



**Análise do financiamento do BNDES no setor agropecuário brasileiro
para o período de 2012 a 2015**

**Analysis of the BNDES' financing in the Brazilian agricultural sector for
the period from 2012 to 2015**

Fransuellen Paulino Santos¹

Luiza Amara Maciel Braga²

Abdoulaye Aboubacari Mohamed³

Resumo

O presente trabalho busca analisar como foi o comportamento da produtividade total dos fatores (PTF) de algumas empresas do setor agropecuário brasileiro que receberam crédito do BNDES, entre 2012 e 2015. Pretende-se, então, apurar se as empresas que receberam mais crédito são aquelas com o melhor desempenho produtivo para o setor agropecuário. Para isso utilizou-se a técnica Análise Envoltória de Dados (DEA), com o cálculo do Índice de Malmquist, a partir de uma amostra de 14 empresas do setor. Constatou-se que, na média, apenas quatro empresas apresentaram variações positivas de produtividade. O valor financiado pelo BNDES, pode ter tido impacto positivo sobre o desempenho das empresas do ponto de vista tecnológico, mas não foi suficiente para melhorar sua eficiência técnica. Além disso, foi possível verificar que as empresas que receberam mais crédito não foram, necessariamente, as que tiveram o melhor desempenho produtivo.

Palavras-chave: Produtividade Total de Fatores. Índice Malmquist. BNDES.

¹ Doutoranda em Economia. Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Av. Pres. Antônio Carlos, 6627, Pampulha, Belo Horizonte - MG, CEP: 31270-901. E-mail: franspaulino@gmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1549-124X>

² Doutorado em Economia. Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz). Av. Brasil, 4365, Manguinhos, Rio de Janeiro - RJ, CEP: 21040-900. E-mail: luiza.braga@fiocruz.br Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1726-2643>

³ Pós-Doutorando em Economia. Universidade Federal de Paraíba (UFPB). Campus I Lot. Cidade Universitaria, PB, CEP: 58051-900. E-mail: abdeltoure2229@gmail.com Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2260-3956>

Abstract

This paper pretends to analyze the Total Factor Productivity (TFP) of some Brazilian agricultural companies that received credit from the National Bank for Economic and Social Development (BNDES), between 2012 and 2015. The intention is to determine if the companies that received the most credit are those with the best productive performance in the agricultural sector. For this purpose, the Data Envelopment Analysis (DEA) technique was used, with the calculation of the Malmquist Index, from a sample of 14 companies. It was found that, on average, only four companies showed positive changes in productivity. The amount financed by the BNDES may have had a positive impact on the performance of companies from the technological point of view, but was not sufficient to improve their technical efficiency. In addition, it was possible to verify that the companies that received the most credit were not those that had the best productive performance.

Keywords: Total Factor Productivity. Malmquist Index. BNDES.

Introdução

O setor agropecuário, que é composto pelas atividades agrícolas e pecuárias, possui uma grande importância para a economia brasileira, representando, em 2015, cerca de 6,38% do total do PIB brasileiro (CEPEA/ESALQ, 2016). Ademais, a participação do setor na balança comercial do país, no mesmo ano, foi de 46,2%, segundo o Ministério da Agricultura (MAPA, 2017). Sendo assim, é do interesse do governo brasileiro que as empresas que compõem o setor tenham o melhor desempenho produtivo possível, e com essa finalidade são direcionados a essas empresas uma série de incentivos, dentre os quais estão os programas de financiamento do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES).

O crédito concedido pelo BNDES tem como principal objetivo o aumento da produtividade do setor através do aprimoramento tecnológico e pela expansão da capacidade produtiva dessa indústria, o que pode ser atingido mediante a adoção de inovações capazes de deslocar as fronteiras de produção das empresas. A importância do crédito para a inovação foi destacada no estudo de Schumpeter (1934), onde o autor aponta que os empresários somente teriam condições de inovar se tivessem acesso à crédito para tal finalidade. Ou seja, apenas desta forma os empresários teriam condições de optar pelo desenvolvimento e adoção de inovações.

Visando entender o comportamento da produtividade na agropecuária brasileira, alguns autores como Hayami e Ruttan (1970), Gasques e Conceição (1997) e Pereira (1999) demonstram que as quedas de eficiência do setor podem ser compensadas por ganhos proporcionais na tecnologia, para que, desta forma, ocorram mudanças positivas na produtividade total de fatores. Contudo os autores destacam que existem grandes disparidades regionais no que se refere à adoção das novas tecnologias. Neste sentido, Pereira (1999) explica que, entre os anos de 1970 a 1996, a evolução tecnológica do setor avançou mais nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do que em outras regiões do país.

Percebe-se, então, que o comportamento da produtividade do setor agropecuário é um tema explorado, contudo nenhum trabalho buscou, até agora, entender o comportamento produtivo das empresas agropecuárias brasileiras sob a luz do crédito fornecido pelo BNDES. Com a intenção de suprir essa lacuna, este estudo tem como objetivo fazer uma análise geral da produtividade total dos fatores (PTF), entre 2012 e 2015, das principais empresas agropecuárias brasileiras. Foram selecionadas empresas que receberam crédito do BNDES, entre 2004 e 2015, e que também estavam no ranking “Melhores e Maiores” da Revista Exame. A PTF será calculada através do Índice de Malmquist, que permite, ainda, a análise do índice de mudança de eficiência técnica e do índice de mudança tecnológica. Também se pretende avaliar se as empresas que receberam mais crédito são aquelas com o melhor desempenho produtivo.

