

Determinantes do produto e da produtividade total dos fatores da agropecuária brasileira¹

Henrique Brigatte²
Erly Cardoso Teixeira³

Resumo: O presente estudo desenvolve uma análise sobre o impacto exercido pelas mais relevantes variáveis sobre o produto interno bruto (PIB) e sobre a produtividade total dos fatores (PTF) da agricultura ao longo do período entre 1974 e 2005. São considerados como determinantes do crescimento econômico: investimentos em infraestrutura de transportes, de energia elétrica, de pesquisa, de irrigação e armazenagem agrícolas, além dos montantes de crédito rural e da educação dos trabalhadores do setor agropecuário. A análise é feita por meio do uso de cointegração pelo método de Johansen, e os resultados indicam que educação e investimentos em infraestrutura exercem impactos positivos a longo prazo sobre o produto e sobre a produtividade da agropecuária. Não são detectadas, porém, relações de cointegração entre o crédito rural e produto e a produtividade do setor.

Palavras-chave: agropecuária brasileira, cointegração, PTF.

Determinants of product and of total factor productivity in Brazilian agriculture

Abstract: This paper develops an analysis of the impacts caused by the most relevant variables on gross domestic product (GDP) and on total factor productivity (TFP) in agriculture along the period 1974 and 2005. The following factors are considered determinants of economic growth: investments in transport, electric energy, research, irrigation, and agricultural storage infrastructures, besides in rural credit and agricultural worker education. The analysis is carried out by means of cointegration by the Johansen method, and the results indicate that education and infrastructure investments keep positive relations with the agriculture's product and productivity. Conversely, cointegration relations between rural credit and product and Brazilian agricultural productivity are not detected.

Keywords: Brazilian agriculture, cointegration, TFP.

¹ Original recebido em 10/4/2010 e aprovado em 12/4/2010.

² Economista, Mestre em Economia Aplicada pela Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. E-mail: hbrigatte@yahoo.com.br

³ Professor titular do Departamento de Economia Rural da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. E-mail: teixeira@ufv.br

Introdução

É largamente conhecido que a garantia da sustentabilidade no crescimento econômico de um país depende, em grande escala, de uma adequada infraestrutura. Afinal, a infraestrutura é responsável pela oferta dos recursos básicos que as empresas utilizam em seus processos produtivos. Não é possível que a atividade econômica de uma empresa seja minimamente rentável se não lhe são disponibilizados serviços essenciais para o desenvolvimento e o escoamento da produção, como redes de transporte e de energia elétrica. Além disso, o desenvolvimento das condições de infraestrutura deve ser acompanhado por avanços na concessão de crédito e no aperfeiçoamento constante do capital humano.

Na agropecuária brasileira, é razoável pensar que aumentar os investimentos em infraestrutura, em financiamento e no grau de escolaridade dos seus trabalhadores pode incrementar a produtividade, gerando, conseqüentemente, mais produto e maior renda.

Ferreira e Malliagros (1998) apresentam uma análise empírica do setor brasileiro de infraestrutura, no período de 1950 a 1995. Usando a metodologia econométrica de autorregressão vetorial (VAR), os autores concentram-se na estimação da elasticidade de longo prazo do produto e na elasticidade de longo prazo da PTF em relação ao capital e ao investimento em infraestrutura desagregados em cinco ramos – energia elétrica, telecomunicações, ferrovias, rodovias e portos. Os resultados mostram uma forte relação entre infraestrutura, produto e produtividade a longo prazo, no Brasil.

Já Pires (2005) e Lucas (1993) procuram estabelecer uma relação entre crédito e desenvolvimento do capital humano e as condições para a consecução de crescimento econômico, respectivamente. O primeiro indica que há uma influência estatisticamente significativa do crédito sobre o crescimento econômico, enquanto o segundo coloca o desenvolvimento do capital humano como condição essencial para a obtenção de um cenário favorável ao crescimento

econômico e como principal fator explicativo da diferença de nível de bem-estar social entre os países.

