**PRODUTIVIDADE TOTAL DOS FATORES E CRESCIMENTO ECONÔMICO NA AGROPECUÁRIA BRASILEIRA: 1970-2006**

Giovanna Miranda Mendes

Doutoranda em Economia Aplicada da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo (ESALQ/USP)

Erly Cardoso Teixeira

Professor da Universidade Federal de Viçosa (UFV)

Márcio Antônio Salvato

Professor do IBMEC-MG

Resumo

Este trabalho tem como objetivos determinar as taxas de crescimento da PTF agropecuária nos Estados brasileiros e os determinantes da PTF, e verificar a resposta do produto às variações no capital, no trabalho e na tecnologia. A metodologia utilizada inclui o Índice de Tornqvist e o Método dos Momentos Generalizados - GMM. Os resultados encontrados mostraram que a taxa de crescimento médio da PTF na agropecuária brasileira foi de 2,2% a.a., no período 1970-2006. Dentre os estados, o Mato Grosso apresentou a maior taxa de crescimento médio anual, sendo 7,24%, no período. Em relação aos determinantes analisados, o efeito de educação, irrigação, crédito rural e telecomunicações sobre a PTF foram positivos, o que sugere que devem ser realizados maiores investimentos nestas áreas para dar continuidade ao crescimento da PTF. Em relação às elasticidades de produção, constatam-se retornos crescentes à escala, sendo que a resposta da produção agropecuária às variações na PTF foi 0,73, demonstrando que a tecnologia influencia o produto agropecuário e, consequentemente, o crescimento econômico do país.

Palavras-chaves: PTF, Agropecuária Brasileira, Índice de Tornqvist, GMM.

Abstract

This study aims to determine the agricultural TFP growth rates for Brazil and brazillian states and to determine the determinants of TFP, and objective to verify the product response to changes in capital, labor and technology. The methodology includes the Tornqvist index and the Generalized Method of Moments - GMM. The results showed that the TFP average growth rate for the Brazilian agriculture is 2.20 % per year, in the period 1970-2006. The highest average annual growth rate wad 7.24% of the Mato Grosso.  About the determinants analyzed the effect of education, irrigation, rural credit and telecommunications on TFP were positive, suggesting that greater investment should be made ​​in these areas to continue the TFP growth. The elasticity of production presented increasing returns to scale, and the response to changes in agricultural production in TFP was 0.73, indicating that the technology influences the agricultural product and therefore economic growth of Brazil.

Key Words**:** TFP, Brazilian Agricultural, Tornqvist Index, GMM.

Classificação JEL: Q1, O4, C43

Área da ANPEC: 11 - Economia Agrícola e do Meio Ambiente

# 1. INTRODUÇÃO

O conhecimento dos fatores que levaram, nos últimos anos, ao crescimento do produto agropecuário, tanto no país como por estados, é importante para incentivar a continuidade do crescimento do produto agropecuário e, consequentemente, a continuidade do crescimento econômico. Dentre os fatores que explicam o crescimento da agropecuária, pode-se citar a Produtividade Total dos Fatores – PTF, que é a diferença entre a taxa de crescimento do produto e a taxa de crescimento dos insumos. Ou seja, é o aumento do produto não explicado pelos insumos, mas sim, explicado pelos ganhos de produtividade (AHEARN *et al.,*1998; GASQUES; CONCEIÇÃO, 2000).

Conforme ressaltou Tabellini (2004), a PTF explica, significativamente, o crescimento econômico de um país, enquanto a acumulação de capital humano e de capital físico tem papéis secundários no crescimento econômico. Contudo, observa-se que as taxas de crescimento da PTF para o Brasil, encontradas na literatura, têm sido distintas, variando entre 0,47% em Brigatte (2009) a 3,70% em OECD (2009). Algumas outras taxas de crescimento calculadas foram 1,70% em Boneli e Fonseca (1998), 1,03% em Mendes, Teixeira e Salvato (2009), 3,30% em Gasques  *et al.* (2004a) e 2,27% em Gasques *et al.* (2010). Dentre as causas desta diferença nas taxas obtidas, conjectura-se que seja em função: das diferentes bases de dados utilizadas, do período compreendido na base de dados, da redução dos investimentos em infraestrutura, em educação e em crédito rural, ao longo dos últimos anos e, em função da heterogeneidade entre os estados brasileiros.

Assim, dada a importância do aumento da PTF sobre o crescimento do produto e do crescimento econômico, buscaram-se determinar as taxas de crescimento da PTF da agropecuária para o Brasil e por estados, com vistas a responder qual o impacto da PTF agropecuária no crescimento econômico e verificar quais são os efeitos de dispêndio com o crédito rural, armazenagem, áreas irrigadas, educação e infraestrutura de rodovias, de telecomunicação e de energia sobre a PTF. Denominados como determinantes da PTF a análise do dispêndio com estes setores visa identificar o impacto destes nas taxas de crescimento obtidas e, além disso, direcionar maior aporte de investimento aos setores da economia que mais influenciaram a PTF.

Estimaram-se as elasticidades de produção do capital, do trabalho e da tecnologia para verificar a resposta da produção às variações destes insumos. Este procedimento teve como objetivo verificar o impacto da tecnologia sobre a produção, inserindo a tecnologia, obtida exogenamente através no Índice de Tornqvist, na função de produção. Deste modo, procurou melhorar a estimação da função de produção de Solow (1956) e evitar os problemas de omissão de variável. Além disso, foi possível calcular a elasticidade da tecnologia que não pode ser obtida pelo método de Solow (1956).

Além disso, buscaram-se utilizar os dados do Censo Agropecuário, entre 1970 e 2006, para tentar captar de modo mais amplo as mudanças ocorridas neste período na agropecuária brasileira. Além desta introdução, o trabalho está dividido em Referencial Teórico, Metodologia, Resultados, e por fim, as Conclusões.

**2. REFERENCIAL TEÓRICO**

A partir de Solow (1956) sabe-se que o crescimento econômico não pode ser explicado apenas por capital e trabalho, mas também pela PTF, denominada de resíduo de Solow por Jorgenson e Griliches (1967) ou progresso tecnológico por Nadiri (1970). Contudo, estimar a PTF via resíduo, pode incorporar não só aumentos de produtividade, como também erros de medição, variáveis omitidas, viés de agregação, erros de especificação, flutuações na demanda, mudanças nas atitudes sociais, além dos efeitos das inovações técnicas e organizacionais (HULTEN, 2000).

