

MECANISMOS DE TOMADA DE DECISÃO EM USO DO SOLO SOB SISTEMAS IRRIGADOS NO MUNICÍPIO DE CRISTALINA-GO

M. G. Dourado Furquim¹; K. O. Abdala²

RESUMO: A literatura aponta a adoção de sistemas de irrigação como mitigadores de riscos à produção agrícola, com seus benefícios sociais decorrentes da regularização das condições de oferta, conduzindo o sistema ao equilíbrio de bem-estar. Entretanto, dadas as lógicas de tomada de decisão em nível de firma, é possível questionar a racionalidade do produtor ao adotar a tecnologia de irrigação. Nesse contexto, o objetivo da pesquisa foi identificar algum padrão de tomada de decisão de uso do solo e dos recursos hídricos em Cristalina-GO. Partindo da hipótese de relação existente entre o fator determinante da quantidade ofertada, como influenciador da tomada de decisão acerca da alocação dos recursos água e terra, realizou-se uma pesquisa multi-métodos, por meio de análises estatísticas, gráficas e diferenciais estruturais, aplicadas à dinâmica de mudança de uso do solo pelas principais culturas irrigadas por sistemas tipo pivot central. Conclui-se que a alocação dos fatores terra e água não têm uma relação significativa com determinantes da quantidade ofertada e, portanto, que são alocados segundo uma racionalidade que considera outras variáveis.

PALAVRAS-CHAVE: Irrigação; Cristalina-GO; Alocação de fatores de produção.

DECISION-MAKING MECHANISMS IN SOIL USE UNDER IRRIGATED SYSTEMS IN THE COUNTY OF CRISTALINA-GO

SUMMARY: The literature points the adoption of irrigation systems as risk mitigating for agricultural production, with its social benefits arising from the regularization of offer conditions, leading the system to a balance of well-being. However, given the decision-making logic at company level, it is possible to question the rationality of the producer when adopting irrigation technology. In this context, the objective of the research was to identify some decision-making pattern for soil and water resources use in Cristalina-GO. Based on the

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

² Doutor, docente da Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás. E-mail: agroklus@gmail.com.

hypothesis of a relationship between the determinant factor of the quantity offered, as a persuasive factor on the decision-making about the allocation of water and land resources, a multi-method research was carried out, through statistical, graphical and structural differentials analysis, applied to the dynamics of land use change by the main crops irrigated by central pivot systems. It is concluded that the allocation of land and water factors do not have a significant relation with determinants of the quantity offered and, therefore, that they are allocated according to a rationality that considers other variables.

KEYWORD: Irrigation; Cristalina GO; Allocation of factors of production.

INTRODUÇÃO

A complexidade da tomada de decisão é inerente ao processo de planejamento da produção agrícola, demandando dos produtores rurais a análise de aspectos técnicos, que possibilite a redução das incertezas características da produção agropecuária, tais como as de ordem bio-climáticas, e de aspectos mercadológicos. Espera-se que a racionalidade do processo seja orientada à obtenção do maior retorno financeiro líquido. Quando se trata da gestão de áreas agricultadas irrigadas, fatores adicionais incrementam a complexidade na tomada de decisão. Especificamente, o uso da água, deverá ser contabilizado, uma vez que este fator se insere no processo como insumo produtivo, e sua inter-relação com o sistema composto por solo-água-planta-atmosfera deverá alcançar a máxima eficiência econômica (BORGES JÚNIOR et al. 2008).

Considerando que o município de Cristalina se destaca no país por possuir a maior área irrigada com sistema tipo pivô central e contribuir para o abastecimento do mercado nacional, não apenas de grãos, mas também de olerícolas, como a batata e cebola, que perfazem 10% da produção do país, além de tomate, milho, verde e semente, feijão, alho e café, culturas que dependem de irrigação e portanto da decisão do produtor na alocação dos fatores terra e água, considerando as oportunidades apresentadas a cada ano pelo mercado da região.

