



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA RURAL**

WESLEY LEITÃO DE SOUSA

**INOVAÇÃO, PESQUISA E DESENVOLVIMENTO NA AGROINDÚSTRIA
BRASILEIRA**

**FORTALEZA
2017**

WESLEY LEITÃO DE SOUSA

INOVAÇÃO, PESQUISA E DESENVOLVIMENTO NA AGROINDÚSTRIA BRASILEIRA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia Rural do Departamento de Economia Agrícola da Universidade Federal do Ceará.

Orientador: Prof.a Dr.a Patrícia Verônica Pinheiro Sales Lima

Coorientador: Prof. Dr. Leonardo Andrade Rocha

FORTALEZA
2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S698i Sousa, Wesley Leitão de.
Inovação, Pesquisa e Desenvolvimento na Agroindústria Brasileira / Wesley Leitão de Sousa. – 2017.
50 f.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Economia Rural, Fortaleza, 2017.
Orientação: Prof. Dr. Patrícia Verônica Pinheiro Sales Lima.

1. Agroindústria. 2. Eficiência. 3. Fronteiras Parciais. 4. Inovação Tecnológica. 5. Investimentos em P&D. I. Título.

CDD 338.1

WESLEY LEITÃO DE SOUSA

**INOVAÇÃO, PESQUISA E DESENVOLVIMENTO NA AGROINDÚSTRIA
BRASILEIRA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia Rural do Departamento de Economia Agrícola da Universidade Federal do Ceará.

Aprovada em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof.a Dr.a Patrícia Verônica Pinheiro Sales Lima (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Ahmad Saeed Khan (Membro Interno)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof.a Dr.a Kamila Vieira de Mendonça (Membro Externo ao Programa)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Leonardo Andrade Rocha (Membro Externo à Instituição)
Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA)

AGRADECIMENTOS

Mais um ciclo se encerra! Foram os dois anos mais duros de minha vida acadêmica; foi necessário me adaptar e rever minhas técnicas de estudo. Enfim, tudo no final deu certo.

Em dois anos fiz muitas amizades. Encontrei o apoio de diversas pessoas em todos locais que frequentava; acreditem vocês foram o diferencial.

Agradeço primeiramente aos meus colegas de mestrado, pois sem eles estaria sem rumo algum. Pude tirar todas as dúvidas possíveis e me apoiar em seus ombros para poder também trilhar minha jornada. Em especial para Jerônimo Marcelino, Edson Rômulo, Gerio Barbosa e Moisés Dias que me acompanharam de domingo a domingo nos campus do pici, lotando os quadros brancos da físicas com notas de microeconomia e econometria.

Lembranças a minha mãe (Marisa Ferreira Leitão) e Edilson Leitão (avó) por todo o apoio moral e financeiro prestado a mim no passado.

A minha orientadora do mestrado, Professora Patrícia Verônica por todos seus ensinamentos, desabafos, paciência e orientações que me fizeram crescer academicamente e moralmente.

A minha orientadora da graduação, Kamila Vieira que já me acompanha a cinco anos e que me ofereceu todo suporte necessário para a conclusão deste mestrado. Você é a minha inspiração.

Ao Professor Leonardo Andrade Rocha, que participou extensivamente na confecção desta dissertação. Sou muito grato por suas contribuições, não tenho dúvidas de que é um excelente profissional. As contribuições para esta dissertação do Professor Ahmad Saeed Khan que serão muito valiosas para o enriquecimento deste produto. Agradecimentos a todos os professores do MAER e a seus funcionários.

A minha turma de italiano do IMPARH, obrigado por todos os momentos de descontração nas aulas. Em especial a Professora Hiáskara que sempre foi muito benevolente quanto as minhas ausências para estudos dos exames e viagens a congressos.

A Yasmin Barros por ter me mostrado os caminhos de Deus. Sou muito grato a você e hoje me considero uma pessoa mais feliz. Pude ingressar ao Shalom e estou trilhando minha jornada de paz.

A única pessoa que desde 2015 me falou: você vai passar no CAEN, acredite em você. Lígia, muito obrigado por todos os conselhos e conversas. Agradeço ao acolhimento da família Vieira. Em especial ao Lucas, Nayla e Beth que são pessoas maravilhosas.

E por fim; pedi tanto para estudar fora da UFC que me dediquei e investi tempo e

dinheiro em realizar doutorados em outras instituições (UFV, USP, UFLA); além do fato de ter chegado atrasado para o exame da ANPEC. Com essa coleção de não's segui adiante e me dediquei exaustivamente a minha última seleção, o CAEN-UFC. Parecia que não era o momento de estudar fora e fui aprovado para o doutorado no CAEN, assim surpreendendo muitas pessoas.

As adversidades e dificuldades foram muitas: morar sozinho, me privar dos amigos, administrar as finanças e a mudança de campo de estudos. Sempre pensei que tudo iria dar errado, mas no final a dedicação que realizei foi maior que todas as adversidades e assim concluo mais uma etapa de minha vida.

“Eu gosto do impossível porque lá a
concorrência é menor.”

Walt Disney

RESUMO

O agronegócio representado pelos subsetores de produção de insumos, agropecuária, distribuição de serviços e agroindústria teve sua evolução nos anos de 1970 mediante investimento em P&D no setor agrícola. No tocante as agroindústrias os fundos setoriais destinados à inovação tecnológica denotam influencias diferenciadas no lucro das firmas. Portanto, o este estudo objetiva analisar o impacto dos investimentos em P&D no desempenho das firmas no setor agrícola brasileiro, na medida em que as empresas se aproximam da fronteira da eficiência. Os dados empregados neste ensejo foram extraídos da plataforma *Capital IQ* da *Standard & Poor's* (S&P) é composta de um painel desbalanceado com 255 agroindústrias dos subsetores agrícola, florestal e de pesca e corresponde ao período de 2012 a 2015. Neste sentido foram estimados os escores de eficiência por uma técnica não paramétrica (FDH ou *free disposal hull*), sendo estimado um modelo de regressão linear interagindo os diferentes escores com os investimentos de curto e longo prazo. Os resultados apontam que na fronteira final a região Sudeste apresenta a maior proporção de firmas eficientes enquanto, que no quantil 95%, a região Sul exibe a maior proporção de firmas supereficientes. Interagindo os escores de eficiência com os investimentos em P&D observou-se que o coeficiente de elasticidade parcial dos investimentos é afetado negativamente. O coeficiente de elasticidade dos investimentos em P&D foi positivo, indicando que aumentos na variável favorecem o lucro nas agroindústrias, sendo que a influência dos investimentos em P&D foi maior nas firmas mais atrasadas (quantil 95%) em relação à fronteira final. Isso sugere que as políticas de incentivo à inovação e ao desenvolvimento tecnológico devem priorizar as agroindústrias mais atrasadas em relação à fronteira ou aos estados em que estão contidas, a fim de minimizar o desenvolvimento assimétrico.

Palavras-Chaves: Agroindústria. Eficiência. Fronteiras Parciais. Inovação Tecnológica. Investimentos em P&D.

ABSTRACT

Agribusiness represented by subsectors of agricultural inputs, production, distribution, services and agro-industry had your evolution in the Decade of 70 by P&D investment in the agricultural sector. As far as the agribusiness sector funds earmarked for technological innovation feature differentiated impacts on earnings of firms. Therefore, this study aims to analyze the impact of investments in P&D in the performance of firms in the Brazilian agricultural sector, as companies approach the efficiency frontier. The data used in this study were extracted from the Capital IQ Platform Standard & Poor's (S&P); composed of an unbalanced Panel with 255 agribusinesses of the subsectors: agriculture, forestry and fishing; corresponding to the period from 2012 to 2015. In this sense, we estimated efficiency scores by a non-parametric technique (FDH or free disposal hull), being estimated a linear regression model interacting different scores with the short-and long-term investments. The results indicate that in the final frontier the Southeast region has the highest proportion of efficient firms, while the 95% quantile southern region has the highest proportion of super-efficient firms. Interacting efficiency scores with investments in P&D observed that the coefficient of partial elasticity of investment is adversely affected. The coefficient of elasticity of investment in P&D was positive, indicating that increases in variable profit in favor agribusiness, the impact of investments in P&D was higher in the latest firms (quantile 95%) in relation to the final frontier. This suggests that policies to encourage innovation and technological development should prioritize agro-industries more lagging behind the border or to the States in which they are contained, in order to minimize the asymmetrical development process.

Key-Words: Agro-industry. Efficiency. Partial Frontier. Technological Innovation. P&D Investments.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- ABC – Agricultura de Baixa Emissão de Carbono
- BCB – Banco Central do Brasil
- CAR – Cadastro Ambiental Rural
- CDA – Certificado de Depósito Agropecuário
- CDCA – Certificado de Direitos Creditórios do Agronegócio
- CNC – Conselho Nacional do Café
- CRA – Certificado de Recebíveis do Agronegócio
- CREAI – Carteira de Crédito Agrícola e Industrial do Banco do Brasil
- DEA – *Data Envelopment Analysis*
- DMU – Unidade Tomadora de Decisão
- EBITDA – *Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation and Amortization*
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
- FDH – *Free Disposal Hull*
- FIPEME – Financiamento à Pequena e Média Empresa
- FUNAGRI – Fundo Geral para a Indústria e Agricultura
- GERAG – Gerência de Assessoramento Técnico ao Agronegócio
- IAA – Instituto do Açúcar e do Alcool
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- INOVAGRO – Programa de Incentivo à Inovação Tecnológica na Produção Agropecuária
- LCA – Letra de Crédito do Agronegócio
- PAEG – Programa de Ação Econômica do Governo
- PAGRI – Periódicos Agrícolas
- PCA – Construção e Ampliação de Armazéns
- P&D – Pesquisa e Desenvolvimento
- PED – Plano Estratégico de Desenvolvimento
- PEP – Prêmio para Escoamento de Produto
- PEPRO – Prêmio Equalizador pago ao Produtor
- PGD – Processo Gerador dos Dados
- PIB – Produto Interno Bruto
- PIL – Programa de Investimento em Logística
- PLE – Preço de Liberação de Estoque
- PND – Plano Nacional de Desenvolvimento

PROAGRO – Programa de Garantia da Atividade Agropecuária

PROÁLCOOL – Programa Nacional do Alcool

PRODECER – Programa de Cooperação Nipo-Brasileira para o Desenvolvimento dos Cerrados

PRONAF – Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar

PRONAGRI – Programa Nacional de Assistência à Agroindústria

PRONAMP – Programa Nacional de Apoio ao Médio Produtor Rural

PROP – Prêmio de Risco para Aquisição de Produto Agrícola Oriundo de Contrato Privado de Opção de Venda

PSI – Programa de Sustentação do Investimento

PTF – Produtividade Total dos Fatores

RMs – Regiões Metropolitanas

S&P – *Standard & Poor's*

SFA – *Stochastic Frontier Analysis*

SIC – *Standard Industrial Classification*

SNCR – Sistema Nacional de Crédito Rural

UF – Unidade Federativa

UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas

WA – Warrant Agropecuário

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 DIMENSÕES DA AGROINDÚSTRIA BRASILEIRA: EVOLUÇÃO, INOVAÇÃO E GOVERNANÇA	15
2.1 A Evolução da Agroindústria Brasileira	15
2.2 Inovação Tecnológica na Agricultura e Agroindústria Brasileira	18
2.3 O Papel da Governança e das Instituições	20
3 METODOLOGIA	24
3.1 Fonte dos Dados e Delimitação da Amostra	24
3.2 Definição e Operacionalização das Variáveis	24
3.3 Estimativa da Eficiência	25
3.4 Fronteira FDH	27
3.4.1 Abordagens Baseadas em “Fronteiras Parciais”	29
3.4.2 Fronteiras Parciais de Ordem- α	29
3.5 Modelo Econométrico	31
3.6 Robustez das Estimativas	32
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
4.1 Análise Descritiva da Amostra	34
4.2 Resultados do Modelo Econométrico	37
4.3 Discussão com Recentes Pesquisas	41
5 CONCLUSÕES	44
REFERÊNCIAS	46

1 INTRODUÇÃO

O agronegócio é representado pelos setores de produção de insumos, agropecuária, agroindústria e o setor de distribuição de serviços, é por demais importante para a economia do País, atuando no mercado interno ou nas exportações, dando oportunidade a milhões de empregos diretos em todas as regiões do Brasil, justificando a relevância no âmbito econômico e social.

