

PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA AGREGADA: UMA APLICAÇÃO PARA O ESTADO DO TOCANTINS

Aggragate Agricultural Production: an application to the State of Tocantins

Producción Agropecuaria Agregada: una aplicación para el Estado de Tocantins

Nilton Marques de Oliveira^{*1}

¹Professor do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional, Universidade Federal do Tocantins, Palmas, Tocantins, Brasil

*Correspondência: Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Regional - Universidade Federal do Tocantins – Quadra 109 Norte Avenida NS15 s/n CEP: 77001-090. e-mail niltonmarques@uft.edu.br



Revista

Desafios

Artigo Original
Original Article
Artículo Original

Artigo recebido em 04/08/2017 aprovado em 20/03/2018 publicado em 31/03/2018.

RESUMO

O agronegócio tem se destacado na formação da renda nacional, na geração de emprego e no desenvolvimento de novas tecnologias para o mundo rural. Dessa forma este artigo tem por propósito de estimar e analisar a função de produção agropecuária agregada dos 139 municípios do Estado de Tocantins. O referencial teórico utilizado foi a função da produção Cobb-Douglas, obtida a partir dos dados Censo Agropecuário de 2006. Para o modelo empírico o Método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO). Os resultados obtidos indicaram que as variáveis área total, capital e mão de obra foram significativas para explicar a produção no estado e, este se encontra no estágio II (estágio racional). Pode-se concluir que o Tocantins está alocando eficientemente os recursos produtivos e recomenda-se ao poder público continue investindo em infraestrutura para o escoamento e armazenamento da produção agropecuária.

Palavras-chave: Tocantins, Função de Produção, Agronegócio.

ABSTRACT

The agribusiness has stood out in the formation of the national income, in the generation of employment and in the development of new technologies for the rural world. Thus, this paper aims to estimate and analyze the aggregate agricultural production function of the 139 municipalities of the State of Tocantins. The theoretical reference used was the function of production Cobb -Douglas obtained from the agricultural census data 2006 For the empirical model the Ordinary Squared Minimums method (OSM). The results obtained indicated that the variables total area, capital and labor were significant to explain the production in the state, and this is in stage II (rational stage). It can be concluded that the state of Tocantins is efficiently allocating productive resources and it is recommended that public authorities continue investing in infrastructure for the flow and storage of agricultural production.

Keywords: Tocantins, Production Function, Agribusiness.

RESUMEN

El agronegocio se ha destacado en la formación del ingreso nacional, en la generación de empleo y en el desarrollo de nuevas tecnologías para el mundo rural. De esta forma este artículo tiene por propósito de estimar y analizar la función de producción agropecuaria agregada de los 139 municipios del Estado de Tocantins. El referencial teórico utilizado fue la función de la producción Cobb -Douglas obtiene a partir de los datos del censo agrícola de 2006. Para el modelo empírico el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO). Los resultados obtenidos indicaron que las variables área total, capital y mano de obra fueron significativas para explicar la producción en el estado y, éste se encuentra en la etapa II (etapa racional). Se puede concluir que el estado de Tocantins está asignando eficientemente los recursos productivos y se recomienda al poder público seguir invirtiendo en infraestructura para el flujo y almacenamiento de la producción agropecuaria.

INTRODUÇÃO

O agronegócio tem um papel importante no desenvolvimento regional, nota-se a inserção do mesmo para a economia brasileira, no que tange a sua participação na formação da renda nacional, na geração de empregos e na adaptação e desenvolvimento de novas tecnologias para o mundo rural (STEFANELO, 2002).

O setor agropecuário, segundo Bacha (2012) têm funções determinante no processo de desenvolvimento econômico, tais como: gerar divisas; produzir matérias primas e alimentos para o mercado local e exterior; transferir mão de obra e capital do setor agrícola para o não-agrícola e demandar produtos do setor industrial. Segundo Jank et al. (2005) o agronegócio coloca o Brasil entre as nações mais competitivas do mundo na produção de *commodities* agroindustriais.

Desta forma, o crescimento do setor agropecuário representa um transbordamento para outras atividades, constituindo uma mola propulsora para o crescimento e desenvolvimento econômico. As atividades do agronegócio apresentam um dos maiores índices de encadeamento para frente e para trás e os melhores canais para a transmissão dos efeitos dessas ligações na estrutura da economia brasileira, indicando ser este conjunto de atividades importante para receber estímulos que visam o crescimento sustentado da economia (ARAUJO, 2003)

O desempenho futuro do setor agrícola brasileiro está relacionado com a criação de novas alternativas de apoio à produção, de forma a manter a atividade competitiva com possibilidades de ampliação, via modernização das estruturas

produtivas (BATALHA, 2001; BATALHA e LAGO DA SILVA, 2001).

A estimativa da função de produção agropecuária agregada para o Tocantins é também uma agregação de tecnologias, em diferentes estágios. Assim, a agregação representa a média desses diferentes estágios dos municípios que compõem o Estado e pode-se dizer que é necessário para a caracterização tecnológica do setor agropecuário (ALVES, 2002).