Este trabalho busca analisar a relação de longo prazo que o PIB e a PTF da agropecuária brasileira mantêm com os investimentos em infraestrutura realizados pelo governo federal no período compreendido entre 1974 e 2005. A opção em concentrar o foco nesse período e nos investimentos federais deve-se à carência de dados estaduais.

Também serão mostrados os efeitos exercidos por variáveis representativas de crédito rural e de educação sobre a produção e a produtividade da agropecuária brasileira. A pesquisa procura, desse modo, expor uma análise global acerca dos determinantes do crescimento a longo prazo da atividade agrícola do País.

Referencial teórico

Os efeitos exercidos pelo aumento da taxa de investimento sobre a atividade econômica de um país podem ser sintetizados no modelo de crescimento econômico de Solow. Ele fornece uma importante base para a compreensão das diferenças de nível de riqueza entre os países, por meio de elementos que representam papéis decisivos na determinação do investimento proporcional à produção bruta que determinada nação poderá efetivar.

A disponibilidade de crédito é outro fator determinante do crescimento da economia. Para Lucas (1988), é especialmente importante a função exercida pelos fatores financeiros na economia real, temática esta que vem sendo cada vez mais discutida pela literatura econômica.

O aperfeiçoamento do capital humano também repercute positivamente sobre o crescimento da atividade produtiva. Jones (2000) estabelece uma versão simplificada do arcabouço teórico desenvolvido por Mankiw et al. (1992) para demonstrar que, no estado estacionário, a variável representativa do tempo que as pessoas despendem acumulando conhecimento possui

relação direta com o produto por trabalhador, ao longo da trajetória de crescimento equilibrado. Desse modo, é possível que incentivos à educação da população exerçam impactos positivos sobre o nível de atividade econômica.

O resíduo de Solow

O artigo de Solow (1957) é a base de uma profunda abordagem teórica sobre o crescimento econômico. Em sua pesquisa, o autor propôs uma análise voltada à desagregação do crescimento econômico entre os já conhecidos fatores de produção dados pelo capital e pelo trabalho, e um novo elemento passível de estudo, denominado por ele de mudança tecnológica, ou simplesmente de tecnologia.

Esse progresso tecnológico seria um elemento meramente residual, mas nem por isso menos importante, em termos quantitativos, para a explicação do crescimento. Esse resíduo concentraria toda a parcela do crescimento que não poderia ser explicada pela elevação dos fatores mais comuns de produção. Tal componente é conhecido por resíduo de Solow, que caracteriza o crescimento da Produtividade Total dos Fatores (PTF).

Metodologia

Este trabalho investiga os efeitos causados a longo prazo pelos investimentos em infraestrutura, pelo crédito rural e pela educação dos trabalhadores agrícolas sobre o PIB e sobre a PTF da agropecuária brasileira.

Antes de analisar a PTF, é preciso obter uma medida adequada desse índice de produtividade. No presente artigo, o procedimento é econométrico e tem como base o artigo de Solow (1957), no qual é desenvolvida uma espécie de contabilidade do crescimento, em que se demonstra como poderia ser medido o progresso tecnológico (ou crescimento da PTF) a partir de uma função de produção do tipo Cobb-

Douglas. Considera-se que as variações no produto não explicadas por variações no emprego dos fatores de produção capital e trabalho são explicadas pela PTF. Assim, a PTF pode ser dada como o resíduo da função de produção.

Portanto, analogamente a Mendes e Teixeira (2006), procedendo-se à estimação, por mínimos quadrados ordinários (MQO), da equação

$$\ln Y_t = \beta_1 + \beta_2 \ln K_t + \beta_3 \ln L_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

em que Y_t representa o PIB agropecuário, K_t o capital agropecuário e L_t o trabalho no setor agropecuário medido no tempo t , são obtidas as medidas das elasticidades do produto em relação ao capital e ao trabalho – dadas, respectivamente, por β_2 e β_3 . Convém destacar que os resíduos dados por ε_t na equação (1) estão logaritimizados, uma vez que a especificação funcional adotada é log-log. Para a obtenção da série da PTF, toma-se o antilogaritmo desses resíduos.

