

PRODUTIVIDADE TOTAL DOS FATORES NA AGRICULTURA GOIANA: UMA ANÁLISE PARA AS CULTURAS DE CANA-DE-AÇÚCAR, MILHO E SOJA¹

Rafael Oliveira de Souza²

Sônia Milagres Teixeira³

Resumo: A década de 1970 pode ser considerada o início do processo de modernização da agricultura brasileira. Esse processo representou uma nova concepção, que visava a alterar a base técnica da produção e elevar os padrões de produtividade do setor. O objetivo geral deste estudo é fundamentado na investigação, por meio de uma medida de produtividade total dos fatores (PTF), dos condicionantes da produtividade das lavouras de cana-de-açúcar, milho e soja nas microrregiões de Goiás, para os períodos de 1985, 1995/96 e 2006. Goiás posicionou-se como um dos principais polos de desenvolvimento nacional das atividades relacionadas ao agronegócio. As culturas selecionadas representam os principais itens da pauta de produção do estado em termos de área plantada e volume de produção. Para estimar a medida de produtividade, foi utilizado o índice de Malmquist, estimado com o auxílio da metodologia DEA – *Data Envelopment Analysis*. Os resultados da pesquisa apontam que entre o período de 1985-2006 foram registrados expressivos ganhos em produtividade para as três culturas selecionadas. Contudo, considerando dois estágios intermediários, 1985-1995/96 e 1995/96-2006, foram verificados, no primeiro, altos patamares de produtividade, que não foram sustentados no segundo momento. Como condicionante desse resultado, é possível registrar a relevância do progresso tecnológico.

Palavras-Chave: Eficiência, tecnologia e crescimento.

1 Recebido em: 02/01/14; Aceito em: 26/03/14.

2 Mestre em Agronegócio pela Universidade Federal de Goiás (UFG). Professor da Faculdade Araguaia (Goiânia – Goiás). E-mail: rafael-economia@hotmail.com.

3 Doutora em Economia Rural - Purdue University (EUA). Professora da Universidade Federal de Goiás - UFG / Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos. E-mail: soniamilagres@agro.ufg.br.

Abstract: The 1970 decade can be considered the beginning of Brazilian agricultural development and modernization. This process represented a new concept, which aimed to change the technical basis of production and thereby raise productivity standards in the sector. The objective of this study is based on research by a measure of total factor productivity (TFP), the constraints of crop productivity of sugar cane, corn and soybeans developed in the micro regions of Goiás state, for the periods 1985, 1995/96 and 2006. Goiás is positioned as one of the main national development poles of activities related to the agribusiness. In turn, the selected crops represent the main agenda items of production in the state in terms of acreage and production volume. To estimate the productivity measure the Malmquist index was used. It is estimated with the help of the DEA - Data Envelopment Analysis. The survey results record substantial gains in productivity for the selected crops in the periods of 1985-2006. However, considering two intermediate stages, 1985-1995/96 and 1995/96-2006, it was found in the first higher levels of productivity which were not sustained in the second stage. As conditioning such result it is possible to register the importance of technological progress.

Key words: Efficiency, technology and growth.

1. Introdução

Na década de 1960, foram verificadas mudanças estruturais na economia brasileira, fruto da intervenção do poder público, visando a promover o desenvolvimento da indústria nacional. Neste momento, coube ao setor agrícola a função de gerar divisas e liberar mão de obra para o meio urbano, além de se posicionar como produtor de gêneros alimentícios a baixo custo. Considerando a suposição de que o atraso relativo da agricultura pudesse impor limites ao desenvolvimento nacional, surge a preocupação em modernizar esse setor. Apesar de as bases da modernização da agricultura brasileira terem sido constituídas ainda na década de 1960, apenas na década seguinte foi possível observar mais transformações no setor agropecuário brasileiro (LOPES, 2004).

No caso específico de Goiás, durante o século XX o estado passou por profundas transformações em sua estrutura produtiva. Iniciadas ainda na década de 1930, com os estímulos do Governo Federal à migração para a região, somadas às transferências da capital do estado para Goiânia, estas transformações propiciaram a construção de uma nova realidade socioeconômica para Goiás. Na década de 1950, com a transferência da capital federal, ocorreu rápida implantação de infraestrutura de transporte e de energia, principalmente no centro-sul de Goiás, onde se localiza atualmente o Distrito Federal (SILVA, 2007).

Goiás tem tradição na produção de grãos, que podem ser classificados como produtos agrícolas de lavoura temporária. Entre o conjunto de grãos produzidos no estado, os principais, em termos de área plantada e quantidade produzida, para o ano de 2012, foram o milho e a soja. Outra cultura que figura no cenário goiano como dinamizadora da atividade agrícola é a cana-de-açúcar. Pela representatividade desses produtos agrícolas, tanto na atual conjuntura econômica, neste caso a cana-de-açúcar, quanto no processo de formação histórica e econômica de Goiás, neste caso, milho e soja, essas três culturas foram selecionadas para fins da investigação proposta por este estudo.

O desenvolvimento deste estudo tem como problema de pesquisa a seguinte questão: que elementos podem ser apontados como condicionantes dos níveis de produtividade total dos fatores, observados para a produção das culturas de cana-de-açúcar, milho e soja, nas microrregiões de Goiás nos períodos de 1985, 1995/96 e 2006? Como objetivo geral, busca-se identificar os condicionantes da produtividade total dos fatores para os produtos, microrregiões e período anteriormente mencionados. Especificamente, almeja-se estimar a produtividade das culturas consideradas pelo índice de Malmquist e evidenciar o componente preponderante na determinação do nível de produtividade observada, ou seja, mudança de eficiência ou mudança tecnológica.

