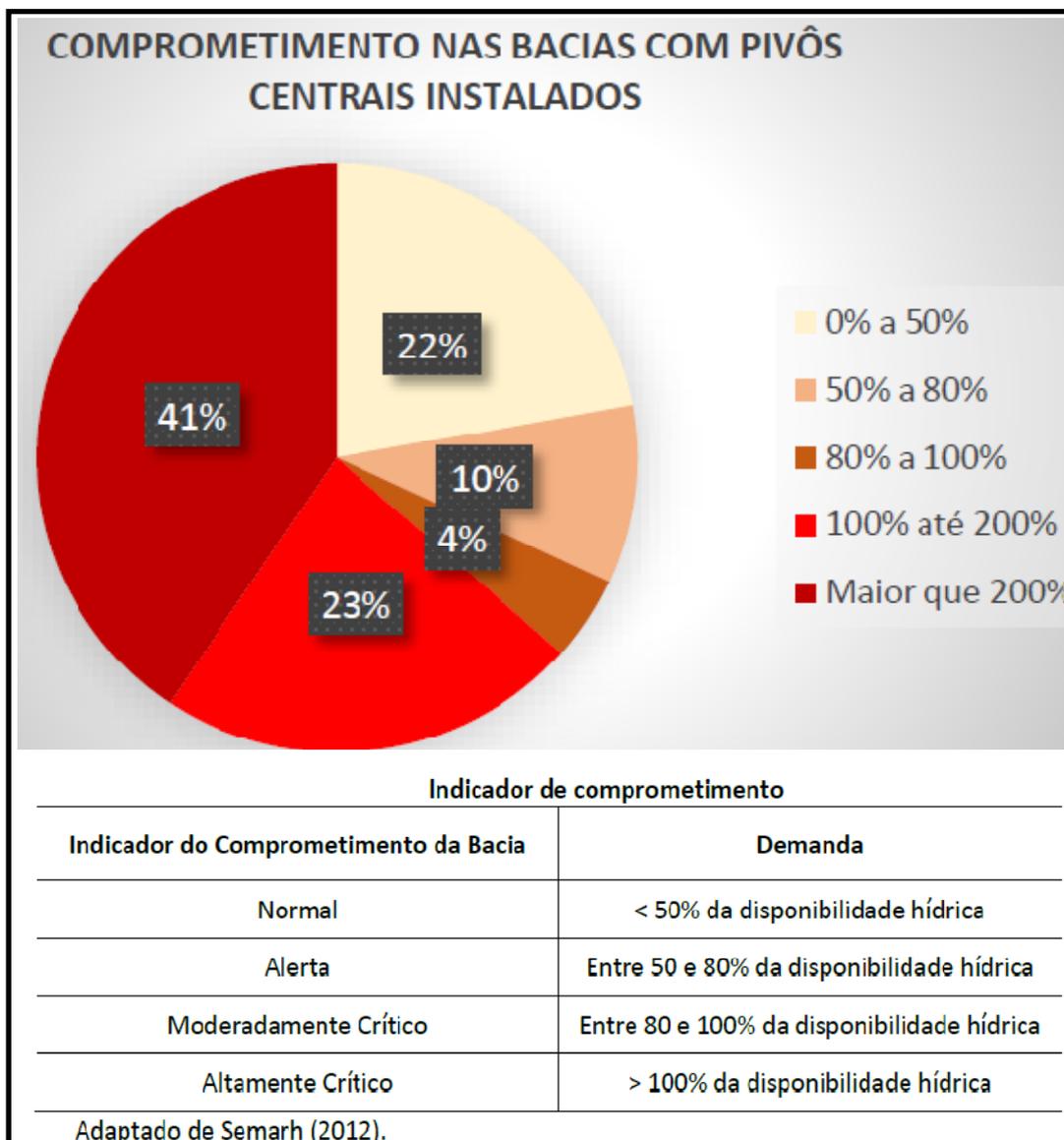


**Gráfico 1** - Distribuição do *agrohidronegócio* do pivô central por regiões de planejamento.

Em relação à espacialização do *agrohidronegócio* do pivô central por regiões de planejamento, o Gráfico 1 demonstra que o pivô central se faz presente nas dez regiões de planejamento. Todavia, 36% de todo o pivô central do Estado de Goiás concentra-se na Região do Entorno do Distrito Federal, valor que representa mais que o dobro da segunda colocada, a Região Sul Goiano com 15%. Como se pode observar, apenas essas duas regiões juntas, concentram mais da metade de todo o quantitativo de pivô central existente no território goiano.