Uma alternativa a obtenção via resíduo de Solow, seria obtê-la por números índices uma vez que, segundo Jorgenson e Griliches (1967), se todas as variáveis do produto forem inseridas em um índice, a mudança no produto é explicada pelos insumos. Além disso, conforme afirma Gasques *et al*. (2004), a PTF pode ser definida através de números índices, uma vez que é a relação entre todos os produtos e todos os insumos, expressos em números índice.

O Índice de Tornqvist[[1]](#footnote-1), segundo Diewert e Nakamura (2002) é obtido pelas médias ponderadas das taxas de crescimento geométricas de dados de quantidade e de preços relativos. O índice também é conhecido como índice Translog por estar relacionado à função de produção do tipo translog. Assim, o Índice de Tornqvist é do tipo exato e superlativo por ser consistente com a forma funcional da função de produção do tipo translog homogênea, segundo Diewert (1978) e, por se aproximar, em segunda ordem, de uma função linear homogênea arbitrária. Além disso, segundo Gasques e Conceição (2000), o índice se aproxima de estruturas de produção com diversas possibilidades de substituição porque, como sua função de produção é do tipo translog, aumentos no preço relativo de um insumo induzirá uma redução no seu uso até que todas as produtividades marginais sejam proporcionais aos novos preços.

A base de ponderação do índice de Tornqvist é móvel e a base de cálculo é fixa, segundo Silva e Carmo (1986), pois a ponderação se refere à participação no valor da produção ou na relação orçamentária, e o cálculo é feito com base nas quantidades em relação ao período anterior.

**3. MODELO ANALÍTICO**

Apresentam-se a seguir o Índice de Tornqvist utilizado para calcular a PTF e o Método de Momentos Generalizados – GMM para verificar os impactos dos determinantes sobre a PTF, e as elasticidades de produção.

Conforme discutido em Diewert e Nakamura (2002), uma das maneiras de calcular a PTF é obter a razão das taxas de crescimento do produto e dos insumos. Assim, o índice de Tornqvist é definido da seguinte forma, conforme Christensen e Jorgenson (1970), Gasques *et al.* (2004) e Gasques e Conceição (2000):

 (1)

Após aplicar o logaritmo na equação (1), a expressão geral do índice de Tornqvist, é dada por:

 (2)

em que o termo representa a variação da PTF entre o período t e o período t-1; o subscrito p representa cada estado e Brasil; Sit e Sit-1 , as participações de cada produto no valor total da produção nos dois períodos; Y, as quantidades do produto; Cit e Cit-1, as participações de cada insumo no custo total da agropecuária e, X, as quantidades dos insumos.

Assim, a equação é dividida em dois sub-índices, o Índice de produto, ponderado pela participação de cada produto no valor total da produção e o Índice de Insumo, ponderado também pela participação de cada um dos insumos no custo total (GASQUES *et al.*, 2004).

De posse do resultado da expressão (2), calcula-se o exponencial para cada ano para obter o antilog do valor obtido. Posteriormente, define-se o ano-base como 100, e os próximos anos serão obtidos pela seguinte expressão, ano a ano:

 (3)

em que PTFt é o valor da PTF para o segundo ano já que no ano t-1 o índice será 100;

O ano base considerado foi 1970 e para o ano de 1975, PTFt, será o segundo índice obtido a partir da PTFt-1 fixado como 100. Os próximos, como PTFt+1 e PTFt+2, foram obtidos a partir da PTFt e a partir de PTFt+1, respectivamente. Este encadeamento foi aplicado em Gasques e Conceição (2000). Dessa forma, a PTF é calculada com base no ano anterior e não em apenas um único ano base.

A partir da obtenção dos valores da PTF, foram obtidos os determinantes das PTF, a partir do GMM, proposto por Arellano e Bond (1991). A equação genérica a ser estimada é dada por:

 (4)

em que a variável X é a matriz dos regressores.

Então, a equação estimada com as variáveis determinantes será obtida por meio da equação 5 no formato log-log e é dada por:

 (5)

em que X1 é a variável armazenagem; X2, a variável crédito; X3, a variável educação; X4, a variável irrigação; X5, a variável infraestrutura de transporte rodoviário; X6, a variável infraestrutura de telecomunicação e, PTFt-1, a variável dependente defasada para avaliar o efeito dinâmico do modelo. Também foram utilizados instrumentos para remover do modelo a parte do erro que era correlacionado com as demais variáveis exógenas. Neste trabalho foram utilizadas as variáveis em nível e defasadas.

Para obter as elasticidades de produção para capital, trabalho e tecnologia, estimou-se a seguinte equação:

 (6)

em que Y é o valor da produção agropecuária.

Em relação à fonte de dados, as seções cruzadas compreendem o Brasil e os 27 estados brasileiros, sendo 26 mais o Distrito Federal, e as unidades de série temporal são compostas por seis anos, correspondentes aos anos do Censo Agropecuário de 1970, 1975, 1980, 1985, 1995 e 2006. Para o índice de Produto, foram utilizados as quantidades e o valor da produção de 213[[2]](#footnote-2) produtos agregados das lavouras temporárias e permanentes, da pecuária e da extração vegetal, obtidos do Censo Agropecuário de 1970, 1975, 1980, 1985, 1995-96 e 2006 divulgados pelo IBGE (2011).

Para o Índice de Insumo os dados de terra, trabalho, capital, fertilizantes e defensivos agrícolas e combustíveis também foram obtidos dos Censos Agropecuários. Para o Capital foi utilizada a *proxy* do estoque de tratores obtidos nos Censos Agropecuários e o custo com o capital foi obtido de Gasques *et. al* (2011), cuja depreciação do capital foi de 7 % a.a., como em Barros (1999).

Não foi necessário realizar o deflacionamento dos dados, uma vez que o índice é construído com base na participação dos produtos e dos insumos no total destes. Para o cálculo do salário total, utilizou-se o mesmo procedimento que Gasques *et. al* (2004), uma vez que os membros da família são não remunerados, o salário total de cada ano foi dividido pelo número de empregados para obter o salário médio de cada trabalhador e, posteriormente, foi multiplicado pelo total de trabalhadores. Para a quantidade de defensivos agrícolas, inseticidas, fungicidas e agrotóxicos utilizou-se a série Gasques e Conceição (2000), obtidos a partir do Anuário Estatístico do Brasil divulgado pelo IBGE (2011). A partir do anuário estimaram-se a participação de cada estado no total da produção do país e, a partir destas, foi obtido o consumo de fertilizantes e defensivos para cada unidade de federação.