Para possibilitar o desenvolvimento do estudo, foram eleitas como formas de procedimento as pesquisas bibliográfica e documental. Cabe ainda destacar algumas definições da pesquisa, com sua abordagem

predominantemente quantitativa, e seu caráter descritivo. Foi feita opção pela utilização de dados secundários, especificamente microdados do Censo agropecuário para os anos de 1985, 1995/96 e 2006. Definido, a priori, estudar Goiás, restou ainda a necessidade de escolher uma estratégia de repartir esse espaço geográfico para diagnosticar possíveis diferenças internas. A escolha pelas microrregiões se justificou pela manutenção de uma mesma estrutura, ou seja, dezoito microrregiões, ao longo do período selecionado.

O termo produtividade tem amplo significado. É possível destacar pelo menos dois posicionamentos sobre o tema. De um lado, verifica-se um conceito mais específico, caracterizado também como científico, em que a produtividade é resultado da eficiência no trabalho. Do outro lado, está uma definição de cunho econômico e social, em que o referido conceito é tido como elemento responsável pela elevação do padrão de vida e do bem-estar da sociedade. Por meio desta última definição, economistas e sociólogos tratam a produtividade como fenômeno socioeconômico. Os defensores da abordagem social argumentam a necessidade de substituir o conceito científico, também denominado de mecanicista, com a justificativa de que a produtividade não deve ficar limitada a formulações algébricas rígidas que atendem a demandas estatísticas que pouco se relacionam com o aspecto social do fenômeno (FONTES, 1966).

Para Santos (1966), a noção geral de produtividade, além de descrever uma relação fundamentada em termos quantitativos, revela o permanente desejo dos indivíduos em conhecer os recursos e métodos de produção, que viabilizam produzir a maior quantidade possível de bens e serviços, dada a escassez de recursos verificada na economia. Neste sentido, é preciso conhecer e mensurar a capacidade produtiva dos fatores de produção para escolher, racionalmente, os diferentes meios de utilizá-los. Assim, constrói-se uma definição de produtividade como a capacidade produtiva de um único fator de produção ou seu conjunto, utilizado em um dado processo de produção.

Além das primeiras definições e considerações apresentadas, uma importante interpretação do conceito de produtividade ainda pode ser

registrada: aquela em que se estabelece uma relação desse conceito com a eficiência e tecnologia. Essa discussão pode ser iniciada por definições como a apresentada por Fontes, Gottschalk e Borba (1983), em que a produtividade é definida como uma medida do progresso técnico. Esse último é entendido como a evolução da forma de produzir, representada pela adoção de máquinas.

A definição original de eficiência técnica corresponde à comparação entre o volume de produção observado, fruto do plano de operação executado, e a máxima produção que a unidade produtora pode alcançar. Para processos que envolvem a utilização de múltiplos insumos na geração de múltiplos produtos, a definição atualmente empregada remete aos estudos de Vilfredo Pareto, que propôs o bem-estar geral como critério para julgamento de qualquer política de cunho social.

Apresentado um conjunto de definições acerca do conceito de produtividade, é possível registrar que esse termo pode ser tratado com uma variável passível de ser mensurada. Para Villela e Silva (1994), há duas formas básicas de estimar um índice de produtividade: uma por meio da produtividade parcial dos fatores (PPF) e outra pela produtividade total dos fatores (PTF). No primeiro caso, é observada a relação entre o produto e um dos insumos, enquanto no segundo verifica-se a relação entre o produto e todos os insumos utilizados no processo produtivo, ou pelo menos um conjunto deles.

Os índices de PPF são mais utilizados talvez pelo fato de serem mais facilmente estimados, porém apresentam significativas distorções. Por considerar um conjunto de fatores de produção, os índices de PTF representam, com maior fidedignidade, se comparados ao primeiro grupo, a realidade inerente ao desempenho dos processos produtivos. Vale registrar que, na atualidade, os processos produtivos estão cada vez mais complexos no sentido da utilização de diferentes insumos, de tal modo que apenas um fator de produção não é capaz de representar significativamente todo o processo de produção.

Segundo Gasques e Conceição (2000), a Produtividade Total dos Fatores (PTF) pode ser interpretada como o aumento da quantidade de produto que não pode ser explicado pelo aumento na quantidade de insumos utilizados, mas sim pelos ganhos em produtividade. Dentro deste grupo de indicadores, é possível destacar dois índices: Índice de Tornqvist e Índice de Malmquist.

O índice de Tornqvist tem sido utilizado como ferramenta em diversas áreas: agricultura, indústria e infraestrutura, sendo denominado de abordagem do número-índice ou não paramétrica. Para inferência deste índice, é necessário o conhecimento do preço e da quantidade para todos os produtos e insumos utilizados. Já o índice de Malmquist estima a produtividade total dos fatores de forma mais desagregada, considerando apenas os valores referentes às unidades físicas de produtos e insumos. Também definido como uma abordagem não paramétrica, ele é capaz de evidenciar a causa da mudança de produtividade, sendo este processo resultado de mudanças tecnológicas ou mudança de eficiência técnica. Para fins deste estudo, a opção foi o índice de Malmquist.

O Quadro 1 apresenta uma relação de estudos desenvolvidos no Brasil com a utilização do índice de Malmquist para análise da produtividade no setor agrícola.