A evolução do agronegócio brasileiro se deu fundamentalmente, nos anos de 1970 em decorrência da organização da pesquisa agrícola de investimentos em P&D (Pesquisa e Desenvolvimento) ao longo do tempo (VIEIRA & VIEIRA, 2013). Um de seus setores mais importantes é o agropecuário, que teve elevada participação na economia brasileira em razão do crescimento da Produtividade Total dos Fatores (PTF) durante o período de 2002 a 2012 (GASGUES, 2014). Ao longo dos anos, outro setor do agronegócio denotava sinais de amadurecimento tecnológico e gerencial dos produtores: a agroindústria.

Dentro dessa perspectiva o Governo implementou a Política Nacional de Inovação (CT-AGRONEGÓCIO), um fundo setorial destinado ao financiamento de projetos que objetivem o desenvolvimento regional equilibrado. No tocante às agroindústrias brasileiras, a inovação assegurada por investimentos em P&D se faz importante por garantir que as firmas possam competir regional, nacional e internacional, a fim de que se reduzam as disparidades regionais que limitam o crescimento do País, muito embora este não seja o foco desta dissertação.

Perante o que foi expresso, este estudo se justifica, pois um pequeno número de pesquisas exprime os fatores que influenciam na eficiência técnica das agroindústrias bem como não existem no Brasil estudos que apresentem de que maneira os investimentos de curto e longo prazos resultam em impactos diferenciados no desempenho das agroindústrias. Destaca-se, também, o método de cálculo dos escores de eficiência por meio da fronteira free disposal hull (FDH) e os avanços desenvolvidos por intermédio das fronteiras parciais de ordem- α , bem como a robustez das estimativas dos resultados que reduzem os vieses observados em outros estudos.

Portanto, eis as hipóteses desta pesquisa:

- Os esforços em inovação tecnológica (investimentos em P&D) afetam de maneira heterogênea o desempenho das agroindústrias.

- A política de fomento à inovação e ao desenvolvimento tecnológico contribui para a formulação de um processo assimétrico no desenvolvimento do País.

Nessa perspectiva, a análise desta dissertação parte de um banco de dados referente a uma amostra de 255 agroindústrias brasileiras, abrangendo os anos de 2012 a 2015.

O objetivo desta pesquisa é então, analisar o impacto dos investimentos em P&D no desempenho das empresas no setor agrícola brasileiro, na medida em que essas organizações se aproximam da fronteira da eficiência.

Os objetivos específicos se exprimem em:

- Classificar as agroindústrias segundo a eficiência técnica, medida que captura o “efeito-aproximação” com a fronteira; e
- Estimar o coeficiente de elasticidade dos investimentos em P&D no desempenho das firmas, analisando a contribuição do fator de aproximação com a fronteira na elasticidade final.

De modo a oferecer melhor delimitação deste experimento, na sequência, serão mostrados o referencial teórico, caracterizando o agronegócio brasileiro, investimentos em P&D e inovação tecnológica na agricultura, bem assim o papel da governança e das instituições. Em seguida, serão caracterizadas as agroindústrias componentes da pesquisa, bem como a metodologia que envolve o cálculo dos escores de eficiência pelo modelo de fronteira *free disposal hull* (FDH) e a abordagem de regressão de dados em painel. Por fim, os principais resultados serão descritos e argumentados, chegando-se às conclusões.

2 DIMENSÕES DA AGROINDÚSTRIA BRASILEIRA: EVOLUÇÃO, INOVAÇÃO E GOVERNANÇA

2.1 A Evolução da Agroindústria Brasileira

A atividade agroindustrial surgiu dos exercícios agrícolas desempenhados nos complexos rurais, onde existe o beneficiamento de matérias-primas e sua conservação. Ao longo dos anos, as atividades industriais realizadas no campo passaram a se denominar indústria rural, tornando-se difícil a segregação das indústrias rurais da indústria propriamente dita (RAMOS et al., 2007).

Conforme o crescimento da demanda por produtos beneficiados houve um deslocamento das atividades da indústria rural para as áreas urbanas. Entretanto, os mesmos autores enfatizam que a agroindústria moderna não é uma extensão da fazenda, e sim de um complexo construído por meio de capitais provenientes de outros segmentos que se articulam diretamente a agricultura (RAMOS et al., 2007).

Em meio às transformações propostas para o setor agropecuário brasileiro nos anos de 1970, surge o conceito de “complexo agroindustrial”, mencionado por Guimarães (1975) e posteriormente conceituado por Muller (1989) como:

[...] as relações entre indústria e agricultura na fase em que a agricultura apresenta intensas conexões para trás, com a indústria para a agricultura, e para frente, com as agroindústrias, incorporando outras “relações interdepartamentais”, além das de produção, como as de distribuição e consumo.

A agroindústria possui variados tipos de beneficiamento de produção, que são comumente associados aos complexos industriais citados anteriormente. Aquém dos grandes complexos, existe a agroindústria rural desempenhada como atividade autônoma, além das ações realizadas por produtores agrícolas (GUANZIROLI, 2010).

O que se evoluiu no Brasil está longe de ser uma configuração de agroindústria rural, contudo é um tipo de agroindústria que capta a atenção de pesquisadores por conta de seu sucesso no Brasil e em todos os países. A agroindústria rural opera com a matéria-prima produzida em seu estabelecimento, processando mandioca, leite, queijos, vinhos e cachaça. O autor ainda destaca como benefícios da agroindústria rural: elevação/complementação da renda familiar no meio rural; redução da vulnerabilidade econômica dos agricultores familiares; descentralização da produção

e das fontes de renda; ocupação e geração de emprego no meio rural e mudanças nas relações de gênero (GUANZIROLI, 2010).

Diferentemente do sistema cooperativista estimulado pela agroindústria rural, a agroindústria privada se distingue no sentido de que a produção agrícola é simplesmente um insumo que deve ser obtido sob as melhores condições possíveis, mesmo que seja necessário investir em outras regiões ou importar (WILKINSON, 1997).

Wilkinson (1997) enfatiza que diversos sistemas agroindustriais brasileiros se beneficiam duas vezes com as cooperativas estabelecidas pela agroindústria rural, pois estabelecem que tais associações sejam fornecedoras de matérias-primas para a transformação na indústria e ainda se beneficiam com a venda de insumos agrícolas (fertilizantes, rações, defensivos agrícolas).

Os grandes complexos agroindustriais brasileiros concentram-se na indústria de alimentos, bebidas, papel e celulose e tecelagem. A centralização das atividades estreita a cadeia produtiva, marginalizando um grande grupo de pequenos produtores que não possuem condições para baixar custos e elevar a qualidade dos produtos fornecidos. Nos setores posteriores (supermercados e companhias exportadoras) a concentração fica mais evidente (RAMOS et al., 2007).

A agroindústria rural proporcionou diversos benefícios para as zonas interiores do Brasil de tal modo que identificar a contribuição de cada setor industrial para a expansão nestas regiões é uma árdua tarefa. Analisa-se, por conseguinte a evolução da participação da agropecuária, relativamente às demais atividades industriais e setores econômicos. Conforme observado na tabela 1, a produção agropecuária está amplamente engajada nas regiões interiores do país e que 87,1% da produção agropecuária dos anos de 2000 a 2011 se deu nos municípios de fora das regiões metropolitanas do País. A participação desses municípios na renda gerada pelas atividades industriais cresceu em quase dez pontos percentuais, com 36,1% da produção industrial em 2000 para 45,6% em 2011.

Tabela 01 – Participação da agropecuária e da indústria no PIB das regiões metropolitanas (RMs) e demais municípios (2000-2011) (em %)

Ano	Agropecuária		Indústria	
	Interior	RMs	Interior	RMs
2000	85,9	14,1	36,1	63,9
2001	86,4	13,6	36,3	63,7
2002	87,2	12,8	38,5	61,5
2003	86,5	13,5	39,6	60,4
2004	87,0	13,0	39,5	60,5
2005	86,6	13,4	40,1	59,9
2006	87,3	12,7	41,8	58,2
2007	87,4	12,6	40,9	59,1
2008	87,5	12,5	43,6	56,4
2009	87,2	12,8	40,8	59,2
2010	87,7	12,3	42,9	57,1
2011	88,8	11,2	45,6	54,4
Média	87,1	12,9	40,5	59,5

Fonte: Vieira Filho & Gasgues (2016).

Avaliando a participação da agroindústria e demais setores na composição do Produto Interno Bruto (PIB) do agronegócio (tabela 2), nota-se que os setores de agropecuária e distribuição de serviços expressaram maior taxa de participação na composição do PIB do agronegócio ao final do ano de 2013. A participação da agroindústria na composição do PIB dos anos de 2000 a 2013 decresceu. O setor de agrosserviços segue tendência similar à agroindústria.

Tabela 02 – Participação da agroindústria no PIB do agronegócio (2000-2013) (em %)

Ano	Insumos	Agropecuária	Agroindústria	Distribuição	Agronegócio (PIB Brasil)
2000	9,9	23,8	33,1	33,2	23,5
2001	10,2	24,5	32,3	33,1	23,6
2002	10,7	25,1	31,4	32,8	25,0
2003	11,3	26,4	30,3	32,0	26,3
2004	11,2	25,5	31,0	32,3	25,5
2005	10,5	24,2	32,6	32,7	23,6
2006	10,2	23,5	33,4	32,9	22,8
2007	10,7	24,5	32,3	32,6	23,2
2008	11,6	26,0	30,7	31,7	23,8
2009	11,0	25,5	31,3	32,2	22,5
2010	10,7	26,3	31,0	32,0	22,5
2011	11,5	28,0	29,0	31,5	23,1
2012	11,8	28,0	28,7	31,5	22,2
2013	11,7	29,0	28,1	31,2	22,5

Fonte: Vieira Filho & Gasgues (2016).

Ainda em 2013, a agroindústria apontou variação negativa de 0,2%, numa retração menos intensa do que no ano anterior, 2012 (-0,6%), porém inferior ao resultado obtido pela indústria geral (1,2%). Os setores de maior peso vinculados à

agricultura influenciaram negativamente a formação da média global, enquanto a pecuária (0,7%), inseticidas, herbicidas e outros defensivos para uso agropecuário (3,9%), o desdobramento da madeira (10,8%), de máquinas e equipamentos (16,1%) e de derivados de aves (11,1%) foram as atividades que apontaram os influxos positivos (IBGE, 2016).

A gradativa redução da participação da agroindústria na composição do PIB do agronegócio é uma motivação de pesquisa, pois, dentre inúmeras possibilidades para tal queda na participação, é necessário investigar como a inovação tecnológica e os investimentos em P&D afetam de fato o desempenho das agroindústrias brasileiras.

2.2 Inovação Tecnológica na Agricultura e Agroindústria Brasileira

O sucesso do agronegócio brasileiro decorre de seu elevado nível tecnológico (ALVES et al., 2013), que aumentou a produtividade dos fatores mediante o uso de conhecimentos (Galgues, Bastos, Valdes e Bacch, 2012). Para que o segmento agroindustrial cresça economicamente, se faz necessário recorrer à ciência, engenharia, adotar tecnologias avançadas e que atuem as entidades técnico-científicas do setor agroindustrial (GONCHAROV; RAU, 2009). O sucesso da agroindústria depende da inovação tecnológica mediante os investimentos realizados em P&D e, para melhor compreensão, se faz necessário caracterizar o que consiste um processo inovativo.

A inovação é caracterizada pela pesquisa, descoberta, experimentação, desenvolvimento, imitação e adoção de novos produtos, outros processos de produção e novas modalidades organizacionais (DRUCKER, 1991). Schumpeter (1984, 1988) expressa que o processo inovativo consiste de três fases: invenção, inovação e difusão.

Para Bassi et al., (2013), a invenção é uma ideia para um produto, processo ou sistema, que não necessariamente conduz à inovação. Esta representa a combinação de conhecimentos e competências; resultando na inovação de produto, processo organizacional, acesso a novos mercados e descoberta de novas fontes de matérias-primas. A difusão consiste em introduzir e adotar a inovação por concorrentes ou outros usuários.

