

A PRODUTIVIDADE TOTAL DOS FATORES NA AGRICULTURA - UMA ANÁLISE DE QUEBRA ESTRUTURAL

Total factor productivity in brazilian agriculture – an analysis of structural break

Autor(es): Gasques, J. G.; Bacchi, M. R.; Rodrigues, L.; Bastos, E. T.; Valdes, C.

Filiação: Mapa/Ipea; Esalq/USP; Esalq/USP; Mapa; ERS/USDA.

E-mail: jose.gasques@agricultura.gov.br; mrpbacch@usp.br; lurodrig2209@gmail.com; eliana.bastos@agricultura.gov.br; cvaldes@ers.usda.gov.

Grupo de Pesquisa: Comercialização, Mercados e Preços.

Resumo

Este trabalho atualiza uma série de produtividade total dos fatores (PTF) para a agricultura brasileira e analisa um problema que tem preocupado vários analistas. Trata-se de verificar se há evidências da desaceleração do crescimento da produtividade. Vários trabalhos realizados por técnicos do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) e outros pesquisadores têm tratado desse tema. No Brasil há também esse tipo de preocupação, e este trabalho procura verificar se temos evidências da desaceleração ao longo de uma série longa de anos. A partir do cálculo dos indicadores de PTF para o período 1975-2014, foram aplicados testes econométricos para verificar possível ocorrência da perda de continuidade do crescimento da produtividade. Concluiu-se que a agricultura não tem apresentado tendência de perda do ritmo de crescimento. Ao contrário, verificou-se que a década de 1990 foi decisiva para o crescimento, e que a partir dela a produtividade passou a crescer a taxas maiores do que vinha crescendo – até 1997, a média de crescimento anual da PTF foi de 3,02%, e a partir desse ano passou a crescer a 4,28%. O trabalho aponta alguns condicionantes que motivaram essa mudança da taxa de crescimento, e entre outros, destaca os investimentos em pesquisa, mudanças tecnológicas ocorridas, a estabilização econômica a partir de 1994, crescimento do consumo interno e a expansão das exportações do agronegócio.

Palavras-chave: PTF, agricultura, Brasil, quebra estrutural

Abstract

This paper updates a series of total factor productivity (TFP) for Brazilian agriculture and analyzes a problem that has worried many analysts. This is to check for evidence of the slowdown in productivity growth. Several studies carried out by experts from the United States Department of Agriculture (USDA) and other researchers have addressed this issue. In Brazil there are such concerns, and this paper seeks to verify if we have evidence of deceleration over a long number of years. From the calculation of TFP indicators for the period 1975-2014, were applied econometric tests to check possible occurrence of loss of continuity of productivity growth. It was concluded that agriculture has not shown the growth rate loss trend. Rather, it was found that the 1990s was decisive for growth, and that from her productivity has to grow at higher rates than had been growing - until 1997, the average annual TFP growth was 3.02%, and from that year began to grow at 4.28%. The paper points out some conditions that led to this change in the growth rate, and among others, highlights the investments in research, technological changes that have occurred, the economic

stabilization since 1994, growth in domestic consumption and export expansion of agribusiness

Key words: *TFP, Agriculture, Brazil, structural break*

1. Introdução

Nas últimas décadas, variações climáticas, como excesso ou falta de chuvas, geadas ou outros eventos, provocaram reduções acentuadas na produção agropecuária. As perdas de grãos no período 1977-2015, estimadas por meio das informações da Conab (2015), são de aproximadamente 40 milhões de toneladas, considerando as ocorridas em 1983, 1986, 1990, 1996 e 2009. Em alguns desses anos se observou a ocorrência de evento climático isolado, mas em geral houve, na maior parte dos casos, uma combinação de eventos, com secas na época plantio e excesso de chuvas na colheita.

Do mesmo modo, mudanças econômicas relacionadas a planos de estabilização, política de financiamento, investimentos em pesquisa e outros podem ter alterado a tendência de crescimento da produtividade.

A literatura tem apresentado vários e interessantes trabalhos analisando a possibilidade de desaceleração motivada por esses eventos e pela dificuldade de manutenção dos ganhos de produtividade até então observado devido a restrições tecnológicas e biológicas. Fuglie (2008), por exemplo, conclui que, ao contrário das diversas percepções, não há evidências de desaceleração da produtividade total dos fatores (PTF), ao menos até o período avaliado pelo autor. Ao contrário, ele verificou a presença de aceleração da produtividade devido, em grande parte, ao rápido crescimento dos ganhos de produtividade em países em desenvolvimento como o Brasil e China. Contudo, os resultados mostram clara evidência de desaceleração no investimento agrícola. Ele afirma que a base de recursos ainda estava crescendo, mas a uma taxa mais lenta do que no passado¹.

Na mesma linha, trabalho publicado em 2013 mostrou que a agricultura dos Estados Unidos passou após a Segunda Guerra Mundial por dois tipos de mudança estrutural que afetaram a produtividade agrícola. Primeiro, foi identificada uma alteração na tendência de crescimento em 1974. Antes desse ano, a produtividade crescia a uma taxa anual de 1,71%, mas essa taxa se desacelerou para 1,56% ao ano após essa data. Um tipo diferente de mudança estrutural ocorreu em 1985 quando os autores observaram um deslocamento para cima da produtividade, porém a taxa de crescimento permaneceu inalterada. A taxa de crescimento anual, 1,56%, persistiu após o breakpoint de 1985 (BALL, SCHIMMELPFENNING, E WANG, 2013).

Ainda referente à agricultura americana, Wang et al. (2015) não encontraram evidência estatística de recente desaceleração da produtividade. Entretanto, os autores mostraram-se apreensivos com as pressões orçamentárias feitas pelo governo que restringiram os investimentos públicos em pesquisa, extensão e infraestrutura, que poderão limitar o crescimento da PTF no futuro.

Não conhecemos trabalhos que tenham se preocupado com essa questão no Brasil. Por isso, este estudo tem como objetivo identificar se mudanças de tendência da produtividade foram observadas na agricultura brasileira ao longo das últimas décadas. Além de uma análise descritiva do tema tomada a partir da avaliação e cálculo dos índices adotados para mensurar a produtividade, utilizou-se e uma abordagem quantitativa com o emprego de ferramentas de

¹ Ver também Fuglie, K. O.; Wang, S. L.; Ball, V. E. (2012)

séries temporais para a identificação de possíveis mudanças estruturais na evolução da produtividade da agropecuária no país.

2. Produtividade e Crescimento

O conceito de produtividade utilizado é o de produtividade total dos fatores (PTF), definida como a relação entre o produto agregado e os insumos usados na produção. A literatura tem destacado a superioridade desse indicador em relação aos indicadores de produtividade parcial, como produto por área e produto por trabalhador empregado.

Neste trabalho, o produto é resultado da agregação das lavouras temporárias, que representam 31 produtos, lavouras permanentes, com 24 produtos, produção animal, 8 atividades, e pecuária, 3 produtos. Os insumos correspondem à terra (lavouras + pastagens), mão de obra e capital, mensurado a partir da agregação de máquinas agrícolas automotrizes, tratores, colheitadeiras, retroescavadeiras, cultivadores, fertilizantes e defensivos.

