

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

EFICIÊNCIA PRODUTIVA DA AGROPECUÁRIA FAMILIAR E PATRONAL NAS
REGIÕES BRASILEIRAS

Denise Imori

Orientador: Prof. Dr. Joaquim José Martins Guilhoto

SÃO PAULO

2011

Prof. Dr. João Grandino Rodas
Reitor da Universidade de São Paulo

Prof. Dr. Reinaldo Guerreiro
Diretor da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade

Profa. Dra. Elizabeth Maria Mercier Querido Farina
Chefe do Departamento de Economia

Prof. Dr. Pedro Garcia Duarte
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Economia

DENISE IMORI

**EFICIÊNCIA PRODUTIVA DA AGROPECUÁRIA FAMILIAR E PATRONAL NAS
REGIÕES BRASILEIRAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Joaquim José Martins Guilhoto

VERSÃO CORRIGIDA

(versão original disponível na Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade)

SÃO PAULO

2011

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Seção de Processamento Técnico do SBD/FEA/USP

Imori, Denise

Eficiência produtiva da agropecuária familiar e patronal nas regiões
brasileiras / Denise Imori. -- São Paulo, 2011.

125 p.

Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, 2012.

Orientador: Joaquim José Martins Guilhoto.

1. Economia regional 2. Economia agropecuária 3. Econometria
4. Censo agropecuário I. Universidade de São Paulo. Faculdade de
Economia, Administração e Contabilidade II. Título.

CDD – 338.09

À minha avó Kikue e ao meu tio Lauro,
in memoriam

À Universidade de São Paulo, agradeço por todas as perspectivas e oportunidades que vem me proporcionando desde a graduação.

À Fipe, ao CNPq e à Capes, agradeço o fundamental apoio financeiro.

Ao meu orientador, professor Joaquim Guilhoto, registro o meu maior agradecimento pelo seu essencial papel no meu desenvolvimento acadêmico e de caráter. Agradeço por sua confiança, por vezes maior do que eu mesma tive, em minha capacidade intelectual e pelo extraordinário apoio ao meu crescimento profissional. Sua orientação estende-se para além do presente trabalho e contribui para minha formação social, ética e pessoal.

Ao professor Fernando Postali, dedico enorme agradecimento por toda atenção despendida ao meu trabalho, assim como pelo seu excelente exemplo de dedicação e comprometimento à atividade docente, o qual buscarei sempre seguir. Ao professor Carlos Azzoni, agradeço pelas ótimas sugestões no exame de qualificação. Ao professor Danilo Iglioni, agradeço por ter me permitido o primeiro contato com o tema da dissertação. Agradeço ainda aos outros ótimos professores cujas disciplinas de pós-graduação decididamente contribuíram para minha formação acadêmica: Gabriel Madeira, José Chiappin, Mauro Rodrigues, Eduardo Haddad, Naercio Menezes.

A todos com que tive a oportunidade de trabalhar no Nereus, agradeço por tudo que me ensinaram. Espero poder levar em toda minha carreira o espírito de trabalho em grupo e o entusiasmo pela pesquisa que depreendi nos últimos sete anos. Em especial, são-me caros os amigos que fiz nesse contexto – Leandro Almeida, Sílvio Ichihara, Fernanda Sartori, Guilherme Moreira, Elia Cia, Letícia David, André Chagas, Rodrigo Nishida, Gervásio Santos, Guilherme Leite, Leopoldo Gutierre, Renan Alves, Tatiana Aleixo, Rodolfo Arruda: imensamente obrigada. Lembro igualmente de meus amigos da pós-graduação, em especial, Eduardo Astorino, Nathalie Sanches, Paulo Gigliucci – obrigada principalmente por todas as sinceras palavras de incentivo.

Aos alunos de quem tive oportunidade de ser monitora, agradeço a paciência e cooperação diante de minha inexperiência. Sobretudo, agradeço a grande motivação que me proporcionaram para que futuramente me engaje na atividade de ensino.

Agradeço às secretárias da FEA e da Fipe que muito me ajudaram, tanto com seu dedicado trabalho, quanto com sua querida amizade: Adriana Miranda, Alda Castro, Anilza Santos, Erminda Lopes, Márcia Bento, Maria Aparecida Sales, Renata Dias, Sandra Rabello. Às funcionárias do IRI Fabiana Bento e Giselle Castro, agradeço imensamente pelo encorajamento na etapa final desse trabalho e, especialmente, por me lembrarem de minha essência como pessoa humana.

Agradeço, afinal, àqueles a quem tudo devo, à minha família, que me conferiu, desde sempre, o que considero uma bem sucedida combinação entre apoios e incentivos. À minha mãe, Marisa, agradeço o amor infinito e a inteira confiança em minhas decisões. Aos meus queridos irmãos, Daniel e Bruno, registro meu pleno reconhecimento de que, sem a solidez que vocês conferem à nossa família, a filha caçula não conseguiria chegar à pós-graduação – serei eternamente grata a vocês. Aos meus tios e primos, agradeço a sempre carinhosa e entusiasmada torcida. Ao meu Rodrigo, agradeço por compartilharmos todo um futuro – que, para mim, toma um sentido cada vez mais completo e venturoso em sua companhia.

RESUMO

Esta dissertação tem como objetivo analisar a eficiência técnica dos estabelecimentos agropecuários do Brasil e de suas regiões, utilizando como base os dados do Censo Agropecuário 2006. Mais especificamente, esta dissertação procura comparar as eficiências técnicas dos estabelecimentos rurais familiares em relação aos de caráter patronal, considerando-se as diferenças regionais no país. Para tanto, estimaram-se, sob diferentes hipóteses, fronteiras estocásticas de produção e, simultaneamente, modelos de efeitos de ineficiência. Com isso, foi possível mensurar as eficiências técnicas dos estabelecimentos rurais, bem como analisar as influências de fatores relacionados ao ambiente produtivo, permitindo a indicação de políticas públicas voltadas ao aperfeiçoamento do desempenho dos produtores. Nas estimações empíricas, observou-se menor eficiência técnica para os estabelecimentos familiares. Em termos regionais, destacou-se, no que concerne à eficiência técnica dos estabelecimentos patronais, a região Sul do país, a qual também apresentou, ao lado do Centro-Oeste, os índices mais elevados para os estabelecimentos familiares, em média. Quanto à influência do ambiente produtivo, obteve-se que a educação formal e o acesso a crédito sobressaem como importantes fatores para a eficiência técnica da agropecuária brasileira.

ABSTRACT

This dissertation aims to analyze the technical efficiency of farms in Brazil and its regions, based on the data from the 2006 Census of Agriculture. More specifically, this dissertation seeks to compare the technical efficiency of farm households in relation to business farms, considering the regional differences in the country. To do so, one simultaneously estimated, under different assumptions, stochastic production frontiers and inefficiency effects models. Thus, it was possible to measure the technical efficiency of farms, as well as analyze the influence of factors related to the production environment, allowing the indication of public policies aimed at improving the performance of producers. In the empirical estimation, it was observed, as expected, lower technical efficiency for farm households. In regional terms, with respect to the technical efficiency of business farms, the South region of Brazil stood out, also presenting, along with the Midwest region, the highest efficiency rates for farm household, on average. Regarding the influence of production environment, it was found that formal education and access to credit are noteworthy as important factors for the technical efficiency of Brazilian agriculture.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	2
INTRODUÇÃO	3
1 CONTEXTUALIZAÇÃO – A AGROPECUÁRIA FAMILIAR NO BRASIL E EM SUAS REGIÕES.....	13
1.1 Eficiência técnica e agropecuária familiar no Brasil	13
1.2 Definição da agropecuária familiar	14
1.3 Agricultura familiar no Censo Agropecuário	15
1.4 Aspectos dos estabelecimentos familiares brasileiros de acordo com o Censo Agropecuário 2006	17
1.5 A agropecuária familiar na economia brasileira.....	19
1.6 A importância da agropecuária familiar nas regiões brasileiras	20
2 METODOLOGIA	27
2.1 Análise da eficiência produtiva	27
2.2 Modelo de fronteiras estocásticas de produção	28
2.3 Modelo de fronteiras estocásticas de produção com efeitos de ineficiência	29
2.4 Metodologias alternativas para análise da eficiência técnica	32
2.5 Definição das áreas regionais	34
3 REVISÃO DA LITERATURA	37
3.1 Análise de eficiência técnica na agropecuária	37
3.2 Análise de eficiência técnica na agropecuária brasileira	43
4 BASE DE DADOS	51
4.1 Construção das variáveis	51
4.1.1 Fronteira estocástica de produção	51
4.1.2 Modelo de efeitos de ineficiência.....	53
4.2 Estatísticas descritivas	58
4.2.1 Brasil	58
4.2.2 Regiões	59
5 RESULTADOS.....	73
5.1 Modelo empírico.....	73
5.2 Resultados.....	75
5.2.1 Estimativas dos parâmetros e testes de hipóteses.....	76
5.2.2 Eficiências técnicas	84
5.2.3 Modelo de efeitos de ineficiência.....	92
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	103
REFERÊNCIAS	109

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Agregados dos estabelecimentos rurais, por região, 2006	25
Tabela 2 – PIB do agronegócio, por região, 2006.....	25
Tabela 3 – Estatísticas descritivas, estabelecimentos familiares, Brasil	65
Tabela 4 – Estatísticas descritivas, estabelecimentos patronais, Brasil	65
Tabela 5 – Estatísticas descritivas, estabelecimentos familiares, região Norte.....	66
Tabela 6 – Estatísticas descritivas, estabelecimentos patronais, região Norte.....	66
Tabela 7 – Estatísticas descritivas, estabelecimentos familiares, região Nordeste	67
Tabela 8 – Estatísticas descritivas, estabelecimentos patronais, região Nordeste.....	67
Tabela 9 – Estatísticas descritivas, estabelecimentos familiares, região Sudeste	68
Tabela 10 – Estatísticas descritivas, estabelecimentos patronais, região Sudeste	68
Tabela 11 – Estatísticas descritivas, estabelecimentos familiares, região Sul	69
Tabela 12 – Estatísticas descritivas, estabelecimentos patronais, região Sul.....	69
Tabela 13 – Estatísticas descritivas, estabelecimentos familiares, região Centro-Oeste	70
Tabela 14 – Estatísticas descritivas, estabelecimentos patronais, região Centro-Oeste.....	70
Tabela 15 – Estimativas dos parâmetros da fronteira estocástica com modelo de efeitos de ineficiência – Modelos I e II.....	77
Tabela 16 – Estimativas dos parâmetros da fronteira estocástica com modelo de efeitos de ineficiência – Modelos III e IV	78
Tabela 17 – Testes de hipóteses acerca das tecnologias de produção.....	82
Tabela 18 – Elasticidades da fronteira de produção em relação aos insumos.....	83
Tabela 19 – Distribuição das eficiências técnicas, Brasil	85
Tabela 20 – Distribuição das eficiências técnicas, região Norte.....	90
Tabela 21 – Distribuição das eficiências técnicas, região Nordeste	90
Tabela 22 – Distribuição das eficiências técnicas, região Sudeste	91
Tabela 23 – Distribuição das eficiências técnicas, região Sul.....	91
Tabela 24 – Distribuição das eficiências técnicas, região Centro-Oeste.....	92
Tabela 25 – Análise de elasticidade dos determinantes da eficiência técnica	93
Tabela 26 – Estimativas dos parâmetros da fronteira estocástica com modelo de efeitos de ineficiência, especificação dada pela expressão 7 – Modelos I e III.....	101

INTRODUÇÃO

A agropecuária brasileira, apesar de sua modernização e consequente integração aos mercados (seja como fornecedora de insumos para a agroindústria ou como geradora de divisas cambiais), ainda é caracterizada pela pobreza que aflige número considerável de seus produtores. Entre esses, esperadamente são objeto de especial preocupação os de caráter familiar – produtores que ocupam áreas limitadas e frequentemente têm em sua reduzida escala um empecilho à participação no processo de modernização da agropecuária brasileira.

Ainda assim, para além de seus reconhecidos papéis histórico e social, a agropecuária familiar mostra-se importante também do ponto de vista econômico. Dessa maneira, a avaliação de seu desempenho produtivo torna-se premente. Com o propósito de aproveitar ao máximo os insumos disponíveis e a tecnologia existente, a atenção recai sobre a eficiência técnica desses produtores agropecuários. Partindo-se do pressuposto de que, à semelhança dos demais, são eles agentes econômicos preocupados com a otimização de seus ganhos, devem-se analisar os fatores exógenos que afetam seu desempenho produtivo, a fim de que se elaborem políticas públicas destinadas a minimizar as ineficiências existentes.

Outro ponto importante, ademais, é que em um país como o Brasil, caracterizado por um território vasto e diverso sob diferentes aspectos, seria esperado que o desempenho dos produtores agropecuários, sejam eles familiares ou não, seja marcado por desigualdades em nível regional – as condições objetivas de produção variam, por motivos diversos, intra e inter-regionalmente. Por isso, tal questão deve também ser considerada ao se avaliar a eficiência técnica da agropecuária no país.

