

# Produtividade e eficiência no setor agropecuário do nordeste brasileiro

Productivity and efficiency in the northeast Brazil agricultural sector

*Productivité et l'efficacité dans le secteur agricole du nord-est du Brésil*

*Productividad y eficiencia en el sector agrícola del noreste Brasil*

Jair Andrade Araujo\*

(jaraujoce@gmail.com)

Ansu Mancal\*

(mancalansu@yahoo.com.br)

Recebido em 26/03/2015; revisado e aprovado em 15/07/2015; aceito em 23/07/2015

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1518-70122015213>

**Resumo:** Esse artigo analisa a produtividade total dos fatores na região Nordeste do Brasil, a região brasileira que possui limitações em termos de recursos naturais para produção agrícola. Estima-se a fronteira de produção e determina-se o índice de produtividade total dos fatores (PTF) de Malmquist, o qual é decomposto nos índices de variação de eficiência e variação tecnológica. As conclusões indicam que o crescimento da PTF não foi homogêneo entre os estados nordestinos e que o setor agropecuário obteve ganhos de produtividade crescentes entre 1970 a 2006.

**Palavras-chave:** Agricultura do Nordeste. Produtividade. Crescimento Econômico.

**Abstract:** This article analyzes the total factor productivity in the Northeast region of Brazil, being a region that has limitations in terms of natural resources for agricultural production. Was estimated a production frontier and determined the Malmquist total factor productivity (TFP) index, which is decomposed in the rates of efficiency and technological change. The conclusions indicate that TFP growth was not homogeneous between the northeastern states, and that agricultural sector obtained increasing gains of productivity from 1970 to 2006.

**Key words:** Agriculture of Northeast. Productivity. Economic growth.

**Résumé:** Cet article analyse la productivité totale des facteurs dans la région nord-est du Brésil, et la région brésilienne qui a ses limites en termes de ressources naturelles pour la production agricole. La frontière de la production est estimée et qui détermine le taux de productivité totale des facteurs (PTF) de Malmquist, qui est décomposé dans les taux de variation de l'efficacité et du changement technologique. Les résultats indiquent que la croissance de la PTF n'a pas été homogène dans les États du nord et le secteur agricole a enregistré des gains de productivité accrue 1970-2006.

**Mots-clés:** Agriculture dans le Nord-Est. la productivité. la croissance économique.

**Resumen:** En este artículo se analiza la productividad total de los factores en la región nordeste de Brasil, y la región brasileña que tiene limitaciones en términos de recursos naturales para la producción agrícola. La frontera de producción se estima y que determina la tasa de productividad total de los factores (PTF) de Malmquist, que se descompone en las tasas de cambio de la eficiencia y el cambio tecnológico. Los resultados indican que el crecimiento de la PTF no fue homogénea en los estados del noreste y el sector agropecuario tuvo ganancias de aumento de la productividad 1970-2006.

**Palabras clave:** Agricultura en el Nordeste. la productividad. el crecimiento económico.

## 1 Introdução

O setor agrícola brasileiro apresenta diferenças regionais no que se refere aos recursos naturais e às características da produção; essas diferenças podem ter impactos diferenciados sobre a eficiência da produção agrícola entre as regiões.

A região Nordeste, por suas limitações em termos de recursos naturais para produção agrícola no que se concentra a sua principal fonte de renda do meio rural, atribui à baixa produtividade dos fatores uma das causas

da pobreza. De acordo com Ferreira (2010), a baixa produtividade é a principal causa do atraso, existindo consenso de que a diferença da produtividade total dos fatores explica uma grande parte da diferença de renda, ou seja, uma área ou localidade é mais pobre porque é muito menos eficiente em organizar a sua produção e empregar os insumos.

Diante desse contexto, este trabalho pretende analisar a Produtividade Total dos Fatores (PTF) no Nordeste do Brasil e fazer sua decomposição pelo índice de Malmquist, tendo em vista as informações divulgadas no

\* Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil.

último censo agropecuário, para permitir a obtenção de novos resultados para a economia da região com as últimas informações disponíveis. Esse tema é de extrema importância regionalmente e deve ser devidamente atualizado, pois, além de realizar estudo, inclui as informações do censo agropecuário de 2006.

## 2 Revisão de Literatura

Por muitos anos, tem-se discutido o papel da produtividade agrícola no desenvolvimento.

Gerações de economistas desenvolvimentistas têm dado ênfase à produtividade de agricultura como uma parte essencial para o sucesso de uma estratégia de desenvolvimento. De acordo com a visão baseada em parte na revolução industrial, existe uma relação positiva entre a produtividade agrícola e a industrialização.