Diversos autores vêm, estimando funções de produção do tipo *Cobb-Douglas*, com o propósito de compreender como os fatores de produção estão combinados em determinado sistema produtivo.

Lemos et al (1984) analisaram as elasticidades parciais de produção e os valores das produtividades marginais e médias, para os fatores terra, capital e trabalho para os estados brasileiros. Curi (1997) fez uma análise da eficiência alocativa dos fatores de produção da agropecuária mineira, evidenciando que os mineiros usam os fatores de produção menos onerosos ao processo produtivo.

Oliveira e Marques (2002) estimaram essa função para o Estado de Mato Grosso; Alves (2002) fez um estudo para o Estado do Paraná, determinando os valores dos coeficientes das elasticidades de produção, os valores dos produtos marginais da terra, trabalho, investimento e capital.

Dias e Oliveira (2004) entre outros de seus objetivos, fizeram uma análise da eficiência alocativa dos fatores de produção utilizados pela agropecuária goiana, usando uma função de produção *Cobb-Douglas*, evidenciaram que a variável investimento e financiamento foi a que apresentou maior sensibilidade, indicando que qualquer incentivo em aumentar o financiamento resulta numa variação crescente da produção para o Estado de Goiás.

Assim sendo, este estudo centra-se no Estado do Tocantins, criado em 05 de outubro de 1988, considerando as duas mesorregiões Ocidental e Oriental e as oito microrregiões: Araguaína, Bico do Papagaio, Gurupi, Miracema do Tocantins, Rio Formoso, Dianópolis, Jalapão e Porto Nacional. Subdivide-se em 139 municípios de acordo com a divisão adotada pelo IBGE (2011).

A questão central deste artigo é, se o Estado do Tocantins está alocando eficientemente os recursos produtivos do setor agropecuário. Para tanto o objetivo do mesmo é estimar e analisar a função de produção agropecuária agregada do Estado do Tocantins, com intenções de verificar e identificar os principais fatores determinantes da produção. Especificamente: analisar as elasticidades parciais dos diversos insumos de produção, bem como o valor da produção média, as produtividades marginais desses fatores e verificar os retornos à escala. A base de dados para aplicação do presente estudo foi a matriz do censo agropecuário de 2006.

Isto posto, cinco seções são apresentadas, além desta introdução. A seção 2 mostra o potencial agropecuário do Tocantins, a 3 apresenta um sucinto aporte teórico e analítico alicerçado na função de produção *Cobb-Douglas*. A seção 4 apresenta e discute os principais resultados encontrados da função de produção para o Estado do Tocantins. Por fim, apresentam-se as principais conclusões do artigo.

POTENCIAL AGROPECUÁRIO DO TOCANTINS

Com uma área de 277.620,9 Km², o Tocantins participa com 7% em relação à área da região Norte (3.869.637) e 3,3% do território nacional, sendo Palmas a capital do estado. Limita-se ao norte com os Estados do Maranhão e do Pará; ao sul com o Estado de Goiás; a leste com os Estados do Maranhão, do Piauí e da Bahia; e a oeste com os

Estados do Pará e do Mato Grosso. Em território tocantinense, as distâncias máximas são de 899,5 km na direção norte-sul, e entre os pontos extremos leste-oeste são 615,4 km.

O potencial agrícola do Tocantins é elevado, pois 60% da superfície do Estado são de solos agricultáveis e mais de 25% apresentam condições de produção, se for utilizada a tecnologia já disponível. Cerca de 430 mil hectares são utilizados para atividades agrícolas, principalmente na produção de soja, frutas, cana-de-açúcar, milho, algodão e arroz irrigado. Dados do IBGE (2010) revelam que a sojicultura, principal produto agrícola, apresentou no ano de 2012, 52% na participação das principais culturas temporárias em termo de área colhida (OLIVEIRA, 2015).

A produção de soja do Tocantins aumentou em mais de seis vezes entre 2000 e 2009 (144 mil toneladas em 2000 para 875 mil toneladas em 2009). A área colhida cresceu 14% ao ano, em quase duas décadas, e a produtividade média ficou em 2,5 toneladas por hectare (FEITOSA, 2011).

Segundo a CONAB (2015) o Tocantins é o estado da região norte que mais planta soja, na safra 2014/2015, a área plantada chegou a 797 mil hectares. Se comparado a área plantada do ano 2000, ano que de fato a soja começou a se desenvolver no estado, foram registrados 105 mil hectares de área plantada, segundo a secretaria Estadual de Agricultura, o crescimento foi de 759% ao longo de 14 anos, a produção também evoluiu bastante, em 2000 o estado produzia 262,5 mil toneladas e em 2014 a produção foi de 2245,9 mil toneladas, um crescimento de 855%. Essa evolução na produção e na área plantada se deve ao fato da demanda crescente pelo grão, e o Tocantins possui condições de clima solo podem ser apontados como fator decisivo para esse crescimento. Além do mais a partir dos anos 2000 começou a utilizar tecnologias mais

apropriadas para o plantio. A soja e o grão de maior produção no Tocantins correspondem a cerca de 70% da área cultivada do estado.