Dentre os determinantes da PTF analisados estão educação, irrigação, crédito rural, armazenamento, telecomunicações, energia e rodovias. Para educação, utilizou-se a Taxa de analfabetismo das pessoas de 15 anos ou mais de idade disponibilizada pelo IBGE (2011). Para os dados sobre irrigação, foi considerado o total de áreas irrigadas disponíveis nos Censos Agropecuários. A *proxy* utilizada para a armazenagem foi a capacidade estática dos armazéns cadastrados na Conab (2011), a partir de 1980, em função da inexistência de dados para os anos anteriores. A *Proxy* de crédito utilizada foi o fluxo de crédito rural, em milhões de reais de 2000, obtido do IPEA (2011).

Para a variável Telecomunicação, foi considerado o número total de telefones móveis e fixos de cada unidade de federação, contabilizados pela Anatel (2009). E, para a infraestrutura de transportes, utilizou-se a p*roxy* densidade rodoviária para a extensão rodoviária, obtida a partir do total em km das estradas pavimentadas, do IPEA (2011), em relação à área de cada estado, esta obtida dos Censos Agropecuários.

1. **Resultados e Discussão**

4.1. Estimativas do Índice de Produto e Índice de Insumo para o Brasil e por unidades da federação

Primeiramente, são apresentados os índices agregados de insumos e produtos que compõem a PTF, obtidos a partir da equação (2). Conforme a Tabela 1, o índice de insumo do Brasil aumentou de 100, em 1970, para 157 em 2006, um aumento de 57% em todo o período. Já o índice de produto aumentou consideravelmente. Em 1970, o índice era 100, contudo, aumentou para 343 em 2006, o que mostra aumento de 243%. Já para as unidades de federação, o índice de produto entre 1970 e 2006, mas apenas em 2006 todas as unidades de federação apresentaram aumento no índice de Produto, fato que não ocorreu nos períodos anteriores para todos os estados. E, em relação ao índice de Insumo, das vinte e sete unidades de federação, dezesseis apresentaram redução no valor do índice de insumo agregado e dez apresentaram aumentos no valor deste mesmo índice.

Tabela 1 - Índices dos Produtos e dos Insumos do Brasil e das Unidades da Federação, 1970/2006.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Brasil e UF | Índice Agregado de Produtos | | | | | |  | Índice Agregado de Insumos | | | | | |
| 1970 | 1975 | 1980 | 1985 | 1995 | 2006 |  | 1970 | 1975 | 1980 | 1985 | 1995 | 2006 |
| Brasil | 100 | 139 | 173 | 211 | 244 | 343 |  | 100 | 123 | 143 | 153 | 141 | 157 |
| AC | 100 | 103 | 135 | 103 | 91 | 201 |  | 100 | 119 | 152 | 183 | 185 | 204 |
| AL | 100 | 134 | 151 | 178 | 210 | 456 |  | 100 | 127 | 160 | 173 | 140 | 104 |
| AP | 100 | 88 | 374 | 667 | 482 | 108 |  | 100 | 140 | 96 | 166 | 149 | 65 |
| AM | 100 | 110 | 98 | 219 | 189 | 510 |  | 100 | 139 | 175 | 197 | 148 | 87 |
| BA | 100 | 95 | 101 | 149 | 216 | 452 |  | 100 | 122 | 144 | 168 | 144 | 82 |
| CE | 100 | 88 | 82 | 119 | 107 | 314 |  | 100 | 101 | 111 | 115 | 100 | 87 |
| DF | 100 | 101 | 338 | 752 | 233 | 611 |  | 100 | 134 | 279 | 338 | 379 | 347 |
| ES | 100 | 110 | 116 | 161 | 220 | 319 |  | 100 | 111 | 142 | 181 | 211 | 102 |
| GO | 100 | 155 | 192 | 219 | 282 | 358 |  | 100 | 132 | 152 | 111 | 112 | 81 |
| MA | 100 | 118 | 146 | 146 | 153 | 309 |  | 100 | 126 | 144 | 145 | 122 | 112 |
| MS | 100 | 100 | 144 | 204 | 338 | 412 |  | 100 | 100 | 111 | 115 | 112 | 87 |
| MT | 100 | 23 | 76 | 97 | 248 | 627 |  | 100 | 45 | 65 | 73 | 104 | 76 |
| MG | 100 | 140 | 163 | 214 | 236 | 312 |  | 100 | 113 | 128 | 147 | 115 | 92 |
| PA | 100 | 50 | 126 | 564 | 600 | 978 |  | 100 | 141 | 190 | 242 | 212 | 256 |
| PB | 100 | 93 | 90 | 124 | 74 | 277 |  | 100 | 134 | 114 | 126 | 93 | 59 |
| PR | 100 | 121 | 118 | 166 | 128 | 580 |  | 100 | 129 | 134 | 136 | 120 | 64 |
| PE | 100 | 92 | 123 | 134 | 60 | 145 |  | 100 | 107 | 119 | 119 | 97 | 45 |
| PI | 100 | 102 | 96 | 129 | 102 | 158 |  | 100 | 116 | 142 | 145 | 115 | 135 |
| RJ | 100 | 88 | 89 | 67 | 52 | 117 |  | 100 | 122 | 132 | 138 | 96 | 76 |
| RN | 100 | 102 | 129 | 207 | 172 | 553 |  | 100 | 111 | 126 | 123 | 100 | 80 |
| RS | 100 | 87 | 128 | 137 | 114 | 1511 |  | 100 | 171 | 244 | 171 | 130 | 224 |
| RO | 100 | 105 | 583 | 1163 | 1839 | 3475 |  | 100 | 404 | 742 | 1300 | 1673 | 1959 |
| RR | 100 | 110 | 102 | 165 | 134 | 449 |  | 100 | 129 | 150 | 131 | 192 | 105 |
| SC | 100 | 137 | 205 | 254 | 343 | 516 |  | 100 | 116 | 135 | 135 | 134 | 100 |
| SP | 100 | 139 | 176 | 215 | 209 | 257 |  | 100 | 120 | 147 | 161 | 138 | 71 |
| SE | 100 | 73 | 136 | 184 | 208 | 373 |  | 100 | 114 | 119 | 135 | 127 | 71 |
| TO | 100 | 100 | 100 | 100 | 114 | 365 |  | 100 | 100 | 100 | 100 | 88 | 93 |

Fonte: Elaboração dos autores

Uma possível explicação para a redução do Índice de Insumos em alguns estados seria a diminuição do uso da mão de obra e da terra, ao longo do período analisado. A mão de obra apresentou taxas de crescimento positiva até 1985, mas se reduziu em 7,6% em 2006, enquanto a terra se reduziu em 0,80% no mesmo período (Tabela 2). Conjectura-se que a redução destes insumos pode ter ocorrido em função da substituição destes por máquinas e fertilizantes que deixou a produção menos onerosa e mais eficiente. Desde a década de 1970, fase da modernização agrícola, houve aumento significativo do número de tratores, com taxas de crescimento positivas até 2006 e, sendo maior em todo o período que as taxas de crescimento da terra e da mão de obra o que demonstra esta substituição de fatores.