Para o cálculo do índice, são utilizados dados publicados pelo IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, ANFAVEA - Associação nacional dos fabricantes de veículos automotores, SINDIVEG - Sindicato nacional da indústria de produtos para defesa vegetal, POTAFOS nutrientes, e FGV – Fundação Getúlio Vargas para o período de 1975 a 2014. A agregação para formar o índice de produto e o índice de insumos foi realizada pelo índice de Tornqvist. A relação entre o numerador, que é o índice de produto, e o denominador, que representa os insumos, resulta na produtividade total dos fatores. Feita essa rápida descrição conceitual sobre a forma de obtenção da PTF, passa-se a apresentar os resultados obtidos².

O produto da agropecuária cresceu mais de quatro vezes entre 1975 e 2014. Seu índice passou de 100 para 441 entre esses anos. Tanto na produção agrícola como na pecuária, o país passou por transformações enormes nesse período. A produção de grãos teve forte elevação, e também a produção pecuária e a produção animal. Esta registrou elevação na produção de leite, ovos de galinha e de mel. Na pecuária, houve grande aumento na produção de carnes, especialmente bovina e aves.

Ao longo do período analisado, constatou-se acentuada mudança na composição da produção agropecuária, diversos produtos, como café, arroz, milho, carne bovina e suína, perderam participação no valor total da produção. Outros ganharam participação, como o caso das frutas, cana-de-açúcar, soja, leite, ovos, carne de frango e laranja. Essa mudança trouxe aumento do valor agregado devido a maior incorporação de tecnologia. Mesmo produtos considerados tradicionais quanto ao sistema de produção, passaram a incorporar novo conteúdo tecnológico.

Outra mudança importante ocorrida no período desta análise e que tem forte repercussão sobre a produtividade é o deslocamento espacial das atividades, obtidos a partir da recente divulgação dos dados da Produção Agrícola Municipal – PAM (IBGE, 2014). Os grandes municípios produtores de grãos localizam-se em regiões como o Centro-Oeste, parte do Norte e Nordeste, onde há possibilidade de cultivos em áreas grandes.

Na Figura 1, que representa a utilização de insumos, fica nítida a tendência de elevação do consumo de fertilizantes, expansão da área de lavouras e do uso de máquinas, e a redução da mão de obra ocupada.

² Há uma detalhada apresentação sobre a obtenção do índice de PTF em Gasques, J.G. e Conceição, J. (2001)

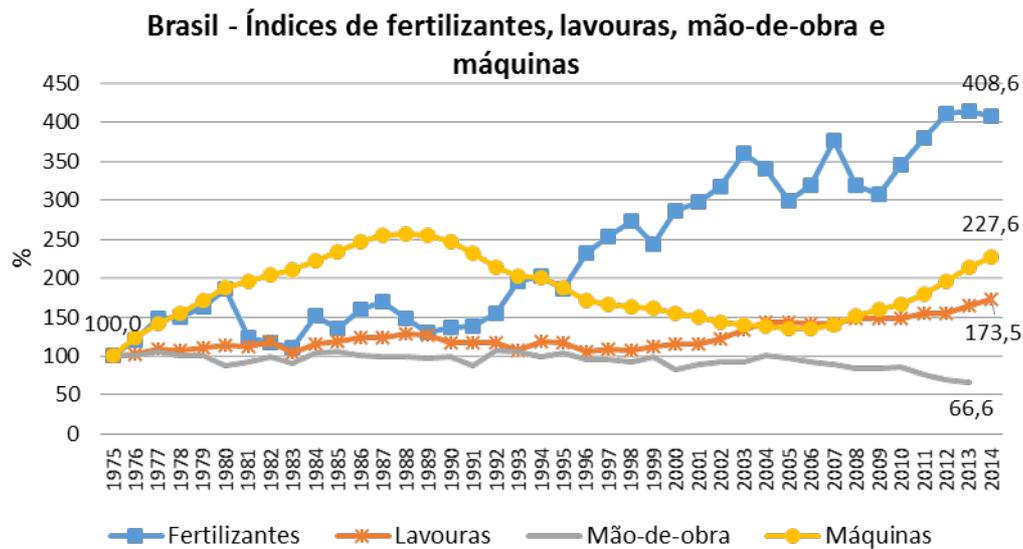


Figura 1: Utilização de insumos no Brasil (1976-2014)

Fonte: elaborado a partir de dados da pesquisa.

No período 2000 a 2014, o consumo de fertilizantes aumentou 113,0%, que corresponde a uma taxa anual de crescimento de 4,8%. A área de lavouras, no caso as temporárias, expandiu-se em 25,0 milhões de hectares nesses últimos 15 anos, sendo que mais de 60,0% desse crescimento ocorreu em direção ao Centro-Oeste. Destaca-se também na Figura 1, o aumento da quantidade de máquinas agrícolas em uso, cujo crescimento atingiu 47,0% entre 2000 e 2014. Por fim, a quantidade de mão de obra ocupada mostra uma tendência de redução ao longo de todo o período representado (entre 2001 e 2014), por exemplo, a redução atingiu 2,0 milhões de pessoas ocupadas. Em 2014, o pessoal ocupado nas empresas em que as atividades agrícolas são a principal atividade, representa cerca de 14,0% do total do país. O ano de 2014 representou uma mudança da tendência de queda do emprego agrícola, mostrando um aumento de 400 mil pessoas ocupadas em relação a 2013 (PNAD, 2014).

Na Figura 2, são apresentadas áreas com lavouras e pastagens. As lavouras reúnem as permanentes e as temporárias, cuja área passou de 43,0 milhões de hectares em 1975 para 75,0 milhões em 2014. A área de pastagens é estimada em 166 milhões de hectares em 1975 e se reduz para 148 milhões no final do período. Como resultado, tem-se uma área total da agropecuária estimada em 224 milhões de hectares em 2014.

Brasil - Área com lavouras e pastagens

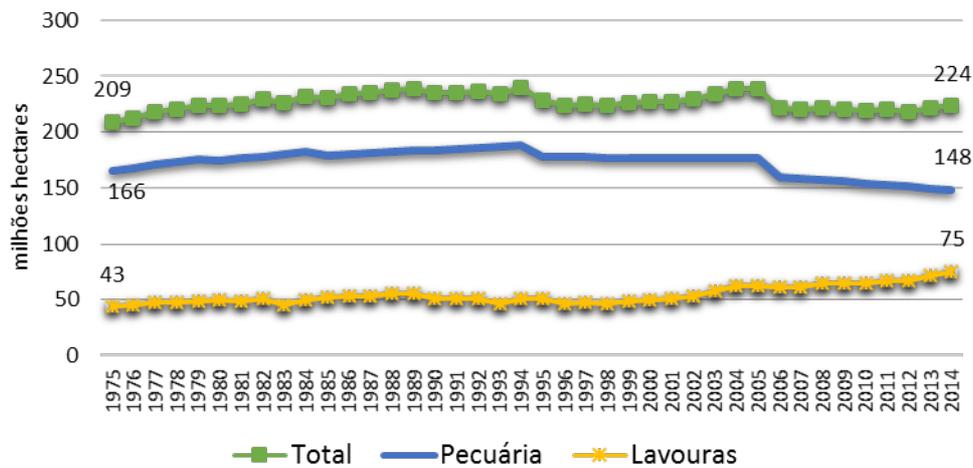


Figura 2: Áreas com lavouras e pastagens no Brasil (1976-2014)
Fonte: elaborado a partir de dados da pesquisa.

