

## **CRITÉRIOS DE EFICIÊNCIA PARA MANEJO DA IRRIGAÇÃO SOB SISTEMAS TIPO PIVOT CENTRAL: UMA ANÁLISE EXPLORATÓRIA NO ESTADO DE GOIÁS**

M. G. Dourado Furquim<sup>1</sup>; K. O. Abdala<sup>2</sup>

**RESUMO:** Na agricultura irrigada, a maior produtividade é consequência, necessariamente, da combinação dos insumos empregados na produção com o uso do fator água otimizado. Considerando o fato de que a água é um recurso com disponibilidade cada vez mais escassa, em quantidade e qualidade, e de utilidade múltipla e crescente, a sustentabilidade em seu uso torna-se fator condicionante na promoção do desenvolvimento econômico e do bem-estar social. Nesse sentido, a pesquisa possui uma abordagem qualitativa e quantitativa, com objetivo exploratório, mediante realização de análise documental de dados do cadastramento dos irrigantes de Goiás realizado em 2014, disponibilizados pela Secretaria de Desenvolvimento do Estado de Goiás (SED). Os resultados permitem discorrer sobre as técnicas de manejo da irrigação adotadas nos municípios goianos com maior área irrigada por pivô central. Evidencia-se a necessidade de se gerir o uso da água como recurso/insumo de produção, através de modelos produtivos sustentáveis ambiental e economicamente, por verificar que 48,52% dos irrigantes consultados não adotam nenhuma modalidade de gestão dos sistemas de irrigação que promovam o uso eficiente da água.

**PALAVRAS-CHAVE:** Irrigação; eficiência técnica; eficiência econômica.

## **EFFICIENCY CRITERIA FOR IRRIGATION MANAGEMENT UNDER CENTRAL PIVOT IRRIGATION SYSTEM: AN EXPLORATORY ANALYSIS IN THE STATE OF GOIÁS**

**SUMMARY:** In irrigated agriculture, higher productivity is necessarily a consequence of the combination of the inputs used in production with the use of the optimized water factor. Considering the fact that water is a resource with increasingly scarce availability, quantity and

<sup>1</sup> Mestre em Agronegócio pela Universidade Federal de Goiás, docente do Instituto Federal Goiano Campus Iporá – Goiás. E-mail: maria.furquim@ifgoiano.edu.br.

<sup>2</sup> Doutor, docente da Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás. E-mail: agroklaus@gmail.com.

quality, and Of multiple and increasing utility, sustainability in its use becomes a conditioning factor in the promotion of economic development and social welfare. In this sense, the research has a qualitative and quantitative approach, with an exploratory objective, through documentary analysis of the registration of irrigators of Goiás carried out in 2014, made available by the State Development Secretariat of Goiás (SED). The results allow us to discuss the irrigation management techniques adopted in the municipalities of Goiás. The need to manage the use of water as a resource / input of production through environmental and economically sustainable production models is evidenced by the fact that 48.52% of the irrigators consulted do not adopt any type of management of irrigation systems that promote the efficient use of water.

**KEYWORD:** Irrigation; Technical efficiency; Economic efficiency.

## INTRODUÇÃO

A relevância das discussões quanto à disponibilidade e ao uso da água na irrigação remete à questão da utilização ótima do recurso hídrico frente ao aumento da concorrência entre usuários e à diminuição gradativa deste recurso, em quantidade e qualidade, dado o aumento da demanda por usuários urbanos, agropecuários e industriais, além da sua necessidade para a manutenção dos diversos ecossistemas. Assim, alcançar a eficiência no uso do sistema de irrigação assegura não somente o retorno financeiro ao irrigante em detrimento do capital investido para o exercício da atividade produtiva, mas, especialmente o abastecimento urbano e a minimização de danos ambientais.

Para Andrade (2001), a decisão de irrigar deve ser motivada por questões relacionadas à necessidade e à possibilidade de execução do processo de irrigação. Dentre os atributos da irrigação que impactam na produtividade das culturas destaca-se a eficiência do uso da água para suprir as necessidades das plantas durante seu ciclo de produção. Além desse parâmetro, para o alcance da eficiência do uso do recurso, deve-se levar em conta a otimização do mesmo na aplicação de fertilizantes; a possibilidade de uso intensivo do solo, com sucessão de culturas em até três vezes ao ano; e a racionalização do uso de máquinas, implementos e mão de obra ao longo do ano.

