



## Atualização dos sistemas de irrigação por pivô central instalados nos municípios de Paraúna e Palmeiras de Goiás

Cristian Epifânio de Toledo<sup>1</sup>  
Eduarda Elias de Moraes<sup>1</sup>  
José Pereira da Fonseca Netto<sup>1</sup>  
Weliton Vieira Lima<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Estadual de Goiás - UEG  
Rua S7, S/N- 76190-000 – Palmeiras de Goiás - GO, Brasil  
cristian.toledo@ueg.com  
duda\_elias@hotmail.com  
j.netto95@hotmail.com  
welitonferro@gmail.com

**Abstract.** Among irrigation systems, the central pivot was the one that grew the most in the country in recent years, particularly in the State of Goiás, the area irrigated by central pivots increased from 1180 million in 2000 to 2120 million m<sup>2</sup> in 2010 and the number of equipment, went from 1,532 to 2,895. The objective of this work was to update the irrigated area by central pivot, as well as the number of equipment installed in the municipalities of Paraúna and Palmeiras de Goiás - GO, using remote sensing techniques. The quantification of the central pivots in the municipalities of Paraúna and Palmeiras de Goiás were carried out based on satellite images Resource 2, selected from May to August 2016. The areas with a pivot irrigation system were identified considering circular features and In the scene and the presence of vegetation with energy reflectance in the range corresponding to green. It was observed that in the municipality of Palmeiras de Goiás it registered 74 pivots and Paraúna 132 pivots, occurring in both municipalities an increase of 32 and 31%, respectively, in relation to 2010. Regarding the irrigated area, Palmeiras de Goiás showed an increase Of 547.2 ha and Paraúna of 1251.6 ha between 2010 and 2016. It is concluded with this work that in the municipalities of Palmeiras de Goiás and Paraúna there was a significant increase in the area irrigated by central pivot between the years of 2010 and 2016, confirming the region as another Brazilian irrigated agricultural pole.

**Palavras-chave:** central pivots, irrigação, image processing, pivô central, irrigação, processamento de imagens.

### 1. INTRODUÇÃO

Para a otimização da produção mundial de alimento, uma importante estratégia que vem sendo utilizada é a agricultura irrigada, proporcionando desenvolvimento sustentável no campo, com geração de empregos e renda de forma estável. Atualmente, mais da metade da população mundial depende de alimentos produzidos em áreas irrigadas (MANTOVANI, BERNARDO e PARETTI, 2007). A agricultura irrigada vem garantir o suprimento da água onde quer que falte, ou seja, onde ela seja insuficiente para agricultura. Segundo Setti et al. (2001), a irrigação é ser uma prática utilizada para complementar ou substituir a disponibilidade da água provida naturalmente pela precipitação, proporcionando uma umidade no solo suficiente para suprir a demanda hídrica das plantas.

A irrigação é uma alternativa para a melhoria do rendimento de grande parte das culturas, proporcionando um incremento médio na produtividade da ordem de 200%, e com isso propicia uma redução dos custos unitários de produção, segundo Gonzaga Neto (2000). Segundo Mantovani, Bernardo e Paretto (2007), a importância da irrigação pode ser sintetizada nas seguintes vantagens: seguro contra secas, pois na ocorrência de estiagens mais prolongadas a irrigação permite suprir a falta de água à cultura assegurando a safra; melhor produtividade das culturas aumenta o rendimento da área cultivada e propicia condições para mais de uma colheita por ano

numa mesma área, ou seja, uso intensivo do solo; melhor qualidade do produto, em virtude de o desenvolvimento vegetal ocorrer em condições mais favoráveis; possibilidade de fazer um programa de cultivo com colheitas fora da época tradicional, podendo-se antecipar ou atrasar a safra de certas culturas, o que proporciona melhores cotações no mercado; maior eficiência no uso de fertilizantes; e introdução de culturas mais rentáveis, minimizando o risco do investimento.