Conforme Lopes et al. (2012), a agricultura é o setor em constante transformação, a rapidez do processo de modernização tem alta capacidade de transformação dos estabelecimentos levando-os a atingir elevados níveis de renda agrícola, mas os estabelecimentos que não acompanham essas mudanças ficam estagnados aumentando as disparidades de renda no setor.

Segundo Mendes et al. (2009), o Brasil reduziu significativamente, desde a década de 1980, os investimentos em infraestrutura, o que possivelmente comprometeu a produtividade total dos fatores e a competitividade da agropecuária.

A partir da década de 1990, a adoção de mecanismos modernos de política agrícola fez com que, mesmo com a redução dos gastos públicos na agricultura, a iniciativa privada se sentisse incentivada a conceder crédito ao setor, o qual pode em parte explicar o aumento na taxa média de crescimento

da produtividade total dos fatores agrícola, principalmente a partir de 2001.

Nessa mesma perspectiva, Rocha et al. (2013) destacam que a agricultura brasileira apresentou importantes transformações em sua estrutura, nesse processo.

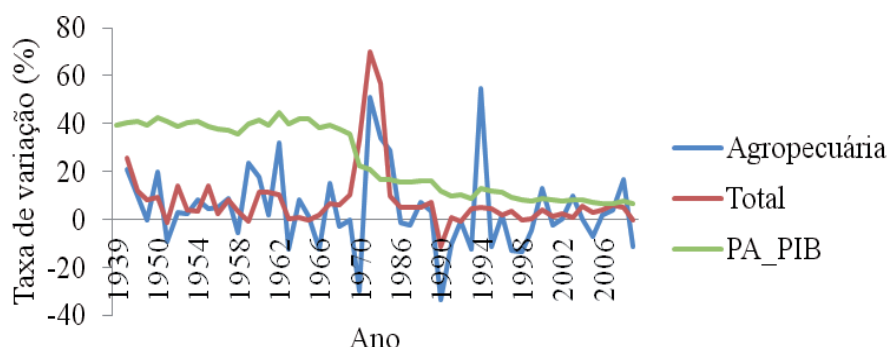
O governo vem sustentando esse setor por meio de política direcionada ao desenvolvimento tecnológico, e os resultados mostraram que, nas regiões menos desenvolvidas, os investimentos em ciência, tecnologia e inovação precisam ser complementados com investimentos em infraestruturas.

Conforme Gomes et al., (2009), para a economia nordestina, a agropecuária possui uma representação expressiva; da forma como se deu o processo de mudanças tecnológicas no Brasil, torna-se necessário analisar as características regionais da estrutura produtiva agrícola.

Nesse sentido, destacam ainda que a agropecuária nordestina apresentou ganhos na produtividade total de fatores no período de 1996 a 2006.

A análise do desempenho da agropecuária do Nordeste a partir da taxa de variação do seu Produto Interno Bruto (PIB) e da sua participação proporcional na renda total da região (Figura 1) revela que, a partir da década de 70, a participação da agropecuária vem caindo. No entanto isso não quer dizer que ela está perdendo sua importância.

Na Figura 1, à frente, percebe-se que a renda da agropecuária no Nordeste Brasileiro apresenta variações anormais, ou seja, sem seguir uma tendência lógica de aumento ou redução, os quais podem ser em parte, atribuídos às variações climáticas com que essa região historicamente se depara. Em várias outras regiões do mundo, também se enfrentam situações semelhantes, algumas até piores, problemas estes já superados por meio da educação associada ao desenvolvimento tecnológico.



**Figura 1** - Taxa de variação do Produto Interno Bruto Total, Produto Interno Bruto da Agropecuária e a Proporção da Agropecuária no total do nordeste brasileiro de 1939 a 2009.

Fonte de dados: IPEA, 2011.

No período de 1970 a 2000, a produtividade total de fatores na região nordeste apresentou um padrão comportamental semelhante à ocorrida em todo o país, mas em níveis expressivamente mais baixos. O Nordeste parece não se beneficiar do aumento da produtividade demonstrado pelo Brasil na década de 1990 (BEZERRA; MELO, 2007).

### 3 Material e métodos

#### 3.1 Área de estudo

A área geográfica do estudo é a região Nordeste do Brasil, que possui uma área de 1.554.291,607 Km<sup>2</sup> e uma população de 53.081.950 habitantes. Na região há 2.454.060 estabelecimentos agropecuários que ocupam uma área de 76.074.411 ha (IBGE, 2006).