A seção a seguir desta Introdução procura elaborar os pontos indicados nos parágrafos anteriores, inserindo, neste contexto, a metodologia que foi empregada para a avaliação da eficiência técnica da agropecuária familiar e patronal, do Brasil e de suas regiões. Posteriormente, apresenta-se uma síntese de quais são, afinal, as questões que são objetivo de estudo. Por fim, aponta-se como os demais Capítulos dessa dissertação desenvolvem a investigação desses problemas de pesquisa.

Argumentação

Em 2005, de acordo com Helfand *et al* (2008), a proporção de pobres no Brasil rural atingia expressivos 46% – quase o dobro do nível de pobreza encontrado nacionalmente. Uma vez que a renda do trabalho representava 75% da renda total nas áreas rurais e tendo-se em vista a baixa probabilidade de que o crescimento de transferências, verificado nos últimos anos no país, seja sustentável, a fim de reduzir a pobreza e a desigualdade rural continuamente, a implicação essencial é que as políticas públicas deveriam visar ao crescimento pró-pobre das fontes de rendas rurais. Nesse contexto, mostram-se importantes as políticas que contribuam para a competitividade da agricultura familiar.

Em um contexto em que recursos são, em geral, escassos e a oportunidade de desenvolver ou adotar melhores tecnologias é ainda limitada,¹ a economia agropecuária do país e, em especial, o alívio da pobreza rural poderiam beneficiar-se grandemente da análise acerca da eficiência técnica dos estabelecimentos rurais.² A existência de níveis expressivos de ineficiência técnica sugeriria a existência de oportunidades para expandir a produção dos estabelecimentos utilizando-se o nível de insumos e a tecnologia já existentes.

Nesse contexto, a presente dissertação tem como objetivo central tratar da questão da eficiência técnica dos estabelecimentos rurais de caráter familiar. Como será mais bem discutido no Capítulo 1, tem-se que a agropecuária familiar brasileira, para além de tradicional papel na absorção de mão de obra e produção de alimentos, tem mais recentemente sido reconhecida como relevante complexo para a geração de riqueza, considerando-se não apenas a economia rural e regional, mas a do próprio país (GUILHOTO *et al*, 2010). Desse modo, a análise da eficiência técnica da agropecuária familiar é bastante oportuna, uma vez que, como aponta Abramovay (1997), seu dinamismo não depende de características supostamente “culturais” dos agricultores, mas dos mesmos fatores que afetam o desempenho

¹ O crescimento da produtividade, como apontam Nishimizu e Page (1982), pode ser decomposto em mudança tecnológica e em eficiência técnica. Tal decomposição torna possível estudar as fontes do crescimento de produtividade sob diferentes perspectivas. Especificamente, enquanto a mudança tecnológica avalia o efeito sobre a produtividade da adoção de novas práticas de produção, a eficiência técnica pode ser interpretada como uma medida relativa de habilidade para uma dada tecnologia. Dessa maneira, a mudança tecnológica relaciona-se a investimentos em pesquisa e tecnologia, ao passo que ganhos de eficiência técnica são derivados de melhorias no processo de tomada de decisão, o qual está relacionado a diversas variáveis, incluindo, por exemplo, experiência e educação.

² Segundo Alvarez e Arias (2004), a principal consequência da ineficiência técnica é a elevação dos custos de produção, tornando os estabelecimentos menos competitivos.

dos produtores rurais em geral, tais como serão indicados no Capítulo 4.³ Seguindo-se as indicações de Schultz (1980), considera-se de grande importância para os estabelecimentos rurais os incentivos e as possibilidades que os produtores têm para efetivar o potencial agropecuário. Trata-se, portanto, de um ponto economicamente importante que se estudem e avaliem meios pelos quais a eficiência da produção familiar possa ser fomentada.⁴

Nisso, não se pode ignorar que os produtores agropecuários familiares inserem-se em um cenário pautado pela histórica concentração fundiária do Brasil (GUANZIROLI *et al*, 2001). Ilustrativa da persistência desse contexto é a constatação de que, em 2006, os estabelecimentos familiares correspondiam a aproximadamente 84,4% dos estabelecimentos no país, mas ocupavam apenas 24,3% de sua área agropecuária (IBGE, 2010). Tendo em vista tal contexto, o estudo das potencialidades da agropecuária familiar, na presente dissertação, foi complementado pela análise conjunta da produção dos estabelecimentos patronais – assim, seguindo-se essa abordagem, a medida da eficiência técnica dos estabelecimentos agropecuários familiares terá seus resultados apresentados, no Capítulo 5, comparativamente aos de caráter patronal.

Uma vez que um dos objetivos da presente dissertação reside em analisar a eficiência técnica dos produtores rurais familiares, cabe indicar a existência de um volume considerável da literatura sobre produtividade e eficiência na agropecuária preocupado com sua relação com o tamanho dos estabelecimentos produtivos.⁵ De acordo com Alvarez e Arias (2004), após o artigo de Sen (1962), em que se encontrou uma relação inversa entre tamanho do

³ De acordo com Abramovay (1997), seriam três os fatores básicos de que afetam o dinamismo dos estabelecimentos rurais familiares: a base material com que trabalham (em especial, a qualidade das terras), a formação dos produtores e a existência de instituições características de uma economia moderna no ambiente em que atuam (acesso diversificado a mercados, ao crédito, à informação, à compra de insumos). Como será visto no Capítulo 4, esses fatores essenciais apontados pelo autor foram considerados nas análises da presente dissertação.

⁴ Além disso, tem-se o ponto de que, qualificando a visão das grandes extensões territoriais trabalhadas com assalariados como a expressão mais acabada do desenvolvimento agrícola, Abramovay (1997) aponta que não é indiferente para a sociedade a procedência de sua oferta agrícola – segundo o autor, o domínio do trabalho assalariado seria marcado sistematicamente por condições sociais precárias. Assim, de acordo com Abramovay (1997), o potencial econômico embutido na agricultura familiar corresponde a uma vocação ainda mais importante: a de servir como base para uma estratégia de desenvolvimento descentralizada e voltada à ocupação equilibrada do território.

⁵ Indique-se, porém, que, como será visto no Capítulo 1, o tamanho do estabelecimento não é o critério único para sua caracterização como familiar.

estabelecimento agrícola e a produção por área na agricultura indiana, diversos outros artigos tentaram confirmar esse resultado, empírica ou teoricamente.⁶

Entretanto, segundo Helfand (2003), a maior parte dos estudos que apontam a existência de uma relação inversa entre produtividade e tamanho da propriedade baseia-se em medidas parciais de produtividade, que se mostram tendenciosas em favor dos pequenos produtores. Conforme indica Coelli (1995), em concordância com Alves (2011), medidas parciais de produtividade, exemplarmente a quantidade de produção por área, apresentam uma séria deficiência na medida em que apenas consideram um insumo – no caso, a terra –, em detrimento de todos os demais, tais como trabalho, capital, combustíveis, fertilizantes, etc. Assim, o emprego dessas medidas na formulação de políticas públicas possivelmente resultaria na utilização excessiva dos insumos que não foram considerados na avaliação da eficiência (COELLI, 1995). Dessa maneira, como corroboram Alvarez e Arias (2004), medidas de produtividade total dos fatores, que são razões de agregados de produtos e insumos, seriam mais apropriadas para a comparação de desempenho entre os estabelecimentos.

Com isso em vista, em detrimento de medidas parciais de produtividade, a presente dissertação empregou a metodologia das fronteiras estocásticas de produção – mais especificamente, tal como apresentada por Battese e Coelli (1995) – a fim de avaliar a existência de uma possível diferença de eficiência técnica entre estabelecimentos familiares e patronais no Brasil e em suas regiões.⁷

⁶ Como modelo teórico nessa linha, tem-se o exemplo de Barret (1996). Utilizando um modelo de dois períodos para um produtor familiar rural que tanto produz e consome sob incerteza de preços no momento em que decisões quanto à alocação de trabalho são feitas, o autor mostra analiticamente que uma distribuição de terra não degenerada e a presença de risco quanto aos preços podem conjuntamente produzir uma relação inversa entre tamanho dos estabelecimentos rurais e produtividade (da terra). Segundo Barret (1996), a intuição básica do seu modelo é a seguinte: onde falhas nos mercados de terra ou crédito restringem a capacidade dos pequenos produtores de cobrir o preço pago pelos grandes produtores pela terra, o risco do preço dos alimentos induz os estabelecimentos pequenos, que são consumidores líquidos, a utilizarem quantidades excepcionais de trabalho. Por contraste, os grandes estabelecimentos, que são vendedores líquidos, reduzem a utilização de insumos custosos quando as receitas são estocásticas. Assim, segundo seu modelo, a mesma exposição a risco estimula diferentes comportamentos, condicionalmente às dotações, gerando tal relação inversa.

⁷ Como apontam Alvarez e Arias (2004), uma vez que o produto potencial calculado estimando-se a fronteira estocástica de produção, o qual constitui o denominador do índice de eficiência técnica, pode ser interpretado como um agregado de insumos, tem-se que em um processo de um único produto – tal como considerado na presente dissertação – o índice de eficiência técnica pode ser interpretado como uma medida de produtividade total dos fatores.

Um dos principais pontos positivos da metodologia de Battese e Coelli (1995), empregada na presente dissertação, é que ela permite avaliar, simultaneamente à estimação de uma fronteira de produção estocástica, possíveis variáveis exógenas explicativas da eficiência técnica dos produtores, no seu denominado “modelo de efeitos de ineficiência”. Como indicam Abdulai e Eberlin (2001), esse ponto é importante na medida em que a melhor compreensão dos fatores que possam estar associados à inabilidade dos produtores em atingir a fronteira eficiente de produção deve auxiliar o desenvolvimento de políticas públicas favoráveis à sua eficiência técnica.

Entre os fatores que, segundo a literatura, podem influenciar o desempenho dos produtores rurais, a presente dissertação avaliou a relação entre variáveis relacionadas aos seguintes⁸ e a eficiência técnica dos estabelecimentos agropecuários brasileiros:

- Educação: o nível de escolaridade, como indicam Souza Filho *et al* (2004), seria um bom indicador da capacidade de obter e processar informações, bem como da habilidade no uso de técnicas agrícolas e de métodos de gerenciamento mais sofisticados. No entanto, como será apontado no Capítulo 4, não é consensual na literatura que a educação formal tenha efeito positivo sobre a eficiência técnica da agropecuária;
- Habilidade de gerenciamento: novamente, há, na literatura, divergências quanto ao efeito esperado de variáveis relacionadas à experiência e à idade sobre a eficiência técnica. Por um lado, tem-se a hipótese clássica de Schultz (1964), de acordo com a qual a experiência afetaria de positivamente a eficiência técnica dos estabelecimentos rurais. Por outro lado, diversos autores, como Abdulai e Eberlin (2001), indicam que é esperável que produtores mais idosos sejam menos adaptáveis a variações de cenário e tenham uma menor força física, a qual constitui um atributo qualitativo importante do trabalho empregado na produção agropecuária – assim, a idade influenciaria de maneira negativa a sua eficiência técnica;
- Financiamentos: a literatura, em geral, postula que o acesso a crédito teria influência positiva sobre a eficiência técnica da agropecuária. De modo geral, sua restrição diminuiria a eficiência dos produtores ao limitar a adoção de melhores insumos e culturas, bem como a aquisição de informações necessárias para um melhor

⁸ Outras variáveis frequentemente apontadas pela literatura como relacionadas à eficiência técnica dos estabelecimentos agropecuários, tais como aquelas associadas à assistência técnica, ao acesso à eletricidade e ao associativismo, não puderam ser avaliadas na presente dissertação, devido à limitação dos dados disponíveis.

desempenho (ABDULAI; EBERLIN, 2001). No entanto, o crédito pode não ter efeito sobre eficiência se ele simplesmente substituir outras fontes de financiamento ou se destinar-se ao consumo (CHAVAS *et al*, 2005);

- Condição do produtor em relação à terra: por um lado, há na literatura a ideia de que a propriedade da terra reduz os riscos relacionados à produção e, conseqüentemente, aumenta os retornos esperados e incentiva os produtores a investir em técnicas que permitam maior produtividade (GEBREMEDHIN; SWINTON, 2003). Por outro, aponta-se que produtores que não são proprietários têm maior necessidade de receitas para cobrir os pagamentos das terras em que produzem, o que poderia exercer um incentivo para maior eficiência de seus estabelecimentos (SOLÍS *et al*, 2009). Assim, também quanto a esse fator não há consenso sobre seu efeito esperado sobre a eficiência técnica da agropecuária.

Como se pode observar, não há consenso na literatura sobre qual seria o efeito esperável de nenhuma dessas variáveis sobre a eficiência técnica dos estabelecimentos rurais. Considerou-se, então, necessário e de interesse avaliar o papel por elas desempenhado no caso da agropecuária brasileira. Os resultados obtidos na presente dissertação para o caso brasileiro, tal como em 2006, serão apresentados no Capítulo 5.