O procedimento para investigar se as variáveis consideradas neste trabalho mantêm relação de longo prazo com o PIB e a PTF da agropecuária encontra respaldo teórico no conceito, amplamente difundido em econometria, de cointegração⁴, estudado no contexto dos conceitos de séries temporais.

Neste trabalho, foram utilizados os procedimentos propostos por Johansen (1988) e Johansen e Juselius (1990), os quais consistem na estimação do(s) vetor(es) de cointegração a partir da construção de um modelo de vetor autorregressivo (VAR).

As relações de longo prazo mantidas pelo PIB e pela PTF da agropecuária com os determinantes considerados serão estabelecidas de acordo com as seguintes proposições formuladas por Ferreira e Malliagos (1998):

⁴ Mais detalhes sobre o conceito de cointegração podem ser encontrados em Enders (1995).

$$\ln PIB_t = \phi \ln I_t \quad (2)$$

$$\ln PTF_t = \eta \ln I_t \quad (3)$$

em que I_t representa um dos determinantes da análise.

Espera-se que os sinais das elasticidades representadas pelos coeficientes das regressões (2) e (3) sejam positivos; assim, a expectativa é de que $\phi > 0$ e que $\eta > 0$. Isso significaria que o aumento nos investimentos em infraestrutura, um maior montante de crédito rural e o aumento do grau de escolaridade dos trabalhadores ocupados no setor agropecuário impactariam positivamente o PIB e a PTF da agropecuária brasileira, em longo prazo.

Os dados do PIB agropecuário anual (em milhões de reais, de 2000, deflacionados pelo deflator implícito do PIB), originados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), foram obtidos no Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea). (IPEA, 2008).

Com relação à variável de trabalho na agropecuária, os dados foram colhidos por meio da série construída por Mendes e Teixeira (2006) para o período de 1985 a 2005, e no IBGE (2008) para o período de 1974 a 1984.

Os números do capital agropecuário [em milhões de reais de 2000, deflacionados pelo Índice de Preços ao Consumidor (IPC) Geral do Ipea] foram calculados considerando-se o valor total de terras utilizadas para pastagens e para as principais culturas cultivadas no Brasil, valor que foi somado aos investimentos feitos pelo setor na compra de máquinas agrícolas automotrizes. Os dados foram coletados na Fundação Getúlio Vargas (FGV) e na Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (Anfavea). (ANFAVEA, 2009; FGV, 2008).

Desse modo, por meio das séries de PIB, trabalho e capital pertencentes ao setor agropecuário, foram obtidas as estimativas da PTF da agropecuária brasileira para o período de 1977 a 2005.

Quanto aos números de investimentos em infraestrutura no setor de transportes, as séries foram obtidas da base de dados de Ferreira e Malliagos (1998), para o período de 1974 a 1995, e do Ministério dos Transportes, para o período de 1996 a 2005. Todos os valores foram deflacionados, pelo IPC geral, para o ano-base de 2000.

No setor de energia elétrica, a fonte de referência para a obtenção da *proxy* dos investimentos em eletricidade no meio rural, representada pelo consumo de energia elétrica do setor agropecuário, em GWh, foi a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), do Ministério de Minas e Energia (MME). (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2006).

Já os valores para a *proxy* de investimento em pesquisa agrícola foram coletados em Gasques et al. (2006). Os dados referem-se aos gastos executados pela Embrapa, ao longo do período em estudo, e foram deflacionados pelo IPC geral para o ano-base de 2000.

Os investimentos em técnicas de agricultura irrigada, representados pela *proxy* dada pelos hectares de terras irrigadas no Brasil, foram encontrados nos trabalhos de Lima et al. (2004) e Mendes e Teixeira (2006). Procedeu-se à interpolação, usando a taxa geométrica de crescimento, para os anos nos quais faltavam informações. Nas estimações, foram usados os dados de hectares de terras irrigadas proporcionais ao total de terras utilizadas no Brasil.