Os dados utilizados são referentes ao valor da produção agropecuária dos anos de 1970, 1975, 1980, 1985 e 1995 e foram obtidos junto ao Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2011). Já os dados referentes ao ano de 2006 e os de área, tratores e o pessoal ocupado (o total das pessoas que estão trabalhando nos estabelecimentos) foram obtidos nos censos agropecuários do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Os estados nordestinos constituem unidades de observação totalizando nove unidades, e o período de estudo se estende de 1970 a 2006. Considera-se como variável dependente no modelo a ser estimado o valor da produção agropecuária, e as outras variáveis constituem variáveis explanatórias. Destaca-se que todos os valores monetários utilizados foram corri-

gidos pelo deflator implícito do PIB para o ano de 2006. O limite superior da amostra é ano de 2006 e se justifica pela disponibilidade do último censo agropecuário disponível.

A terra é representada pela área plantada e é o principal fator de produção agrícola. A sua degradação se constitui numa das maiores preocupações não só no sentido econômico, como também social no referente à manutenção da vida humana. Portanto a sua produtividade e a eficiência no seu uso são relevantes no que se refere à economia rural.

O pessoal ocupado (aqui representando o fator trabalho ou mão de obra) na agropecuária da região Nordeste, com exceção das propriedades voltadas mais para a subsistência, que mostra uma relação pessoas por área maiores que nas propriedades vistas como uma empresa agrícola, é um indicador de nível tecnológico dos produtores agrícolas; quanto mais tecnificados forem, a tendência é reduzir o número de pessoal necessário para desenvolvimento das atividades produtivas. Mas essa relação não se aplica a propriedades familiares, haja vista que os trabalhadores são os próprios proprietários, e a elevação do nível tecnológico não necessariamente se traduzirá em redução dos funcionários e, como a área de estudo é a região nordeste onde predominam as propriedades familiares, a produtividade e a eficiência do trabalho devem receber a equivalente relevância do nível tecnológico.

A variável utilizada para representar o estoque de capital foi o número de tratores disponíveis nos estabelecimentos agropecuários.

### 3.2 O modelo de fronteira estocástica

A fronteira de produção é definida como a envoltória das funções de produção dos estados mais produtivos. Esse conceito

$$Y_{it} = f(x_{it}; \beta_{it}) + \varepsilon_i \quad i = 1, 2, \dots, N; j = 1, 2, \dots, J; t = 1, 2, \dots, T;$$

Em que:  $Y_{it}$  representa o vetor do valor do produção do  $i$ -ésimo estado no período  $t$ ;  $X_{it}$  é o vetor de fatores de produção;  $\beta$  é o vetor de parâmetros a serem estimados;  $t$  é o tempo e  $\varepsilon_i = v_i + u_i$ . Note-se que o termo  $\varepsilon_i$  representa o erro composto que está dividido entre esses dois componentes. O primeiro assume a forma de uma distribuição normal, e o outro dado por  $u_i$  com distribuição assimétrica, mede a eficiência técnica por meio da diferença entre o produto observado e o

se baseia na hipótese de que todos os estados têm acesso potencial à mesma tecnologia. A forma funcional adotada é uma função de produção de fronteira estocástica agrícola de  $i$ -ésimo estado, é definida como:

produto na fronteira. Esse termo pode assumir várias hipóteses quanto à lei estatística como, half-normal, a exponencial, a gamma, entre outras. Nesse trabalho, a distribuição normal-exponencial para o erro unilateral mostrou-se mais adequada.

No caso em que a forma funcional especificada para a tecnologia de produção agrícola nordestina para dados em painel, foi estimada uma função Cobb-Douglas<sup>1</sup> dada por:

$$\ln Y_{it} = \beta_0 + \beta_A \ln A_{it} + \beta_L \ln L_{it} + \beta_K \ln K_{it} + \beta_t t + v_{it} - u_{it}$$

Em que:  $Y_{it}$  representa o vetor do valor do produção do  $i$ -ésimo estado no período  $t$ ;  $X_{it}$  é o vetor de fatores de produção compostos por Área (A), Trabalho (L) e Capital (K);  $\beta$  é o vetor de parâmetros a serem estimados;  $t$  é o tempo. De acordo com essa formulação, obtém-se a produtividade total dos fatores, que será em seguida decomposta.

A decomposição da PTF já foi utilizada por alguns autores por meio do conhecido índice de Malmquist, que compõe o Índice de Produtividade Total em dois componentes, variação tecnológica e variação de eficiência.

### 3.3 O Índice de Malmquist

A metodologia de análise foi descrita em Coelli et al. (1998), para obter a estimação de variação na PTF e decompô-la em suas

componentes de mudança – mudança técnica e na eficiência técnica.