Nas estimações que serão apresentadas consideraram-se, ainda, as influências dos fatores ambientais sobre a eficiência dos produtores rurais. Como indicam Guanziroli *et al* (2001), a agropecuária familiar seria particularmente sensível às condições do meio ambiente. Segundo os autores, os produtores familiares, dispoendo em geral de poucos recursos que possibilitem transformações drásticas, são obrigados a conviver mais intensamente com as restrições associadas ao meio ambiente, tentando contornar e aproveitar os determinantes derivados das condições ambientais.⁹

Nesse ponto, torna-se evidente a necessidade de se considerarem as diferenças regionais do Brasil na análise da eficiência técnica dos estabelecimentos agropecuários. Além das condições naturais, o território do país é heterogêneo por outros fatores, como aqueles relativos à ocupação histórica (BUAINAIN, 2007). Assim, ao se estudar o desempenho da

⁹ Isso, porém, não significa que as respostas dos produtores familiares sejam necessariamente sustentáveis ou amigáveis ao meio ambiente. Guanziroli *et al* (2001) ressaltam que a combinação dos recursos disponíveis e a luta pela sobrevivência podem determinar a utilização de sistemas de produção pouco sustentáveis a médio e longo prazo.

agropecuária, tanto familiar quanto patronal, principalmente tendo-se em vista a própria natureza dessa atividade, devem-se considerar os problemas e as especificidades da diversidade regional brasileira. Esse é um ponto que a presente dissertação pretende ressaltar, investigando a eficiência de ambos os tipos de estabelecimentos agropecuários nas regiões brasileiras.

A presente dissertação procurou lidar ainda com uma questão que tem sido enfatizada pela literatura internacional acerca da eficiência técnica da agropecuária – especialmente por aquela voltada aos produtores familiares –, porém (de acordo com o que se tem conhecimento no momento desta redação) não abordado, até então, pelos estudos do caso brasileiro. Trata-se da incorporação das rendas obtidas pelos produtores agrícolas fora de seus próprios estabelecimentos como parte da valoração de sua produção. Como será indicado no Capítulo 5, buscou-se contemplar esse aspecto por meio da estimação de um modelo de fronteiras estocásticas em que a variável de produto inclui os salários obtidos fora dos estabelecimentos.

A justificativa para se considerar as rendas obtidas em atividades fora dos estabelecimentos como produto baseia-se primordialmente nos seguintes pontos (PAUL *et al*, 2004; OLSON; VU, 2007): i) tais atividades utilizariam insumos comuns à produção rural e ii) afetariam o desempenho econômico dos produtores. Nesse sentido, segundo Chavas *et al* (2005), esperadamente a exclusão das atividades fora do estabelecimento da análise de eficiência dos produtores rurais pode ser inapropriada por diversas razões. Primeiramente, ignora a possível ineficiência na alocação de trabalho entre atividades dentro e fora do estabelecimento, a qual pode ocorrer pela existência de imperfeições no mercado de trabalho. Em segundo lugar, a tecnologia das atividades fora do estabelecimento pode ser conjunta às internas a ele quando, por exemplo, facilitam o acesso a técnicas agrícolas. Finalmente, segundo os autores, na presença de restrição de crédito, o acesso a renda obtida fora do estabelecimento pode afetar a utilização de insumos agrícolas. Nesse contexto, de acordo com Guanziroli *et al* (2001) acerca do cenário brasileiro da agricultura familiar, a possibilidade de gerar renda fora da unidade de produção familiar é um fator que pode determinar a capacidade de acumulação e, assim, a viabilidade de qualquer sistema de produção.

Dessa maneira, tem-se que imperfeições de mercado podem implicar expressivas interações entre as atividades dentro e fora do estabelecimento, com efeitos não desprezíveis sobre o desempenho dos produtores. Especificamente sobre a eficiência técnica, segundo Abdulai e

Eberlin (2001), o efeito líquido do trabalho fora do estabelecimento seria ambíguo. Por um lado, como já apontado no parágrafo anterior, a participação no mercado de mão de obra poderia relaxar as restrições orçamentárias, principalmente no caso dos produtores mais pobres, permitindo que obtenham insumos capazes de aumentar a sua eficiência – Hadley (2006) aponta que a maior renda obtida fora do estabelecimento combateria a desvantagem de escala dos pequenos produtores. Por outro lado, porém, tal participação poderia restringir as atividades de produção e de tomada de decisão dentro do próprio estabelecimento, minando sua produção tradicional. A presente dissertação procurou lidar com tal ambiguidade apontada pela literatura estimando também um modelo de fronteiras estocásticas, com os respectivos efeitos de ineficiência, em que a variável de produto considerada corresponde ao valor de produção obtido pelos produtores exclusivamente dentro de seus respectivos estabelecimentos rurais. A comparação entre os resultados obtidos para os dois modelos estimados será apresentada no Capítulo 5.

Problemas de pesquisa

Tendo-se em vista o que foi apresentado nesta Introdução, pode-se indicar, de maneira mais sucinta, que a presente dissertação tem a motivação de que o aprimoramento do dimensionamento da agropecuária brasileira, apontando-se suas potencialidades e limitações, é fundamental para a eficácia de políticas públicas e inovações institucionais. Assim, o objetivo geral dessa dissertação é analisar a eficiência técnica dos estabelecimentos agropecuários do Brasil, tendo como base os dados do Censo Agropecuário 2006. Mais especificamente, ela propõe-se a avaliar três grandes questões:

- a) Como a eficiência dos estabelecimentos da agropecuária familiar difere daqueles de caráter patronal? Tal questão traduz-se no objetivo de avaliar a eficiência técnica dos estabelecimentos de caráter familiar dentro do contexto fundiário do país;
- b) Quais são as diferenças, em relação à eficiência técnica da agropecuária, no âmbito das regiões brasileiras? Trata-se de um ponto não apenas de interesse para a análise, mas também necessário para que as demais questões de pesquisa não sejam abordadas de maneira falha, dada a expressiva heterogeneidade regional do país;
- c) Quais variáveis podem explicar a eficiência técnica dos produtores agropecuários? Entre tais variáveis, serão avaliadas algumas relacionadas ao capital humano e outras indicativas de fatores estruturais que afetam a produção rural brasileira.

Com essas questões em vista, será empregada, como já indicado, a metodologia proposta por Battese e Coelli (1995), a qual permite simultaneamente estimar uma fronteira de produção estocástica e avaliar possíveis variáveis explicativas da eficiência técnica dos produtores.

Organização do trabalho

Além desta Introdução, a dissertação é composta por mais seis capítulos. O Capítulo 1 tem como intuito estruturar o problema de pesquisa acerca da eficiência técnica dos produtores agropecuários no Brasil e em suas regiões. Além de enfatizar, com base na literatura, a importância de tal questão, o Capítulo preocupa-se em caracterizar a agropecuária familiar do país, apontando sua definição de acordo com o marco legal vigente e indicando alguns de seus aspectos proeminentes de acordo com Censo Agropecuário 2006. Verifica-se, também, a importância da produção rural familiar para a economia brasileira e de suas regiões. Ao final desse Capítulo, tem-se o panorama da agropecuária familiar como um grupo produtivo diverso – em especial, do ponto de vista regional – e importante sob aspectos sociais, históricos e econômicos, inserido em um contexto que lhe confere numerosos fatores externos que possivelmente afetam o resultado de suas atividades produtivas.

O Capítulo 2 apresenta a metodologia empregada para a avaliação do desempenho da agropecuária familiar e patronal no Brasil e em suas regiões – qual seja, o modelo de fronteiras estocásticas de produção, tal como apresentado por Battese e Coelli (1995). Destaca-se, nesse Capítulo, a importância da estimação simultânea de um modelo de efeitos de ineficiência, a qual é propiciada pela metodologia adotada. Ao final, aponta-se a definição das áreas regionais adotada na presente dissertação, importante para os problemas de pesquisa possam ser corretamente investigados.

Com a compreensão do referencial teórico-metodológico do Capítulo 2, a revisão da literatura acerca da eficiência técnica na agropecuária é realizada no Capítulo 3. Sem a pretensão de ser exaustiva, tal revisão procura enfatizar como diferentes autores, com diferentes objetos de estudo e bases de dados, abordaram o problema de mensurar o desempenho dos produtores agropecuários, bem como os efeitos de fatores externos sobre ele. Tal investigação concentra-se nos casos referentes a produtores familiares, bem como naqueles que têm a agropecuária no Brasil como objeto de estudo.

No Capítulo 4, apresenta-se a base de dados empregada na presente dissertação. Primeiramente, indica-se como foi realizada a construção das variáveis utilizadas nas estimações das fronteiras estocásticas de produção e dos modelos de efeitos de ineficiência. Apontam-se, também, quais os efeitos esperados, com base na literatura, da incorporação de tais variáveis nos modelos estimados. Estatísticas descritivas são apresentadas ao final desse Capítulo, considerando-se tanto o Brasil, quanto a segmentação da base de dados entre as regiões do país – verifica-se, com isso, a existência de um cenário bastante diversificado e complexo na agropecuária brasileira.

Uma vez que foi indicada a existência de diversas possibilidades para a análise empírica no Capítulo 3, o Capítulo 5 inicia-se com a apresentação das especificações adotadas na presente dissertação para as fronteiras estocásticas de produção e seus modelos de efeitos de ineficiência. Consideram-se duas formas funcionais para as fronteiras de produção, duas variáveis relativas a produto e duas expressões para o modelo de efeitos de ineficiência. Realizadas as estimações, o Capítulo volta-se a avaliar estatística e teoricamente a adequação desses modelos. Analisam-se, então, os resultados obtidos por meio dos modelos considerados mais adequados. Primeiramente, avaliam-se as eficiências técnicas obtidas para os estabelecimentos agropecuários do Brasil, verificando-se importantes diferenças regionais. Em sequência, a análise dos resultados obtidos para os modelos de efeitos de ineficiência aponta como condições objetivas de produção afetam o desempenho agropecuário no país. Ademais, torna-se possível avaliar como, condicionalmente aos demais fatores considerados, as eficiências técnicas do grupo de produtores familiares comparam-se à daquela dos de caráter patronal, assim como diferem entre as regiões brasileiras.

No Capítulo 6, são apresentadas as considerações finais.

1 CONTEXTUALIZAÇÃO – A AGROPECUÁRIA FAMILIAR NO BRASIL E EM SUAS REGIÕES

Como indicado anteriormente na presente dissertação, um de seus objetivos consiste em analisar a eficiência técnica da agropecuária familiar no Brasil e em suas regiões, contrastando-a àquela dos estabelecimentos patronais. O presente Capítulo tem como intuito a estruturação de tal problema de pesquisa. Inicia-se com a ênfase sobre a necessidade de se estudar a eficiência técnica dos produtores familiares, passando-se à caracterização destes de acordo com a literatura, o marco legal vigente e os dados do Censo Agropecuário 2006. Verifica-se, por fim, a existência de disparidades na produção rural familiar entre as regiões brasileiras.

1.1 Eficiência técnica e agropecuária familiar no Brasil

Segundo Baer (2008), grande parte do crescimento da produção agropecuária brasileira nas últimas décadas deu-se de modo extensivo. Uma consequência disso seria que a condição tradicional de pobreza no Brasil rural não se alterou no período. Nesse contexto restritivo, conforme indicam Magalhães *et al* (2011), a boa organização da produção e a melhor utilização dos recursos são essenciais para que se quebre o ciclo de pobreza dos pequenos produtores rurais. Como indica Thiam (2003), embora o desenvolvimento de novas tecnologias para aumentar a produtividade possa ser considerado ótimo, trata-se de uma opção que exige tempo e pode requerer consideráveis investimentos. Assim, a alternativa, examinada na presente dissertação, seria tirar o máximo proveito dos insumos disponíveis¹⁰ e da tecnologia existente por meio da melhoria da eficiência técnica dos produtores.

Constatada a premente necessidade de elevação da eficiência técnica desses estabelecimentos, a questão central torna-se como proceder a isso. Uma possível resposta, estudada na presente dissertação, consiste no correto manejo de fatores externos à decisão de produção desses estabelecimentos. Conforme indicam Buainain *et al* (2007), é necessário analisar a

¹⁰ Entre os insumos, destaca-se o fator trabalho – Buainain *et al* (2007) enfatizam que a sustentação da agropecuária familiar depende fundamentalmente da capacidade e da possibilidade de esses produtores aproveitarem e potencializarem oportunidades decorrentes da principal vantagem associada à organização familiar da produção: o menor custo de gestão e supervisão da mão de obra familiar.

agropecuária familiar à luz do conjunto de oportunidades, restrições e alternativas com que os produtores defrontam-se – exemplo disso é o fato de que a diversificação e a produção para autoconsumo, frequentemente avaliadas como modos obsoletos de organização, podem ser explicadas pelas condições objetivas enfrentadas pelos produtores familiares no passado e que ainda não estão superadas por um número significativo deles. Entre as restrições enfrentadas por esses produtores, indiquem-se (SOUZA FILHO *et al*, 2004; BUAINAIN *et al*, 2007):

- Problemas associados à escala de seus estabelecimentos;
- Relações contratuais pouco desenvolvidas e canais de comercialização restritos;
- Pouca capitalização e baixa capacidade de investimento, mesmo considerando a existência de acesso a crédito;
- Por consequência, baixa proteção contra os riscos associados às variações ambientais;
- Acesso e uso de informação e de conhecimento técnico de maneira restrita e passiva, dependendo para isso da instância deles detentora (agroindústria, assistência técnica oficial, vendedores de insumos, etc.).