Os números da variável *proxy* considerada como investimentos em armazenagem agrícola, dada pela capacidade estática dos armazéns cadastrados na Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), em mil toneladas, foram obtidos na Conab. A insuficiência de dados impôs que a análise voltada para essa variável cobrisse somente o intervalo compreendido entre 1980 e 2005. (CONAB, 2008).

A variável representada pelo volume de crédito agrícola concedido ao setor agropecuário foi obtida de dados coletados no Banco Central do Brasil (Bacen); os valores foram deflacionados pelo IPC geral para o ano-base de 2000. (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2008).

Por fim, os dados para a variável *proxy* educacional, dada pelo número médio de anos de estudo da população ocupada no setor agrícola, foram coletados de Freitas et al. (2007), e novamente foi utilizada a interpolação pela taxa geométrica de crescimento para o preenchimento completo da série no período de 1974 a 2005.

Todas as estimações econométricas foram realizadas com o uso do *software* estatístico Eviews 5.

Resultados e discussões

Por meio dos procedimentos de Johansen (1988) e Johansen e Juselius (1990), mostram-se,

na Tabela 1, os resultados das estimações das relações dadas pela equação (2), ou seja, os testes de cointegração do PIB agropecuário, com relação às séries de investimentos em infraestrutura.

Pela Tabela 1, percebe-se que, para a variável de investimentos em rodovias, os resultados dos testes do traço e do máximo autovalor são contraditórios. Nesta e em outras situações em que isso ocorreu, foram considerados os resultados dos testes do traço. O sinal da elasticidade foi coerente com o esperado. Conforme o coeficiente obtido, para cada 1% de aumento nos investimentos em rodovias, o PIB agropecuário aumenta, em média, 0,08%. O parâmetro, porém, não foi estatisticamente diferente de

Tabela 1. Resultados dos testes de cointegração entre as séries $LPTF_t$ e as séries de infraestrutura⁽¹⁾.

Variável	Elasticidade	Termos deterministas no vetor de cointegração		Hipótese nula	Estatística do teste do traço	Hipótese nula	Estatística do teste do máximo autovalor
		Tendência	Constante				
LROD _t	0,08	-	10,67	r = 0	19,08*	r = 0	13,07 ^{ns}
				r ≤ 1	6,00 ^{ns}	r = 1	6,00 ^{ns}
LFE _t	-	-	-	r = 0	10,79 ^{ns}	r = 0	8,44 ^{ns}
				r ≤ 1	2,34 ^{ns}	r = 1	2,34 ^{ns}
LPOR _t	-	-	-	r = 0	12,47 ^{ns}	r = 0	8,02 ^{ns}
				r ≤ 1	4,45 ^{ns}	r = 1	4,45 ^{ns}
LEE _t	0,65	-0,04	-	r = 0	28,56**	r = 0	17,90 ^{ns}
				r ≤ 1	10,66 ^{ns}	r = 1	10,66 ^{ns}
LPES _t	1,72	-	-	r = 0	24,37***	r = 0	24,36***
				r ≤ 1	0,006 ^{ns}	r = 1	0,006 ^{ns}
LIR _t	-	-	-	r = 0	15,05 ^{ns}	r = 0	10,41 ^{ns}
				r ≤ 1	4,63 ^{ns}	r = 1	4,63 ^{ns}
LARM _t	0,95	-	-	r = 0	19,45***	r = 0	18,54***
				r ≤ 1	0,90 ^{ns}	r = 1	0,90 ^{ns}

⁽¹⁾ Os sinais das elasticidades e dos termos deterministas são os das relações de longo prazo obtidas a partir dos vetores de cointegração, e não os dos elementos dos próprios vetores (que possuem sinais inversos). O mesmo vale para todos os testes de cointegração expostos na sequência.

ns: estatisticamente não significativo.

*, ** e ***: estatisticamente significativo a 10%, 5% e 1%, respectivamente.