Argumentar sobre inovação tecnológica, dissociando a agricultura da agroindústria, consiste em árdua tarefa, uma vez que a primeira oferece a matéria-prima necessária para o funcionamento da segunda, sendo preciso que a última seja

responsável por fornecer os insumos necessários para o desenvolvimento das práticas agrícolas. Portanto, ao se trabalhar a inovação tecnológica é errôneo segregarem as práticas agrícolas do segmento agroindustrial.

Os investimentos em inovações tecnológicas podem provir de fundos públicos ou privados. Quanto a estes últimos eles investem cerca de U\$\$ 16 bilhões (2005) em pesquisas agrícolas, o equivalente a 41% dos investimentos globais (setores público e privado). Grande parte dos investimentos do setor privado é realizada por empresas que exercem atividades em P&D em países de alta renda per capita. Quanto aos investimentos públicos em práticas agrícolas, tecnologia e desenvolvimento cresceram significativamente nos últimos anos, aumentando de U\$\$ 16 bilhões (1981) para U\$\$ 23 bilhões em 2005. Pesquisas recentes indicam que a tendência aos investimentos em ciência e tecnologia continua a crescer (WORLD BANK, 2012).

Os pesquisadores Beintema & Stads (2010) acentuam que, em países em decurso de desenvolvimento, o setor público é provedor primário de P&D na agricultura e em poucos Estados de rápido crescimento, como China, Brasil e Índia, são realizados investimentos maciços em P&D na agricultura; enquanto isso, nas demais regiões do globo, a atividade de P&D permanece estagnada ou em declínio. No Brasil, como exemplo de instituição pública, cabe à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) desempenhar o processo de inovação tecnológica. Apesar disso a visão que as agroindústrias possuem sobre a EMBRAPA é de que não é uma instituição ligada à inovação tecnológica e sim uma que desempenha importante papel político junto ao Estado (BASSI et al., 2013).

Em estudo realizado sobre as principais agroindústrias avícolas brasileiras constatou-se que a inovação é incremental e adaptada de tecnologias geradas no Exterior. A principal fonte na busca destas tecnologias está nos fornecedores estrangeiros, principais parceiros no desenvolvimento e adaptação das tecnologias adotadas pela agroindústria (BASSI et al., 2013).

A dependência na transferência de tecnologias e ausência de investimentos em P&D reflete, principalmente, na competitividade das empresas agropecuárias nacional e internacionalmente, não adquirindo, portanto, o diferencial que firmas inovadoras possuem. Cohen & Levinthal (1990) enaltecem o fato de que a principal diferença entre firmas não inovadoras e inovadoras é que o processo de P&D das últimas acompanha a criação e adoção de práticas inovadoras.

Atualmente, grande parte dos investimentos em P&D na agricultura é distribuída entres os setores de: biologia vegetal; criação e produção de sementes de plantas e materiais de plantio; agroquímicos, fertilizantes e aplicações biotecnológicas; processamento de alimentos, armazenamento e transporte; produção e melhoramento animal; equipamento agrícola e máquinas. Em primeiro lugar, os investimentos realizados por produtores e agentes agroindustriais implicam a modernização da cadeia produtiva, onde se exigem em maiores quantidades e qualidade matérias-primas destinadas a agroindústria e logo são aplicações por demais importantes à sustentabilidade da cadeia de produção. De outro modo, Vieira Filho & Gasgues (2016) enfatizam a noção de que nas cadeias produtivas curtas e rígidas não existe espaço para a negociação entre os agentes agroindustriais dominantes e produtores rurais, o que promove o afunilamento da cadeia produtiva.

2.3 O Papel da Governança e das Instituições

A agroindustrialização como estratégia de política pública no Brasil é recente. Em suma, a política para elevar o valor agregado por via do processamento de produtos agrícolas inicia a fazer parte do discurso do Governo ao final dos anos de 1960. Antes a agricultura era vista como um setor voltado para si mesmo com a finalidade de produzir bens finais para a exportação ou para o consumo interno (RAMOS et al., 2007). As políticas públicas desenvolvidas, os investimentos e outras ações do Governo influenciam nos projetos e na produtividade agrícola. Além disto, a infraestrutura de transporte (estradas, vias fluviais, portos e aeroportos) é importante para determinar o tamanho do investimento na agricultura nos países e em localidades específicas. Neste sentido, a governança pública tem o papel de realizar investimentos em atividades agrícolas e infraestrutura, promovendo a sustentabilidade da cadeia produtiva.

Para ilustrar o papel da governança brasileira ao longo dos anos (quadro 1), é necessário traçar uma linha temporal, destacando as principais políticas desenvolvidas. Os anos de 1930 a 1960 foram marcados por intervenções em setores específicos da agroindústria, como a criação do Instituto do Açúcar e do Alcool - IAA e o Conselho Nacional do Café - CNC, dentre outros.

De 1960 a 1980 o crédito rural (principal alicerce da política de teor agrícola) foi responsável pela expansão da demanda doméstica por tratores e

maquinários agrícolas produzidos pela indústria nacional. As atividades de assistência técnica e extensão rural iniciadas em meados de 1948 tiveram intensificação durante os anos de 1960-1980, com ampliação do número de escritórios de extensão rural e de municípios atingidos. A crise enfrentada pelo País nos anos de 1970 em razão dos elevados preços dos alimentos levou à incorporação das “improdutivas” áreas do cerrado do Centro-Oeste, agregando mais terra e produtividade do trabalho com investimentos em P&D na agricultura, com a criação da EMBRAPA no ano de 1973 (SANTANA & NASCIMENTO, 2012).

Nos anos supracitados, mencionam-se também, o PROÁLCOOL (Programa Nacional do Alcool), que estimulou a produção de álcool como substituto da gasolina, a construção e ampliação de estradas e a parceria bilateral Japão-Brasil com o Programa de Cooperação Nipo-Brasileira para o Desenvolvimento dos Cerrados (PRODECER) iniciado em 1978.

Na transição dos anos de 1980 para os anos 2000, o período foi caracterizado por constantes mudanças no plano de trabalho das políticas. Os preços de mercado e os incentivos liderados por investimentos que aumentaram a produtividade e expandiram a oferta doméstica de produtos agrícolas se tornaram atraentes aos investidores (SANTANA & NASCIMENTO, 2012).

Quadro 1 – Políticas Agrícolas e Agroindustriais Brasileiras

Período	Descrição
1930 a 1960	Criação do Instituto do Açúcar e do Alcool; Conselho Nacional do Café; Instituto do Pinho, do Mate e do Sal; Estatuto da Lavoura Canavieira; Criação da CREA (Carteira de Crédito Agrícola e Industrial do Banco do Brasil); Criação do Plano Salte;
1960 a 1970	Criação do Paeg (Plano de Ação Econômica do Governo); Criação do SNCR (Sistema Nacional de Crédito Rural); Criação do Funagri (Fundo Geral para a Indústria e Agricultura); Outros fundos: Fipeme, Pagri, Pronagri; Criação do PED (Programa Estratégico de Desenvolvimento); Criação da Embrapa;
1970 a 1980	Criação do I PND (Plano Nacional de Desenvolvimento); Criação do II PND; Instituição de linhas de crédito: Preços Mínimos e Aval Agroindustrial;
1980 a 1990	Criação da caderneta de poupança rural;
1990 a 2000	Lei Agrícola; Criação do PRONAF; Abertura do Mercado Agrícola;
2000 a 2010	Época de crescimento da PTF; Criação da LCA, CDCA, CRA, CDA/Warrant Agropecuário – WA; Instrumentos de Apoio a Comercialização: PLE, PEP. Contratos de opção de venda: Prop, Pepro. Liquidação, regularização de dívidas de crédito rural e fundiário;

2010 - 2016	Criação do Fundo de Catástrofe; Criação do Programa ABC (Agricultura de Baixo Carbono); Criação do Pronamp; Aprovação da Lei do Código Florestal; Criação do PCA e PSI; Criação do INOVAGRO;
-------------	---

Fonte: Elaboração própria, com base em Ramos et al., (2007) e Araújo (2014)

As principais intervenções realizadas durante os anos de 1980-2000 foram: busca de fontes alternativas de financiamento em virtude da redução da oferta do crédito agrícola; intervenções do Governo no mercado (comprando e estocando produtos quando os preços de mercado caíam abaixo do preço tabelado); privatização de companhias públicas no sentido de reduzir a burocratização dos serviços e abertura dos mercados agrícolas (DIAS & AMARAL, 2000).

O período 2000-2010 foi caracterizado em seu início pelo medo dos investidores domésticos e estrangeiros, época marcada pela contínua redução da intervenção pública no setor agrícola, se comparado aos períodos anteriores (1965-1985).

Algumas das políticas implementadas ou mantidas dos governos anteriores são: PRONAF (Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar), com o objetivo de promover o crescimento da agricultura familiar; criação de títulos do agronegócio (Letra de Crédito do Agronegócio – LCA, Certificado de Direitos Creditórios do Agronegócio – CDCA, Certificado de Recebíveis do Agronegócio – CRA, Certificado de Depósito Agropecuário – CDA e Warrant Agropecuário – WA); medidas de estímulo à liquidação ou regularização de dívidas de créditos rural e fundiário; PROAGRO; minimizando os mecanismos de riscos (intempéries climáticas, pragas agrícolas e doenças), com a criação do fundo de catástrofe; criação do programa para redução de gases estufa na agricultura, Plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono); criação do Programa Nacional de Apoio ao Médio Produtor Rural (PRONAMP) (ARAÚJO, 2014).

Em 2012 foram aprovadas a Lei do Código Florestal e a regulamentação do Cadastro Ambiental Rural (CAR). Em 2013, criaram-se o Programa para Construção e Ampliação de Armazéns (PCA) e Programa de Sustentação do Investimento (PSI) – Cerealistas, para a construção e ampliação de armazéns para produtos agropecuários além de haver sido instituído o Programa de Incentivo à Inovação Tecnológica na Produção Agropecuária (INOVAGRO) (ARAÚJO, 2014).

Em 2001, surgiram um fundo específico de fomento ao setor agropecuário, a

Política de Inovação na Agricultura (CT-AGRONEGÓCIO), lei no 10.332/2001 (BRASIL, 2001) e a de Infraestrutura no Crescimento da Produtividade Agrícola dos Estados, sob o fundamento de três pilares tecnológicos - segurança alimentar, matriz energética e sustentabilidade ambiental - que, permitiram o crescimento da atividade agrícola no Brasil (VIEIRA FILHO, 2012).

Somente para a safra 2014-2015, o Banco do Brasil realizou 420.056 contratos de crédito de custeio para lavouras, totalizando R\$ 26,5 bilhões (BCB, 2015). A Gerência de Assessoramento Técnico ao Agronegócio (GERAG) do Banco do Brasil desempenha importante papel nesses empréstimos, sendo responsável por assegurar que as empresas de assistência técnica recomendem tecnologias respaldadas pela instituição aos seus clientes.

Atualmente as intervenções diretas do Governo nas políticas agroindustriais reduziram-se e é evidente que a agroindústria do século XXI seja totalmente diferente daquela iniciada há décadas. Conforme as últimas intervenções realizadas, existe um incentivo ao crédito rural, como por exemplo, o PRONAF Agroindústria que presta investimentos a pequenas e médias agroindústrias que visem ao beneficiamento, armazenagem, processamento e comercialização de produtos agropecuários, florestais, do extrativismo, artesanais e da exploração de turismo rural, bem como os programas PCA e PSI que visam a melhorias estruturais na cadeia produtiva; e o INOVAGRO, que realiza investimentos necessários à incorporação de inovação tecnológica na produção agrícola. Para os complexos agroindustriais, espera-se que seja oferecida uma ampla infraestrutura voltada para suas instalações, funcionamento e escoamento da produção.

Conclui-se, portanto, que as políticas de cunho agrícola e agroindustrial se complementam, pois é uma cadeia produtiva que não se encerra na agroindústria propriamente dita; aguarda-se também que haja intervenção governamental no sentido de reduzir o estreitamento da cadeia produtiva onde os produtores rurais não possuem espaço e nem diálogo com as agroindústrias.