Segundo Guanziroli *et al* (2001), em grande medida a capacidade de os produtores rurais familiares aproveitarem as oportunidades oferecidas pelo mercado depende da remoção de tais obstáculos por meio do apoio de políticas públicas. Como apontam os autores, trata-se não de carregar um “peso morto” ao crescimento do setor agropecuário do país, mas de compensar desvantagens muitas vezes impostas por outras políticas e de remover entraves estruturais que impedem a evolução e dinamismo de produtores de elevada capacidade de geração e distribuição de riqueza (HELFAND, 2009; GUILHOTO *et al*, 2010).

Nesse espírito, como apontado na Introdução, tem-se como objetivo subsequente da presente dissertação a avaliação de possíveis fatores externos que afetem a eficiência técnica dos produtores agropecuários no país, abrangendo a sua categoria familiar. No restante deste Capítulo, a agropecuária será mais bem definida (em termos de seu marco legal) e caracterizada.

1.2 Definição da agropecuária familiar

Em 24 de julho de 2006 foi sancionada a Lei nº11.326, que estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares, fornecendo, assim, o marco legal da agropecuária familiar. Segundo a Lei nº11.326, para que um agricultor ou empreendedor rural seja considerado familiar, os seguintes requisitos devem ser atendidos simultaneamente:

- a) Não detenha, a qualquer título, área superior a 4 módulos fiscais;
- b) Utilize predominantemente mão de obra da própria família nas atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento;
- c) Tenha renda familiar predominantemente originada de atividades econômicas vinculadas ao próprio estabelecimento ou empreendimento;
- d) Dirija seu estabelecimento ou empreendimento com sua família.

Além da agricultura e pecuária, outras atividades também são incorporadas à definição familiar desde que atendam simultaneamente aos requisitos anteriores e sejam:

- Silvicultores que cultivem florestas nativas ou exóticas e promovam o manejo sustentável;
- Aquicultores que explorem reservatórios hídricos com superfície total de até 2 ha ou ocupem até 500m³ de água, quando a exploração se efetivar em tanques-rede;
- Extrativistas que exerçam essa atividade artesanalmente no meio rural, excluídos os garimpeiros e faiscadores;
- Pescadores que exerçam a atividade pesqueira artesanalmente.

Dessa forma, seguindo o marco legal vigente no Brasil, a presente dissertação utilizará a definição acima para a agropecuária familiar. Os demais estabelecimentos serão caracterizados como patronais.

1.3 Agricultura familiar no Censo Agropecuário

Tem-se que a elaboração do questionário aplicado pelo Censo Agropecuário foi anterior ao sancionamento da Lei nº 11.326, de modo que ao se tabularem os dados relativos à agricultura familiar foi necessário adequar-se o questionário ao enunciado legal. Os seguintes

procedimentos metodológicos foram empregados pelo IBGE para a delimitação do público da agricultura familiar:

- O estabelecimento agropecuário não foi considerado familiar se sua área total ou se as frações por produtor (no caso de estabelecimentos comunitários) fossem maiores do que 4 módulos fiscais;
- Se a unidade de trabalho familiar foi menor do que a unidade de trabalho contratado, então o estabelecimento não foi considerado de agricultura familiar. Seguindo as diretrizes preconizadas pelo Programa de Geração de Emprego e Renda Rural (Proger Rural), do Governo Federal, considerou-se que homens e mulheres com 14 anos ou mais constituíam uma unidade de trabalho, enquanto homens e mulheres de menos de 14 anos constituíam meia unidade;
- Se em 2006 o rendimento total do empreendimento foi menor do que a soma dos salários obtidos em atividades fora do estabelecimento, então ele não foi considerado de agricultura familiar;
- Se quem dirigia o estabelecimento era um administrador, uma sociedade anônima, uma instituição de utilidade pública ou o governo, então o estabelecimento não foi considerado de agricultura familiar;
- Também não foram considerados como pertencentes à agricultura familiar se a condição legal do empreendimento fosse registrada como cooperativa, sociedade anônima, instituição de utilidade pública ou governo;
- Se a classe de atividade desenvolvida pelo estabelecimento fosse a aquicultura e a área ocupada por tanques, lagos e açudes fosse maior do que 2 ha, então o estabelecimento não foi considerado de agricultura familiar;
- O estabelecimento não foi considerado de agricultura familiar caso tenha havido venda de produtos da extração vegetal em 2006 e ela tenha sido maior do que a metade do total da receita agropecuária e se, além disso, no estabelecimento havia colheitadeiras ou houve contratação de mão de obra para colheita por um período maior do que 30 dias.

Outro ponto indicado pelo IBGE é que, enquanto a unidade de pesquisa utilizada no Censo Agropecuário é o estabelecimento agropecuário, relacionado à unidade produtiva, o conceito de agricultura familiar está relacionado à unidade familiar. Embora a situação mais frequente seja de uma família estar associada a apenas um estabelecimento, há casos de famílias com

mais de um estabelecimento agropecuário. Assim, há uma pequena superestimação do público pertencente à agricultura familiar nos dados tabulados, uma vez que se considera cada estabelecimento como uma unidade familiar. De acordo com a PNAD 2007, a participação dos produtores com mais de uma área de empreendimento era de apenas 0,8% (IBGE, 2010).

1.4 Aspectos dos estabelecimentos familiares brasileiros de acordo com o Censo Agropecuário 2006

No Censo Agropecuário 2006 (IBGE, 2010), foram identificados 4.367.902 estabelecimentos rurais de caráter familiar, número que corresponde a 84,4% dos estabelecimentos no Brasil. No entanto, evidenciando a concentração agrária do país, os estabelecimentos familiares ocupavam apenas 24,3% (80,25 milhões de hectares) da área agropecuária do país.

Como indica IBGE (2010), apesar de ser responsável por uma área menor de lavouras e pastagens (17,7 e 36,4 milhões de hectares, respectivamente), a agropecuária familiar mostrou-se responsável por garantir grande parte da segurança alimentar do país, como importante fornecedora de alimentos para o mercado interno. Tais estabelecimentos respondiam, em 2006, por 87% da produção nacional de mandioca, 70% do feijão, 46% do milho, 38% do café, 34% do arroz, 58% do leite, possuíam 59% do plantel de suínos, 50% das aves e 30% dos bovinos. A cultura com a menor participação familiar foi a da soja (16%), a qual constitui um dos principais produtos da pauta de exportação brasileira. Cabe ainda apontar a importância dos estabelecimentos familiares para a fruticultura brasileira. Conforme Guilhoto *et al* (2010), eles foram responsáveis por 51% do valor de produção desse agregado. Com isso, a fruticultura mostrou-se como o principal produto da agricultura familiar, correspondendo a 7,1 % de toda a produção agrícola do Brasil. A notória importância da fruticultura, para a economia familiar, traduz-se no seu potencial de gerar maior produtividade, fixando valor e emprego nas regiões onde se desenvolve. Destaca-se também que grande parte de sua produção é beneficiada, provendo o crescimento da indústria local.

Quanto à condição do produtor em relação à terra, 74,7% dos estabelecimentos familiares (abrangendo 87,7% de suas áreas) tinham acesso à terra na condição de proprietário. 3,9% declararam ser “assentados sem titulação definitiva”. Os outros 15,8% tinham acesso temporário ou precário à terra, seja como arrendatários (4,5%), parceiros (2,9%) ou ocupantes

(8,4%). Para termos de comparação, na categoria de estabelecimentos patronais, 84,5% declararam ser proprietários da terra, enquanto assentados, arrendatários, parceiros e ocupantes correspondiam, nessa ordem, a 2,3%, 4,2%, 1,9% e 5,4% do total de produtores. Tem-se ainda que, em dezembro de 2006, foram identificados 255 mil produtores sem área (extrativistas, produtores de mel ou produtores de lavouras temporárias que já haviam terminados suas atividades), dos quais 242 mil eram produtores familiares, que correspondiam a 5,5% dos pertencentes a essa categoria (IBGE, 2010).

O Censo Agropecuário 2006 registrou 12,3 milhões de pessoas vinculadas à mão de obra dos estabelecimentos familiares em dezembro desse ano, enquanto os estabelecimentos patronais ocupavam o bastante menor contingente de 4,2 milhões de pessoas. Ainda com relação à mão de obra da agropecuária familiar, destaca-se que 909 mil ocupados (7,4% do total) possuíam menos de 14 anos de idade. Nos estabelecimentos patronais era menos expressiva a participação de menores de 14 anos em sua mão de obra: eram 153 mil, correspondendo a 3,6% do total da categoria.

Com relação à educação na agropecuária familiar, o IBGE (2010) enfatiza que as informações do Censo Agropecuário 2006 revelam avanços, mas também desafios: entre os 11 milhões de pessoas ocupadas na agropecuária familiar com laços de parentesco com o produtor, pouco mais de 4 milhões (36,7%) não sabiam ler e escrever (3,6 milhões com 14 anos de idade ou mais). Destaca-se, ademais, o baixo número de pessoas com qualificação profissional: apenas 170 mil pessoas (1,5%). O quadro é um pouco mais satisfatório quanto à agropecuária patronal. Considerando-se, também, apenas as pessoas ocupadas com laços de parentesco com o produtor (as quais compreendem 41,6% do total da mão de obra patronal), tem-se que 29% não sabiam ler e escrever e apenas 6,6% apresentavam qualificação profissional.

Ainda relativamente à qualificação da mão de obra, segundo IBGE (2010), pessoas com 10 anos ou mais de experiência na direção dos estabelecimentos eram maioria (62,2%) no caso dos estabelecimentos familiares, em 2006. Por sua vez, os estabelecimentos dirigidos por pessoas com menos de 5 anos de experiência representavam apenas 19,8% da agricultura familiar. Essas participações, no caso da agropecuária patronal, eram de 55,0% e 25,5%, respectivamente. Portanto, esses dados indicam que os dirigentes patronais apresentavam, em média, menor experiência dos que os familiares na agropecuária brasileira, tal como em 2006. Tal ponto é relevante na medida em que a literatura acerca da eficiência técnica indica a

existência de efeitos de variáveis relacionadas à idade e à experiência dos produtores sobre seu desempenho, como será visto no Capítulo 4.

Por fim, um aspecto relevante levantado pelo Censo Agropecuário diz respeito ao financiamento dos estabelecimentos. No ano de 2006, 781 mil estabelecimentos familiares praticaram a captação de recursos, sendo o custeio a principal finalidade (405 mil estabelecimentos), seguido do investimento (344 mil estabelecimentos), da manutenção do estabelecimento (74 mil estabelecimentos) e da comercialização (8 mil estabelecimentos). Por outro lado, o Censo Agropecuário 2006 registrou mais de 3,5 milhões de estabelecimentos familiares que não obtiveram financiamentos. Entre esses estabelecimentos, quase 1,8 milhão apontaram que não precisaram de tais recursos, mas aproximadamente 1,3 milhão indicaram como motivo da não obtenção de financiamento uma das seguintes razões: ausência de garantia pessoal (69 mil estabelecimento), falta de conhecimento sobre como obter (56 mil estabelecimentos), excesso de burocracia (301 mil estabelecimentos), falta de pagamento de empréstimo anterior (117 mil estabelecimentos) ou medo de contrair dívidas (784 mil estabelecimentos). Tratam-se, portanto, de estabelecimentos que gostariam de obter financiamento, mas não o fizeram.

1.5 A agropecuária familiar na economia brasileira

Segundo Abramovay (1997), é necessário romper o preconceito que assimila, confunde e transforma em sinônimos “agropecuária familiar” e expressões como “produção de baixa renda”, “pequena produção” e “agricultura de subsistência”, as quais envolvem um julgamento prévio sobre o desempenho econômico desses estabelecimentos. Segundo o autor, dizer que características como acesso nulo ou muito limitado a crédito, uso exclusivo de técnicas de produção tradicionais e impossibilidade de integração aos mercados mais competitivos e dinâmicos sejam inerentes à agropecuária familiar é desconhecer os traços mais importantes do desenvolvimento agrícola no Brasil nos últimos anos. Segundo o autor, para além de sua importância social, deve-se observar a agricultura familiar sob o ângulo econômico – contrariamente ao que se diz com frequência, a agropecuária familiar não seria um simples reservatório de mão de obra.

Portanto, é necessário avaliar a contribuição da agropecuária – familiar ou patronal, para os propósitos da presente dissertação – para a geração de riqueza, considerando-se não apenas a economia rural e regional, mas a do próprio país (GUILHOTO *et al*, 2010). Como indica Baer (2008), o impacto da agropecuária sobre a economia brasileira não pode ser medida apenas por sua contribuição direta ao Produto Interno Bruto (PIB) – isso ignoraria que o crescimento rural esteve intimamente relacionado à expansão doméstica dos setores fornecedores de insumos agrícolas, à ampliação dos setores processadores de sua produção, bem como ao desenvolvimento dos setores escoadores nos mercados nacionais e internacionais. Assim, segundo o autor, o conceito mais amplo contido no agronegócio parece mais bem capturar o impacto da agropecuária sobre a economia do país.