Nota: LROD_t, LFE_t, LPOR_t, LEE_t, LPES_t, LIR_t e LARM_t: investimentos em rodovias, ferrovias, portos, energia elétrica, pesquisa agrícola, irrigação e armazenagem, em logaritmos, respectivamente.

Fonte: resultados da pesquisa.

zero, como se pôde constatar por meio do valor da estatística LR⁵, o que limita tal interpretação. Já as séries de investimentos em ferrovias e portos não cointegraram.

A série de energia elétrica cointegrou com o PIB agropecuário, assim como a variável de pesquisa agropecuária. Assim, pôde-se concluir que investimentos em energia elétrica e em pesquisa possuem condições para conduzir a uma elevação na produção. Já as variáveis de irrigação e de armazenagem acusaram comportamentos distintos nas estimações: a primeira não cointegrou com o PIB agropecuário, nem mesmo a 10% de significância, enquanto a variável de armazenagem agrícola respondeu positivamente à detecção de cointegração com o PIB agropecuário.

Já a Tabela 2 expõe os resultados de cointegração do PIB agropecuário com as séries de crédito rural e de educação, a fim de também detectar evidências de relação de longo prazo, conforme a equação (2).

Nota-se, por meio da Tabela 2, que as duas séries cointegraram. Com relação ao crédito rural, para cada 1% de elevação média no crédito rural, ocorre um aumento de 0,06% no PIB agropecuário. Todavia, essa interpretação fica prejudicada pelo fato de o teste LR não garantir, estatisticamente, que tal parâmetro é dife-

rente de zero. Sendo assim, não há garantia para a sustentação do argumento de que o crédito rural acompanhou, no longo prazo, o PIB agropecuário; segundo Sant'Anna e Ferreira (2006), até meados da década de 1990, os recursos de crédito rural estiveram mais associados a investimentos especulativos do que aos produtivos. Quanto à educação dos trabalhadores ocupados nas zonas rurais brasileiras, percebe-se que o aumento médio de 1% nos anos de escolaridade deles produz uma elevação de 0,60% no produto do setor agropecuário, a longo prazo.

Relações de longo prazo da PTF da agropecuária brasileira

A evolução da série da PTF da agropecuária brasileira foi obtida segundo os procedimentos explicados no item Metodologia. A Figura 1 expõe a variação da série no período estudado.

O índice da PTF alcança seus maiores valores ao longo da década de 1980 e no início de 2000. De modo geral, pode-se dizer que houve ganhos na PTF do setor agropecuário brasileiro no intervalo em análise. A evolução média da PTF alcançou seu maior valor na década de 1980. No período de 1980 a 1989, por exemplo, a expansão alcançou 2,53%, contra 0,47% do período inteiro.

Tabela 2. Resultados dos testes de cointegração entre as séries *LPIB_t* e as séries de crédito rural e educação.

Variável	Elasticidade	Termos deterministas no vetor de cointegração		Hipótese nula	Estatística do teste do traço	Hipótese nula	Estatística do teste do máximo autovalor
		Tendência	Constante				
LCRED _t	0,06	-	-	r = 0	21,08**	r = 0	20,02**
				r ≤ 1	1,06 ^{ns}	r = 1	1,06 ^{ns}
LEDC _t	0,60	-	8,18	r = 0	33,20***	r = 0	24,84***
				r ≤ 1	8,36 ^{ns}	r = 1	8,36 ^{ns}

ns: estatisticamente não significativo.

** e ***: estatisticamente significativo a 5% e 1%, respectivamente.

Nota: LCRED_t e LEDC_t: crédito rural e anos de escolaridade dos trabalhadores agrícolas, em logaritmos, respectivamente.

Fonte: resultados da pesquisa.

⁵ Os resultados dos testes LR (razão de verossimilhança) de significância dos parâmetros do vetor de cointegração foram omitidos em virtude da limitação de espaço.