O Financiamento do BNDES e a Produção Agropecuária no Brasil

Em 1960, houve um forte investimento na modernização do setor agropecuário por parte do governo brasileiro, dando, por exemplo, o incentivo através do crédito especial, no intuito de alavancar o processo de melhorias na parte de insumos industriais e mecanização (FILHO et al., 2000). O final deste mesmo ano, de acordo com Delgado (2001), é considerado como marco para a constituição do complexo agroindustrial brasileiro, sendo caracterizado pela implantação de um setor industrial produtor de bens de produção para a agricultura, conjuntamente ao desenvolvimento ou modernização de um mercado para produtos industrializados de base agropecuária, dando origem à formação simultânea de um sistema de agroindústrias, uma parte dirigido para o mercado interno e outra parte voltado para a exportação. O autor explica que, como existe uma assimetria de oportunidades nesse segmento, algumas regiões apresentam um nível de renda rural inferior ao de outras

consideradas eficientes, e isto implica em uma baixa remuneração dos fatores de produção, dentre os quais, da mão de obra.

O setor de produção agropecuário no país, de acordo com o Cepea/Esalq (2016), é responsável por aproximadamente 6,38% do PIB, sendo o principal gerador de saldos comerciais, afetando positivamente a balança comercial brasileira por meio da entrada de divisas provenientes da exportação de produtos agrícolas. Devido à sua grande importância, esse segmento conta com forte apoio do BNDES, direcionado às pequenas e grandes empresas. Dessa forma, o BNDES busca estimular uma área que tem papel expressivo na expansão produtiva do Brasil. O Banco financia, por exemplo, a implantação de métodos de irrigação nas lavouras, a aquisição de tratores agrícolas, máquinas para plantio e colheita e a modernização de plantas produtivas. Grande parte dos clientes no setor são cooperativas, que a partir do apoio do Banco crescem e com isso geram trabalho e renda para famílias do campo.

A participação do BNDES junto às empresas agroindustriais iniciou-se em 1953, com a concessão de financiamentos para a agroindústria através dos desembolsos aos frigoríficos pertencentes à Superintendência das Empresas Incorporadas ao Patrimônio Público (Seipan) e à empresa Armazéns Gerais Frigoríficos (Arfrio) (GRIGOROVSKI et al., 2001). Os autores afirmam que durante as décadas de 60 e 70, o Banco financiou diversas indústrias complementares às atividades agropecuárias, se concentrando nas indústrias de alimentos.

A principal estratégia para o BNDES é o apoio a inovação, buscando atuar em conjunto com políticas públicas vigentes, de maneira a agregar às demais instituições do Sistema Nacional de Inovação (BNDES, 2016). Sendo o mesmo o principal instrumento do Governo Federal para o financiamento de longo prazo e investimento em todos os setores da economia brasileira. Para que isso ocorra, apoia empreendedores de todos os portes, para que possam expandir, modernizar e concretizar os novos negócios, além de sempre visar a potencial geração de empregos, renda e inclusão social para o país (BNDES, 2016). Esse apoio pode ser através de financiamento a investimentos, subscrição de valores mobiliários, prestação de garantia e concessão de recursos não reembolsáveis a projetos de caráter social, cultural e tecnológico. Portanto, as prioridades da instituição são o incentivo a inovação, o desenvolvimento regional e o desenvolvimento socioambiental.

Um dos pioneiros a destacar a importância dos investimentos em P&D foi Schumpeter (1942) afirmando que as novas tecnologias são elementos cruciais para a competitividade das empresas que impulsiona o desenvolvimento e o crescimento econômico, sendo assim a força motriz para o capitalismo. Rogers (1995) segue a fundamentação do estudo de Schumpeter (1942) de que é a inovação que impulsiona o mecanismo que provoca as mudanças no

comportamento dos agentes econômicos, realoca os recursos, destrói métodos de produção tradicionais e muda, qualitativamente, a estrutura econômica. Nesse sentido, o autor aponta que muitas áreas que fazem uso do conceito da teoria da difusão convergem suas conclusões em dois pontos: a importância dos líderes de opinião e a distribuição da adoção da inovação.

O processo de inicialização da difusão é complicado e a fim de solucionar este problema, o estudo de Bass (1969) fornece um modelo de dois parâmetros (inovação e imitação) denominado “Modelo de Bass”, assumindo que os eventuais adotantes tomam conhecimento das inovações através de informações externas. De acordo com Nogueira-Campos et al. (2008), a difusão de novas tecnologias é um processo gradual. Ou seja, uma nova tecnologia, mesmo sendo superior à existente, não implica em adoção imediata, pois a velocidade de adoção depende de vários fatores que são muito complexos e variáveis. O processo é influenciado pelos pares, pressão organizacional, agentes de mudanças e normas sociais, em que, diversos fatores interagem para impedir ou alavancar a adoção de uma tecnologia (FILHO et al., 2011).

Cabe destacar que para o BNDES a inovação pode ser tanto de caráter radical quanto incremental, não envolvendo, obrigatoriamente, a ideia associada à ciência, desenvolvimento tecnológico ou a setores intensivos em tecnologia, podendo ocorrer em todos os setores da economia, inclusive nos mais tradicionais. É importante que a inovação seja significativa para aumentar a competitividade ou a sustentabilidade do crescimento e criar valor para as empresas. Sendo assim, o BNDES adota o conceito do Manual de Oslo:

Uma inovação é a implementação de um produto (bem ou serviço) novo ou significativamente melhorado, ou um processo, ou um novo método de marketing, ou um novo método organizacional nas práticas de negócios, na organização do local de trabalho ou nas relações externas (OCDE, 1997, p. 55).