Assim, considerando oferta, demanda e equilíbrio de mercado de um determinado produto, as suas variações de preço no curto prazo são fatores de racionalidade econômica que os agentes consideram ao criarem expectativas sobre as oportunidades de mercado, adotando, assim, um modelo de decisão, descrito pela teoria econômica de expectativas racionais.

Sargent (2008, p. 1) define expectativas racionais como “[...] um conceito de equilíbrio que pode ser aplicado a modelos econômicos dinâmicos [...] em que as variáveis endógenas são

influenciadas pelas expectativas em *relação* aos valores futuros dessas variáveis tidas pelos agentes no modelo.”

O conceito é ainda diferenciado por Snowdon e Vane (2005) em suas formas fraca e forte. Na forma fraca, as informações são utilizadas pelo indivíduo, segundo seu interesse, sua capacidade de processamento e a disponibilidade/qualidade dessa informação. Admite-se erros nesse processo de julgamento, em face das limitações dos agentes e das bases de dados.

Já a forma forte teoriza que as previsões serão tão consistentes quanto a teoria econômica equivalente, uma vez que os erros não tem correlação com o conjunto de informações relevantes para a tomada de decisão, uma vez que expectativas sistematicamente equivocadas modificariam as formas de se formar tais expectativas, eliminando os erros com o passar do tempo (MUTH, 1961 apud FERREIRA, 2013).

Para Ferreira (2013), a hipótese das expectativas racionais contrasta com outras hipóteses de formação de expectativas, como as adaptativas (em que se espera mudança no valor da variável de maneira proporcional à diferença entre o último valor observado e a previsão para este valor), as regressivas (em que se espera que a variável retorne a algum valor passado) e as extrapolativas (em que se espera que mudanças recentes de direção da variável continuem). Todas essas hipóteses adotam premissas de que informações passadas alimentam a tomada de decisão do agente, o qual elabora previsões segundo os diferentes modelos (hipóteses).

Portanto, segundo estes modelos teóricos, os irrigantes ao alocar os fatores escassos, no caso terra e água, a determinadas culturas, estariam visando a oportunidade de lucro advinda da expectativa de preço, formada com base em informações de um momento anterior (CAMARGOS, 2004).

Nesse sentido, este estudo tem por objetivo analisar a racionalidade da dinâmica de uso de solo e água no sistema de produção via irrigação em Cristalina-GO. Assim, utilizando a hipótese de que a área alocada atualmente responde ao comportamento histórico de preço dos produtos cultivados, os dados de série histórica de preço e área cultivada das culturas que compõem o sistema de produção via irrigação em Cristalina-GO foram submetidos a diferentes análises exploratórias. Espera-se que os resultados deste trabalho possam subsidiar pesquisas que necessitem informações sobre a racionalidade de tal dinâmica.

MATERIAL E MÉTODOS

Na busca por uma explicação significativa para a dinâmica de uso de solo no sistema, partindo da hipótese de que a área cultivada respondia ao preço e com o objetivo de ampliar a representatividade do modelo concebido, os dados das variáveis que o compõem foram submetidos a diferentes análises exploratórias, a saber: estatística, gráfica e econométrica.

O método *Shift-Share*, conforme aplicado por Pimentel (1998), Yokoyama, Igreja e Neves (1989) e Gomes et al. (1998), possibilita a análise do comportamento produtivo de determinado setor em determinado período de tempo, considerando de forma particularizada a realidade local acerca de aspectos específicos como expansão ou substituição de determinada atividade conforme período analisado. Conforme contribui Simões (2005, p. 10):

O método *shift-share* consiste, basicamente, na descrição do crescimento econômico de uma região nos termos de sua estrutura produtiva. O método é composto por um conjunto de identidades – com quaisquer hipóteses de causalidade – que procuram identificar e desagregar componentes de tal crescimento, numa análise descritiva da estrutura produtiva.

Segundo Santos et al. (2009, p. 582): “Este modelo permite decompor a alteração da área cultivada de um produto em relação a outro, em função da variação do tamanho do sistema (que corresponde ao somatório da área cultivada com os produtos plantados na região em análise) de produção (efeito escala), ou da substituição de um produto por outro, dentro do sistema (efeito-substituição)”.