Quadro 1 – Pesquisas desenvolvidas com auxílio do índice de Malmquist aplicado ao setor agropecuário nacional

Marinho e Carvalho (2004)	O estudo analisou a produtividade total, a eficiência técnica e a variação tecnológica do PIB agrícola das regiões brasileiras, no período entre 1970 e 1996, utilizando o índice de produtividade total de Malmquist e o modelo de fronteira de metaprodução estocástica.
Santos, Santos e Baptista (2004)	O estudo utilizou abordagem não paramétrica baseada na análise envoltória de dados (DEA), combinada com a estimativa do índice de Malmquist, para analisar a produtividade total de fatores, mudanças tecnológicas e de eficiência no setor agropecuário da região do Triângulo/ Alto Paranaíba em Minas Gerais, para os anos de 1985 e 1995.
Vicente (2004)	O estudo aplicou a metodologia DEA somada ao índice de Malmquist para analisar a produtividade da agricultura brasileira, no período de 1970 a 1995.
Gomes <i>et al.</i> (2006).	O artigo investigou a utilização dos fatores de produção e seus impactos na mudança tecnológica no setor agropecuário de Minas Gerais, para o período de 1996 a 2006, por meio da produtividade total dos fatores, estimada pelo índice Malmquist.

Melo Junior e Wilhelm (2006)	O trabalho avaliou níveis de produtividade relacionados a produtores de soja por meio do índice de Malmquist, no período de 2002 a 2004, analisando a influência dos diversos fatores na produtividade para o município de Guarapuava, estado do Paraná.
Rivera, Constantin e Dutra (2007)	A investigação proposta pelo artigo buscou analisar a produtividade total dos fatores, fazendo uso do índice de Malmquist para as principais lavouras de grãos do Brasil, para o período de 2001 a 2006. Utilizando também a técnica de análise de fronteira estocástica, analisa a questão das ineficiências na produção.
Gomes, Alcântara Filho e Scalco (2009)	O artigo analisou as mudanças na agropecuária do Nordeste brasileiro, identificando as fontes de alteração da produtividade total dos fatores, que, por sua vez, foi estimada por meio do índice de Malmquist para os anos de 1996 e 2006, considerando as 187 microrregiões que compõem a região nordeste.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A utilização da metodologia DEA para o cálculo do índice de Malmquist também pode ser encontrada nos estudo de Helfand e parceiros. Helfand e Levine (2004) analisaram questões referentes aos determinantes da eficiência tecnológica, bem com o crescimento dos níveis da produtividade total dos fatores (PTF) para a região Centro-Oeste do Brasil. Os autores destacam que o crescimento da produtividade agrícola na região ganhou nova dinâmica a partir da década de 1970. Neste trabalho, a análise da produtividade foi relacionada com variáveis como tamanho da propriedade, tipo de posse da terra, composição do

produto, acesso a instituições (crédito, eletricidade, assistência técnica, cooperativas e acesso a mercados) e adoção de tecnologias ao processo produtivo. Como fonte de dados, foi utilizado o Censo Agropecuário de 1995/96.

Moreira, Helfand e Figueiredo (2007) orientaram a análise de produtividade para as cinco macrorregiões geográficas do Brasil. O objetivo do estudo foi ilustrar a diferença entre os níveis de produtividade total dos fatores, em virtude das diferentes condições regionais e também em virtude de variáveis como: clivagem de produtores, ou seja, distinção entre grupos distintos de produtores (produção de origem familiar e não familiar e intensivo e não intensivo na utilização de insumos); indicadores de classe de áreas (tamanho da propriedade); e oferta de bens públicos e instituições (energia elétrica, cooperativas, assistência técnica e financiamento). Como fonte de dados, foi utilizado o Censo Agropecuário de 1995/96.

2. Metodologia

O Índice Malmquist é um instrumento para o cálculo da produtividade total dos fatores (PTF). Sua origem é associada aos estudos de Sten Malmquist, em 1957, para constituir um índice de quantidade para análise do consumo, utilizando a razão das funções de distância. Embora o índice tenha sido desenvolvido em um contexto de consumo, ou seja, no âmbito da teoria do consumidor, mais recentemente vem sendo empregado no contexto da produção, em que múltiplos insumos e produtos são transformados em escores de eficiência. O referido índice apresenta muitas características desejáveis, como a não necessidade de definir o comportamento da função, como a minimização de custos ou maximização de receitas, o que é favorável quando os objetivos dos agentes produtores são diferentes ou desconhecidos (WILHELM, 2006).

Uma das principais características da estimativa da PTF definida pelo Índice de Malmquist é, sem dúvida, sua decomposição em dois elementos:

mudança de eficiência técnica e mudança tecnológica. O primeiro representa alterações na forma como insumos são transformados em produtos, enquanto o segundo é fruto da utilização de novos pacotes tecnológicos que promovem a reestruturação na maneira de produzir.

Para a estimativa desse índice, é utilizada a metodologia denominada *Data Envelopment Analysis* (DEA). A DEA é uma abordagem quantitativa que propicia meios para calcular níveis de eficiência técnica para um conjunto de organizações, sendo a eficiência calculada com base na observação das melhores práticas efetuadas no conjunto em análise. Com o auxílio de programação matemática não paramétrica, a DEA gera uma envoltória dos planos de produção, em que todos os planos pertencentes a esta envoltória, denominada de fronteira de eficiência ou de produção, são tecnicamente eficientes, e seus níveis de consumo e de produção são ótimos (MELO JUNIOR e WILHELM, 2006).

Faz-se necessário definir alguns conceitos que fazem parte da construção desta ferramenta, tais como DMU, *inputs* e *outputs*. As DMUs, do inglês *Decision Making Unit*, representam as organizações ou unidades de produção ou ainda produtores a serem analisados. São caracterizadas como homogêneas por utilizarem insumos semelhantes para gerar produtos também semelhantes, além de terem autonomia para tomar decisões referentes ao processo produtivo. Os *inputs* e *outputs* são, respectivamente, os recursos disponíveis à produção e os resultados do processo.