O BNDES age através de políticas transversais, por meio de princípios e instrumentos de ação, que traduzem alguns assuntos considerados prioritários para o Banco no desempenho de seu papel na sociedade (BNDES, 2014). Os recursos que são disponibilizados pela instituição possuem alguns critérios. Assim, estes deverão ser utilizados com finalidades específicas como: (i) em investimentos para implantação, expansão, modernização e/ou recuperação de empreendimentos, infraestrutura de empresas e instituições públicas e privadas, incluindo projetos, instalações, treinamento, entre outros; e (ii) para a produção ou aquisição de máquinas e equipamentos novos, que devem ser de fabricação nacional e credenciados pelo BNDES, bens novos, insumos, serviços, softwares, capital de giro, exportação de bens e serviços brasileiros, podendo até ocorrer a aquisição de bens e serviços

importados e despesas de internação, desde que haja comprovação de inexistência de similar em âmbito nacional (BNDES, 2016b).

Santos (2002) analisa o setor agropecuário do Nordeste e constata que a eficiência de cada microrregião é explicada por variáveis distintas. Enquanto isso, Pereira Filho e Souza (2002) que também buscaram determinar a eficiência na agropecuária da Região Nordeste, no período de 1975 a 1995, verificaram que houve uma redução na produtividade do setor agropecuário da região determinada, principalmente por perda de eficiência técnica e deslocamento regressivo da fronteira tecnológica. Porém, os autores explicam que os resultados não permitem inferir a respeito dos determinantes deste comportamento.

Para Fornazier e Vieira Filho (2012) o crédito rural é o principal instrumento econômico utilizado pelo governo, beneficiando alguns setores, produtores e regiões, mas acentuando as desigualdades socioeconômicas. Existem distinções entre as regiões brasileiras quanto ao grau de eficiência técnica de sua agropecuária sendo assim, uma importante etapa o processo de levantamento das limitações de desenvolvimento desse setor. Desta forma, se são conhecidos os fatores que contribuem para tornar-se uma região eficiente, pode-se definir as necessidades das áreas específicas para, então, solucionar os problemas das ditas ineficientes e inseri-las no processo de desenvolvimento da agropecuária brasileira.

Como pode ser visto nesta revisão teórica e empírica o BNDES possui uma importância neste setor estudado e, a fim de verificar esta relação, a próxima seção trata o método que é mais apropriado para a identificação da eficiência deste investimento feito pelo banco para a inovação.

Metodologia

3.1 Análise Envoltória de Dados (DEA)

Neste trabalho, utiliza-se a Análise Envoltória de Dados (DEA) para o cálculo do Índice de Malmquist, que é uma técnica não paramétrica, cujos pioneiros foram Charnes et al. (1978), tendo como base os princípios derivados do modelo de Farrell (1957). Esta metodologia, busca avaliar o desempenho por intermédio da programação matemática. Ou seja, em termos de eficiência relativa, de diferentes unidades tomadoras de decisão (*DMUs* – *Decision Making Units*), a partir de um conjunto de *inputs* e *outputs*, sendo que a eficiência de uma unidade produtiva é medida através da comparação entre os valores observados e os

valores ótimos de suas saídas (*output*) e entradas (*input*). Desta forma, as DMUs que estão localizadas na fronteira de eficiência servirão de *benchmark* para as demais.

Os modelos DEA podem ser orientados de duas formas: 1) Orientação insumo: quando se pretende reduzir os insumos, fixando os produtos; 2) Orientação produto: quando, dado um montante fixo de insumos, pretende-se obter uma maior quantidade de produtos. O modelo adotado neste trabalho tem orientação insumo, o que é justificado pelo fato das variáveis de insumo serem as primeiras variáveis de decisão passíveis de mudança pelos empresários (COELLI et al, 2003).

Além da orientação, os modelos DEA podem assumir duas hipóteses: Retornos Constantes de Escala (CRS⁴) ou Retornos Variáveis de Escala (VRS⁵). Na hipótese de retornos constantes, um aumento de insumo gera um aumento de produto na mesma proporção, o que não ocorre na hipótese de retornos variáveis, que admite que um aumento de insumo gere um aumento ou até uma diminuição da produção. Este trabalho utilizou o modelo VRS, considerando que as empresas são heterogêneas e que nem sempre as variações serão proporcionais.

3.2 O Índice de Produtividade de Malmquist

Os modelos DEA clássicos (CCR e BCC) são análises estáticas de um conjunto de DMUs, e para avaliar a evolução da eficiência ao longo de um período de tempo é necessário utilizar uma abordagem que permita verificar a dinâmica das DMUs. Tem-se destaque o Índice de Malmquist que é uma extensão dos modelos clássicos que permite considerar técnicas não paramétricas do DEA sob circunstâncias dinâmicas.

O Índice de Malmquist (IM) ou Índice de produtividade de Malmquist foi introduzido inicialmente por Malmquist (1953), visando a elaboração de um índice comparativo para a análise do consumo em razão de funções distância. Com o passar dos anos foi sendo aperfeiçoado por inúmeros trabalhos, dentre os quais Caves et al. (1982) e Thrall (2000). Tal índice representa o crescimento da produtividade total dos fatores (PTF) de uma unidade tomadora de decisão (DMU), sendo reflexo de dois componentes: mudança de eficiência e alteração tecnológica ao longo do tempo. Ou seja, aplica-se o algoritmo de programação linear de DEA para construir a fronteira de produção de um determinado período, e depois para o cálculo da razão entre as distâncias da fronteira construída de dois pontos de produção para

⁴ Constant Returns to scale.