Na pesquisa, foram considerados a área destinada a produção das culturas do: alho, batata-inglesa, cebola, feijão, milho em grão, tomate e trigo no município de Cristalina, no período de 2006 à 2015, considerando a média obtida com base nos anos de 2006, 2007 e 2009 como valores de referência inicial e de 2013, 2014 e 2015 para definir os valores finais, objetivando delinear a configuração produtiva em Cristalina e os respectivos efeito-escala (expansão da área cultivada) e efeito substituição (uma cultura ocupada área anteriormente cultivada por outra cultura) de cada cultura contemplada pelo estudo.

A análise gráfica foi utilizada para complementar a dos resultados do modelo *shift-share*, uma vez que este retrata apenas as condições iniciais e finais do sistema. Por sua vez, a análise gráfica permite observar a dinâmica de expansão e de substituição de culturas ao longo do período.

Para calcular o preço anual das diferentes culturas, foram coletados dados históricos de valor da produção agrícola municipal (IBGE, 2017), os quais foram divididos pela quantidade produzida no município, obtendo-se o preço unitário pago ao produtor a cada ano do período considerado. Foram coletados dados do período de 2006 a 2015, em valores nominais, os quais foram utilizados neste formato (nominal) para as análises de expectativas do produtor, uma vez que são as informações que ele retém para tomada de decisão, estes valores também foram corrigidos em relação à inflação no período, por meio da aplicação do índice geral de preços, o IGP-DI, e utilizados para obter a média histórica. Este preço, resultante da média histórica, foi multiplicado pela respectiva produtividade média, permitindo obter a receita total para cada cultura.

Para a cultura de milho semente, foi utilizada a base de preços BM&F BOVESPA menos 15% do valor, uma vez que esta é a referência adotada no pagamento ao produtor, conforme parâmetros contratuais estabelecidos junto às produtoras de semente de milho (SINDICATO RURAL DE CRISTALINA, 2016).

Os dados de preço de venda e produtividade do milho doce foram obtidos junto ao Sindicato Rural de Cristalina, sendo, portanto, dados primários que ilustram a realidade da agricultura irrigada no município. Para Arenales et al. (2011, p. 3), “[...] a validação do modelo depende [...] do modelo matemático ser coerente com o contexto original”.

A análise estatística foi elaborada com o uso do sistema SPSS, no qual os dados da série histórica área e preços nominais foram submetidos a estatística exploratória, correlacionando preços em grupos de 1 a 3 anos passados, com a quantidade de terra alocada para cultura no presente, por meio da correlação de Spearman. Esse coeficiente é usualmente empregado nos casos em que as amostras são pequenas e a distribuição não é normal, buscando identificar o nível de influência de uma variável sobre a outra e em caso significativo, permite a estimação de modelos explicativos de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSAO

As principais culturas irrigadas produzidas na safra de inverno 2015 (Tabela 1) e suas respectivas áreas de cultivo (SINDICATO RURAL DE CRISTALINA, 2016) foram culturas de: milho, alho, batata-inglesa, cebola, feijão, milho doce e semente, tomate e trigo, tendo sido desconsideradas as culturas com menor expressividade em área cultivada no período analisado e cuja ausência de informações nos institutos de pesquisa inviabilizaram a inclusão no modelo

analisado, sendo elas: café, cenoura, beterraba, milho pamonha, aveia, batata-doce e frutíferas, tais culturas totalizam 5.750 hectares, ou aproximadamente 10% da área irrigada no município.

Tabela 1. Principais culturas irrigadas produzidas na safra de inverno/2015 em Cristalina-GO

Culturas	Área plantada / ha
Alho	1.800
Batata-inglesa	4.000
Cebola	2.220
Feijão (em grão)	10.000
Milho doce	12.000
Milho semente	12.000
Tomate	3.500
Trigo (em grão)	5.000
Total	50.500

Fonte: Sindicato Rural de Cristalina.

Elaborado pela autora.