Conforme já registrado, a definição do índice de produtividade total dos fatores passa pela adoção das funções de distância, como ilustra a equação 1.

$$M_0(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \left[\frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^t, y^t)} \times \frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{1/2} \quad (1)$$

Segundo Pereira (1999), a primeira razão do índice utiliza a tecnologia do período t como base para fornecer medidas de mudanças de produtividade,

podendo ser denominado de índice de Malmquist com base no período t . No caso da segunda razão, a tecnologia do período $t + 1$ é usada como referência para inferir uma medida de produtividade, podendo também ser denominado de índice de Malmquist, com base no período $t + 1$. O índice de Malmquist é definido pela média geométrica de duas razões de funções de distância, que utilizam como base tecnologias em diferentes momentos do tempo. O índice $M_0(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t)$ pode ser decomposto em dois subíndices, um relativo à mudança de eficiência técnica e outro, à mudança tecnológica – equação (2).

$$M_0(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^t, y^t)} \sqrt{\frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \frac{D_0^t(x^t, y^t)}{D_0^{t+1}(x^t, y^t)}} \quad (2)$$

A expressão fora da raiz apresenta a mudança na eficiência técnica de uma determinada DMU entre os períodos t e $t + 1$. Neste sentido, pode-se avaliar como está o comportamento da eficiência técnica, em relação à mudança da fronteira de produção, no decorrer do tempo. Em outros termos, observa-se a variação da eficiência técnica, ou seja, a variação de quão distante o volume de produção verificado está da produção ideal, entre os períodos t e $t + 1$. Assim, é possível analisar se a produção da DMU está se aproximando ou se afastando da fronteira.

A variação na eficiência técnica pode apresentar valores menores, iguais ou maiores que a unidade, podendo assim simbolizar a queda, manutenção ou aumento do indicador de eficiência, respectivamente. Já o segundo subíndice, representado pela expressão interna à raiz quadrada, expressa mudança técnica ou mudança tecnológica entre os dois períodos distintos. De maneira semelhante ao subíndice anterior, esse pode assumir valores menores, iguais ou maiores que a unidade, representando, respectivamente, regresso tecnológico, manutenção do nível tecnológico e progresso tecnológico.

A utilização da metodologia DEA para o cálculo do índice de Malmquist requer inicialmente que seja eleito um conjunto de DMUs. Para esta pesquisa, foram definidas como DMUs as 18 microrregiões que integram o estado de Goiás, considerando os períodos de 1985, 1995/96 e 2006, em que foi feito o censo agropecuário.

As variáveis do modelo são representadas pelos insumos e produtos que melhor definem o processo produtivo das culturas abordadas nesta pesquisa. O processo de seleção das variáveis pode ser feito de duas maneiras. Em uma delas, considera-se a opinião dos agentes interessados na realização do estudo ou de especialista técnicos que avaliam quanto a variável detém de informação, a confiabilidade dos dados disponíveis e sua relevância no contexto em análise. A outra forma de seleção se justifica pela utilização da análise de correlação, ou seja, é empregada uma técnica estatística para viabilizar a escolha das variáveis. Para fins deste estudo, foi eleita a primeira opção como forma de selecionar o conjunto de variáveis a serem utilizadas no modelo, sendo apontada, ainda, pela pesquisa da bibliografia pertinente ao tema do estudo.

Os dados necessários para a estimativa do modelo foram obtidos nos registros do Censo Agropecuário por meio do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Foram consideradas as pesquisas referentes aos anos de 1985, 1995/96 e de 2006. Em nível de produto, a variável eleita foi a quantidade produzida de cana-de-açúcar, milho e soja, expressa em toneladas, verificada em cada microrregião. Já em nível de insumos, foram destacados o número de trabalhadores, área utilizada para cultivo (em hectares), número de máquinas e instrumentos agrícolas, número de tratores, quantidade de adubos e corretivos e quantidade de agrotóxicos, também por microrregião. Cabe registrar que alguns grupos de insumos são considerados como uma única variável, por exemplo, máquinas e instrumentos agrícolas, pois os dados referentes a estes insumos são divulgados como uma única variável pelo IBGE.

Devido aos detalhamentos da pesquisa no que diz respeito ao recorte geográfico e por analisar produtos agrícolas específicos, foi necessária a utilização de microdados do censo agropecuário, uma vez que eles

apresentam, com maior fidedignidade, a realidade inerente a cada processo produtivo estudado. Considerando nove variáveis (seis insumos e três produtos) e 18 DMUs, acredita-se que a análise tenha um bom poder discriminatório, dado que é desejável que o número de DMUs seja pelo menos o dobro do número de variáveis presentes no modelo.

3. Resultados e discussões

Conforme referenciado por Figueiredo (2007), é importante ressaltar que o uso do índice de Malmquist é influenciado pela amostra selecionada para o estudo. Assim, torna-se duvidosa a comparação com outros estudos que não tenham feito uso da mesma amostra. Dependendo do método de estimação empregado, do período estudado, da fonte de dados considerada, entre outros fatores, é possível obter diferentes resultados e, conseqüentemente, diferentes interpretações de uma realidade.

