

# Análise geoespacial dos usos da água e os conflitos potenciais na microrregião de Ceres (Goiás)

*Geospatial analysis of water uses and potential conflicts in  
the microregion of Ceres (Goiás)*

Cristiane Gomes Barreto<sup>a</sup>

Renato Arthur Franco Rodrigues<sup>b</sup>

José Augusto Leitão Drummond<sup>c</sup>

<sup>a</sup>*Doutora em Desenvolvimento Sustentável, professora adjunta do Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil.  
End. Eletrônico: crisgbarreto@gmail.com*

<sup>b</sup>*Mestrando do Programa de Pós-graduação do Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil.  
End. Eletrônico: renatoarthur@gmail.com*

<sup>c</sup>*Doutor em Recursos da Terra, professor associado IV do Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil.  
End. Eletrônico: jaldrummond@uol.com.br*

doi:10.18472/SustDeb.v10n3.2019.24406

Received: 30/04/2019

Accepted: 25/09/2019

ARTICLE- DOSSIER

## RESUMO

Os conflitos pela água vêm se ampliando em todo o mundo, especialmente em áreas que experimentam rápidas transformações no uso e ocupação do solo. A microrregião de Ceres (Goiás) passou por um acelerado processo de agroindustrialização canavieira nos últimos anos e, com isso, percebem-se problemas de escassez hídrica. Este trabalho contribui para a compreensão dos potenciais conflitos socioambientais pelos recursos hídricos na microrregião de Ceres (Goiás) a partir da avaliação das formas, intensidade e distribuição espacial do consumo de água em diferentes bacias da microrregião. Foram analisados dados de demandas hídricas, balanço hídrico, produção sucroalcooleira, irrigação e outros a partir de ferramentas geoestatísticas. Os resultados apontam para o forte impacto da cultura canavieira sobre o consumo hídrico, embora essa atividade não esteja correlacionada com o déficit hídrico na maior parte das bacias, o que sugere que esta não seja, isoladamente, a atividade responsável por situações de escassez hídrica ou conflitos relacionados ao desabastecimento.

Palavras-chave: Conflitos Socioambientais. Recursos Hídricos. Análise Geoespacial. Microrregião de Ceres.

## ABSTRACT

*Conflicts related to water have been expanding around the world, especially in areas which experience rapid changes in land use and occupation. The Ceres microregion (Goiás) has passed by an accelerated process of sugar cane agroindustrialization in recent years and water scarcity problems has been perceived. This work contributes to understand potential environmental conflicts related to water resources in Ceres microregion by the evaluation of the ways, intensity and spatial distribution of water consumption in different basins of the microregion. It was analyzed secondary data from water demands, sugar and alcohol production, irrigation and others from geostatistical tools. The results suggest that sugar cane crops have a strong impact over water consumption, although this activity is not related to the water deficit in most of the basins, what suggests it is not, alone, responsible for situations of water scarcity or conflicts associated to shortages.*

*Keywords: Socio-environmental Conflicts. Water Resources. Geospatial Analysis. Ceres Microregion.*

## 1 INTRODUÇÃO

O consumo da água no Cerrado para a irrigação das culturas agrícolas tem contribuído para o incremento da produtividade dessa região ao passo que também a coloca em risco de escassez hídrica (CAMPOS FILHO, 2010). Essa redução na disponibilidade de água pode funcionar como um propulsor de conflitos ao ameaçar os seus usos múltiplos (GALVÃO; BERMANN, 2015).

O conflito surge da disputa entre dois ou mais grupos com interesses divergentes e o conflito ambiental tem ainda outra característica intrínseca: a disputa por um ou mais recursos naturais (LITTLE, 2001; NASCIMENTO, 2001). Nesse sentido, um dos principais recursos naturais em embate é a água, e os conflitos pelo uso desse recurso vêm se ampliando em todo o mundo, culminando inclusive em diversas tensões geopolíticas. Segundo Porto e Milanez (2009), os conflitos socioambientais tendem a se intensificar nos países que exportam commodities, como o Brasil.

Segundo relatório da Comissão Pastoral da Terra (CPT), entre 2011 e 2016, os conflitos pela água cresceram 150% neste País (CPT, 2019). Em 2009, os conflitos em torno da água no Brasil ocorriam principalmente em função do uso inadequado do recurso pelas hidrelétricas e atingiu 40.335 famílias. Em 2018, esse número aumentou para 73.693 famílias por diversas razões, desde a apropriação particular do recurso por comunidades até a poluição por mineradoras (CPT, 2019).

A agroindustrialização propiciou a incorporação e a transformação de recursos (terra e água) de vastas áreas de Cerrado, que eram pouco aproveitadas para a agricultura comercial. Dessa maneira, autores como Mendonça (2015) asseveram que outras regiões que passaram por transformações similares experimentaram conflitos em torno da exploração e usos da terra e da água.

A microrregião de Ceres, localizada no centro do estado de Goiás, se destaca por enfrentar uma rápida mudança no uso do solo nos últimos 15 anos (BARBALHO et al., 2015; DELLA GIUSTINA et al., 2018; DUTRA et al., 2013; FERREIRA, 2016). Normalmente essa transformação ocorre, no Cerrado, acompanhada pela intensificação no uso da água, em especial para a produção agrícola (CAMPOS FILHO, 2010). Alguns estudos atribuem à cultura canavieira a construção de novas paisagens, dinâmicas sociais e conflitos, especialmente no que se refere ao uso da água, na microrregião de Ceres (BARBALHO et al., 2015; BRITO et al., 2015; FERREIRA, 2016). A produção de cana-de-açúcar se iniciou nessa microrregião a partir de 1968, com a instalação da destilaria da Sociedade Açucareira Monteiro de Barros em Goianésia e se expandiu com o incentivo do Programa Nacional do Alcool (Proálcool) na década de 1970. Depois de algumas crises enfrentadas pelo setor, o Plano Nacional da Agroenergia no Brasil (2006 – 2011) deu um novo incentivo à produção canavieira, levando a um aumento significativo dessa atividade na microrregião de Ceres (BRITO et al., 2015; OLIVEIRA Jr. et al., 2013).