3 METODOLOGIA

3.1 Fonte dos Dados e Delimitação da Amostra

Os dados empregados neste estudo foram extraídos da plataforma *Capital IQ* da *Standard & Poor's* (S&P). A plataforma *Capital IQ* da S&P consiste em uma das mais importantes fontes de informação financeira, congregando dados financeiros de mais de um milhão de firmas no mundo. Os filtros executados para seleção dos dados obedeceram à ordem expressa na sequência.

- (i) Firmas atuantes no mercado brasileiro distribuídas por Unidade Federativa (UF).
- (ii) Firmas classificadas conforme a notação internacional de classificação de indústrias (*SIC Codes*¹).
- (iii) Seleção de firmas contemplando o dígito-1 da “*SIC Codes*” correspondendo a 10 subsetores, sendo delimitadas as empresas atuantes na **Divisão A: Agricultura, Silvicultura e Pesca**.
- (iv) Seleção das variáveis financeiras conforme o corte temporal entre 2012 a 2015 (4 anos).
- (v) O resultado final consistiu em uma amostra de dados em painel desbalanceado com 255 agroindústrias.
- (vi) A distribuição espacial das agroindústrias brasileiras componentes da amostra: Goiás (5), Mato Grosso (1), Minas Gerais (32), Paraná (44), Rio de Janeiro (6), Rio Grande do Sul (69), Santa Catarina (9), São Paulo (89).

3.2 Definição e Operacionalização das Variáveis

As variáveis selecionadas na plataforma *Capital IQ* foram: (1) receitas totais; (2) lucros totais; (3) EBITDA (*Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation and Amortization*) (EBIT + D&A for EBIT); (4) investimentos em bens de capital (Capex); (5) Ativos Totais; (6) investimentos de longo-prazo; (7) investimentos de curto-prazo e caixa; (8) investimentos totais (curto e longo prazo).

¹ O sistema-padrão de classificação industrial (*Standard Industrial Classification* (SIC)) contempla 4-dígitos de classificação de indústrias (Setor, Grupo majoritário, Grupo de indústrias e Indústria). Para detalhes, ver: <http://siccode.com/en/pages/what-is-a-sic-code>.

Tabela 03 – Variáveis selecionadas e suas definições

Variável	Definição	Termo no Modelo
Receitas Totais	Receitas diretas e outras receitas	RT
Lucros Totais	Receitas totais menos custos totais	π
EBITDA	Lucro antes do juro, impostos, depreciação e amortização (EBIT + D&A <i>for</i> EBIT)	Ebitda
Investimentos em Bens de Capital	Representa o fluxo financeiro destinado a aquisição de ativos imobilizados e equipamentos pela empresa	capex
Ativos Totais	Valor dos ativos totais da empresa	atv
Investimentos de Longo-prazo	Corresponde aos investimentos realizados com a intenção de manter as atividades produtivas da empresa por mais de um ano, incluindo títulos de dívida, títulos de participação, <i>joint ventures</i> ou parceira estratégica com outras empresas	Inv. ^{LT}
Investimentos de Curto-prazo e caixa	Representa os investimentos com maior grau de liquidez	Inv. ST
Investimentos Totais	Investimentos de longo-prazo somados aos investimentos de curto prazo e caixa (com vencimentos superiores a 3 meses e inferior a um ano) sendo, portanto, capazes de serem convertidos em dinheiro no curto prazo	Inv.total

Fonte: Elaboração própria a partir das informações disponíveis pela Capital IQ (S&P).

As variáveis são expressas em US \$ milhões levando em conta o período fiscal do ano.

Para demonstrativo descritivo dos dados, as variáveis foram consideradas em moeda internacional (US \$). **No modelo econométrico, foi aplicada a conversão, considerando a última data do período de cada ano (31/12) para moeda Real R\$.**

3.3 Estimativa da Eficiência

Para o cálculo dos escores de eficiência, destacam-se duas abordagens principais: a paramétrica e a não paramétrica. No método paramétrico proposto por Aigner, Lovell e Schmidt (1977) sobressai-se o modelo de fronteira estocástica ou modelo de erro composto, Stochastic Frontier Analysis (SFA), com recentes avanços realizados por O'Donnell et al. (2008) no modelo de meta-fronteira de produção. Quanto à abordagem não paramétrica destacam-se a DEA (Data Envelopment Analysis) e FDH (Free Disposal Hull), com as contribuições de Koopmans (1951), Debreu (1951) e Farrell (1957).

No modelo de fronteira estocástica, confere-se formato funcional à função de produção, lucro e custo, o que a torna comumente empregada nos estudos agropecuários (ALMEIDA, 2012) e os desvios da fronteira não são totalmente associados à ineficiência técnica. Coelli et al. (1998) justificam o uso dos modelos paramétricos por conta das seguintes vantagens: a ineficiência técnica é explicada por

meio da inclusão de variáveis de controle, e testes de hipóteses são realizados sobre os parâmetros estimados. Há, contudo, uma restrição neste tipo de abordagem por conta da limitação do uso de múltiplos produtos no cálculo dos escores de eficiência (BADIN; DARAIO, 2012; SCHWARZ; VAN BELLEGEM; FLORENS, 2012; SIMAR; WILSON, 2013) e dos pressupostos necessários para a especificidade do conjunto de produção.

Nos modelos não paramétricos (DEA/FDH) não existe o pressuposto da especificidade do formato funcional do plano de produção das firmas, pois a técnica emprega o comparativo entre as observações para se definir a referência na amostra (DARAIO; SIMAR, 2007). Os modelos não paramétricos ainda expressam a vantagem de agregar a característica multi-insumo, multiproduto da agropecuária (CHARNES, COOPER e RHODES, 1978).

A escolha da abordagem paramétrica e não paramétrica pode ser vinculada ao problema de pesquisa e disponibilidade de dados, porém neste estudo a metodologia FDH aufere destaque em relação às demais. Como supracitado há a hipótese de livre convexidade no plano de produção, não sendo necessário informar em formato funcional a relação insumo-produto; permite a análise de múltiplos insumos e produtos, tal como o cálculo dos escores de eficiência pode ser orientado na direção dos insumos, como na direção dos produtos. Além disto, em razão das falhas de mercado, indivisibilidade de produtos e insumos, economias de escopo e escala, especialização no mercado de insumos constituem problemas que violam a hipótese de convexidade do plano de produção (DARAIO; SIMAR, 2007). No caso em que o plano de produção não seja convexo, o estimador DEA torna-se inconsistente, sendo adequado o uso do método FDH (BADIN; DARAIO, 2012; 2014). Portanto, justifica-se o emprego da metodologia FDH na elaboração dos escores de eficiência.

Os escores de eficiência foram calculados por meio do modelo “input-oriented” para cada ano. Como *output's*, foram selecionadas as variáveis lucros totais e EBITDA. Os *input's* selecionados foram os ativos totais e investimentos em bens de capital. Por conta da orientação escolhida (*input-oriented*) os escores assumem valores no intervalo de $0 \leq \theta_{ijt}(x, y) \leq 1$, onde o limite superior representa a fronteira da eficiência. Quanto maior o valor do escore calculado, maior a distância da firma em relação à fronteira, e, portanto, maior o ajuste nos insumos para torná-la eficiente.

3.4 Fronteira FDH

A abordagem FDH foi inicialmente proposta por Deprins, Simar e Tulkens (1984) e, como expresso anteriormente, uma de suas vantagens é a livre convexidade. Conforme disposta a estrutura do banco de dados trabalhou-se com o modelo de dados em painel, onde as observações para n firmas agropecuárias estão dispostas em T períodos.

$$\chi = \{(X_{it}, Y_{it}) | i = 1, \dots, n; t = 1, \dots, T\} \quad (1)$$

Denote o vetor $x \in \mathcal{R}_+^p$, com p *inputs* sendo empregados na produção de $y \in \mathcal{R}_+^q$, com q *outputs*, logo o conjunto de possibilidade de produção é (SHEPARD, 1970):

$$\Psi_{\text{FDH}} = \{(x, y) \in \mathcal{R}_+^{p+q} | x \text{ pode produzir } y\} \quad (2)$$

O plano de produção constituído das observações (X_{it}, Y_{it}) de $\mathcal{R}_+^p \times \mathcal{R}_+^q$ é um modelo determinístico com probabilidade igual a um, $\text{Prob}\{(X_{it}, Y_{it}) \in \Psi\} = 1$.

O conjunto de requerimento dos insumos ($y \in \Psi$) e produtos ($x \in \Psi$) é formalmente definido a seguir:

$$C(y) = \{x \in \mathcal{R}_+^p | (x, y) \in \Psi_{\text{FDH}}\} \quad (3)$$

$$P(x) = \{y \in \mathcal{R}_+^q | (x, y) \in \Psi_{\text{FDH}}\} \quad (4)$$

A fronteira de produção Ψ_{FDH} pode ser orientada, respectivamente, na direção dos insumos ou na direção dos produtos:

$$\partial C(y) = \{x | x \in C(y), \theta x \notin C(y) \forall 0 < \theta < 1\} \quad (5)$$

$$\partial P(x) = \{y | y \in P(x), \lambda y \notin P(x) \forall \lambda > 1\} \quad (6)$$

Observe ainda que:

$$\partial C(y) = \{x | \theta(x, y) = 1\} \quad (7)$$

$$\partial P(x) = \{y | \lambda(x, y) = 1\} \quad (8)$$

O escore estimado de eficiência direcionado aos insumos para uma firma operando no nível $(x_0, y_0) \in \Psi$ é:

$$\theta_{FDH}(x_0, y_0) = \inf \{\theta | \theta x_0 \in C(y_0)\} = \inf \{\theta | (\theta x_0, y_0) \in \Psi_{FDH}\} \quad (9)$$

A medida de eficiência direcionada aos produtos para uma firma operando no nível $(x_0, y_0) \in \Psi$ é:

$$\lambda_{FDH}(x_0, y_0) = \sup \{\lambda | \lambda y_0 \in P(x_0)\} = \sup \{\lambda | (x_0, \lambda y_0) \in \Psi_{FDH}\} \quad (10)$$

A fronteira FDH é a aquela do conjunto de produção que contém o menor conjunto com todas as observações analisadas e pode ser expressa por:

$$\begin{aligned} \Psi_{FDH} = \{(x, y) \in R_+^{p+q} | y \leq \sum_{i=1}^n \gamma_i Y_i; x \geq \sum_{i=1}^n \gamma_i X_i; \sum_{i=1}^n \gamma_i = 1; \\ \gamma_i \in \{0,1\}, i = 1, \dots, n\} \end{aligned} \quad (11)$$

E, por fim, caso a fronteira seja estimada na direção dos insumos ou dos produtos respectivamente:

$$\begin{aligned} \theta_{FDH}(x_0, y_0) = \min\{\theta | y_0 \leq \sum_{i=1}^n \gamma_i Y_i; \theta x_0 \geq \sum_{i=1}^n \gamma_i X_i; \sum_{i=1}^n \gamma_i = 1; \\ \gamma_i \in \{0,1\}, i = 1, \dots, n\} \end{aligned} \quad (12)$$

$$\begin{aligned} \lambda_{FDH}(x_0, y_0) = \max\{\lambda | \lambda y_0 \leq \sum_{i=1}^n \gamma_i Y_i; x_0 \geq \sum_{i=1}^n \gamma_i X_i; \sum_{i=1}^n \gamma_i = 1; \\ \gamma_i \in \{0,1\}, i = 1, \dots, n\} \end{aligned} \quad (13)$$

Em suma, a fronteira FDH é estabelecida com as unidades observadas que produzem mais com menor quantidade de insumos e que não são dominadas por nenhuma outra unidade observada. Pontos interiores a fronteira FDH são pontos onde o nível de produção é menor com o mesmo montante de insumos que uma unidade

observada e/ou que consomem mais insumos para produzir o mesmo nível de produto. Unidades eficientes não são dominadas por outras unidades.

3.4.1 Abordagens Baseadas em “Fronteiras Parciais”

A abordagem FDH possui duas categorias de fronteiras parciais: fronteiras de ordem- m e fronteiras de ordem- α . O uso destas análises visa a superar as desvantagens observadas em abordagens não paramétricas, como inferência estatística, dimensionalidade e outliers.