Como a estimativa da PTF é feita entre períodos, é possível observar resultados em três estágios. Primeiramente, de 1985-2006, que corresponde ao período completo considerado no estudo, e também, em dois subperíodos, de 1985-1995/96 e de 1995/96-2006. Cabe destacar que a estimativa da PTF por meio índice de Malmquist possibilita desagregar os resultados obtidos em dois elementos: a eficiência técnica (EFC) e a mudança ou progresso tecnológico (TEC). A interpretação dos valores observados é a seguinte: valores inferiores a uma unidade indicam que houve queda, ou seja, uma variação negativa do índice. Valores superiores a uma unidade ilustram crescimento e iguais a um indicam que não houve mudança na condição descrita por ele. A diferença entre o índice menos um apresenta a dimensão da queda ou do crescimento do índice em percentual.

Para a produção goiana de cana-de-açúcar, foi possível estimar a PTF apenas para quinze microrregiões do estado, dado que no ano de 1985 essa cultura esteve presente em apenas quinze localidades. Apesar de a cana-de-açúcar ter sido introduzida, nos períodos subsequentes, nas microrregiões na qual não estava presente em 1985, o cálculo da PTF só é

possível para aquelas microrregiões que apresentaram produção ao longo de todo o período considerado. Assim, as microrregiões de São Miguel do Araguaia, Rio Vermelho e Quirinópolis foram excluídas da análise, pois os dados de produção só passaram a existir a partir de 1995/96. A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos. A estimativa da PTF para o primeiro estágio (1985-2006) revelou que a média dessa variável foi de 2,43. Tal valor aponta que o ganho em produtividade entre 1985 e 2006 foi de 143%. Esse valor foi condicionado tanto por ganhos em eficiência técnica (19%) como em progresso tecnológico (283%), sendo o último fator mais expressivo na determinação desse resultado.

Tabela 1 – Produtividade Total dos Fatores para produção goiana de cana-de-açúcar

Microrregiões	1985 – 2006			1985 – 1995/96			1995/96 – 2006		
	EFC	TEC	PTF	EFC	TEC	PTF	EFC	TEC	PTF
Aragarças	2,68	0,31	0,83	2,68	0,70	1,89	2,68	0,70	1,89
Porangatu	0,68	1,77	1,20	1,37	1,96	2,68	0,50	1,00	0,49
Chapada dos Veadeiros	0,17	23,45	3,94	1,00	7,06	7,06	0,17	2,79	0,47
Ceres	0,94	1,90	1,78	1,00	4,11	4,11	0,94	1,13	1,06
Anápolis	1,00	2,77	2,77	1,00	6,30	6,30	1,00	3,05	3,05
Iporá	1,00	1,09	1,09	0,93	2,95	2,75	1,07	0,19	0,20
Anicuns	1,00	3,32	3,32	0,56	7,96	4,43	1,80	1,81	3,25
Goiânia	3,50	0,21	0,73	3,50	0,36	1,25	1,00	3,04	3,04
Vão do Paranã	0,58	1,59	0,93	2,14	0,87	1,85	0,27	2,66	0,73
Entorno de Brasília	1,00	2,61	2,61	1,00	4,33	4,32	1,00	1,41	1,42
Sudoeste de Goiás	1,00	2,84	2,84	1,00	6,86	6,86	1,00	1,58	1,58
Vale do Rio dos Bois	1,00	2,47	2,47	0,82	7,08	5,78	1,22	0,80	0,97
Meia Ponte	1,00	5,65	5,65	0,80	11,03	8,78	1,26	0,93	1,16
Pires do Rio	1,47	0,70	1,03	2,65	0,25	0,67	0,56	10,35	5,74
Catalão	0,79	6,74	5,31	0,60	10,98	6,62	1,31	2,33	3,05
MÉDIA	1,19	3,83	2,43	1,40	4,85	4,36	1,05	2,25	1,87

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos resultados da pesquisa.

No primeiro subperíodo (1985 – 1995/96), o valor assumido pela PTF foi maior do que o do segundo estágio (1995/96 – 2006). Atentando para a média do primeiro estágio, observa-se que ela é superior à média registrada para todo o intervalo do primeiro estágio. O nível de produtividade registrado em 1995/96 foi 336% maior do que o registrado em 1985. De forma semelhante ao primeiro estágio, ambos os elementos, eficiência técnica e progresso tecnológico, contribuíram positivamente para os incrementos em produtividade. Contudo, o último teve maior expressividade, já os ganhos de progresso tecnológico foram da ordem 385% de 1995/96 em relação a 1985, enquanto os ganhos em eficiência técnica foram de 40%. A média registrada para PTF no segundo estágio foi de 1,87, indicando que o incremento de produtividade observado em 2006 em relação a 1995/96 foi de 87%, novamente influenciado tanto pela eficiência técnica (5%), quanto pela mudança tecnológica (125%), sendo o último elemento mais expressivo.

O desenvolvimento na cultura do milho esteve presente em todas as microrregiões de Goiás nos três períodos considerados na análise. Assim, a estimativa da PTF foi feita para as dezoito microrregiões que integram Goiás. A Tabela 2 apresenta os resultados alcançados. O cálculo da PTF para o primeiro estágio, ou seja, 1985-2006, apresentou média de 11,06, ilustrando que os ganhos em produtividade de 2006 em relação a 1985 foram de 1.006%. O significativo resultado foi determinado pelos ganhos em progresso tecnológico, que registraram o percentual de 1.004%. A eficiência técnica também contribuiu para esse resultado, contudo, com menor expressividade, pois sua evolução de 2006 em relação a 1985 foi da ordem de 15%.

