

A expansão da irrigação por pivôs centrais em áreas de captação para abastecimento público no estado de Goiás

Lindolfo Caetano Pereira Júnior^{1,2}
Nilson Clementino Ferreira²

¹ Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT
Setor de Autarquias Norte | Quadra 03 Lote A
Ed. Núcleo dos Transportes | Brasília/DF | CEP:70040-902

² Universidade Federal de Goiás - UFG
Programa de pós-graduação em Ciências Ambientais - CIAMB
Avenida Esperança, s/n – CDIM – Campus Samambaia
Goiânia-GO - CEP 74690-900
{lindolfocaetano, nclferreira}@gmail.com

Abstract. Water is a key resource for human well-being, furthermore, essential for agricultural production systems and socioeconomic maintenance. In the Goiás state one of the economic bases is agriculture that uses predominantly surface water for irrigation purposes. Besides, urban supply also depends on surface water, resulting in a competition that may lead to the development of conflicts within the influence area of catchment basins. Given this, in this paper we analyzed the expansion of center pivot irrigation in catchment basins for supplying urban water demand in the Goiás state, aiming to mapping the risk of water conflicts. Landsat TM and OLI images were used to map some years (1984, 1990, 1996, and 2015) and others were obtained from the governmental database (2000, 2003, 2012, and 2013). From the 185 identified areas, 45 of them presented that type of irrigation system. In the first date (1984), these basins comprised only 200 ha irrigated by center pivots, however in 2015 the irrigated area expanded to 33.800 ha. On the other hand, water demand for irrigation only exceeded the maximum granted in the São João da Paraúna basin (125%). Other five basins were demand between 40% and 60% of the granted volume. In the remaining basins (39), the water demanded for irrigation was less than 40%. These facts show that center pivot irrigation systems has not caused pressure on these areas, as long as the current legislation and government methodologies are applied.

Palavras-chave: water conflict, water resources, Landsat, conflito pela água, recursos hídricos, Landsat.

1. Introdução

A água é um recurso fundamental para o bem-estar humano, além de ser fundamental para os sistemas produtivos agrícolas e a manutenção socioeconômica (Mehta e Movik, 2014; WWAP, 2015). Porém, as mudanças climáticas, tidas como um dos maiores problemas ambientais do século 21, podem colocar este recurso em risco no mundo (Molle e Berkoff, 2009). Segundo dados do IPCC (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas) a temperatura média da superfície terrestre tende a aumentar por volta de 0,3°C a 0,7°C, entre 2016-2035, fato que deverá intensificar os problemas ligados à escassez hídrica (IPCC, 2014).

Uma consequência direta deste cenário é o surgimento de conflitos entre diferentes setores de usuários e entre os usos humanos e as necessidades ambientais (Dinar et al., 2015; Molle e Berkoff, 2009). Tais conflitos podem ser agravados em função da ineficiência dos órgãos gestores em lidar com o problema da escassez ou a má distribuição dos recursos (Giordano, et al., 2005). A capacidade de reação destes gestores passa, obrigatoriamente, pelo conhecimento da situação pretérita, atual e futura deste recurso no que tange a quantidade e a qualidade.

Tal entendimento é dependente da definição da oferta e demanda hídrica nas diferentes bacias hidrográficas. Neste sentido, este trabalho visa mapear a demanda para irrigação por pivôs centrais em bacias de captação para abastecimento público da empresa Saneago (Saneamento de Goiás S/A.), responsável pelo abastecimento cerca de 90% da população

goiana (SNIS, 2015), com o fim de verificar a real possibilidade de surgimento de conflitos entre a irrigação e a captação para abastecimento humano. Destaca-se que este tipo de irrigação no estado tem crescido de forma significativa nas últimas décadas (Landau, et al., 2014; Pereira Júnior e Nicácio, 2015), assim como o adensamento populacional nas cidades, que tem elevado a demanda nas áreas de captação destinadas ao abastecimento humano.

Esse diagnóstico visa tanto alertar a gestão no que tange a capacidade de “produção” para abastecimento urbano como também subsidiar os produtores no sentido de proteção de seus investimentos e da capacidade de retirada disponível em uma bacia hidrográfica. Observa-se que a legislação brasileira estabelece como prioridade, em caso de escassez, o abastecimento humano (Brasil Lei nº 9433, 1997). Fato que coloca o segmento agrícola na linha de frente das ações de contenção de uso da água em períodos de escassez hídrica (Molle e Berkoff, 2009).