Tabela 2 – Taxa de crescimento\* de capital, trabalho e terra por período, Brasil – 1970/2006

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Período | Taxa de Crescimento do Capital (%) | Taxa de Crescimento do Trabalho (%) | Taxa de Crescimento da Terra (%) |
| 1970-75 | 100,33 | 15,72 | 9,87 |
| 1975-80 | 67,60 | 4,02 | 9,64 |
| 1980-85 | 19,52 | 10,54 | 3,80 |
| 1985-95 | 18,85 | -23,36 | -5,23 |
| 1995-2006 | 4,07 | -7,60 | -0,80 |

Fonte: Elaboração dos autores a partir dos dados dos Censos Agropecuários

\*A taxa de crescimento foi obtida pela fórmula: .

Outro fato que pode ter reduzido o índice de Insumos em alguns estados foi o aumento do preço de máquinas e adubos. Como houve aumento no índice de preço de máquinas entre 1977 e 1992, a demanda por máquinas continuou crescendo, mas a taxas menores, repercutindo na redução do Índice de Insumo. Outro fato ocorrido em 2006 que pode ter resultado na diminuição dos Índices de Insumos, em todos os estados, foi o auge da crise agropecuária neste ano que afetou o setor entre os anos de 2004 e 2006.

Com relação aos anos anteriores, nem todas as unidades de federação apresentaram crescimento contínuo. Este fato pode ser resultante da modificação do uso dos insumos e também pelas diferentes culturas de cada estado que absorvem os avanços tecnológicos, diferentemente e, resultam em diferentes aumentos na produtividade. Ainda em relação às tecnologias e também o uso de insumos modernos, para Vicente (2006), a criação da Embrapa, em 1973, e as pesquisas realizadas pelas universidades só apresentariam resultados na década de 1990, o que pode ter elevado o índice de produto a partir de 1995.

4.2. Estimativas da PTF para o Brasil e por Unidades de Federação

Os resultados mostram que os ganhos de produtividade tiveram significativa participação no crescimento do produto, principalmente a partir de 1985, quando o Índice de Insumo apresentou leve redução, enquanto a PTF seguiu trajetória de crescimento. Como o produto se elevou em 343% e o insumo em 157%, conforme Tabela 3, pode-se concluir que foram os 119% de crescimento da PTF que impactaram no significativo crescimento do produto agropecuário entre 1970 e 2006. Durante os 36 anos analisados, a PTF do Brasil cresceu continuamente, alcançando o crescimento de 119%, sendo 100 em 1970, elevando-se para 219 em 2006. Além disso, em todos os períodos analisados, a PTF apresentou crescimento positivo.

Tabela 3 - Índice da Produtividade Total dos Fatores - PTF e Taxas de crescimento\* (%), Brasil, 1970-2006.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Anos | 1970 | 1975 | 1980 | 1985 | 1995 | 2006 |
|  | 100 | 113 | 121 | 138 | 173 | 219 |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  | Períodos | Taxa de crescimento | | | |  |
|  | No Período (%) | | Ao Ano (%) | |  |
|  | 1970-1980 | 21 | | 1,94 | |  |
|  | 1980-1995 | 43 | | 2,42 | |  |
|  | 1995-2006 | 26 | | 2,13 | |  |
|  | 1970-2006 | 119 | | 2,20 | |  |

Fonte: Elaboração dos autores

\*taxa de crescimento calculada é a taxa de crescimento geométrica [(PTFfinal/PTFinicial)1/n]-1).

Estes resultados são ilustrados na Figura 1.

Índices (1970=100)

Figura 1 – Evolução dos Índices de Insumo, Produto e da PTF, Brasil,1970-2006.

Fonte: Elaboração dos autores

A taxa de crescimento média em todo o período foi de 2,20% ao ano. Ao compará-la em períodos menores, entre 1980 e 1995, a taxa de crescimento foi ainda maior que a taxa de crescimento de todo período, sendo 2,42% ao ano.

Ao estimar a função de produção para o Brasil, Mendes, Teixeira e Salvato (2009) obtiveram a PTF através do resíduo da função de produção. Ao comparar o comportamento dos resíduos destes autores com o desempenho do Índice de PTF obtido a partir do número índice de Tornqvist neste trabalho, os dois índices apresentaram crescimento entre 1980 e 1985 e entre 1995 e 2006, o que leva a concluir que, embora possa haver erros de medição como mostrado por Jorgenson e Griliches (1967), tanto pelo método utilizado do número índice quanto pelo resíduo da função de produção, a PTF apresentou o mesmo desempenho no período analisado.

Ao analisar a PTF por unidade de federação, através da Tabela 4, os três melhores desempenhos na taxa de crescimento da PTF, em ordem decrescente, foram: Mato Grosso - MT (1137%), Paraná - PR (803%) e Rio Grande do Norte - RN (592%).

Tabela 4 - Índice da Produtividade Total dos Fatores - PTF e Taxas de crescimento da PTF do período e anual (%), Estados, 1970-2006