O Tocantins tem despontado no cenário nacional como um grande produtor de grãos. Fazendo parte da região MATOPIBA (região de interface entre os estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia), é responsável pela produção de aproximadamente 3,5 milhões de toneladas de grãos, sendo a soja a principal cultura, com 2,22 milhões de toneladas produzidas em 2013/2014 (CONAB, 2015). Considerando-se o crescimento da área colhida e da produção de grãos de soja, constatou-se considerável elevação na produção e na área plantada no Tocantins.

Houve, também, uma reintrodução do cultivo da cana de açúcar, nos últimos anos, levando à instalação de uma unidade da Bunge Açúcar e Álcool no município de Pedro Afonso. Além disso, a plantação de milho vem apresentando crescimento constante, desde 2001, uma vez que é plantado como cultura rotativa nas áreas de arroz e de soja.

No entanto, apesar da expansão das últimas décadas, a produção agrícola tocantinense é modesta, quando comparada à nacional. Exceção do arroz, que ocupou a quinta posição no ranking nacional, em 2011, já a produção de melancia e de abacaxi ficou entre as dez maiores do país. A produção de melancia, 88.135 t, obteve a 8ª posição e a de abacaxi com 48.657 mil frutos, ocupando o 9º lugar entre os estados produtores. O milho representa 0,5% da produção nacional, a soja representa apenas 1,5% e a cana de açúcar 0,1% (IBGE, 2011).

As pastagens, por sua vez, ocupam a maior parte das terras do Tocantins, com 56%. A criação do gado bovino concentra-se na parte norte, principalmente na região de Araguaína, aparecendo como a principal atividade agropecuária. Em 2010, o estado contava com 8 milhões de hectares de

pastagens e com um rebanho de 6 milhões de cabeças, com elevada participação das raças *gyr* para corte e leite, e nelore para corte. Em 2012, o rebanho atingiu 7,6 milhões de cabeças, um crescimento médio anual de 7,8%, número bem acima da média nacional que foi de 6%; na região Norte, a taxa de crescimento médio foi de 9%. (IPEADATA, 2012)

As condições naturais são consideradas essenciais para o sucesso da agricultura, assim como a logística do escoamento, por meio do transporte multimodal em fase de implantação, mais especificamente dos meios hidro-ferroviários. Contudo, a maior parte da produção agrícola produzida ainda é vendida in natura e transportada via Rodovia Belém-Brasília, e parte dela está sendo transporta via Ferrovia Norte-Sul, grande investimento no setor logístico federal.

Destarte, dada a relevância do conhecimento das peculiaridades do setor a estimação da função de produção *Cobb-Douglas* se faz necessária para analisar as características da produção agropecuária agregada para o Estado do Tocantins.

FUNÇÃO DE PRODUÇÃO: APORTE TEÓRICO E ANALÍTICO

A teoria utilizada neste artigo foi a Teoria da Produção, que consiste em uma análise de como os agricultores combinam os vários insumos para obter determinado volume de produção de forma economicamente eficiente, isto é a função de produção permite que os insumos sejam combinados em diversas proporções, o que resulta em maneiras variadas de produção de um determinado volume produzido.

Gasques et al. (2010) afirmaram que o aumento da produtividade foi o principal fator de estímulo ao crescimento da agricultura brasileira. Fazendo uso do índice de Tornqvist, os autores

mostraram que, entre 1975 e 2008, o índice do produto da agropecuária passou de 100 para 366, enquanto o índice dos insumos passou de 100 para 107. Os autores argumentaram que esses números refletem um crescimento baseado essencialmente nos ganhos de produtividade, devido à grande diferença entre o crescimento do produto e o crescimento do uso de insumos

A Função de Produção pode ser definida como sendo a relação que indica a quantidade máxima que se pode obter de um produto, por unidade de tempo, a partir da utilização de uma determinada quantidade de fatores de produção, e mediante a escolha do processo de produção mais adequado (VARIAN, 2000; PINDYCK e RUBINFELD, 2014).

A função de produção é utilizada para a identificação da ineficiência dos recursos produtivos utilizados no processo, ou até identificar as unidades produtivas eficientes e as ineficientes. Descobrir assim as melhores práticas e as melhores formas de utilização dos recursos tecnológicos disponíveis (PINDYCK e RUBINFELD, 2014).

De acordo com Varian (2000) e Alves (2002), matematicamente, a função de produção pode ser representada por:

$$(1) \quad Y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

Onde Y é a variável dependente que corresponde a quantidade produzida; x_2, \dots, x_n são as variáveis independentes, representando os fatores de produção.