⁵ Variable Returns to scale.

períodos distintos de uma mesma unidade (SANT'ANNA et al., 2002). Cooper et al. (2007) explica que a PTF reflete a contribuição de todos os insumos produtivos na formação do produto e, conseqüentemente, melhorias na PTF contribuem para um melhor desempenho da DMU.

A função distância orientada pelo insumo $d_i(x, y) = \sup \{ \rho : \left(\frac{x}{\rho} \right) \in L(y) \}$, conforme explica Carvalho et al. (2006), caracteriza a tecnologia de produção através da contração proporcional mínima do vetor de insumos, dado o vetor de produtos, tornando assim a produção factível. Portanto, no caso em que x pertence ao conjunto de *inputs* de y , tem-se que $d_i(x, y) \geq 1$. Enquanto isso, que no caso em que $d_i(x, y) = 1$, admite-se que x estará sobre a fronteira do conjunto de insumos.

De acordo com os trabalhos de Färe et al. (1995) e Caves et al. (1982), o IM pode ser calculado com o auxílio da média geométrica de dois índices. Portanto, o IM contém a primeira parte que utiliza a fronteira do período t , enquanto a segunda usa a fronteira do período $t+1$. Desta forma, pode representar IM_i sob orientação insumo da seguinte forma:

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

Recorrendo a equação (1) pode-se inferir que quando $IM_i > 1$ houve uma melhora na produtividade da DMU_i ao longo do tempo; $IM_i < 1$ indica que houve uma piora da produtividade da DMU_i ao longo do tempo; e, por fim, se $IM_i = 1$ quer dizer que a produtividade da DMU_i manteve-se constante em todo o período. Além disso, os problemas de programação linear expressos no Quadro 1 deverão ser resolvidos. Sendo que nos problemas 3 e 4 os pontos de produção são contrapostos a períodos diferentes. Desta maneira, o parâmetro θ não precisa necessariamente ser maior ou igual a um.

$$1) \text{Min}\theta_{\theta\lambda} = [d_i^t(x_t, y_t)]^{-1}$$

$$\text{s.a.}$$

$$-y_{i,t} + Y_t\lambda \geq 0$$

$$\theta_{i,t}x_{i,t} - X_t\lambda \geq 0$$

$$\lambda \geq 0$$

$$2) \text{Min}\theta_{\theta\lambda} = [d_i^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})]^{-1}$$

$$\text{s.a.}$$

$$-y_{i,t+1} + Y_{t+1}\lambda \geq 0$$

$$\theta_{i,t+1}x_{i,t+1} - X_{t+1}\lambda \geq 0$$

$$\lambda \geq 0$$

$$3) \text{Min}\theta_{\theta\lambda} = [d_i^t(x_{t+1}, y_{t+1})]^{-1}$$

$$\text{s.a.}$$

$$-y_{i,t+1} + Y_t\lambda \geq 0$$

$$\theta_{i,t+1}x_{i,t+1} - X_t\lambda \geq 0$$

$$\lambda \geq 0$$

$$4) \text{Min}\theta_{\theta\lambda} = [d_i^{t+1}(x_t, y_t)]^{-1}$$

$$\text{s.a.}$$

$$-y_{i,t} + Y_{t+1}\lambda \geq 0$$

$$\theta_{i,t}x_{i,t} - X_{t+1}\lambda \geq 0$$

$$\lambda \geq 0$$

Quadro 1 - Problemas de programação linear

Fonte: DOS SANTOS E VIEIRA (1999, p. 185).

Através de uma forma decomposta para o índice, Pereira (1999) e Marques e Silva (2006) possibilitam a interpretação do crescimento da produtividade em termos dessa evolução:

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

Com isso, é possível verificar se um aumento da eficiência relativa de um período de tempo para o outro deve-se ao aumento da produtividade da unidade avaliada ou por causa de uma contração da fronteira de produção. Ou seja, a razão fora dos colchetes na equação (2) representa a mudança técnica, indicando se a mudança da unidade está se aproximando ou afastando da fronteira, enquanto que a razão entre colchetes mede a mudança tecnológica entre os períodos analisados.

O índice de Malmquist é resultado do produto do emparelhamento pelo deslocamento da fronteira, permitindo, desta forma, a divisão da variação da PTF em dois efeitos: (i) alterações na eficiência técnica (ET) ou *catch-up* (efeito emparelhamento) - avalia o aumento ou a diminuição da eficiência técnica ao longo do tempo, ou seja, permite investigar as mudanças no processo produtivo de uma mesma tecnologia; e (ii) modificações na tecnologia (T) ou *frontier-shift effect* (efeito deslocamento) - verifica as alterações na produtividade devido ao avanço tecnológico, que se caracteriza pelo deslocamento da fronteira de produção.

A metodologia DEA permite, assim, a avaliação da eficiência sem necessitar da especificação de uma representação funcional da tecnologia de produção de P&D/conhecimento, pois trata naturalmente da ocorrência simultânea de vários *inputs* e

outputs. Ademais, na atividade de P&D, geralmente, são envolvidos múltiplos *inputs* e *outputs*, o que torna problemático o uso de métodos paramétricos padrões.

3.3 Fonte de Dados

Para esta análise, foram considerados dados de 14 empresas agropecuárias brasileiras, selecionadas através do *ranking* “Melhores e Maiores” divulgado anualmente pela Revista Exame para diversos setores da economia. Cabe destacar que essa escolha parte do pressuposto de que essas empresas possuem características semelhantes, sendo que todas dispõem de capital aberto, ou seja, do ponto de vista econômico e financeiro elas são semelhantes entre si, o que dá consistência às informações durante o período analisado, tornando pertinente a utilização do método escolhido (DEA-Malmquist).