Tabela 2 - Produtividade Total dos Fatores para produção goiana de milho

Microrregiões	1985-2006			1985 - 1995/96			1995/96 - 2006		
	EFC	TEC	PTF	EFC	TEC	PTF	EFC	TEC	PTF
São Miguel do Araguaia	1,28	12,01	15,41	1,06	33,86	35,89	1,21	0,54	0,65
Rio Vermelho	1,14	9,00	10,25	1,05	14,29	14,95	1,09	0,66	0,72
Aragarças	1,10	0,00	0,00	1,10	22,00	24,09	1,00	0,00	0,00
Porangatu	1,18	8,41	9,94	0,94	23,11	21,77	1,25	0,65	0,82
Chapada dos Veadeiros	0,49	48,19	23,71	0,66	55,58	36,79	0,74	1,20	0,89
Ceres	1,00	10,44	10,44	0,70	32,54	22,88	1,42	0,51	0,72
Anápolis	1,11	10,06	11,14	0,93	20,69	19,18	1,19	0,68	0,81
Iporá	1,00	26,30	26,30	1,00	0,00	0,00	1,19	0,68	0,81
Anicuns	1,00	11,37	11,37	1,00	20,98	20,98	1,00	0,78	0,78
Goiânia	1,42	5,61	7,97	1,67	7,78	12,96	0,85	0,94	0,80
Vão do Paranã	1,45	12,63	18,25	0,98	26,80	26,13	1,48	0,31	0,46
Entorno de Brasília	1,46	5,34	7,81	1,45	10,41	15,07	1,01	0,77	0,78
Sudoeste de Goiás	1,00	4,59	4,59	1,00	9,04	9,04	1,00	0,57	0,57
Vale do Rio dos Bois	1,00	5,65	5,65	1,00	10,77	10,77	1,00	0,67	0,67
Meia Ponte	0,98	6,81	6,68	1,07	9,88	10,52	0,92	0,96	0,88
Pires do Rio	1,52	5,02	7,60	1,18	11,58	13,65	1,29	0,65	0,84
Catalão	1,58	8,12	12,83	1,55	12,65	19,64	1,02	0,81	0,82
Quirinópolis	1,00	9,18	9,18	1,00	18,00	18,00	1,00	0,70	0,70
MÉDIA	1,15	11,04	11,06	1,07	18,89	18,46	1,09	0,67	0,71

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos resultados da pesquisa.

Os estágios que integram os subperíodos análise, de forma semelhante à cultura da cana-de-açúcar, apresentam no estágio de 1985-1995/96 altos patamares de produtividade e no de 1995/96-2006 expressiva redução nos níveis dessa variável. A média da PTF para o primeiro estágio apontou que os ganhos em produtividade de 1995/96 em relação a 1985 foram de 1746%. A variação positiva da mudança tecnológica foi o elemento, quase

integralmente, responsável pelo resultado auferido, já que a variação do subíndice de eficiência técnica foi de apenas 7%.

Para o segundo estágio (1995/96-2006), ao contrário do estágio anterior, nenhuma microrregião apresentou incremento de produtividade, sendo o fator mudança tecnológica o elemento condicionante desse processo, ou seja, a ausência da adoção de instrumentos tecnológicos no período. Verificou-se, em todas as microrregiões, uma significativa redução dos insumos pertencentes ao conjunto de fatores de produção de capital, ou seja, tratores, máquinas e equipamentos, adubos, corretivos e agrotóxicos. A média para o estágio revelou que de 2006 em relação ao período de 1995/96 houve redução do nível de produtividade em torno de 29%. Foram registrados pequenos ganhos em eficiência técnica, que não foram capazes de conduzir a variações positivas da PTF.

A produção goiana de soja no ano de 1985 esteve presente em todas as microrregiões, menos na microrregião de São Miguel do Araguaia. No período seguinte, a cultura foi observada em apenas onze microrregiões. Em 2006, apenas três localidades não registram a produção da cultura (São Miguel do Araguaia, Rio Vermelho e Iporá). Dada a necessidade de ter dados de todas as microrregiões para todos os períodos que integram a análise, a estimativa da PTF foi feita para onze microrregiões de Goiás, são elas: Porangatu, Chapada dos Veadeiros, Anápolis, Goiânia, Entorno de Brasília, Sudoeste de Goiás, Vale do Rio dos Bois, Meia Ponte, Pires do Rio, Catalão e Quirinópolis. A Tabela 3 apresenta os resultados encontrados para as microrregiões produtoras de soja de Goiás.

Tabela 3 – Produtividade Total dos Fatores para produção goiana de soja

Microrregiões	1985-2006			1985 - 1995/96			1995/96 – 2006		
	EFC	TEC	PTF	EFC	TEC	PTF	EFC	TEC	PTF
Porangatu	0,94	46,24	43,51	1,00	45,07	45,07	0,94	1,34	1,26
Chapada dos Veadeiros	1,73	18,80	32,53	2,12	12,98	27,57	0,82	1,32	1,07
Anápolis	0,96	35,93	34,34	1,00	0,00	0,00	0,94	1,31	1,24
Goiânia	1,02	43,20	43,94	0,97	33,38	32,21	1,05	1,11	1,16
Entorno de Brasília	1,26	17,77	22,33	1,05	19,88	20,96	1,19	0,64	0,76
Sudoeste de Goiás	1,00	21,27	21,27	1,00	17,94	17,94	1,00	0,62	0,62
Vale do Rio dos Bois	1,00	25,48	25,48	1,00	30,00	30,00	1,00	0,92	0,92
Meia Ponte	1,03	28,30	29,23	1,11	24,29	26,89	0,93	1,34	1,25
Pires do Rio	1,81	13,54	24,43	1,66	13,45	22,38	1,09	0,89	0,97
Catalão	1,46	16,53	24,19	1,46	15,74	23,05	1,00	0,81	0,81
Quirinópolis	1,00	23,32	23,32	1,00	30,72	30,72	1,00	1,49	1,49
MÉDIA	1,20	26,40	29,51	1,22	22,13	25,16	0,99	1,07	1,05

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos resultados da pesquisa.