Apresentado esse quadro geral sobre os cálculos da produtividade total dos fatores, apresentam-se na Tabela 1 os resultados para o crescimento do produto, da PTF e das informações sobre os insumos. Para fins de ilustração, são apresentadas também as estimativas da PTF e demais indicadores para décadas intermediárias desde o início da série até 2014.

O produto da agropecuária cresceu em média 3,83% ao ano entre 1975 e 2014. Nos anos mais recentes, 2000-2009, esse crescimento atingiu 5,18% e, no período 2000 - 2014, registrou 4,51%. O crescimento do índice de insumos tem sido baixo (-0,29% na média para o período considerado). Como vários trabalhos têm mostrado, esse resultado evidencia que a agricultura tem crescido principalmente pelos ganhos de produtividade. Isso pode ser verificado pela taxa de crescimento anual da PTF, que alcançou 3,53% entre 1975 e 2014 (tabela 1).

No período analisado, as menores taxas de crescimento da PTF ocorreram nas décadas de 1980 e 1990, períodos em que houve predomínio do crescimento por expansão de área rumo às novas regiões. A partir dos anos 1990, entretanto, a PTF voltou a apresentar crescimento expressivo, atingindo 3,96% na década de 2000 e 4,0% no período 2000-2014. A Figura 3 ilustra o comportamento do produto e dos insumos no período analisado³.

³ para uma análise detalhada da PTF por tamanho de estabelecimento, ver HELFAND, MAGALHÃES E RADA, 2015.

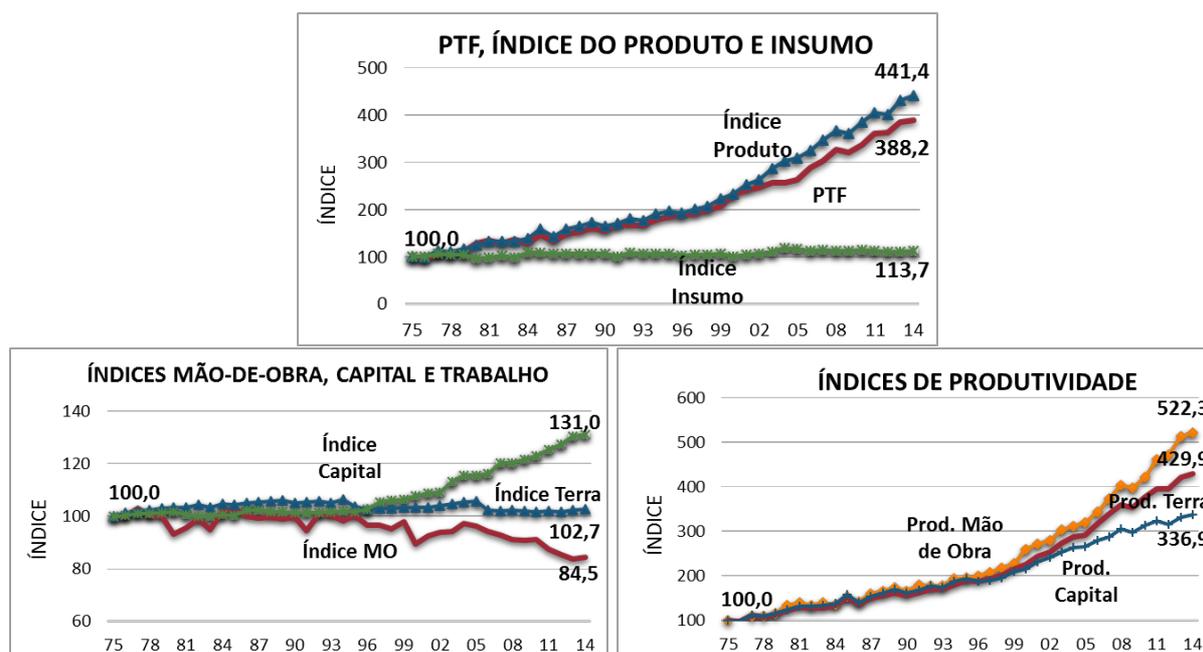


Figura 3: PTF, Índices de Produto, Insumo, Mão de obra, Capital, Trabalho e Produtividade no Brasil (1976-2014)

Fonte: elaborado a partir de dados da pesquisa.

Verificando os resultados sobre os índices de mão de obra, terra e capital, vê-se como principal traço a tendência de redução do emprego de mão de obra e terra, e o aumento do uso de capital. Essa foi uma importante transformação da agricultura em direção a sua modernização. As taxas de crescimento das produtividades desses fatores mostram que mão de obra e terra têm sido as principais fontes de crescimento da agricultura. Essas taxas têm aumentado e, no período 2000-2014, com a produtividade da mão de obra crescendo anualmente 5,32% e a produtividade da terra 4,7%.

Tabela 1: Produto, Insumos e Produtividade total dos Fatores no Brasil (períodos selecionados)

PERÍODO	Taxa anual de crescimento (%)					
	1975-2014	1975-1979	1980-1989	1990-1999	2000-2009	2000-2014
ÍNDICE PRODUTO	3,83	4,35	3,38	3,02	5,18	4,51
ÍNDICE INSUMOS	0,29	1,14	1,08	0,03	1,17	0,46
PTF	3,53	3,18	2,28	2,98	3,96	4,03
ÍNDICE MÃO DE OBRA	-0,35	0,07	0,62	-0,25	-0,03	-0,77
ÍNDICE TERRA	-0,01	0,76	0,3	-0,33	-0,22	-0,18
ÍNDICE CAPITAL	0,66	0,32	0,15	0,62	1,43	1,42
PRODUTIVIDADE						
PROD. MÃO DE OBRA	4,2	4,29	2,74	3,28	5,22	5,32
PROD. TERRA	3,85	3,57	3,07	3,36	5,41	4,7
PROD. CAPITAL	3,15	4,02	3,23	2,39	3,7	3,04

Fonte: elaborado a partir de dados da pesquisa.

Tabela 2 - Crescimento da PTF em países selecionados 2001-2009

Austrália	0,55
Estados Unidos	2,26
Argentina	1,22
Brasil	4,04
Rússia	4,29
China	2,83
Índia	2,08
Canadá	2,14
Nova Zelândia	3,14
Japão	2,43

Fonte: Fuglie et al (2012)

A Tabela 2, compara a produtividade para países selecionados no período 2001-2009. Note-se que Rússia e Brasil são os países que apresentam as maiores taxas de crescimento da PTF. O resultado para o Brasil, 4,04% ao ano, é muito parecido com o obtido neste trabalho, como se observa na Tabela 1.

3. A hipótese da desaceleração do crescimento da produtividade

3.1. - Mudança estrutural e evolução da taxa de crescimento da PTF no Brasil

A hipótese de redução na taxa de crescimento da PTF não fica evidente no caso brasileiro. Em verdade, os dados apresentados na Figura 4 indicam um aumento na taxa de crescimento da produtividade a partir do início da década de 90.