### **Espacialização do pivô central por bacia hidrográfica de 5º ordem no estado de Goiás.**

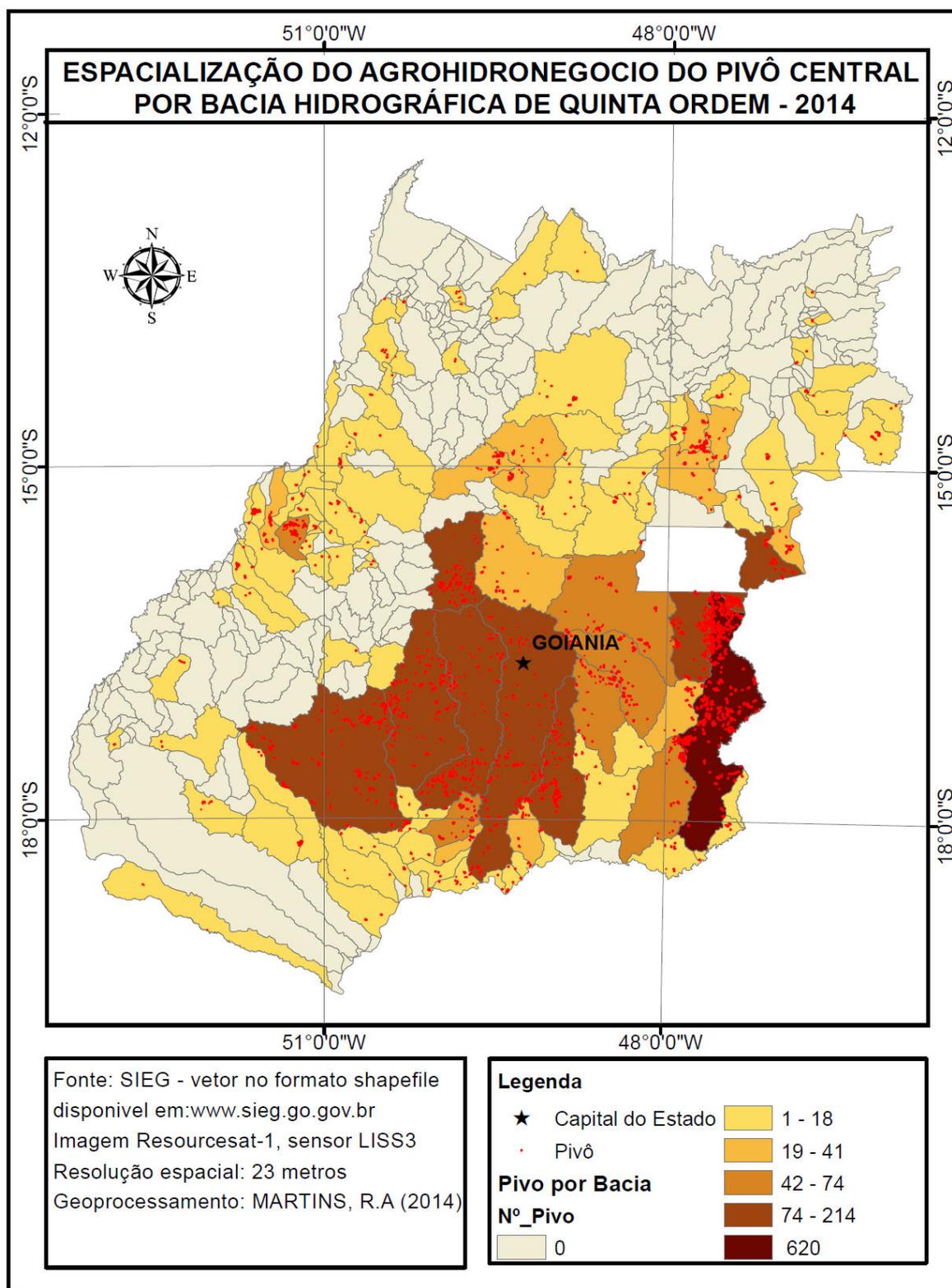
Este estudo também objetivou evidenciar como está especializado o *agrohidronegócio* do pivô central por bacias hidrográficas de quinta ordem no Estado de Goiás. Em decorrência do elevado uso, tem evidenciado grande comprometimento da disponibilidade hídrica das bacias hidrográficas goianas, como pode ser observado no Gráfico 2.