Segundo Tang, Folmer e Xue (2015), o rendimento oriundo do uso de sistemas de irrigação deve contabilizar, além da entrada do insumo água, a combinação deste com outras

entradas, como fertilizantes, defensivos, sementes, mão de obra, dentre outros fatores que devem ser compensados pelo que se produz por m<sup>3</sup> de água utilizado.

Dessa forma, o recurso hídrico, enquanto fator de produção, acarreta custos, mesmo que seu preço não esteja explícito, pois o valor econômico desse recurso encontra-se expresso no gasto com energia para realizar o bombeamento, no investimento para aquisição de equipamento para levar a água do manancial à lavoura e, especialmente, no custo social de oportunidade, por ser um bem público (ALBUQUERQUE, 2004). Assim, a gestão pública dos recursos comuns precisa atender às demandas dos diversos usuários atuais e futuros, além de resguardar a conservação dos ecossistemas, conforme assegurado em lei.

Nesse sentido, evidenciar o perfil de gestão do produtor irrigante goiano proporciona um direcionamento para o poder público, quanto as formas de gestão e regulação dos recursos hídricos, que efetivamente fomente a adoção de práticas eficientes e sustentáveis.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O Estado de Goiás é considerado um dispersor de águas no Brasil, por possuir em seu território rios que alimentam diversas bacias hidrográficas (MARTINS et al., 2014). Inserido na região hidrográfica do Tocantins/Araguaia, São Francisco e Paraná, o estado de Goiás possui uma área de 340.111,783 km<sup>2</sup>, o que corresponde a 3,99% do território nacional, contemplando 246 municípios, com população total, em 2010, de 6.003.788 habitantes distribuídos 90,29% na zona urbana e 9,71% na zona rural (IBGE, 2017). O Estado possui uma precipitação média anual de 1.564 mm, 197 mm abaixo da média nacional, com balanço hídrico, em termos qualitativo, apresentando-se em situação satisfatória (ANA, 2013).

Para a execução deste trabalho, realizou-se uma abordagem exploratória, ou estudo preliminar, o qual visa alcançar maior familiaridade com o problema e evidenciá-lo, por meio de revisão bibliográfica, em literatura da área, e descritiva, com a identificação e análise dos aspectos relacionados ao fenômeno estudado (LAKATOS; MARCONI, 2001). Utilizando de análise documental do cadastramento dos irrigantes de Goiás, realizado até abril de 2014, em dados disponibilizados pela Secretaria de Desenvolvimento do Estado de Goiás (SED), foi composta uma amostra de 1.181 equipamentos tipo pivô central, o que representa 62% do número de sistemas cadastrados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

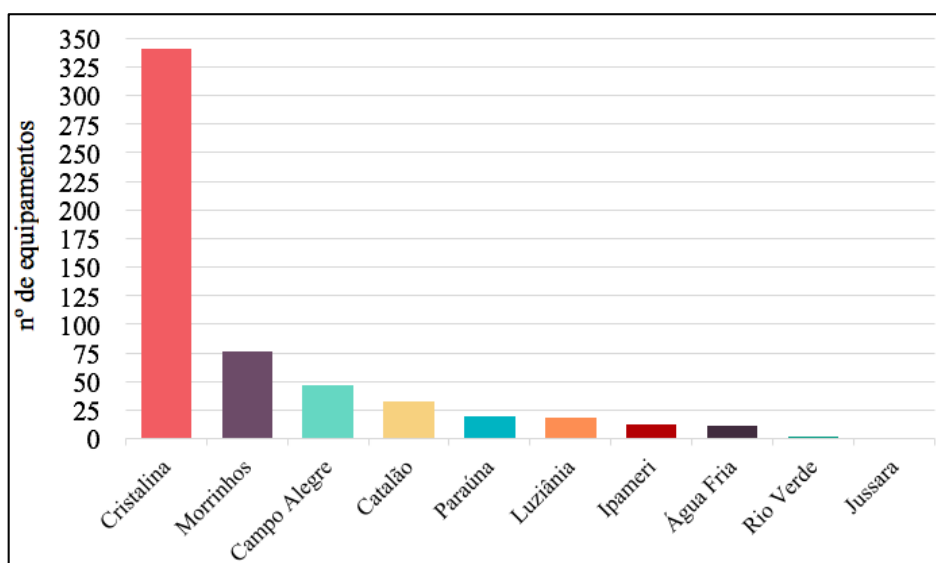
Na agricultura irrigada a maior produtividade é consequência, necessariamente, da combinação ótima dos insumos empregados na produção com o uso do fator água. A eficiência no uso da água é resultante do maior nível de produção obtida a cada nível desse recurso, fixada a quantidade dos demais fatores de produção. Assim, a relação solo-água-planta-atmosfera é um aspecto fundamental a ser considerado no planejamento e na operação de um projeto de irrigação. Para estabelecer a inter-relação entre esses elementos, e identificar suas limitações, é necessário elaborar um plano de irrigação, cujas etapas contemplem as particularidades da localidade, a cultura a ser cultivada, o sistema de irrigação a ser adotado, além da competência técnica dos gestores na gestão dos sistemas de irrigação (BERNARDO; SOARES; MANTOVANI, 2006).