As informações de preço médio histórico, produtividade e receita total das culturas irrigadas produzidas em Cristalina GO (tabela 2), quando comparadas a área atual dessas culturas no município, já indicam não haver racionalidade econômica na tomada de decisão em relação aos fatores terra e água. Como é possível observar, as culturas que atualmente mais ocupam os solos do município e consequentemente os sistemas de irrigação são milho, feijão e trigo, respectivamente, justamente as culturas de menor receita unitária dentre as retidas para análise.

Tabela 2. Informações de preço, produtividade e receita total para as atividades consideradas

Culturas	Preço de venda (R\$/kg)	Produtividade (kg/ha)	Receita unitária (R\$/ha)
Alho	4,82	13205	63.689,13
Batata-inglesa	0,81	38200	31.043,68
Cebola	1,15	53778	62.151,30
Feijão (em grão)	2,30	2322	5.363,10
Milho doce	0,5	15000	7.500,00
Milho semente	0,46	5854	2.736,75
Tomate	0,38	85807	33.228,78
Trigo (em grão)	0,77	4818	3.749,35

Fonte: Elaborado pela autora.

Diante deste resultado, foi conduzida a análise da dinâmica de uso do solo no município, por meio do método *shift-share*. Os resultados (Tabela 3) demonstram que as culturas que sofreram mais alteração de suas áreas, entre 2006 e 2015 foram: feijão, trigo e milho. O feijão teve um saldo negativo em mudança de uso do solo de - 4.000 ha, resultante de uma perspectiva de aumento de área agrícola irrigada para esta cultura de 4.311 ha e de uma efetiva substituição,

por outras culturas, de 8.311,27 ha, enquanto trigo teve um saldo negativo em mudança de uso do solo de - 2.627 ha, resultante de uma perspectiva de aumento de área agrícola irrigada para esta cultura de 1.896 ha e de uma efetiva substituição, por outras culturas, de 4.523 ha. Já o milho teve um saldo positivo em mudança de uso do solo de 11.671 ha, resultante de uma perspectiva de aumento de área agrícola irrigada para esta cultura de 2.050 ha e de uma efetiva substituição, de outras culturas pelo milho, de 9.621 ha. Tomate, cebola e batata e alho também obtiveram os valores positivos tanto para aumento de área agrícola como para substituição de outras culturas por estas. Observa-se mais uma vez uma contradição à hipótese de tomada de decisão com base em expectativas de preço, uma vez que, ao longo do período analisado, a cultura do milho, a de menor valor de receita unitária, foi a que mais se expandiu.

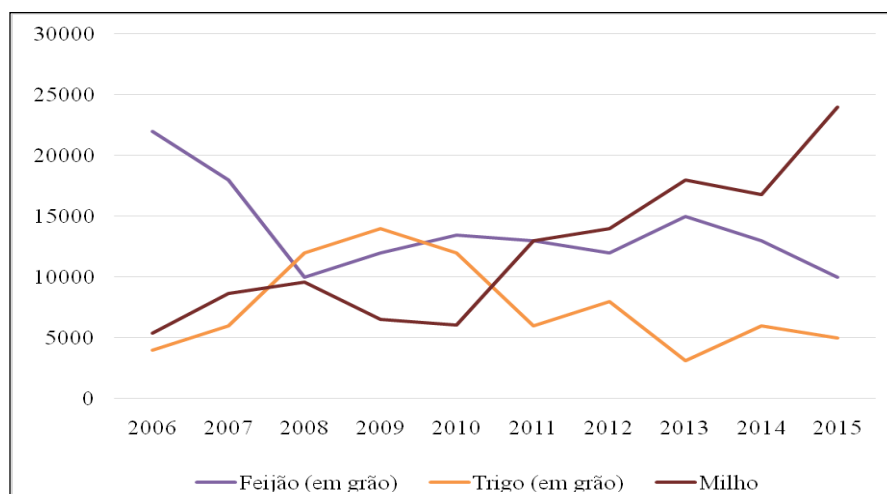
Tabela 3. Modelo referencial para otimização do uso do solo no município de Cristalina