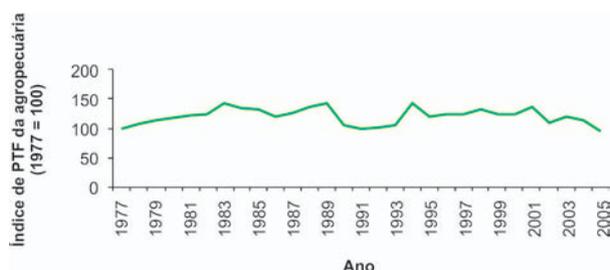


Figura 1. Evolução da PTF da agropecuária brasileira: 1977–2005.

Fonte: Resultados da pesquisa.

Da mesma forma que os procedimentos anteriores, foi feita, em primeiro lugar, a especificação dos modelos VAR bivariados [agora conforme a relação (3)], com as defasagens adequadas e as inclusões dos termos determi-

nistas. A partir de então, foram realizados os testes de cointegração segundo Johansen (1988) e Johansen e Juselius (1990).

Os resultados da Tabela 3 indicam se houve cointegração entre a PTF e as variáveis de infraestrutura.

Observa-se que o aumento médio de 1% nos investimentos em rodovias e portos levaria a elevações de 0,55% e 0,15%, respectivamente, na PTF a longo prazo. Percebeu-se ainda que, desta vez, ao contrário do observado na análise para o PIB agropecuário, a significância estatística do parâmetro dos investimentos em rodovias foi validada pelo teste LR, a 5% de significância, o que indica que a produtividade agrícola responde positivamente aos investimentos federais

Tabela 3. Resultados dos testes de cointegração entre as séries $LPTF_t$ e as séries de infraestrutura.

Variável	Elasticidade	Termos deterministas no vetor de cointegração		Hipótese nula	Estatística do teste do traço	Hipótese nula	Estatística do teste do máximo autovalor
		Tendência	Constante				
LROD _t	0,55	-	-4,08	r = 0	18,79*	r = 0	12,35 ^{ns}
				r ≤ 1	6,43 ^{ns}	r = 1	6,43 ^{ns}
LFER _t	-0,31	-0,05	-	r = 0	24,98*	r = 0	18,87*
				r ≤ 1	6,12 ^{ns}	r = 1	6,12 ^{ns}
LPOR _t	0,15	-	-0,77	r = 0	19,23*	r = 0	14,36*
				r ≤ 1	4,37 ^{ns}	r = 1	4,37 ^{ns}
LEE _t	0,64	-	-6,48	r = 0	20,50*	r = 0	12,88 ^{ns}
				r ≤ 1	7,61 ^{ns}	r = 1	7,61 ^{ns}
LPES _t	1,66	-0,01	-	r = 0	28,18**	r = 0	16,79 ^{ns}
				r ≤ 1	11,38 ^{ns}	r = 1	11,38 ^{ns}
LIR _t	-	-	-	r = 0	16,81 ^{ns}	r = 0	10,32 ^{ns}
				r ≤ 1	6,49 ^{ns}	r = 1	6,49 ^{ns}
LARM _t	-0,70	-	8,13	r = 0	25,69**	r = 0	20,57**
				r ≤ 1	5,12 ^{ns}	r = 1	5,12 ^{ns}

ns: estatisticamente não significativo.

* e **: estatisticamente significativo a 10% e 5%, respectivamente.

Nota: LROD_t, LFER_t, LPOR_t, LEE_t, LPES_t, LIR_t e LARM_t: investimentos em rodovias, ferrovias, portos, energia elétrica, pesquisa agrícola, irrigação e armazenagem, em logaritmos, respectivamente.

Fonte: resultados da pesquisa.

em estradas. Ocorreu também um sinal incoerente com relação ao investimento federal em ferrovias; o fato de vários ramais ferroviários terem sido desativados no período de 1960 a 1995 pode ter dificultado a observação de uma relação direta a longo prazo entre investimentos públicos em ferrovias e a PTF da agropecuária.