Entre os sistemas de irrigação, o pivô central foi o que mais cresceu no país nos últimos anos. Uma parceria da Embrapa com a Agência Nacional de Águas (ANA) executou um levantamento de pivôs centrais e constataram que, em 2013, o Brasil possuía quase 18 mil pivôs centrais, perfazendo uma área de aproximadamente 1,2 milhão de hectares, 32% maior que o Censo Agropecuário de 2006. Da área ocupada por pivôs centrais no País, cerca de 80% estão concentradas nos Estados de Minas Gerais (31%), Goiás (18%) e Bahia (16%) (GUIMARÃES e LANDAU, 2014).

Em particular, no Estado do Goiás, analisando os anos de 2000 a 2010, a área irrigada por pivôs central passou de 118 mil ha, para aproximadamente 212 mil ha em 2013, um incremento de 80% da área irrigada e o número de equipamentos, passou de 1.532 para 2.895, equivalente a 89% de aumento (LANDAU, GUIMARÃES e REIS, 2013). Entre os municípios goianos com maior concentração de pivôs centrais, Cristalina se destaca, com um total de 659 equipamentos e uma área irrigada de 53 mil ha, o que corresponde a aproximadamente 25% de toda a área irrigada do estado. Jussara vem em seguida com 9.570 ha irrigados por 86 equipamentos e em terceiro o município de Paraúna, com uma área irrigada de 7.625 ha e 116 equipamentos instalados (IMB, 2014).

Esse crescimento da área irrigada por pivô central tem aumentado a demanda por recursos hídricos e energéticos, gerando grandes desafios futuros. Uma vez que, a disponibilidade de hídrica e energética para a irrigação deverá ser reduzida, devido ao aumento da demanda por outros setores considerados prioritários, como a habitação e a indústria (SANTOS et al., 2010). Machado Junior e Pasqualetto (2004) constaram que o volume de água bombeado diretamente dos rios para irrigação por pivô central, compromete o abastecimento de pequenas cidades no interior de Goiás, obrigando a Companhia Saneamento de Goiás S.A. (Saneago) a abrir poços artesianos, e causando a restrição da vazão fluvial em pequenos rios.

Desse modo, o objetivo do trabalho foi atualizar área irrigada por pivô central, bem como, o número de equipamentos instalados nos municípios de Paraúna e Palmeiras de Goiás - GO, utilizando as técnicas de sensoriamento remoto.

## 2. Material e métodos

A área de trabalho da pesquisa foram os municípios de Paraúna e Palmeiras de Goiás (Figura 1). O município de Paraúna está localizado na região sudeste do Estado de Goiás, à 155 km da capital Goiânia, mas coordenadas Universal Transverse Mercator (UTM): 22K 558679 m E e 8126140 m N (Geográfica 16° 56' S, 50° 26' W), possui uma área territorial de 3.780 km<sup>2</sup> e em 2015, sua população foi estimada em 11.199 habitantes (IBGE, 2015). Também localizado na região sudeste do Estado de Goiás, Palmeiras de Goiás está a 72 km da capital, nas coordenadas UTM: 22k 614918 m E 8141072 m N (Geográfica 16° 48' S, 49° 55' W), possui uma área territorial de 1.540 km<sup>2</sup> e em 2015, sua população foi estimada em 26.855 habitantes (IBGE, 2015).

