

# Mudanças Recentes na Estrutura de Produção Agropecuária do Nordeste

## RESUMO

---

Este artigo tem por objetivo analisar as mudanças recentes ocorridas na agropecuária do Nordeste brasileiro, identificando as fontes de alterações na produtividade total dos fatores. Usa dados das 187 microrregiões nordestinas, no período de 1996 e 2006. Para calcular as mudanças na produtividade total dos fatores, utiliza o índice de Malmquist, o qual pode ser decomposto em mudanças na eficiência técnica e tecnológica. Verifica que, em 52% das microrregiões nordestinas, ocorreu ganho na produtividade dos fatores. Nas regiões onde ocorreu redução na produtividade, explica que houve perda considerável de eficiência produtiva, uma vez que, em todas elas, registrou-se progresso tecnológico. Classifica as mudanças tecnológicas em poupadoras de capital ou de trabalho. Constata que predomina a mudança tecnológica poupadora de trabalho em 80% das microrregiões, e que essa nova dinâmica na produção agropecuária do Nordeste teve impacto significativo no uso dos fatores, reduzindo a elasticidade de produção do trabalho e aumentando a do capital.

## PALAVRAS-CHAVES

---

Produtividade Total dos Fatores. Mudança Tecnológica. Produção Agropecuária.

### Adriano Provezano Gomes

- Doutor em Economia Aplicada pela Universidade Federal de Viçosa (UFV)
- Professor Associado do Departamento de Economia – UFV

### José Luiz Alcantara Filho

- Mestre em Economia pela (UFV).
- Professor Assistente da Universidade Federal Fluminense (UFF).

### Paulo Roberto Scalco

- Doutor em Economia Aplicada pela UFV
- Professor Adjunto da Faculdade de Administração, Ciências Contábeis e Economia (FACE) da Universidade Federal de Goiás (UFG)

## 1 – INTRODUÇÃO

Desde o período colonial, o setor agropecuário nordestino sempre desempenhou importante papel no nível agregado da produção nacional, destacando-se como polo de desenvolvimento econômico do país com açúcar, tabaco, couro e algodão. Segundo dados da Confederação Nacional de Agricultura (CNA), atualmente, 46,4% da população nordestina se encontram na área rural e, além disso, o setor agropecuário é responsável por 8% do Produto Interno Bruto (PIB) e 38% da exportação do Nordeste brasileiro. Assim, até os dias atuais, a agropecuária ainda possui representação expressiva para a economia nordestina. (CONFEDERAÇÃO NACIONAL..., 2008).

A agricultura é importante não somente pela sua participação na renda nacional mas também por gerar segurança alimentar, empregos e divisas. Contudo, no setor agropecuário brasileiro, a disparidade entre os estados tem sua origem na formação econômica do Brasil. Os diferentes ciclos econômicos que o Brasil atravessou, juntamente com as relações trabalhistas e as características culturais predominantes em cada região, foram alguns dos fatores que contribuíram para as diferentes taxas de desenvolvimento entre as regiões agrícolas brasileiras.

No Nordeste, a situação não foi diferente. Devido à extensão territorial e à colonização, as desigualdades foram geradas por diversos motivos, dentre eles, pela disponibilidade relativa dos fatores de produção. A utilização de novos pacotes tecnológicos foi influenciada pelas condições naturais, interesse do empresariado, disponibilidade de crédito, demanda por produtos agrícolas etc. Diversos estudos, tais como Meyer e Silva (1998); Souza (2000) e Gomes; Baptista e Chinellato Neto (2005), sinalizam que, a partir da implantação dos pacotes tecnológicos provenientes da modernização da agricultura, vem ocorrendo um processo de substituição do trabalho pelo capital, de modo que o aumento do produto tem sido acompanhado da intensificação das desigualdades.

Outra questão relevante é que, nas últimas décadas, a agricultura se desenvolveu em um novo ambiente econômico, marcado pela redução da participação do estado e a abertura comercial, acarretando a adoção de

novas tecnologias. Contudo, o processo de mudança tecnológica não ocorreu de forma homogênea, tornando-se necessário analisar as características regionais da estrutura produtiva agrícola. (ALCANTARA FILHO et al., 2009).

Se, por um lado, a produção agropecuária nordestina é relevante para explicar o desempenho econômico regional, por outro, essa região possui significativas disparidades regionais quanto às condições geográficas, sociais, políticas e econômicas, que, por sua vez, refletem-se na estrutura produtiva agrícola e na escolha da tecnologia e disposição dos fatores de produção a serem utilizados. Diante disso, buscar-se-á analisar as transformações ocorridas na agricultura nordestina.

Em 2009, o Instituto Brasileira de Geografia e Estatística (IBGE) disponibilizou os dados do Censo Agropecuário de 2006, possibilitando, a partir desses dados, analisar a estrutura agropecuária atual e apurar o sentido das modificações agropecuárias recentes. Diante disso, o presente trabalho procura identificar em quais microrregiões ocorreram progressos tecnológicos e agrícolas, bem como tipificar as mudanças tecnológicas, se poupadoras de capital ou de trabalho. Também será avaliado como as mudanças tecnológicas afetaram o uso relativo dos fatores de produção. Sendo assim, este artigo tem como objetivo analisar as mudanças recentes ocorridas na agropecuária do Nordeste brasileiro, identificando as fontes de alterações na produtividade total dos fatores.

## 2 – METODOLOGIA

O procedimento empírico deste trabalho será realizado em três etapas. Inicialmente, procura-se identificar em quais microrregiões do Nordeste ocorreu ganho na produtividade total dos fatores. Para isso, será utilizado o índice de Malmquist, o qual permite decompor a mudança na produtividade total dos fatores em mudança na eficiência técnica e mudança tecnológica. Na segunda etapa, procura-se tipificar o processo de mudança tecnológica, ou seja, se poupadora de trabalho ou de capital. Nessa fase, será utilizada a classificação de Hicks para identificar o tipo de mudança tecnológica. O terceiro procedimento metodológico utilizado consiste na

estimação das funções de produção. Essa etapa serve para calcular os produtos marginais dos fatores necessários para identificar o tipo de mudança tecnológica, bem como as elasticidades de produção. A estimação das funções de produção será feita na forma funcional *translog*.

A seguir, serão apresentados alguns aspectos gerais dos procedimentos metodológicos utilizados neste trabalho.

## 2.1 – O índice Malmquist de Produtividade Total dos Fatores

Existindo dados de insumos e de produtos para mais de um período de tempo, pode-se calcular a mudança na produtividade total dos fatores ocorrida entre dois períodos. Essas mudanças são mensuradas utilizando-se números-índices. Existe uma variedade de números-índices, entre eles o de Laspeyres e o de Paashe, cuja média fornece o índice de Fisher. Outros índices muito utilizados são o de Tornqvist e o de Malmquist.

Para verificar o comportamento da Produtividade Total dos Fatores (PTF) ao longo do tempo, optou-se por utilizar o índice de Malmquist. A opção pelo uso deste índice deveu-se ao fato de que ele pode ser decomposto em um índice de mudança na eficiência técnica e um índice de mudança tecnológica. Em outras palavras, a análise de eficiência/produtividade pode ser desmembrada em duas partes: mudança da distância em relação à fronteira tecnológica, também chamada de mudança de eficiência, e mudança da fronteira tecnológica ao longo do tempo, também chamada de progresso tecnológico, sendo este último o objeto de interesse do trabalho.

O cálculo do índice de Malmquist entre os períodos  $t$  e  $t+1$  é baseado em quatro funções distância:  $d_0^t(x_t, y_t)$  representa o uso dos dados de insumos e produtos do período  $t$  com a tecnologia existente no período  $t$ ;  $d_0^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})$  calculada com dados de  $t+1$  e tecnologia de  $t+1$ ;  $d_0^{t+1}(x_t, y_t)$  calculada com dados de  $t$  e tecnologia de  $t+1$ ;  $d_0^t(x_{t+1}, y_{t+1})$  e calculada com dados de  $t+1$  e tecnologia de  $t$ . Para maiores detalhes sobre as funções distância, veja Shepard (1970).