Paralelamente ao crescimento canavieiro na microrregião, alguns municípios têm enfrentado problemas de escassez hídrica. A Empresa de Saneamento de Goiás S/A – Saneago listou quatro cidades da microrregião entre aquelas com maior risco de desabastecimento hídrico no estado de Goiás para os próximos anos (SANEAGO, 2018). São diversas as queixas sobre a falta de água em áreas urbanas nos veículos de comunicação das cidades da microrregião. Os conflitos em torno da água nessa região se materializam pelas denúncias e reclamações recebidas pela Agência Goiana de Regulação, Controle e Fiscalização de Serviços Públicos (AGR) e pelos diversos autos de notificação e infração, embargos e outros atos emitidos pelo Ministério Público de Goiás (MPGO) e pela Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Desenvolvimento (Semad) (MARTINS, 2017; PERES, 2017). Boa parte desses atos recaem sobre o setor canavieiro que, na percepção popular, suportada por alguns estudos, atribuem à irrigação da cultura canvieira o maior uso da água na região e a consequente geração de conflitos socioambientais (CASTRO, 2010; DUTRA, 2013; FERREIRA, 2016).

Por outro lado, observa-se que a pecuária é a atividade que domina a paisagem rural da microrregião de Ceres e que a atividade industrial tem um papel muito importante na sua economia (OLIVEIRA Jr., 2013), o que é ignorado nos estudos de demanda hídrica para a região (SILVA, 2008). Além disso, as demandas e o balanço hídrico são muito variáveis entre as bacias (LIMA, 2011), o que nos leva à necessidade de conhecer em detalhe as características de uso das bacias para propiciar decisões mais acertadas na regulação dos usos concorrentes da água e evitar, minimizar ou solucionar situações de conflito em torno do seu uso.

Esta pesquisa pretende contribuir para uma melhor compreensão dos usos concorrentes da água e a sua relação com conflitos socioambientais na microrregião de Ceres (GO). O objetivo é avaliar a intensidade de consumo de água em diferentes bacias da microrregião de Ceres e, a partir disso, estimar quais municípios passam por riscos potenciais de disputas em torno do uso dos recursos hídricos, considerando as diferentes atividades e setores econômicos. E, com isso, sugerir meios de avaliar riscos de conflitos a partir de informações geoespaciais sobre o consumo da água.

## **2 MÉTODOS**

A região de estudo da microrregião de Ceres é composta por 22 municípios: Barro Alto, Carmo de Rio Verde, Ceres, Goianésia, Guaraíta, Guarinos, Hidrolina, Ipiranga de Goiás, Itapaci, Itapuranga, Morro Agudo de Goiás, Nova América, Nova Glória, Pilar de Goiás, Rialma, Rianápolis, Rubiataba, Santa Isabel, Santa Rita do Novo Destino, São Luiz do Norte, São Patrício e Uruana. Esse território tem uma área de 1.316.283 ha e uma população estimada de 249.632 em 2018 (IMB, 2019). Em comparação com o Brasil e Goiás, a microrregião possui considerável concentração do PIB na Indústria e na Agropecuária (OLIVEIRA Jr. et al., 2013).

Foram avaliadas as demandas hídricas estimadas pelo Sistema Nacional de Informações em Recursos Hídricos (Snirh), em conjunto com dados espaciais de produção sucroalcooleira provenientes do projeto CanaSat, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) e do Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento (Lapig).

Os usos consuntivos contemplados nos documentos de planejamento do Snirh aqui analisados, são: urbano, rural, industrial, irrigação, criação de animais e outros, o que inclui uso em termelétricas e mineração. Vale ressaltar que não há informações relevantes sobre conflitos registrados para a microrregião compiladas pela Comissão Pastoral da Terra, que reúne o principal banco de dados a respeito de conflitos no País. Foram utilizados dados de produção, estabelecimentos e efetivos do Instituto Mauro Borges (IMB), o Censo Agropecuário de 2017, o Censo Demográfico de 2010, entre outros. Com relação às informações de embargos, autos de infração, autos de notificação e similares, foram consultados a Agência Goiana de Regulação, Controle e Fiscalização de Serviços Públicos (AGR), o Ministério Público de Goiás e a Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Desenvolvimento de Goiás (Semad).

As demandas hídricas estimadas pelo Snirh foram feitas com base nas outorgas de uso dos recursos hídricos estaduais e federais emitidas para as atividades industriais até julho de 2014. A demanda animal foi calculada com base nos tamanhos dos rebanhos por município para o ano de 2013, conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); a demanda humana considerou dados da estimativa populacional municipal do IBGE para o ano de 2013; e a demanda para irrigação foi calculada para o ano-base de 2014 utilizando dados dos planos de recursos hídricos, da Agência Nacional de Águas (ANA) e do levantamento de pivôs por imagem de satélite, além de taxas anuais de crescimento da área irrigada.

Os *shapefiles* das demandas totais e setoriais foram obtidos no banco de dados do Snirh em setembro de 2018. A sobreposição dos dados espaciais permitiu avaliar os padrões da distribuição dos cultivos e da intensidade da vazão de água extraída nas ottobacias (unidades hidrográficas que compõem uma bacia hidrográfica).

Para as análises de regressão, foram utilizadas as ferramentas *Geographically Weighted Regression* e *Exploratory Regression* do Esri ArcMap 10.6.1.9270, que usa regressão linear para modelar relações espacialmente variáveis. Nesta pesquisa foram avaliadas as relações entre a vazão de demanda de retirada de água para irrigação (variável dependente) com a área dos pivôs centrais (variável explicativa) e, também, o balanço hídrico (variável dependente) com as vazões de retirada (variáveis explicativas). Os níveis de significância adotados foram de  $p < 0,01$ .

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A população da microrregião de Ceres é predominantemente urbana, com 83,3% das pessoas vivendo em área urbana e 16,7% em área rural (IBGE, 2018). No último decênio (2008 a 2018), o crescimento médio anual da população da microrregião de Ceres foi de 0,46%, abaixo dos dados observados para o estado de Goiás (1,90%). A microrregião vem apresentando uma tendência de queda na sua taxa de crescimento populacional desde o ano de 2013 (IMB, 2019).