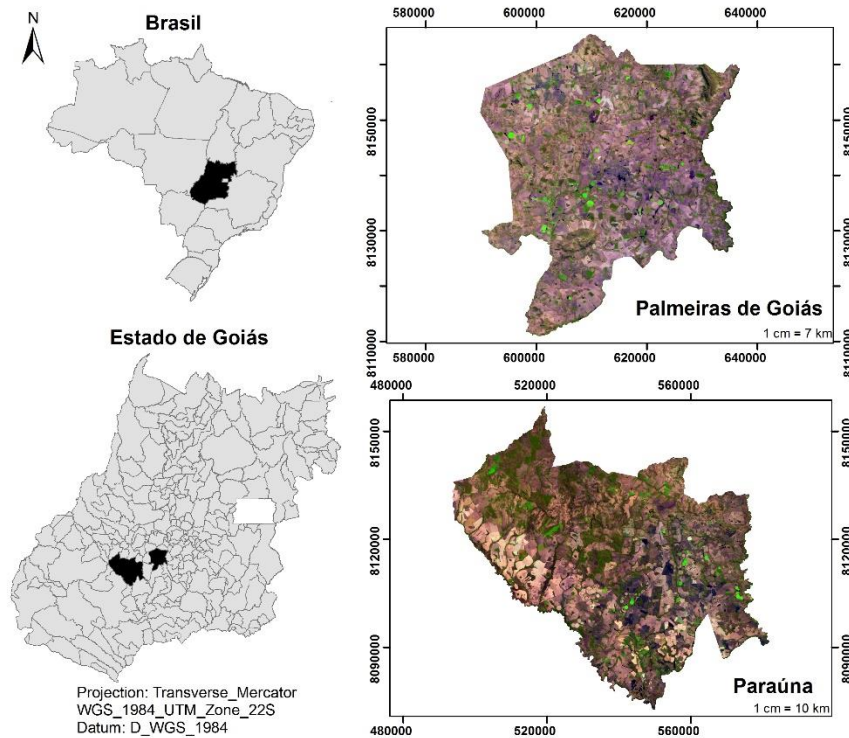


Figura 1. Localização dos municípios de Palmeiras de Goiás e Paraúna, tendo sua área territorial preenchida com a imagem do satélite Resource 2 de agosto de 2016.

A quantificação e a espacialização dos pivôs centrais existente nos municípios de Paraúna e Palmeiras de Goiás foram realizadas com base em imagens de satélite. Essas imagens foram obtidas no catalogo de imagem do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE - <http://www.dgi.inpe.br/catalogo>) e o satélite utilizado foi o Resource 2 - AWiFS com 56 m de resolução espacial. As imagens foram selecionadas de acordo com a visibilidade da área, de modo a cobrir as órbitas 328, os pontos 91 e data A, entre os meses de maio e agosto de 2016. Vale ressaltar que esse período corresponde ao período seco da região, com isso, tentou-se garantir que as áreas com presença de vegetação verde, ocorressem apenas nas regiões de curso de água (mataciliar) e em locais irrigados, como nos pivôs centrais.

Para cada mês que se adquiriu dados de imagem, no software *Envi 4.2* foi criado uma imagem combinada RGB (Red, Green e Blue) utilizando as bandas de infravermelho médio (banda 5), a infravermelho próximo (banda 4) e a vermelha (banda 3) do espectro eletromagnético, possibilitando, expor claramente os limites entre o solo, a vegetação e a água, conforme Fitz (2008) e INPE (2011). Essas imagens RGB 5,4 e 3 (Figura 2) foram salvas como GeoTiff e exportadas para ArcGis 10.1, onde se iniciou a identificação manual das áreas com irrigação por pivô central.

Trabalhando numa escala de 1:10.000 m, as áreas com sistema de irrigação por pivô central foram identificadas considerando as feições circulares e semicirculares na cena, com raio maior do que 80 m e que possuíssem em algum dos meses avaliado a presença de vegetação com refletância de energia na faixa correspondente ao verde (alta atividade fotossintética). Desse modo, essas áreas foram digitalizadas, criando polígonos circulares a partir do centra da área automaticamente, possibilitando o cálculo da área ocupada por cada pivô central mais próxima do real. Devido ao

processo de identificação ser realizado manualmente, o procedimento foi refeito para evitar que algum pivô existente deixasse de ser mapeado.