O índice de mudança na produtividade de Malmquist com orientação produto,<sup>1</sup> apresentado em Caves; Christensen e Diewert (1982), pode ser definido como:

$$M_0^{t,t+1}(y_{t+1}, x_{t+1}, y_t, x_t) = \left[ \frac{d_0^t(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_0^t(x_t, y_t)} \times \frac{d_0^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_0^{t+1}(x_t, y_t)} \right]^{1/2} \quad (1)$$

A equação anterior representa a produtividade do ponto de produção  $(x_{t+1}, y_{t+1})$  com relação ao ponto de produção  $(x_t, y_t)$ . Esse índice representa a média geométrica entre um índice que usa a tecnologia do período  $t$  e outro que usa a tecnologia do período  $t+1$ . Conforme mencionado anteriormente, o índice de Malmquist pode ser decomposto em duas medidas (mudança de eficiência e progresso tecnológico), da seguinte forma:

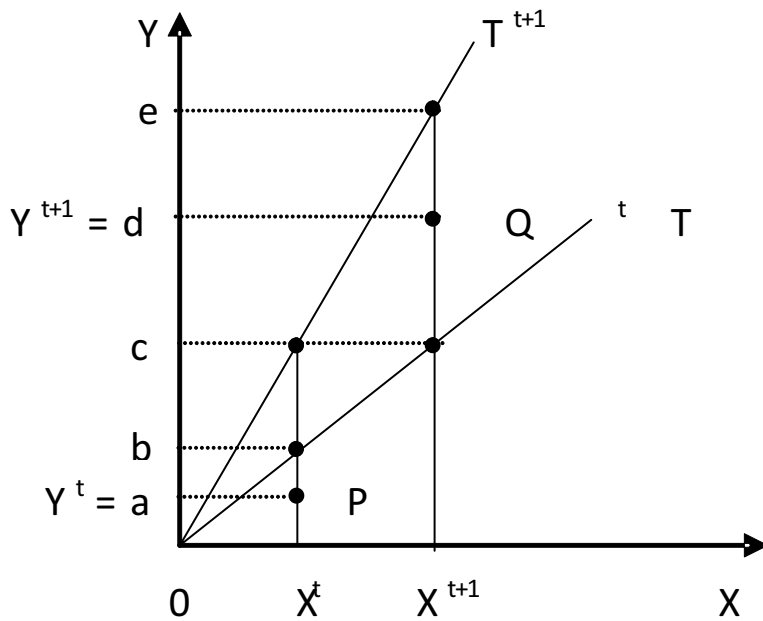
$$M_0^{t,t+1}(y_{t+1}, x_{t+1}, y_t, x_t) = \left[ \frac{d_0^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_0^t(x_t, y_t)} \right] \times \left[ \frac{d_0^t(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_0^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})} \times \frac{d_0^t(x_t, y_t)}{d_0^{t+1}(x_t, y_t)} \right]^{1/2} \quad (2)$$

em que o primeiro termo do lado direito da equação mede a mudança de eficiência e o segundo termo mede o progresso tecnológico. O Gráfico 1 ilustra essa definição, considerando-se um modelo com um insumo e um produto.

No Gráfico 1,  $T^t$  e  $T^{t+1}$  representam as tecnologias de produção em dois períodos. Considere uma unidade produtora (DMU)<sup>2</sup> produzindo no ponto P no período  $t$  e no ponto Q no período  $t+1$ . A mudança de eficiência para esta região é dada pela razão entre a eficiência técnica no período  $t+1$  em relação ao período  $t$ , ou seja,

1 Para Krüger; Cantner e Hanusch (1998), a orientação produto é uma pressuposição mais razoável em ambiente macroeconômico, pois está mais próxima do objetivo da política de crescimento que visa a um maior produto possível, dada uma dotação de recursos.

2 Na literatura relacionada a fronteiras de produção e eficiência, uma unidade produtora é tratada como *Decision Making Unit* (DMU), uma vez que, desses modelos, provém uma medida para avaliar a eficiência relativa de unidades tomadoras de decisão. Por unidade produtora, entende-se qualquer sistema produtivo que transforme insumos em produtos, podendo ser uma firma, um setor da economia, uma região etc. No presente estudo, as DMUs correspondem às microrregiões do Nordeste brasileiro.



**Gráfico 1 – Representação do Índice de Produtividade de Malmquist**

Fonte: Adaptado de Ferreira e Gomes (2009).

$$\text{Mudança de eficiência} = \frac{0d/0e}{0a/0b} \quad (3)$$

A mudança tecnológica é a média geométrica entre o deslocamento da tecnologia avaliada em  $X^{t+1}$  e o deslocamento da tecnologia avaliada em  $X^t$ , obtida de seguinte forma:

$$\text{Mudança tecnológica} = \left[ \frac{0d/0c}{0d/0e} \times \frac{0a/0b}{0a/0c} \right]^{1/2} \quad (4)$$

Supondo que existam  $k$  insumos e  $m$  produtos para  $n$  DMUs, são construídas duas matrizes: a matriz  $X$  de insumos, de dimensões  $(k \times n)$ , e a matriz  $Y$  de produtos, de dimensões  $(m \times n)$ , representando os dados de todas as DMUs. Para calcular os componentes do índice de Malmquist, é necessário resolver quatro problemas de programação linear do tipo:

$$\left[ d_0^p(x_q, y_q) \right]^{-1} = \text{MAX}_{\phi, \lambda} \quad \phi, \quad (5)$$

sujeito a:

$$-\phi y_{i,q} + Y_p \lambda_i \geq 0,$$

$$x_{i,q} - X_p \lambda_i \geq 0,$$

$$\lambda_1, \dots, \lambda_n \geq 0,$$

com  $(p, q) \in \{(t, t), (t+1, t+1), (t, t+1), (t+1, t)\}$ .

em que  $y_i$  é um vetor  $(m \times 1)$  de quantidades de produto da  $i$ -ésima DMU que está em análise;  $x_i$  é um vetor  $(k \times 1)$  de quantidades de insumo da  $i$ -ésima DMU;  $Y$  é uma matriz  $(m \times n)$  de produtos das  $n$  DMUs;  $X$  é uma matriz  $(k \times n)$  de insumos das  $n$  DMUs; e  $\lambda_i$  é um vetor  $(n \times 1)$  de pesos, cujos valores são calculados de forma a obter a solução ótima. Os valores obtidos para os  $f$  indicam a quantidade máxima de aumento em todos os produtos do período em análise ( $t$  ou  $t+1$ ), com os insumos constantes requeridos para obter um ponto na função fronteira no período em que os dados são considerados ( $t$  ou  $t+1$ ).

Conforme salientaram Marinho e Barreto (2000), para buscar evidências de qual ou quais DMUs podem estar deslocando a fronteira de produtividade, é necessário que se verifiquem as três condições abaixo:

$$\left[ \frac{d_0^t(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_0^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})} \times \frac{d_0^t(x_t, y_t)}{d_0^{t+1}(x_t, y_t)} \right]^{1/2} > 1 \quad (6)$$

$$d_0^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1}) = 1 \quad (7)$$

$$d_0^t(x_{t+1}, y_{t+1}) > 1 \quad (8)$$

A primeira condição reflete a presença de mudança tecnológica, descrita na segunda parte do lado direito da equação (9). A segunda condição indica que, se houver um deslocamento da fronteira, as DMUs que o fazem devem estar situadas sobre ela. Por fim, a terceira condição afirma que, se o produto de uma DMU, no período  $t+1$ , é superior ao máximo produto potencial que poderia ser obtido no período  $t$ , utilizando-se os fatores de produção do período  $t+1$ , é porque houve progresso tecnológico e a DMU pode estar deslocando a fronteira.

## 2.2 – Mudanças na Função de Produção e Progresso Tecnológico

A próxima etapa do trabalho consiste em verificar qual foi o tipo de mudança tecnológica que prevaleceu no Nordeste nos últimos anos. Uma classificação muito utilizada nas análises econômicas deve-se a Hicks (1932), a qual está relacionada às variações nas relações dos produtos marginais dos fatores. Para exemplificar essa classificação, considere os dois fatores de produção capital (K) e trabalho (L), com seus respectivos produtos marginais ( $PMg K$  e  $PMg L$ ). De acordo com Hicks, toda inovação deve aumentar a produtividade marginal de, pelo menos, um fator. Nesse sentido, as mudanças tecnológicas podem ser classificadas em:

- Poupadoras de trabalho: quando, para a combinação inicial de fatores, aumentar a relação  $PMg K / PMg L$ ;
- Poupadoras de capital: quando, para a combinação inicial de fatores, diminuir a relação  $PMg K / PMg L$ ; e
- Neutras: quando, para a combinação inicial de fatores, a relação  $PMg K / PMg L$  se mantiver.