A fronteira de ordem- m não envelopa todos os dados como o FDH tradicional. A fronteira é construída com uma função de valor esperado mínimo (input-oriented) e função de valor esperado máximo (output-oriented). Suponham-se “ m -firmas” com distintos conjuntos de produção; o conceito de valor esperado máximo é obtido quando há um sorteio entre as “ m -firmas” da população, usando menos recursos do que a unidade comparada. Então, a fronteira final é estimada quando m -fronteiras convergem para a fronteira final quando $m \rightarrow \infty$ (CAZALS, FLORENS E SIMAR, 2002). Em outras palavras, a fronteira parcial de ordem- m estipula o produto máximo esperado entre m firmas escolhidas que utilizam insumos menores ou iguais a um determinado nível.

Outra abordagem alternativa as fronteiras parciais de ordem- m são as fronteiras parciais de ordem- α , desenvolvida por Aragon, Daouia e Thomas-Agnan (2005) que, de maneira semelhante às fronteiras de ordem- m não envolve todos os dados observados, sendo mais robusta que estimadores DEA e FDH. Na fronteira de ordem- α , são criados quantis que abrangem recortes proporcionais da amostra que podem ser interpretados como probabilidade. Por intermédio dos modelos elaborados pelos autores citados há pouco, o estimador quantil ou de ordem- α se mostrou mais robusto na presença de *outliers* do que o estimador de ordem- m .

3.4.2 Fronteiras Parciais de Ordem- α

A principal vantagem das análises de fronteiras “parciais” é permitir que indivíduos considerados “supereficientes” se situem além da fronteira de possibilidade de produção, tornando as análises menos vulneráveis aos outliers.

Denote X um conjunto de insumos e seja Y um conjunto de produtos. Seja ζ a distribuição conjunta de ambos e defina ainda um subconjunto definido $\zeta^* = \{(x,y) \in \zeta \mid FX(x) \geq 0\}$. Dados que $X \leq x$ a seguinte relação é válida:

$$q_1(x) = \inf\{y \geq 0 \mid F(y \mid x) = 1\} \quad (14)$$

A equação acima estabelece que a função de produção de ordem $\alpha \in [0,1]$, e α representa os quantis da função que determinam quanto se produz Y dado que X não exceda certo nível de insumos. Para o nível de x insumos, a função adquire a seguinte forma:

A função assume para determinado nível x de insumos, o seguinte valor:

$$q_\alpha(y) = \inf\{x \mid F_{X|Y(x|y)} > 1 - \alpha\} \geq 0 \mid F(y \mid x) = 1 \quad (15)$$

Esta função quantílica é o limiar do “desempenho das agroindústrias”, que é excedido por $100(1 - \alpha) \%$ das agroindústrias que empregam menos investimentos do que no nível x . Em outras palavras, a função quantílica mensura a eficiência do plano de produção (x,y) ao compará-lo com todos os que utilizam o mesmo nível de insumos x , tal como aquelas empresas que empregam níveis menores que x .

Quando $\alpha \rightarrow 1$ ou $m \rightarrow \infty$, o escore $\theta_\alpha \in (x,y)$ converge para a fronteira FDH, escore $\theta_{FDH} \in (x,y)$ ou fronteira final. Os escores calculados podem ser interpretados como um aumento proporcional no produto necessário para a unidade $(x,y) \in \zeta_n$ alcance uma probabilidade igual a zero de ser inicialmente dominada por outra DMU (Unidade Tomadora de Decisão) tomada aleatoriamente. Na medida em que a produção sofre o aumento proporcional a garantir uma probabilidade nula de ser dominada, dizemos que a unidade produtiva alcançou a fronteira total FDH.

A ideia por detrás das fronteiras de ordem- α ou quantílicas é de que se fixe a fronteira com probabilidade de $(1 - \alpha)\%$ e se observem os pontos acima da fronteira de ordem- α . Quando α se aproxima de um, obtém-se a estimativa da fronteira verdadeira ou fronteira FDH, que é sensível a valores extremos e outliers, perdendo assim suas propriedades desejáveis (DARAIO; SIMAR, 2007).

Portanto, esta pesquisa adota o método proposto por Aragon, Daouia e Thomas-Agnan (2005), ainda não aplicado para as agroindústrias brasileiras, podendo determinar aquelas agroindústrias supereficientes, e, por último, que o estimador de

ordem α alfa é mais consistente do que o de ordem m .

3.5 Modelo Econométrico

Os modelos de dados em painel são combinações de séries temporais e observações em corte transversal, de tal modo, são espacial e temporalmente dimensionados (GUJARATI; PORTER, 2011). Os escores de eficiência calculados pela fronteira FDH comporão o modelo de dados em painel, juntamente aos investimentos de curto e longo prazo; sendo que uma das vantagens do modelo de dados em painel consiste no elevado número de observações que confere ganhos de graus de liberdade, assim reduzindo a colinearidade entre os regressores (HSIAO, 1986).

Os modelos de regressão com dados em painel, ou longitudinais com “ n ” observações em “ t ” períodos e “ k ” variáveis, são representados pelas seguintes variações nas equações de 16 a 19:

$$\log(Ebitda_{ijt}) = \alpha + \beta_1 \log(Inv_{ijt}^{ST}) + \beta_2 \theta_{(95\%)ijt} + \beta_3 \log([(Inv_{ijt}^{ST})]).\theta_{(95\%)ijt} + \gamma_s + \mu_j + \varepsilon_{ijt} \quad (16)$$

$$\log(Ebitda_{ijt}) = \alpha + \beta_1 \log(Inv_{ijt}^{ST}) + \beta_2 \theta_{(100\%)ijt} + \beta_3 \log([(Inv_{ijt}^{ST})]).\theta_{(100\%)ijt} + \gamma_s + \mu_j + \varepsilon_{ijt} \quad (17)$$

$$\log(Ebitda_{ijt}) = \alpha + \beta_1 \log(Inv_{ijt}^{LT}) + \beta_2 \theta_{(95\%)ijt} + \beta_3 \log([(Inv_{ijt}^{LT})]).\theta_{(95\%)ijt} + \gamma_s + \mu_j + \varepsilon_{ijt} \quad (18)$$

$$\log(Ebitda_{ijt}) = \alpha + \beta_1 \log(Inv_{ijt}^{LT}) + \beta_2 \theta_{(100\%)ijt} + \beta_3 \log([(Inv_{ijt}^{LT})]).\theta_{(100\%)ijt} + \gamma_s + \mu_j + \varepsilon_{ijt} \quad (19)$$

As equações 16 a 19 podem ser estimadas por um modelo de efeitos fixos ou aleatórios. O modelo de efeitos fixos deve ser empregado quando há duas ou mais observações temporais por entidade; no modelo de efeitos fixos, o intercepto α_i no modelo de regressão ($Y_{it} = \alpha_i + X_{it}\beta + \varepsilon_{it}$), pode diferir entre indivíduos, contudo cada intercepto individual não se altera ao longo do tempo (GUJARATI; PORTER 2011). O estimador de efeitos fixos é adequado quando o intercepto α_i se correlaciona com os regressores num período qualquer.

Uma opção para o modelo de efeitos fixos é o modelo de efeitos aleatórios, que possui as mesmas suposições do modelo de efeitos fixos. Enquanto no modelo de efeitos fixos os interceptos são parâmetros fixos, o modelo de efeitos aleatórios trata os interceptos como variáveis aleatórias.

Para realizar a escolha entre o modelo de efeitos fixos e aleatórios, é necessário realizar o Teste de Hausman, que compara as estimativas obtidas pelo modelo de efeitos fixos e modelo de efeitos aleatórios (PYNDYCK e RUBINFELD, 2004; GUJARATI; PORTER, 2011).

Tomando em consideração, todavia, o fato de que dada uma estrutura de mercados pode induzir demandas específicas de investimentos e afetar a relação entre regressores e efeitos fixos (COAD, 2008) e, além disso, haja vista que a diferenciação entre setores e estados proporciona distintas influências diferentes na fronteira tecnológica, é que o modelo de efeitos fixos se sobressai em relação ao de efeitos aleatórios (DING; SUN; JIANG, 2016).

O “estimador de efeitos agrupados” permite estimar os efeitos fixos agregando os efeitos individuais em variados níveis de grupo. A técnica estima os parâmetros do modelo, considerando os efeitos específicos individuais como constantes dentro dos grupos (BESTER & HANSEN, 2016).

Quanto as equações 16 a 19, a variável “ $\theta_{(95\%)ijt}$ ” e “ $\theta_{(100\%)ijt}$ ” representa o score de eficiência obtido pela técnica Free Disposal Hull (FDH). Os vetores “ γ_s, μ_j ” representam os efeitos fixos relativos às dimensões: estado e ano capturando influências das dimensões especificadas no modelo, além de controlar possíveis efeitos associados de endogeneidade. Por fim, “ ε_{ijt} ” representa ao termo do erro estocástico que congrega todos os demais fatores sem influência significativa ao modelo.

3.6 Robustez das Estimativas

Com a eleição do modelo de estimador de efeitos agrupados (efeitos fixos), é necessário garantir a eficiência a robustez das estimativas quanto a problemas relacionados à autocorrelação serial e heterocedasticidade. Para solucionar tais problemas, foram empregados os testes de correção citados na sequência.

Quanto aos problemas de autocorrelação serial de erro, foi adotado o procedimento desenvolvido por Cumby e Huizinga (1992). Em sua previsão foi adotada a estatística obtida do teste desenvolvido pelos mesmos autores, que tem distribuição χ^2 . O teste avalia a existência de correlação serial com suporte em uma média móvel especificada no erro estocástico ($q > 0$). As hipóteses do teste são:

H0: Ausência de média móvel para a estrutura residual ($q = 0$); ausência de autocorrelação serial.

H1: Existência da média móvel de ordem especificada ($q > 0$); presença de autocorrelação serial.

Para garantir a robustez das estimativas se avaliou a presença de heterocedasticidade na estrutura residual do erro por meio dos testes propostos por Breusch e Pagan (1979) e Cook e Weisberg (1983) testando:

H0: O erro possui variância homocedástica.

H1: O erro não possui variância homocedástica.

Uma variação do teste que avalia a existência de heterocedasticidade considera que os resíduos não são identica e independentemente distribuídos, ou seja, o erro não é distribuído de acordo com a distribuição normal, $\varepsilon \sim N(0, \sigma^2)$. Em tais casos, onde há violação de um ou mais pressupostos (heterocedasticidade e autocorrelação), é aplicado um corretor na matriz de covariância por meio do agrupamento residual, tomando como referência as unidades de corte transversal.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise Descritiva da Amostra

A tabela 4 ilustra a distribuição das firmas conforme os critérios de eficiência, ineficiência e super-eficiência, com origem em cada quantil selecionado para estimar as fronteiras parciais e ano da amostragem. A cada quantil, os escores estimados alternam a distribuição entre firmas eficientes, ineficientes e super-eficientes. Uma característica das fronteiras parciais é que, nos quantis iniciais, a proporção de firmas ineficientes tende a ser menor em comparação com as firmas super-eficientes. A fronteira parcial no quantil inferior desloca a distribuição dos dados, seguindo uma assimetria, de maneira que as firmas eficientes (fronteira) no quantil- α apresentam $(1 - \alpha)\%$ de probabilidade de serem “preponderadas ou dominadas” por firmas mais eficientes. Assim, as firmas da fronteira no quantil- α são eficientes em comparação com $\alpha\%$ e ineficientes em relação à $(1 - \alpha)\%$ da amostra. Este contexto torna-se de grande relevância para a análise, uma vez que esta técnica não permite apenas comparar firmas eficientes com ineficientes, mas, também, comparar firmas eficientes em variados contextos de dominância na amostra. Este destaque é uma grande vantagem da técnica de fronteiras parciais em detrimento das abordagens tradicionais (BADIN, DARAIIO e SIMAR, 2014).

De acordo com as informações da tabela 4, a proporção de firmas eficientes aumenta na medida em que “deslocamos” do quantil de 95% para o quantil final de 100%. No tocante às firmas ineficientes, a proporção gradativamente aumenta com o deslocamento do quantil. Neste caso, em específico, o aumento do quantil proporciona uma redistribuição das firmas eficientes e super-eficientes, conduzindo em um aumento gradual na proporção de firmas ineficientes.