**Gráfico 2** - Distribuição do comprometimento hídrico nas bacias com pivôs centrais instalados.

De acordo com o IMB (2014) em vinte e dois por cento das bacias hidrográficas do estado de Goiás que possuem pivôs centrais instalados, o indicador de comprometimento é considerado normal. Dez por cento das bacias encontra-se em estado de alerta. Em quatro por cento das bacias goianas o comprometimento é de risco moderado. Todavia, o mais preocupante é que em sessenta e quatro por cento das bacias goianas, que existem pivôs centrais, o Indicador de Comprometimento Altamente Crítico, onde a demanda supera cem por cento da disponibilidade hídrica.

Todavia, esses dados devem ser vistos com certo cuidado, pois “este estudo considera apenas um tipo de uso da água” (IMB, 2014, p. 3) necessitando, portanto, de pesquisas mais aprofundadas que analisem as demandas e o comprometimento hídrico causado por outras classes do *agrohidronegócio*, tais como, a cana-de-açúcar e a geração de energia elétrica, que podem agravar a situação hídrica em outras bacias onde essas atividades se desenvolvem. Ressalta-se também a falta de conhecimento em relação à alteração no ciclo hidrológico, decorrente das modificações no processo de evaporação e evapotranspiração real, haja vista que, tal conhecimento é imprescindível no manejo e gestão das bacias hidrográficas (BEZERRA, *et al.* 2008).



**Figura 2** - Espacialização do *Agrohidronegócio* do pivô central por bacia hidrográfica de quinta ordem.

Segundo os dados levantados e observados na Figura 2, no Estado de Goiás existe 388 bacias hidrográfica de quinta ordem, desse total, o *agrohidronegócio* do pivô central encontra-se presente em 116 bacias. Todavia, dos 2897 pivôs centrais existentes em território

goiano, 2542 concentra-se em apenas 30 bacias de quinta ordem, como pode ser observado na Tabela 2. Sendo que a maior concentração de pivô central ocorre nas sub-bacias da bacia hidrográfica do Rio Paranaíba. Nesse contexto, a bacia hidrográfica do Rio São Marcos é a que concentra maior número de pivô em seu limite territorial, com um total de 620 unidades, seguida de longe pela bacia hidrográfica Rio Verde com um total de 214 unidades.

**Tabela 2** - Lista das 30 bacias hidrográficas com maior quantitativo de pivô central.

<b>Nome da Bacia</b>	<b>Quantitativo de pivô</b>
Bacia Hidrográfica Rio São Marcos*	620
Bacia Hidrográfica Rio Verde ou Verdão	214
Bacia hidrográfica Rio dos Bois	169
Bacia Hidrográfica Rio Turvo*	168
Bacia Hidrográfica Rio Meia Ponte	155
Bacia Hidrográfica Rio São Bartolomeu*	142
Bacia Hidrográfica Rio Uru*	127
Bacia Hidrográfica Rio Piracanjuba	123
Bacia Hidrográfica Rio Preto*	100
Bacia Hidrográfica do Rio Corumbá	65
Bacia Hidrográfica Rio Piracanjuba	63
Bacia Hidrográfica Rio do Peixe	60
Bacia Hidrográfica Rio Veríssimo*	60
Bacia Hidrográfica Ribeirão Santa Barbara	59
Bacia Hidrográfica Ribeirão Samambaia*	42
Bacia Hidrográfica Ribeirão Cachoeirinha*	40
Bacia Hidrográfica Rio Arraial Velho	37
Bacia Hidrográfica Rio São Patrício	34
Bacia Hidrográfica Rio Uru	34
Bacia Hidrográfica Ribeirão Água Limpa do Araguaia*	29
Bacia Hidrográfica Rio Urucuia	24
Bacia Hidrográfica Rio Piracanjuba	24
Bacia Hidrográfica Santa Maria	23
Bacia Hidrográfica Ribeirão das Brancas	21
Bacia Hidrográfica Ribeirão Bom Jesus	21
Bacia Hidrográfica Rio São Patrício II	20
Bacia Hidrográfica Rio do Peixe II	20
Bacia Hidrográfica Rio Paraim	16
Bacia Hidrográfica Rio dos Bois / Rio Meia Ponte	16
Bacia Hidrográfica Rio do Peixe III	16
<b>TOTAL</b>	<b>2542</b>