O Gráfico 2 ilustra uma mudança tecnológica poupadora de trabalho. Considere que, inicialmente, a DMU esteja operando em equilíbrio no ponto A (isoquanta  $I_0$ ), utilizando uma combinação de fatores  $K_0$  e  $L_0$  qualquer. Denominando os preços do capital e do trabalho de  $P_K$  e  $P_L$ , respectivamente, o ponto de equilíbrio é alcançado quando  $\frac{P_K}{P_L} = \frac{PMg K_0}{PMg L_0}$

Com a mudança tecnológica, a isoquanta de produção muda para  $I_1$ . Nesta nova isoquanta, mantendo-se a combinação inicial de fatores ( $K_0$  e  $L_0$ ), os produtos marginais se alteram para  $PMg K_1$  e  $PMg L_1$ . Considerando que a relação entre os preços dos fatores não se altera, a firma sairá do ponto de equilíbrio, pois

$$\frac{PMg K_1}{PMg L_1} > \frac{PMg K_0}{PMg L_0}.$$

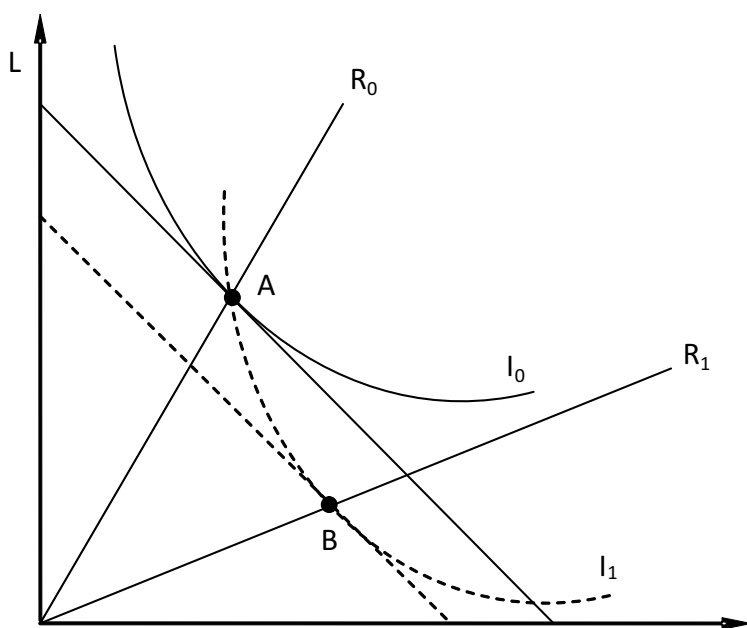


Gráfico 2 – Mudança Tecnológica Poupadora de Trabalho K

Fonte: Adaptado de Hicks (1932).

Para retornar ao equilíbrio, a DMU terá que modificar sua combinação de fatores, de modo a restabelecer a proporcionalidade entre as produtividades marginais e os preços dos fatores. Para que isso ocorra, é preciso diminuir a produtividade marginal do capital e aumentar a produtividade marginal do trabalho, ou seja, utilizar mais capital e menos trabalho. O novo ponto de equilíbrio ocorrerá em B.

Resumindo, inicialmente, a DMU estava operando ao longo do caminho de expansão  $R_0$ . Após a introdução da mudança tecnológica, o caminho de expansão se deslocou para  $R_1$ , onde se verifica maior relação capital/trabalho.

## 2.3 – Estimativa das Funções de Produção

Conforme detalhado na seção anterior, para se identificar o tipo de mudança tecnológica, é preciso conhecer os produtos marginais dos fatores em dois períodos de tempo. Para isso, é necessário estimar funções de produção.

Existem várias formas funcionais que podem ser utilizadas para estimar a função de produção agrícola, tendo como variável dependente a produção (ou valor da produção) e, como explicativas, o pessoal ocupado (representando o fator trabalho) e o número de tratores (*proxy* para o fator capital).

Neste trabalho, optou-se por estimar as funções de produção na forma transcendental logarítmica (*translog*). A função de produção *translog* é considerada uma forma funcional flexível pelo fato de não impor restrições, *a priori*, aos valores das elasticidades de produção e de substituição entre os fatores. Além disso, a forma funcional *translog* pode representar, de forma mais fiel, a tecnologia de produção, possibilitando testes quanto à separabilidade, homogeneidade, monotonicidade, concavidade, entre outras características desejáveis para a tecnologia de produção.

Pressupondo-se separabilidade fraca entre os fatores de produção, de tal forma que eles possam ser agregados em dois grupos,  $X_1$  e  $X_2$ , a função de produção pode ser definida como:

$$\ln Y_i = \ln \alpha_0 + \sum_{j=1}^2 \alpha_j \ln X_{ji}$$

$$+ \frac{1}{2} \sum_{j=1}^2 \sum_{k=1}^2 \beta_{jk} \ln X_{ji} \ln X_{ki} + \mu_i \quad (9)$$

em que  $i = 1, 2, 3, \dots, N$  são unidades de produção (microrregiões);  $X_{jk}$ ,  $j, k = 1, 2$  são os fatores de produção capital e trabalho;  $Y$  é a variável dependente (produção);  $\alpha_j$  e  $\beta_{jk}$  são os parâmetros a serem estimados; e  $\mu_i$  é um erro aleatório pressuposto normal, independente e de variância constante. A igualdade  $\beta_{jk} = \beta_{kj}$ ,  $j, k = 1, 2$  é a condição imposta pelo teorema de Young, referente à igualdade das derivadas cruzadas de segunda ordem, garantindo as condições de simetria.

Estimando-se os parâmetros da função de produção *translog*, podem-se calcular os produtos marginais (PMg) e as elasticidades de produção dos fatores ( $\eta$ ) utilizando-se as seguintes expressões:

$$\text{PMg } X_i = \frac{\partial \ln Y}{\partial \ln X_i} \frac{Y}{X_i} = \left( \alpha_{ij} + \sum_j \beta_{ij} \ln X_j \right) \frac{Y}{X_i} \quad (10)$$

$$\eta X_i = \frac{\partial \ln Y}{\partial \ln X_i} = \alpha_{ij} + \sum_j \beta_{ij} \ln X_j \quad (11)$$

De acordo com Lima (2000), as condições de monotonicidade e concavidade podem não ser satisfeitas globalmente pela função *translog*. Entretanto, tais propriedades devem ser testadas localmente (sendo o ponto médio das variáveis o mais utilizado). A monotonicidade é satisfeita quando os produtos marginais dos fatores forem positivos. A concavidade da função se verifica quando a matriz Hessiana orlada for negativa semidefinida.

## 2.4 – Dados Utilizados

Para calcular o índice de Malmquist de produtividade total dos fatores e as funções de produção, foram utilizados dados de um produto e dois insumos. Os dados referem-se às 187 microrregiões do Nordeste e foram coletados para os anos de 1996 e 2006. São eles:

- Valor da produção agropecuária (Y): soma do valor da produção de lavouras (temporária e permanente) e pecuária. Os dados da produção de lavouras foram obtidos na Pesquisa da Produção Agrícola Municipal (PAM) e os da produção animal, na Pesquisa da Pecuária Municipal (PPM), ambas do IBGE.<sup>3</sup> Para deflacionar os valores de 1996 para a base 2006, utilizou-se o Índice de Preços Recebidos pelos Produtores (IPR) da Fundação Getúlio Vargas;
- Número de tratores ( $X_1$ ): variável utilizada como *proxy* para o fator de produção capital. Os dados foram obtidos nos Censos Agropecuários do IBGE;
- Pessoal ocupado em estabelecimentos agropecuários: variável utilizada para representar o fator de produção trabalho. Os dados foram obtidos nos Censos Agropecuários do IBGE.

que, de modo geral, houve redução na relação mão de obra/trator.

Essa redução na relação mão de obra/trator ou, de forma genérica, trabalho/capital, fornece indícios de que as mudanças tecnológicas predominantes foram poupadoras de trabalho ou, em outras palavras, a função de produção agropecuária passou a ser mais intensiva em capital. Entretanto, não se pode afirmar, a princípio, que tais mudanças tecnológicas propiciaram ganhos de produtividade, nem que os ganhos de produtividade ocorreram de maneira uniforme, em toda a região. Diversos fatores podem ser responsáveis pelas diferenças intra e inter-regionais nas funções de produção agrícolas, principalmente em uma região com a dimensão territorial do Nordeste.

Para analisar essa questão, os resultados apresentados a seguir serão divididos em três seções: inicialmente, serão identificadas as microrregiões nordestinas onde ocorreram ganhos na produtividade total dos fatores e suas causas, ou seja, houve mudanças na eficiência técnica ou mudanças na tecnologia agropecuária; em seguida, na segunda seção, procurar-se-á identificar se as mudanças tecnológicas foram poupadoras de capital ou de trabalho; por fim, serão destacadas as alterações na composição do valor da produção e no uso da terra.