Coelli et al. (1998) propuseram a mensuração do crescimento da Produtividade Total de Fatores, sendo a soma da variação no componente eficiência e a variação no componente técnica. A tecnologia de produção, para um dado período  $t$ , pode ser definida usando o conjunto de produção,  $P(x_t)$ , o qual representa todo vetor de produtos,  $q_t$ , que podem ser produzidos usando um vetor de insumos  $x_t$ :  $P(x_t) = \{q_t : x_t \text{ pode produzir } q_t\}$ . Considera-se a função distância produto-orientado, Segundo Coelli et al. (1998), a função distância do produto é definido no conjunto de produção  $P(x)$  como:  $d_0(x, q) = \inf\{\delta : (q|\delta) \in P(x)\}$ .

O uso de  $\inf$  (que significa ínfimo) em vez de  $\min$  (que significa mínimo) se refere ao rigor do modelo, porque permite a possibilidade de que o mínimo pode não existir. A função distância  $d_0(x, q)$  terá um valor menor ou igual a um, se o vetor de produto  $q$  for um elemento do conjunto de produção factível,  $P(x)$ .

O valor da função distância orientada pelo produto, para um estado que utiliza o nível de insumo  $x$  no período  $t$  para produzir o produto  $q_t$ , corresponde à razão entre a distância do produto  $q_t$  do  $i$ -ésimo

<sup>1</sup> Utilizou-se o teste de razão de verossimilhança com a finalidade de determinar a forma funcional adequada da função da fronteira estocástica de produção. O valor da razão de verossimilhança superou o valor crítico da estatística  $\chi^2$  com nível de significância de 5% em favor do modelo Cobb-Douglas. Destaca-se que esse modelo foi testado ainda em comparação a outras funções, tais como: Translog, Solow neutra, Hicks neutra, entre outras, porém, o modelo aqui especificado foi aquele que melhor se adaptou aos dados aqui utilizados.

estado e a fronteira de possibilidades de produção, e pode ser representado da seguinte maneira:  $d_0^t(x_t, q_t) = q_t / F(x_t)$ . onde  $F(x_t) = \max\{q_t : (x_t, q_t) \in P(x)\}$ .  $F(x_t)$  representa a produção máxima o que pode ser obtido dada a tecnologia e o nível de insumo dado.

O índice de Malmquist é definido pelo conceito de funções distâncias, as quais permitem descrever uma tecnologia de produção sem especificar uma função objetivo comportamental. Essas funções distância podem ser definidas orientada pelo insumo ou orientada pelo produto. Já o índice de PTF de Malmquist mede a mudança na PTF entre dois períodos, calculando-se a razão da distância de cada período em relação a uma tecnologia comum. Se a tecnologia do período t é usada como referência, o índice de mudança de PTF de Malmquist (Produto-orientado) entre período s e período t pode ser escrito da seguinte forma (COELLI et al.,

$$1998): m_0^t(q_s, x_s, q_t, x_t) = \frac{d_0^t(q_t, x_t)}{d_0^t(q_s, x_s)}$$

Se a tecnologia do período s for usado como referência, esse índice é definido como:  $m_0^s(q_s, x_s, q_t, x_t) = \frac{d_0^s(q_t, x_t)}{d_0^s(q_s, x_s)}$ . Em que:  $d_0^t(q_t, x_t)$  é a função distância orientada pelo produto no período t, e  $d_0^t(q_s, x_s)$  é a função distância orientada pelo produto no período s. Um valor de  $m_0$  maior que um indica aumento de PTF de período s para período t, e um valor de  $m_0$  menor que um mostra declínio na PTF entre os dois períodos.

Esses dois índices são equivalentes somente se a tecnologia é Hicks neutro, isto é, se a função distância do produto pode ser representada com  $d_0^t(q_t, x_t) = A_t d_0(q_t, x_t)$  para todo t. Para evitar a imposição dessa restrição e a escolha arbitrária de uma ou outra forma de expressão do índice, o índice de PTF de Malmquist é frequentemente definido com uma média geométrica desses dois índices (COELLI et al., 1998):

$$m_0(q_s, x_s, q_t, x_t) = \left[ \frac{d_0^s(q_t, x_t)}{d_0^s(q_s, x_s)} \times \frac{d_0^t(q_t, x_t)}{d_0^t(q_s, x_s)} \right]^{1/2}$$

A função da distância nesse índice de produtividade pode ser rearranjada para mostrar que é equivalente ao produto de índice de variação da eficiência técnica e o índice de mudança técnica dado por:

$$m_0(q_s, x_s, q_t, x_t) = \frac{d_0^t(q_t, x_t)}{d_0^s(q_s, x_s)} \left[ \frac{d_0^s(q_t, x_t)}{d_0^s(q_s, x_s)} \times \frac{d_0^t(q_t, x_t)}{d_0^t(q_s, x_s)} \right]^{1/2}$$

sendo:

$$Var. \text{ da efic. técnica} = \frac{d_0^t(q_t, x_t)}{d_0^s(q_s, x_s)}$$

$$Var. \text{ técnica} = \left[ \frac{d_0^s(q_t, x_t)}{d_0^s(q_s, x_s)} \times \frac{d_0^t(q_t, x_t)}{d_0^t(q_s, x_s)} \right]^{1/2}$$

Isso mostra que o índice de produtividade total de Malmquist pode ser decomposto nos índices de variação de eficiência técnica e variação técnica, pode-se desta forma identificar qual desses dois índices apresenta maior influência sobre a variação da PTF.