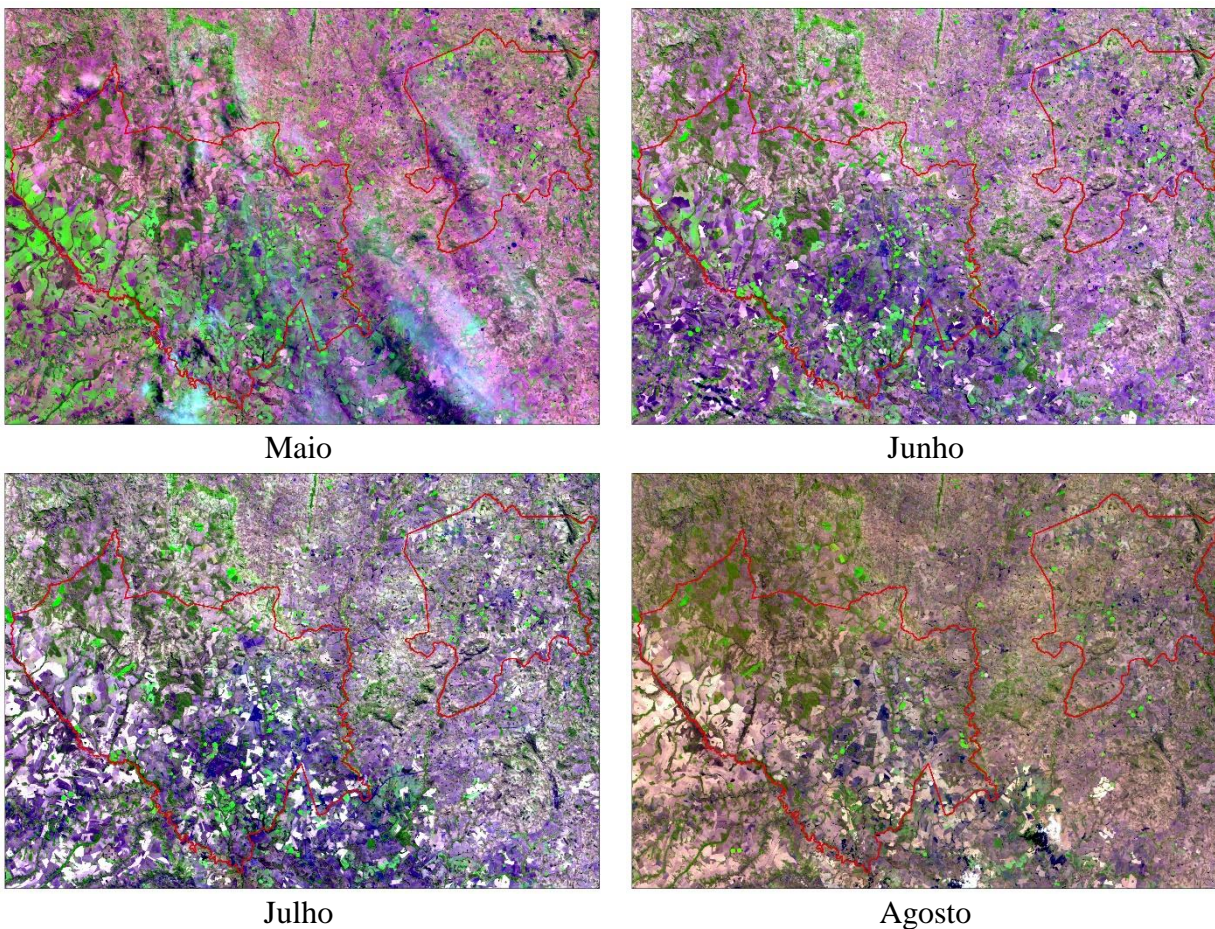


Figura 2. Imagem RGB com a combinação de Bandas 5, 4 e 3 dos meses de maio, junho, julho e agosto dos municípios de Palmeiras de Goiás e Paraúna.

Ao final do processo, o número e área dos pivôs levantado para o ano de 2016 foram comparados com o levantamento realizado em 2010 para o Estado de Goiás e Distrito Federal por Landau, Guimarães e Reis (2013).