\* bacias hidrográficas inseridas na listagem das dez bacias hidrográficas goianas com comprometimento hídrico em situação crítica.

O IMB (2014), também mapeou as dez bacias hidrográficas que apresentam comprometimento hídrico em situação crítica (marcados na Tabela 2). Em ordem decrescentes: Bacia do Rio São Marcos, Ribeirão Cachoeirinha, Rio Bezerra, Rio Preto, Rio

do Braço/Veríssimo, Rio São Bartolomeu, Rio do Bagre/Uru, Ribeirão Samambaia, Rio Turvo. Para o IMB (2014) essas bacias hidrográficas apresentam uma demanda maior que a disponibilidade hídrica e já ultrapassaram muito sua capacidade de outorga.

O fato de muitas bacias hidrográficas de Goiás apresentarem demanda hídrica maior que a disponibilidade pode significar seríssimos problemas aos usuários dos recursos hídricos dessas bacias, tendo em vista, não somente os impactos ambientais, mas também aos impactos econômicos. A indisponibilidade hídrica afeta diretamente o poder de aproveitamento do pivô central, que em virtude da sazonalidade climática, onde no período de seca a vazão dos rios cai drasticamente, pode inviabilizar o uso dessa técnica no período mais necessitado para a prática da agricultura irrigada.

Nesse sentido, deve-se ressaltar também que, além de todos os problemas ambientais inerentes ao uso indiscriminado da água, o produtor também poderá ter prejuízos econômicos. O investimento para reduzir a dependência às intempéries climáticas, quando não é feito com planejamento amplo e verticalizado está fadado ao duplo prejuízo, um em decorrência do auto investimento feito no equipamento, que não dará o retorno no momento mais necessitado, o período de estiagem; outro em virtude da provável perda ou redução da produtividade em relação das condições climáticas adversas impossíveis de ser combatidas pela provável indisponibilidade de recurso hídrico.

Devido a essa conjuntura, essas bacias devem ter por parte do poder público muita atenção sobre a autorização para captação e para uso da água. Deve também promover uma fiscalização mais efetiva, tanto em torno dos equipamentos instalados, onde muito deles não estão devidamente regularizados, quanto a novos equipamentos que por ventura venha a ser instalados nos domínios dessas bacias.

O poder público também deverá ter mais atenção a outras áreas do território goiano, que com certeza em breve receberam varias unidades de pivô central, em decorrência da expansão rápida dessa modalidade de agronegócio. Também, deve se atentar para o fato do pivô central não ser a única modalidade do *agrohidronegócio* a se instalar e atuar em território goiano. O estudo realizado pelo IMB (2014) analisou, no estado de Goiás, apenas essa prática, faltando assim, conhecimentos sistematizados sobre a demanda na indústria canavieira, o impacto causado pelos reservatórios destinados à produção de energia elétrica e principalmente, estudos técnicos/científicos sobre o comportamento da evaporação e da evapotranspiração nesse sistema de manejo, como os realizados por Stone *et al.* (2006), Bezerra *et al.* (2008), Silva *et al.* (2011), Bezerra *et al.* (2012), dentre outros.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A prática do *agrohidronegócio* do pivô central encontra-se presente na grande maioria dos municípios e em mais de uma centena de bacias hidrográficas de 5º ordem do Estado de Goiás. No ano de 2014, em sessenta por cento dos municípios e em vinte e nove por cento das bacias goianas existem no mínimo uma unidade de pivô central. Todavia, setenta e seis por cento dos pivôs concentram-se em doze por cento dos municípios e em sete por cento das bacias concentra-se oitenta e sete por cento dos pivôs. Esses dados nos revelam que tal prática espacializa-se de forma irregular e concentra-se ainda em uma pequena parte do território goiano, principalmente na Região do Entorno do Distrito Federal e na Região Sul Goiano.