#### 4 Resultados e discussão

O conjunto total de dados é constituído de um painel com 54 observações, a partir das quais foi estimada a fronteira de produção estocástica para a região Nordeste do Brasil. Os resultados quanto à estimativa dos parâmetros dessa função estão explícitos na Tabela 1.

As variáveis significantes foram área plantada considerada o principal fator de produção agrícola, o pessoal ocupado que representa o trabalho na agropecuária da região Nordeste e o capital que é representado pelo número de tratores utilizados na agricultura, enquanto que o tempo não apresentou resultados significativos.

Contudo a variável área plantada não apresentou resultados esperados. Talvez isso seja explicado devido à má utilização desse insumo nos estados do Nordeste. De qualquer modo, esses resultados corroboram com Marinho e Carvalho (2004) e Bragagnolo (2012), que encontram uma relação negativa entre essa variável e a produção na agricultura no Brasil ao utilizarem informações dos últimos censos agropecuários.

**Tabela 1** – Estimativa dos parâmetros da fronteira de produção do setor agropecuário do Nordeste do Brasil – 1970 a 2006.

Variável	Coefficientes Estimados	Desvio-padrão	P >  z
$\beta_0$	1,936	0,616	0,00
$\ln A (\beta_A)$	-0,429	0,076	0,00
$\ln L (\beta_L)$	1,279	0,102	0,00
$\ln K (\beta_K)$	0,255	0,049	0,00
T ( $\beta_t$ )	0,039	0,035	0,25
$\sigma_v$	0,144		
$\sigma_u$	0,250		
$\sigma^2$	0,083		
$\gamma$	1,739		
LR	-4,219		

Fonte: Acervo dos Autores.

Através do resultado, é possível observar que o fator trabalho ainda é o mais importante na agropecuária da região, mostrando um impacto maior (1,27) sobre o valor da produção agrícola. Isso significa que se deve dar uma atenção prioritária à qualificação da mão de obra rural, haja vista a sua importância relativa no setor agropecuário nordestino.

De certa forma, pode-se dizer que o crescimento da agricultura no Nordeste exige um profissionalismo na atividade produtiva, de modo a dar manutenção ao espaço já conquistado e expandir ainda mais o fortalecimento e

participação do setor. Através da qualificação da mão de obra, podem-se aumentar as oportunidades tanto para produtores como para população rural como um todo por meio do efeito transbordamento dos ganhos agrícola com exportações nas economias locais.

Nas Tabelas 2 e 3, são apresentados os resultados referentes às variações da eficiência técnica e as variações tecnológicas para a região Nordeste com seus Estados, que constituem a decomposição da produtividade total dos fatores, considerando-se as tecnologias disponíveis para os estados e para a região.

**Tabela 2** – Variação da Eficiência Técnica do setor agropecuário dos Estados nordestinos e do Nordeste do Brasil.

Estados	VET				
	1975	1980	1985	1996	2006
Maranhão	1,031	1,038	1,047	1,057	1,070
Piauí	1,093	1,112	1,134	1,161	1,194
Ceará	1,013	1,017	1,022	1,028	1,035
Rio Grande do Norte	0,994	0,994	0,995	0,995	0,997
Paraíba	1,027	1,033	1,041	1,050	1,062
Pernambuco	0,995	0,996	0,997	0,998	1,000
Alagoas	0,988	0,987	0,987	0,986	0,986
Sergipe	1,048	1,059	1,071	1,086	1,104
Bahia	0,998	0,999	1,001	1,003	1,006
Nordeste	1,020	1,025	1,032	1,039	1,048

Fonte: Acervo dos Autores

Verifica-se, na Tabela 2, que os estados que se destacaram quanto à variação da eficiência técnica foram Piauí (19,41%), Sergipe (10,45%) e Maranhão (7,02%); e os estados de Alagoas e Rio Grande do Norte tiveram queda de 1,34% e 0,29%, respectivamente no período estudado. A região Nordeste apresentou uma variação de 4,89%. De acordo com Helfand

e Pereira (2012), os níveis mais elevados de educação formal aumentam a eficiência dos agricultores e, assim sendo, esses resultados podem ser atribuídos aos reflexos de ganhos em termos de níveis educacionais na região, em particular na área rural. No entanto essa verificação não faz parte do objeto de estudo neste artigo.