Dessa forma, a elaboração do projeto de irrigação deve ser realizada contemplando essa tecnologia em um contexto sistêmico, no qual atributos técnicos, ambientais e gerenciais sejam complementares, alinhando-se aos parâmetros definidos pelos órgãos públicos que regulamentam o uso do recurso hídrico.

Logo, selecionado o método e o sistema adequado à região, torna-se imprescindível, para obter eficiência sócio-econômico-ambiental do uso da água, o manejo adequado do sistema e a manutenção regular dos equipamentos. Isso porque o uso intensivo do solo em áreas irrigadas – em média três safras ao ano – pode acarretar danos ambientais como: degradação dos solos, contaminação ou esgotamento dos recursos hídricos, aumento no uso de agroquímicos, dentre outros (SCHMIDT, 2007).

Nesse sentido, a adoção de técnicas de manejo de irrigação emerge como estratégia de aprimoramento no uso da tecnologia que oportuniza economia no consumo de água e redução nos custos de produção. Todavia, a adoção de manejo da água depende do perfil do empreendedor rural e sua percepção acerca da utilização do insumo água.

Considerando que no estado de Goiás, aproximadamente 250.000 hectares da área agricultada é irrigada, o que representa menos de 5% da área irrigada nacional, verifica-se (figura 1) que apenas 10 municípios concentram 45,6% da área irrigada. A elevada concentração dos sistemas é percebida mesmo dentro deste grupo, como é o caso do município de Cristalina que, detém 5 vezes mais sistemas em operação que o segundo colocado, Morrinhos, ambos com áreas municipais equivalentes (IBGE, 2017).

**Figura 1.** Número de equipamentos usados com manejo de irrigação

Fonte: Elaborado pelo autor.

Esta elevada concentração regional tem implicações diretas no conflito pelo uso do recurso hídrico, com reflexos nos ecossistemas e no meio urbano industrial (FURQUIM; ABDALA, 2017).

Dentre os métodos e tecnologias de manejo utilizados pelos irrigantes se destacam:

- Turno de rega – O turno de rega consiste no intervalo de tempo que pode transcorrer entre uma irrigação e outra; ou seja, considera a capacidade de suporte hídrico do solo para se estimar o intervalo entre as irrigações, assim, o turno de rega será maior, quanto maior a aptidão de armazenamento de água do solo, podendo ser realizado com rega fixa e lâmina variável, ou rega variável e lâmina fixa (FRIZZONE, 2007).
- Estruturação do perfil do solo – consiste em técnicas que otimizam a infiltração da água aplicada sobre a superfície de um terreno, reduzindo o escoamento superficial e contribuindo para elevar a capacidade de armazenamento do solo (SCHMIDT, 2007).
- Tensiômetro – equipamento que monitora as alterações de teor de água, medindo a capacidade de retenção de água no solo (AZEVEDO; SILVA, 2003).
- Sistema computacional – são softwares ou aplicativos de assessoramento ao produtor que possibilitam suporte técnico e gerencial no exercício das atividades produtivas, a partir de banco de dados formado por visitas *in loco* na propriedade. Integra as características de solo, clima, cultura a ser cultivada, sistema de irrigação utilizado em consonância com informações de estações meteorológicas, imagens de satélite e demais ferramentas que proporcionem suporte à tomada de decisão (BERNARDO; SOARES; MANTOVANI, 2006).