### 3. Resultados e discussão

Nos dois municípios o levantamento utilizando imagens de 2016 possibilitou identificar 206 pivôs centrais, ocupando uma área irrigada de 12447 hectares, variando de 6 a 151 ha e uma média de 60 ha (Figura 3). Vale ressaltar, que não foi identificou, nenhum sistema de pivô central, com formato de funcionamento restrito ao semicírculo, todos os sistemas identificados possuíam formato circular. Apesar de ter sido observado alguns sistemas com cultivo em apenas parte da área circular possível ou as vezes a impressão de cultivos com fases diferentes e culturas diferentes. Comparado com o levantamento de 2010 (LANDAU, GUIMARÃES e REIS, 2013) ocorreu um aumento de 19% no número de pivôs centrais, 16,7% na área ocupada com irrigação por pivô central e 1,7% no tamanho médio da área (Tabela 1).

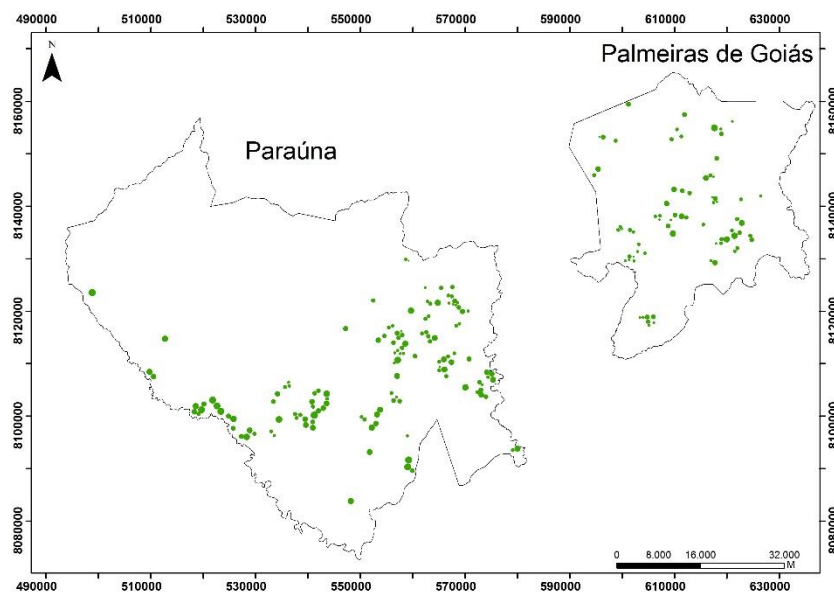


Figura 3. Localização geográfica dos pivôs centrais em 2016 nos municípios de Palmeiras de Goiás e Paraúna – Goiás.

Tabela 1. Análise comparativa do número de pivôs centrais instalados nos municípios de Palmeiras de Goiás e Paraúna no anos de 2010 e 2016

Local	Ano do levantamento	Número de Pivôs Centrais	Área irrigada (ha)			
			mínima	máxima	Média	total
Palmeiras de Goiás	2010*	56	13,8	123,7	53,2	2982,8
	2016	74	6,5	128,0	47,7	3530
Paraúna	2010*	117	14,0	139,3	65,5	7665,4
	2016	132	9,2	151,1	67,5	8917,0
Total	2010*	173	-	-	59,3	10648,2
	2016	206	-	-	60,4	12447,0

\* Conforme levantamento realizado por Landau, Guimarães e Reis (2013)

Analisando individualmente os municípios, observou-se que no município de Palmeiras de Goiás teve registrado 74 pivôs e Paraúna 132 pivôs, ocorrendo nos dois municípios um aumento de 32 e 31%, respectivamente, em relação a 2010 (LANDAU, GUIMARÃES e REIS, 2013). Com relação a área irrigada, Palmeiras de Goiás demonstrou um incremento de 547,2 ha entre 2010 e agosto de 2016. Porém, os sistemas instalados, possuíam tamanho inferior à média levantada anteriormente (53,2 ha). Já Paraúna o incremento entre 2010 e agosto de 2016 da área irrigada foi de 1251,6 ha, e apesar de ter sido observado sistema com uma área irrigada (9,2 ha) menor que em 2010 (14 ha), a média da área irrigado por pivô central aumentou aproximadamente 2%.