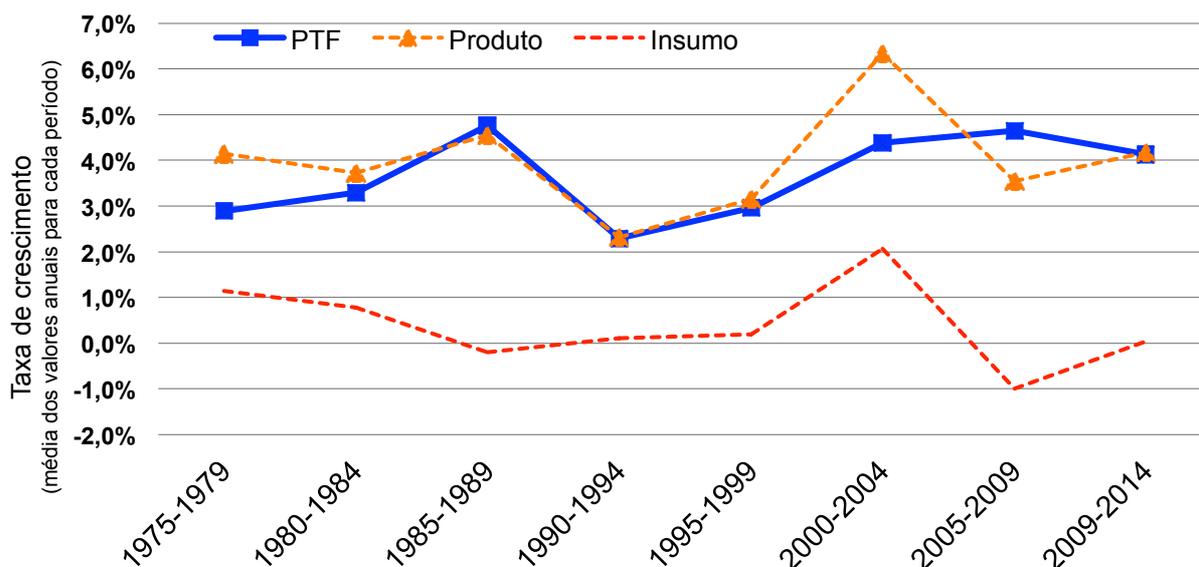


Figura 4. Média da taxa de crescimento anual da PTF no Brasil para períodos selecionados. Fonte: elaborado a partir de dados da pesquisa.

Nesse sentido, uma abordagem mais robusta para analisar a evolução da taxa de crescimento da PTF torna-se necessária.

Tomando-se o modelo de tendência linear especificado pela eq. (1), é possível estimar o coeficiente β e avaliar a existência de mudança estrutural na evolução da PTF.

$$\ln PTF = \alpha + \beta t + \varepsilon_t \quad (1)$$

Essa avaliação é conduzida a partir de testes para detectar mudanças no parâmetro que representa a taxa geométrica de crescimento da PTF, dado por:

$$\frac{d \ln PTF}{d t} = \beta \quad (2)$$

em que t representa o tempo e ε_t o erro aleatório.

3.1.1 – Estratégia empírica e estimativas obtidas

Os procedimentos econométricos adotados tiveram como ponto de partida a realização de testes de raiz unitária, visando avaliar a presença de tendência estocástica e identificar a ordem de integração da série.

Para avaliar se algumas das variáveis podem ser consideradas integradas de ordem 1, foram utilizados os testes DF-GLS (ELLIOTT, ROTHENBERG e STOCK 1996) e KPSS (KWIATKOWSKI et al. 1992). O teste DF-GLS foi escolhido porque é considerado uma versão mais eficiente do método proposto por Dickey e Fuller (1981). O teste KPSS, por sua vez, foi adotado como procedimento confirmatório, visando aumentar a eficiência da análise e garantir resultados mais robustos na identificação da ordem de integração da série avaliada.

Os resultados desses testes são apresentados na Tabela 3 e indicam que a presença de uma raiz unitária não pode ser rejeitada. Essa avaliação é essencial para nortear a estimação do modelo e selecionar os procedimentos mais adequados, evitando-se problemas de regressão espúria inicialmente apontados por Granger e Newbold (1974).

Tabela 3. Resultados dos testes para uma raiz unitária

Tipo de teste	Componente determinista	Nº de defasagens	Estatística do teste	Valores críticos ²		Conclusão
				5%	1%	
DF-GLS	tendência	1	-1,992	-3,190	-3,770	Não rejeita I(1)
	constante	0	1,504	-1,950	-2,626	Não rejeita I(1)
	nenhum ¹	1	5,972	-1,950	-2,627	Não rejeita I(1)
KPSS	tendência	4	0,181	0,146	0,216	Rejeita I(0)**
	constante	5	0,778	0,463	0,739	Rejeita I(0)***

Notas: ¹ na ausência de termos deterministas, o teste DF-GLS é equivalente ao proposto por Dickey e Fuller (1981). ² DF-GLS: valores críticos obtidos em Mackinnon (1996) para o modelo com constante e em Elliott et al. (1996) para o modelo com constante e tendência; KPSS: valores críticos obtidos em Kwiatkowski et al. (1992). Definição dos componentes auto-regressivos no teste DF-GLS foi realizada a partir do critério de informação de Schwarz - SBC (SCHWARZ, 1978). O teste KPSS, por sua vez, foi estimado utilizando o método espectral de Bartlett Kernel e o a seleção automática proposta por Newey e West (1994). ** e *** denotam, respectivamente, significância de 5% e 1%.

Dada a presença de componente estocástico na série analisada, procedeu-se a implementação do teste de quebra estrutural proposto por Zivot e Andrews (1992). Esse procedimento, a partir de modificações no método estruturado por Perron (1989), permite a identificação endógena do ponto de choque, garantindo, com isso, menor influência do pesquisador sobre os resultados obtidos. Para tanto, assume-se que a quebra estrutural ocorre em torno da hipótese alternativa e o ponto é selecionado tomando-se a data menos favorável à hipótese nula, que estabelece a presença de raiz unitária com *drift*.

Para a implementação do teste proposto por Zivot e Andrews (1992), foram avaliadas as três especificações apresentadas pelos autores: quebra estrutural com deslocamento no intercepto, quebra com alteração na tendência e mudança conjunta no intercepto e na tendência da série.

Inicialmente, foi estimado o modelo geral com a mudança de intercepto e tendência da série para o teste de Zivot e Andrews (1992). Os resultados obtidos sugerem a rejeição da hipótese nula; entretanto, as estatísticas obtidas indicaram a não significância do parâmetro associado à variável *dummy* utilizada para representar a mudança de intercepto.

Adicionalmente, a alteração no intercepto da PTF não encontra respaldo sob o ponto de vista técnico, já que não houve nenhuma modificação pontual significativa na tecnologia empregada no campo que fundamentasse uma mudança abrupta no nível da série avaliada em um determinado ano.

Considerando os argumentos apresentados e as estatísticas obtidas na estimação, o modelo geral decidiu-se pela implementação do teste de Zivot e Andrews (1992) com especificação que inclui apenas mudança estrutural na tendência da série. Os resultados do referido teste são apresentados na Tabela 4 e sugerem a rejeição da hipótese nula, com quebra estrutural em 1997.