Fazendo-se a derivada parcial da função de produção em relação ao fator, obtém-se o Produto Marginal do fator x_i ($Pmgx_i$), mantendo os demais fatores constantes (DEBERTIN, 1986):

$$(2) \quad Pmgx_i = \frac{\partial f}{\partial x_i} | x_{j \neq i} = \text{constante}$$

O Produto Médio do fator x_i ($PMex_i$) é a relação entre as quantidades do produto e o fator em análise:

$$(3) \quad PMex_i = \frac{y}{x_i}$$

A elasticidade parcial de produção εx_i é igual à variação percentual do produto dividida pela variação percentual de insumo. Também é igual à relação entre o $Pmgx_i$ e $PMex_i$:

$$(4) \quad \varepsilon x_i = \frac{\Delta \% y}{\Delta \% x_i} = \frac{Pmgx_i}{PMex_i}$$

A elasticidade de produção consiste na razão entre variações relativas na produção e nos fatores. Indica a resposta em produção, provocada por variações nos fatores, isto é, mede a sensibilidade da produção em relação à mudança do nível de uso dos fatores.

Em uma função tipo *Cobb-Douglas*, a elasticidade de produção é dada pelos coeficientes de regressão, pois a elasticidade de uma função exponencial é dada pelo seu expoente. O parâmetro de retorno à escala, também chamado de função coeficiente por Debertin (1986) é dado pela soma das elasticidades parciais de produção dos n (s) fatores da função de produção:

$$(5) \quad \varepsilon = \sum_{i=0}^n \varepsilon x_i$$

No presente trabalho foi utilizada a função *Cobb-Douglas*, a qual é uma ferramenta que melhor auxilia na obtenção de informações que subsidiam estudos como este. Para estudos desta natureza a literatura indica a utilização da função do tipo *Cobb-*

Douglas, visto que proporciona resultados importantes do ponto de vista da agregação. Isto facilita a interpretação, pois a função poder se tornar linear na forma logarítmica e, se tornar de fácil ajustamento. A forma funcional da produção tipo *Cobb-Douglas* é dada pelo modelo descrito abaixo:

$$(6) \quad Y = A \prod_{i=1}^n X_i^{b_i}$$

ou, expressa nos logaritmos, como é utilizada no presente trabalho:

$$(7) \quad \ln Y = \ln A + \sum_{i=1}^n (\alpha_i \ln X_i + \mu_i)$$

onde

Y = produção total;

A = parâmetro de eficiência;

n = número de variáveis independentes;

α_i = elasticidade-parcial de produção em relação ao i -ésimo fator;

X_i = quantidade da i -ésima variável explicativa;

u_i = termo aleatório.

A função do tipo *Cobb-Douglas* possui características tais que permitem a realização de uma regressão linear múltipla.

A elasticidade parcial de produção identifica qual é o estágio da produção, na época de sua realização, destacando, o estágio de produção que a mesma foi realizada, se em situação economicamente racional ou irracional, ou seja, ela quantifica a variação do volume de produção, relacionando com as variações na utilização dos insumos.

Se a elasticidade parcial é ($\epsilon_p > 1$) a produção está sendo realizada no estágio I, onde o produto total cresce a taxas crescentes e decrescentes até o ponto

em que a produtividade marginal do fator variável iguala a produtividade média deste fator em seu máximo, isto é, corresponde aos rendimentos médios crescentes dos insumos.

Se $0 < \epsilon_p < 1$, a produção está sendo realizado no estágio II. Nesse estágio o produto total cresce a taxas decrescentes até seu máximo, sendo a produtividade marginal do fator variável sempre decrescente até o ponto onde ela iguala-se a zero, correspondendo a rendimentos médios decrescentes.

Se $\epsilon_p < 0$ está sendo realizado no estágio III em que o produto total é decrescente sendo a produtividade marginal do fator variável decrescente e negativa, isto significa que há unidades adicionais do insumo variável neste estágio provocando declínio no produto total. Os estágios I e III são, portanto, considerados irracionais. Desse modo, a produção deve ocorrer entre os limites do estágio II (VARIAN, 2000).

Outra vantagem da função do tipo *Cobb-Douglas* é a natureza dos rendimentos de escala que pode ser determinada pela soma dos coeficientes estimados pela regressão. Segundo Oliveira (1966) as principais características da função tipo *Cobb-Douglas* são:

- a) permite produtividade marginal constante, crescente e decrescente, mas só pode avaliar uma fase de cada vez;
- b) estima uma elasticidade de produção constante, dada pelos coeficientes de regressão;
- c) a soma dos coeficientes indica os retornos à escala;
- d) a produtividade marginal de um recurso depende do nível dos outros recursos;
- e) um recurso nunca pode ser completamente substituído por outro;
- f) conduz a uma Taxa Marginal de Substituição (TMgS) constante quando os fatores

variam em proporções fixas, isto é, a TMgS é constante na linha de escala;

g) facilita a derivação de produtos marginais;

h) permite maiores facilidades de computação porque poderá ser usada na forma logarítmica;

i) pode-se estudar grande número de variáveis sem que o processo estatístico se torne muito complicado; e

j) a TMgS é dada pela relação inversa das elasticidades de produção, isto é, multiplicando-se os coeficientes pela relação direta dos fatores considerados.