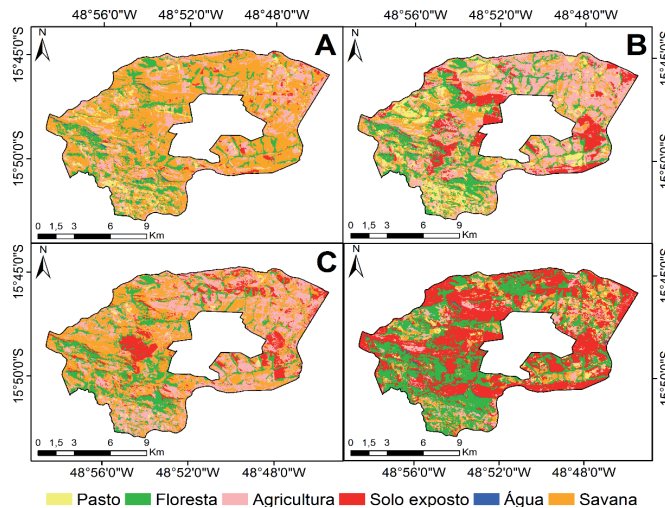
Em 2017, existiam 11.862 estabelecimentos agropecuários, ocupando 1.069.457 ha, 81,24% da área da microrregião. A paisagem rural é dominada por pastagens, predominantemente plantadas, seguidas por vegetação nativa e lavouras (Tabela 1).

**Tabela 1** | Classes de uso do solo dos estabelecimentos agropecuários, por área, em hectares e percentual, na microrregião de Ceres, no estado de Goiás.

Uso do solo	área	
	Hectares	Percentual
PASTAGENS	661.759	61,88%
VEGETAÇÃO NATIVA	192.868	18,03%
LAVOURAS TEMPORÁRIAS	156.814	14,66%
LAVOURAS PERMANENTES	19.077	1,78%
OUTROS	38.939	3,64%
TOTAL	1.069.457	100%

Fonte: IBGE (2018).

Embora as lavouras temporárias (predominantemente cana-de-açúcar, soja e milho) representem menos de 15% da paisagem rural da microrregião, elas têm aumentado expressivamente nos últimos dez anos. A área cultivada com cana-de-açúcar na microrregião passou de 84.006 hectares (ha) em 2007 para 101.340 ha em 2017, o que representou um aumento de 21% (Figura 1). A soja passou a ocupar 20.970 ha em 2017, depois de aumentar a sua área cultivada em 123% em dez anos (IMB, 2019). Junto com os cultivos de milho, com 10.850 ha, e as extensas pastagens, com 661.759 ha, essas culturas dominavam a paisagem rural da microrregião em 2017 (IBGE, 2018).

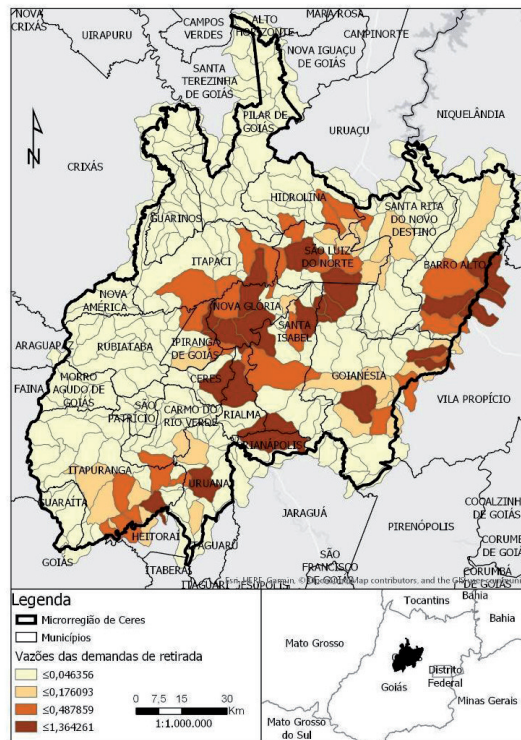


**Figura 1 |** Evolução anual, de 2000 a 2017, na área plantada de cana-de-açúcar, milho e soja, em hectares, na microrregião de Ceres, no estado de Goiás.

Fonte: IMB (2019).

O plantio de cana aumentou 63% em área de 2006 a 2017, enquanto a soja ampliou a sua área plantada em 84% no mesmo período. Ainda assim, a representatividade da cana (65%) é superior à das outras culturas temporárias na microrregião de Ceres (IBGE, 2018). Por outro lado, a cultura canieira demonstrou uma tendência de expansão até o ano de 2011, a partir de quando se estabilizou na faixa dos 105 mil ha plantados, ao passo que a soja continua ampliando a sua participação na área plantada da região.

No que se refere às características espaciais dos usos da água, avaliamos a intensidade das vazões de retirada de água na microrregião estudada. Os dados encontram-se apresentados por ottobacias, que são as unidades mínimas de planejamento hidrográfico no País. A Figura 2 mostra a intensidade das vazões de retirada para as 309 ottobacias da microrregião de Ceres.



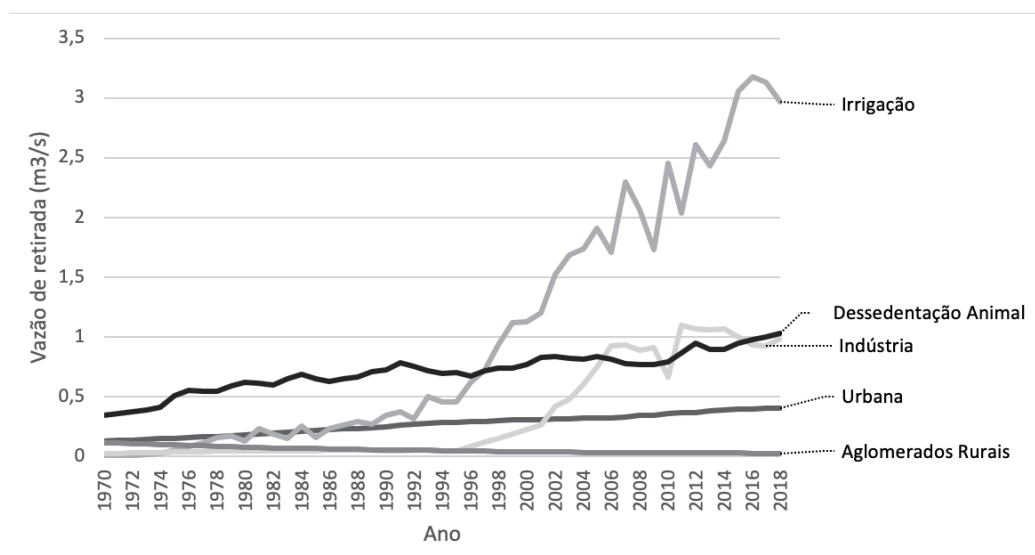
**Figura 2 |** Intensidade das vazões de retirada de água na microrregião de Ceres, Goiás.