Tabela 04 – Distribuição das firmas, por quantil

Por eficiência	Quantil 95%			
	Freq. Rel. (%) - 2012	Freq. Rel. (%) - 2013	Freq. Rel. (%) - 2014	Freq. Rel. (%) - 2015
Firmas eficientes	31,43%	24,05%	37,31%	39,47%
Firmas ineficientes	40,00%	41,77%	38,81%	42,11%
Firmas super-eficientes	28,57%	34,18%	23,88%	18,42%
Por eficiência	Quantil 100%			
	Freq. Rel. (%) - 2012	Freq. Rel. (%) - 2013	Freq. Rel. (%) - 2014	Freq. Rel. (%) - 2015
Firmas eficientes	55,71%	51,90%	53,73%	55,26%
Firmas ineficientes	44,29%	48,10%	46,27%	44,74%
Firmas super-eficientes	-	-	-	-

Fonte: Elaboração própria.

A tabela 5 contém a distribuição regional das firmas por quantil (entre UF, eficientes, ineficientes e super-eficientes). No quantil 95% o Estado de São Paulo expressa a maior proporção de firmas eficientes (48,15%) e o Estado de Santa Catarina não apontou firmas eficientes. Proporcionalmente, o Estado do Rio de Janeiro demonstrou a menor proporção de firmas ineficientes (0,97%) e o Estado de São Paulo apontou o maior percentual de firmas ineficientes (31,07%). Quanto às super-eficientes os Estados de Rio de Janeiro e Goiás não indicaram tais firmas; já o Estado do Rio Grande do Sul denotou a maior participação de firmas super-eficientes da amostra (37,14%). No quantil 100% das firmas eficientes, o Estado de São Paulo opera com 40,15% na UF e os Estados de Goiás e Santa Catarina lideram a menor proporção de firmas eficientes. Das firmas ineficientes, o Estado do Rio Grande do Sul lidera a proporção, com 29,91% operando na UF, seguido do Estado de São Paulo, com 29,06%. O Estado do Rio de Janeiro traz a menor proporção de firmas ineficientes, com 0,85% do total.

Comparativamente, nos quantis 95% e 100%, a região Sudeste lidera a maior proporção de firmas eficientes, com, respectivamente, 59,26% e 54,75%. Das firmas ineficientes (quantil 95%) as regiões Sudeste e Sul exprimem a mesma proporção de firmas ineficientes, com 48,54%. A região Sul registrou a maior proporção de firmas super-eficientes com 58,57% da amostra. Já no quantil 100%, a região Sul lidera o maior percentual de firmas ineficientes, com 52,98%.

Tabela 05 – Distribuição regional das firmas, por quantil

Localização Geográfica	Quantil 95%		
	Eficientes	Ineficientes	Super-eficientes
Goiás	2,47%	2,91%	0%
Minas Gerais	4,94%	16,50%	15,71%
Paraná	18,52%	15,53%	18,57%
Rio Grande do Sul	19,75%	26,21%	37,14%
Rio de Janeiro	6,17%	0,97%	0%
Santa Catarina	0%	6,80%	2,86%
São Paulo	48,15%	31,07%	25,71%
Total	100%	100%	100%
Localização Geográfica	Quantil 100%		
	Eficientes	Ineficientes	Super-eficientes
Goiás	1,46%	2,56%	-
Minas Gerais	10,95%	14,53%	-
Paraná	17,52%	17,09%	-
Rio Grande do Sul	24,82%	29,91%	-
Rio de Janeiro	3,65%	0,85%	-
Santa Catarina	1,46%	5,98%	-
São Paulo	40,15%	29,06%	-
Total	100%	100%	100%

Fonte: Elaboração própria.

A Tabela 6 contém as principais estatísticas descritivas da amostra total. A receita média para a amostra de firmas corresponde a U\$\$ 2225.23 milhões, aproximadamente 224 vezes maior do que os lucros (U\$\$ 9.92 milhões) e 1986 vezes maior do que o EBITDA (U\$\$ 1.12 milhão). Os investimentos de curto prazo expressaram um valor médio superior em relação aos investimentos de longo prazo, U\$\$ 5.55 milhões contra U\$\$ 1.48 milhões (uma variação de 375%). Outro importante tipo de investimento consiste na demanda por bens de capital (Capex), que indicou a menor média em relação aos outros investimentos, com U\$\$ 0.82 milhões.

Optou-se por abordar o Coeficiente de Variação (CV) por último, pois os resultados para todas as variáveis foram similares. O CV é uma medida da dispersão relativa que descreve a relação entre o desvio-padrão (DP) e a média de determinada variável. Seu resultado é expresso em porcentagem (%) e, quanto menor seu valor, mais homogêneo será o conjunto de dados.

Mediante os valores de CV, conclui-se que o conjunto de dados é heterogêneo, pois nenhum dos CV é sequer próximo a zero, fato observado por meio do DP, onde, por exemplo, o DP (EBITDA) é 12 vezes maior do que a média, ou para a receita que possui DP 9,15 vezes inferior à sua média.

Tabela 06 – Estatísticas descritivas das variáveis

Variável	Média	DP	Min.	Max.	CV (%)
Receitas (\$USS Million)	2225.23	20380.80	-39	190127	915%
Lucros (\$USS Million)	9.92	42.91	-42.00	231	432%
EBITDA (\$USS Million)	1.12	12.63	-61.00	155	1127%
Capex (\$USS Million)	0.82	5.56	0	57	678%
Ativos (\$USS Million)	9214.42	59166.68	10	383528	642%
Inv.^{LT} (\$USS Million)	1.48	14.91	0	233	1007%
Inv.ST (\$USS Million)	5.55	24.13	0	186	434%

Fonte: Elaboração própria.

4.2 Resultados do Modelo Econométrico

A tabela 7 expressa os primeiros resultados do modelo considerando o $\log(\text{Ebitda})$ como variável dependente. A coluna (1) traz como regressores os investimentos de curto prazo e caixa, escore de eficiência (95%) e a interação dos investimentos de curto prazo e caixa com os escores de eficiência (95%). O coeficiente de elasticidade dos investimentos de curto prazo e caixa exibe efeito médio positivo e significativo ao nível de 1%, ao contrário da variável escore de eficiência (95%) (sinal negativo e significativo a 5%); a variável iterada por investimentos de curto prazo e caixa com os escores de eficiência (95%) trouxeram um efeito médio negativo e significativo ao nível de 1%. Um aumento de uma unidade na escala dos investimentos de curto prazo e caixa contribui em média para um aumento significativo do Ebitda das empresas de aproximadamente 67%. O poder de explicação do modelo mostrou um valor moderado, de maneira que 45% das variações no $\log(\text{Ebitda})$ são explicadas pelas variáveis do modelo. Os testes de validade de eficiências das estimativas apontaram rejeitar a hipótese nula de variância homocedástica e de ausência de média móvel residual, indicando autocorrelação serial de segunda ordem de defasagem (média móvel de ordem-2). Além disto, os efeitos fixos, por estado e ano, não tiveram significância estatística ao nível de 1% e 5%, respectivamente

Tabela 07 – Resultados da regressão, variável dependente: log(Ebitda)

Variáveis Independentes	OLS Pooled Robust – Variável Dependente: log(Ebitda)			
	(1) Quantil 95%	(2) FDH	(3) Quantil 95%	(4) FDH
Log(tc_stinv)	0,674*** (0,0660)	0,638*** (0,0757)		
$\theta(95\%)$	-0,398** (0,124)		-0,190 (0,152)	
Log(tc_stinv)* $\theta(95\%)$	-0,238*** (0,0482)			
$\theta(100\%)$		-0,130 (0,0816)		0,0270 (0,114)
Log(tc_stinv)* $\theta(100\%)$		-0,0998** (0,0345)		
Log(ltiniv)			0,117* (0,0636)	0,101 (0,0669)
Log(ltiniv)* $\theta(95\%)$			0,0158 (0,0381)	
Log(ltiniv)* $\theta(100\%)$				0,0296 (0,0330)
Constante	1,137*** (0,234)	1,005*** (0,233)	0,879*** (0,231)	0,645*** (0,235)
R ²	0,451	0,402	0,049	0,042
R ² -Adj	0,445	0,396	0,0356	0,0280
F	291,4	370,8	3,596	3,029
Breusch-Pagan/Cook-Weisberg test	-	-	-	-
Chi2	9,50	6,00	16,165	8,65
Cumby-Huizinga test (q = 2 lags)	-	-	-	-
Chi2	33,736	36,066	19,64	17,815
Efeitos Fixos	-	-	-	-
Estado	não	não	não	não
Ano	não	Não	não	não

Fonte: Elaboração própria.

Nota: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1.

Continuando com a tabela 7, a coluna (2) apresenta como regressores os investimentos de curto prazo e caixa, escore de eficiência (100%) e a interação dos investimentos de curto prazo e caixa com os escores de eficiência (100%). O coeficiente de elasticidade dos investimentos de curto prazo e caixa tem efeito médio positivo e significativo ao nível de 1%, ao contrário da variável escore de eficiência (100%) (sinal negativo e não significativo); a variável iterada por investimentos de curto prazo e caixa com os escores de eficiência (100%) indica um efeito médio negativo e significativo ao nível de 5%. Um aumento de uma unidade na escala dos investimentos de curto prazo e caixa contribui em média para um aumento significativo do Ebitda das empresas de aproximadamente 64%. O poder de explicação do modelo apresentou um valor moderado, de maneira que 40,2% das variações no log(Ebitda) são explicadas pelas variáveis do modelo. Os testes de validade de eficiências das estimativas mostraram rejeitar a hipótese nula de variância homocedástica e de ausência de média móvel

residual, indicando autocorrelação serial de segunda ordem de defasagem (média móvel de ordem-2). Além disto, os efeitos fixos por estado e ano não apontaram significância estatística ao nível de 1% e 5%, respectivamente.

Ainda segundo a tabela 7, a coluna (3) apresenta como regressores os investimentos de longo-prazo, escore de eficiência (95%) e a interação dos investimentos de longo-prazo com escores de eficiência (95%). O coeficiente de elasticidade dos investimentos de longo-prazo exibe efeito médio positivo e significativo ao nível de 10%, ao contrário da variável escore de eficiência (95%) (sinal negativo e não significativo); a variável iterada por investimentos de longo prazo com os escores de eficiência (95%) indicou um efeito médio positivo e não significativo. Um aumento de uma unidade na escala dos investimentos de longo prazo contribui em média para um aumento significativo do Ebitda das empresas de aproximadamente 12%. O poder de explicação do modelo apresentou valor baixo, de maneira que 4,9% das variações no log(Ebitda) são explicadas pelas variáveis do modelo. Os testes de validade de eficiências das estimativas mostraram rejeitar a hipótese nula de variância homocedástica e de ausência de média móvel residual, indicando autocorrelação serial de segunda ordem de defasagem (média móvel de ordem-2). Além disto, os efeitos fixos, por estado e ano, não tiveram significância estatística ao nível de 1% e 5%, respectivamente.

Para o modelo estimado na coluna (4), a tabela 7 traz como regressores os investimentos de longo-prazo, escore de eficiência (100%) e a interação dos investimentos de longo-prazo com escores de eficiência (100%). O coeficiente de elasticidade dos investimentos de longo-prazo mostra efeito médio positivo e não significativo, bem como o escore de eficiência (100%) (sinal positivo e não significativo); a variável iterada por investimentos de longo prazo com os escores de eficiência (100%) apontou um efeito médio positivo e não significativo. O poder de explicação do modelo apresentou um valor baixo, de maneira que 4,2% das variações no log(Ebitda) são explicadas pelas variáveis do modelo. Os testes de validade de eficiências das estimativas mostraram rejeitar a hipótese nula de variância homocedástica e de ausência de média móvel residual, indicando autocorrelação serial de segunda ordem de defasagem (média móvel de ordem-2). Além disto, os efeitos fixos, por estado e ano, não apresentaram significância estatística ao nível de 1% e 5%, respectivamente.