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| UF |  | PTF | | | | | |  | Taxa de crescimento 1970-2006 (%) | | Taxa de crescimento média anual (%) | | | |
|  | 1970 | 1975 | 1980 | 1985 | 1995 | 2006 |  |
| MT |  | 100 | 98 | 123 | 212 | 363 | 1237 |  |  | 1137 |  |  | 7,24 |  |
| PR |  | 100 | 94 | 88 | 123 | 107 | 903 |  |  | 803 |  |  | 6,30 |  |
| RN |  | 100 | 92 | 102 | 169 | 172 | 692 |  |  | 592 |  |  | 5,52 |  |
| RS |  | 100 | 51 | 52 | 81 | 88 | 674 |  |  | 574 |  |  | 5,44 |  |
| AM |  | 100 | 79 | 56 | 111 | 128 | 587 |  |  | 487 |  |  | 5,04 |  |
| BA |  | 100 | 78 | 70 | 89 | 150 | 552 |  |  | 452 |  |  | 4,86 |  |
| SE |  | 100 | 64 | 114 | 136 | 164 | 524 |  |  | 424 |  |  | 4,71 |  |
| SC |  | 100 | 118 | 152 | 188 | 255 | 517 |  |  | 417 |  |  | 4,67 |  |
| MS\* |  | 100 | 100 | 130 | 177 | 302 | 476 |  |  | 376 |  |  | 5,16 |  |
| PB |  | 100 | 70 | 79 | 98 | 80 | 468 |  |  | 368 |  |  | 4,38 |  |
| GO |  | 100 | 118 | 126 | 198 | 251 | 440 |  |  | 340 |  |  | 4,20 |  |
| AL |  | 100 | 105 | 94 | 103 | 150 | 437 |  |  | 337 |  |  | 4,18 |  |
| RR |  | 100 | 85 | 68 | 125 | 70 | 427 |  |  | 327 |  |  | 4,11 |  |
| TO\* |  | 100 | 100 | 100 | 100 | 130 | 394 |  |  | 294 |  |  | 6,75 |  |
| PA |  | 100 | 35 | 66 | 233 | 282 | 382 |  |  | 282 |  |  | 3,79 |  |
| SP |  | 100 | 116 | 119 | 134 | 152 | 363 |  |  | 263 |  |  | 3,65 |  |
| CE |  | 100 | 87 | 74 | 104 | 107 | 361 |  |  | 261 |  |  | 3,63 |  |
| MG |  | 100 | 124 | 127 | 145 | 205 | 340 |  |  | 240 |  |  | 3,46 |  |
| PE |  | 100 | 86 | 104 | 113 | 62 | 325 |  |  | 225 |  |  | 3,33 |  |
| ES |  | 100 | 99 | 82 | 89 | 104 | 313 |  |  | 213 |  |  | 3,22 |  |
| MA |  | 100 | 94 | 101 | 101 | 125 | 276 |  |  | 176 |  |  | 2,86 |  |
| RO |  | 100 | 26 | 79 | 89 | 110 | 177 |  |  | 77 |  |  | 1,60 |  |
| DF |  | 100 | 75 | 121 | 222 | 61 | 176 |  |  | 76 |  |  | 1,58 |  |
| AP |  | 100 | 63 | 390 | 401 | 324 | 165 |  |  | 65 |  |  | 1,40 |  |
| RJ |  | 100 | 72 | 68 | 49 | 55 | 155 |  |  | 55 |  |  | 1,22 |  |
| PI |  | 100 | 87 | 67 | 89 | 88 | 117 |  |  | 17 |  |  | 0,44 |  |
| AC |  | 100 | 87 | 89 | 56 | 49 | 99 |  |  | -1 |  |  | -0,03 |  |

Fonte: Elaboração dos autores

\* A taxa média de crescimento geométrica para todos os estados se refere a 36 anos, exceto MS em que a taxa é para 31 anos e TO para 21, em função dos dados disponíveis.

Dentre todas as unidades da federação, apenas o estado do Acre apresentou redução no valor da PTF entre 1995 e 2006. Como o crescimento para o Brasil foi de 119%, apenas os estados de RO, DF, AP, RJ, PI e AC, apresentaram crescimento inferior ao crescimento do país. E, em 2006 todos os estados, com exceção do Acre, apresentaram crescimento deste índice (Tabela 4).

O resultado de Mato Grosso pode ser explicado pela expansão da fronteira agrícola no estado que também ocorreu para os anos de 1995 e 2006 e, consequentemente, aumentou o índice de Insumo e, com a expansão da fronteira aumentou também a produção e, consequentemente a PTF.

Dentre aqueles estados que reduziram a PTF, devem-se levar em consideração as alterações do clima nas décadas de 1970 e 1980 que ainda não eram amenizadas pelo uso da irrigação e de outras tecnologias. Já os demais estados apresentaram crescimento contínuo durante todo o período, o que demonstra a importância do crescimento do produto em função dos ganhos de produtividade. Assim, desde 1980, a PTF tem impactado significativamente o produto, caracterizando o crescimento intensivo em tecnologia do setor. Isto é diferente das décadas de 1960 e 1970, período no qual o produto era extensivo em terra e em trabalho, conforme discutido em Gasques e Villa Verde (1990).

No ano de 2006, os valores das produtividades se elevaram significativamente, de modo explosivo em alguns estados. Uma possível explicação seria o longo período entre o último Censo de 2006, em relação ao Censo anterior, do ano de 1995/1996. Como o Plano Real, que começou a vigorar em 1994, não foi totalmente captado pelo Censo de 1995, esse efeito pode ser visto nos resultados do Censo de 2006, como estabilização da inflação. Com a abertura econômica, também intensificada no início da década de 1990, as exportações, principalmente de produtos agropecuários, se intensificaram no mercado mundial, repercutindo no aumento da produção desses bens. Além disso, houve renegociação das dívidas agrícolas que com a redução da inflação desde a década passada melhorou a perspectiva econômica dos produtores. Assim, pode-se argumentar que os dados do Censo de 2006 demonstraram que a produtividade foi importante fonte de crescimento do produto na maioria dos estados brasileiros favorecida pela conjuntura econômica vigente.

Ao comparar as PTFs por estados obtidas por outros autores, os resultados de Gasques *et al.* (2011) são muito próximos, de maneira geral, em função do uso da mesma base de dados e da metodologia. Já Vicente (2006) estimou que a maior taxa de crescimento da produtividade ocorreu nas lavouras no estado de São Paulo, em 1970 e 1995, seguido por CE, PB, MG, ES e DF.

4.3. Determinantes da PTF

Para analisar os determinantes da PTF, utilizou-se o GMM. Foram realizados os testes de heterocedasticidades e autocorrelação. Para verificar a heterocedasticidade, foram estimados os testes de Barlett, Levene e Brown – Forsythe cuja hipótese nula é que as variâncias dos subgrupos são iguais e normalmente distribuídas. Ao nível de significância de 10%, os modelos estimados não apresentaram problemas de heterocedasticidade. E, para verificar a presença de autocorrelação, foram estimados dois testes: o do resíduo defasado no modelo inicial e o teste LM de Wooldrige. No primeiro teste, cuja hipótese nula é que não existe autocorrelação, pela estatística t do coeficiente do resíduo, concluiu-se que não há problemas de autocorrelação, ao nível de significância de 10%. E, pelo teste LM de Wooldrige também não foram detectados problemas de autocorreção. O teste consiste em regredir o resíduo do modelo em função dos regressores da equação original e do resíduo defasado p vezes, tendo como hipótese nula de que todos os coeficientes dos termos defasados são iguais a zero, portanto, não há autocorrelação, ou seja,  (WOOLDRIGE, 2002).