Fonte: Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH, 2019).

Os consumos variam de 0,00033 a 1,36 m<sup>3</sup>/s por bacia. As bacias com os usos mais intensivos, com base no valor da vazão de retirada total, se distribuem especialmente pelos municípios de Barro Alto, Nova Glória, São Luiz do Norte, Santa Isabel, Goianésia, Ceres, Rialma, Rianópolis e Uruana. A maior parte das bacias que sofrem pressão intensa de uso associa-se à região hidrográfica do Rio das Almas (64993 – Foz Rio S. Patrício / Rio do Peixe; 64995 – Foz Rio do Peixe / Rio Verde), o leste da bacia hidrográfica do Rio S. Patrício e do Rio dos Patos, a leste da microrregião.

Até março de 2019, estavam vigentes 91 outorgas emitidas pelo estado de Goiás para a microrregião de Ceres (SNIRH, 2019). Elas autorizam a retirada de até 4,46 m<sup>3</sup>/s de água a partir de corpos hídricos subterrâneos e superficiais. Desse total, 65 foram concedidos para a irrigação (3,22 m<sup>3</sup>/s); 12 para o abastecimento urbano ou rural (0,69 m<sup>3</sup>/s); 11 para indústrias (0,51 m<sup>3</sup>/s) e o restante se destina à aquicultura e outros usos. Esses valores representam, em termos de vazão, 72,19% para a irrigação, 15,47% para o abastecimento urbano ou rural; 11,46% para indústrias e 0,88% para outros usos.

Contudo, essa realidade é muito variável e algumas bacias estão bem mais sobrecarregadas do que outras, com diferentes demandas. Os dados de demanda hídrica entre 1970 e 2018, baseados na vazão de retirada para diferentes usos, também variaram muito ao longo do tempo (Figura 3).



**Figura 3** | Principais demandas hídricas setoriais na microrregião de Ceres, no estado de Goiás, entre os anos de 1970 e 2018, medidas em vazões de retirada de água por m<sup>3</sup>/s.

Fonte: ANA (2019).

A retirada de água para os aglomerados rurais diminuiu em termos absolutos, mas sem apresentar uma variação expressiva ao longo de quase 50 anos. Por outro lado, nas áreas urbanas, observa-se um crescimento quase contínuo. Isso pode ser explicado pela mudança no perfil de domicílio da população da região, cuja população urbana da microrregião aumentou de 50% em 1980 para 67% em 1991, 78% em 2000 e agora está em 83% (IBGE, 2010).

Em meados dos anos 1990, observa-se um aumento marcante do consumo nas indústrias, que alcançou um patamar mais ou menos estável a partir do ano de 2006. Esse aumento pode ser atribuído ao incremento do setor sucroalcooleiro na região (FERREIRA, 2016). A maior parte desse consumo atualmente está ligada às usinas canavieiras (70%), bem como à indústria de carne e laticínios (19%), à mineração (6%) e às outras indústrias (5%) (SNIRH, 2018).

O patamar de consumo da indústria concorre, em números absolutos, com as vazões destinadas à dessedentação animal, que cresceu moderada e continuamente no período analisado. Nesse período, o rebanho bovino oscilou entre 960 mil e 1,2 milhão de cabeças (IMB, 2019).

Contudo, a retirada de água para irrigação, que era equivalente àquela destinada às áreas urbanas entre o final dos anos 1970 e o início dos anos 1990, mostrou uma tendência de crescimento expressivo a partir de 1995, com algumas oscilações entre os anos de 2005 e 2013. Nesse período, de alta instabilidade financeira no País, a área plantada de cana-de-açúcar oscilou bastante, até que voltou a crescer em 2015, e mostra uma leve queda atualmente (FERREIRA, 2016).

Para uma análise espacial exploratória relativa aos tipos de uso e à intensidade de demanda total, foram calculados os coeficientes de correlação dos valores de vazão setoriais em relação à demanda total. O único setor que apresentou correlação significativa ( $r = 0,997$ ,  $n = 309$ ) foi o de irrigação, o que pode sugerir que é nas bacias, onde há maior presença de irrigação, que há uma maior demanda total pela água. Os outros usos apresentaram valores pouco expressivos de correlação, variando de  $r = 0,137$  para a vazão rural,  $r = 0,210$  para a industrial,  $r = 0,149$  para a urbana e  $r = 0,11$  para animais. A área da bacia também foi analisada e não mostrou correlação significativa com a demanda total ( $r = 0,26$ ,  $n = 309$ ).

Entre as bacias que têm as dez maiores demandas, os usos são predominantemente voltados para a irrigação, variando em uma faixa de 97,98% a 99,82% da destinação dos usos, exceto pela ottobacia 6482311, localizada no município de Barro Alto, e na bacia do Rio dos Patos, cuja demanda é dividida entre irrigação (73,21%) e uso industrial (26,44%), sendo este último notadamente destinado para indústrias da mineração (Tabela 2).

**Tabela 2 |** Dados de vazão e percentual da contribuição das dez maiores demandas totais de uso consuntivo da água, por demandas setoriais, por ottobacia e municípios, na microrregião de Ceres, estado de Goiás.

Ottobacia	Municípios	Total (m3/s)	Urbana	Irrigação	Rural	Animal	Industrial
64951	Nova Glória, Rialma e Ipiranga de Goiás	1,36426076	1,04%	98,79%	0,01%	0,15%	-
648251	Goianésia	1,32136693	-	99,95%	0,00%	0,05%	-
649912	Rianápolis, Rialma e Santa Isabel	0,95211993	1,02%	97,98%	0,05%	0,96%	-
648213	Barro Alto	0,91348924	-	99,83%	0,01%	0,16%	-
6482311	Barro Alto	0,83970716	-	73,21%	0,01%	0,34%	26,44%
6491783	Goianésia	0,75678463	-	99,82%	0,00%	0,17%	-
649252	Nova Glória e Ipiranga de Goiás	0,71752573	-	99,73%	0,02%	0,25%	-
649172	São Luiz do Norte	0,71642803	0,87%	98,82%	0,01%	0,29%	-
649837	Itapuranga	0,7081769	-	99,55%	0,01%	0,44%	-
649832	Uruana	0,6348115	-	99,11%	0,06%	0,83%	-

Fonte: SNIRH (2018).