Tabela 4 – Resultados para o teste Zivot-Andrews

Candidato a ponto de quebra ¹	Estatística do teste	Valores críticos ²		Conclusão
		5%	1%	
1997	-7,186	-4,93	-4,42	Rejeita I (1)***

Nota: ¹ a definição dos termos de aumento utilizados no teste seguiu a lógica proposta por Perron (1989) e adotada por Zivot e Andrews (1992): a partir de um número máximo $k_{\max}=3$, foi selecionada a maior defasagem k_s , cuja estatística do parâmetro estimado apresentou valor absoluto superior a 1,6 e, para $k_l > k_s$, a estatística foi inferior a 1,6 em valor absoluto. O lag selecionado foi 0 e o correlograma dos resíduos não indicou a presença de autocorrelação. ² valores críticos obtidos em Perron (1989). ³ conclusão a partir do valor crítico de 1%.

Dado que o teste proposto por Zivot e Andrews (1992) permite a identificação de apenas uma única quebra estrutural na série, procedeu-se à implementação do teste desenvolvido por Elliott e Müller (2006), denotado por qLL (*quase-Local Level*), visando avaliar a estabilidade dos parâmetros do modelo estimado e a presença de mudanças estruturais adicionais na série analisada.

Conceitualmente, o teste qLL adota como hipótese nula a estabilidade dos parâmetros no modelo, contra a hipótese alternativa que assume a possibilidade de variação dos coeficientes ao longo do tempo. A implementação do teste qLL foi realizada tomando-se o modelo especificado na eq. (1) com variável adicional para representar a alteração estrutural identificada de forma endógena pelo teste de Zivot e Andrews (1992):

$$\ln PTF_t = \alpha + \beta_1 t + \beta_2 dt + \varepsilon_t \quad (3)$$

em que dt assume valor dado por $(t - 1997)$ para cada ano $t > 1997$ e valor 0 para os demais anos.

Os resultados do teste qLL para a estrutura definida na eq. (3) são apresentados na Tabela 5. Os valores obtidos não indicam a rejeição da hipótese nula (parâmetros invariáveis ao longo do tempo). Os resultados sugerem, portanto, que não existe outra alteração estrutural na PTF.

Tabela 5 – Resultados do teste qLL aplicado no modelo especificado pelas eq. (3) e (4)

Estatística do teste	Valores críticos		Conclusão
	5%	1%	
-18,297	-19,84	-23,42	Não rejeita H_0 : coeficientes estáveis

Nota: ¹ a definição dos termos de aumento utilizados no teste foi dada a partir do critério de informação de Schwarz – SBC.

Esses resultados indicam, portanto, que a PTF é uma série tendência-estacionária com quebra estrutural no final da década de 90. De fato, a partir da Figura 5, é possível notar que houve uma alteração na taxa de crescimento da PTF a partir desse período.

Nesse contexto, a quantificação da taxa de crescimento da produtividade total dos fatores pode ser obtida tomando-se a estimativa do modelo apresentado na eq. (3) por meio do método de mínimos quadrados ordinários. Os coeficientes obtidos para a tendência são utilizados no cálculo da taxa geométrica de crescimento, dada por $[\exp(\beta_1)-1]$ para o período anterior à mudança estrutural e por $[\exp(\beta_1 + \beta_2)-1]$ para o segundo período.

Os resultados dessa estimativa são apresentados na Tabela 6 e indicam que a PTF exibiu taxa média de crescimento anual de 3,02% até 1997. A partir desse momento, houve uma mudança na trajetória da série, que passou a apresentar taxa de crescimento de 4,28%⁴. Adicionalmente, as estatísticas obtidas mostram que essa alteração se mostrou estatisticamente significativa a 1%.

Logo, não se pode aceitar a hipótese de desaceleração do crescimento da produtividade no Brasil no período 1975 a 2014.

⁴ Conforme indicado no texto, a taxa de crescimento é calculada tomando $\exp(b_1)-1$ para o período anterior a 1997 = $\exp(0,0298)-1 = 3,02\%$. Para o período posterior a 1997, o cálculo é dado por $\exp(b_1+b_2)-1 = \exp(0,0298+0,0121)-1 = 4,28\%$.

Tabela 6. Resultados da estimação do modelo por MQO

Variável	Coefficientes estimados	Estatística t
intercepto	4,627***	307,8952
t	0,0298***	28,7738
dt	0,0121***	5,5705
R^2 ajustado	0,991	
DW stat	1,395	
prob Q_2	0,516	
prob Q_4	0,392	
prob Q_6	0,320	

Nota: DW stat = refere-se a estatística do teste de Durbin-Watson. prob Q_n = probabilidade associada ao teste de Ljung-Box para diferentes defasagens n. *** denota significância de 1% para o teste t.

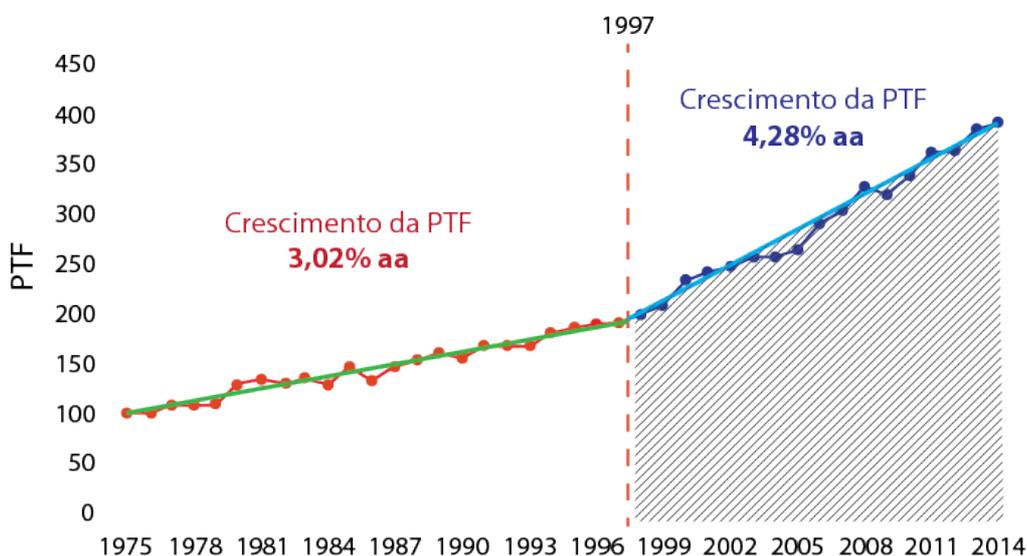


Figura 5. Evolução da PTF no Brasil (1975-2014)

Fonte: elaborado a partir de dados da pesquisa.