Os resultados sobre as variações tecnológicas nas regiões estudadas são apresentados na Tabela 3. Nota-se que ocorreram avanços, ou seja, houve deslocamento da fronteira de produção. Destacam-se os resultados da variação tecnológica dos estados do Rio Grande do Norte (10,20%), Pernambuco (9,01%), Bahia (8,82%), Alagoas (8,67%), Maranhão (8,53%) e Paraíba (8,31%). Já a região Nordeste apresentou uma variação de 7,87%. Nota-se que o Piauí teve o pior desempenho, de 3,13%, entre os estados nordestinos.

Esses resultados corroboram com os de Gomes *et al.* (2009), no estudo sobre a produtividade total de fatores na Agropecuária Nordestina. Esses autores verificaram uma redução na relação trabalho/capital, considerando-a como mudanças tecnológicas, demonstraram que a função de produção agropecuária passou a ser mais intensiva em capital, relativamente ao trabalho e salienta que o Nordeste apresentou ganhos crescentes tanto na variação da eficiência técnica, quanto na variação tecnológica.

**Tabela 3** – Variação Tecnológica do setor agropecuário dos Estados nordestinos e do Nordeste do Brasil.

Estados	VT				
	1975	1980	1985	1996	2006
Maranhão	1,007	1,015	1,029	1,053	1,085
Piauí	0,979	0,982	0,991	1,007	1,031
Ceará	1,011	1,019	1,032	1,052	1,078
Rio Grande do Norte	1,022	1,032	1,047	1,070	1,102
Paraíba	1,008	1,016	1,030	1,052	1,083
Pernambuco	1,019	1,028	1,042	1,063	1,090
Alagoas	1,021	1,030	1,042	1,062	1,087
Sergipe	0,998	1,004	1,016	1,036	1,064
Bahia	1,018	1,027	1,040	1,061	1,088
Nordeste	1,009	1,017	1,030	1,050	1,078

Fonte: Acervo dos Autores.

De acordo com as variações na eficiência técnica e tecnológicas, encontram-se as variações da produtividade total dos fatores em cada ano, para cada estado da região Nordeste e foram apresentados na Tabela 4. Note que todos os Estados que a constituem obtiveram ganhos crescentes de produtividade.

Segundo Faria (2012), ocorreu mudança na distribuição espacial da produtividade do fator terra (área) no Brasil, e os principais

estados afetados positivamente com essas mudanças no padrão espacial da produtividade da terra localizam-se no Nordeste e no Centro-Oeste. Essa alteração na produtividade da terra estimulou o deslocamento de parte dos recursos em direção às atividades desses Estados e podem explicar em parte os ganhos obtidos nas variações das eficiências técnicas observadas para a região.

**Tabela 4** – Variações da produtividade total dos fatores do setor agropecuário dos Estados nordestinos e do Nordeste do Brasil.

Estados	PTF				
	1975	1980	1985	1996	2006
Maranhão	1,039	1,055	1,078	1,113	1,161
Piauí	1,070	1,092	1,124	1,170	1,231
Ceará	1,025	1,037	1,055	1,082	1,117
Rio Grande do Norte	1,016	1,026	1,042	1,066	1,098
Paraíba	1,035	1,050	1,073	1,106	1,150
Pernambuco	1,015	1,024	1,039	1,061	1,090
Alagoas	1,009	1,017	1,029	1,048	1,072
Sergipe	1,047	1,064	1,089	1,125	1,175
Bahia	1,016	1,026	1,041	1,064	1,094
Nordeste	1,030	1,043	1,063	1,092	1,131

Fonte: Acervo dos Autores.

Os estados que se destacam quanto à variação da produtividade total dos fatores no período foram: Piauí (23,15 %); Sergipe (17,52%) Maranhão (16,15 %) e Paraíba (15,03%). A região apresentou uma variação de 13,14% (Tabela 4). Esses resultados corroboram com Marinho e Carvalho (2004), que estudaram o crescimento do setor agropecuário no Nordeste e encontraram variação positiva na PTF nas últimas décadas. Esses autores encontraram que os melhores desempenhos com relação ao crescimento da PTF na região foram os estados do Maranhão (24,5%), Paraíba (13,5%) e Rio Grande do Norte (12%), no período de 1970 a 1996. Gasques et al. (2010), utilizando outra metodologia, mostraram que aconteceu crescimento de produtividade total dos fatores em todos os estados do nordeste no período entre 1970 e 2006.