Isto posto, o objetivo final deste trabalho é analisar, o comprometimento hídrico atual gerado pela irrigação por pivôs centrais em bacias de captação para abastecimento público. Verificando, desta forma, se há risco de comprometimento ao abastecimento humano em função da utilização deste tipo de irrigação.

2. Caracterização da área de estudos

A área de estudos deste trabalho é o estado de Goiás, mais especificamente as áreas de captação operadas pela empresa Saneamento de Goiás S/A – SANEAGO, que responde pelo abastecimento urbano de 225 dos 246 municípios goianos (SNIS, 2015). Atualmente a captação de águas superficiais é realizada pela empresa em 185 pontos, segundo dados do Macrozoneamento Ecológico Econômico do Estado de Goiás (GOIÁS, 2014), dos quais podem ser identificadas as áreas de contribuição hídrica na Figura 1.

O estado de Goiás abriga em seu território nascentes de três grandes bacias hidrográficas nacionais: Paraná, Tocantins e São Francisco (Eiten, 1993; Nascimento, 1991; Teixeira Neto, 2008). Além disso o estado tem uma vocação agrícola muito forte, tendo o setor sido responsável por 12,3% do Produto Interno Bruto (PIB) estadual no ano de 2013 (IMB, 2015). Dentro da produção agrícola desataca-se a irrigação por pivôs centrais, em 2013 o estado possuía mais de 16% da área irrigada por pivôs centrais no Brasil, com cerca de 210 mil hectares irrigados (Landau, Guimarães e Souza, 2014).

Tais características de disponibilidade e demanda colocam a gestão hídrica do território goiano como fundamental para grande parte do país, uma vez que, havendo uma má gestão das águas goianas os impactos serão sentidos por grande parte da população brasileira, sobretudo, a residente na bacia do Rio Paraná.