As informações para os anos de 2012 a 2015, foram extraídas dos Relatórios da Administração, compostos de demonstrativos contábeis e financeiros, trazendo maior confiabilidade aos dados. Além das informações levantadas através dos relatórios, também foram utilizados os valores disponibilizados pelo próprio BNDES sobre as operações de financiamento concedido a essas empresas, sendo coletados os dados de operações financeiras realizadas entre 2004 e 2015, com o intuito de captar o tempo de maturação dos investimentos de longo prazo, conforme descrito por Prates et al. (2000).

As variáveis do modelo são apresentadas no Quadro 2, em que todos os valores foram corrigidos para valores de 2015, pelo Índice Geral de Preços (IGP-DI).

Insumos	Estoques	Custo dos insumos de produção utilizados no beneficiamento.
	Imobilizado	Composição da estrutura permanente e operacional das unidades componentes do estudo, distribuídos como: máquinas, equipamentos, veículos, dentre outros.
	Salários	Custo da mão de obra direta utilizada no processo produtivo. Utilizou-se como <i>proxy</i> para esse fator o total de Despesas com Pessoal.
Produto	Faturamento	A variável indica o ganho anual bruto, em reais, com a venda dos produtos finais, é representado pela Receita Bruta de Vendas.

Quadro 2- Variáveis do modelo

Fonte: Elaboração própria.

Resultados e Discussões

4.1 Análise da Produtividade Total dos Fatores (PTF)

Para identificar em quais empresas ocorreram as mudanças na Produtividade Total dos Fatores (PTF), utilizou-se o Índice de Malmquist. Esse índice, que representa a variação na produtividade total dos fatores, pode ser decomposto em outros dois índices, um que representa a variação na eficiência técnica e outro que representa a variação na mudança tecnológica. Assim, é possível avaliar se as mudanças na produtividade ocorreram devido a uma melhor alocação dos recursos, que resultou numa melhora da eficiência técnica, ou se a variação na PTF ocorreu devido à inserção de novas tecnologias, que foram capazes de deslocar a fronteira de produção (GOMES et al., 2013).

A Tabela 1 apresenta a média das variações da eficiência técnica (VET), da tecnologia (VT) e da Produtividade total dos fatores (PTF), para o período do estudo (2012-2015). A partir desses valores é possível analisar o desempenho das empresas ao longo dos 4 anos.

Empresa	DMU	VET	VT	PTF
Castrolanda	1	0,885	1,027	0,909
Coamo	2	0,856	1,015	0,869
Cooperalfa	3	0,978	1,032	1,010
Copacol	4	0,958	1,030	0,987
Frimesa	5	0,970	1,027	0,996
C.Vale	6	0,864	1,012	0,874
Camil	7	0,996	1,035	1,031
Frisia	8	0,893	1,025	0,915
Coasul	9	0,920	1,013	0,932
Copagril	10	0,957	1,016	0,972
Josapar	11	0,916	1,017	0,932
Minerva	12	1	1,034	1,034
Marfrig	13	1,225	1,039	1,273
Copersucar	14	1	0,923	0,923

Tabela 1 - Variação média da eficiência técnica, tecnológica e da PTF das empresas agropecuárias entre 2012 e 2015

Fonte: Resultados da pesquisa.

Verifica-se que, na média, as empresas foram melhores do ponto de vista da variação tecnológica do que em relação à eficiência técnica. Apenas três empresas (Minerva, Marfrig e Copersucar) foram eficientes ($VET \geq 1$), ao longo dos anos, indicando que as unidades de produção da amostra têm dificuldades para alocar seus recursos financeiros da melhor forma possível. No entanto, apesar da maior parte das empresas estarem abaixo da fronteira de

produção, elas estão muito próximas dela, uma vez que as médias dos seus scores de eficiência estão acima de 0,8, indicando proximidade da fronteira de produção.

No que concerne à variação tecnológica o desempenho das empresas foi positivo, apenas uma empresa apresentou, na média, deslocamento negativo da fronteira de produção (Copersucar). Todas as outras empresas tiveram deslocamento positivo da fronteira, indicando que aumentaram sua capacidade de produção, que para este modelo se refere à sua capacidade de gerar faturamento.

Dessa forma, o mal desempenho na eficiência técnica poderia ser compensado por um bom desempenho no fator de mudança tecnológica, conforme foi explicado por Brito e Silva (2012). Contudo, o bom desempenho tecnológico só foi suficiente para superar a ineficiência técnica das empresas Cooperalfa e Camil, que foram as únicas que tiveram variação negativa na VET superada pela variação positiva na VT e, por isso, tiveram ganhos de produtividade no período. Apenas outras duas empresas também tiveram variações positivas da PTF (Minerva e Marfrig), mas essas duas corporações tiveram desempenho positivo nos dois fatores que compõe a PTF. Percebe-se, então, que nem sempre o bom desempenho de um dos fatores que compõe a PTF é suficiente para superar uma variação negativa no outro fator, sendo necessário que as empresas busquem por variações positivas em ambos, pois só assim é possível garantir uma variação positiva da produtividade.

A Tabela 2, por sua vez, apresenta o comportamento médio das empresas por ano, o que permite a análise anual do desempenho das empresas em relação à PTF e aos seus componentes.