A estimativa da PTF para o primeiro estágio (1985-2006) revelou que o período apresentou expressivos incrementos de produtividade. A média observada da variável foi de 29,51, apontando que o ganho em produtividade de 1985 a 2006 foi de 2.851%. Tanto a eficiência tecnológica (20%) quanto o progresso tecnológico (2540%) contribuíram para esse resultado, porém o peso do segundo elemento foi maior.

Constatou-se que no segundo estágio, que corresponde ao primeiro subperíodo (1985-1995/96), foram encontrados expressivos ganhos de produtividade medida por meio da PTF. De maneira semelhante ao primeiro estágio, esse resultado foi condicionado, em boa medida, pelos incrementos relativos à mudança tecnológica. Das onze microrregiões produtoras de soja consideradas, em apenas uma não foram registrados ganhos em produtividade – caso da microrregião de Anápolis. Pela

análise dos subíndices verificados nessa microrregião, constatou-se que o subíndice de eficiência técnica apresentou valor um, indicando constância da eficiência entre os períodos de 1985 e 1995/96. Já o subíndice de mudança tecnológica assumiu valor zero, condicionado pela extinção do uso de tratores, máquinas e equipamentos no período de 1995/96, que eram utilizados no período anterior (1985).

Para o terceiro e último estágio da análise da PTF, para a produção de soja, foi verificado que, de forma semelhante às demais culturas consideradas, o período de 1995/96-2006 constitui um momento de queda no nível de produtividade observado nas microrregiões. A média da variável para o período foi de 1,05, ou seja, o incremento de produtividade observado em 2006, em relação ao período de 1995/96, foi de apenas 5%. Para o subíndice de eficiência técnica, foi registrado o valor médio de 0,99, que ilustra uma pequena queda de 1% no nível de eficiência. Já o subíndice de mudança tecnológica evoluiu 7% entre 1995/96 e 2006.

4. Considerações finais

Com a estimativa PTF, via índice de Malmquist, para as culturas de cana-de-açúcar, milho e soja, foi possível constatar que no primeiro estágio considerado, ou seja, de 1985-2006, a grande maioria das microrregiões produtoras, analisadas pelo estudo, obtiveram consideráveis ganhos em produtividade, ilustrando que no ano de 2006 os níveis de produtividade foram maiores do que os observados em 1985. Esse resultado foi condicionado, em grande medida, pela variação positiva do subíndice de mudança tecnológica. Outra similaridade foi verificada nos resultados encontrados para subperíodos definidos entre 1985 e 2006. Para o primeiro subperíodo (1985-1995/96), foram observados altos níveis de produtividade, até mesmo superiores aos registrados no primeiro estágio, também condicionados, em boa medida, pelos incrementos do progresso tecnológico.

Já para o segundo subperíodo, 1995/96-2006, para três culturas selecionadas, foram registradas significativas quedas nos níveis de produtividade em grande número de microrregiões. Boa parte desse resultado pode ser atribuído à variação inferior à registrada no primeiro estágio ou ainda à variação negativa do subíndice de mudança tecnológica. Dessa forma, com a divisão do período de 1985-2006 em dois subperíodos, foi possível detalhar que, apesar dos ganhos em tecnologia de 2006 em relação a 1985, eles se deram a taxas decrescentes.

A representatividade do processo tecnológico nos níveis de produtividade foi materializada por itens representantes do fator de produção capital, como, por exemplo, máquinas e equipamentos agrícolas, tratores, agrotóxicos, adubos e corretivos. O principal destaque desse processo foi, sem dúvida, a intensificação do uso de agrotóxicos, adubos e corretivos no estágio de 1985-1995/96. Os ganhos em eficiência técnica, ou seja, a evolução na forma de gestão dos fatores de produção, também contribuíram para a vigência dos bons resultados que registraram ganhos em produtividade. Contudo, na maioria das vezes, os ganhos em eficiência foram menos expressivos do que os verificados no subíndice de mudança tecnológica.

No âmbito das microrregiões de Goiás, no que concerne ao intervalo de tempo do estudo, 1985-2006, para a cultura da cana-de-açúcar, os maiores níveis de produtividade foram verificados nas microrregiões do Meia Ponte e Catalão. Para cultura do milho, as microrregiões com maior índice de produtividade foram Iporá e Chapada dos Veadeiros. Para cultura da soja, os polos em que foram verificados os mais elevados níveis de PTF corresponderam à microrregião de Goiânia e Porangatu. Analisando o banco de dados que possibilitou a estimativa do índice de produtividade e confrontando os valores referentes à quantidade produzida com os índices de PTF obtidos, verifica-se que as microrregiões com os maiores volume de produção nem sempre correspondem exatamente às localidades mais produtivas. Tal condição pode ser justificada pela própria natureza do índice, que considera um conjunto de fatores que têm dinâmicas próprias, uma vez que a produtividade, como já definido, representa uma variável de

desempenho, e o volume de produção, exclusivamente, não é capaz de indicar o bom desempenho produtivo.