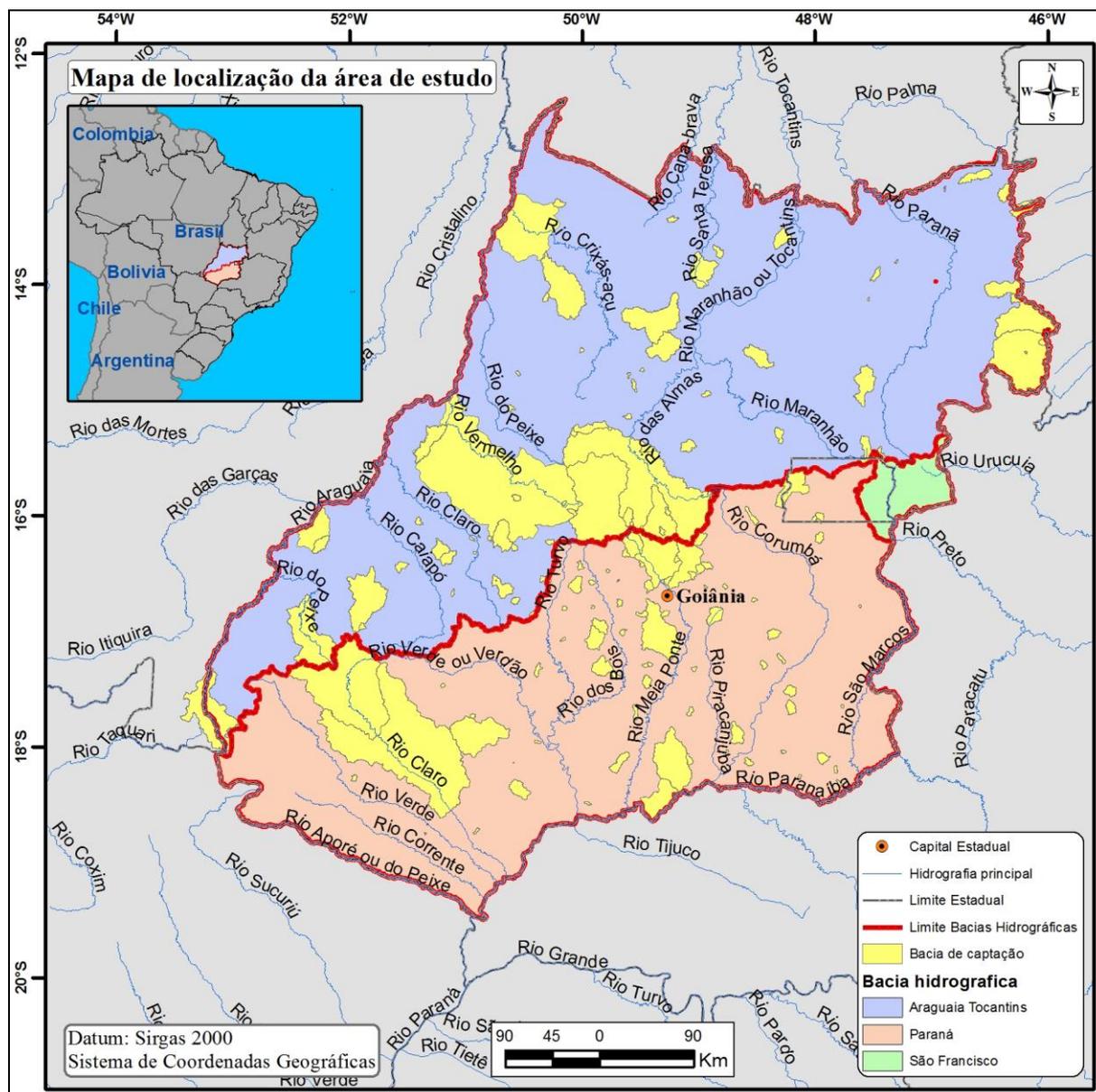


Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo, com destaque para as bacias de captação para abastecimento público da empresa Saneago.

3. Metodologia

Este estudo compreende o período entre 1984 e 2015, tendo sido analisados os anos de 1984, 1990, 1996, 2000, 2003, 2006, 2012, 2013 e 2015; e dois segmentos de usuários de recursos hídricos, sendo eles: o de abastecimento público e o de irrigação por pivôs centrais. No que tange ao primeiro nicho, foram utilizados apenas os dados relativos as áreas de captação da empresa Saneago. Já para o setor de irrigação foram especializados os equipamentos do tipo pivô central para série histórica e calculada a demanda no ano de 2015.

A identificação das áreas de contribuição hídrica ligadas aos pontos de captação para abastecimento público foi realizada a partir de dados disponibilizados no âmbito do Macrozoneamento Ecológico e Econômico do Estado de Goiás Zae-Goiás, contendo um total de 185 bacias de captação para abastecimento público (GOIÁS, 2014).

Para o mapeamento das áreas irrigadas por pivôs centrais foram levantados junto ao SIEG (Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás) os mapeamentos realizados para os anos de 2000, 2003, 2006, 2012 e 2013. Estes dados são resultado de um conjunto de ações de

mapeamento realizadas no âmbito do Estado de Goiás por diversas secretarias. Para complementar a série histórica necessária, os anos de 1984, 1990 e 1996 foram mapeados a partir de imagens Landsat5 – TM (*Thematic Mapper*) e para o ano de 2015 foram utilizadas imagens Landsat8 – OLI (*Operational Land Imager*).

Tais imagens foram obtidas por meio do *Earth Explorer* que é uma ferramenta online de busca por imagens desenvolvida pelo USGS (*United States Geological Survey*). As imagens Landsat foram processadas utilizando-se a biblioteca GDAL (*Geospatial Data Abstraction Library*) com o fim de gerar as composições falsa cor, bandas 6, 5, 4 (R, G, B), necessárias à obtenção, por interpretação visual, dos pivôs centrais.

De posse das imagens em composição colorida, o que facilita a identificação dos alvos, realizou-se uma inspeção visual nas áreas de captação, de modo a identificar os pivôs centrais existentes. Uma vez identificados os pivôs para toda a série histórica, foi realizada uma análise de sobreposição espacial das áreas de irrigação com as bacias de captação.

Para definição do comprometimento hídrico causado por este tipo de equipamento, foi realizado o cálculo da disponibilidade hídrica de cada área de captação, com base na instrução normativa 004/2015, editada pela Secima (Secretaria de Meio Ambiente, Recursos Hídricos, Infraestrutura Cidades e Assuntos Metropolitanos) e que definiu a Q95 específica para cada UGH (Unidade de Gestão Hídrica) do estado de Goiás (GOIÁS, 2015). O cômputo da demanda foi realizado com base na metodologia proposta no manual técnico de outorga do estado de Goiás (GOIÁS, 2012) e utilizando-se dados de vazão disponibilizados pela Agência Nacional de Águas (ANA).