Dito de outra forma a função *Cobb-Douglas* permite uma série de inferências, possibilitando a análise e interpretação de quais são os procedimentos e tecnologias que estão influenciando a produção no Estado do Tocantins.

MODELO EMPÍRICO

A função de produção agropecuária agregada para o Estado do Tocantins dos 139 municípios tendo como referência os dados do censo agropecuário de 2006 o qual é expressa no modelo empírico de equações (8 e 9):

$$(8) \quad VPT = A * AT^{\beta_1} * K^{\beta_2} * MO^{\beta_3}$$

ou, expressa nos logaritmos, como é utilizada no presente trabalho:

$$(9) \quad LVPT_i = \beta_0 + \beta_1 LAT_i + \beta_2 LK_i + \beta_3 LMO_i + \mu_i$$

onde,

• $LVPT_i$ é o logaritmo natural do valor da produção total agregada do setor agropecuário

(animal e vegetal), em cada um dos municípios, medido em R\$ (reais);

• LAT_i é o logaritmo natural da área total (lavouras permanente e temporária; pastagens natural e plantada; matas natural e plantada), utilizada para os municípios, medida em hectares;

• LK_i é o logaritmo natural do fluxo de capital (financiamento/investimento) total que compreende todas as modalidades de crédito ou financiamento, segundo a origem (bancos, entidades governamentais e outras fontes) e a finalidade (investimento, custeio e comercialização), medido em R\$ (reais);

• LMO_i é o logaritmo natural do fluxo de serviços da força de trabalho total ocupada que abrange todas as pessoas, com ou sem remuneração, que na data do Censo encontravam-se executando serviços ligados às atividades do estabelecimento. Os valores foram convertidos em equivalente-homem adotando-se a seguinte ponderação: homens acima de 14 anos (1,0); mulheres acima de 14 anos (0,7).

• β_j é o parâmetro associado à variável explicativa $j = 0, 1, 2, 3$;

• μ_i é o resíduo associado à observação do município i ; e

• i é município = 1, 2, 3, 4, ..., 139.

Usou-se, nas estimativas o método de mínimos quadrados ordinários (MQO), levando-se em consideração os seguintes pressupostos (GUJARATI, 2000):

i) $L VPT_i = \beta_0 + \beta_1 LAT_i + \beta_2 LK_i + \beta_3 LMO_i + \mu_i$
 $i = 1, 2, 3, \dots, 139$;

ii) $E(\mu_i) = 0$,

$i = 1, 2, 3, \dots, 139$;

$$\text{iii) } E(\mu_i^2) = \sigma^2 ,$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, 139;$$

$$\text{iv) } E(\mu_i, \mu_j) = 0,$$

$$i \neq j;$$

v) $LVPT_i$ são fixas

vi) há ausência de relação linear entre as variáveis explicativas;

$$\text{vii) } \mu \sim N(0, \sigma^2)$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, 139;$$

Espera-se que os parâmetros $\beta_1 > 0$; $\beta_2 > 0$; $\beta_3 > 0$ sejam positivos e atendam as seguintes hipóteses a serem testadas neste trabalho:

- i) espera-se que um aumento (redução) na área total plantada tende a aumentar (reduzir) o valor da produção, e;
- ii) um aumento (redução) no capital (financiamento e investimento) tende a aumentar (reduzir) o valor da produção, e;
- iii) um aumento (redução) na mão de obra tende a aumentar (reduzir) o valor da produção.

Esperam-se sinais positivos para todos os coeficientes das variáveis AT_i K_i MO_i mas com magnitude dos números entre 0 e 1, pois acima de 1 e negativos estar-se-á nos estágios irracionais, conforme descrito no modelo teórico.

Atenta-se para o produto marginal do fator ($PM_{g_{xi}}$), o qual não deve ser confundido com o valor do produto marginal do fator ($VPM_{g_{xi}}$), uma vez que se trabalhou com o valor da produção, pois é praticamente impossível trabalhar uma função agregada de produção em termos de unidades físicas de produto.

O software Econometric EViews versão 5.0, foi utilização para a realização da regressão e dos testes econométricos, que são o teste t de *student* e o teste F (GUJARATI, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção tem por objetivo apresentar e discutir os principais resultados obtidos pela estimação da função de produção *Cobb-Douglas* agregada. O modelo mostrou-se relevante para os fins analíticos pretendidos. Na primeira parte apresenta-se as estatísticas descritivas das variáveis utilizadas, a seguir a estimação da função de produção bem como a análise econômica.

Na Tabela 1 estão sumarizadas as estatísticas descritivas das variáveis utilizadas no modelo. A média do valor da produção agropecuária do Tocantins foi de R\$9.860,19. O município que apresentou o maior valor de produção foi Campos Lindo com R\$60.302,00, nesse encontra-se grandes produtores rurais cultivando soja com multinacionais instaladas para armazenamento do produto como Cargill e Bunge. Desde 2005, o município é campeão estadual de exportação de soja, em 2008 a produção de soja representou cerca de 26% da produção estadual.