Com relação a distribuição dos sistemas de irrigação nos municípios, é possível observar que em Palmeiras de Goiás, ocorre uma menor concentração dos pivôs centrais dentro do município. Já Paraúna os pivôs centrais estão instalados principalmente na faixa sudeste do município. A concentração de sistemas de irrigação em uma área pequena, pode proporcionar graves problemas nos recursos hídricos da região, já visto que as vazões requeridas por esses sistemas são altas.

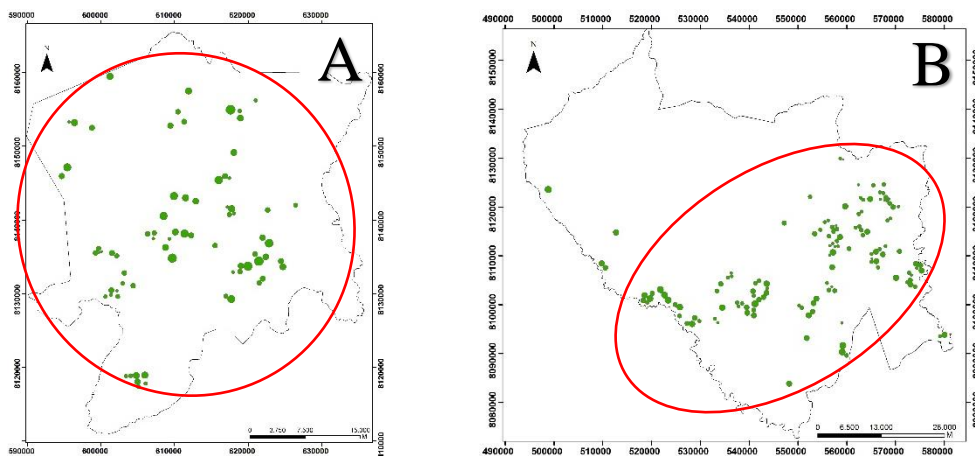


Figura 4. Detalhe da distribuição dos pivôs centrais dentro do município de Palmeiras de Goiás (A) e Paraúna (B).

Vale ressaltar, que o processo de digitalização das áreas com irrigação por pivô central foi de certa forma rápido e fácil, em menos de dois dias o levantamento e as conferências estavam realizadas. Essa rapidez e facilidade se deve muito ao programa utilizado, que disponibiliza no seu sistema Editor de Shapefile, uma ferramenta de construção de novos polígonos com diferentes formatos pré-determinados, e entre eles o formato de círculo. Possibilitando dessa forma, realizar a digitalização com maior precisão e rapidez (Figura 5). Já visto, nos processos anteriores de levantamento de objetos em imagem de satélites, como o de descrito por Landau, Guimarães e Reis (2013), o novo polígono era criado dando-se uma sequência de pontos em torno do seu contorno, o que requeria mais tempo na digitalização e muitas vezes em formas circulares, causava uma distorção do objeto.