Em síntese, o parâmetro das variáveis: investimentos de curto prazo e caixa

e; investimentos de longo-prazo indicaram sinal positivo e significativo em quase todos os quantis. Em todos os modelos, interagindo o escore de eficiência ou distância com a fronteira com os investimentos de curto prazo e caixa e investimentos de longo-prazo, o coeficiente de elasticidade parcial dos investimentos é negativamente afetado. Observa-se, também, que, à medida que as firmas se aproximam da fronteira eficiente (fronteira global, quantil 100% ou escore FDH), a influência dos investimentos realizados a curto e longo-prazo proporcionam menor impacto na variável Ebitda.

Analisando o quantil de 95%, o impacto dos investimentos de curto prazo e caixa para as firmas da fronteira traz um efeito positivo, uma vez que o parâmetro é positivo (0,674) e superior ao parâmetro de interação (-0,238). Com efeito, para as firmas eficientes, a influência o impacto dos investimentos de curto prazo e caixa é sempre positivo no aumento do lucro das firmas.

Considerando o quantil de 95%, o impacto dos investimentos de longo-prazo para as firmas da fronteira demonstra um efeito positivo, uma vez que o parâmetro é positivo (0,117) e superior ao parâmetro de interação (0,0158), que não foi significativo. Assim, para as firmas eficientes, a influência o impacto dos investimentos de longo-prazo é sempre positiva no aumento do lucro das firmas.

Quanto ao quantil de 100%, o impacto dos investimentos de curto prazo e caixa e longo prazo para as firmas da fronteira exibe um efeito positivo, respectivamente, de (0,638) e (0,101) superior aos parâmetros de interação respectivamente (-0,0998) e (0,0296). De efeito, para as firmas eficientes, o influxo dos investimentos de curto prazo e caixa e longo prazo é sempre positivo no aumento do lucro das firmas.

Em todas as colunas (1), (2), (3) e (4), os testes de heterocedasticidade e autocorrelação exprimiram sinais significativos da existência de ambos em todos os modelos (rejeição da hipótese nula ao nível de 1% nos dois testes e em todas as colunas). O poder de explicação entre os modelos mostrou grande variação entre as colunas, de 4,2% a 45,1% (com qualidade de ajustamento desejável – R2-Adj próximo do R2 em todas as colunas). A inclusão dos efeitos regionais e de tempo não indicou influência significativa nos modelos, rejeitando a hipótese alternativa de significância global dos efeitos (teste F).

4.3 Discussão com Recentes Pesquisas

Quanto à distribuição espacial das agroindústrias referentes a esta pesquisa, observa-se que a região Centro-Oeste abriga a menor quantidade de firmas por região. Tal fato, contudo, deve ser contestado perante uma quantidade de firmas de capital não aberto e, portanto não compuseram parte da base de dados obtida para esta investigação.

O pesquisador Vieira Filho (2016) corrobora, ainda, a ideia de que o setor agropecuário é de enorme importância para a região Centro-Oeste, em virtude da intensa participação no mercado na produção de algodão, cana, milho e soja - que constituem insumos destinados às agroindústrias.

Deve-se destacar, também, a noção de que a distribuição das agroindústrias brasileiras está vinculada à infraestrutura logística da região onde está situada. De tal modo, é conveniente a ampliação e construção de rodovias, ferrovias e portos, com investimentos previstos na ordem de R\$ 189,9 milhões, afetando significativamente a competitividade do agronegócio brasileiro, de acordo com o Programa de Investimento em Logística (PIL) do Governo Federal (BRASIL, 2015).

Não somente a distribuição das agroindústrias é heterogênea no País, mas também se manifestam neste padrão as instituições públicas que pesquisam inovações tecnológicas no setor agropecuário, onde a região Norte, que detém 8,5% das instituições públicas, a região Nordeste (19%) e a Centro-Oeste (15%) receberam 30% dos recursos destinados do Fundo CT-AGRONEGÓCIO. Os investimentos realizados nas instituições públicas são de extrema importância na transferência de tecnologias do setor público para o privado, citando como exemplo a Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária – EMBRAPA, criada no ano de 1973, promovendo a difusão tecnológica de teor agrícola.

Os recursos destinados do Fundo setorial CT-AGRONEGÓCIO representam um enorme potencial ao desenvolvimento e formulação da política de C, T & I, de maneira que se possa desenvolver setorialmente, definindo estratégias e prioridades, bem como mecanismos que minimizem o risco de concentração no direcionamento dos recursos em nível institucional e regional. Como observado em Rocha & Silveira (2009), grande parte dos projetos financiados está situada na região Sudeste (41%), apontando que os desafios da política no “desenvolvimento assimétrico” ainda são grandes. Como ainda observado pelos autores, a demanda da região Sudeste por tais projetos é associada a uma ampla infraestrutura instalada, o que repercute em uma

utilização mais eficiente dos recursos.

Em relação aos resultados encontrados nas colunas (1), (2), (3) e (4) na tabela 3, se observa que, nas firmas agropecuárias com 95% de proximidade com a fronteira, os investimentos de curto e longo prazo tiveram maior influência no lucro das firmas em relação às de alto desempenho (FDH). Confrontando esta perspectiva com os efeitos do fundo CT-AGRONEGÓCIO, conclui-se que os recursos estratégicos destinados à formação de competências tecnológicas, como os investimentos em C, T & I, precisam privilegiar as firmas mais afastadas da fronteira eficiente ou que estejam em estágios iniciais do desenvolvimento. Sem este entendimento a distribuição dos recursos poderá ser ineficiente, conduzindo a um precário crescimento da economia. Conclui-se, por conseguinte que, nas agroindústrias com maior dependência de financiamento externo e menor estoque de ativos (mais distantes a fronteira), o impacto da política CT-AGRONEGÓCIO tende a ser significativamente superior.

Em seu estudo, Rocha et al. (2015) concluem que, nos estados situados próximos da fronteira tecnológica, os investimentos do fundo CT-AGRONEGÓCIO são responsáveis por maior crescimento da produtividade em relação àqueles mais “atrasados”; corroborando os resultados obtidos nesta pesquisa, onde os investimentos de curto e longo prazo são responsáveis pelo maior lucro nas firmas mais distantes a fronteira eficiente. Logo, os recursos do fundo CT-AGRONEGÓCIO destinados a C, T & I; devem beneficiar os estados e/ou as agroindústrias mais afastadas da fronteira tecnológica. Portanto pode-se dizer que o “efeito de aproximação com a fronteira” vai reduzindo o retorno dos investimentos de curto e longo prazos em decorrência da importância relativa da pesquisa no aumento da produtividade, pois as firmas situadas na fronteira tecnológica já dispõem de capital humano, tecnológico e infraestruturas necessárias as suas operações, enquanto aquelas mais “atrasadas” despendem maiores investimentos e esforços a fim de obter melhores resultados.

Os modelos de regressão, entretanto, mascaram importantes diferenças percebidas ao nível de escala e escopo, portanto, podendo conduzir a resultados imprecisos que são superestimados quando na inclusão de variadas firmas (baixa e alta performance).

Os investimentos de curto e longo prazo realizados por firmas agropecuárias representam impactos diretos na expansão da fronteira agrícola brasileira, conforme observado por Vieira Filho (2014) e por Freitas e Maciente (2016) ao concluírem que a expansão da fronteira agrícola brasileira se deu pela integração do bioma Cerrado na

produção e pela aproximação dos limites da Região Amazônica.

Conforme a fronteira agrícola se expande, fica evidente o aumento da pressão sobre os recursos naturais, como no caso da expansão agrícola para o bioma Cerrado, que transformou o solo ácido do Cerrado em terras agricultáveis. As inovações tecnológicas, no entanto, obtidas mediante investimentos de curto e longo prazo são extremamente importantes para o aumento da produtividade agrícola, fundamentais para redução da pressão sobre os recursos naturais, preservando o meio ambiente e mantendo o desenvolvimento do agronegócio no cerrado brasileiro. Como no caso da cultura da soja, a inovação tecnológica avançou no sentido da inoculação de bactérias em sementes, a fim de reduzir a captura de nitrogênio do solo; permitindo mais produção com menos uso de fertilizantes. O plantio direto contribui para a preservação dos recursos naturais e melhora a fertilidade do solo. Evidencia-se o fato de que a soja foi um insumo importante na produção de carnes e, paralelamente, a melhoria das pastagens e os cruzamentos genéticos ofereceram ganhos de rendimento pecuário global; reduzindo o tempo médio, no caso do abate bovino por animal (VIEIRA FILHO, 2016).

Produzir sem agredir o meio ambiente compõe um dos desafios enfrentados pelo agronegócio e as agroindústrias. A mecanização agrícola representa um grande impasse na geração de empregos em pequenas e grandes unidades de produção, tal como o gargalo logístico que envolve, praticamente, toda a infraestrutura de transporte do País (MARTINS, 2005).

5 CONCLUSÕES

O presente estudo analisou a influência dos investimentos em P&D no desempenho das agroindústrias brasileiras. Adotando um painel com 255 agroindústrias ao longo de 2012 a 2015 foram estabelecidas duas fronteiras parciais, conforme o tipo de investimento, totalizando quatro fronteiras por quantis especificados: 95% e 100% ou amostra total. Interagindo o escore de eficiência ou distância com a fronteira com os investimentos em P&D, foram observados elasticidade parcial negativa dos investimentos de curto prazo e elasticidade parcial positiva dos investimentos de longo prazo.

Os resultados revelaram que, nas firmas mais afastadas da fronteira, o impacto dos investimentos em P&D é superior em relação às firmas da fronteira. Para os investimentos de curto prazo, a diferença entre os parâmetros (quantil 95% e 100%) pode alcançar aproximadamente 5,6%. Quanto aos investimentos de longo prazo, tal diferença pode alcançar aproximadamente 16%.

As firmas cujos escores de eficiência implicam resultados negativos no lucro das firmas encontram-se aderentes à fronteira nos quantis de 95%. Nos demais quantis, a relação não foi estatisticamente significativa.

Conforme as estimativas, o impacto dos investimentos em P&D é relativamente mais importante no aumento do lucro para as agroindústrias mais afastadas da fronteira eficiente. Este comportamento denota que as firmas situadas na fronteira devem deter infraestrutura necessária para suas operações e que grande parte de seus gastos se dá nos custos fixos envolvidos na manutenção e operação de seus processos de inovação tecnológica.

A demanda pelos recursos nas agroindústrias mais atrasadas, então, é consideravelmente mais crítica, em razão das barreiras impostas pelo desenvolvimento assimétrico, denotando que as políticas de incentivo à inovação e ao desenvolvimento tecnológico devem priorizar as agroindústrias mais atrasadas em relação à fronteira ou aos estados em que estão contidas, a fim de minimizar o processo de desenvolvimento assimétrico.

Possíveis parcerias realizadas por agroindústrias do mesmo segmento, envolvendo a redução dos custos necessários para a inovação tecnológica, bem como as parcerias público-privadas estabelecidas por institutos de pesquisa, universidades públicas e agroindústrias, constituem uma etapa importante no fomento da inovação

tecnológica das agroindústrias brasileiras, a fim de que se reduza a importação de processos inovativos dos países desenvolvidos, rompendo, assim, o ciclo da dependência de transferência tecnológica.