### 3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

No período de 1996 a 2006, ocorreram significativas mudanças na composição do uso dos fatores de produção na agropecuária da região Nordeste do Brasil. Observando-se a Tabela 1, nota-se que, no intervalo desses onze anos, o número de estabelecimentos agropecuários aumentou em 6,13%, situação semelhante à área utilizada e ao número de tratores. Por outro lado, houve redução no pessoal ocupado em atividades agropecuárias. Isso significa

#### 3.1 – Mudanças na Produtividade Total dos Fatores na Agropecuária do Nordeste

Para identificar onde ocorreram mudanças na Produtividade Total dos Fatores (PTF), utilizou-se o

**Tabela 1 – Número de Estabelecimentos, Área, Pessoal Ocupado e Tratores Utilizados na Agropecuária do Nordeste, nos Períodos de 1996 e 2006**

Especificação	Unidade	1996	2006	Variação (%)
Estabelecimento	Unidade	2.326.405	2.469.028	6,13
Área	Hectare	74.919.963	80.441.685	7,37
Mão de obra	Pessoa	8.210.792	7.686.727	-6,38
Trator	Unidade	55.475	58.728	5,86

Fonte: IBGE (2011a).

<sup>3</sup> Optou-se por utilizar os dados de Valor da Produção da PAM e PPM porque, embora o Censo Agropecuário disponha de tais dados, este não tem como finalidade central coletar dados oriundos da produção agropecuária, de modo que, os dados das pesquisas mensais realizadas pelo IBGE através da PAM e PPM apresentam-se mais consistentes quanto ao levantamento de tais informações do que o próprio Censo.

Índice de Malmquist. O uso desse índice é relevante, pois permite decompor a mudança na produtividade total dos fatores em mudança na eficiência técnica e mudança tecnológica, ou seja, possibilita avaliar se as alterações ocorridas foram decorrentes de uma melhor alocação dos recursos ou se houve incorporação de novas tecnologias capazes de modificar a fronteira de produção.

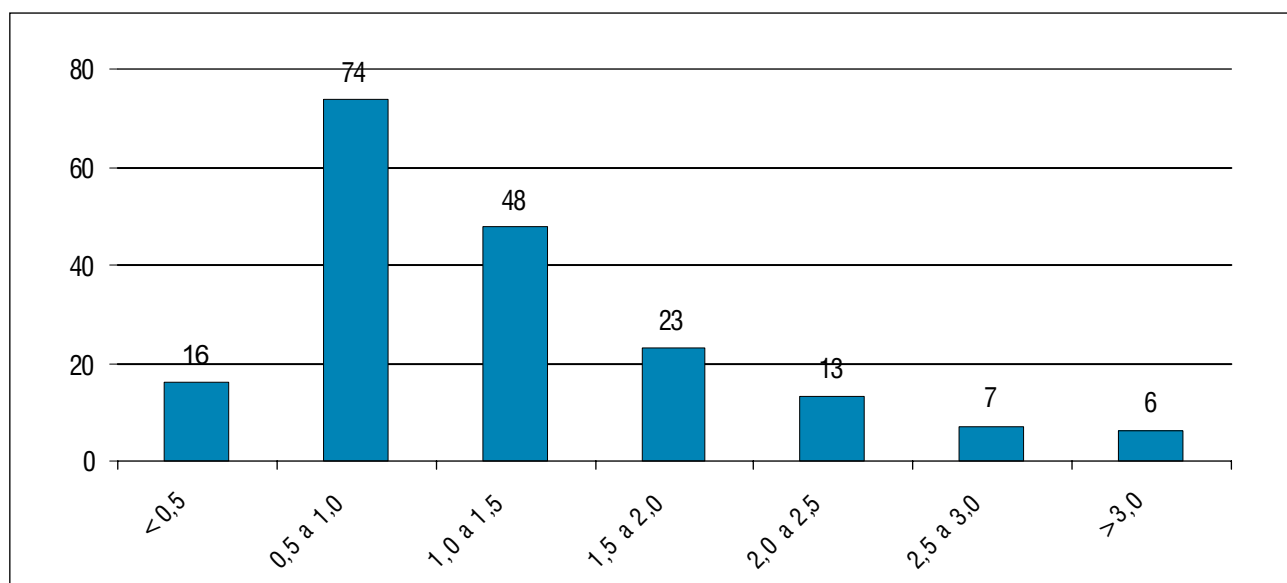
A distribuição das microrregiões segundo as medidas de mudança na produtividade total dos fatores pode ser observada no Gráfico 3:

Os resultados indicam que, das 187 microrregiões do Nordeste, em 97 delas, houve ganho na produtividade total dos fatores agropecuários, sendo que 49,5% delas tiveram acréscimo de produtividade inferior a 4,14 (entre 1,0 e 1,5) ao ano e outras 49 tiveram PTF superior a 1,5. Por outro lado, em 90 microrregiões, ocorreu perda de produtividade, uma vez que valores abaixo de uma unidade indicam redução na PTF entre os dois momentos de tempo analisados. O índice médio de mudança na produtividade total dos fatores foi de 1,259, ou seja, a agropecuária nordestina apresentou, em média, aumentos de 25,9% na PTF entre 1996 a 2006. Isso representa um ganho de produtividade anual da ordem de 2,33%.

Para identificar as mudanças tecnológicas, na Figura 1, encontra-se a distribuição do índice no mapa do Nordeste, cujos valores foram separados em três estratos: até 1, que corresponde às microrregiões cuja PTF declinou; de 1 a 1,5, representando mudanças positivas, porém limitadas a 50% de crescimento na produtividade total (o que equivale a 4,14% ao ano); e acima de 1,5, representando as microrregiões onde o ganho na PTF foi superior a 4,14% ao ano.

Observando a Figura 1, percebe-se que a distribuição dos índices de mudança na PTF não seguiu um padrão definido, ou seja, ocorreram aumentos e reduções na PTF em todos os estados da região Nordeste. Contudo, nota-se que há ligeira concentração das microrregiões cujo índice de mudança na PTF foi superior a 1,5 na costa litorânea de alguns estados e na Zona da Mata ou oeste do Nordeste. Além disso, nota-se que o estado cujos resultados apresentaram piores resultados foi o Piauí, onde houve nítida predominância de microrregiões com perda de produtividade agrícola ao longo do período analisado.

O cálculo da produtividade total dos fatores é realizado considerando-se, no denominador, a soma ponderada dos fluxos de serviços prestados por cada um dos fatores produtivos empregados em cada



**Gráfico 3 – Distribuição das Microrregiões do Nordeste segundo Intervalos do Índice de Mudança na Produtividade Total dos Fatores, no Período de 1996 a 2006**

Fonte: Resultados da Pesquisa.