Enquanto o município Rio da Conceição apresentou o menor valor de produção com R\$56,00. É considerado o portal do Jalapão cercada de cachoeiras, rios e habitado pelos índios Xerente, sua economia está centrada no turismo e na agricultura de subsistência, com pouco valor agregado.

A média de área utilizada no Estado foi de 56.647,55 hectares. Observou-se que o município Paranã apresentou a maior área com 494.154 hectares e o município de Combinado com a menor, 166 hectares.

A média do capital (investimento e financiamento) no Tocantins foi de R\$4.103,71. O município de Campos Lindos, maior produtor de soja, apresentou o maior investimento e financiamento num total de R\$31.162,00, em contrapartida Lagoa do Tocantins apresentou a menor média de capital,

investido na propriedade, ficando na ordem de R\$201,00.

Tabela 1 – Descrição estatística das variáveis utilizadas

Variável	Amostra	Média	Valor Mínimo	Valor Máximo
Valor da Produção Agrícola (R\$)	139	9.860,19	59,00	60.302,00
Área Total (ha)	139	56.647,55	166	494.154
Capital (Investimento/financiamento) (R\$)	139	4.103,71	201,00	31.162,00
Mão de Obra	139	1.027	79	3.107

Fonte: Resultado da Pesquisa

A média de mão de obra dos 139 municípios do Tocantins foi de 1.027 trabalhadores (homens e mulheres acima de 14 anos). O município de Arraias apresentou o maior número de trabalhadores no campo com 3.107 e o município com menor número de empregados rurais foi Xambioá 79.

Os resultados econométricos estimados da função de produção do tipo *Cobb-Douglas* indicaram que 52% da variação total ocorrida no valor da produção se explicam pelas variações dos

fatores terras totais, capital (financiamento/investimento) e mão de obra. Os coeficientes das variáveis área total, capital (financiamento/investimento) e mão de obra mostraram-se estatisticamente diferentes de zero, o que demonstra a importância deles em termos de política agrícola para o Estado do Tocantins (Tabela 2).

Tabela 2 - Estimativa da função de produção do setor agropecuário agregado, para o Estado do Tocantins, 2006.

Variável	Coeficientes	Erros-Padrão	t-Statistic
Constante	0,1416	0,7119	0,1988
LAT	0,4114	0,0903	4,5530*
LK	0,2542	0,1080	2,3523**
LMO	0,3300	0,1313	2,5132**
$R^2 = 0,52$	Estatística F = 49,36971		
DW=2,11	Multicolinearidade FIV menores que 5		

Fonte: Resultado da estimação

Notas: (*) significativo a 1%, (**) significativo a 5%. Nos testes econométricos (White Heteroscedasticidade, FIV e de normalidade dos resíduos) aceitou-se H_0 , significando que o modelo está sem problemas econométricos.

A estatística F (49, 3697) demonstra a validade explicativa do conjunto das variáveis satisfazendo todas as pressuposições teóricas básicas do modelo de regressão linear clássico. O teste *t-student* estimados para cada variável independente,

foram significativos a 1% e 5% rejeitando assim H_0 para cada variável isolada, implicando que cada variável independente exerce explicação sobre o valor da produção. Para o teste de *Durbin-Watson* observa-se que o $d_c = 2,11$ encontra-se na área de aceitação (com $\alpha = 5\%$), indicando que não há autocorrelação serial dos resíduos (GUJARATI, 2000).

Por meio do teste de White constatou-se que o modelo não é heterocedástico. Os erros u_i que aparecem na regressão populacional são homocedásticos, ou seja, as observações têm a mesma variância.

Com relação ao teste de normalidade dos resíduos, elaborado por meio do teste de *Jarque-Bera*, apresentou o *Valor-P* de 25% de probabilidade de aceitar a H_0 , de que os resíduos possuem distribuição normal. Para verificar a multicolinearidade foi aplicado o teste FIV (Fator da Inflação da Variância), com o qual constatou-se que o FIV calculador foi menor que 5 em todas as etapas. A

matriz de correlação entre as variáveis explicativas apresentou coeficientes de correlação relativamente baixo ($r < 0,75$), mostrando que não existe multicolinearidade no modelo.

Na Tabela 3 estão apresentadas as elasticidades parciais de produção para cada fator, sua produtividade média, sua produtividade marginal e retornos à escala.

Tabela 3 – Elasticidade parcial de produção, valor do produto médio e do produto marginal de cada fator de produção e retorno à escala para o setor agropecuário agregado, Tocantins, 2006

Variável	Elasticidade Parcial	VPM _e	VPM _g
Área (ha)	0,41	0,17	0,07
Capital (Financiamento/Investimento)	0,25	2,40	0,60
Mão de Obra	0,33	9,60	3,80
Retorno à escala	0,99*	-	-

Fonte: Resultado da estimação (*) estatisticamente igual a 1 (teste de Wald);

As elasticidades parciais de produção para cada fator são dadas diretamente aos fatores na função *Cobb-Douglas*, na qual seus valores são: 0,41; 0,25 e 0,33 para os fatores área, capital e mão de obra respectivamente. Percebe-se que todos os fatores analisados na regressão, indicam que estão na região racional de produção (estágio II de produção), em que o valor de seus produtos marginais são positivos e suas elasticidades estão entre zero e um. Tem-se ainda que o valor da variável área total apresentou maior elasticidade parcial de produção (0,41) (Tabela 3).