REFERÊNCIAS

- AIGNER, D. J. ; LOVELL, C. A. K. ; SCHMIDT, P. Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models. **Journal of Econometrics**, n. , v. 6, pp. 21-37, 1977.
- ALMEIDA, P. N. A. **Fronteira de Produção e Eficiência Técnica da Agropecuária Brasileira em 2006**. Piracicaba, SP: ESALQ USP, 2012. 205 p. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 2012.
- ALVES, E. R. A., SOUZA, G. S., ROCHA, D. P., MARRA, R. Fatos marcantes da agricultura brasileira. In: ALVES, E. R. A; SOUZA, G. S.; GOMES, E. G (Eds.). **Contribuição da Embrapa para o desenvolvimento da Agricultura no Brasil**. Brasília: Embrapa, 2013.
- ARAGON, Y.; DAOUIA, A.; THOMAS-AGNAN, C. Nonparametric frontier estimation: a conditional quantile-based approach. **Econometric Theory**, v. 21, pp. 358-389, 2005.
- ARAÚJO, W. V. Política e estratégias nacionais do MAPA. Palestra proferida na Escola Superior de Guerra. Rio de Janeiro, 2014.
- BANCO CENTRAL DO BRASIL - BCB. Sistema de operações de crédito rural e do Proagro. Matriz de dados do crédito rural. 2015.
- BADIN, L.; DARAIIO, C. Explaining Efficiency in Nonparametric Frontier Models: Recent Developments in Statistical Inference. In: KEILEGOM, I. V.; WILSON, P. W. **Exploring Research Frontiers in Contemporary Statistics and Econometrics**. Heidelberg: Springer, 2012. pp. 151-175.
- BADIN, L.; DARAIIO, C.; SIMAR, L. How to measure the impact of environmental factors in a nonparametric production model. **European Journal of Operational Research**, v. 223, pp. 818–833, 2014.
- BASSI, N. S. S.; SILVA, C. L. ; SANTOYO, A. . Inovação, pesquisa e desenvolvimento na agroindústria avícola brasileira. **Estudos Sociedade e Agricultura** (UFRRJ), v. 21, pp. 392-417-417, 2013.
- BEINTEMA, N. M. and G.-J. STADS. “Public Agricultural R&D Investments and Capacities in Developing Countries: Recent Evidence for 2000 and Beyond.” **Asti background note**, International Food Policy Research Institute, Washington, DC, 2010.
- BESTER, C. A.; HANSEN, C. B. Grouped effects estimators in fixed effects models. **Journal of Econometrics**, v. 190, n. 1, pp. 197–208, 2016.
- BRASIL. **Lei no 10.332**, de 19 de dezembro de 2001. Institui mecanismo de financiamento para o Programa de Ciência e Tecnologia para o Agronegócio, para o Programa de Fomento à Pesquisa em Saúde, para o Programa Biotecnologia e Recursos Genéticos (Genoma), para o Programa de Ciência e Tecnologia para o Setor Aeronáutico e para o Programa de Inovação para Competividade, e dá outras providências. Brasília: Congresso Nacional, 2001.

BRASIL. MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, DESENVOLVIMENTO E GESTÃO. **Programa de Investimento em Logística**. 2015. Disponível em: <<http://www.logisticabrasil.gov.br>>.

BREUSCH, T. S.; PAGAN, A. R. A simple test for heteroscedasticity and random coefficient variation. **Econometrica**, v. 47, pp. 1287–1294, 1979.

CAZALS, C.; FLORENS, J.; SIMAR, L. Nonparametric frontier estimation: a robust approach. **Journal of Econometrics**, v. 106, pp. 1-25, 2002.

CHARNES, A. ; COOPER, W. ; RHODES, E. Measuring the Efficiency of Decision Making units. **European Journal of Operational Research**, v. 2, n. 6, pp. 429-444, 1978.

COAD, A. **Distance to Frontier and Appropriate Business Strategy**. Papers on Economics and Evolution 2008-07, Max Planck Institute of Economics, Evolutionary Economics Group. [S.l.], pp. 37. 2008.

COELLI, T. J. ; RAO, D. S. P. ; BATTESE, G. E. **An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis**. Kluwer Academic Publishers, 1998.

COHEN, W. ; LEVINTHAL, D. Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation. **Administrative Science Quarterly**, v. 35, pp. 128–152, 1990.

COOK, R. D.; WEISBERG, S. Diagnostics for heteroscedasticity in regression. **Biometrika**, v. 70, pp. 1–10, 1983.

CUMBY, R.; HUIZINGA, J. Testing the autocorrelation structure of disturbances in ordinary least squares and instrumental variables regressions. **Econometrica**, v. 60, n. 1, pp. 185-195, 1992.

DARAIO, C.; SIMAR, L. **Advanced Robust and Nonparametric Methods in Efficiency Analysis**. Springer: New York, NY, 2007.

DEBREU, G. The coefficient of resource utilization. **Econometrica**, v. 19, pp. 273–292, 1951.

DEPRINS, D.; SIMAR, L.; TULKENS, H. **Measuring labor efficiency on post offices in the performance of public enterprises**. Concepts and measurement. Marchand, P. Pestieau, and H. Tulkens (editors), Elsevier Science Publishers B.V., North-Holland, pp. 243–267, 1984.

DIAS, G.; AMARAL, C. Mudanças estruturais na agricultura brasileira: 1980-1998. In:

BAUMANN, R. (Org.). **Brasil: uma década em transição**. Rio de Janeiro: Campus-Elsevier; Cepal, 2000. pp. 223-244.

DING, S.; SUN, P.; JIANG, W. The Effect of Import Competition on Firm Productivity and Innovation: Does the Distance to Technology Frontier Matter? **Oxford Bulletin of Economics and Statistics**, v. 78, n. 2, pp. 197–227, 2016.

DRUCKER, P. E. The discipline of innovation. *Innovation*. Cambridge, MA: Harvard Business School, 1991. v. 42, pp.75-87.

FARREL, J. M. The measurement of productive efficiency. **Journal of the Royal Statistical Society**, v. A 120, pp. 253–281, 1957.

FREITAS, R. E.; MACIENTE, A. N. Culturas agrícolas líderes nas mesorregiões mais dinâmicas. **Radar da Tecnologia, Produção e Comércio Exterior**, n. 43, pp. 63-74, fev. 2016.

GASQUES, J.; BASTOS, E.; VALDES, C.; BACCH, M. Total factor productivity in Brazilian agriculture. In: FUGLIE, K.; WANG, S.-L.; BALL, E. (Ed.). **Productivity growth in agriculture an international perspective**. Cambridge: Cabi, 2012. v. 1, pp. 145-162.

GASQUES, J. G. **Total Factor Productivity in Agriculture: Brazil and Selected States**. Productivity Note, Ministry of Agriculture, Livestock, and Food Supply (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA). Fevereiro, 2014.

GONCHAROV, V. D.; RAU, V. V. Innovation activity in branches of Russia's agroindustrial sector. **Studies On Russian Economic Development**, [s.l.], v. 20, n. 5, pp.506-511, set. 2009. Pleiades Publishing Ltd.
<http://dx.doi.org/10.1134/s1075700709050050>.

GUANZIROLI, C. E. **Agroindústria rural no Brasil: experiências bem e mal sucedidas**. Textos para Discussão (Niterói), n. 261, 2010.

GUIMARÃES, A. P. “O complexo agroindustrial”. In **Opinião**, ed. 159, 1975.

GUJARATI, D. N.; PORTER, D. C. **Econometria Básica**. 5. ed., Porto Alegre: AMGH, 2011. 924 p.

HAHN, J.; KUERSTEINER, G. M. Asymptotically unbiased inference for a dynamic panel model with fixed effects when both N and T are large. **Econometrica**, v. 70, n. 4, pp. 1639–1657, 2002.

HAHN, J.; NEWEY, W. Jackknife and analytical bias reduction for nonlinear panel models. **Econometrica**, v. 72, n. 4, pp. 1295–1319, 2004.

HO, Y. K., M. TIAHJAPRANATA, C. M., YAP. “Size, Leverage, Concentration, and R&D investment in Generating Growth Opportunities”. **The Journal of Business**, v. 79, n. 2, pp. 851-876, 2006.

HSIAO, C. **Analysis of panel data**. Cambridge: Cambridge University Press, 1986.

KOOPMANS, C. T. An analysis of production as an efficient combination of activities. In: KOOPMANS, T. C. **Activity Analysis of Production and Allocation**. New York: John-Wiley and Sons, Inc., 1951. pp. 33–97.

MARTINELLI, L.; GARRETT, R.; FERRAZ, S.; NAYLOR, R. Sugar and Ethanol Production as a Rural Development Strategy in Brazil: Evidence from the State of São Paulo. **Agricultural Systems**, v. 104, n. 5, pp. 419–428, 2011.

MARTINS, J. C. B.; SILVA, P. S.; GUIMARAES, A. B. Desenvolvimento regional e Impactos Sócio-Ambiental do Agronegócio Brasileiro: mitos e perspectivas. **Revista Visão Universitária**, Cassilândia, v. n 15, pp. 25-31, 2005.

MULLER, G. **Complexo agroindustrial e modernização agrária**. São Paulo, Ed. Hucitec/Educ, 1989.

O'DONNELL C. J.; RAO, D.S.P.; BATTESE, G.E. Metafrontier frameworks for the study of firm-level efficiencies and technology ratios. **Empirical Economics**, v. 34, n. 2, pp. 231-255, 2008.

PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, D. L. **Econometria: modelos e previsões**. Rio de Janeiro. Elsevier, 2004.

RAMOS, P. (Org.). **Dimensões do agronegócio brasileiro: políticas, instituições e perspectivas**. Brasília: MDA, 2007. 360p.

ROCHA, L. A.; SILVEIRA, J. M. F. J. Fronteira tecnológica, políticas públicas e o crescimento dos Estados brasileiros. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA. 37., 2009, Foz do Iguaçu. **Anais...**; Rio de Janeiro: ANPEC, 2009.

ROCHA, L. A.; KHAN, A. S.; LIMA, P. V. P. S. Construindo competências tecnológicas na agricultura brasileira: articulando a Política Nacional de Inovação com os investimentos em infraestrutura. **Nova Economia** (UFMG. Impresso), v. 25, pp. 621-646, 2015.

SANTANA, C. A. M.; NASCIMENTO, J. R. **Public Policies and Agricultural Investment in Brazil**. 2012. (Estudo setorial agropecuário).

SHEPARD, R. W. **Theory of the cost and production functions**. Princeton: Princeton University Press, 1970.

SCHUMPETER, J. A. **A teoria do desenvolvimento econômico**. São Paulo: Abril Cultural, 1984.

SCHUMPETER, J. A. **Capitalismo, Sociedade e Democracia**. São Paulo: Abril Cultural, 1988.

SCHWARZ, M.; VAN BELLEGEM, S.; FLORENS, J.-P. Nonparametric Frontier Estimation from Noisy Data. In: KEILEGOM, I. V.; WILSON, P. W. **Exploring Research Frontiers in Contemporary Statistics and Econometrics**. Heidelberg: Springer, pp. 45-64, 2012.

SIMAR, L.; WILSON, P. W. Estimation and Inference in Nonparametric Frontier Models: Recent Developments and Perspectives. **Foundations and Trends in Econometrics**, v. 5, n. 3-4, pp. 183-337, 2013.

VIEIRA FILHO, J. E. R. Transformação histórica e padrões tecnológicos da agricultura brasileira. In: BUAINAIN, AM; ALVES, E.; SILVEIRA, JM; NAVARRO, Z. **O mundo rural no Brasil do século**, v. 21, pp. 395-421. 2014.

VIEIRA FILHO, J. E. R. **Políticas Públicas de Inovação no Setor Agropecuário:** Uma avaliação dos fundos setoriais. Brasília: IPEA (Texto para Discussão, n. 1.722), 30p, 2012.

VIEIRA FILHO, J. E. R. Heterogeneidad Estructural de la Agricultura Familiar en el Brasil. **Revista de la CEPAL** (Impresa), v. 111, n. , pp. 103-121, 2013.

VIEIRA FILHO, J. E. R. **Expansão da Fronteira Agrícola no Brasil:** desafios e perspectivas. Texto para Discussão (IPEA. Brasília), v. 2223, pp. 7-28, 2016.

VIEIRA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G. (Org.). **Agricultura, transformação produtiva e sustentabilidade.** Brasília: IPEA, v. 1, p. 391, 2016.

VIEIRA FILHO, J. E. R; VIEIRA, A. C. P. **Inovação na agricultura brasileira:** uma reflexão a partir da análise dos certificados de proteção de cultivares. Texto para Discussão (IPEA. Brasília), v. 1866, pp. 1-34, 2013.

WILKINSON, J. Mercosul e produção familiar: abordagens teóricas e estratégias alternativas. **Estudos sociedade e agricultura**, Rio de Janeiro, n. 8, pp. 25-50, 1997.

WOOLDRIDGE, J. M. **Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data.** 2. ed. Cambridge, MA: MIT Press, 2010.

WORLD BANK. **Agricultural Innovation Systems:** An Investment Sourcebook. Washington, DC, 2012.