3.2. Fatores que podem ter promovido a mudança no comportamento da PTF

Mostrou-se que na trajetória de crescimento da PTF, o ano de 1997 marcou o ponto onde passa a mudar a curva de produtividade. Entre os fatores que podem ter provocado essa alteração, citam-se:

- I. Quadro geral em que o crescimento global da produtividade mundial acelerou-se após 1990 (Fuglie, K., 2008, p. 436). Como o Brasil é um país que tem fluxos fortes de comércio com outros países, os ganhos de produtividade ocorridos mundialmente podem ter criado, por meio do comércio, um ambiente mais competitivo e exigido esforços por ganhos de produtividade no país. Nessa linha, Keith (2008) mostra que, entre 1970 e 1989, a PTF mundial cresceu 0,87% ao ano, contra 1,58% ao ano entre 1990 e 2006. O autor destaca que os países que mais cresceram, tais como Brasil e China, foram os que investiram em pesquisa e adotaram políticas setoriais adequadas. Navarro (2015), mostra que, a partir de 1990, observou-se um ambiente mundial de crescimento do produto: no período 1981-1990, o crescimento anual da produção foi

de 2,1%; entre 1991 e 2000, essa taxa alcançou 2,2%; no período 2001 a 2012, a produção mundial registrou crescimento anual de 2,5%.

- II. Profundas alterações na condução da política agrícola e as mudanças macroeconômicas ocorridas nos anos 1990, especialmente o Plano de estabilização econômica de 1994 (Plano Real) e a mudança da política cambial de 1999. As alterações na política agrícola e na forma de atuação do Estado são evidenciadas pela enorme redução dos gastos públicos. Na década de 1990, os gastos públicos em agricultura totalizavam R\$ 303,4 bilhões. Esse montante correspondia ao que o governo federal gastava na execução dos principais programas da agricultura, como abastecimento, política de preços, política de crédito rural, pesquisa e defesa animal e vegetal, além dos dispêndios com a política agrária. Entre 2000 e 2009, os gastos públicos caíram para R\$ 197,26 bilhões, totalizando uma diferença entre os dois períodos de R\$ 106,0 bilhões. As mudanças realizadas tiveram como ponto principal a retirada do governo de várias e dispendiosas políticas, como a de crédito rural, em que o Estado era o principal financiador, e a política de comercialização, que cedeu espaço para a entrada da iniciativa privada. Foram criados vários instrumentos para isso de modo que as operações onerosas e de alto risco, como a estocagem, passassem a ser feitas principalmente pelo setor privado. No financiamento, o setor privado passou a ter intensa atuação, e o governo mudou as regras de sua participação, tendo como resultado um aumento do volume de recursos. A evolução dos recursos financeiros para a agropecuária reunindo os desembolsos a produtores e cooperativas e os financiamentos para a Agricultura Familiar mostra que, em valores reais, o total desembolsado passou de R\$ 69,0 bilhões em 1994 para R\$ 191,0 bilhões em 2014, um aumento de quase 3 vezes. A década de 1990 e os primeiros anos da década seguinte foram de reorientação da agricultura em direção a um caminho mais competitivo: criação da Lei Agrícola - Lei n. 8.171 de 1991; continuação da abertura dos mercados que iniciara em 1987 (Dias e Amaral, 2000, p. 230); criação de novos instrumentos de política agrícola e títulos do agronegócio; legislação sobre a subvenção econômica nas operações de crédito rural – Lei n. 8.427 de 1992; e criação do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar – Pronaf, por meio Decreto n. 1946 de 1996⁵. Como resultado desse conjunto de transformações, a produção de grãos saltou de 83,0 milhões de toneladas na safra 1989/1990, para 120,0 milhões na década seguinte (Conab, 2015).
- III. Efeito acumulado dos gastos com pesquisa e a descoberta de novas tecnologias. Um fluxo relativamente contínuo de recursos para a pesquisa foi canalizado para a Embrapa, em essencial para o avanço das pesquisas com a descoberta de novas tecnologias. Estima-se que o efeito acumulado da pesquisa provoca um aumento significativo sobre a produtividade total dos fatores. Verificou-se que, no período 1989 a 2012, o aumento de 1,0 % nos gastos com pesquisa da Embrapa trouxe um acréscimo de 0,16% na produtividade (Gasques et al, 2014).

⁵ O Anexo I detalha as principais mudanças ocorridas ao longo das últimas décadas.

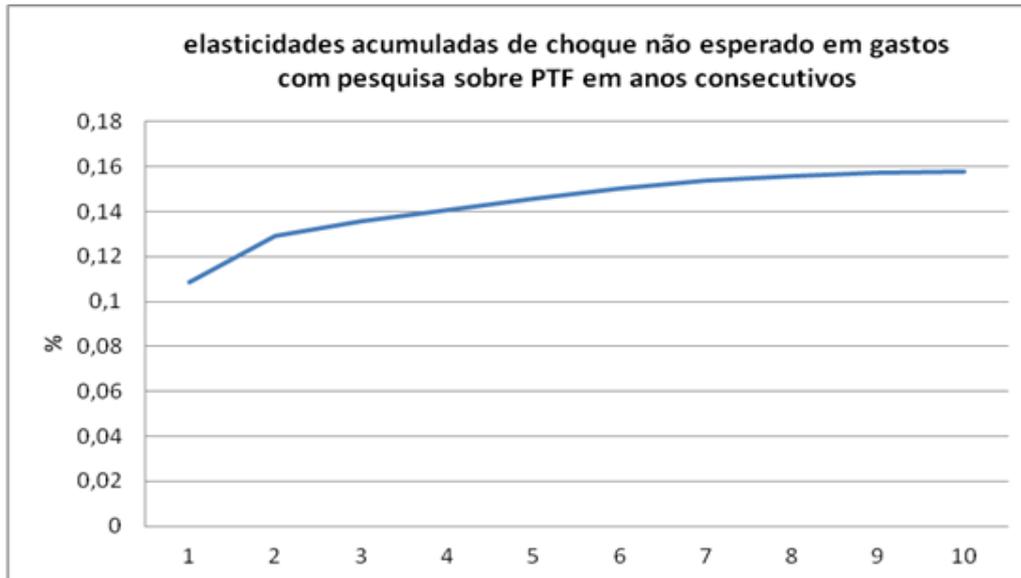


Figura 6. Elasticidades acumuladas de choque não esperado em gastos com pesquisa sobre PTF em anos consecutivos

Fonte: elaborado a partir de dados da pesquisa.

Entre as tecnologias que viabilizaram o aumento da produtividade da agricultura brasileira nesse período, destacam-se as seguintes:

- Viabilização da segunda safra de verão (safrinha)

A oferta ambiental em boa parte do Brasil permite a obtenção de duas safras por ano. Vislumbrando essa possibilidade, esforço foi feito em melhoramento genético, principalmente de soja e milho; algodão, sorgo e girassol também são opções. Para obter duas safras por ano, o melhoramento genético de soja teve que investir em precocidade, sem perder rendimento. Houve uma profunda alteração da época de plantio da soja que passou a ser semeada em início de outubro, com genótipos precoces de tipo de crescimento indeterminado, permitindo bom porte de planta na semeadura antecipada, com colheita em fevereiro, quando então é semeado o milho safrinha. O mesmo esforço em melhoramento genético realizado com a soja foi realizado com o milho, devido alteração na época de plantio e a necessidade de precocidade. Mesmo com o aumento da precocidade, os rendimentos têm se mantido crescentes, associados ao uso eficiente da terra.