Já para o caso de armazenagem, cuja relação com a PTF também evidenciou um sinal contrário ao esperado, é provável que o fato de boa parte da infraestrutura de armazenagem estar localizada em áreas urbanas (MENDES; TEIXEIRA, 2006) possa explicar o resultado. No caso da variável de investimentos em irrigação, é provável que a limitação provocada pela necessidade de interpolação da série de proporção de áreas irrigadas do total de terras utilizadas (já comentada anteriormente) possa ter colaborado para a inexistência de cointegração. Por fim, energia elétrica e pesquisa agropecuária, assim como no caso do PIB, também cointegraram com a PTF, em relações que novamente apresentaram sinais de acordo com o esperado.

A repetição do processo utilizado em testes anteriores – a correta especificação dos dois modelos VAR bivariados conforme (3) – antecedeu a estimação dos testes de cointegração da PTF com crédito rural e educação. Concluído o procedimento, foram realizados os testes, cujos resultados estão expostos na Tabela 4.

Não é identificada qualquer relação de longo prazo entre a PTF e o crédito rural (tanto pelo teste do traço quanto pelo do máximo autovalor, como mostra a Tabela 4). Assim, é mais prudente considerar que, a longo prazo, as melhorias ligadas à concessão de crédito rural não tenham exercido consideráveis efeitos sobre a PTF da agropecuária brasileira. E, com relação à educação dos trabalhadores do setor agropecuário, verifica-se que uma elevação média de 1% nos anos de escolaridade desses trabalhadores promove um aumento de 1,09% na produtividade dos fatores.

Conclusões

Comprova-se que, no período de estudo (1974 a 2005), investimentos em energia elétrica, pesquisa agrícola e armazenagem aumentaram o PIB agropecuário a longo prazo, sendo o efeito exercido pela pesquisa agrícola o maior entre os observados. O aperfeiçoamento da educação dos trabalhadores agrícolas exerce impacto positivo sobre o produto agropecuário; já o investimento em rodovias, ferrovias, portos e irrigação, além de crédito rural, não mantém relação de longo prazo, no período estudado, com o PIB da agropecuária.

Entre 1980 e 1989, a PTF obteve taxa de crescimento de 2,53%, contra 0,47% do período inteiro. Com exceção dos investimentos em ferrovias e irrigação, todos os demais determi-

Tabela 4. Resultados dos testes de cointegração entre as séries $LPTF_t$ e as séries de crédito rural e educação.

Variável	Elasticidade	Termos deterministas no vetor de cointegração		Hipótese nula	Estatística do teste do traço	Hipótese nula	Estatística do teste do máximo autovalor
		Tendência	Constante				
LCRED _t	-	-	-	r = 0	13,33 ^{ns}	r = 0	10,05 ^{ns}
				r ≤ 1	3,27 ^{ns}	r = 1	3,27 ^{ns}
LEDC _t	1,09	-	-4,32	r = 0	20,56 ^{**}	r = 0	16,58 ^{**}
				r ≤ 1	3,98 ^{ns}	r = 1	3,98 ^{ns}

ns: estatisticamente não significativo.

** : estatisticamente significativo a 5%.

Nota: LCRED_t e LEDC_t: crédito rural e anos de escolaridade dos trabalhadores agrícolas, em logaritmos, respectivamente.

Fonte: resultados da pesquisa.

nantes de infraestrutura têm relação de longo prazo com a PTF da agropecuária. Novamente, o impacto positivo exercido pela variável pesquisa agrícola é o maior, seguido pelos efeitos dos investimentos em energia elétrica, em rodovias e em portos. Educação também mantém relação positiva de cointegração com a PTF da agropecuária, ao contrário de investimentos em ferrovias e armazenagem, cujas elasticidades apresentam sinal negativo. Crédito rural também não cointegra com a produtividade agrícola.

Conclui-se, assim, que é fundamental que o governo acelere a realização de investimentos em infraestrutura e aprimore a educação rural, a fim de estimular a expansão do produto e aumentar a produtividade da agropecuária brasileira.