Em ambiente de SIG (Sistema de Informação Geográfica) foram realizados os cálculos necessários para definição dos valores de demanda hídrica e disponibilidade para o ano de 2015, usando como referência as culturas de soja, milho e feijão. Esta estimativa realizada a partir de dados pontuais de estações meteorológicas de referência, foi interpolada utilizando-se o método IDW (*Inverse distance weighting*) a fim de possibilitar o cômputo da demanda para cada pivô central instalado nas bacias de captação. Uma descrição mais detalhada dos procedimentos necessários para tal definição podem ser obtidos em Pereira Júnior e Nicácio (2015). Definidas a disponibilidade e demanda, foi estabelecido o percentual de comprometimento gerado pela irrigação por pivôs centrais em cada bacia de captação da empresa de abastecimento Saneago.

4. Resultados e Discussão

No período compreendido entre 1984 e 2015, observou-se uma grande expansão da área irrigada por pivôs centrais nas bacias de drenagem utilizadas para abastecimento público aqui estudadas. No ano de 1984, apenas três pivôs estavam presentes nestas bacias, com área irrigada da ordem de 200 ha, já no primeiro período analisado, que segue até 1990, ocorreu um incremento de 86 equipamentos totalizando 7.140 ha irrigados. O incremento de área irrigada foi contínuo durante todo o período analisado, chegando a 532 equipamentos e área total 33.800 ha no ano de 2015 (Figura 2).

No que tange ao comprometimento hídrico gerado pela irrigação por pivôs centrais, a situação pode ser dita como tranquila, quando considerados os marcos regulatórios adotados para outorga no estado de Goiás. Sendo eles a outorga de 50% da Q95, calculada com base na vazão específica definida pela instrução normativa nº 004/2015 (GOIÁS, 2012, 2015).

Neste contexto apenas uma bacia de captação apresentou uma estimativa de comprometimento maior que a vazão outorgável, sendo ela a de São João da Paraúna na região da bacia do Rio Araguaia, limite com a bacia do Rio dos Bois, que possui um comprometimento da ordem de 125% da vazão outorgável (Tabela 1). Vale ressaltar que foi verificada a existência de barramentos na área, porém faltam dados para análise da capacidade de suporte destas barragens.

Em um nível mais moderado de comprometimento temos outras cinco bacias de captação nas quais o comprometimento fica entre 40 e 60 %, sendo elas: Buriti Alegre 55%, Aloândia 52%, Acreúna 50%, Americano do Brasil 42% e Rianópolis 40%. Observa-se que estas bacias apresentam áreas de drenagem pequenas não ultrapassando 50 km². Tal característica coloca estas captações em áreas de grande variação de vazão, regiões, portanto, que possuem uma maior susceptibilidade a fortes eventos de seca uma vez que a capacidade de “armazenamento hídrico” é reduzida.