Na Tabela 5, são apresentados os resultados do índice acumulado das variações da eficiência técnica, variações tecnológicas e da produtividade total dos fatores na Agropecuária Nordestina. Observa-se que a região Nordeste apresenta ganhos de eficiência técnica de 7,35% comparando-se com o período inicial. Em relação à variação tecnológica, a região também apresenta ganhos de 6,55% durante todo o período.

**Tabela 5** – Índices cumulativos de variação tecnológica, da eficiência técnica e da Produtividade Total dos Fatores do setor agropecuário do Nordeste.

Período	VET	VT	PTF
1970	1,000	1,000	1,000
1975	1,020	1,009	1,030
1980	1,047	1,027	1,075
1985	1,080	1,058	1,143
1996	1,123	1,112	1,249
2006	1,178	1,199	1,413
Média	1,073	1,065	1,143

Fonte: Acervo dos Autores.

Os resultados mostram ganhos acumulativos de produtividades total na região Nordeste na ordem de 14,38%, influenciada pelos efeitos positivos da variação da eficiência técnica e tecnológica. Esses resultados corroboram com Marinho e Carvalho (2004); segundo esses autores, na região Nordeste, as lavouras com mais alto valor comercial passaram a ocupar os percentuais mais elevados

na composição do valor total da produção agropecuária e contribuíram para o crescente acúmulo da PTF na agricultura do Nordeste entre 1970 a 1996.

Os dados da Tabela 6 se referem às variações médias da eficiência técnica, tecnológicas e da produtividade total dos fatores em cada Estado e na região como um todo entre os anos de 1970 e 2006. Esses resultados médios confirmam as observações anteriormente destacadas sobre a produtividade e seus componentes.

Os resultados da Tabela 6 corroboram com Gomes et al. (2009), que em seu estudo sobre produtividade total dos fatores na região Nordeste no período de 1996 a 2006 observaram que a Agropecuária Nordestina apresentou, em média, aumentos de 25,9% na produtividade total dos fatores representando um ganho anual de 2,33%.

**Tabela 6** – Variação média da eficiência técnica, tecnológicas e da produtividade total dos fatores no setor agropecuário dos estados e no Nordeste do Brasil – 1970 a 2006.

Estados	VET	VT	PTF
Maranhão	1,049	1,037	1,088
Piauí	1,138	0,998	1,136
Ceará	1,023	1,038	1,063
Rio Grande do Norte	0,995	1,054	1,049
Paraíba	1,043	1,037	1,082
Pernambuco	0,997	1,048	1,045
Alagoas	0,987	1,048	1,035
Sergipe	1,073	1,023	1,099
Bahia	1,001	1,046	1,048
Nordeste	1,033	1,037	1,071

Fonte: Acervo dos Autores.

As informações da Tabela 6 mostram que os ganhos da produtividade e de variações tecnológicas são nítidos nos estados do Nordeste. Nota-se que, com exceção dos estados de Pernambuco, Alagoas e Rio Grande do Norte, com variação na eficiência técnica abaixo de um, em quase todos os outros estados as variações na eficiência técnica, variações tecnológicas e de produtividade total de fatores encontram-se acima da unidade (1), seguindo uma tendência crescente. Sabe-se que os valores acima da unidade na análise de produtividade total de fatores indicam ganhos entre os dois momentos de tempo analisados, enquanto valores abaixo da



unidade indicam redução entre os períodos correspondentes.

Pode-se inferir que essa tendência crescente da produtividade total dos fatores no setor agrícola para Nordeste deve-se em parte ao aumento da importância das exportações no agronegócio da região, principalmente no setor das frutas, os quais, pela exigência quanto à competitividade para se permanecer no mercado e ganhar espaços internacionais, provocam ajustes estruturais em nível dos produtores, os quais se sentem obrigados a se tornarem cada vez mais eficientes para salvaguardar os benefícios econômicos desses mercados. Esses dados devem ser analisados em pesquisas futuras.

## 5 Considerações finais

O presente artigo analisa o crescimento da agricultura do Nordeste Brasileiro no período 1970 a 2006 e, para isso, utiliza-se de um modelo de fronteira estocástica para decompor a PTF da agricultura para cada estado.

O fator trabalho é o mais importante na explicação da taxa de variação do valor da produção agropecuária no Nordeste Brasileiro, o que mostra a necessidade de fortalecimento do capital humano no setor agropecuário, de modo a alcançar importantes resultados econômicos, principalmente no setor rural.

O setor agropecuário da região Nordeste obteve ganhos de produtividade total de fatores entre 1970 e 2006. Em outras palavras, está ocorrendo aproveitamento crescente das potencialidades agrícolas, que se tornam mais promissores com as implantações das infraestruturas públicas que permitem a criação de polos de produção agrícola continuada, por meio da agricultura irrigada.