- Manejo de estresse hídrico – consiste em otimizar o uso da água, associando o volume aplicado à quantidade a ser produzida, de maneira a realizar a irrigação proporcional à demanda, segundo o ciclo de desenvolvimento da cultura (SILVA, 2003).
- Considerando as principais técnicas de manejo, utilizadas pelos gestores dos sistemas de irrigação no estado de Goiás (Quadro 1), verificou-se que: em Paraúna, Morrinhos e Catalão quase 70% dos cadastrados fazem manejo de água, sendo turno de rega o método mais utilizado; em Ipameri, Campo Alegre de Goiás e Cristalina em cerca de 50% dos equipamentos se utiliza manejo, sendo o mais comum a adoção de sistemas computacionais e em Rio Verde, Luziânia, Jussara e Água Fria de Goiás em mais de 70% dos equipamentos não é feito manejo da água.

**Quadro 1.** Métodos de manejo dos sistemas de irrigação utilizados por seus gestores no estado de Goiás

Município	Nº de equip.	Método de manejo utilizado	Sem manejo
Cristalina	661	Turno de rega – 89 Perfil do solo – 1 Sindicato rural – 1 Embrapa – 1 Universidade de Piracicaba – 4 Sistema computacional - 245	320
Jussara	34	-	34
Paraúna	27	Tensiômetro – 10 Turno de rega – 1 Sistema computacional - 9	7
Morrinhos	111	Turno de rega - 76	35
Luziânia	61	Estresse hídrico – 7 Sistema computacional - 9 Turno de rega - 2	43
Campo Alegre de Goiás	92	Sistema computacional - 30 Turno de rega - 17	45
Água Fria de Goiás	53	Turno de rega - 11	42
Rio Verde	64	Sistema computacional - 2	62
Ipameri	29	Tensiômetro – 4 Turno de rega – 4 Sistema computacional - 7	14
Catalão	49	Pluviômetro – 4 Turno de rega – 21 Sistema computacional - 8	16

Fonte: Seagro (2014).

Conforme dados da Seagro (2014), Goiás apresenta significativa porcentagem dos equipamentos de irrigação com mais de vinte anos de uso, o que contribui para reduzir a eficiência do método de irrigação para até 50%, ou seja, na contramão do que preconiza a eficiência produtiva/econômica dos recursos.

Todavia, é possível encontrar ainda, como técnica de eficiência de uso do recurso hídrico na irrigação agrícola, a construção de barragens para represar a água da chuva, uma vez que

aumenta a oferta do recurso. Entretanto, segundo Furquim (2017), esta técnica ainda é incipiente para evitar conflitos pelo uso da água, pois esses barramentos não asseguram o fornecimento necessário para a realização de três safras/ano. Ainda, o grande desafio quanto ao uso de represas está nos custos de construção que variam de R\$1.000,00 à R\$4.000,00 por hectare irrigado adicionais ao projeto.

Conforme Albuquerque (2004, p. 14), “[o] conceito clássico de *eficiência de irrigação* usado pelos engenheiros omite os parâmetros econômicos. Para a determinação da eficiência de irrigação em seu nível ótimo, os economistas procuram conhecer o valor da água de irrigação e o custo do acréscimo no sistema de produção ao controlar ou manejá-la”. Assim, a água deve, como os demais recursos, ser alocada eficientemente por ser fator de um sistema de produção com capacidade de reduzir os custos econômicos.

Neste sentido, Kijne, Barker e Molden (2003) descrevem a eficiência econômica do uso da irrigação como a capacidade do sistema agrícola de produção de transformar água em alimentos e o fazê-lo eficientemente, representando um indicador de desempenho econômico que considera os elementos básicos de um sistema de irrigação, expressos como a proporção da saída de produtos para cada unidade de entrada de fator água que consome, ou seja, o componente água, na irrigação, é apresentado em determinado contexto econômico, constituindo um dos parâmetros (fator) de uma função de produção, devendo ser gerido para se alcançar a otimização do recurso.