As variáveis instrumentais inseridas no modelo são os logaritmos das variáveis determinantes em nível como, armazenamento, crédito, educação, rodovias, irrigação e telecomunicação e o logaritmo da variável PTF defasada. Em relação ao número de defasagens, foram realizados testes modificando tanto os instrumentos quanto as defasagens, mas o modelo pouco se modificou, assim como as defasagens da variável dependente. Assim, foram mantidas apenas estas variáveis em nível e a variável dependente foi defasada por apenas um período, apresentando melhor significância estatística e elasticidades mais condizentes com o esperado.

A equação estimada é apresentada na Tabela 5. A variável PTF defasada foi estatisticamente significativa, indicando que aumentos na PTF do período anterior aumentam a PTF no período atual e, portanto, há um efeito dinâmico sobre esta variável. As variáveis crédito, educação, irrigação, rodovias e telecomunicação foram estatisticamente significativas ao nível de 10%, conforme Tabela 5. A variável educação foi aquela que apresentou maior efeito sobre a PTF agropecuária. Como o modelo está todo em logaritmo, os coeficientes estimados são as elasticidades. Assim, um aumento no nível de escolaridade de 10% elevaria a PTF em 2,1 %, enquanto um aumento de 10% sobre as demais variáveis como em crédito, em irrigação, e em telecomunicações, aumentaria a PTF, respectivamente, em 0,1%, em 0,2%, e em 0,01%.

Tabela 5 - Elasticidades das PTF da Agropecuária com relação aos seus determinantes, Brasil, 1970-2006

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Parâmetros | Coeficiente | p-valor |
| Constante | -0,2957 | 0,33 |
| PTF(-1) | 1,1085 | 0,00 |
| Armazenagem | -0,0006 | 0,53 |
| Crédito | 0,0118 | 0,07 |
| Educação | 0,2072 | 0,01 |
| Irrigação | 0,0189 | 0,00 |
| Rodovias | -0,0292 | 0,09 |
| Telecomunicação | 0,0069 | 0,00 |

Fonte: Elaboração dos autores utilizando-se o GMM do tipo log-log

Os resultados obtidos para a variável educação corroboram os resultados encontrados por Freitas e Bacha (2004), em que a educação é a variável com maior impacto sobre o crescimento do setor agropecuário. Para Gomes, Pessôa e Veloso (2003), entre 1950 e 2000, houve efeito de causalidade de PTF para educação, uma vez que a acumulação de capital foi induzida pelo crescimento da PTF, demonstrando também a existência de causalidade no sentido contrário ao que foi analisado neste trabalho. Além disso, cabe ressaltar que o impacto da educação sobre a PTF poderia ser ainda maior se os dados sobre a educação fossem especificamente do meio rural e, portanto, o impacto marginal do aumento no número de escolas e investimento em educação nestas regiões seria consideravelmente maior do que nas áreas urbanas.

Aumento de 10% na variável irrigação tem influência de 0,2% sobre o crescimento da PTF. Segundo Ferreira, Ramos e Rosa (2006), a irrigação não é acessível a todas as localidades e por ser dispendiosa aos pequenos produtores, pode ser que não tenha abrangido todo o efeito potencial até os dias atuais. Além disso, a irrigação é diferente entre as regiões, tendo sido os Estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio Grande do Sul os que mais utilizaram esta técnica e, portanto, como grandes produtores de determinadas culturas, a irrigação aumentou a produtividade destes estados e, portanto, a PTF do país.

Já a variável crédito, apresentou elasticidade de 0,01. E, embora tenha sido estatisticamente significativa, pode não ter apresentado maior impacto em função da redução da eficácia do crédito rural em razão da maior atratividade das taxas de juros de outros investimentos e por ter destinado maior parcela do recurso do crédito aos maiores produtores (SAYAD, 1984). Outro fator que pode ter impactado no baixo valor da elasticidade desta variável pode ser a redução do crédito oficial e do aumento do uso de crédito privado, o que reduziria a importância do crédito público nos ganhos de produtividade. Além disso, segundo Pires (2005), a região Sudeste capta maior parcela de crédito do que lhe é destinada, reduzindo parte do crédito destinado às demais regiões. Este fato, provavelmente, influencia negativamente o efeito do crédito sobre a PTF por concentrá-lo nas regiões mais produtivas ao invés de destinar maior parcela aos estados que tem maior necessidade de subsídio público.

A variável telecomunicação apresentou elasticidade de 0,0069, que embora tenha mostrado baixo impacto sobre o crescimento da PTF, este foi positivo. O baixo impacto pode ter ocorrido porque, embora houvesse aumento do uso de telefonia fixa e móvel no país, este aumento ocorreu principalmente nas áreas urbanas, não necessariamente, alcançou da mesma forma este crescimento do uso da telefonia nas áreas rurais.

Embora a variável rodovia seja estatisticamente significativa, a elasticidade estimada foi de -0,0292. Silva e Fortunato (2007) também não encontraram impacto do transporte sobre a PTF, que, para os autores, foi um resultado inesperado, uma vez que é por rodovias que é transportada a maioria da produção agrícola e possivelmente deveria influenciar a PTF. Conjectura-se que mesmo com o aumento da malha rodoviária, esta não aumentaria os ganhos de produtividade, mas afetaria o crescimento da PTF de forma negativa. Isso ocorreria porque as rodovias receberiam os investimentos que deveriam ser realizados em ferrovias ou hidrovias que são os meios de transportes menos onerosos para os produtos agropecuários.

A variável armazenagem não apresentou significância estatística ao nível de 10%. Mendes, Teixeira e Salvato (2009) justificaram que os armazéns que estavam nas áreas rurais foram incorporados às cidades durante o período de expansão destas e, desta forma, como a maioria dos armazéns se situam mais próximos às áreas urbanas, não afetariam a PTF agrícola. Além disso, o número de armazéns no país ainda é relativamente pequeno para a produção atual de grãos e, sendo assim, pela capacidade de armazenamento não permitir o estoque crescente da produção esta variável não influencia os ganhos de produtividade.