O conceito do PIB do agronegócio foi adotado por Guilhoto *et al* (2010) para quantificar a participação das produções agropecuárias familiares e patronais na economia brasileira. Com isso, foram incluídos o cômputo da produção do setor rural, assim como o da sua demanda por insumos, o da subsequente indústria de transformação da produção em bens manufaturados e o quanto é gerado nas etapas de comercialização e distribuição de produtos e insumos relacionados ao agronegócio.¹¹

De acordo com Guilhoto *et al* (2010), em 2006, o PIB do agronegócio brasileiro ultrapassou o valor de R\$ 675 bilhões (em valores de 2009), o que correspondeu a 24% do PIB total nacional. Desse valor, observou-se que mais 30% tiveram origem na produção de estabelecimentos familiares. Assim, conforme Guilhoto *et al* (2010), o complexo formado pela agricultura familiar, que inclui a produção das lavouras e criações administradas pela gerência familiar e dos setores que se relacionam com essas atividades rurais, representou, em 2006, cerca de 7% da economia brasileira em termos de valor adicionado.

1.6 A importância da agropecuária familiar nas regiões brasileiras

¹¹ Portanto, o PIB do agronegócio familiar resulta da soma de quatro agregados principais: insumos, agropecuária, indústria e distribuição. A metodologia para o cálculo do PIB do agronegócio familiar baseia-se na mesma técnica empregada no cálculo do agronegócio em geral, conforme Furtuoso e Guilhoto (2003), fundamentando-se na intensidade da interligação para trás e para frente da agropecuária propriamente dita.

Uma vez que, como apontado por Buainain *et al* (2007), a diferenciação é um ponto chave da agropecuária familiar¹² no Brasil e os produtores apresentam grande capacidade de exploração de potencialidades locais, é necessário qualificar a descrição desse grupo de produtores regionalmente – mesmo que se assumindo o risco de serem feitas caracterizações ainda demasiadamente amplas.

Nesse sentido, apresentam-se, a seguir, sucintas descrições da agropecuária familiar em cada uma das cinco grandes regiões do país, acompanhadas por dados agregados do Censo Agropecuário 2006 referentes a número de estabelecimentos, pessoal ocupado e área, tais como indicados na Tabela 1¹³, além de PIB do agronegócio (GUILHOTO *et al*, 2010), cujos valores são apresentados na Tabela 2. Estatísticas descritivas mais completas, por região e tipo de produção, podem ser encontradas no Capítulo 4, no qual são caracterizados os estabelecimentos representativos considerados na análise empírica da presente dissertação.

A agropecuária familiar na região Norte, como indicam Guanzioli *et al* (2001), é principalmente marcada pelas restrições impostas pelo meio ambiente, bem como pela insustentabilidade de práticas agrícolas adotadas pelos produtores, o que reforça o constante movimento em busca de novas terras. Segundo os autores, trata-se da clássica expansão da fronteira agrícola impulsionada por pequenos produtores familiares em busca de sua sobrevivência.

Os dados das Tabelas 1 e 2, por um lado, reforçam a característica restrição de recursos da agropecuária familiar na região Norte e, por outro lado, enfatizam a sua importância regional. Embora correspondessem, em 2006, a 88% dos estabelecimentos e empregassem 84% da mão de obra rural da região, apenas 31% das terras agrárias eram ocupadas por produtores familiares – de modo que a área média de seus estabelecimentos era de 39 hectares, em contraste com os 618 hectares médios dos estabelecimentos patronais da região. Por outro lado, a importância da produção familiar na região Norte em termos econômicos é enfatizada

¹² Segundo Buainain *et al* (2007), então, o rótulo “agricultura familiar” tem especialmente valor político – ainda que o poder de barganha dos agricultores familiares não pareça refletir seu importante papel na geração de riqueza e ocupação de território do país.

¹³ Observe-se que as somas dos valores regionais não equivalem aos totais nacionais indicados na Seção 1.4. Isso se deve ao fato de que, como será indicado no Capítulo 4, não se puderam considerar todos os municípios investigados pelo Censo Agropecuário de 2006 na base de dados da presente dissertação, sobre a qual a Tabela 1 foi construída. Ademais, cabe apontar que a classificação regional adotada é diferente da usual divisão por grandes regiões brasileiras. Detalhes dessa classificação, bem como sua justificativa, podem ser encontrados na Seção 2.5.

por meio da mensuração de seu PIB do agronegócio, o qual, como apontado anteriormente, possivelmente mais bem capta o impacto da agropecuária sobre a economia. A Tabela 2 sumariza resultados apresentados por Guilhoto *et al* (2010) acerca do PIB do agronegócio no ano de 2006, por região e por tipo de produção (os valores estão em R\$ milhões de 2009). De acordo com a Tabela 2, em 2006, 28% do PIB total da economia da região Norte eram devidos ao agronegócio, dos quais 56% eram atribuíveis ao complexo formado por sua produção familiar – tratou-se do maior percentual apresentado entre as regiões brasileiras. No entanto, segundo Guilhoto *et al* (2010), os estabelecimentos familiares apresentaram um efeito multiplicador de sua produção, dentro da região, menor do que os de caráter patronal – 2,7 contra 3,4.¹⁴

Com relação à região Nordeste, segundo Guanzirolí *et al* (2001), embora, em termos gerais, sua produção rural familiar possa ser geralmente caracterizada pela marcada concentração de estabelecimentos em algumas áreas geográficas, pelo baixo nível de renda gerado pelas unidades produtivas, pela exígua base de recursos naturais, pela pressão demográfica e pela deterioração ambiental, é necessário, porém, ressaltar que ela é marcada pela diversidade de condições e de relações sociais de produção, a qual engendrou a formação de uma multiplicidade de sistemas agrários, muitos em acelerado processo de transformação.

Tendo-se em vista a complexidade do cenário da agropecuária familiar da região Nordeste, deve-se ter cuidado ao se analisarem os dados das Tabelas 1 e 2, sob o risco de se ignorarem particularidades próprias da região. Feita essa ressalva, destaca-se, na Tabela 1, o fato de a região Nordeste ser a que conta com o maior número de estabelecimentos familiares no país, os quais correspondem a 88% do total regional. Cabe também apontar que essa se tratava da região em que, de maneira geral, a área dos estabelecimentos familiares mostrava-se a menor do país – 14 hectares eram ocupados, em média, por produtor familiar na região Nordeste, em 2006. Quanto à contribuição do agronegócio à economia regional, tal como avaliada por seu PIB, a Tabela 2 indica que ele respondia por um quarto do PIB da região Nordeste, em 2006, sendo que 44% dessa parcela eram atribuíveis ao complexo formado pela produção dos estabelecimentos rurais familiares. De acordo com Guilhoto *et al* (2010), semelhantemente ao verificado na região Norte, os estabelecimentos familiares apresentaram um efeito

¹⁴ Obtém-se a quantificação do efeito multiplicador dividindo-se o valor do PIB do agronegócio pelo valor da respectiva produção rural. Segundo Guilhoto *et al* (2007), um maior efeito multiplicador indica ligações mais volumosas entre as cadeias do agronegócio dentro da região: com fornecedores de insumos agropecuários, setores processadores e distribuidores de sua produção.

multiplicador de sua produção, dentro da região Nordeste, menor do que os de caráter patronal – os valores apresentados foram 2,6 e 3,7, respectivamente.

Quanto à região Sudeste, embora a agropecuária familiar apresente um peso reduzido, relativamente às demais regiões, como pode ser visto nas Tabelas 1 e 2, de acordo com Guanziroli *et al* (2001) sua contribuição não pode ser menosprezada, inclusive porque registra níveis elevados de capitalização e dinamismo. Embora, segundo os autores, diferentemente das demais regiões, em que a dinâmica da agropecuária familiar é diversificada mas segue um padrão que pode ser generalizado (ocupação das fronteiras, imigração europeia, etc.), na região Sudeste seus movimentos apresentem muitas particularidades locais, é possível indicar que nessa região a dinâmica da agropecuária familiar está intimamente ligada àquela da agropecuária patronal. Assim, de acordo com Guanziroli *et al* (2001), na maior parte da região Sudeste os produtores familiares estão à sombra das grandes propriedades, sujeitos, assim, às flutuações da agropecuária patronal.

Tal cenário pode ser vislumbrado a partir dos dados da Tabela 1 (os familiares eram, em 2006, 73% do total de estabelecimentos rurais da região Sudeste, empregavam o contingente consideravelmente menor de 50% da mão de obra rural e ocupavam apenas 22% da área agropecuária) e, principalmente, na Tabela 2. De acordo com essa Tabela, em 2006, o maior PIB do agronegócio entre as regiões correspondeu ao Sudeste (R\$ 282 bilhões, em valores de 2009), mas essa também se mostrou a região com a menor parcela correspondente à produção familiar: apenas 18% do PIB do agronegócio da região Sudeste eram atribuíveis ao complexo formado pela produção rural familiar. Ademais, segundo Guilhoto *et al* (2010), destacou-se, em 2006, a diferença entre os efeitos multiplicadores das produções familiar e patronal, os quais, porém, mostraram-se consideravelmente superiores aos das demais regiões do país: 4,4 e 7,5, respectivamente. Isso indica a existência de espaço para maior agregação de valor à produção agropecuária familiar na região Sudeste.

Contrariamente ao que ocorre no Sudeste, segundo Guanziroli *et al* (2001), na região Sul do país a agropecuária familiar constitui um segmento autônomo. Como indicam os autores, a região Sul é conhecida pelo peso social, econômico, político e cultural da produção rural familiar na sua formação e desenvolvimento – a combinação de rendas agrícolas e não agrícolas, a diversificação da agricultura e o mais amplo acesso à qualificação profissional teriam feito dessa a região com índices de desenvolvimento humano mais elevados em

relação à média nacional. De acordo com os autores, o próprio padrão de ocupação do território, com cidades pequenas e médias oferecendo boas condições de vida e oportunidades para a população local, não pode ser desvinculado da presença e dinamismo da agropecuária familiar. Segundo Buainain *et al* (2007), o modelo da revolução verde, baseado no tripé “sementes melhoradas ou híbridas, fertilizantes e maquinário moderno”, teve real incidência dentro do público dos agricultores familiares na região Sul do país.

Embora a Tabela 1 não indique a agropecuária familiar da região Sul como claramente distinta das demais regiões do país (respondia, em 2006, por 84% dos estabelecimentos rurais da região, 77% do pessoal ocupado rural e 31% da área agropecuária), a sua importância pode ser depreendida a partir da Tabela 2. A região Sul apresentava, em 2006, o maior valor do PIB do agronegócio familiar entre as regiões do país (quase R\$ 80 bilhões, em valores de 2009), o qual correspondia a 17% do valor adicionado total da sua economia. Aponte-se, porém, que, de acordo com Guilhoto *et al* (2010), à semelhança da região Sudeste, também na região Sul havia um considerável diferencial desfavorável à produção familiar no que concerne ao seu efeito multiplicador: enquanto para o agronegócio patronal esse efeito era 6,6, no caso familiar ele era apenas 4,2.

Por fim, quanto à região Centro-Oeste, embora os produtores rurais familiares estejam menos presentes nessa região do que no restante do país, de acordo com Guanziroli *et al* (2001), o seu papel na ocupação do território e na estruturação da economia regional não foi pequeno: produtores familiares, advindos principalmente das regiões Sul e Nordeste, teriam sido os “verdadeiros desbravadores” do Centro-Oeste. Ademais, segundo os autores, os produtores familiares deram impulso, recentemente, ao processo de modernização da agricultura da região e à sua transformação no principal polo produtor de grãos do país.

De acordo com a Tabela 1, de fato, em 2006, o menor percentual de estabelecimentos familiares era encontrado na região Centro-Oeste: eles correspondiam a dois terços do total de estabelecimentos da região, empregavam 53% da mão de obra rural e ocupavam apenas 9% da área destinada a atividades agropecuárias – assim, sua área média de 54 hectares destoava grandemente da correspondente aos estabelecimentos patronais, a qual alcançava 1.090 hectares. Segundo a Tabela 2, os estabelecimentos familiares respondiam por uma porcentagem reduzida também do PIB do agronegócio da região Centro-Oeste: apenas 19% eram atribuíveis ao complexo relacionado à produção rural familiar. De acordo com Guilhoto

et al (2010), ambas as produções familiar e patronal apresentavam efeitos multiplicadores relativamente baixos, em 2006: 2,7 e 2,8, respectivamente, devido às menores participações das etapas subsequentes do agronegócio (indústria e distribuição).