Cook, Gichuki e Turrall (2006) apresentam, a partir do conceito de produtividade da água de Kijne, Barker e Molden (2003), diferentes parâmetros para análise econômica (quadro 2). Esses autores propõem a análise econômica fundamentada em indicador de custo-efetividade. Dessa forma, o que deverá ser analisado pelo indicador de desempenho (WP) é a relação entre custos e benefícios a partir do fator de produção água.

**Quadro 2.** Parâmetros para estimar a produtividade da água

<b>Parâmetro</b>	<b>Indicador</b>
Produtividade da água física no campo, na fazenda ou no âmbito do sistema.	Rendimento (kg) de biomassa total, ou biomassa acima do solo, ou grãos ou forragem.
Produtividade da água econômica no âmbito da exploração agrícola.	Valor bruto de produto, ou valor líquido de produto, ou benefício líquido de produção irrigada em comparação com a produção de sequeiro.
Produtividade da água econômica na escala bacia.	Quaisquer das avaliações anteriores, incluindo apoio à subsistência, como gado, peixe ou agroflorestal
Produtividade da água macroeconômica em escala regional ou nacional.	Valor monetário de todos os benefícios econômicos diretos e indiretos menos os custos associados, para todos os usos da água no domínio de interesse.

Fonte: Cook, Gichuki e Turrall (2006).

Assim, tendo como indicador da produtividade da água o WP, é possível identificar os resultados de gestão da água em escala positiva ou negativa, por exemplo, quando, às culturas agrícolas de baixo valor de mercado, são fornecidas a mesma quantidade de água que poderia ser destinada a usos de alto valor, a produtividade global da bacia como recurso é reduzida em termos econômicos (MDEMU; FRANCIS, 2013).

Segundo Abdala (2012) e Furquim (2017) os sistemas de irrigação tipo pivot central, no estado de Goiás, têm sido cada vez mais alocados para produção de produtos de baixo valor de produção por unidade de área, concluíram que a lógica de alocação do fator água para sistemas de irrigação no Estado não tem sido a de eficiência econômica.

## CONCLUSÃO

O resultado deste trabalho consiste em apresentar o dilema, quanto ao uso privativo da água, que na verdade é um bem comum, regulamentado pelo Estado. Evidenciando as lacunas presentes no setor, nos municípios analisados, por não possuir uma gestão de irrigação que promova o uso eficiente da água como insumo produtivo para uma agricultura competitiva e com responsabilidade ambiental, este trabalho contribui para o setor público no estabelecimento de políticas que visem o aprimoramento dos processos de gestão dos sistemas de irrigação no Estado.

Considerando o fato de que a água é um recurso com disponibilidade cada vez mais limitada, em quantidade e qualidade, e de utilidade múltipla, a sustentabilidade em seu uso torna-se fator condicionante na promoção do desenvolvimento econômico e do bem-estar social.

A sustentabilidade do uso da água na irrigação está intrinsecamente relacionada à melhoria na eficiência, técnica e econômica, de uso da água e pode ser alcançada por ações que limitam a quantidade de água utilizada por unidade de qualquer atividade, favorecendo a conservação dos corpos hídricos.

Portanto, para que haja eficiência intertemporal, torna-se necessário adotar estratégias de manejo que reduzam as perdas nos reservatórios, na condução e na aplicação de água nas áreas irrigadas, no aprimoramento dos métodos de irrigação e manutenção em equipamentos, bem como na seleção econômica dos produtos que serão fruto da utilização deste recurso, uma vez que o aumento da oferta destes é benefício social decorrente da utilização de um bem público, a água.



A necessidade e preocupação quanto ao nível de eficiência no uso de sistemas de irrigação já se manifesta no mercado, sobretudo nas parcerias entre produtores irrigantes e agroindústrias, uma vez que estas têm exigido que comprovantes de eficiência e uniformidade de aplicação de água do pivô para fornecimento de insumos aos irrigantes tendo em vista a otimização da utilização destes insumos (FURQUIM, 2017)

Sendo as tecnologias de irrigação imperativas para a modernização da agricultura brasileira, elevar o elemento água a recurso produtivo, e considerá-lo como diferencial para o desenvolvimento de um agronegócio competitivo, torna-se o grande desafio para o setor de irrigação no estado de Goiás.