Como determinantes dos elevados níveis de produtividade observados, ficou evidente a relevância do fator de produção capital, isso pela perspectiva dos elementos internos ao modelo. Contudo, podem ser somados a esse elemento itens como presença da pesquisa, da extensão rural, nível de escolaridade dos trabalhadores, infraestrutura e do crédito específico ao setor, que contribuíram para melhorias tanto em eficiência como em progresso tecnológico. Ainda é possível supor que as diferenças dos níveis de produtividade sejam, em alguma medida, relativas aos sistemas naturais e distintas condições regionais. Em linhas gerais, os resultados alcançados pela pesquisa registraram que os níveis de produtividade das culturas selecionadas não se sustentaram ao longo dos períodos.

O primeiro subperíodo (1985-1995/96) pode ser apontado com o momento em que foram alcançados os resultados dos investimentos do processo de modernização da agricultura, iniciado ainda da década de 1970. Já no período seguinte, observou-se a incapacidade de manter os mesmos patamares anteriormente observados. Uma possível justificativa para essa circunstância talvez seja o arrefecimento do volume de crédito, neste caso, do crédito rural, no período de 1995 a 1999. Com esses e outros apontamentos, espera-se que o tema desenvolvido nessa pesquisa sirva como ferramenta para fomentar a discussão acerca da produtividade no âmbito da economia de Goiás, especificamente no segmento de agronegócio, e que aporte a necessidade de analisar outros produtos agrícolas, não somente de Goiás, mas de outras unidades da federação, bem como possibilite a investigação de novas questões relativas ao tema produtividade.

Referências

FIGUEIREDO, A. T. **Mensuração e análise da evolução da produtividade total dos fatores agregada no Brasil: Aplicação da abordagem de *bootstrap* ao índice de Malmquist.** 2007. 115 p. Dissertação (Mestrado em Economia), UFRGS, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

FONTES, L. B. **Princípios de produtividade.** São Paulo: Editora Atlas, 1966.

FONTES, L. B., GOTTSCHALK, E., BORBA, G. G. **Produtividade.** Salvador: Fundação Emílio Odebrecht, 1983.

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

GOMES, A. P.; ALCANTARA FILHO, J. L.; SCALCO, P. R. **Eficiência, tecnologia e produtividade total dos fatores: uma análise das mudanças recentes na agropecuária do Nordeste.** *In:* XIV Encontro Regional de Economia do Nordeste, 2009, Fortaleza. Anais XIV Encontro Regional de Economia do Nordeste, Fortaleza: ANPEC/BNB, 2009.

GOMES, A. P.; ALCANTARA FILHO, J. L.; SCALCO, P. R.; DIAS, R. S. **Mudança tecnológica na agropecuária de Minas Gerais: 1996 a 2006.** *In:* XLVII Congresso Brasileiro de Economia, Administração e Sociologia Rural, 2006, Porto Alegre. Anais XLVII Congresso Brasileiro de Economia, Administração e Sociologia Rural, 2006.

HELFAND, S. M.; LEVINE, E. S. Farm size and the determinants of productive efficiency in the Brazilian Center-West. **Agricultural Economics.** California. n. 31, set. 2004.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Microdados do Censo agropecuário 1985, 1995/96 e 2006**. CD-ROM (2012).

LOPES, J. L. **Avaliação do processo de convergência da produtividade da terra na agricultura brasileira no período de 1960 a 2001**. 2004. 208 p. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – ESALQ, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

MARINHO, E.; CARVALHO, R. M. Comparações inter-regionais da produtividade da agricultura brasileira (1970-1995). **Pesquisa e planejamento econômico**. Rio de Janeiro, v. 34, n.1, abr. 2004.

MELO JUNIOR, A. M.; WILHELM, V. E. Índice de Malmquist aplicado na avaliação de produtividade de soja da região de Guarapuava. **Revista Capital Científico**. Guarapuava, v.4, n.1, jan. 2006.

MOREIRA, A. R. B.; HELFAND, S. M.; FIGUEIREDO, A. M. R. **Explicando as diferenças na produtividade agrícola no Brasil**. Rio de Janeiro: IPEA, jan. 2007, (Texto para discussão, n. 1254).

PEREIRA, M. F. **Evolução da fronteira tecnológica múltipla e a produtividade total dos fatores do setor agropecuário brasileiro de 1970 a 1996**. 1999. 230 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção), UFSC, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.

RIVERA, R.; COSTANTIN, E. B. B.; DUTRA, P. Produtividade total dos fatores nas principais lavouras de grãos brasileiras: análise de fronteira estocástica e índice de Malmquist. **MPRA Paper**. São Paulo, v.3, n. 9, ago. 2007.

SANTOS, M. C. dos. Problemas relacionados à noção de produtividade. **Análise Social**. Lisboa, v.4, n.15, jul. 1966.

SANTOS, C. M.; SANTOS, M. L.; BAPTISTA, A. J. M. S. **Progresso Tecnológico, eficiência e produtividade total dos fatores do setor agropecuário na região do Triângulo/Alto Paranaíba - MG, 1985-1995.** In: XLI Congresso Brasileiro de Economia, Administração e Sociologia Rural, 2004, Cuiabá. Anais XLI Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural, 2004

SILVA, E. R. **A economia goiana no contexto nacional 1970-2000.** Goiânia: Editora da UCG, 2007.

VICENTE, J. R. Mudança tecnológica, eficiência e produtividade total dos fatores na agricultura brasileira, 1970-95. **Economia Aplicada.** Ribeirão Preto, v.8, n.4, out. 2004.

VILLELLA, A.; SILVA, R. Ganhos de produtividade: Aspectos conceituais e implicações econômicas. **Revista do BNDES.** Rio de Janeiro, v.1, n.2, dez. 1994.

WILHELM, V. E. **Data Envelopment Analysis – DEA.** Curitiba: UFPR, 2006.