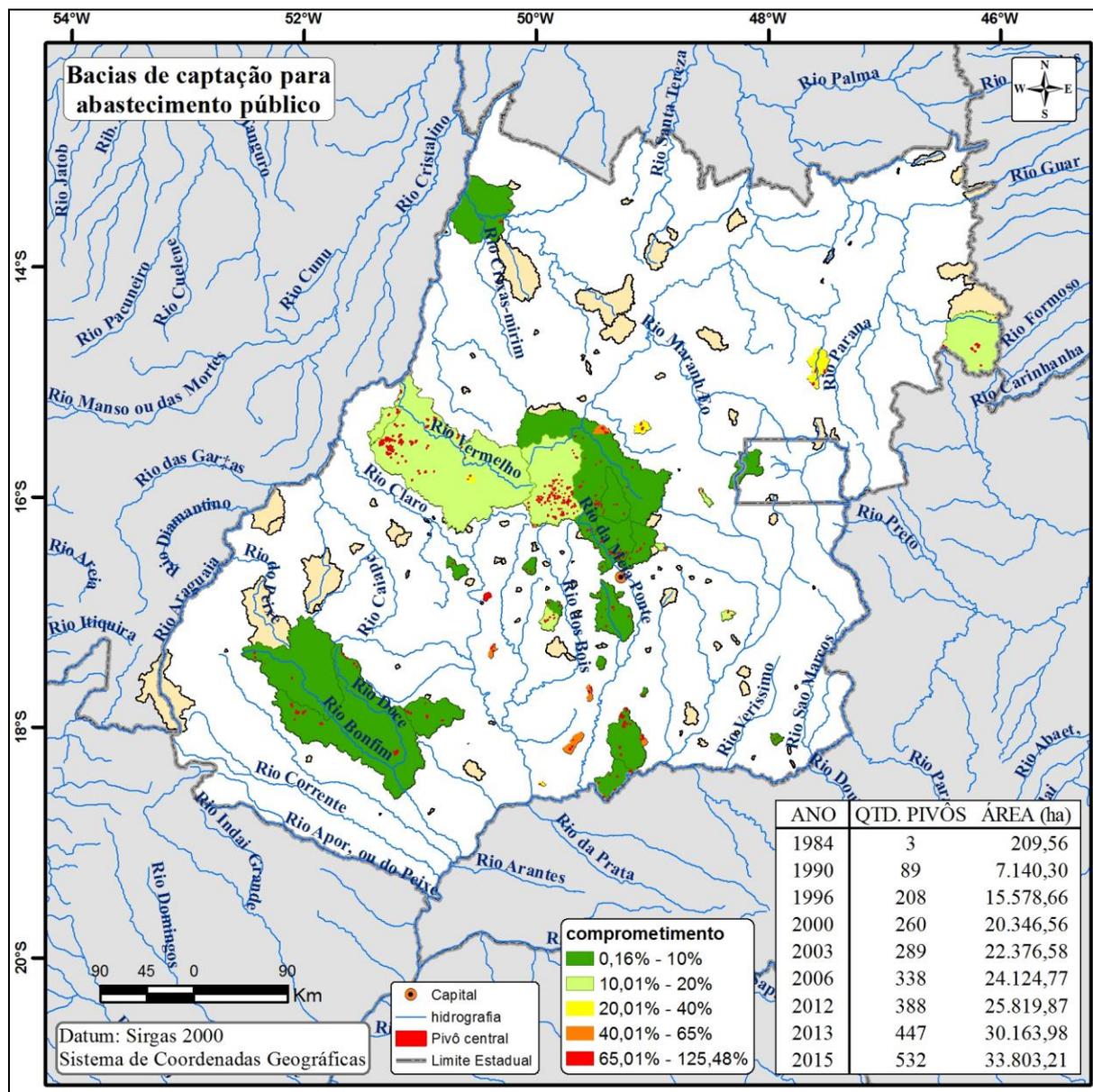


Figura 2 - Mapa da área irrigada por pivôs centrais no ano de 2015, contendo também a tabela com a quantidade e área irrigada no período compreendido entre 1984 e 2015.

Outras três áreas apresentam comprometimento superior a 25% da vazão outorgável, sendo elas: Inaciolândia 35%, São João da Aliança 32%, Itapirapuã 29%. Todas as demais áreas estudadas apresentaram uma demanda para irrigação inferior a 25% (Tabela 1).

Observa-se que, até o presente, a expansão da irrigação por pivôs centrais nessas áreas não se apresenta como um fator de pressão sobre a capacidade de captação da empresa Saneago, quando utilizado para os cálculos a metodologia de outorga adota no estado de Goiás. Por outro lado, é preciso reforçar que neste trabalho foi analisada a demanda estimada,

apenas para irrigação por pivôs centrais e em um contexto de demanda anual, não sendo considerados dados relativos a outros usuários, sobretudo, pequenos produtores.

Tabela 1 - Comprometimento hídrico gerado pela irrigação por pivôs centrais em bacias de captação para abastecimento público.