Anos	VET	VT	PTF
2013	1,014	1,059	1,074
2014	0,905	0,949	0,859
2015	0,949	1,046	0,993

Tabela 2 - Variação média anual da eficiência técnica, tecnológica e da PTF das empresas agropecuárias entre 2012 e 2015

Fonte: Resultados da pesquisa.

Percebe-se que a média das 14 empresas do setor agropecuário analisadas para o índice de mudança na tecnologia no ano de 2015 foi de 1,046, implicando que o progresso tecnológico cresceu em média 4,6%. Observa-se, também, que na média estas empresas exibem em 2013 valores de variação de eficiência técnica, variação tecnológica e produtividades total de fatores superior aos demais anos. Cabe ainda apontar que, no ano de 2015 a VT foi superior a VET, enquanto que em 2014 ocorre o contrário e, conseqüentemente,

a produtividade total de fatores foi maior em 2015. Isso corrobora com o estudo de Costantin et al. (2007), que apontaram que a inovação e/ou progresso tecnológico corresponde ao fator de maior importância para os ganhos de produtividade que ocorreram na economia brasileira de 1970 a 1999. Isto, demonstra que, apesar dos anos que se sucederam, este fator continua sendo de grande importância para o setor, reafirmando, deste modo, a relevância do incentivo à inovação na produção agropecuária, visando os deslocamentos de fronteira de produção.

A Tabela 3 apresenta a composição da produtividade total dos fatores para dois grupos de empresas, aquele cujo desempenho geral foi positivo ($\Delta PTF > 1$) e para aquele que teve um desempenho negativo ($\Delta PTF < 1$).

Especificação	$\Delta PTF > 1$	$\Delta PTF < 1$
Mudança na eficiência técnica	1,050	0,922
Mudança tecnológica	1,035	1,011
Mudança na PTF	1,087	0,931

Tabela 3 - Composição da produtividade total dos fatores para as empresas segundo o seu desempenho geral
Fonte: Resultados da pesquisa.

Nota-se que, para ambos os grupos, o índice de mudança tecnológica, que denota deslocamento da fronteira de produção das empresas, é positivo, indicando que as empresas que tiveram um desempenho negativo na produtividade total dos fatores possuem apenas problemas de eficiência técnica. Esse resultado evidencia que as empresas tiveram ganhos tecnológicos durante o período, contudo a maior parte delas não soube combinar da melhor forma seus insumos, ficando abaixo da máxima eficiência.

Sendo assim, fica evidente que as empresas tiveram um bom desempenho do ponto de vista tecnológico, mas que não foram eficientes na alocação dos fatores de produção. A variação tecnológica positiva não foi suficiente para superar o mal desempenho da eficiência técnica nesses anos, para a maior parte das empresas, e por isso, apenas quatro tiveram ganhos de produtividade.

4.2 Impacto do Financiamento do BNDES para o Desempenho das Empresas

Entre 2004 e 2015, as 14 empresas estudadas receberam um total de 2,8 bilhões de reais em financiamentos concedidos pelo BNDES. A maior parte deste crédito tinha como objetivo o aumento da capacidade instalada, a automação dos processos de produção e, principalmente, a adoção de novas tecnologias que seriam responsáveis pelo cumprimento dos dois objetivos anteriores.

Dessa forma, esperava-se que as empresas que receberam a maior quantidade de crédito teriam o melhor desempenho. Com o intuito de avaliar essa hipótese, a Tabela 4 apresenta, novamente, as variações médias dos índices calculados na pesquisa, comparando-os com os valores do financiamento recebidos pelas empresas analisadas, entre 2012 e 2015.

Empresa	DMU	Soma financiamentos 2004-2015 (R\$Milhões)	VET	VT	PTF
Castrolanda	1	R\$ 247,8	0,885	1,027	0,909
Coamo	2	R\$ 550,4	0,856	1,015	0,869
Cooperalfa	3	R\$ 204,2	0,978	1,032	1,010
Copacol	4	R\$ 695,7	0,958	1,030	0,987
Frimesa	5	R\$ 136,6	0,970	1,027	0,996
C.Vale	6	R\$ 289,1	0,864	1,012	0,874
Camil	7	R\$ 50,0	0,996	1,035	1,031
Frisia	8	R\$ 27,5	0,893	1,025	0,915
Coasul	9	R\$ 70,0	0,920	1,013	0,932
Copagril	10	R\$ 20,0	0,957	1,016	0,972
Josapar	11	R\$ 51,7	0,916	1,017	0,932
Minerva	12	R\$ 132,2	1,000	1,034	1,034
Marfrig	13	R\$ 229,5	1,225	1,039	1,273
Copersucar	14	R\$ 100,0	1,000	0,923	0,923

Tabela 4 – Comparação entre os financiamentos recebidos no período entre 2004 e 2015 e desempenho das empresas agropecuárias entre 2012 e 2015

Fonte: Resultados da pesquisa e BNDES (2016b).

A análise dos valores financiados indica que o crédito concedido pelo BNDES pode ter tido efeito positivo sobre o desempenho tecnológico das empresas analisadas, já que apenas uma não teve variação positiva no índice de mudança tecnológica. No entanto, não é possível afirmar que a empresa que recebeu maior incentivo foi a que apresentou melhor desempenho tecnológico, já que a Copacol, que recebeu o maior montante de investimento e teve apenas a 5ª maior variação tecnológica. Contudo, no geral, o financiamento fornecido pelo banco parece ter tido impacto positivo para o deslocamento da fronteira de produção das empresas.