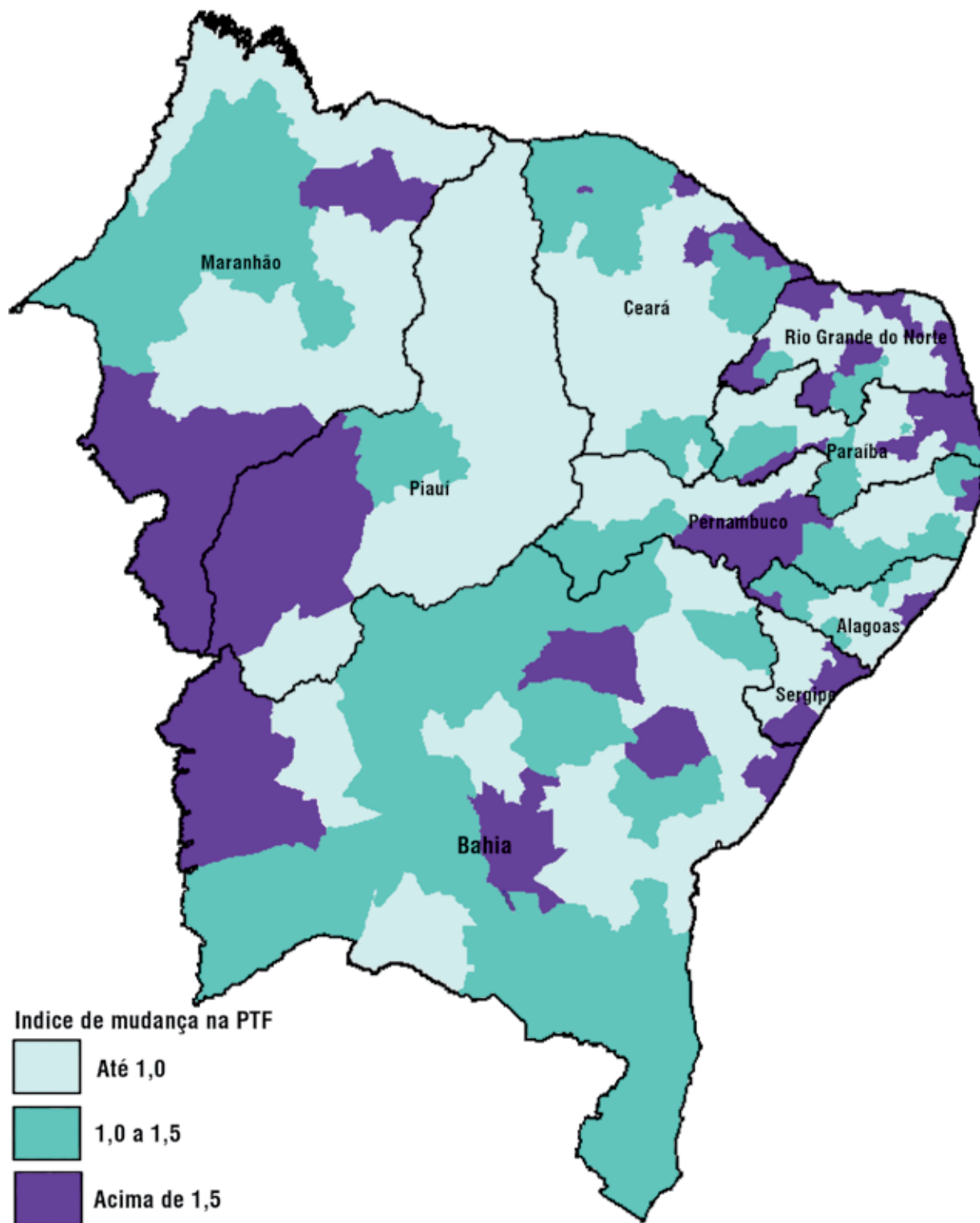


Figura 1 – Distribuição do Índice de Mudança na Produtividade Total dos Fatores da Agropecuária do Nordeste, no período de 1996 a 2006

Fonte: Resultados da Pesquisa.

**Tabela 2 – Variações Percentuais nas Produtividades Parciais dos Fatores de Produção Utilizados na Agropecuária do Nordeste, segundo Estratos de Mudança na Produtividade Total dos Fatores (PTF)**

Estratos de mudança na PTF	Variação % na produtividade parcial		
	Terra	Capital (tratores)	Trabalho
< 1,0	-35,77	-34,07	-29,78
1,0 a 1,5	11,74	18,07	26,35
> 1,5	102,08	122,16	118,32
Total	17,71	8,20	31,77

Fonte: Resultados da Pesquisa.

período analisado, sendo a ponderação dada pela contribuição estimada de cada fator para se obter uma unidade produto. Isso significa que a medida de PTF é mais rigorosa e completa do que as produtividades parciais dos fatores. De qualquer forma, é de esperar que regiões com baixa (alta) taxa de mudança na PTF tenham também baixas (altas) taxas de mudanças nas produtividades parciais em, pelo menos, um dos fatores. Os dados apresentados na Tabela 2 comprovam que essa afirmação é válida para o desempenho da agropecuária nordestina.

As produtividades parciais dos fatores foram obtidas dividindo-se o valor da produção agropecuária pelo total de cada fator de produção agrícola, nos anos de 1996 e 2006. O fator Terra foi medido pela área total dos estabelecimentos; o Capital, pelo número de tratores; e o Trabalho, pelo pessoal ocupado. Os dados apresentados referem-se às médias das variações nas produtividades parciais entre os dois períodos de tempo analisados.

Três pontos interessantes podem ser observados na Tabela 2: 1) ocorreram reduções nas produtividades parciais dos três fatores nas microrregiões onde houve redução na PTF; 2) em todos os fatores, à medida que aumenta a taxa de crescimento da PTF, aumentam-se também as produtividades parciais; além disso, as intensidades de mudanças em todas as produtividades parciais são coerentes com os intervalos nos estratos de mudança na PTF; e 3) o maior ganho de produtividade parcial ocorreu no fator Trabalho, seguido pelo fator Terra e, por fim, pelo Capital (tratores). O fato de a produtividade parcial do trabalho estar crescendo proporcionalmente mais que a do capital fornece indícios de que podem ter havido mudanças nas tecnologias adotadas e que há predominância

de mudanças tecnológicas poupadoras de trabalho. Ou seja, há sinais de que se está produzindo mais em quantidades menores de terra e lançando mão de técnicas mecanizadas intensivas em Capital. Teixeira (2012) e Balsan (2006) destacam que a intensificação da modernização agrícola se iniciou, principalmente, a partir da década de 60, e possibilitou o aumento da produtividade. Contudo, esse processo também gerou exclusão e êxodo rural, uma vez que outros setores não foram capazes de absorver a mão de obra excedente.

Complementarmente à análise das produtividades parciais, Alcântara Filho; Scalco e Gomes (2008) identificaram que, entre 1996 e 2006, enquanto a utilização de terras do Nordeste, em termos absolutos, manteve-se praticamente estável e a mão de obra familiar reduziu-se em mais de 6%, o número de tratores aumentou em 5,8%, demonstrando uma correlação negativa entre o crescimento de tratores e a produção familiar, estando, portanto, em conformidade com os resultados apresentados na Tabela 2.

Conforme mencionado anteriormente, o Índice de Malmquist permite decompor a taxa de mudança na PTF em mudança na eficiência técnica e mudança tecnológica. Essa decomposição é extremamente útil para identificar as fontes de mudança na PTF, ou seja, se a PTF de uma microrregião qualquer se alterar, essa alteração pode ocorrer em virtude de a microrregião ter-se aproximado da fronteira de produção eficiente e/ou a fronteira ter-se deslocado. Em outras palavras, é possível identificar se há mudança na eficiência pura ou de escala. O primeiro componente reflete mudanças na eficiência técnica, isto é, está relacionado ao uso racional dos insumos para produzir determinada quantidade de produto. Já o segundo componente refere-se às mudanças na tecnologia de produção, as

quais são refletidas em deslocamentos da função de produção, também conhecida como *frontier shift*.

Na Tabela 3, encontram-se os valores médios dos índices de mudança calculados para as microrregiões nordestinas. Note que o índice de mudança na PTF é composto pelo produto dos índices de mudança na eficiência técnica e na tecnologia.

Observando os dados dessa tabela, nota-se que houve redução na eficiência produtiva da agropecuária em todos os estratos de mudança na PTF. Por outro lado, em todos os estratos, houve ganho significativo na tecnologia adotada na agropecuária. Analisando inicialmente o índice de mudança na eficiência técnica, percebe-se que apenas 12 microrregiões apresentaram ganhos na eficiência técnica. Nas outras 175 microrregiões (93,6% do total), houve perda ou, no máximo, manutenção do nível de eficiência na produção agropecuária. Na média, as microrregiões apresentaram redução de cerca de 50% na eficiência.

A não-ocorrência de ganho de eficiência implica dizer que mudanças positivas na PTF somente ocorrerão se houver acréscimo proporcionalmente maior na tecnologia. De fato, apesar do expressivo incremento tecnológico em todas as microrregiões (a média foi de 152,89%), no primeiro estrato, a perda de eficiência comprometeu o ganho de PTF, ou seja,

mesmo que a fronteira tecnológica tenha-se deslocado, muitas microrregiões passaram a operar com menor eficiência, relativamente às demais. É importante ressaltar que todos os índices calculados são relativos, isto é, as microrregiões são comparadas entre si. Com isso, a redução em qualquer índice de uma microrregião não implica necessariamente em perda absoluta, mas, sim, comparativamente às demais.

A forma como o índice de mudança tecnológica foi calculado, por meio de funções distância, permite identificar quais microrregiões podem ser as responsáveis pelo deslocamento da fronteira de produção agrícola da região Nordeste. Utilizando-se as equações descritas em (6), (7) e (8), percebe-se que, apesar de todas as microrregiões terem apresentado ganho tecnológico, apenas as microrregiões de Meruoca, no Ceará, e Natal, no Rio Grande do Norte, foram as responsáveis pelo deslocamento da fronteira.