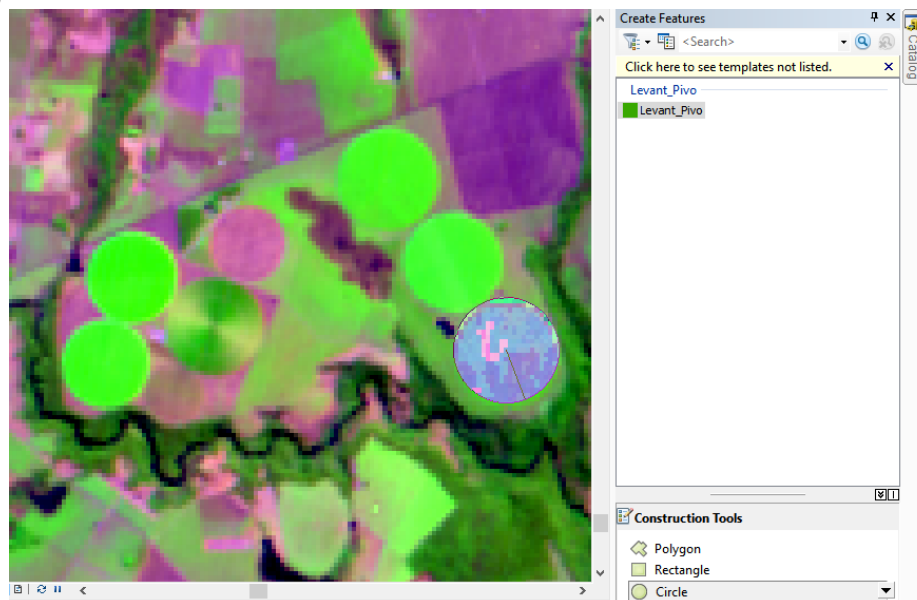


Figura 5. Sistema utilizado para realizar a digitalização das áreas irrigadas por pivôs central.

#### 4. Conclusões

Conclui-se com este trabalho, que nos municípios de Palmeiras de Goiás e Paraúna ocorreu um aumento significativo na área de irrigada por pivô central entre os anos de 2010 e 2016,

confirmando a região como mais um polo agrícola irrigado brasileiro. O sensoriamento remoto demonstrou-se ser uma ferramenta muito útil no levantamento de áreas agrícolas, possibilitando realizar estimativas mais precisas de produção de alimento.

### **Agradecimentos**

Agradecemos a Universidade Estadual de Goiás – UEG pelo apoio oferecido aos membros da pesquisa para participar do evento e ao CNPq pelo apoio financeiro durante os estudos.

### **Referências Bibliográficas**

FITZ, P.R. **Geoprocessamento sem Complicação**. Ed. Oficina de Textos. 2008. 160p.

Gonzaga Neto, L. Produtividade e competitividade dependem do aumento de hectares irrigados. **Revista dos Agrônomos**, v.3, p.14-20, 2000.

GUIMARÃES, D. P.; LANDAU, E. C. **Levantamento da agricultura irrigada por pivôs Centrais no Brasil em 2013**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2014. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 106).

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades@ - Paraúna e Palmeiras de Goiás**. 2015. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=521640&search=goias>>. Acesso em: 15 de janeiro de 2016.

IMB - Instituto Mauro Borges. **Mapeamento das Áreas Irrigadas por Pivôs Centrais no Estado de Goiás**. Informe Técnico 01, 2014.

INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Imagens LANDSAT TM e ETM. 2011**. Disponível em:<[http://www.dgi.inpe.br/siteDgi/ATUS\\_LandSat.php](http://www.dgi.inpe.br/siteDgi/ATUS_LandSat.php)>. Acesso: 12 de fevereiro de 2016.

LANDAU, E. C.; MOURA, L.; GUIMARÃES, D. P.; REIS, R. J. **Mapeamento das Áreas Irrigadas por Pivôs Centrais no Estado de Goiás e no Distrito Federal - Brasil**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2013. 36 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 77).

MACHADO JUNIOR, R. P.; PASQUALETTO, A. **Gestão racional do uso da água e energia nos pivôs centrais no Estado de Goiás**. Senai-Goiás/UCG. 2004.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação: princípios e métodos**. Viçosa: UFV, 2007. 318p.

SANTOS, C.; LORITE, I.J.; TASUMI, M.; ALLEN, R.G.; FERERES, E. Performance of an irrigation scheme using indicators determined with remote sensing techniques. **Irrigation Science**, New York, n.28, p.461-477, 2010.

SETTI, A. A.; LIMA, J. E. F. W.; CHAVES, A. G. M.; PEREIRA, I. C. **Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos**. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica: Agência Nacional de Águas, 2001.