- Resistência genética às principais doenças

Outro aspecto a ser relacionado é a resposta rápida do melhoramento de plantas a ocorrência de fatores restritivos à produção de soja como as doenças. Cultivares apresentando resistência genética foram ofertadas ao mercado pelos diferentes obtentores. Por outro lado, redes de avaliação foram realizadas, disponibilizando informações sobre a eficiência dos fungicidas e informações foram geradas quanto à tecnologia de aplicação de fungicidas. Esses aspectos, entre outros, são responsáveis pela estabilidade e aumentos dos rendimentos médios de soja no Brasil.

- Plantio Direto na palha e outras práticas de manejo sustentável

Durante as décadas de 1970 e 1980, a utilização de sistemas intensivos de preparo do solo nas áreas produtoras de soja trazia como consequência a intensificação dos processos erosivos e o

comprometimento da qualidade do solo pela redução do teor de matéria orgânica. Diante desse cenário, vários esforços foram feitos no sentido de desenvolver ações de pesquisa e de transferência de tecnologia, buscando contribuir para implantação e consolidação do sistema plantio direto (SPD) como ferramenta para o manejo sustentável da cultura da soja. Essa tecnologia, inovadora na época, iria revolucionar a agricultura brasileira. De acordo com resultados obtidos pela Embrapa Soja, a utilização do SPD em conjunto com as informações e tecnologias acima mencionadas proporcionou aumentos de até 30% produtividade das culturas, especialmente soja e milho. Desde 2006, a Embrapa tem atuado no desenvolvimento e adaptação de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) em diferentes regiões do Brasil. Os resultados obtidos têm demonstrado que, além de melhorar a qualidade do solo no SPD, a ILPF constitui-se em uma forma sustentável de intensificar a utilização da terra e, assim, aumentar a produção sem avançar sobre as áreas de vegetação nativa, particularmente os Cerrados e a Floresta Amazônica.

- IV. O mercado interno, a demanda internacional e a inserção do Brasil em produtos que agregam valor. O aumento das exportações agropecuárias e a expansão do mercado interno impulsionaram o crescimento da produção a partir da segunda metade dos anos 1990 e década de 2000. O valor das exportações do agronegócio passou de uma média de US\$ 18,3 bilhões na década de 1990, para US\$ 59,4 bilhões de 2000 a 2014. As exportações de carne tiveram em valor, aumento de quase dez vezes e a quantidade de cerca de três vezes (Mapa/Agrostat, 2015).
- V. Preço dos insumos - os preços reais de insumos como fertilizantes, defensivos e sementes mantiveram, em geral, tendência estável ou de leve queda. No caso dos fertilizantes, o consumo aparente aumentou entre 4 e 5 vezes entre 1990 e 2014. Como os insumos pesam muito nos custos de produção, a redução real de preços reflete-se na redução de custos, o que permite o aumento da produção com a mesma quantidade de insumos.

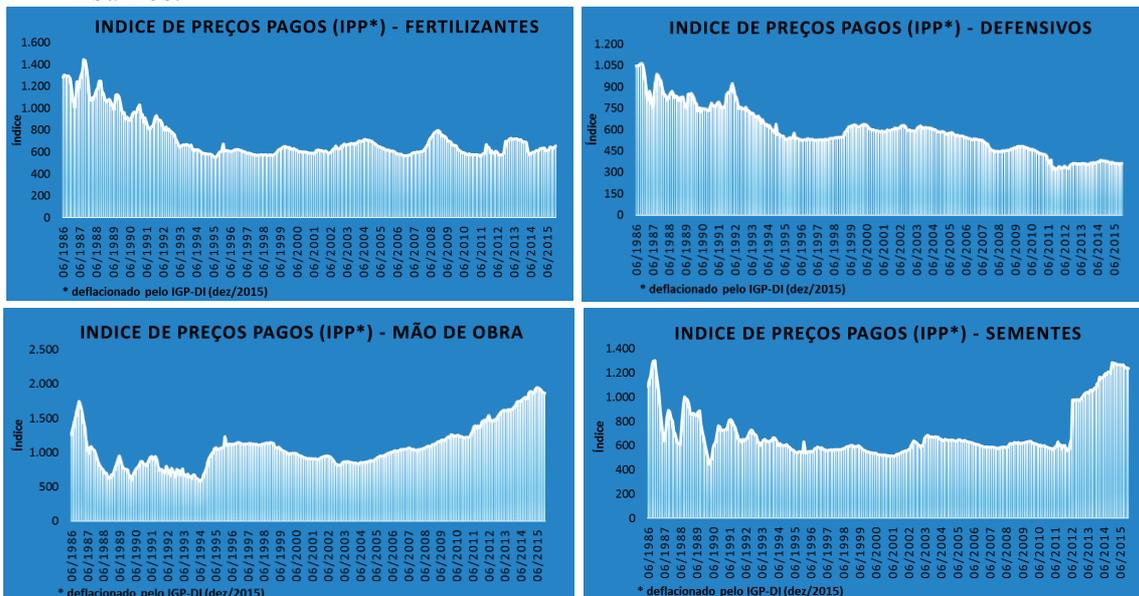


Figura 7. Índice de Preço dos Insumos no Brasil
Fonte: FGVDados

Preços de fertilizantes e defensivos pagos pelos produtores mostram, em geral, tendência de estabilização ou decréscimo no período 1986 a 2015. Os salários rurais apresentam elevação em boa parte do período considerado, refletindo a escassez de mão de obra no campo, e o aumento da demanda. Por último, preços de sementes ficam praticamente constantes, mas com acentuada elevação a partir de 2011 a 2012, até o final do período. Exceto para mão de obra, cujos salários se elevaram, os demais insumos não mostram em geral sinais de pressão sobre aumento de custos. Este comportamento possibilitou o aumento do uso de fertilizantes e defensivos, resultando em aumento da produtividade (confira Figura 7).

4. Considerações finais

Procurou-se testar a hipótese de desaceleração da taxa de crescimento da produtividade total dos fatores na agricultura brasileira no período 1975-2014, e concluiu-se que não existem evidências para a confirmação dessa suposição. Ao contrário, a análise estatística empregada identificou uma quebra estrutural na tendência da PTF em 1997, com aumento na taxa de crescimento da mesma a partir deste ano (o índice saltou de 3,02% até 1997 para 4,28% a partir do final da década de 90).

Foram relacionados vários fatores que podem ter promovido essa mudança da taxa de crescimento da PTF. A partir de uma análise inicial, apontam-se o crescimento da produção e da produtividade mundial, os investimentos em pesquisa e a descoberta de novas tecnologias, as alterações na política econômica e agrícola, o crescimento do mercado interno, a maior inserção do Brasil no mercado internacional de produtos agrícolas e o comportamento dos preços dos insumos como principais elementos para explicar essa alteração na PTF.