Outro ponto interessante que se pode verificar é a distribuição do valor da produção agropecuária do Nordeste entre as microrregiões separadas em estratos de mudança na PTF, conforme apresentado na Tabela 4. Observando os dados dessa tabela, nota-se que há correlação positiva entre a taxa de mudança na PTF e a variação percentual no valor da produção agropecuária entre os estratos. No primeiro estrato (PTF < 1,0),

**Tabela 3 – Valores Médios dos Índices segundo Estratos de Mudança na Produtividade Total dos Fatores (PTF)**

Estratos de mudança na PTF	Mudança na eficiência técnica	Mudança tecnológica	Mudança na PTF
< 1,0	0,2813	2,5038	0,7043
1,0 a 1,5	0,4922	2,4952	1,2281
> 1,5	0,8853	2,6082	2,3090
Total	0,4937	2,5289	1,2485

Fonte: Resultados da Pesquisa.

**Tabela 4 – Distribuição do Valor Médio da Produção Agropecuária do Nordeste segundo Estratos de Mudança na Produtividade Total dos Fatores (PTF). Dados em R\$ Mil de 2006**

Estratos de mudança na PTF	Valor da produção agropecuária*		Variação %
	1996	2006	
< 1,0	6.721.337	5.379.407	-19,97
1,0 a 1,5	6.038.936	7.247.121	20,01
> 1,5	3.016.845	5.718.405	89,55
Total	15.777.118	18.344.933	16,28

Fonte: Resultados da Pesquisa e IBGE (2011b, 2011c).

\* Soma do valor da produção de lavouras (temporária e permanente) e pecuária.

houve redução no valor da produção de cerca de 20%. Em 1996, as microrregiões que compõem esse estrato eram responsáveis por 42,6% da produção total do Nordeste. Em 2006, passaram ao último lugar em importância relativa, com 29,3% do valor total da produção.

Certamente, o fato de o valor total da produção agropecuária estar diminuindo em algumas microrregiões do Nordeste deve-se à redução na produtividade total dos fatores. Contudo, conforme já discutido, houve mudança tecnológica em todas as regiões. Isso significa, então, que a redução na produção está relacionada ou a uma perda na eficiência produtiva ou à forma como a mudança tecnológica está ocorrendo, a qual pode estar comprometendo possíveis ganhos de produtividade. Na seção a seguir, será discutida essa questão, identificando-se o tipo de mudança tecnológica que ocorreu na agropecuária nordestina.

### 3.2 – Tipificação das Mudanças Tecnológicas na Agropecuária do Nordeste

As mudanças ocorridas na produtividade total dos fatores variaram de intensidade e de sentido entre as microrregiões nordestinas. Entretanto, o que se verificou foi que, em todas as microrregiões, ocorreram progressos tecnológicos, ou seja, deslocamento da fronteira de produção. Nesse sentido, o próximo passo consistiu em verificar qual o tipo de mudança tecnológica, ou seja, se poupadora de trabalho ou de

capital. Para isso, foi preciso estimar duas funções de produção, uma com dados de 1996 e outra com dados de 2006. A forma funcional utilizada nas funções de produção foi a *translog*, conforme descrição da equação (9). Os parâmetros estimados para as duas funções encontram-se na Tabela 5.

Na Tabela 6, encontram-se os valores dos produtos marginais (PMg) e as elasticidades de produção do capital (trator) e do trabalho (mão de obra), calculados no ponto médio das variáveis e utilizando-se os parâmetros estimados da tabela anterior.

Todas as elasticidades de produção dos fatores calculadas no ponto médio da amostra foram positivas, satisfazendo as condições de monotonicidade em ambas as funções estimadas. De modo geral, ao comparar as elasticidades de produção, verifica-se que a influência da mecanização no processo produtivo é maior que a da mão de obra nos dois períodos analisados. Entretanto, dois pontos chamam a atenção: primeiro, nota-se que a influência do capital aumentou, enquanto a do trabalho diminuiu; com isso, a influência relativa do capital sobre o trabalho na produção agropecuária nordestina aumentou; o segundo ponto é que, embora a elasticidade de produção do trabalho tenha diminuído, a elasticidade de escala permaneceu praticamente constante, de 0,90 para 0,89, em função do aumento proporcional ocorrido na elasticidade de produção do capital. Observando esses dados, pode-se dizer, então, que há evidências de que a produção

**Tabela 5 – Parâmetros Estimados para as Funções de Produção Agropecuária do Nordeste, no Período de 1996 e 2006**

Variável	Parâmetros estimados	
	1996	2006
Intercepto	9,61528**	14,04162*
ln K	1,74563**	0,37763***
ln L	-1,23561***	-1,31588***
½ (ln K) <sup>2</sup>	0,08423*	0,06569*
½ (ln L) <sup>2</sup>	0,21893***	0,14788***
ln K*ln L	-0,14832**	-0,00714 <sup>NS</sup>

**Fonte:** Resultados da Pesquisa.

K = capital (trator) e L = trabalho (mão de obra)

\* Significativo a 1%; \*\* Significativo a 5%; \*\*\* significativos a 10%; <sup>NS</sup> não-significativo.

**Tabela 6 – Elasticidades de Produção e Produtos Marginais do Capital e do Trabalho Calculados nos Pontos Médios das Variáveis, no Período de 1996 e 2006**

Especificação	1996	2006
Elasticidade de produção K	0,6396	0,6794
Elasticidade de produção L	0,2604	0,2142
Elasticidade de escala	0,9000	0,8936
Produto marginal K	181,9147	212,2351
Produto marginal L	0,5003	0,5111
PMg K / PMg L	363,6099	415,2263

**Fonte:** Resultados da Pesquisa.

K = capital (tratores) e L = trabalho (mão de obra).

agropecuária do Nordeste continua apresentando rendimentos decrescentes de escala.

Em relação aos produtos marginais, nota-se que ambos aumentaram, embora o aumento no produto marginal do capital tenha sido significativamente superior ao do trabalho. Com isso, a relação PMg K / PMg L aumentou, indicando que, na média, a tecnologia agropecuária do Nordeste poupou trabalho relativamente a capital.

Para evidenciar o tipo de mudança tecnológica ocorrida em cada microrregião, utilizou-se da classificação proposta por Hicks (1932), segundo a qual uma mudança tecnológica não-neutra requer que a produtividade marginal de um fator de produção aumente relativamente à do outro fator. Nesse sentido, a classificação da mudança tecnológica, se poupadora de capital ou de trabalho, dependerá da variação na relação entre os produtos marginais dos fatores. Caso a relação entre o produto marginal do capital e o produto marginal do trabalho aumente, a tecnologia é dita poupadora de trabalho. Caso contrário, será poupadora de capital.

Vale ressaltar que, para identificar mudanças na taxa marginal de substituição técnica (razão entre os produtos

marginais), os cálculos dos produtos marginais devem ser feitos considerando-se o mesmo conjunto inicial de dados, mudando-se apenas os coeficientes estimados. Em outras palavras, consideram-se os dados de 1996 para estimar os produtos marginais dos fatores em 1996 e em 2006, porém os parâmetros referem-se às funções de produção estimadas para cada ano, conforme descritos na Tabela 5. A classificação dos resultados segundo os tipos de mudanças tecnológicas ocorridas nas microrregiões do Nordeste está apresentada na Tabela 7.