Tabela 1 – Agregados dos estabelecimentos rurais, por região, 2006

	Número de estabelecimentos		
	Familiar	Patronal	% Familiar
Norte	517.530	72.022	87,8%
Nordeste	1.921.227	255.380	88,3%
Sudeste	447.690	164.732	73,1%
Sul	792.319	145.724	84,5%
Centro-Oeste	171.700	85.765	66,7%

	Pessoal Ocupado			Área (ha)		
	Familiar	Patronal	% Familiar	Familiar	Patronal	% Familiar
Norte	1.811.116	354.033	83,6%	20.050.982	44.479.005	31,07%
Nordeste	5.930.468	1.333.846	81,6%	27.489.057	47.818.367	36,50%
Sudeste	1.284.545	1.254.880	50,6%	9.316.830	32.824.731	22,11%
Sul	2.166.574	662.652	76,6%	13.049.705	28.650.826	31,29%
Centro-Oeste	496.209	441.950	52,9%	9.249.140	93.517.279	9,00%

FONTE: IBGE, 2010

Tabela 2 – PIB do agronegócio, por região, 2006

	PIB do agronegócio (R\$ milhões de 2009)			
	Familiar	Patronal	% Familiar	% PIB
Norte	22.417	17.911	55,59%	28,21%
Nordeste	41.248	52.159	44,16%	25,20%
Sudeste	51.505	230.595	18,26%	17,60%
Sul	79.704	113.504	41,25%	41,95%
Centro-Oeste	12.261	53.904	18,53%	26,96%
Brasil	207.134	468.074	30,68%	23,92%

FONTE: GUILHOTO *et al*, 2010

Complementarmente à Tabela 2, cabe indicar que, em nível estadual¹⁵, tem-se que, segundo Guilhoto *et al* (2010), algumas Unidades da Federação mostravam-se especialmente dependentes das atividades do agronegócio para a formação de seu PIB. Nesse sentido, destacam-se os estados de Mato Grosso, Santa Catarina, Rondônia, Rio Grande do Sul e Goiás, nos quais, respectivamente, 59%, 44%, 43%, 42% e 41% dos PIBs estaduais

¹⁵ Os valores do PIB do agronegócio por Unidade da Federação podem ser encontrados em Guilhoto *et al* (2010).

correspondiam ao agronegócio. Com relação ao complexo familiar, segundo Guilhoto *et al* (2010), o PIB do agronegócio familiar era especialmente importante para as economias de Rondônia, Acre, Rio Grande do Sul, Maranhão e Santa Catarina, em que correspondia, respectivamente, a 29%, 22%, 21%, 19% e 18% do PIB total estadual.

O presente Capítulo procurou mais bem caracterizar a agropecuária familiar do Brasil e de suas regiões, ressaltando sua complexidade, bem como creditando sua devida importância para o país, tanto em termos sociais e históricos, quanto econômicos. O Capítulo 2, na sequência, apresentará a metodologia empregada na presente dissertação a fim de se analisarem as eficiências técnicas dos produtores agropecuários brasileiros, familiares e patronais. Com tal metodologia, também se tornou possível avaliarem-se fatores externos, característicos do contexto social e econômico, que plausivelmente afetam o desempenho dos produtores. As consequências de tal avaliação em termos de políticas públicas são ressaltadas no Capítulo 6.

2 METODOLOGIA

Este Capítulo apresenta a metodologia empregada na presente dissertação para avaliar a eficiência técnica dos estabelecimentos agropecuários no Brasil, bem como o efeito sobre ela exercido por fatores exógenos. Para uma apresentação mais completa da teoria microeconômica de produção e do desenvolvimento da metodologia de fronteiras estocásticas, refere-se a Kumbhakar e Lovell (2000).

2.1 Análise da eficiência produtiva

Como apontam Souza *et al* (2010), a fim de mensurar a eficiência produtiva, a teoria utiliza uma medida de distância entre o ponto de operação da unidade tomadora de decisão e a fronteira tecnológica de produção. Tal medida pode ser decomposta em eficiência alocativa e eficiência técnica. A eficiência alocativa, a qual se encontra além do escopo da presente dissertação, refere-se à escolha ótima da proporção de insumos dado o vetor de preços. Por sua vez, o conceito de eficiência produtiva diz respeito às relações entre as quantidades produzidas e as quantidades de fatores utilizadas na produção. Quando a quantidade produzida por uma firma, dada certa combinação de fatores, situa-se aquém do máximo possível de ser atingido tem-se a caracterização da ineficiência técnica.

De acordo com Thiam (2003), as técnicas paramétricas/econométricas para estimação da eficiência podem ser separadas em abordagens primal e dual, dependendo das hipóteses comportamentais que são feitas. Enquanto a abordagem primal consiste na estimação direta da função de produção, a dual envolve estimações de funções de custos ou de lucros.

A abordagem primal tem sido a opção mais frequente para a estimação da fronteira de produção. No entanto, um problema importante com essa abordagem é que as estimativas dos parâmetros podem ser viesadas e inconsistentes se o objetivo de maximização de lucro ou minimização de custos for, de fato, válido. A razão para isso é que os níveis de insumos não são independentes do termo de erro, de modo que podem resultar vieses de equações simultâneas (COELLI, 1995).

No entanto, sob situações diversas a abordagem primal permanece válida. Na literatura, justifica-se a sua adoção assumindo-se que os produtores maximizam lucros baseando-se na produção esperada, em vez da produção realizada (ZELLNER *et al*, 1966). Como indica Thiam (2003), a lógica dessa justificativa, sucintamente, segue que, quando os produtores tomam decisões quanto aos insumos, não há informação acerca da produção resultante. Portanto, os insumos são determinados pela maximização do lucro em relação ao produto esperado, não ao produto realizado. Desse modo, as decisões quanto aos insumos não são mais correlacionadas com o termo de erro, de modo que se elimina o viés de equações simultâneas e, conseqüentemente, a abordagem primal proporciona estimativas não-viesadas. Segundo Coelli (1995), a estimação direta da função de produção pode ser justificada, ainda, se for apropriado assumir que os níveis dos insumos são fixos e o tomador de decisão do estabelecimento visa maximizar a produção, dadas tais quantidades. Tendo em vista tais justificativas da validade da abordagem primal, bem como a consolidação da literatura que faz uso dela, a presente dissertação também a empregou.

2.2 Modelo de fronteiras estocásticas de produção

O modelo de fronteiras estocásticas de produção foi proposto de forma independente por Aigner, Lovell e Schmidt (1977) e por Meusen e van der Broeck (1977), na seguinte formulação:

$$Y_i = \exp(x_i\beta + V_i - U_i) \quad (1)$$

Na expressão acima, Y_i representa a produção da i -ésima firma, x_i é o vetor correspondente aos insumos, β é o vetor de parâmetros desconhecidos, V_i é um distúrbio aleatório simétrico que corresponde a ruído estatístico e U_i é uma variável aleatória não negativa associada à ineficiência técnica.

O modelo definido acima é chamado de “função de fronteira estocástica” porque os valores de produção são delimitados superiormente pela variável estocástica $\exp(x_i\beta + V_i)$. Os distúrbios aleatórios V_i podem ser positivos ou negativos, de modo que a produção segundo a fronteira estocástica varia em relação à parte determinística do modelo, $\exp(x_i\beta)$.

Como indicam Queiroz e Postali (2010), a lógica econômica dessa modelagem residiria no fato de o processo de produção estar sujeito a dois distúrbios aleatórios economicamente distinguíveis, U_i e V_i . O termo U_i refletiria o pressuposto de que a produção de uma firma não pode estar acima do nível indicado por sua fronteira potencial de produção, dados os insumos empregados. Por sua vez, o distúrbio aleatório V_i indicaria que a fronteira de produção pode variar aleatoriamente entre firmas ou ao longo do tempo para uma mesma firma.

2.3 Modelo de fronteiras estocásticas de produção com efeitos de ineficiência

Segundo Kumbhakar e Lovell (2000), a análise da eficiência produtiva deve ter dois componentes. O primeiro seria a estimação de uma fronteira de produção estocástica que serviria como referência para se avaliar a eficiência técnica do produtor. Assim, o objetivo desse primeiro componente seria analisar a eficiência com que os produtores utilizam seus insumos, sob algumas hipóteses acerca de seu comportamento.

O outro componente enfatizado pelos autores e, mais recentemente, de forma ampla pela literatura acerca da produtividade, corresponde à inclusão de outro grupo de fatores na análise, os quais não são produtos ou insumos, mas afetam o desempenho do produtor. O objetivo desse componente seria associar a alteração no desempenho do produtor a variações em fatores que são exógenos à sua escolha e geralmente caracterizam o ambiente econômico em que ele opera. Cabe ressaltar que a inclusão desses fatores na análise permite que se analise o papel de políticas públicas relativas à eficiência técnica (IGLIORI, 2005).

Para incorporar ambos os componentes à análise, é possível proceder-se a uma estimação em dois estágios: primeiramente, obtêm-se os termos de ineficiência de cada unidade produtiva a partir da fronteira estocástica de produção estimada e, sequencialmente, é feita a regressão de tais termos em função de variáveis explicativas. No entanto, problemas de ordem econométrica fazem com que a estimação simultânea seja preferível. Kumbhakar e Lovell (2000) apontam que há potencialmente dois problemas principais com a estimação em dois estágios.

Primeiramente, se as variáveis consideradas como insumos na formulação da fronteira de produção forem correlacionadas com as variáveis explicativas do termo de ineficiência, então as estimativas do primeiro estágio serão viesadas devido a tal omissão. Consequentemente, os efeitos de ineficiência estimados que são explicados na regressão do segundo estágio são estimativas viesadas dos efeitos verdadeiros, uma vez que foram estimados relativamente a uma representação viesada da fronteira de produção. Com isso, não se torna claro se a regressão do segundo estágio contribui para a compreensão dos determinantes da variação da eficiência (KUMBHAKAR; LOVELL, 2000). Assim, a menos que se tenham fortes motivos para se acreditar que insumos e variáveis explicativas do termo de ineficiência são não correlacionados, trata-se de uma limitação grave.

O segundo problema refere-se à hipótese sobre a distribuição do efeito de eficiência. Como enfatizam Battese e Coelli (1995), a estimação do primeiro estágio é realizada sob o pressuposto de distribuição idêntica (i.i.d) dos efeitos de ineficiência. Uma vez que a estimação do segundo estágio envolve a especificação de um modelo de regressão para os efeitos de ineficiência estimados anteriormente, contradiz-se o pressuposto de que os efeitos de ineficiência seriam identicamente distribuídos na fronteira estocástica.

Tendo isso em vista, foram propostos diferentes modelos de estimação de fronteiras estocásticas cujas especificações estimam simultaneamente as causas da ineficiência técnica, não ocorrendo o problema de inconsistência apontado nos parágrafos anteriores (KUMBHAKAR *et al*, 1991; REIFSCHEIDER; STEVENSON, 1991; HUANG; LIU, 1994; BATTESE; COELLI, 1995, 1997).

Seguindo volume expressivo da literatura de trabalhos empíricos envolvendo fronteiras estocásticas de produção, a presente dissertação empregou a metodologia proposta por Battese e Coelli (1995). Assim sendo, descreve-se a seguir o modelo de fronteiras estocásticas com efeitos de ineficiência tal como proposto no supracitado artigo. No entanto, aponte-se que a dissertação utilizou dados em *cross-section*, posta a indisponibilidade de dados do Censo Agropecuário especificados para agropecuária familiar para os demais anos em que a pesquisa foi publicada.

Os autores consideram a seguinte função de fronteira estocástica de produção para dados em painel:

$$Y_{it} = \exp(x_{it}\beta + V_{it} - U_{it}) \quad (2)$$

Na expressão acima, Y_{it} denota a produção da i -ésima firma ($i=1, 2, \dots, N$) no t -ésimo período de tempo ($t=1, 2, \dots, T$), não havendo necessidade de que haja um painel balanceado de dados, ou seja, não é necessário que todas as firmas sejam observadas nos T períodos. x_{it} é o vetor ($1 \times k$) de insumos de produção, que pode incluir outras variáveis de controle. β é o vetor ($k \times 1$) dos parâmetros da fronteira de produção a serem estimados. Assume-se que V_{it} s sejam distúrbios aleatórios i.i.d., tais que $V_{it} \sim (0, \sigma_V^2)$, e que sejam independentemente distribuídos dos termos U_{it} s. Por sua vez, U_{it} s são distúrbios aleatórios não negativos que representam as ineficiências técnicas de produção e que são assumidos como independentemente distribuídos. Assume-se que U_{it} seja obtido pela truncagem, em zero, de uma distribuição normal com média $z_{it}\delta$ e variância σ^2 , em que z_{it} é um vetor ($1 \times m$) de variáveis explicativas das ineficiências técnicas e δ é um vetor ($m \times 1$) de parâmetros a serem estimados. Portanto, o efeito de ineficiência do modelo de fronteira estocástica, U_{it} , pode ser definido pela seguinte especificação:

$$U_{it} = z_{it}\delta + W_{it} \quad (3)$$

A variável aleatória W_{it} é definida pela truncagem de uma distribuição normal com média zero e variância desconhecida, σ^2 , de modo que o ponto de truncagem é dado por $-z_{it}\delta$, ou seja, $W_{it} \geq -z_{it}\delta$ e $U_{it} \geq 0$.