BACIA HIDROGRÁFICA	DEMANDA (m ³ ano ⁻¹)	ÁREA BACIA (km ²)	VAZÃO OUTORGÁVEL (l/s/km ²)	DIPONIBILIDADE NA BACIA (m ³ ano ⁻¹)	COMP. 50% Q95
São João da Paraúna	1.336.219	33,10	1,02	1.064.870	125%
Bom Jesus de Goiás	6.320.982	147,64	2,27	10.546.135	60%
Buriti Alegre	1.578.622	41,90	2,16	2.854.082	55%
Aloândia	1.687.781	47,59	2,16	3.241.797	52%
Acreúna	1.596.514	44,62	2,27	3.187.073	50%
Americano do Brasil	268.676	9,06	2,27	647.188	42%
Rianópolis	1.634.543	83,22	1,55	4.067.905	40%
Inaciolândia	294.748	11,88	2,27	848.485	35%
São João da Aliança	3.799.785	428,50	0,95	12.769.842	30%
Itapirapuã	331.655	35,79	1,02	1.151.160	29%
Goianésia	216.647	115,49	1,55	5.645.417	4%
Anápolis DAIA	570.138	50,91	2,16	3.467.625	16%
Uruana	29.263.577	3680,92	1,55	179.926.495	16%
Britania	2.046.862	418,69	1,02	13.468.018	15%
Itaberaí	3.206.542	312,30	2,16	21.273.013	15%
Alexânia	687.276	63,67	2,32	4.648.144	15%
Alvorada do Norte	13.015.357	2542,07	1,25	100.208.441	13%
Indiara	2.307.336	253,37	2,27	18.097.748	13%
Aruanã	41.703.181	11009,64	1,02	354.144.034	12%
Orizona	684.780	82,95	2,32	6.055.911	11%
Cachoeira Dourada	4.536.176	717,71	2,16	48.888.816	9%
Pontalina	471.687	75,11	2,16	5.116.005	9%
Morrinhos	197.286	30,91	2,32	2.256.837	9%
Itumbiara	7.454.329	1286,60	2,16	87.640.395	9%
Cezarina	717.789	132,00	2,27	9.428.661	8%
Trindade	360.923	66,62	2,27	4.758.558	8%
Caturai	101.518	19,23	2,27	1.373.557	7%
Ceres Rialma	35.963.963	10514,99	1,55	513.981.187	7%
Aparecida de Goiânia	108.906	34,17	2,16	2.327.362	5%
Catalão	266.369	78,88	2,32	5.758.381	5%
Guapó	134.336	41,55	2,27	2.967.833	5%
Goiânia Meia Ponte	4.808.938	1673,90	2,16	114.022.370	4%
Inhumas	1.009.535	355,13	2,16	24.190.651	4%
Turvânia	371.452	137,30	2,27	9.806.935	4%
Luiz Alves	2.170.276	2566,81	0,84	67.590.794	3%
Santa Helena de Goiás	2.856.191	1272,71	2,27	90.908.670	3%
Goiânia João Leite	1.522.466	766,62	2,16	52.220.434	3%
Professor Jamil	2.086.517	1192,64	2,16	81.239.903	3%
Ivolândia	181.314	207,44	1,61	10.532.110	2%
Jaraguá	645.370	945,20	1,55	46.202.358	1%
Santo Antônio do Descoberto	437.595	590,68	2,32	43.122.901	1%
Brazabrantes	256.737	392,18	2,16	26.714.709	1%
Caçú	7.902.942	12136,75	4,35	1.664.939.398	0%
Goiânia Samambaia	8.408	33,71	2,16	2.296.164	0%
Jataí	1.012.234	4587,17	4,35	629.275.743	0%

Outro aspecto de risco ligado as características aqui analisadas é a contaminação dos mananciais por agrotóxicos. Como estes equipamentos encontram-se a montante dos pontos de captação falhas na operação e aplicação de defensivos e fertilizantes pode levar a contaminação dos mananciais fato que pode gerar consequências diretas a saúde pública destas regiões.

Mais de 60% (124) destas bacias possuem área de drenagem inferior a 100 km², e estão situadas em geral em cursos hídricos de primeira e segunda ordem, e que possuem uma maior variabilidade de vazões e maior sensibilidades às mudanças climáticas. Neste contexto, observa-se que apesar do aparente conforto destas áreas, estudos mais aprofundados são necessários nestas bacias para verificação, sobretudo, do manejo adotado pelos produtores rurais a fim de se mitigar problemas ligados a contaminação e também ao desperdício de água por parte tanto dos irrigantes quanto da empresa de Saneamento.