Referências

- ANFAVEA. Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores. **Estatísticas**. Disponível em: <<http://www.anfavea.com.br/tabelas2000.html>>. Acesso em: 20 jan. 2009.
- BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Anuário Estatístico do Crédito Rural 2007**. Brasília, 2007. Disponível em: <<http://www.bcb.gov.br/?RELRURAL2007>>. Acesso em: 20 out. 2008.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Evolução da capacidade estática dos armazéns cadastrados**. Série histórica. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/armazenagem/serie_historica.xls>. Acesso em: 15 out. 2008.
- EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Consumo final e conservação de energia elétrica (1970-2005)**. Brasília, DF, 2006.
- ENDERS, W. **Applied econometric time series**. New York: John Wiley, 1995.
- FERREIRA, P. C.; MALLIAGROS, T. G. Impactos produtivos da infraestrutura no Brasil: 1950-1995. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, Rio de Janeiro, v. 2, p. 315-338, 1998.
- FGV. Fundação Getúlio Vargas. **Índice de preços ao consumidor**. Disponível em: <<http://fgvdados.fgv.br>>. Acesso em: 17 dez. 2008.
- FREITAS, C. A.; BACHA, C. J. C.; FOSSATTI, D. M. Avaliação do desenvolvimento do setor agropecuário no Brasil: período de 1970 a 2000. **Economia e Sociedade**, Campinas, v. 16, n. 1, p. 111-124, 2007.
- GASQUES, J. G.; VILLA VERDE, C. M.; BASTOS, E. T. Gastos públicos em agricultura: retrospectiva e prioridades. **Revista Economia**, Brasília, DF, v. 7, n. 4, p. 209-237, 2006.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Bases de Dados Agregados**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 11 set. 2008.
- IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Ipedata**. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br>>. Acesso em: 5 set. 2008.
- JOHANSEN, S. Statistical analysis of cointegrating vectors. **Journal of Economic Dynamics and Control**, Amsterdam, v. 12, p. 231-254, 1988.
- JOHANSEN, S.; JUSELIUS, K. Maximum likelihood estimation and inference on cointegration with applications to the demand for money. **Oxford Bulletin of Economics and Statistics**, Oxford, v. 52, p. 169-210, 1990.
- JONES, C. I. **Introdução à teoria do crescimento econômico**. Rio de Janeiro: Campus, 2000.
- LIMA, J. E. F. W.; FERREIRA, R. S. A.; CHRISTOFIDIS, D. **O uso da irrigação no Brasil**. Disponível em: <<http://www.cf.org.br/cf2004/irrigacao.doc>>. Acesso em: 8 set. 2008.
- LUCAS, R. Making a miracle. **Econometrica**, Evaston, v. 61, n. 2, p. 251-272, 1993.
- LUCAS, R. On the mechanics of economic development. **Journal of Monetary Economics**, Amsterdam, v. 22, p. 3-42, 1988.
- MANKIW, N. G.; ROMER, D.; WEIL, D. N. A contribution to the empirics of economic growth. **The Quarterly Journal of Economics**, Cambridge, v. 107, n. 2, p. 407-437, 1992.
- MENDES, S. M.; TEIXEIRA, E. C. Efeitos dos investimentos em infraestrutura na produtividade total dos fatores na agricultura. In: TEIXEIRA, E. C.; BRAGA, M. J. (Ed.). **Investimento e crescimento econômico no Brasil**. Viçosa: UFV-DER, 2006.
- PIRES, M. C. C. **Crédito e crescimento econômico: evidências para os municípios brasileiros**. In: ENCONTRO DE ECONOMIA DA REGIÃO SUL – ANPEC SUL, 8., 2005, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Anpec, 2005.
- SANT'ANNA, A. A.; FERREIRA, F. M. R. Crédito Rural: da especulação à produção. **Visão do Desenvolvimento**, Rio de Janeiro, n. 11, 2006.
- SOLOW, R. M. Technical change and the aggregate production function. **Review of Economics and Statistics**, Amsterdam, v. 39, n. 8, p. 312-320, 1957.