## REFERÊNCIAS

- ABDALA, K. DE O. Dinâmica de competição agropecuária pelo uso do solo no estado de Goiás e implicações para a sustentabilidade dos recursos hídricos e remanescentes florestais. 2012. 202f. Tese (Doutorado) – CIAMB, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012.
- ANA – Agência Nacional de Águas. Plano de recursos hídricos e do enquadramento dos corpos hídricos superficiais da bacia hidrográfica do rio Paranaíba. Brasília: ANA, 2013.
- ALBUQUERQUE, P. E. P. Aspectos conceituais do uso eficiente da água na agricultura. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE O USO DA ÁGUA NA AGRICULTURA, 27 a 30 de setembro de 2004, Passo Fundo – RS. Painel 03: Eficiência e Otimização do Uso da Água na Agricultura. Passo Fundo, 2004.
- ANDRADE, C. L. T. **Seleção do sistema de irrigação**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2001. 18p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 14).
- AZEVEDO, J. A. de; SILVA, E. M. da. Tensiômetro: dispositivo prático para controle da irrigação. Planaltina: Embrapa Cerrados, 1999. 33p.
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. Manual de irrigação. 8. ed. Viçosa: Ed. UFV, 2006. 625p.
- COOK, S. E.; TURRAL, H.; GICHUKI, F. Agricultural Water Productivity: Issues, Concepts and Approaches. Basin Focal Project Working Paper, n. 1, 2006. 17 p.
- FRIZZONE, J. A. Planejamento da irrigação com uso de técnicas de otimização. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, v. 1, n. 1, p. 24-49, 2007. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.7127/rbai.v1n100107>.

FURQUIM, M. G. D. Efeitos da instituição da cobrança pelo uso da água na configuração agrícola irrigada de Cristalina - GO. 2017. 64f. Dissertação (Mestrado) – PPAGRO, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2017.

FURQUIM, M. G. D.; ABDALA, K. O. Caracterização preliminar da agricultura irrigada em Cristalina-GO, a estreita relação entre o desenvolvimento sustentável e o crescimento econômico. *Revista Irriga*, v. 1, n. 1, 2016.

IBGE. Censo 2010. Disponível em:

<<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default.shtm>> acesso em 22 de jun. de 2017

KIJNE, J. W.; BARKER, R.; MOLDEN, D. Improvement water productivity in agriculture: editors' overview. In: KIJNE, J.W. et al. (Ed.). *Water productivity in agriculture: limits and opportunities for improvement*. Sri Lanka: CABI Publishing/IWMI. v.1, 2003. p. xi-xix.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. *Fundamentos metodologia científica*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

MARTINS, R. A. et al. Espacialização do agrohidronegócio do pivô central no cerrado goiano. *Revista Eletrônica Geoaraguaia, Barra do Garças-MT*, v. 4, n. 2, p. 221-245, jul./dez. 2014.

MDEMU, M. V.; FRANCIS, F. Productivity of water in large rice (paddy) irrigation schemes in the Upper Catchment of the Great Ruaha River Basin. Tanzania, 2013.

SCHMIDT, W. *Agricultura irrigada e o licenciamento ambiental*. 2007. 126 p. Tese (Doutorado) -- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2007.

SILVA, M. R. Efeitos do manejo hídrico e da aplicação de potássio na qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis* W. (Hill ex. Maiden). 2003. 100f. Tese (Doutorado em Agronomia - Irrigação e Drenagem) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.

SEAGRO – Secretaria de Estado da Agricultura, Pecuária e Irrigação. *Cadastramento dos irrigantes do estado de Goiás. Dados obtidos durante a pesquisa com a atual SED*, 2014.

TANG, J.; FOLMER, H.; XUE, J. Technical and allocative efficiency of irrigation water use in the Guanzhong Plain, China. *Food Policy*, p. 43-52, 2015. Disponível em: [www.elsevier.com/locate/foodpol](http://www.elsevier.com/locate/foodpol).