Não se pode afirmar o mesmo sobre o comportamento da eficiência, nem sobre a produtividade total dos fatores. A variação da eficiência técnica negativa da maior parte das empresas anula a variação tecnológica positiva gerando, por sua vez, variações negativas na produtividade total dos fatores. Isso indica que, o impacto positivo do investimento proveniente do BNDES acaba sendo anulado pelas ineficiências técnicas dessas empresas. No entanto, como Fornazier e Vieira Filho (2012) salientam, é justamente por existir distinções de eficiência técnica no setor agropecuário que se faz importante a etapa de levantamento das limitações de desenvolvimento desse setor, para que assim sejam mais eficientes os créditos concedidos.

Nesse sentido, seria importante a realização de uma análise a fim de que se tome conhecimento acerca das ineficiências produtivas e econômicas existentes nas empresas, caso contrário, a manutenção destas ineficiências pode anular os efeitos positivos das mudanças tecnológicas, que são o objetivo central das concessões de crédito. Dessa forma, impedindo também o êxito do objetivo indireto da política, qual seja, o aumento da produtividade da empresa.

Considerações Finais

O setor agropecuário é de grande importância para a economia brasileira, não apenas no PIB como também possui substancial participação na balança comercial do país. Por ser um setor de destaque é fortemente financiado pelo governo, dentre os quais estão as políticas de apoio concedidas pelo BNDES, cujo os investimentos entre 2004 e 2015, para as 14 empresas analisadas, atingiu o valor de 2,8 bilhões de reais.

Considerando este cenário, o presente estudo apresentou como objetivo a análise da produtividade total de fatores de 14 empresas do setor agropecuário brasileiro, utilizando-se do Índice de Malmquist, que permite a decomposição e análise do índice de mudança de eficiência e do índice de mudança tecnológica. Sob a pressuposição de retornos variáveis à escala e orientação insumo. Além disso, realizou-se também uma análise para averiguar qual foi o impacto do financiamento concedido pelo BNDES ao setor, sendo esta uma avaliação inédita, ao buscar entender o comportamento e a influência do investimento do BNDES.

Em síntese, através da análise dos índices percebe-se que apenas três empresas, das 14 analisadas, possuem uma variação da eficiência técnica positiva, com destaque para a Marfrig. Quanto aos ganhos na variação tecnológica, todas obtiveram uma variação positiva, com exceção da Copersucar. E, por fim, mediante os resultados da produtividade total de fatores, nota-se que somente quatro empresas demonstram ganhos, sendo elas a Cooperalfa, Camil, Minerva e Marfrig.

Nota-se que a inovação e/ou progresso tecnológico é um fator que influencia positivamente os ganhos de produtividade total de fatores no setor agropecuário brasileiro para os anos de 2012 a 2015, contudo nem sempre ele é capaz de compensar a ineficiência das empresas. Por conta disso, muitas vezes o investimento realizado com os recursos do BNDES gera deslocamento da fronteira de produção da empresa, mas não gera aumento de produtividade. Seria, então, interessante que o Banco acompanhasse também a forma como

essas empresas alocam seus recursos, afim de se obter a máxima eficiência técnica que ao ser combinada com a variação tecnológica positiva gerará variação também positiva na PTF.

Este trabalho possui algumas restrições, mas que não tiram a importância de tal estudo. Pode-se questionar a questão de que o ganho de produtividade pode ter vindo de outras fontes ou mesmo que estas cooperativas tenham mudado de gestão, sendo esses questionamentos relevantes e podem ser avaliados em trabalhos que tenham acesso a outras informações mais específicas por empresa. Essas informações permitiriam uma análise individualizada que consideraria esses e outros fatores.

Referências

- BASS, F. M. A new product growth for model Consumer Durables. **Management Science**, v. 15, p. 215–227, 1969.
- BNDES. **Relatório Anual 2014. Banco Nacional de Desenvolvimento**, Brasília, 2014. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Hotsites/RelatorioAnual_2014>. Acesso em: 26 abr. 2017.
- BNDES. **O que pode ser financiado**. Banco Nacional de Desenvolvimento, Brasília, 2016a. Disponível em: <<http://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/guia/o-que-pode-ser-financiado>>. Acesso em: 26 abr. 2016.
- BNDES. **O BNDES e o Apoio ao Setor Agropecuário**. Banco Nacional de Desenvolvimento, Brasília, 2016b. Disponível em: <<http://abracen.org.br/wp-content/uploads/2013/11/ApoioCreditoRuralSafraBNDSD.pdf>>. Acesso em: 26 abr. 2017.
- CARVALHO, R. M.; MARINHO, E. L. L. **Produtividade total dos fatores da agricultura dos países sul-americanos em um contexto de integração regional**. In: *Produtividade: Teoria e Evidências para o Brasil e a América Latina*./ Organizado ATALIBA, F.; MARINHO, E.; OLIVEIRA, V. H. – Fortaleza: CAEN, Edições UFC, p. 115-137, 2006.
- CAVES, D. W.; CHRISTENSEN, L. R.; DIEWERT, W. E. The Economic Theory of Index Numbers and the Measurement of Input, Output, and Productivity. **Econometrica**, v. 50, p. 1393–1414, 1982.
- CEPEA/ESALQ. **PIB do Agronegócio**. Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”(ESALQ), Piracicaba, 2016.
- CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. **European Journal of Operational Research**, v. 2, n. 6, p. 429–444, 1978.
- COELLI, T. J.; RAO, D. S. P.; O'DONNELL, C. J.; BATTESE, G. E. An introduction to efficiency and productivity analysis. **Springer Science & Business Media**, 2003.