Battese e Coelli (1995) propõem a utilização do método de estimação por máxima verossimilhança para a obtenção simultânea dos parâmetros da fronteira estocástica (β) e do modelo de efeitos de ineficiência (δ). Para tanto, é utilizada a parametrização de Battese e Corra (1977), que substituem σ_V^2 e σ^2 por $\sigma_S^2 = \sigma^2 + \sigma_V^2$ e $\gamma = \sigma^2 / \sigma_S^2$ na função de máxima verossimilhança. A função de máxima verossimilhança e suas derivadas parciais em relação aos parâmetros de estimação do modelo (β , δ , σ_S^2 e γ) são apresentadas em Battese e Coelli (1993).

Como apontam Queiroz e Postali (2010), o parâmetro γ pode ser considerado um indicador da adequação da utilização do modelo de fronteiras estocásticas, em detrimento ao modelo de

função de produção média. Se $\gamma=0$, tem-se que a variância do termo associado de ineficiência técnica também será nula, de modo que os efeitos de ineficiência não serão significativos na análise da fronteira de produção. Assim, considera-se que o modelo de fronteiras estocásticas é mais adequado à medida que γ aproxima-se de 1. De acordo com Thiam (2003), a significância do parâmetro γ implica que as ineficiências técnicas específicas a cada observação são um fator importante para se explicar a variabilidade total do valor de produção.

A eficiência técnica (ET) de cada firma em cada período pode ser definida pela razão Y_{it}/Y_{it}^* , em que Y_{it}^* é a produção na fronteira eficiente (ou seja, quando $U_{it}=0$). Assim:

$$ET_{it} = \frac{\exp(x_{it}\beta + V_{it} - U_{it})}{\exp(x_{it}\beta + V_{it})} = \exp(-U_{it}) = \exp(-z_{it}\delta - W_{it}) \quad (4)$$

A previsão das eficiências técnicas é baseada em sua esperança condicional, dadas as hipóteses do modelo. Esse resultado também é apresentado em Battese e Coelli (1993).

2.4 Metodologias alternativas para análise da eficiência técnica

Embora a presente dissertação tenha se proposto a empregar apenas a metodologia das fronteiras estocásticas de produção em sua análise das eficiências técnicas na agropecuária, uma vez que esse ponto será indicado no Capítulo 3, cabe apontar a possibilidade de adoção também de técnicas não paramétricas para a análise da eficiência técnica, entre as quais é predominante na literatura a metodologia DEA (*Data Envelopment Analysis*, ou Análise Envoltória de Dados, em português). Ela envolve a utilização de métodos de programação linear a fim de se construir uma fronteira seccional convexa acima dos pontos de dados, relativamente à qual as medidas de eficiência técnica são, então, calculadas. Uma apresentação mais completa dessa metodologia pode ser encontrada em Coelli *et al* (2005).

Entre os pontos possivelmente positivos associados a tal metodologia, em contraposição à análise de fronteiras estocásticas de produção, destacam-se: a) trata-se de uma técnica não paramétrica: como tal, não exige hipóteses acerca da distribuição do termo de ineficiência,

nem a imposição de uma forma funcional à fronteira de produção *a priori*¹⁶ – como indicam Kwon e Lee (2004), essas especificações no modelo de fronteiras estocásticas implicam que restrições estruturais são impostas, de modo que os efeitos de uma má-especificação podem ser confundidos com ineficiência; b) consideram-se múltiplos insumos e produtos: segundo Berkhout *et al* (2009), isso é propiciado pela flexibilidade da metodologia, enquanto problemas de endogeneidade são frequentes em estimações econométricas que considerem tal multiplicidade; c) há possibilidade de se considerarem efeitos espaciais: como indicam Almeida *et al* (2008), esse aspecto é especialmente importante para a atividade agrícola, dada sua dependência fundamental em condições naturais¹⁷.

Por outro lado, como indicam Coelli *et al* (2005), o modelo de fronteiras estocásticas apresenta algumas propriedades que não estão disponíveis nas técnicas não paramétricas. Apontem-se as possibilidades de realizar testes de hipóteses sobre os parâmetros das variáveis explicativas, de incluir variáveis de controle para explicar a eficiência técnica em apenas um estágio de estimação, e de se considerar a presença de ruídos aleatórios no ambiente em que a unidade tomadora de decisão opera. Esse último ponto destaca-se como possivelmente negativo na metodologia DEA: como se trata de um modelo de fronteira determinística, o único componente de erro considerado é a ineficiência, de modo que seus escores de eficiência podem ser muito sensíveis a erros de medida para produtores que definem a fronteira ótima. Assim, a flexibilidade da DEA tem como contrapartida o considerável custo de se assumir a inexistência de erros de medida ou de qualquer variação estocástica na variável dependente (SHERLUND *et al*, 2002)¹⁸.

Desse modo, esperadamente não há consenso na literatura quanto à escolha metodológica para a análise da eficiência técnica. Como já apontado, a presente dissertação empregou a metodologia das fronteiras estocásticas de produção em sua análise empírica, mas, tendo-se

¹⁶ Isso, porém, pode também ser considerado um ponto negativo. Como aponta Solís (2005), o método de fronteiras estocásticas tem a vantagem de propiciar informações mais detalhadas acerca da estrutura da tecnologia de produção, enquanto a metodologia DEA, grosso modo, simplesmente traça um envoltório convexo que contém todos os pontos de dados observados.

¹⁷ Com isso em vista, diversos estudos, como Vidigal *et al* (2011) e Perobelli *et al* (2007), têm sido realizados com o objetivo de detectar associações espaciais entre produtividades agrícolas em diferentes regiões do Brasil, para culturas variadas, utilizando-se da Análise Explanatória de Dados Espaciais. No entanto, tais estudos adotam indicadores parciais de produtividade, o que os distancia da presente dissertação.

¹⁸ Tal ponto tem inclinado diversos autores a apontar o modelo de fronteiras estocásticas como possivelmente mais apropriado para o caso de análises relativas à agropecuária, uma vez que os distúrbios aleatórios causados pelo clima, doenças e infestações de pragas possivelmente têm efeitos significativos sobre a produção (HADLEY, 2006).

em vista os parágrafos anteriores, pode-se apontar que, com fins comparativos, ela seria enriquecida com o emprego também da metodologia DEA.

2.5 Definição das áreas regionais

Pode-se questionar a hipótese de que a estrutura tecnológica dos produtores agropecuários e os efeitos de fatores exógenos sobre a produção sejam idênticos em todas as regiões do Brasil, a qual é assumida ao se estimar a fronteira estocástica de produção e o modelo de efeitos de ineficiência utilizando-se todas as observações do país. A fim de contornar esse possível problema, podem-se realizar as estimações separadamente para cada região, com as mesmas variáveis utilizadas para o modelo nacional. Entretanto, contra tal segregação das análises conta o fato de que, empregando-a, os resultados acerca dos índices de eficiência técnica tornam-se não comparáveis entre as regiões. Tendo esses pontos em vista, a presente dissertação procurou contemplar a questão acerca da heterogeneidade regional por meio da inserção de *dummies* regionais na especificação do modelo de efeitos de ineficiência, como será visto no Capítulo 5.¹⁹

A definição regional aqui empregada difere da usual divisão do espaço brasileiro em grandes regiões, objetivando agregar municípios semelhantes do ponto de vista das características de sua agropecuária. Assim, foram consideradas cinco regiões no país. Na região Norte, foram inclusos os municípios da Amazônia Legal, com a importantes exceção daqueles pertencentes ao estado de Mato Grosso. Portanto, na presente dissertação, a região Norte é composta pelos municípios de Rondônia, Acre, Amazonas, Roraima, Pará, Amapá, Tocantins e oeste do Maranhão. Na região Nordeste, foram considerados os municípios da área de atuação da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), com exceção dos maranhenses já inclusos na região Norte. Assim, no âmbito dessa dissertação, a região Nordeste compreende os municípios do leste do Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e norte de Minas Gerais e Espírito

¹⁹ Outra alternativa, adotada por Abdulai e Eberlin (2001) ao analisar a eficiência técnica de produtores em duas regiões da Nicarágua, consiste na interação das variáveis relativas a insumos com uma *dummy* regional na especificação da função da fronteira estocástica de produção, seguida por um teste de razão de verossimilhança da hipótese de que os efeitos de interação são conjuntamente iguais a zero. Tal alternativa foi considerada na presente dissertação, porém o ponto fundamental que não a torna favorável à solução do mencionado problema é que modelo de fronteiras estocásticas, seguindo-se a metodologia de Battese e Coelli (1995), não se mostrou adequado para a especificação da fronteira de produção contendo as interações com *dummies* regionais.

Santo. A terceira região, Sudeste, abarca os demais municípios de Minas Gerais e Espírito Santo, além de São Paulo e Rio de Janeiro. A região Sul compreende a totalidade dos municípios de Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul. Por fim, o Centro-Oeste abarca os municípios de Mato Grosso de Sul, Mato Grosso e Goiás.²⁰

Após a apresentação desse referencial teórico-metodológico, o Capítulo 3, a seguir, explora como ele foi empregado de maneiras diversas pela literatura acerca da eficiência técnica da agropecuária, tanto para casos de estudo brasileiros, quanto internacionais. A revisão da literatura mostra-se importante na medida em que fornece subsídios para a especificação do modelo empírico adotado na presente dissertação, bem como indica possíveis alternativas de análises que a complementem.

²⁰ O Distrito Federal foi desconsiderado da base de dados da presente dissertação devido à peculiaridade de sua estrutura econômica. Segundo as Contas Regionais do IBGE, tratava-se, em 2006, da Unidade da Federação em que os setores correspondentes à agropecuária respondiam pelo menor percentual do valor adicionado total – apenas 0,21% dessa variável era devida à produção rural no Distrito Federal, em contraste com a participação de 15,69% no restante da região Centro-Oeste e de 5,70% no restante do Brasil.

3 REVISÃO DA LITERATURA

Desde que foi proposto teoricamente ao final da década de 1970, o modelo de fronteiras estocásticas foi aplicado em diversos trabalhos referentes à agropecuária, sob hipóteses variadas e tendo como objeto de estudo o desempenho de produtores em distintos países e regiões. Também outras metodologias foram aplicadas com tal propósito. O presente Capítulo apresenta uma breve revisão da literatura empírica acerca da mensuração da eficiência técnica na agropecuária²¹. São apresentados trabalhos pioneiros do tema e trabalhos recentes publicados em alguns dos principais periódicos sobre economia agrícola e eficiência. São apresentadas mais longamente as análises voltadas à eficiência técnica da agropecuária familiar. Posteriormente, apresentam-se trabalhos referentes ao caso brasileiro de que se tem conhecimento até o momento.

3.1 Análise de eficiência técnica na agropecuária

Um dos trabalhos que propôs o modelo de fronteiras estocásticas também apresentou sua aplicação à agropecuária. Aigner, Lovell e Schmidt (1977) aplicaram o modelo a dados agregados de agricultura para 48 estados norte-americanos, para 6 anos (empilhados em uma *cross-section*). Os autores, porém, encontraram resultados que não diferiram significativamente dos obtidos por meio da “função de resposta média”. Posto de outro modo, obteve-se que, nesse caso, o modelo de fronteiras estocásticas não proporcionou ganhos substanciais à estimação da fronteira de produção, relativamente à aplicação do método de mínimos quadrados.

O trabalho de Battese e Corra (1977) constituiu a primeira aplicação do modelo de fronteiras estocásticas para dados agrícolas em nível de estabelecimento. Analisou-se a fronteira de produção de estabelecimentos ovinocultores em três estados australianos, obtendo-se um parâmetro gama (γ) igual a 0,95. Desse modo, os autores apontaram que as funções de

²¹ Para uma extensiva revisão da literatura acerca da eficiência técnica dos estabelecimentos agropecuários, sugerem-se os seguintes trabalhos: Battese (1992), Bravo-Ureta e Pinheiro (1993), Thiam *et al* (2001), Bravo-Ureta *et al* (2007).

fronteira estocástica mostraram-se significativamente diferentes de suas correspondentes fronteiras determinísticas.

No entanto, também foram obtidos resultados menos satisfatórios por outros trabalhos que utilizaram dados por estabelecimentos. Exemplo disso, Bagi (1982) empregou dados de 34 estabelecimentos agrícolas na Índia e obteve parâmetro gama igual a 0,15 assumindo a forma funcional translog para a fronteira de produção. As eficiências técnicas dos estabelecimentos foram previstas no intervalo entre 0,92 e 0,95. De acordo com Battese (1992), tais eficiências técnicas elevadas são consistentes com o relativamente baixo gama, que implica que se espera que a fronteira estocástica e a função de produção média sejam bastante similares.