A elasticidade total de produção é 0,99, o que traduz retornos constantes à escala (Estágio II); dessa maneira, quando todos os fatores de produção forem aumentados em mil unidades, o valor da produção aumentará em R\$990,00. O fator terra (área em ha) apresentou elasticidade parcial de 0,41%, ou seja,

para cada um 1% de aumento nesse fator, a produção tende a aumentar em 0,41%. O valor da produção é medido em R\$1.000,00, isto quer dizer que o último hectare plantado contribuiu para o aumento no produto médio em R\$170,00 e R\$70,00 no produto marginal. A elasticidade parcial do capital (financiamento/investimento) indica que o aumento de 1% provoca acréscimo de 0,25% no valor da produção. A unidade do fator R\$1.000,00 de capital (investimento e financiamento) tende a aumentar o valor do produto médio em R\$2.402,00 e R\$600,00 no valor do produto marginal.

Em relação à mão de obra, observa-se que o acréscimo de uma unidade tende a aumentar o valor da produção em 0,33%, o valor do produto médio em R\$9,60 e R\$3,80 no valor do produto marginal. No caso do fator mão de obra, os dados dos dois últimos censos mostram queda do pessoal ocupado em

atividades agropecuárias em todo o Brasil, esse fenômeno também foi constatado no Tocantins, mas ainda a mão de obra é relevante na produção agropecuária no Estado, mesmo com a modernização agrícola.

Em fim a evidência indica que o retorno à escala é de natureza constante a crescente, tendo como fator principal a área total, mão de obra e capital (financiamento/investimento) que foi de caráter expressivo. Os resultados deste estudo corroboram com os resultados encontrados por Alves (2002), Dias e Oliveira (2004) quando estes analisaram a função de produção agropecuária agregada para o estado do Paraná e para o Estado de Goiás respectivamente, com dados do censo agropecuário de 1995-1996.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo estimou e analisou a função de produção agropecuária agregada do Estado do Tocantins, no que tange os principais fatores determinantes da produção e em que estágio de produção o estado se encontra.

Pela estimação de uma função de produção *Cobb-Douglas* agregada para o Estado do Tocantins, o coeficiente de determinação (R^2), foi da ordem de 52%, o que constitui evidência de um coeficiente relativamente bom.

Analisando os 139 municípios do Estado do Tocantins, o estudo da função de produção agropecuária leva ao conhecimento das variáveis importantes que podem afetar a produção do Estado. Decisões políticas podem ser tomadas analisando-se a utilização racional dos recursos que oferecem maiores retornos.

A variável área total foi a que apresentou a maior sensibilidade. Isto indica que qualquer incentivo em aumentar área resulta numa variação crescente da produção, sua elasticidade parcial foi

0,41. A variável mão de obra apresentou a menor elasticidade parcial de 0,33, pode-se inferir que a agricultura e pecuária do Estado do Tocantins possui alto grau utilização dessa variável. Para a variável capital (financiamento/investimento) a elasticidade mostrou-se significativa indicando que políticas de financiamento tente aumentar a produção no Estado, principalmente de soja, milho e cana de açúcar.

Os fatores se mostraram satisfatórios dentro do estágio racional de produção (estágio II) na premissa *ceteris paribus*, com retornos constantes à escala (conforme testado estatisticamente) para a função de produção. Os resultados deste trabalho refletem o momento econômico do Tocantins, com uma economia em formação, mas com grande potencial de produzir alimentos para o Brasil e o mundo.

Um desses potencial é a região do MATOPIBA, do qual o Tocantins faz parte, foi responsável pela produção de 3,5 milhões de toneladas de grãos, sendo a soja a principal cultura para o mercado regional, nacional e global.

Assim sendo, recomenda-se que os governos tanto federal quando estadual, por meios de políticas públicas para o setor agropecuário, invista em infraestrutura para o escoamento da produção, em novos modais, como Hidrovia e a ferrovia norte-sul, que uma realidade posta e irreversível; continue apoiando novas pesquisas para a agricultura, principalmente a soja, carro chefe das exportações brasileiras. Há necessidade de interligações das rodovias estaduais tocantinense, ligando à rodovia principal, a BR-153, que constitui a via artéria do Tocantins, facilitando a movimentação e o escoamento da produção para centro-sul, e norte do país.

Recomenda-se, ainda, instalações de novas unidades processadoras de grãos, e ampliação de armazenamento da produção agropecuária.

Capacitação dos agricultores por meio de atividades extensionistas; financiamento para aquisição de novas máquinas e implemento agrícola.

Além dessas recomendações para a agronegócio tocantinense, deve-se no entanto, o Estado fortalecer e consolidar os projetos de reforma agrária, e continuar financiando a agricultura familiar, visto que, o pequeno produtor tem um papel importante na produção de alimentos para sua subsistência e para o mercado local.