ANEXO I - A construção da política agrícola no Brasil (*)

Período	Descrição
Décadas de 1960 a 1970	O crédito rural constitui o principal alicerce da política agrícola; Recursos externos. Resolução do Banco Central n. 63 de 1967; Criação da Embrapa em 1972 (Lei n. 5.851 de 7 de dezembro de 1972). Autoriza o Poder Executivo a instituir empresa pública, sob a denominação de Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e dá outras providências; Início da ocupação dos cerrados.
1986 a 1990	Fundos Constitucionais. Constituição Federal, Art. 159 e Lei n.7 827 de 27-09-1989; Insucesso dos planos de estabilização; Extinção da Conta Movimento do Banco do Brasil em dezembro de 1984 por decisão do Conselho Monetário Nacional (CMN); Transferência das contas da agricultura referente a fundos e programas. Até 1987 estavam sob responsabilidade do Banco Central e a partir de janeiro de 1988 passaram para a Secretaria do Tesouro Nacional do Ministério da Fazenda. Decreto N. 94.444 de junho de 1987; Busca de fontes alternativas de financiamento – criação da caderneta de poupança rural. Resol. N. 188 de 5 de setembro de 1987.
1990 a 1995	Lei agrícola. Lei n. 8 171 de 7 de janeiro de 1991; Abertura dos mercados agrícolas, onde o governo criara normas para tal desde 1987. No entanto, foram nos anos de 1990 e 1991 que se implantaram a maioria das reformas (Dias e Amaral, 2000, p.230); Elevado grau de endividamento agrícola. Aprovação da Lei n. 9 138 de 30 de novembro de 1995 – Lei da Securitização; Lei n. 8 427, de 27 de maio de 1992. Dispõe sobre a concessão de subvenção econômica nas operações de crédito rural; Criação da Cédula de Produto Rural – CPR. Lei n. 8 929 de 22 de agosto de 1994.
1996 a 2004	Criação do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar – Pronaf. Decreto n. 1 946 de 1996; Criação dos Programas de Investimento amparados em recursos do BNDES; Criação de novos títulos do agronegócio – LCA, CDCA, CRA, CDA-WA. Lei n. 11 076 de 30 de dezembro de 2004; Criação de novos instrumentos de apoio a comercialização – PLE, PEP e Contratos de opção de venda, PROP e PEPRO; Expressivos ganhos de produtividade, expressos em produtividade total dos fatores.
2005 a 2006	Publicação de lei específica para a agricultura familiar. Lei n. 11 326 de 2006. Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais.
2007 a 2009	Aprovação da Lei n. 11 775 de 2008 que autorizou medidas de estímulo à liquidação ou regularização de dívidas de crédito rural e fundiário.
2010	Aprovação da Lei Complementar m. 1127 de 26 de agosto de 2010, que autoriza a criação do Fundo de Catástrofe; Criação do Programa para a Redução da Emissão de Gases de Efeito Estufa na Agricultura – Programa ABC; Criação do Programa Nacional de Apoio ao Médio Produtor Rural – Pronamp.
2012	Aprovação da Lei do Código Florestal, Lei n. 12 651, de 24 de maio de 2012, seguida da regulamentação do Cadastro Ambiental Rural, Decretos n. 7830 de 2012 e 8 2335 de 2014 e Instrução Normativa n. 02 do MMA.
2013	Criação dos Programas PCA e PSI – Cerealistas, para a construção e ampliação de armazéns para produtos agropecuários; Criação do Programa de Incentivo à Inovação Tecnológica na Produção Agropecuária – INOVAGRO.

* Texto em grande parte extraído de Araujo, Wilson Vaz (Palestra proferida na Escola Superior de Guerra em 2014).

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, W. V. Palestra proferida na Escola Superior de Guerra, no Rio de Janeiro em 2014.

BALL, E.; SCHIMMELPFENNIG, D; WANG, Sun. L. Is U.S. Agricultural Productivity Growth Slowing? *Applied Economic Perspectives and Policy*, Volume 35, pp. 435-450, 2013.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento – Safras - <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=2> Acesso em 01 de dezembro de 2016.

DIAS, G. S. e AMARAL, C.M. Mudanças estruturais na agricultura brasileira, 1980-1998, p. 223 a 244. In: Baumann, R. (Org.) *Brasil, uma década em transição*, Cepal, Ed. Campus, 2000.

DICKEY, D.; FULLER, W. Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root. *Econometrica*, Oxford, v. 49, n. 4, p. 1057–1072, 1981.

ELLIOT, G. MÜLLER, U. Efficient tests for general persistent time variation in regression coefficients. *Review of Economic Studies*, n. 73, p. 907-940, 2006

ELLIOTT, G.; ROTHENBERG, T.J.; STOCK, J.H. Efficient test for an autoregressive unit root. *Econometrica*, Oxford, v. 64, n. 4, p. 813–836, 1996.

FUGLIE, K. O. Is a slowdown in agricultural productivity growth contributing to the rise in commodity prices? *Agricultural Economics* 39, Supplement: 431-441, 2008.

FUGLIE, K. O.; WANG, S. L.; BALL, V. E. (orgs). *Productivity growth in Agriculture an international perspective*. Cab International, 2012, 378p.

GASQUES, J. G.; BASTOS, E. T.; BACCHI, M. R. P.; VALDES, C. Testes sobre os efeitos de políticas sobre a PTF. AGE/Mapa, 2014 (não publicado)

GASQUES, J. G.; CONCEIÇÃO, J. Transformações estruturais da agricultura e a produtividade total dos fatores. In: GASQUES, J. e CONCEIÇÃO, J. (eds). *Transformações da agricultura e políticas públicas*. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, IPEA, Brasil, 2001

GRANGER, C.W.J.; NEWBOLD, P. Spurious regressions in econometrics. *Journal of Econometrics*, Amsterdam, v. 2, p. 111–120, 1974.

HELFAND, S. M.; MAGALHÃES, M. M.; RADA, N. E. *Brasil's Agricultural Total Factor Productivity Growth by Farm Size*. Paper prepared for presentation at the 53 rd conference of the Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. João Pessoa, Brazil, July 26-29, 2015.

KWIATKOWSKI, D.; PHILIPS, P.C.B.; SCHMIDT, P.; SHIN, Y. Testing the null hypothesis of stationarity against the alternative of a unit root How sure are we that economic time series have a unit root?. *Journal of econometrics*, Amsterdam, v. 54, p. 159–178, 1992.

MACKINNON, J.G. Numerical distribution functions for unit root and cointegration tests. *Journal of Applied Econometrics*, Danvers, v. 11, n. April, p. 601–618, 1996.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Balança Comercial. <http://www.agricultura.gov.br/internacional/indicadores-e-estatisticas> Acesso em dezembro de 2015.

NAVARRO, Z. O mundo rural brasileiro – o que mudou? UFPR- Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Curitiba, 26 de outubro de 2015.

NEWAY, W.K.; WEST, K.D. Automatic Lag Selection in Covariance Matrix Estimation. *Review of Economic Studies*, Oxford, v. 61, p. 631–653, 1994.

PERRON, P. The Great Crash, the Oil Price Shock, and the Unit Root Hypothesis. *Econometrica*, Oxford, n. 6, p. 1361–1401, 1989.

SCHWARZ, G. Estimating the Dimension of a Model. *Institute of Mathematical Statistics*, Beachwood, v. 6, n. 2, p. 461–464, 1978.

WANG, Sun. L.; HEISEY, P.; SCHIMMELPFENNIG, D.; BALL, E. Agricultural Productivity Growth in the United States: Measurement, Trends, and Drivers. ERS/USDA Report 189, July 2015.

ZIVOT, E.; ANDREWS, D.W.K. Further Evidence on the Great Crash, the Oil-Price Shock, and the Unit-Root Hypothesis. *Journal of Business & Economic Statistics*, Washington, v. 10, n. 3, p. 251, 1992.