Nas dez bacias com o uso mais intensivo, a vazão no uso da água para os setores urbano e rural, bem como para usos animais (pecuária), dificilmente ultrapassa 1% da demanda total. É o caso da ottobacia 64951, que abastece a sede municipal de Nova Glória; e da ottobacia 649912, que abastece a sede de Rianápolis. Algumas ottobacias abastecem duas ou mais sedes municipais, como é o caso da 64955, que abastece Rialma e Ceres, com uma destinação de 13,32% da sua vazão total (0,0979 m3/s) para o uso urbano.

Mesmo com um uso total de água menos intensivo em relação a outras bacias, o abastecimento urbano concorre com a irrigação e a indústria em algumas bacias, podendo gerar maior conflito nas épocas de escassez. São os casos das bacias 6482643 (retirada total = 0,5454 m3/s; sendo 17% urbano, 79%

industrial e 4% outros), 6482642 (retirada total = 0,0806 m<sup>3</sup>/s; sendo 17% urbano, 81% industrial e 2% outros), 649423 (retirada total = 0,0593 m<sup>3</sup>/s; sendo 15% urbano, 71% industrial e 14% outros), 649523 (retirada total = 0,0354 m<sup>3</sup>/s; sendo 11% urbano, 64% irrigação e 25% outros) que abastecem as sedes municipais de Goianésia e Ipiranga de Goiás, sendo que estas foram classificadas pela Companhia de Saneamento de Goiás S/A entre as cidades com maior risco de desabastecimento hídrico no estado de Goiás para os próximos anos (SANEAGO, 2018).

Um caso excepcional de proporção na vazão urbana é o município de Hidrolina, na região do vale do Rio São Patrício. Essa proporção corresponde a 60,42% da vazão total. Isso se explica pela baixa participação do setor agrícola e industrial na economia do município, baseada no comércio e na pecuária, cuja contribuição para o uso consuntivo da água chega a 38,59%. Mesmo que comparado aos demais esse município não tenha um uso intensivo de água, Hidrolina está entre as cidades com maior risco de desabastecimento hídrico no estado de Goiás (SANEAGO, 2018).

Apenas as ottobacias 694963, localizada no oeste do município de Guarinos, na bacia hidrográfica do Rio Caiamar; e 69487, ao norte do município de Pilar de Goiás, na bacia hidrográfica do Rio Formiga, dedicam uma proporção expressiva para a atividade industrial, chegando a 95,78% e 78,96% da demanda total, respectivamente. Apesar disso, ambas as bacias têm vazões baixas de retirada total (0,046 m<sup>3</sup>/s e 0,036 m<sup>3</sup>/s, respectivamente) em relação aos demais municípios, o que não configura um cenário de potencial disputa pelos recursos hídricos.

Fica demonstrado, a partir da análise de correlação, que a atividade de irrigação é responsável por uma demanda consuntiva significativamente maior do que os outros usos. Isso significa que ela impacta a demanda total de forma mais expressiva em relação às outras atividades, elevando a retirada total de água na bacia. Como observado na Tabela 2, a maior parte dessas bacias é preferencialmente dedicada à irrigação, sem oferecer concorrência com outros usos e, assim, potencializar conflitos entre os setores abastecidos.

A fim de compreender melhor as informações relativas às demandas hídricas da irrigação, verificamos também quais os meios de irrigação utilizados e quais as culturas que mais demandam irrigação.

Além de ser a cultura dominante na paisagem da região, a cana-de-açúcar é a que mais demanda irrigação. A necessidade hídrica da cana-de-açúcar está em torno de 1.780 mm/ciclo, podendo variar entre 1000 e 2000 mm/ciclo, sendo considerada uma cultura altamente exigente em água. A soja, segunda maior cultura plantada na microrregião, tem uma demanda hídrica entre 450 e 850 mm e o milho tem uma exigência que pode variar de 380 a 550 mm (CARVALHO et al., 2013). Outra informação que corrobora a pressão da cana-de-açúcar sobre a demanda hídrica é que, do total de 60.486 ha irrigados na microrregião, 81,38% se destinam apenas a essa cultura (SNIRH, 2018). Por outro lado, o estudo de Silva et al. (2008) atribuiu à microrregião de Ceres uma baixa demanda específica de irrigação para a cultura canavieira.

No que se refere ao uso dos pivôs nos diferentes cultivos agrícolas da microrregião, estudos anteriores (CASTRO, 2010; DUTRA, 2013; FERREIRA, 2016) indicam que boa parte deles se destina à cultura canavieira e que, além disso, essa cultura seria uma das principais ameaças geradoras de conflitos socioambientais em relação ao uso da água na região.

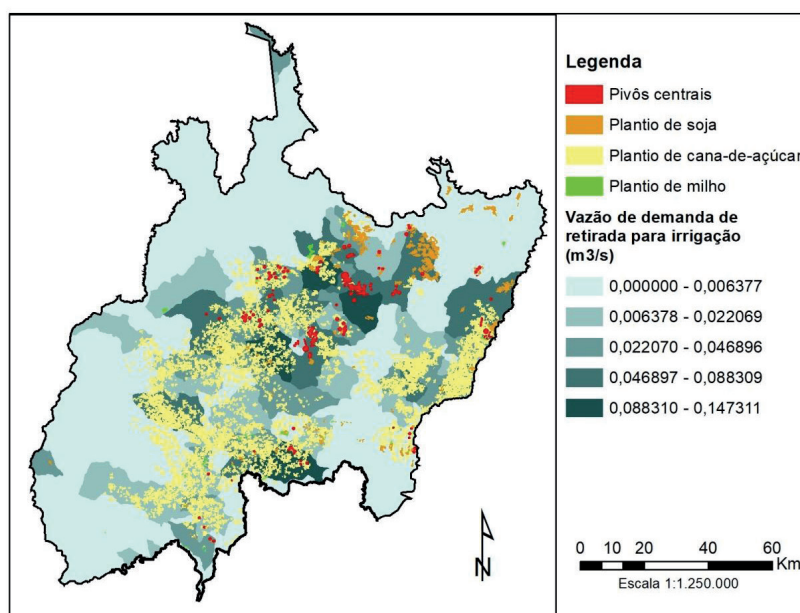
Verificamos que, das 106 ottobacias que têm usos destinados à irrigação, 48 (45%) abastecem 238 pivôs, que irrigam uma área total de 10.446 ha, cerca de 0,8% da área da microrregião (ANA; EMBRAPA, 2019). A partir de um mapa de densidade gerado pelo ponto centroe de dos pivôs, verificamos que não há sobreposição das áreas com mais pivôs e das bacias com maior intensidade de uso. Há bacias cuja água é intensivamente usada sem que existam pivôs, como é o caso das ottobacias 649252 (demanda total = 0,71 m<sup>3</sup>/s), 64951 (1,36 m<sup>3</sup>/s), 648213 (0,91 m<sup>3</sup>/s)



e 649837 (0,70 m<sup>3</sup>/s). Outras bacias, como a 649145 (demanda total = 0,10 m<sup>3</sup>/s), 6491711 (0,07 m<sup>3</sup>/s) e 649141 (0,04 m<sup>3</sup>/s), têm muitos pivôs que, ainda assim, não resultam em demandas intensivas de água.