Por fim, todos os estados apresentaram ganhos médios de produtividade total dos fatores (A, L e K). Nos estados de Pernambuco, Rio Grande do Norte e Alagoas, as variações tecnológicas tiveram maior influência que as variações na eficiência técnica no aumento da produtividade, o que mostra a necessidade de se priorizar a melhoria na qualidade da mão de obra, enquanto que o Piauí apresentou comportamento contrário, tendo maior influência na produtividade o componente de eficiência técnica.

## Referências

- BEZERRA, J. F.; MELO, A. de S. A produtividade total dos fatores e o crescimento da economia do nordeste no período 1970 a 2000. *Revista Econômica do Nordeste*, Fortaleza, v. 38, n. 4, p.679-694, out./dez. 2007.
- BRAGAGNOLO, C. *Produtividade, crescimento e ciclos econômicos na agricultura brasileira*. 2012. 168p. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ/USP, Piracicaba, SP.
- COELLI, T. J.; RAO, D. S. P.; BATTESE, G. E. *An introduction to efficiency and productivity analysis*. 1. ed. Boston: Kluwer Academic Publishers, 1998.
- FARIA, W. R. *Modelagem do uso da terra e mensuração dos efeitos da mudança na produtividade agrícola entre 1996 e 2006 no Brasil*. São Paulo: Informações FIPE, 2012.
- FERREIRA, P. C. Eficiência e produtividade total dos fatores em Minas Gerais. *Ensaios Econômicos*, Rio de Janeiro, n. 705, 2010. Disponível em: <<http://www.fgv.br/professor/ferreira/TFPMG.pdf>>. Acesso em: 5 nov. 2013.
- GASQUES, J. G.; BASTOS, E. T.; BACCHI, M. R. P.; VALDES, C. Produtividade total dos fatores e transformações da agricultura brasileira: análise dos dados dos censos agropecuários. In: GASQUES, J. G. et al. (Org.). *A agricultura brasileira: desempenho, desafios e perspectivas*. Brasília: IPEA, 2010. Disponível em: <[http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/Livro\\_agriculturabrasileira.pdf](http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/Livro_agriculturabrasileira.pdf)>. Acesso em: 29 out. 2013.
- GOMES, A. P.; ALCANTARA FILHO, J. L.; SCALCO, P. R. Eficiência, tecnologia e produtividade total dos fatores: uma análise das mudanças recentes na agropecuária do Nordeste. In: ENCONTRO REGIONAL DE ECONOMIA DO NORDESTE, 14., 2009, Fortaleza. *Anais...* Fortaleza: ANPEC/BNB, 2009.
- HELFFAND, S. M.; PEREIRA, V. F. Determinantes da pobreza rural e implicações para as políticas públicas no Brasil. In: Buainain, A. M.; Dedecca, C.; Neder, H. (Org.). *A nova cara da pobreza rural: desafios para as políticas públicas*. Brasília: Inter-American Institute for Cooperation on Agriculture, 2012. p. 121-160. Disponível em: <<http://www.iica.int>>, acesso em: 06/12/2013.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Censo Agropecuário 2006. Disponível em: <[www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)>. Acesso em: 11 set. 2013.
- INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA. Ipeadata. *Agropecuária*. Brasília: IPEA, 2011. Disponível em: <[www.ipeadata.gov.br](http://www.ipeadata.gov.br)>. Acesso em: 10 set. 2013.
- LOPES, I. V.; ROCHA, D. P.; LOPES, M. R.; BOMFIM, R. C. Perfis das classes de renda rural no Brasil. *Revista de política agrícola*, Brasília, v. 21, n. 2, p. 21-27, abr./jun. 2012.
- MARINHO, E.; CARVALHO, R. M. Comparações inter-regionais da produtividade da agricultura brasileira - 1970-1995. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, Rio de Janeiro, v. 34, n. 1, p. 56-92, 2004.
- MENDES, S. M.; TEIXEIRA, E. C.; SALVATO, M. A. Investimentos em infra-estrutura e produtividade total dos fatores na agricultura brasileira: 1985-2004. *Revista Brasileira de Economia*, Rio de Janeiro, v. 63, n. 2, p. 91-102, 2009.

ROCHA, L. A.; KHAN, A. S.; LIMA, P. V. P. S. Construindo competências tecnológicas na agricultura brasileira: articulando a política nacional de inovação com os investimentos em infraestrutura. In: ENCONTRO REGIONAL DE ECONOMIA, 18., 2013. *Anais...* Fortaleza, 2013.