Culturas	Média inicial	Média final	Efeito área	Efeito escala	Efeito substituição
Alho	1.063,33	1.700	636,67	275,05	361,60
Batata-inglesa	3.466,66	4.396,66	864,66	896,74	33,25
Cebola	600	2.033,33	1.433,33	155,20	1.278,12
Feijão (em grão)	16.666,67	12.666,67	-4.000,00	4.311,26	-8.311,27
Tomate	2.056,66	4.129,66	2073,00	532,01	1.540,99
Trigo (em grão)	7.333,33	4.706,33	-2.627,00	1.896,95	-4.523,96
Milho	7.925,33	19.596,67	11.671,34	2.050,09	9.621,24
Área Total	39.112	49.229,33	10.117,33	10.117,33	0

Fonte: Resultados da pesquisa.

A análise gráfica foi utilizada para complementar a análise dos resultados do modelo *shift-share*, uma vez que este retrata apenas as condições iniciais e finais do sistema. Por sua vez, a análise gráfica permite observar a dinâmica de expansão e de substituição de culturas ao longo do período. Com o objetivo de melhor subsidiar a análise visual, uma vez que as diferenças de escala comprometem a visualização das oscilações, optou-se por agrupar as culturas de maior escala em um gráfico (Figura 1) e as culturas de menor escala em outro (Figura 2). Como pode ser observado na Figura 1, há uma evidência de que a cultura do feijão foi substituída, inicialmente, por milho e trigo e este último foi, posteriormente, cedendo espaço para o milho.

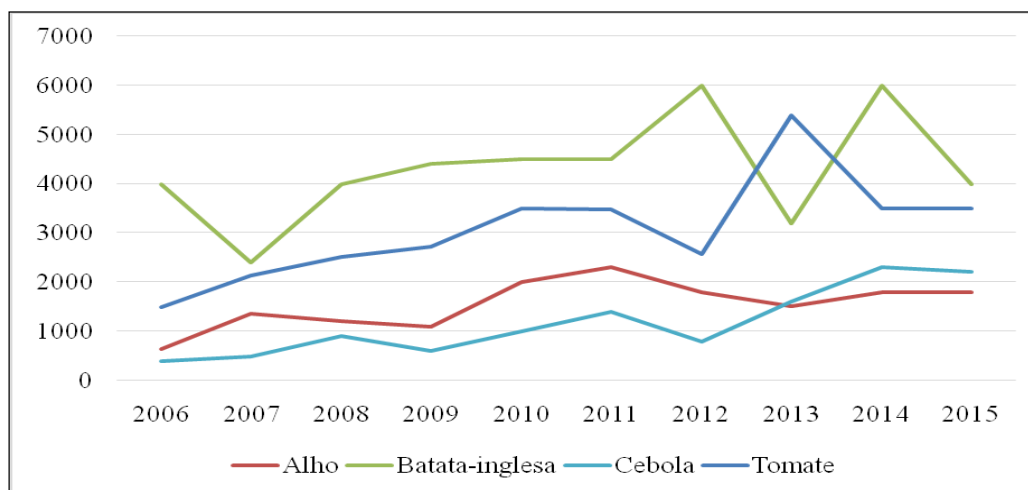
Figura 1. Representação da dinâmica de uso do solo com culturas de mais alteração em área



Fonte: Elaborado pela autora

Em relação às culturas de menor escala de oscilação (figura 2), é possível que elas sejam culturas que competem pelo fator terra e água conjuntamente, provavelmente indicando rotação de culturas entre si.

Figura 2. Representação da dinâmica de uso do solo com culturas de menor alteração em área



Fonte: Elaborado pela autora.