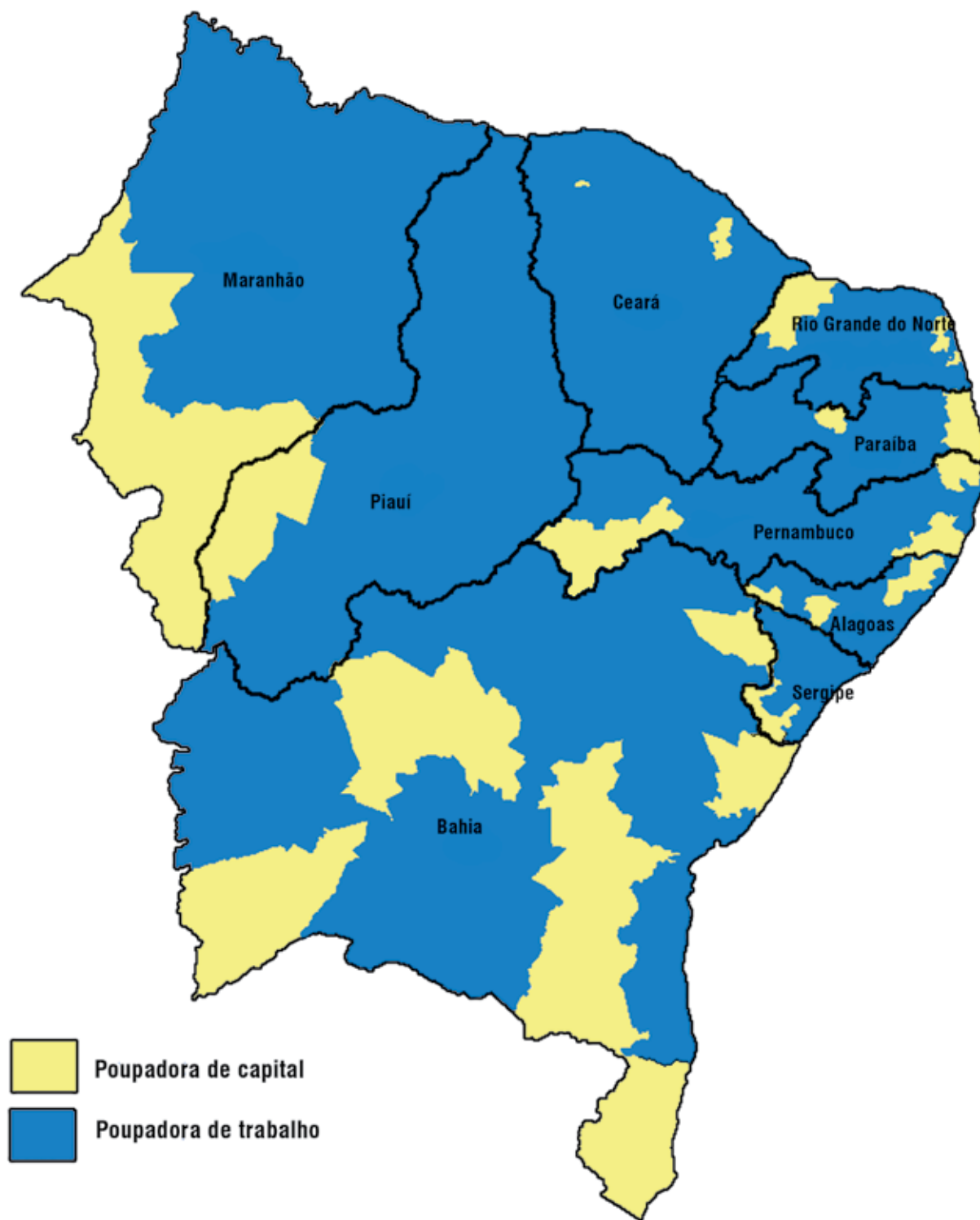
Após identificar o tipo de mudança tecnológica ocorrida, verificou-se que, em 80% das microrregiões, a tecnologia foi poupadora de trabalho. Somente em 37 microrregiões isso não ocorreu. A Figura 2 permite identificar a distribuição das mudanças tecnológicas entre as microrregiões do Nordeste.

O fato de a tecnologia poupadora de trabalho ter predominado não significa necessariamente que o uso de tratores foi intensificado em todas as microrregiões, mas, sim, que o uso de tratores em relação à mão de obra aumentou. Essa discussão será apresentada a seguir.

**Tabela 7 – Tipos de Mudança Tecnológica Ocorridas nas Microrregiões do Nordeste, no Período de 1996 a 2006**

Tipo de mudança tecnológica	Microrregiões	
	Número	%
Poupadora de K	37	19,79
Poupadora de L	150	80,21
Total	187	100,00

**Fonte:** Resultados da Pesquisa.



**Figura 2 – Distribuição das Mudanças Tecnológicas Ocorridas na Agropecuária do Nordeste, no Período de 1996 a 2006**

Fonte: Resultados da Pesquisa.

### 3.3 – Impactos das Mudanças na Produção Agropecuária no Uso dos Fatores de Produção

Uma vez que ocorreram significativas mudanças nas funções de produção da agropecuária, pode-se identificar qual foi o impacto deste processo no uso relativo dos fatores de produção. Essa análise é feita utilizando-se os dados da Tabela 8.

Conforme discutido anteriormente, entre 1996 e 2006, a produção agropecuária do Nordeste foi marcada pela redução no uso de mão de obra e expansão do uso de terra e trator. Com isso, é de esperar que as relações mão de obra/área e mão de obra/trator diminuam. Além disso, uma vez que o aumento no uso de tratores foi pouco menor que a expansão da área dos estabelecimentos, a relação trator/área reduziu-se pouco, cerca de 1,4%. Contudo, o que chama a atenção são as magnitudes das reduções nas relações envolvendo a mão de obra. Em apenas onze anos, o número de trabalhadores por trator utilizado na agropecuária reduziu em 11,57%. Nesse sentido, a introdução de tecnologias poupadoras de mão de obra se deu tanto devido ao aumento no número de tratores quanto à redução no uso do trabalho.

Estudo do Ipea aponta a permanência de êxodo rural no Nordeste. Segundo dados levantados na pesquisa, mais da metade do total de migrantes rurais do país saíram do Nordeste entre 1990 e 95, reduzindo a mão de obra no campo. (CAMARANO; ABRAMOVAY, 1998). Entretanto, resta saber se foi a redução de trabalhadores que induziu a utilização de tecnologias poupadoras de mão de obra ou foi a adoção dessas tecnologias que forçou o êxodo rural.

Responder a esta questão não se trata de tarefa fácil. Souza (2000) defende que, com a aceleração

do crescimento econômico, fruto da estratégia de desenvolvimento urbano-industrial ocorrido no Brasil entre as décadas de 1950 e 70, houve nítida evasão da mão de obra camponesa para os centros urbanos em busca de melhores condições de trabalho, favorecendo o efeito da atração das grandes cidades. Em contraste, a partir do fim da década de 1970 e, principalmente, durante a década de 1980, com o advento de sucessivas crises que desencadearam provocaram a redução das taxas de crescimento econômico e exportação, desencadeou-se um ambiente de desemprego urbano e queda na demanda por produtos agrícolas. Somados à rigidez da legislação trabalhista no campo, esses fatos aceleraram a substituição de mão de obra por máquinas e o êxodo rural. Portanto, nesse período, houve a predominância das forças de expulsão, responsáveis pela diminuição do emprego rural.

Também não se pode deixar de levar em consideração o interesse político dos países centrais na implantação da modernização agrícola, vislumbrando-se a expansão da demanda dos pacotes tecnológicos agrícolas por parte dos países periféricos. Segundo essa linha de pensamento, esse processo não possibilitou a substituição natural de fatores escassos na produção agrícola de países em desenvolvimento, mas promoveu a adoção maciça de uma nova política tecnológica intensiva em capital. (BIELSCHOWSKY, 2004).

Em suma, independentemente da causalidade entre trabalho e uso de tecnologias, a alocação dos fatores causa efeitos consideráveis sobre a empregabilidade e migração; logo, ao analisar o desempenho agropecuário, é desejável considerar também outros critérios, além da produtividade e eficiência econômica em termos de produtividade.

**Tabela 8 – Mudanças no Uso Relativo dos Fatores de Produção Utilizados na Agropecuária do Nordeste, no Período de 1996 a 2006**

Especificação	Unidade	1996	2006	Variação (%)
Trator/área	Unidade/1.000 hectares	0,7405	0,7301	-1,40
Mão de obra/área	Pessoa/1.000 hectares	109,59	95,56	-12,81
Mão de obra/trator	Pessoa/Unidade	148,01	130,89	-11,57

Fonte: IBGE (2011a).

**Tabela 9 – Distribuição do Uso da Terra na Produção Agropecuária do Nordeste, nos Períodos de 1996 e 2006. Dados em Hectares**

Especificação	1996	2006	Varição (%)
Lavouras permanentes	2.649.493	5.236.654	97,65
Lavouras temporárias	20.411.065	16.977.971	-16,82
Pastagens	32.076.321	32.648.525	1,78
Matas e florestas	19.783.084	25.578.535	29,29
Total	74.919.963	80.441.685	7,37

Fonte: IBGE (2011a).

Por fim, verificar-se-á como as mudanças recentes afetaram o uso da terra destinada à produção agropecuária. É importante ressaltar que as mudanças apresentadas na Tabela 9 não devem ser atribuídas exclusivamente ao tipo de progresso tecnológico na agropecuária nordestina. Outras variáveis podem ter influenciado a tomada de decisão dos produtores na definição de qual atividade agropecuária realizar.