Do total das bacias hidrográficas que possuem pivô central instalado em seu perímetro, sessenta e três por cento encontram-se com demanda acima da vazão outorgável o que as colocam em uma situação de comprometimento hídrico extremamente crítico. Esses dados devem ser levados em consideração no momento da expedição de novas outorgas e de suas renovações, em virtude de futuras complicações socioeconômicas e ambientais decorrente do uso indiscriminado da água.

Assim, pode se afirmar que a nossa preocupação com o grande número de pivô central no Estado de Goiás, não se trata apenas de uma visão ambientalista exagerada, mas, também, com a questão econômica, que pode agravar outros problemas de ordem social em decorrência do decréscimo na produção de alimentos e na geração de emprego nos centros urbanos.

Apesar de esse estudo revelar-se um elemento norteador que pode subsidiar à tomada de decisão por parte dos órgãos ambientais competentes, necessário se faz realizar novos estudos, com incremento de outras variáveis do *agrohidronegócio*, que possibilitará uma melhor representação da situação hídrica atual do Estado de Goiás, com tendência de aumento das áreas críticas. Vale ressaltar que, em virtude da sazonalidade característica do clima tropical, a seca é um evento previsível e as limitações e controle impostos ao uso da água objetiva garantir o acesso democrático ao uso diverso. Assim, conhecer a espacialização da prática de irrigação por pivô central é o primeiro passo para se exercer uma fiscalização e controle eficaz que possa contribuir para uma melhoria na gestão dos recursos hídricos no Estado de Goiás.

## REFERÊNCIAS

ABDON, M. de M. *et al.* Desmatamento no bioma pantanal até o ano 2002: relações com a fitofisionomia e limites municipais. **Revista Brasileira de Cartografia**, Presidente Prudente, n. 59/01, jan. 2007. Disponível em: <<http://www.lsie.unb.br/rbc/index.php/rbc/article/view/83>>. Acesso em: 02 nov. 2014.

ANTUNES, M. C. *et al.* Ações da sudeco no desenvolvimento do centro-oeste no Estado de Goiás. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v. 31, n. 2, p. 179-191, 2011.

BARBALHO, M. G. da S. *et al.* Uso do solo e a irrigação por pivô central na superfície tabular no município de Cristalina - GO. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 6, 2006, Goiânia. **Anais...** Goiânia: [s.n.], 2006. p. 220-233.

BARBOSA, A. S. **Andarilhos da claridade**: os primeiros habitantes do Cerrado. Goiânia: Universidade Católica de Goiás, 2002. 416 p.

BERTIN, J. **Semiologia Graphique**. Paris: Mouton, 1973.

BEZERRA, B. G. *et al.* Estimativa da evapotranspiração real diária utilizando-se imagens digitais tm - landsat 5. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 23, n. 3, p. 305-317, jan. 2008. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-77862008000300005&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-77862008000300005&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Acesso em: 06 nov. 2014.

\_\_\_\_\_. Evapotranspiração e coeficiente de cultura do algodoeiro irrigado a partir de imagens de sensores orbitais. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 43, n. 1, p. 64-71, jan-mar. 2012. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1806-66902012000100008&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1806-66902012000100008&script=sci_arttext)>. Acesso em: 06 nov. 2014

BEZERRA, L. M. C.; CLEPS JÚNIOR, J. O desenvolvimento agrícola da região Centro-Oeste e as transformações no espaço agrário do estado de Goiás. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, n. 2, p. 29-49, out. 2004. Disponível em: <<http://www.ufu.br/caminhos-de-geografia.htm>>. Acesso em: 18 dez. 2005.

BRASIL. Lei n. 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br/Institucional/Legislacao/leis/lei9433.pdf>>. Acesso em: 22 fev. 2012.

COSTA, H. C. *et al.* Espacialização e sazonalidade da precipitação pluviométrica do estado de Goiás e Distrito Federal. **Revista Brasileira de Geografia Física**. v. 1, p. 87-100, jan/fev. 2012. Disponível em: <http://www.revista.ufpe.br/rbgfe/index.php/revista/article/viewArticle/291>. Acesso em: 06 nov. 2014.