5. Considerações Finais

- As irrigações por pivôs centrais não se apresentam como um fator de pressão sobre as captações para abastecimento humano (utilizando-se a metodologia adotada para outorga em Goiás),
- A taxa de comprometimento gerada pela irrigação por pivôs centrais em áreas de captação da Saneago, não se mostra prejudicial a capacidade de produção de água nessas bacias hidrográficas, uma vez que, a exceção da captação de São João da Paraúna, todas as demais possuem índices de comprometimento da vazão outorgável abaixo de 55%, que é inferior à média de consumo mundial;
- É necessária uma análise detalhada destas áreas no que tange à contaminação causada por defensivos agrícolas, uma vez que estes podem comprometer a qualidade da água captada a jusante para abastecimento humano;
- A predominância de captações em áreas de drenagem de até 100 km², as coloca em áreas de grande variabilidade de vazões, fato que pode levar a um maior risco de sobrecarga dos sistemas de abastecimento público.

6. Referências bibliográficas

BRASIL. Lei Nº 9433. **Política Nacional de Recursos Hídricos**. De 8 de Janeiro de 1997.

DINAR, S. et al. Climate change , conflict , and cooperation : Global analysis of the effectiveness of international river treaties in addressing water variability. **Political Geography**, v. 45, p. 55–66, 2015.

EITEN, G. Cerrado's vegetation. In: PINTO, M. N. (Ed.). . **Cerrado: Caracterização, ocupação, e perspectivas**. Brasília: Universidade Federal de Brasília (UNB), 1993. p. 17–73.

GIORDANO, M. F.; GIORDANO, M. A.; WOLF, A. T. International Resource Conflict and Mitigation. **Journal of Peace Research**, v. 42, n. 1, p. 47–65, 2005.

GOIÁS (Estado). **Macrozoneamento, agroecológico e econômico do estado de Goiás: Um novo olhar sobre o território goiano - Produto III Atualização do mapa de uso e cobertura vegetal do estado de Goiás**.GOIÁSEstado, , 2014. Disponível em: <http://www.sieg.go.gov.br/RGG/MacroZAEE/Relatório_-_PRODUTO_III_-_MAPA_DE_USO_E_COBERTURA_VEGETAL_DO_ESTADO_DE_GOIÁS.pdf>. Acesso em: 5 jul. 2015

____. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. **Manual técnico de outorga**. Goiânia, 2012. Disponível em: < http://www.sgc.goias.gov.br/upload/arquivos/2015-07/manual_tecnico_de_outorga_versao_01.pdf>. Acesso em: 01 Jan. 2016.

____. Secretaria de Meio Ambiente, Recursos Hídricos, Infraestrutura, Cidades e Assuntos Metropolitanos. **Instrução Normativa Nº 004/2015-GAB-SECIMA**, 2015.

Instituto Mauro Borges de Estatística e Estudos Socioeconômicos (IMB). **Produto Interno Bruto do Estado de GOIÁS 2010 - 2013**. Goiânia, 2015. Disponível em <<http://www.imb.go.gov.br/pub/pib/pib2013/pibgo2013.pdf>>. Acesso em 02 fev. 2016.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). **Climate Change 2013 - The Physical Science Basis**. Cambridge: Cambridge University Press, 2014.

LANDAU, E. C.; GUIMARÃES, D. P.; SOUZA, D. L. DE. **Concentração de áreas irrigadas por pivôs centrais no estado da Bahia - Brasil**Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto - GEONORDESTE 2014. **Anais...**Aracaju: 2014

MEHTA, L.; MOVIK, S. Liquid Dynamics: Challenges for Sustainability in the Water Domain. **Wiley Interdisciplinary Reviews: Water**, v. 1, n. August 2014, p. 369–384, 2014.

MOLLE, F.; BERKOFF, J. Cities vs. agriculture: A review of intersectoral water re-allocation. **Natural Resources Forum**, v. 33, n. 1, p. 6–18, 2009.

NASCIMENTO, M. A. L. S. GEOMORFOLOGIA DO ESTADO DE GOIÁS. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 12, n. 1, 1991.

PEREIRA JÚNIOR, L. C.; NICÁCIO, P. P. DA S. Demanda hídrica para irrigação por pivôs centrais no estado de Goiás. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 34, n. 3, p. 443–463, 10 jan. 2015.

SNIS. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Série Histórica**. Disponível em: <<http://app.cidades.gov.br/serieHistorica/#>>. Acesso em: 22 out. 2016.

TEIXEIRA NETO, A. Revista do Instituto Histórico e Geográfico de Goiás. **Revista Educação & Mudança**, v. 20/21, p. 10–42, 2008.

WWAP. **The United Nations World Water Development Report 2015: Water for a Sustainable World**. Paris,. Paris: 2015.