Pela análise dinâmica, pode-se dizer que a produtividade do período anterior repercute no período atual, o que leva a crer que o aumento da produtividade das décadas anteriores afetou o aumento da produtividade nas décadas seguintes e possivelmente deve continuar impactando positivamente este crescimento.

Tabellini (2004) afirma que, para que haja crescimento econômico, são necessários ambiente econômico estável, abertura econômica, proteção dos direitos de propriedade e gastos em bens públicos que estendam o bem-estar para toda a economia. Assim, este trabalho mostrou que devem ser direcionados maiores investimentos nas construções de armazéns ainda insuficientes no país, localizados mais próximos das áreas produtoras a fim de que essa variável possa interferir positivamente no crescimento da PTF. Enquanto a variável rodovia não apresentou impacto positivo sobre a PTF, devem ser repensados os investimentos em hidrovias e ferrovias que atenderiam melhor à logística da produção por serem menos onerosos aos produtores. A heterogeneidade também é fator importante nesse aspecto uma vez que, principalmente, a infraestrutura entre os estados é diferente. A educação é aquela que mais impacta a PTF e, portanto, devem continuar os investimentos na área, principalmente no meio rural, bem como devem ser incentivados investimentos em irrigação, crédito e telecomunicação para que o efeito dessas variáveis sobre a PTF possam ser maiores nos próximos anos.

4.4. Elasticidade de produção para capital, trabalho e tecnologia

Para obter as elasticidades de produção, a função de produção estimada considerou, além de capital e trabalho, a PTF obtida a partir do Índice de Tornqvist. Embora não haja outro trabalho que faça esta substituição para estimar a elasticidade de produção da PTF, a análise a ser feita parte do pressuposto da omissão da variável tecnologia no modelo de Solow que deixa as estimativas viesadas. Além disso, como a variável tecnologia, em muitos trabalhos é estimada pelo resíduo da função de produção, não se calculam através da função de produção, a sua elasticidade. Mas ao calcular a PTF por número índice e incorporá-lo exogenamente à função de produção, o cálculo da elasticidade se torna possível.

Para verificar a presença de endogeneidade da variável PTF, foi realizado o teste de Hausman. Com o diagnóstico de endogeneidade, este problema foi corrigido pela estimação pelo GMM. As variáveis instrumentais utilizadas foram todas as variáveis determinantes da PTF, como infraestrutura, educação e crédito, em nível e, a variável dependente defasada em um período. A equação estimada é apresentada na Tabela 6.

Tabela 6 – Elasticidades da produção para capital, trabalho e PTF, Brasil, 1970/2006

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Parâmetros | | | |
|  | Constante | Capital | Trabalho | PTF |
| Coeficientes | **-2,30\*\*\*** | **0,75\*\*\*** | **0,30\*\*** | **0,73\*\*\*** |
| Significância (p-valor) | (0,6173) | (0,0607) | (0,0574) | (0,1184) |

Fonte: Elaboração dos autores

\*\*\* e \*\*: Significativo ao nível de 1% e 5%, respectivamente.

Todos os parâmetros foram estatisticamente significantes ao nível de 5% e os sinais estão de acordo com o esperado. Assim, um aumento de 10% no capital aumentaria o produto em 7,5%; um aumento de 10% em trabalho aumentaria o produto em 3,0% e; se a tecnologia aumentasse 10% o produto aumentaria 7,3%.

Assim, a PTF ou tecnologia, tem papel significativo no aumento do valor da produção agropecuária no Brasil, demonstrando que seu impacto é maior que o impacto do trabalho. Além disso, conclui-se que os retornos à escala são crescentes, diferentemente da função de produção do modelo de Solow em que se assumem retornos constantes à escala.

1. **CONCLUSÕES**

A partir da década de 1980, a Produtividade Total dos Fatores tem sido importante fonte de crescimento do produto da agropecuária brasileira e, desta forma, este trabalho teve como objetivos determinar as taxas de crescimento da PTF bem como seu impacto no produto agropecuário. Especificamente, procurou-se determinar as taxas de crescimento da PTF agropecuária para o Brasil e para os estados brasileiros e analisar as variáveis determinantes da PTF agropecuária, no período 1970 – 2006, como educação, crédito e infraestrutura, bem como a heterogeneidade destas variáveis entre os estados.

Para obtenção da PTF, recorreu-se aos dados dos Censos Agropecuários de 1970 a 2006 e à utilização da fórmula do Número Índice de Tornqvist. E, para análise dos determinantes da PTF, utilizou-se o Método dos Momentos Generalizados– GMM para verificar o impacto da infraestrutura, da educação e do crédito rural sobre a PTF.

Comprovou-se que, entre os anos de 1970 e 2006, o crescimento do produto agropecuário foi influenciado pelo aumento da PTF na agropecuária. O crescimento da PTF, entre 1970 e 2006, foi de 119% e a taxa de crescimento geométrica anual foi de 2,20% a.a.. Dentre os estados, a menor taxa de crescimento média anual ocorreu no Acre, -0,03%, enquanto, no Mato Grosso, estado de maior crescimento da PTF, esta taxa alcançou 7,24%.

Aumentos na infraestrutura de telecomunicações e de irrigação, no nível de educação e na área irrigada apresentaram impactos positivos sobre a PTF agropecuária, entre 1970 e 2006. Educação foi a variável que mais impactou a PTF, seguida por irrigação, crédito e telecomunicações. Estes resultados são coerentes com a literatura e sugerem que maiores investimentos devem ser feitos nestes setores com vistas a dar continuidade no crescimento da PTF e, consequentemente, no produto agropecuário. Além disso, ao analisar o efeito dinâmico da PTF, percebeu-se que há influência da produtividade do período anterior sobre a PTF do período atual. Assim, o crescimento da PTF permite um crescimento do produto agropecuário no mínimo para um período seguinte, mas como os dados utilizados são quinquenais e alguns decenais, o crescimento da PTF de um ano influencia a PTF cinco ou dez anos seguintes.

Por fim, os resultados permitem concluir que, a PTF tem papel significativo no crescimento do setor agropecuário e no crescimento econômico através do uso mais eficiente dos insumos que aumenta a produção e, consequentemente, tornam os preços mais competitivos. E, para que a PTF continue gerando crescimento econômico, é necessário garantir investimentos em irrigação, educação, crédito rural e telecomunicações que são determinantes no crescimento da PTF agropecuária.

Como sugestões para trabalhos futuros, devem ser analisadas as demais variáveis determinantes da PTF, como ferrovias, tamanho da propriedade, clima, hidrovias, com vistas a verificar se estas também têm efeito sobre a PTF.