- COOPER, W. W.; SEIFORD, L. M.; TONE, K. **Data envelopment analysis: A comprehensive text with models, applications, references and DEA-solver software: Second edition.** 2nd editio ed. New York: Springer US, 2007.
- DELGADO, G. C. Expansão e modernização do setor agropecuário no pós-guerra: um estudo da reflexão agrária. **Estudos Avançados**, v. 15, n. 43, p. 157–172, 2001.
- DOS SANTOS, R. B. N.; VIEIRA, W. DA C. Eficiência técnica e produtividade dos fatores na indústria brasileira de móveis nos anos 90: uma análise não-paramétrica r. **Pesquisa & Debate**, v. 19, n. 34, p. 179–194, 1999.
- FÄRE, R.; GROSSKOPF, S.; LEE, W.-F. Productivity in Taiwanese manufacturing industries. **Applied Economics**, v. 27, p. 259–265, 1995.
- FARRELL, M. J. The Measurement of Productive Efficiency. **Journal of the Royal Statistical Society**, v. 120, p. 253–290, 1957.
- FAVERET FILHO, P.; LIMA, E. T.; PAULA, S. R. L. D. O papel do BNDES no financiamento ao investimento agropecuário. **Revista de Política Agrícola**, v. 12, p. 77–92, 2000.
- FILHO, H. M. DE S. *et al.* Condicionantes da adoção de inovações tecnológicas na agricultura. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 28, n. 1, p. 223–255, 2011.
- FILHO, P. F.; LIMA, E. T.; DE PAULA, S. R. L. O papel do BNDES no financiamento ao investimento agropecuário. **BNDES Setorial**, v. 12, p. 77–92, 2000.
- FORNAZIER, A.; VIEIRA FILHO, J. E. R. Heterogeneidade Estrutural no Setor Agropecuário Brasileiro: Evidência a partir do Censo Agropecuário de 2006. **Texto para Discussão IPEA**, v. 1708, p. 34, 2012.
- GASQUES, J. G.; CONCEIÇÃO, J. C. P. R. DA. Crescimento e Produtividade da Agricultura Brasileira. **Texto para Discussão IPEA**, v. 502, n. 502, 1997.
- GOMES, Adriano P.; FILHO, José L. A.; SCALCO, Paulo R.. Mudanças Recentes na Estrutura de Produção Agropecuária do Nordeste. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 44, p. 489–506, 2013.
- GRIGOROVSKI, P. R. E. *et al.* O BNDES e a agroindústria nos anos 90. **BNDES Setorial**, v. 13, p. 35, 2001.
- HAYAMI, Y.; RUTTAN, V. W. Agricultural Productivity Differences Among Countries. **The American Economic Review (AER)**, v. 60, p. 895–911, 1970.
- MALMQUIST, S. Index numbers and indifference surfaces. **Trabajos de Estadística**, v. 4, n. 2, p. 209–242, 1953.
- MAPA, Ministério da Agricultura, Pesca e Abastecimento. **Notícias comércio exterior**, 2016. Disponível em: < <http://www.agricultura.gov.br/comunicacao/noticias/2016/01/> >. Acesso em: 18 jan 2017.

- MARQUES, R. C.; SILVA, D. Análise da variação da produtividade dos serviços de água portugueses entre 1994 e 2001 usando a abordagem de malmquist. **Pesquisa Operacional**, v. 26, n. 1678–5142, p. 145–168, 2006.
- NOGUEIRA CAMPOS, M. A.; DA GAMA, J. L. C. N.; PINTO, M. M. **O Processo De Adoção E Difusão De Novas Tecnologias Nas Edificações**: Uma Revisão Bibliográfica. XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, p. 13, 2008.
- OCDE. **Para Cooperação e Desenvolvimento Econômico. Manual de Oslo**: Diretrizes para a Coleta e Interpretação de dados sobre Inovação Tecnológica. 3rd. ed. São Paulo: ARTI/FINEP, 1997.
- PEREIRA, M. F. **Evolução da fronteira tecnológica múltipla e da produtividade total dos fatores do setor agropecuário brasileiro de 1970 a 1996**. [s.l.] Universidade Federal de Santa Catarina, 1999.
- PEREIRA FILHO, C.A.; SOUZA, W.A. **Produtividade, mudança tecnológica e eficiência na agropecuária do nordeste do Brasil no período 1975/1995**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 40., 2002, Passo Fundo. Anais... Brasília, DF: SOBER, 2002.
- ROGERS, E.M. **Diffusion of Innovations**. 4th edition. New York: Free Press, 1995.
- SANT’ANNA, A. P.; DE OLIVEIRA, A. C.; LINS, M. P. E. Análise da Produtividade do Setor Odontológico do Sistema de Saúde da Marinha utilizando o Índice de Malmquist. **XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, 2002.
- SANTOS, F. A. A. **Condicionantes da eficiência na agropecuária do nordeste**. [s.l.] Universidade Federal de Viçosa, 2002.
- SCHUMPETER, J. A. The theory of economic development: an inquiry into profits, capital, credit, interest, and the business cycle. **Harvard economic studies**, v. 46, n. 2, p. xii, 255, 1934.
- SCHUMPETER, J. A. Capitalism, socialism, and democracy. **International Journal of Cultural Policy**, v. 16, n. 1, p. 20–22, 1942.
- THRALL, R. M. Measures in DEA with an Application to the Malmquist Index. **Journal of Productivity Analysis**, v. 13, n. 2, p. 125–137, 2000.

Submetido em: 28.10.2022

Aceito em: 29.11.2022