Adicionalmente, ao analisar a relação entre os pivôs centrais e as vazões de retirada para irrigação, obtivemos um  $r^2 = 0,3828$ , o que mostra que não há correlação significativa entre as variáveis. Dessa forma, é possível inferir que os pivôs centrais, presentes em 8,2% (n = 49) dos estabelecimentos agropecuários com uso de irrigação na microrregião, não são os principais vetores para a alta demanda hídrica. Isso mostra que nem todo o uso intensivo da água em irrigação é destinado para os pivôs centrais, o que corrobora os dados de Pereira Jr. (2017), que afirma que os pivôs não são um fator de grande pressão sobre as captações.

Essas informações sugerem que outros métodos de irrigação e outras culturas irrigadas também podem ser responsáveis pela maior pressão na demanda hídrica na região. Fizemos uma análise visual a partir da sobreposição da distribuição das três principais lavouras temporárias da microrregião com as ottobacias mais intensivamente utilizadas para a irrigação (Figura 4).

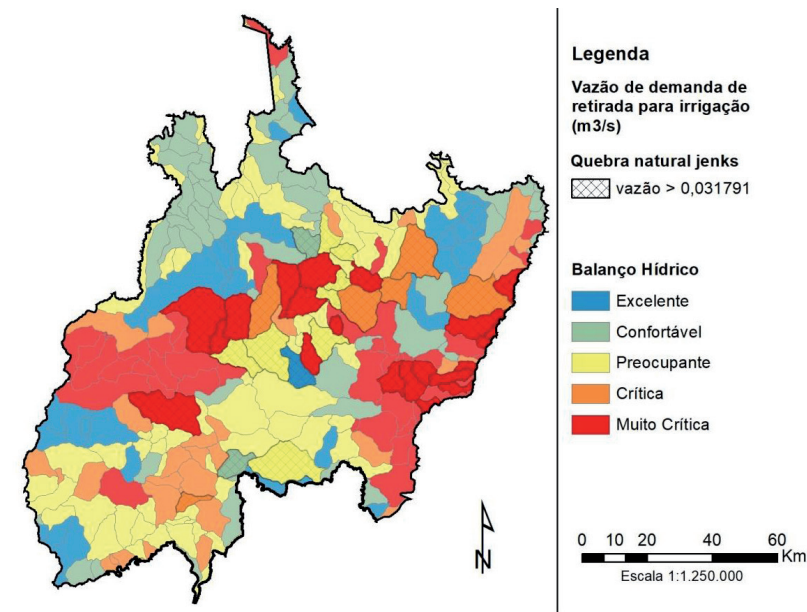


**Figura 4 |** Sobreposição dos pivôs centrais, plantios de soja, cana-de-açúcar e milho com as vazões das demandas hídricas de retirada para irrigação (m<sup>3</sup>/s) na microrregião de Ceres, no estado de Goiás.

Fonte: (IBGE, 2017; LAFIG, 2019).

Embora a sobreposição demonstre que as lavouras temporárias se distribuem sobre as bacias que têm demandas de irrigação superiores a 0,0063 m<sup>3</sup>/s, essa distribuição não mostra correlação com as bacias com maior intensidade de irrigação (vazão superior a 0,0883 m<sup>3</sup>/s). Apesar disso, as outorgas concedidas nessas últimas bacias eram para agroindústrias canavieiras, como a CRV Industrial em Santa Isabel, Jalles Machado em São Luiz do Norte e Agro-Rub Agropecuária em Nova Glória, por mais que não estivessem cultivadas com as lavouras temporárias à época do mapeamento, em 2016. Essa informação sugere a existência de uma expressiva demanda hídrica destinada ao processamento industrial da cana, que consome, em média, 21 m<sup>3</sup>/ton (ELIA NETO, 2005).

Outro aspecto avaliado foi o balanço hídrico quantitativo, que representa a diferença entre a oferta e a demanda de água por bacia. Os dados de balanço hídrico obtidos pelo Snirh (2019) foram confrontados com os dados de vazão de retirada das bacias para os diferentes usos: irrigação, abastecimento urbano e indústria. A Figura 5 ilustra essa sobreposição.



**Figura 5 |** Sobreposição das maiores vazões de demanda de retirada para irrigação, referentes a classe superior da quebra natural Jenks, com o balanço hídrico das bacias na microrregião de Ceres, estado de Goiás.

Fonte: Sistema Nacional de Informações em Recursos Hídricos (SNIRH, 2019).

A análise de regressão mostra que não há correlação significativa ( $R^2 = 0,001$ ) entre o balanço hídrico (variável dependente) e a vazão de retirada para abastecimento urbano; e também não tem correlação ( $R^2 = 0,009$ ) do balanço com a vazão de retirada para o uso industrial, assim como do balanço hídrico com a retirada para irrigação ( $R^2 = 0,163$ ). Assim, observa-se que o balanço hídrico não tem sido afetado por esses usos específicos setoriais.

No que se refere aos registros sistematizados de conflitos socioambientais em torno da água, eles inexistem para a microrregião de Ceres entre os anos de 2009 e 2018 (CPT, 2019). Contudo, foi possível encontrar registros de denúncias e autos de advertência do Ministério Público; autos de infração e embargos da Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Desenvolvimento de Goiás (Semad); e notícias de jornais locais informando sobre problemas de escassez hídrica enfrentados por populações urbanas da microrregião, bem como irregularidades na captação de água, seja por empreendimentos agropecuários, indústrias e prefeituras municipais.

A fim de mitigar problemas de escassez hídrica, o município de Ceres editou a Resolução Normativa nº 0110/2017 com medidas de racionamento do abastecimento de água. Além disso, o município conta também com Plano de Racionamento, especialmente voltado para a população urbana.