Diante das evidências apresentadas, que indicam que a tomada de decisão do produtor irrigante, em relação a alocação dos fatores terra e água, não apresentam racionalidade com base em expectativas de preço/receita, optou-se pela validação a partir das análise estatísticas. Os resultados das análises estatísticas não apresentaram evidências suficientes para estimar um modelo econométrico e, além disso, foi possível encontrar apenas algumas correlações significativas e aparentemente espúrias, como a correlação entre o preço de venda do tomate e a área de cultivo da cebola e o preço do tomate, com preços de cebola e milho. Dessa forma,

foi possível concluir que a alocação do fator terra não tem uma correlação significativa com o preço do produto e que ele é alocado segundo uma racionalidade que considera outras variáveis, que fogem ao escopo/recursos analíticos desta pesquisa.

CONCLUSÃO

Reconhecida a superficialidade das análises aqui apresentadas, é possível inferir que há um conjunto de variáveis que explicam a dinâmica de culturas ao longo dos dez anos analisados. Por não ter sido possível obter uma relação estatística significativa entre as variáveis, sugere-se a avaliação de outros elementos de tomada de decisão de alocação do fator terra e água por parte do produtor, tais como os modelos de custos de transação, riscos dos fatores, dentre outros.

Assim, a tomada de decisão sobre o que se produzir sob sistema de irrigação em Cristalina não confirma a hipótese retida, de que esta racionalidade segue modelos de expectativas. Portanto, as informações sobre modelos de previsão, políticas de governo e valores anteriores das variáveis importantes para a definição de planejamento, podem não estar sendo utilizadas, diminuindo a possibilidade dos agentes antecipar e reagir de forma racional às ações e políticas futuras do governo, com vistas a formação de um arranjo produtivo que maximize o lucro.

REFERÊNCIAS

- ARENALES, M. et al. Pesquisa operacional. Rio de Janeiro: Elsevier/ABEPRO, 2011.
- BORGES JÚNIOR, J. C. F. et al. Computational modeling for irrigated agriculture planning. Part I: general description and linear programming. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 12, nº 1, p. 3-11, 2008.
- CAMARGOS, Luiz Rogério de. Fundamentos para uma teoria de expectativa econômica. Escola de Economia de São Paulo – Textos para discussão, agosto de 2004. Disponível em: <http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/handle/10438/1910?show=full>.
- FERREIRA, P. F. de A. N. A incorporação das expectativas racionais na macroeconomia. Economia e Desenvolvimento, Recife (PE), v. 12, nº 2, 2013.
- GOMES, M. F. M. et al. Efeitos da expansão da produção de soja em duas regiões do Brasil. Revista de Economia e Sociologia Rural, Brasília, v. 29, nº 3, p. 209-227, jul./set. 1998.
- MUTH, J.F. Rational expectations and the theory of price movements. Econometrica, July, 1961.

PIMENTEL, C.R. Evolução recente e tendências da fruticultura nordestina. Revista Econômica do Nordeste, Fortaleza, v. 29, nº 1, p. 11-19, jan./ mar. 1998.

SANTOS, M. A. L. et al. Model of lineal programming for economical optimization of the district of irrigation Baixo Acaraú-CE. Revista Caatinga, Mossoró, v. 22, nº 1, p. 6-19, jan./mar. 2009.

SARGENT, T. J. Rational expectations. In: DURLAUF, S. N.; BLUME, L. E. (Ed.). The New Palgrave Dictionary of Economics. Palgrave: Palgrave Macmillan, 2008. Disponível em: http://www.dictionaryofeconomics.com/article?id=pde2008_R000025. Acesso em: 15 maio. 2016.

SIMÕES, R. F. Métodos de análise regional e urbana: diagnóstico aplicado ao planejamento. Belo Horizonte: UFMG/Cedeplar, 2005. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/6519931.pdf>.

SINDICATO RURAL DE CRISTALINA, 2016. Dados obtidos durante a pesquisa junto ao Sindicato, 2016.

SNOWDON, B.; VANE, H. R. Modern Macroeconomics: its origins. Development and current state. Northampton, MA: Edward Elgar Publishing, 2005.

YOKOYAMA, L. P.; IGREJA, A. C. M.; NEVES, E. M. Modelo “Shift-Share”: uma readaptação metodológica e uma aplicação para o Estado de Goiás. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, XXVII, Piracicaba. Anais... Piracicaba, 1989, p. 63-78.