CHUVIECO, E. 1990. **Fundamentos de teledetección espacial**. Madrid: Ediciones Rialp, 452 p.

DEL GROSSI, S. R. **As características regionais da natureza**. De Uberabinha a Uberlândia: os caminhos da natureza. 1991. 208 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991  
FAEG. Irrigação: 1º Anuário. Goiânia: FAEG, 2008.

FERREIRA, I. M. **O afogar das veredas**: uma análise comparativa espacial e temporal das veredas do Chapadão de Catalão (GO). 2003. 242 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2003.

FERREIRA, N. C. *et al.* An operational deforestation mapping system using MODIS data and spatial context analysis. **International Journal of Remote Sensing**, Estados Unidos, v. 28, p. 47-62, jan. 2007.

GOIÁS. Sistema Estadual de Estatística e de Informações Geográficas de Goiás: banco de dados. Disponível em: <<http://www.sieg.go.gov.br/>>. Acesso em: 16 jun. 2014.

GOMES, J. V. P; BARROS, R. F. de. A importância das Ottobacias para gestão de recursos hídricos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15, 2011, Curitiba, **Anais...** Curitiba: INPE, 2011. Disponível em: <<http://www.ufrrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads>>. Acesso em: 28 dez. 2011.

IBGE Censo demográfico de 2010: banco de dados. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 10 out. 2012.

INSTITUTO MAURO BORGES. **Comprometimento hídrico por pivôs centrais em Goiás**. Informe Técnico nº 14. 2014.

KASTURIRANGAN, K. *et al.* The Indian EO Programme-national and global drivers. **Acta Astronautica**. v. 48, mar-jun. 2001, p. 799-808.

KLEMP, S. M.; ZEILHOFER, P.; Análise preliminar da dinâmica de implantação de pivôs de irrigação central, de 1985-2005 na bacia hidrográfica do Alto rio das Mortes – MT, Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14, 2009, Natal. **Anais...** Natal: INPE, 2009. p. 4731-4738.

LANDAU, E. C. *et al.* **Concentração geográfica de pivôs centrais no Brasil**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de Pesquisa).

LATRUBESSE, E.; CARVALHO, T. M. **Geomorfologia do Estado de Goiás**. Goiânia: Superintendência de Geologia e Mineração do Estado de Goiás, 2006. 143p,

LIMA, J. O. **Indicadores ambientais aplicados na avaliação da qualidade ambiental município de Morrinhos – Goiás**. 2002. 90 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2002.

LONGLEY, P. A. *et al.* **Geographic information systems and science**. New York: John Wiley and Sons, 2005. 514 p.

MARCUZZO, F. Chuvas no estado de Goiás: análise histórica e tendência futura. **Acta Geográfica**, Boa Vista, v. 6, n. 12, p. 125-137, mai./ago. de 2012.. Disponível em: <<http://revista.ufrj.br/index.php/actageo/article/view/702>>. Acesso em: 06 nov. 2014.

Revista Eletrônica Geoaraguaia. Barra do Garças-MT. V 4, n.2, p 221 - 245. Julho/Dezembro. 2014.