Pode se concluir que o agronegócio no Tocantins está em fase de consolidação, assim como sua economia. Para consolidar o agronegócio no Tocantins, ainda dentro das recomendações, a organização dos produtores em cooperativa, a instalação de agroindústria. O Estado deve romper as barreiras de deficiência no segmento da logística e armazenamento para que possa consolidar esta atividade

Este estudo não esgota a temática aqui tratada, sugere para futuras pesquisas outros estados a serem analisados e que inclua novas variáveis no estudo entre elas: educação, custo de transporte, informatização no meio rural. Estudo sobre a redução da mão de obra no campo, observado nas últimas décadas, decorrente da forte mecanização que este setor vem passando.

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

REFERÊNCIAS

ALVES, L. B. (2002). Produção Agrícola Agregada do Estado do Paraná. **Revista Anhanguera**. v 3, n 1, jan/dez, p. 103-121.

ARAÚJO, M.J. (2003). **Fundamentos de Agronegócios**. São Paulo: Editora Atlas.

BACHA, C. J. C. (2012). **Economia e Política Agrícola no Brasil**. São Paulo: Atlas.

BATALHA, M. O. (2001). **Gestão Agroindustrial**. São Paulo: Atlas.

_____, LAGO DA SILVA, A. (2001). Gerenciamento de sistemas agroindustriais: definições e correntes metodológicas. In: BATALHA, M. O. **Gestão Agroindustrial**. São Paulo: Atlas, p. 23-63.

CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento) (2015). **Levantamentos de safras, 2013 e 2014, 2015** Disponível em: < [http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&t=/](http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&t=/>) >. Acesso em: 18 mai. de 2016.

CURI, W. F. (1997). Eficiência e fontes de crescimento da agricultura mineira na dinâmica de ajustamento da economia brasileira. **Tese (Doutorado em Economia Rural) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa**.

DEBERTIN, D. L. (1986). **Agricultural production economics**. New York: MacMillian Publishing Company.

DIAS, C. A. F.; OLIVEIRA, N. M. (2004). Estudo da Função de produção Agropecuária Agregada do Estado de Goiás. In: Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural, Cuiabá, 2004. **Anais...** Cuiabá: Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural.

FEITOSA, C. O. (2011). **Do antigo norte de Goiás ao Estado do Tocantins: elementos de uma economia em formação**. 217f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Econômico) - Instituto de Economia, UNICAMP, Campinas.

GASQUES, J. G., BASTOS, E. T., BACCHI, M. R. P. e VALDES, C. (2010). Produtividade total dos fatores e transformações da agricultura brasileira: análise dos dados dos Censos Agropecuários. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA - ANPEC, 38, 2010, Salvador. **Anais ...**, 2010, Salvador: ANPEC. 1 CD-

GUJARATI, D. N. (2000). **(Econometria Básica**, São Paulo, MAKRON BOOKS, P 846.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) (2006). **Censo Agropecuário**, Estado de Tocantins. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br> >. Acesso em: 20 dez. 2015.

_____ (2010). **Contas nacionais e regionais**. Diversos números. Disponível em: www.ibge.gov.br. Acesso em: 20 nov. 2015.

IPEADATA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada). (2006). **Tema: Regional - Agropecuária**. Disponível: <http://www.ipeadata.gov.br/>. Acesso em: 30 nov. 2015.

JANK, M.S.; NASSAR, A. M; TACHINARDI, M. H. (2005). Agronegócio e Comércio Exterior Brasileiro. **Revista USP**, São Paulo, n. 64, p- 14-27, dez/fev.

LEMOS, J. J. S., FERNANDES, A. J., BRANDT, S. A. (1984). Produtividade de fatores, retornos à escala e desenvolvimento agrícola. **Revista de Economia Rural**, vol. 22, n. 3, Jul/Set.

OLIVEIRA, N. M.; MARQUES, N. A. (2002). Função de Produção Agrícola Agregada do Estado de Mato Grosso em 1995. **Revista de Estudos Sociais**. Ano 4, n 8, p 7-15.

OLIVEIRA, N. M. (2015). **Desenvolvimento regional do território do Estado do Tocantins: implicações e alternativas**. 2015. 259f. Tese (doutorado em Desenvolvimento Regional e Agronegócio) Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste/Campus de Toledo.

OLIVEIRA, E. B. de. (1966). **Análise econométrica de uma função de produção** – milho na Região de Patos de Minas, Minas Gerais. Ano Agrícola 1964/65, MG, 1966. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) UFV/MG, Viçosa, 1966.

PINDYCK, R., RUBINFELD, D. (2014). **Microeconomia**. 8ªed. São Paulo: Editora Pearson Brasil.

STEFANELO, E. L. (2002). **Agronegócio Brasileiro: propostas e tendências**. Revista FAE BUSINESS, n.3, set. p. 10-13.

VARIAN, Hal R. (2000). **Microeconomia: Princípios básicos**. Rio de Janeiro: Campus, 5.ed.