Os relatórios da Agência Goiana de Regulação, Controle e Fiscalização de Serviços Públicos (AGR) mostram diversas denúncias de falta de água nos municípios de Rialma, Barro Alto, Ceres, Rialma e São Luiz do Norte. Esses municípios estão entre os maiores consumidores de água, segundo os dados apresentados na Figura 2 e Tabela 2. Apesar disso, boa parte das ocorrências derivaram de problemas operacionais, como entupimento, mau funcionamento de bombas, falta de energia elétrica para o bombeamento, entre outros. Nenhuma das ocorrências de 2017 e 2018 se relacionou com a escassez de água.

## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das nossas análises, foi possível concluir que a retirada de água é muito variável entre as bacias da microrregião de Ceres, o que se deve tanto a características intrínsecas de vazão disponível das bacias quanto aos usos destinados à água em razão do uso do solo nas bacias. No geral, a maior

intensidade de retirada está correlacionada à atividade de irrigação e, especialmente, à cultura canavieira, tanto na produção agrícola quanto no processamento industrial. As outorgas encontradas para as bacias com maior demanda hídrica são referentes a indústrias sucroalcooleiras, não sendo destinadas à irrigação das culturas. Apesar do uso frequente de pivôs centrais na cultura canavieira, o impacto da irrigação por pivôs centrais é pequeno em relação ao total de água consumida para a cana-de-açúcar, e a distribuição espacial dos pivôs não se relaciona com as bacias mais demandadas.

A literatura apresenta a cultura canavieira da microrregião estudada como um dos principais fatores para a ocorrência de conflitos socioambientais em torno dos recursos hídricos. Contudo, entre os registros sistematizados existentes, não há dados de conflitos relacionados à água para a região mesmo que diversos atos jurídicos e administrativos já tenham sido instituídos em função do mau uso ou excesso de uso da água por algumas empresas canavieiras.

Apesar da sua pequena participação espacial no território estudado, esta pesquisa corrobora a importância da cultura canavieira no consumo de água, incluindo aquele destinado ao processamento industrial, eximindo, contudo, os pivôs centrais do papel de protagonismo na demanda hídrica. Consideramos também a participação das outras culturas temporárias (soja e milho), bem como das atividades industriais nas demandas hídricas. Embora a pecuária predomine na paisagem da microrregião, o consumo de água nesse setor não impacta expressivamente a demanda total de água.

Há bacias em que há uma alta participação da demanda para o consumo urbano, em especial, para as sedes municipais de Hidrolina, Goianésia e Ipiranga de Goiás, sendo estas duas últimas classificadas com alto risco de desabastecimento. Essas bacias têm usos concorrentes entre o abastecimento urbano e o industrial, embora a demanda total seja baixa. Por outro lado, as sedes dos municípios de Barro Alto, Ceres, Rialma e São Luiz do Norte têm alta demanda total e a participação da irrigação é alta nessas bacias. Esses municípios, por outro lado, não são considerados críticos no que se refere à escassez de água. Mesmo que os registros de falta de água nesses centros urbanos, nos últimos anos, tenham coincidido com as bacias mais demandadas pela irrigação, foi constatado que boa parte dos problemas era operacional e não se relacionava à escassez hídrica.

Ao eliminar o efeito da oferta sobre a demanda hídrica, o balanço hídrico, observa-se que a maior pressão sobre a água ofertada ocorre independente dos padrões de uso e ocupação do solo. A distribuição das culturas canavieiras, por exemplo, que é altamente dependente de irrigação nessa região do Cerrado, não foi planejada em função de maior disponibilidade hídrica, ocorrendo de forma aleatória em bacias com balanço hídrico variável entre excelente e muito crítico. Esta pesquisa mostrou, também, que o balanço hídrico mais crítico não apresenta correlação com as bacias mais intensivamente utilizadas para a irrigação. Isso sugere que uma maior retirada de água para irrigação não explica o déficit hídrico na maior parte das bacias. O balanço hídrico das bacias também não tem sido afetado por demandas de outros setores, como indústria e abastecimento urbano.

Esta pesquisa reforça a importância do uso de ferramentas geoespaciais para corroborar ou complementar estudos exploratórios da correlação de dados de produção, demanda e uso de recursos. As pesquisas aqui apresentadas ilustram um caminho metodológico que pode ser replicado em outras bacias ou outros contextos espaciais, com o uso de dados disponíveis de balanço hídrico, cobertura de uso e ocupação do solo, outorgas, entre outros, para planejar ou regular localmente os usos da água. A tomada de decisão precisa considerar as particularidades locais e com o foco nos usos concorrentes da água.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Capes o financiamento ao Programa Nacional de Cooperação Acadêmica – Procad, projeto “Novas Fronteiras no Oeste: Relação entre Sociedade e Natureza na Microrregião de Ceres em Goiás (1940-2013)”.

## REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil**. Brasília: ANA, 2019. Disponível em: <<http://snirh.gov.br/usos-da-agua/>>. Acesso em: 20 abr. 2019.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Embrapa Milho e Sorgo. **Levantamento da agricultura irrigada por pivôs centrais no Brasil**. 2. ed. Brasília: ANA, 2019.
- BARBALHO, M. G. da S.; SILVA, S. D.; GIUSTINA, C. C. D. G. C. Avaliação temporal do perfil da vegetação da microrregião de Ceres através do uso de métricas de paisagem. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 35, n. 3, p. 472-487, 2015.
- BRITO, G. H. M. et al. Determinação da área cultivada com cana-de-açúcar na microrregião de Ceres (GO) através de imagens Landsat TM. **Científic@ Multidisciplinary Journal**, v. 2, n. 1, p. 71-83, 2015.
- CAMPOS FILHO, R. P. Um olhar geopolítico sobre a água no cerrado: apontamentos para uma preocupação estratégica. **Cerrados: perspectivas e olhares**, p. 93, 2010.
- CASTILHO, D. A Colônia Agrícola Nacional de Goiás (Cang) e a formação de Ceres-GO – Brasil. **Élisée – Revista de Geografia da UEG**, v. 1, n. 01, p. 117-139, 2012.
- CASTRO, S. S. et al. **A expansão da cana-de-açúcar no Cerrado e no estado de Goiás**: elementos para uma análise espacial do processo. 2010.
- CARVALHO, I. R. et al. **Demanda hídrica das culturas de interesse agrônomo**. Enciclopédia Biosfera. Centro Científico Conhecer. Goiânia, v. 9, n. 17, p. 969, 2013.
- CHAGAS, A. H. B. et al. Gestão das Águas no estado de Goiás: perspectivas para a participação da Universidade na instalação e atuação do Comitê das Bacias Hidrográficas do Rio das Almas e afluentes goianos do Rio Maranhão. **Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science**, v. 6, n. 2, p. 147-166, 2017.
- COMISSÃO PASTORAL DA TERRA, 2019. **Conflitos pela Água 2019**. Disponível em: <<https://www.cptnacional.org.br/component/jdownloads/category/6-conflitos-pela-agua>>. Acesso em: 28 mar. 2019.
- DUTRA, S. et al. A Expansão Sucroalcooleira e a Devastação Ambiental nas Matas de São Patrício, Microrregião de Ceres, Goiás. **História, histórias**, v. 1, n. 2, p. 230-247, 2013.
- ELIA NETO, A. Captação e uso de água no processamento da cana-de-açúcar. In: MACEDO, I. C. et al. **A energia da cana-de-açúcar**: doze estudos sobre a agroindústria da cana-de-açúcar no Brasil e a sua sustentabilidade. São Paulo: Única, 2005. p. 104-110.
- FERREIRA, L. C. G. **As paisagens regionais na microrregião de Ceres (GO)**: das colônias agrícolas nacionais ao agronegócio sucroenergético. 2016. 296 f., il. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2016.
- FERREIRA, L. C. G.; DEUS, J. B. O uso do território e as redes na microrregião de Ceres (GO): o caso das agroindústrias sucroalcooleiras. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 30, n. 2, p. 67-80, 2010.
- GALVÃO, J.; BERMANN, C. Crise hídrica e energia: conflitos no uso múltiplo das águas. **Estudos Avançados**, v. 29, n. 84, p. 43-68, 2015.
- GIUSTINA, C. C.; SILVA, S.; MARTINS, E. Geographic reconstruction of a Central-West Brazilian landscape devastated during the first half of the 20th century: Mato Grosso de Goiás. **Sustentabilidade em Debate**, v. 9, n. 3, p. 44-63, 2018.

GUIMARÃES, D. P.; LANDAU, E. C. **Levantamento da agricultura irrigada por pivôs centrais no Brasil em 2013**. Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (Infoteca-E), 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010a. Disponível em: <<http://censo2010.ibge.gov.br>> Acesso em: 10 mar. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Agrícola Municipal**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1612>>. Acesso em: 10 mar. 2019.

INSTITUTO MAURO BORGES DE ESTATÍSTICAS E ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS. **Bancos de Dados Estatísticos do Estado de Goiás**. Disponível em: <<http://www.imb.go.gov.br/bde/>>. Acesso em: 20 abr. 2019.

LIMA, J. E. F. W. Situação e perspectivas sobre as águas do Cerrado. **Ciência e Cultura**, v. 63, n. 3, p. 27-29, 2011.

LITTLE, P. E. Os Conflitos Socioambientais: um campo de estudo e de ação política. (Org.) BURSZTYN, M. **A difícil Sustentabilidade**: política energética e conflitos ambientais. Rio de Janeiro: Ed. Garamond Ltda., p. 107-122, 2001.

MARTINS, A. **As Ações Cíveis Públicas Ambientais na Comarca de Ceres – GO**: a aplicabilidade da Lei nº 7.347/85 pelo Judiciário por meio da provocação do Ministério Público do Estado de Goiás e a judicialização da preservação do meio ambiente. Dissertação (Mestrado em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente) – Centro Universitário de Anápolis. 2017.

MENDONÇA, M. R. As Transformações Espaciais no Campo e os Conflitos pelo Acesso à Terra e à Água: as novas territorialidades do agrohidronegócio em Goiás. **Pegada – A Revista da Geografia do Trabalho**, v. 16, 2015.

NASCIMENTO, E. P. do. Os conflitos na sociedade moderna: uma introdução conceitual. BURSZTYN, M. **A difícil sustentabilidade**: política energética e conflitos ambientais. Garamond, Rio de Janeiro, 2001.

OLIVEIRA JÚNIOR et al. **Estudos Microrregionais**. Estudos e Pesquisas Econômicas, Sociais e Educacionais sobre as Microrregiões do Estado de Goiás – Microrregião de Ceres. Goiânia: Instituto Federal de Goiás, 2013.

PEREIRA JÚNIOR, L. C. et al. **O uso da água em Goiás, potencialidade, demanda para irrigação por pivôs centrais e perspectivas**. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade Federal de Goiás, 2017.

PERES, A. L. G. P. **Rio das Almas**: políticas públicas para garantir a segurança hídrica do município de Ceres. Dissertação (Mestrado em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente) – Centro Universitário de Anápolis. 2017.

PORTO, M. F.; MILANEZ, B. Eixos de desenvolvimento econômico e geração de conflitos socioambientais no Brasil: desafios para a sustentabilidade e a justiça ambiental. **Ciência & Saúde Coletiva**, 2009, v. 14, n. 6.

SANEAGO. **Relatório de Sustentabilidade**. 2018. Disponível em: <[https://www.saneago.com.br/2016/lai/rel\\_sustentabilidade\\_2018.pdf](https://www.saneago.com.br/2016/lai/rel_sustentabilidade_2018.pdf)>. Acesso em: 24 abr. 2019.

SAUER, S.; PIETRAFESA, J. P. **Cana-de-açúcar, financiamento público e produção de alimentos no Cerrado**. 2012.

SILVA, F. A. M. et al. **Avaliação da oferta e da demanda hídrica para o cultivo de cana-de-açúcar no estado de Goiás**. 2008.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. IX SIMPÓSIO NACIONAL DO CERRADO. Parlamundi, Brasília, 2018. **Anais...** Disponível em <[http://simposio.cpac.embrapa.br/simposio%20em%20pc210%20\(Pc210\)/trabalhos\\_pdf/00825\\_trab1\\_ap.pdf](http://simposio.cpac.embrapa.br/simposio%20em%20pc210%20(Pc210)/trabalhos_pdf/00825_trab1_ap.pdf)>. Acesso em: 10 abr. 2019.

VICTORINO, V. I. P. Monopólio, conflito e participação na gestão dos recursos hídricos. **Ambiente & Sociedade**, Campinas, v. 6, n. 2, p. 47-62, dez. 2003. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1414-753X2003000300004](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2003000300004)>. Acesso em: 28 nov. 2017.