- MARTINELLI, M. **Curso de Cartografia Temática**. São Paulo: Contexto, 1991.
- MATOS, P. F.; PESSÔA, V. L. S. O agronegócio no cerrado do sudeste goiano: uma leitura sobre Campo Alegre de Goiás, Catalão e Ipameri. **Sociedade e Natureza**, Uberlândia, a. 24 n. 1, p. 37-50, jan./abr. 2012.
- MELO, J. L. P; SILVA, L. D. B. da. **Irrigação**. Rio de Janeiro: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 2007.
- MENDONÇA, M. R. Complexidade do espaço agrário brasileiro: O agrohídronegócio e as (re)existências dos povos Cerradeiros. **Terra Livre**, São Paulo, a. 26, v. 1, n. 34, p. 189-202, jan./jun. 2010.
- NASCIMENTO, M. A. S. do. Geomorfologia do Estado de Goiás. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 12, p. 1-22, jan./dez. 1992.
- OLIVEIRA, G. G.; SALDANHA, D. L.; GUASSELLI, L. A. Espacialização e Análise das Inundações na Bacia Hidrográfica do Rio Cai/Rs. **Revista Geociência**, São Paulo, v. 29, n. 3, p. 413-427, 2010.
- OLITTA, A. F. L. **Métodos de irrigação**. Brasília: Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior, 1987. 108 p.
- \_\_\_\_\_. *et al.* Irrigação em áreas de Cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO. CERRADO: USO E MANEJO. Brasília: Edi terra, 1980, p. 751-761.
- PFAFSTETTER, O. **Classificação de bacias hidrográficas: metodologia de codificação**. Rio de Janeiro: DNOS, 1989.
- RAO, K. M. L ; JAYASREE, K. Crime mapping using GIS. **Forensic Science International**, v. 136, p. 11-11, 2003.
- RICHARDS, J. A. **Remote sensing digital image analysis: an introduction**. Berlim: Springer – Verlag, 1986. 281 p.
- RUBERT, O. G. A. V. **Codificação automática de regiões hidrográficas utilizando sistemas de informação geográfica**. Viçosa: UFV, 2000.
- SANTOS, K. R. dos; ROMÃO, P. A. Espacialização de Inundações em Goiânia (Go) (2004-2007). **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v. 30, n. 2, p. 81-97, jul./dez. 2010.
- SCHMIDT, W. *et al.* Distribuição espacial de pivôs centrais no Brasil: Região Sudeste. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 8, n. 2/3, p. 330-333, 2004.
- SILVA, E. B. da.; FERREIRA Jr. Taxas de desmatamento e produção agropecuária em Goiás - 2003 a 2007. **Revista Mercator**, v. 9, n. 18, p. 121-134, jan./abr. 2010.
- SILVA, A. C. da. *et al.* Evapotranspiração e coeficiente de cultura do cafeeiro irrigado por pivô central. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 15, n. 12, p. 1215–  
Revista Eletrônica Geoaraguaia. Barra do Garças-MT. V 4, n.2, p 221 - 245. Julho/Dezembro. 2014.

1221, set. 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v15n12/a01v15n12.pdf>>. Acesso em: 06 nov. 2014.

SILVA, F. A. M. da. *et al.* Variação Espaço-temporal da disponibilidade hídrica climática no estado de Goiás. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 33, n. 5, p. 605-612. maio 1998. Disponível em: <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/viewFile/4897/7004>. Acesso em: 06 nov. 2014.

SOUZA, L. H. de F.; SANTOS, M. A. F.; ROSA, R. Mapeamento de homicídios em Uberlândia/MG entre 1999 e 2002 utilizando o software Arcview. **Caminhos da Geografia**, n. 14, p. 27-45, fev. 2005.

STONE, L. F. *et al.* Evapotranspiração do feijoeiro irrigado em plantio direto sobre diferentes palhadas de culturas de cobertura. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 41, n. 4, p. 577-582, abr. 2006. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-204X2006000400005&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-204X2006000400005&script=sci_arttext)>. Acesso em: 06 nov. 2014.

STRAHLER, A. N. Hypsometric (area-altitude) analysis and erosional topography. **Geological Society of America Bulletin**, v. 63, p. 1117-1142, 1952.

TESTEZLAF, R. Avaliação de sistemas de irrigação. In: MATSURA, E. E. (Org.). **Aplicações modernas das técnicas de irrigação e seus impactos sobre os recursos naturais**. Brasília: ABEAS, 1998.

THOMAZ JUNIOR, A. *et al.* Territorial disputes, labour relations and environmental health in *agrohidronegócio* sugarcane in the Portal Paranapanema (SP). **Scripta Nova-revista Electronica de Geografia y Ciencias Sociales**, Barcelona, v. 16, n. 418, nov. 2012.

THOMAZ JUNIOR, A. O agrohidronegócio no centro das disputas territoriais e de classe no Brasil do século XXI. **Campo território: revista de geografia agrária**, v. 5, n. 10, p. 92-122, ago. 2010.

VERNIER, J. **O meio ambiente**. Tradução de Marina Appenzeller. 5. ed. São Paulo: Papirus, 2002.

Recebido para publicação em 31/10/2014  
Aceito para publicação em 10/11/2014