**6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

**AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES - ANATEL**. Relatório 2009. Disponível em: < http://www.anatel.gov.br>. Acesso em: 05 de fev. 2011.

AHEARN, M.; YEE, J.; BALL ,E.; NEHRING, R. **Agricultural productivity in the United States**. USDA: Economic Research Service, 1998.

ARELLANO, M.; BOND, S. Some Tests o Specification for Panel Data: Monte Carlo Evidence and an Application to Employment Equations. **Review of Economic Studies**, nº 58, p. 277-297, 1991.

BARROS, A. L. M. **Capital, produtividade e crescimento da agricultura: o Brasil de 1970 a 1995**. 1999. 254 p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura ‘Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999.

CHRISTENSEN, L. R; JORGENSON. **U.S** **Real Product And Real Factor Input 1929 1967.** University of Wisconsin and Harvard University, 1970.

**COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB**.Disponível em: <www.conab.gov.br>. Acesso em: 05 de fev. 2011.

DIEWERT, W. E. Superlative Index Numbers and Consistency in Aggregation. **Econometrica**, v. 46, n. 4, p. 883-900, jul. 1978.

DIEWERT, W. E., NAKAMURA, A. O. **The Measurement of Aggregate Total Factor Productivity Growth.**  UBC Department of Economics, Vancouver, nov., 2002. Disponível em: < http://www.econ.ubc.ca>. Acesso em: 05 de fev. 2011.

FERREIRA, M. O.; RAMOS, L. M.; ROSA, A. L. T. Crescimento da agropecuária cearense: comparação entre as produtividades parciais e totais. **Revista Brasileira de Economia e Sociologia Rural**, Rio de Janeiro, v. 44, nº3, p.503-524, jul/set. 2006.

**FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS** – FGV DADOS. Disponível em: <http://portalibre.fgv.br> Acesso em: 05 de fev. 2011.

FREITAS, C. A.; BACHA, C. J. C. Contribuição do Capital Humano para o Crescimento da Agropecuária Brasileira – Período de 1970 a 1996. **Revista Brasileira de Economia**, v. 58, nº4, p.533-557, out/dez 2004.

GASQUES, J.G.; BASTOS, E. T.; BACCHI, M. P. R.; CONCEIÇÃO, J. C. P. R. **Condicionantes da produtividade da agropecuária brasileira.** IPEA, texto para Discussão 1.017, Brasília, 2004a.

GASQUES, J. G.; CONCEIÇÃO, J. C. P. R. **Transformações Estruturais da Agricultura e Produtividade Total dos Fatores.** IPEA, Texto para Discussão, n.768, Brasília, 2000.

GASQUES, J.G.; BASTOS, E. T.; BACHI, M. R. P.; VALDES, C. **Produtividade Total dos Fatores e Transformações da Agricultura Brasileira: análise dos dados dos Censos Agropecuários.** XLVIII Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural (Sober); Belo Horizonte, 2011.

GASQUES, J. G.; VILLA VERDE, C. M. **Crescimento da agricultura brasileira e política agrícola nos anos oitenta**. Texto para discussão n. 204 – IPEA, Brasília: 1990.

GOMES, V.; PESSÔA, S. A.; VELOSO, F. A. Evolução da Produtividade Total dos Fatores na Economia Brasileira: uma análise comparativa. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, Rio de Janeiro, v. 33, n.3, dez. 2003.

HULTEN, C.R. **Total Factor Productivity: a Short Biography**. Cambridge, MA, NBER Working Paper, n. 7471, Jan. 2000.

**INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA – IBGE**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 05 de fev. 2011.

**INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEADATA**. Disponível em: <http://www.ipeadata.gov.br >. Acesso em: 05 de fev. 2011.

JORGENSON, D. W.; GRILICHES, Z. The explanation of Productivity Change. **The Review of Economic Studies**, v. 34, n. 3, p. 249-283, jul. 1967.

MENDES, S. M.; TEIXEIRA, E. C.; SALVATO, M. A. Investimentos em Infraestrutura e Produtividade Total dos Fatores na Agricultura Brasileira: 1985-2004. **Revista Brasileira de Economia**, Rio de Janeiro, v. 63, n.2, p. 91-102, Abr-Jun 2009.

NADIRI, M. I. Some Approaches to the Theory and Measurement of Total Factor Productivity: A Survey. **Journal of Economic Literature**, v. 8, n. 4, p. 1137-1177, dez. 1970.

PIRES, M. C. C. **Crédito e Crescimento Econômico: Evidências para os Municípios Brasileiros.** VIII Encontro de Economia da Região Sul, ANPEC-SUL, 2005.

SAYAD, J. **Crédito Rural no Brasil.** Brasília: Ministério da Agricultura, 93p., 1984.

SILVA, G. L. S. P.; CARMO, H. C. E. Como medir a produtividade agrícola: conceitos, métodos e aplicações no caso de São Paulo. **Agricultura em São Paulo**, v. 33 , n. 1/2, p. 139-170, 1986.

SILVA, G. J. C.; FORTUNATO, W. L. L. **Infraestrutura e crescimento: uma avaliação do caso brasileiro no período de 1985-1998**. XII Fórum de Desenvolvimento do Banco do Nordeste Brasileiro (BNB). 2007.

SOLOW, R. M. A contribution to the theory of economic growth. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 70, n. 1, p. 65-94, 1956.

TABELLINI, G. **The Role of the State in Economic Development.** CESinfo – Center of Economic Studies:Working Paper, n. 1256, ago. 2004. Disponível em: < http://www.cesifo-group.de>. Acesso em: 26 abr. 2010

VICENTE, J. R. **Comparação de produtividade agrícola entre as unidades da federação, 1970-1995.** Instituto de Economia Agrícola, São Paulo, v.53, n.2, p.69-85, jul/dez. 2006

WOOLDRIGE, J. M. **Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data.** MIT, 2002.

1. O índice é uma aproximação do Índice de Divisia, de acordo com Hulten (2000), em que o tempo é contínuo. Para maiores detalhes, ver Christensen, Jorgenson e Lau (1973). [↑](#footnote-ref-1)
2. Foram excluídos os produtos: mel, leite de cabra e búfala, cera de abelha, casulo de bicho da seda por elevarem substancialmente o valor da PTF em função de muitas variáveis com observações censuradas ou iguais a zero (*missing values*) e em mais de um ano do Censo. [↑](#footnote-ref-2)