Apesar da existência de outros fatores influentes na alocação do tipo de cultura adotado, a distribuição das terras entre os usos alternativos teve significativa mudança. Conforme se pode observar, as áreas destinadas às lavouras permanentes e às matas e florestas tiveram aumentos significativos, enquanto a área destinada às pastagens aumentou pouco e a área de lavouras temporárias reduziu-se significativamente.

O expressivo aumento na área destinada às lavouras permanentes pode ser justificado pelo aumento no cultivo de frutas. Diversas regiões do Nordeste têm-se especializado na produção de frutas voltadas, em grande parte, para a exportação. Já o aumento nas áreas de matas e florestas ocorreu, basicamente, pela expansão de matas plantadas, com destaque para o cultivo de eucalipto, bem como pelo fato de os produtos florestais serem de grande importância econômica para a região, representando 18,8% da pauta de exportação nordestina em 2007. (CONFEDERAÇÃO NACIONAL..., 2008).

#### 4 – CONCLUSÕES

Diante dos resultados apresentados, alguns pontos chamam a atenção. Destaque inicial se dá ao fato de que, entre 1996 e 2006, praticamente metade das microrregiões do Nordeste teve perda de produtividade total de dois dos principais fatores

de produção agrícola: trabalho e capital, este último representado pela mecanização da agricultura mediante uso de tratores. Se, por um lado, houve redução na composição da força de trabalho, por outro, ocorreu a elevação do uso de capital, proporcionando uma modificação tecnológica na alocação dos fatores de produção, como foi observado pelo Índice de Malmquist.

Embora se tenha observado redução no nível geral da eficiência técnica no uso dos fatores, as mudanças, por sua vez, geraram expressivos ganhos tecnológicos em todas as microrregiões, possibilitando aumento do valor da produção, principalmente nos estratos onde os ganhos de produtividade foram maiores.

Contraditoriamente, a região Nordeste, que possui 46% da população sobrevivendo na zona rural, tem apresentado elevação em tecnologias poupadoras de trabalho e, conseqüentemente, prejudicando a geração de empregos rurais. Com isso, pode-se dizer que a expansão no uso de capital proporcionou redução da mão de obra empregada na produção agropecuária, uma vez que o aumento da produção ocorreu tanto pela substitutibilidade entre trabalho e capital como pelo aumento proporcionalmente maior da produtividade do trabalho, quase três vezes o aumento da produtividade do capital. Com isso, houve redução considerável no número de empregos no setor. Pode-se dizer que houve um *trade-off* entre adoção de tecnologia e emprego. Entretanto, resta identificar qual o sentido desta causalidade, isto é, se foi a modernização agrícola que expulsou o pessoal ou foi a falta de pessoal que forçou o uso de tecnologias mecânicas. Em outras palavras, a migração rural-urbana, verificada nas últimas décadas, teve como causa principal aspectos de expulsão do meio rural ou de atração do meio urbano?



Independentemente do sentido da causalidade ou do fato de ter sido fruto de um processo natural ou forçado, um fato relevante que cabe a esta discussão é que, mesmo sendo nítidos os movimentos migratórios para os centros urbanos, estes também não têm sido capazes de absorver toda a mão de obra excedente. Desta forma, retorna-se ao paradigma já enfrentado pelos países desenvolvidos, que é a utilização de baixo contingente de mão de obra no setor agrícola. Contudo, dada a importância do setor na produção de alimentos e segurança alimentar, seria desejável buscar uma conciliação entre o crescimento contínuo da produção e a geração de empregos.

## ABSTRACT

---

This paper aims to analyze recent changes in the agriculture in the Northeast of Brazil by identifying the sources of change in the total productivity of factors. Data concerning the 187 northeastern micro-regions and ranging from 1996 to 2006 were used. The Malmquist Index was also used to calculate changes in the total productivity of factors which can be decomposed into changes in the technical and technological efficiency. It verifies that productivity increased in 52% of the micro-regions. In regions where productivity decreased, it explains that there was a considerable loss in productive efficiency, once, in all of them there was a technological progress. It classifies the technological changes as either capital or labor saving. It notes that changes in labor saving technology prevailed in 80% of the micro-regions and that this new dynamic in agricultural production in the Northeast had a significant impact on the use of factors, reducing the labor elasticity of output and increasing the capital's elasticity.

## KEY WORDS

---

Total Productivity of Factors. Change.

## REFERÊNCIAS

---

ALCANTARA FILHO, J. L. et al. Dinâmica da tecnologia agrícola brasileira: uma abordagem espacial do uso de tecnologia agrícola entre 1995 e 2006. In: CONGRESSO DA SOBER, 47., 2009, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 2009.

ALCANTARA FILHO, J. L.; SCALCO, P. R.; GOMES, A. P. Análise da dinâmica na agricultura brasileira: uma abordagem espacial dos dados dos censos agropecuários de 1996 e 2006. In: CONGRESSO DA SOBER, 46., 2008, Rio Branco. **Anais...** Rio Branco, 2008.

BALSAN, R. Impactos decorrentes da modernização da agricultura brasileira. **Revista de Geografia Agrária**, v. 1, n. 2, p. 123-151, ago. 2006.

BIELSCHOWSKY, R. **Pensamento econômico brasileiro: 1930 1964**. Rio de Janeiro: Contraponto, 2004.

CAMARANO, A. A.; ABRAMOVAY, R. **Êxodo rural, envelhecimento e masculinização no Brasil: panorama dos últimos 50 anos**. [S.l.]: Ipea, 1998. (Texto para Discussão, n. 621).

CAVES, D. W.; CHRISTENSEN, L. R.; DIEWERT, W. E. The economic theory of index numbers and the measurement of inputs, output and productivity. **Econometrica**, v. 50, n. 6, p. 1393-1414, 1982.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE AGRICULTURA (Brasil). **Agropecuária no Nordeste: uma visão geral**. [S.l.], 2008.

FERREIRA, C. M. C.; GOMES, A. P. **Introdução à análise envoltória de dados: teoria, modelos e aplicações**. Viçosa: Editora UFV, 2009.

GOMES, A. P.; BAPTISTA, A. J. M. S.; CHINELATTO NETO, A. C. Disparidades regionais na estrutura produtiva agrícola mineira. Crescimento e desigualdade regional em Minas Gerais. In: FONTES, R.; FONTES, M. P. F. (Org.). **Crescimento e desigualdade regional em Minas Gerais**. Viçosa: Folha de Viçosa, 2005. p. 223-248.

HICKS, J. R. **The theory of wages**. London: Macmillan, 1932.

IBGE. **Censos agropecuários de 1996 e de 2006**. [S.l.], 2011. Disponível em: <<http://www.sidra>>

ibge.gov.br>. Acesso em: 24 abr. 2011a.

\_\_\_\_\_. **Pesquisa da pecuária municipal.** [S.l.], 2011. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 24 abr. 2011b.

\_\_\_\_\_. **Produção Agrícola Municipal.** [S.l.], 2011. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 24 abr. 2011c.

KRÜGER, J.; CANTNER, U.; HANUSCH, H. **Explaining international productivity differences.** [S.l.]: University of Augsburg, 1998.

LIMA, J. E. Definições e aplicações de elasticidades de substituição: revisão e aplicação. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 38, n. 1, p. 9-44, jan./mar. 2000.

MARINHO, E. L. L.; BARRETO, F. A. F. D. **Análise da produtividade e progresso tecnológico dos estados do Nordeste.** Fortaleza: CENER, 2000.

MEYER, L. F. F.; SILVA, J. M. A dinâmica do progresso técnico na agricultura mineira: resultados

e contradições da política de modernização da década de setenta. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 36, n. 4, p. 39-70, 1998.

SHEPHARD, R. W. **Theory of cost and production functions.** Princeton: Princeton University Press, 1970.

SOUZA, P. M. **Modernização e mudanças estruturais na agricultura brasileira: 1970 a 1995.** 2000. 318 f. Tese (Doutorado em Economia Rural) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.

TEIXEIRA, J. C. Modernização da agricultura no Brasil: impactos econômicos, sociais e ambientais. **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros**, v. 2, n. 2, p. 21-41, set. 2005. Disponível em: <[http://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:mzpbLmYnacJ:scholar.google.com/+Moderniza%C3%A7%C3%A3o+da+agricultura+no+Brasil:+Impactos+econ%C3%B4micos,+sociais+e+ambientais&hl=pt-BR&as\\_sdt=0,5](http://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:mzpbLmYnacJ:scholar.google.com/+Moderniza%C3%A7%C3%A3o+da+agricultura+no+Brasil:+Impactos+econ%C3%B4micos,+sociais+e+ambientais&hl=pt-BR&as_sdt=0,5)>. Acesso em: 2012.