O trabalho que introduziu a metodologia que será empregada na presente dissertação também apresentou sua aplicação à agricultura. Battese e Coelli (1995) estudaram a produção de arroz na vila indiana de Aurepalle, com uma amostra de 14 fazendeiros e 10 anos, em um painel não balanceado. Os autores assumiram uma função do tipo Cobb-Douglas para a fronteira de produção, com variável dependente dada pelo valor total de produção dos estabelecimentos e insumos representados por: área total, proporção da área que foi irrigada, total de horas de trabalho, horas de trabalho animal (que os autores consideram como *proxy* inversa para chuva) e outros custos do estabelecimento custos (fertilizantes, maquinário, etc.). Foi também introduzida uma variável de tendência. Como variáveis explicativas do efeito de ineficiência, os autores consideraram, além do ano, a idade e a escolaridade do tomador de decisão do estabelecimento. O modelo de fronteiras estocásticas mostrou-se bastante adequado, obtendo-se um parâmetro gama igual a 0,95. Como resultado de especial interesse no trabalho, dada a proposição de sua metodologia, Battese e Coelli obtiveram parâmetro negativo para a variável de escolaridade no modelo de efeitos de ineficiência, o que indicou que produtores com mais anos de estudo tendem a ser menos ineficientes. Por outro lado, o parâmetro positivo da variável de idade apontou que produtores mais velhos são mais ineficientes. Finalmente, o parâmetro negativo da variável temporal indicou declínio na ineficiência dos produtores ao longo do período analisado.

Por sua vez, Sherlund *et al* (2002) enfatizaram que a exclusão de variáveis climáticas em aplicações do modelo de fronteiras estocásticas à agropecuária pode levar a estimativas viesadas dos parâmetros e, por consequência, dos efeitos de ineficiência. Os autores estudaram a eficiência técnica de pequenos produtores de arroz de Côte d'Ivoire (formou-se

um painel de dados não balanceado, com 464 observações), aplicando a metodologia de Battese e Coelli (1995) e assumindo a forma funcional translog para a fronteira de produção. Tendo a produção de arroz como variável dependente, os autores consideraram as seguintes variáveis como independentes na estimação da fronteira: terra, trabalho, fertilizantes químicos, erosão e fertilidade do solo, altitude, inclinação do terreno (também elevado ao quadrado), um indicador de infestação por pragas (também ao quadrado), densidade de ervas daninhas (também ao quadrado), altura das ervas daninhas (também ao quadrado), um indicador de doenças nas culturas (também ao quadrado), *dummies* de região topográfica, número de dias chuvosos (também ao quadrado), nível de chuva (também ao quadrado), *dummies* de região e *dummies* de ano. No modelo de efeitos de ineficiência, foram considerados como variáveis explicativas: proporção da área do estabelecimento plantada com variedades modernas de arroz, experiência do produtor (também ao quadrado), seu gênero e sua idade (também ao quadrado), *dummies* de seu nível educacional, número de plantações de arroz do estabelecimento (também ao quadrado), número total de plantações (também ao quadrado), *dummies* de região e *dummies* de ano. Os autores obtiveram um maior ajuste do modelo de fronteiras estocásticas ao considerarem as variáveis climáticas nas estimações – sem tais variáveis, estimou-se gama igual a 0,520, valor que subiu para 0,882 ao se considerarem informações sobre as variações ambientais nos estabelecimentos.

Embora a metodologia de fronteiras estocásticas seja amplamente utilizada na literatura, uma potencial limitação é que ela permite que se considere apenas um produto. Tendo isso em vista, mais recentemente a literatura introduziu a abordagem das funções de distância estocásticas, as quais acomodam tecnologias com múltiplos produtos (Kumbakhar *et al*, 2000). Um exemplo do emprego dessa metodologia é o trabalho de Solís *et al* (2009), que tinha como objetivo a avaliação da eficiência técnica de estabelecimentos agropecuários familiares em El Salvador e Honduras que foram beneficiários de projetos voltados, principalmente, à diversificação das culturas agrícolas e à conservação de recursos naturais.

Segundo os autores, a metodologia das funções de distância estocásticas mostrava-se especialmente apropriada para o caso em estudo por duas razões principais: a) permite-se a consideração de múltiplos produtos e insumos, ponto essencial para o estudo dos efeitos da diversificação da produção sobre a eficiência técnica; b) podem-se incorporar em um único estágio de estimação variáveis que afetem os índices de eficiência, sob o mesmo

procedimento de Battese e Coelli (1995), o que era importante para que se avaliassem algumas medidas dos projetos em estudo.

No modelo empírico, os autores consideraram o valor da produção de três categorias: alimentos básicos (milho e feijão), culturas comerciais e pecuária, e atividades fora do estabelecimento. Do lado dos insumos, consideraram-se a área cultivada, o gasto total com insumos comprados e três grupos de trabalho (familiar, contratado e alocado fora do estabelecimento). Como resultados, os autores obtiveram sugestões de que alimentos básicos e atividades fora do estabelecimento seriam substitutos, de modo que famílias dedicadas à produção de milho ou feijão teriam dificuldades em obter ganhos de produtividade engajando-se em atividades fora do estabelecimento como estratégia de diversificação da renda familiar. Por outro lado, culturas comerciais e atividades fora do estabelecimento, bem como alimentos básicos e culturas comerciais, mostraram-se complementares na análise dos autores. Assim, essas duas últimas formas de diversificação da renda poderiam trazer ganhos de produtividade aos estabelecimentos rurais analisados.

Quanto à questão central de seu trabalho, os autores obtiveram o resultado de que as tecnologias de conservação promovidas em El Salvador e Honduras apresentaram correlação positiva com a eficiência técnica, sustentando a proposição de que ganhos de produtividade seriam compatíveis com a sustentabilidade ambiental. Ademais, os resultados empíricos obtidos indicaram que o capital humano, medido pelos anos de escolaridade e o número de visitas de técnicos, seria fator chave associado a níveis mais elevados de eficiência técnica.

Outras metodologias também têm sido aplicadas à análise eficiência técnica dos produtores agropecuários na literatura internacional. Cabe destaque à metodologia DEA, já apontada no Capítulo 2. Paul *et al* (2004) utilizaram tanto a metodologia de fronteiras estocásticas quanto a DEA para mensurar e avaliar os fatores subjacentes à eficiência técnica de estabelecimentos agrícolas do “cinturão do milho” nos Estados Unidos, no período de 1996 a 2001 – foram utilizados dados da pesquisa anual do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, ao nível de estabelecimento, para construir um pseudo-painel de cortes definidos de acordo com uma tipologia dos estabelecimentos rurais.

Segundo os autores, avaliar a consistência dos resultados obtidos por meio dos dois métodos é particularmente útil devido ao surgimento de questões acerca da ausência de inferência

estatística na análise DEA e da especificação da análise por meio de fronteiras estocásticas. Assim, empregaram-se DEA orientada a insumos, supondo retornos variáveis a escala, e a metodologia de fronteiras estocásticas de acordo com Battese e Coelli (1992).

Como produtos, Paul *et al* (2004) consideraram, além do valor das vendas de milho, soja, outras culturas e gado, a renda obtida em atividades fora do estabelecimento. Vale notar, no entanto, que os autores indicam ter obtido resultados similares sem considerar essa última fonte de renda dos estabelecimentos. Como insumos, foram considerados os gastos / fluxos de serviços anualizados de terra, trabalho, capital e outros insumos operacionais.

Os resultados obtidos pelos autores sugeriram que os produtores familiares seriam tecnicamente ineficientes. Uma maior eficiência técnica, além do potencial de exploração de economias de escala e escopo, estaria criando uma tendência em direção a um maior tamanho dos estabelecimentos e diminuindo a competitividade dos pequenos produtores familiares.

Por sua vez, em seu trabalho, Chavas *et al* (2005) têm como objetivo investigar a eficiência de produtores agrícolas familiares com expressivas parcelas de sua renda obtidas fora do estabelecimento, utilizando o exemplo de 115 produtores rurais de Gâmbia, em 1993. Os autores enfatizam a importância de se considerarem as atividades fora do estabelecimento na análise da eficiência desses produtores pelo fato de que as famílias seriam delas dependentes ao longo de todo o ano, especialmente nas estações de seca. Aproximadamente 40% das famílias analisadas tinham pelo menos um membro com emprego fora do estabelecimento e a renda advinda dessa atividade respondia, em média, por 69% da renda familiar.

Os autores adotam a metodologia da DEA, orientada a produtos e com retornos variáveis à escala, em sua análise empírica. Como produtos, além da produção física de diversas culturas agrícolas, os autores consideraram a receita obtida com atividades fora do estabelecimento familiar. Como insumos, consideraram-se quatro categorias de trabalho (tanto familiar como contratado), três grupos de área cultivada, além do gasto total com insumos comprados. Os autores apontam que a desagregação dos produtos e dos insumos tem como objetivo permitir que se capturem tanto efeitos de quantidade quanto de qualidade.

Assim obtidos os escores de eficiência técnica, Chavas *et al* (2005) analisaram os fatores que influenciariam a eficiência técnica dos produtores familiares por meio de um modelo *tobit*. Os

autores consideraram como variáveis fatores idiossincráticos que afetariam a tomada de decisão ou controle de recursos dentro dos estabelecimentos (tais como: gênero do chefe da família, indicadores de migração recente e de insegurança alimentar), além de *proxies* para a dotação de recursos e instituições que afetariam o acesso e a utilização de terra, trabalho e capital financeiro (tais como: indicadores de participação em organizações de produtores e associações de crédito locais, proporção da renda obtida em atividades fora do estabelecimento, proporção das terras que era emprestada, percepção quanto ao risco de perder as terras).

Entre os seus principais resultados, Chavas *et al* (2005) obtiveram que a presença da atividade pecuária afeta significante e negativamente a eficiência técnica. Esse também é o efeito avaliado para o estado de insegurança alimentar – segundo os autores, isso indica que a má nutrição estaria reprimindo a produtividade do trabalho e que, de forma geral, o estado de pobreza enfraqueceria o acesso e a utilização eficiente dos recursos dos produtores. Quanto ao papel do associativismo, obteve-se que, como esperado,²² a participação em associação de produtores tem efeito positivo e significante sobre a eficiência técnica. No entanto, a obtenção de crédito das associações locais mostrou significante efeito negativo sobre a eficiência, contrariamente do que seria esperado (relaxando-se a restrição financeira, seria plausível que os produtores estariam em melhor posição para obter insumos de maneira mais eficiente). Segundo os autores, uma possível explicação para tal resultado seria que, além de se tratarem de valores baixos, os empréstimos seriam majoritariamente utilizados para consumo da família, de modo que possivelmente induziriam a realocação do trabalho em detrimento de atividades produtivas do estabelecimento agrícola. Por fim, os autores constaram que uma maior percepção de risco quanto perder as terras tem influência significante e negativa sobre a eficiência técnica, demonstrando a inabilidade ou ausência de incentivos para que os produtores afetados utilizem mais apropriadamente seus insumos.

Olson e Vu (2007) estimaram as eficiências técnicas de estabelecimentos rurais familiares no sul do estado norte-americano de Minnesota aplicando a metodologia DEA, orientada a

²² Segundo Buainain *et al* (2007), o associativismo constitui uma forma clássica de defesa dos produtores rurais contra adversidades climáticas e mercadológicas. Como indicam Souza Filho *et al* (2004), no caso da produção familiar, a participação em organizações tais como cooperativas e associações de produtores seria especialmente importante ao permitir em muitos casos que se alcance a escala mínima para viabilizar a adoção de determinadas opções produtivas e realizar certos investimentos, tais como construção de instalações e utilização de maquinário, além de resultar em melhor acesso à informação, propiciando índices mais elevados de eficiência. Por motivo de restrições de dados, porém, a presente dissertação não pôde considerar o associativismo como fator relacionado à eficiência técnica em sua especificação do modelo de efeitos de ineficiência.

produtos, a um painel de 1993 a 2005. Os autores consideraram nove insumos: três relativos a trabalho (trabalho familiar no estabelecimento, trabalho contratado e trabalho familiar fora do estabelecimento), três relativos à terra (área cultivada arrendada, área cultivada e área de pasto sob posse), além de gastos com insumos relacionados à pecuária, às culturas ou a atividades operacionais do núcleo de produção. O modelo incluiu seis produtos: duas culturas (milho e soja), três produtos pecuários (carne, leite e suínos) e a renda não rural.

As variáveis utilizadas na análise *tobit* para determinar fatores que explicariam diferenças nas eficiências dos estabelecimentos incluíram aspectos como condição financeira, características do núcleo de produção rural, características do trabalho, condição do produtor em relação à terra e importância relativa dos diferentes produtos. Entre os resultados obtidos pelos autores, destacam-se os efeitos positivos e significantes que a razão da renda não agrícola sobre a renda total e a maior especialização dos estabelecimentos exerciam sobre a eficiência técnica.

3.2 Análise de eficiência técnica na agropecuária brasileira

Uma das primeiras aplicações do modelo de fronteiras estocásticas ao setor agropecuário brasileiro foi a de Taylor e Shonkwiler (1986). Os autores tinham como objetivo comparar a eficiência técnica entre estabelecimentos recipientes e não recipientes de crédito do Banco Mundial por meio do Programa de Desenvolvimento Integrado da Zona da Mata (Prodemata), voltado a pequenos produtores dessa região de Minas Gerais. Para tanto, os autores estimaram, por máxima verossimilhança, fronteiras de produção estocástica (assumindo distribuição *half-normal* para o termo de ineficiência U_i) e determinística (distribuição gama). Por meio do modelo de fronteiras estocásticas, os autores estimaram que as médias de eficiência para participantes e não participantes seriam 0,714 e 0,704, respectivamente, não sendo significativamente diferentes. Por outro lado, a estimação da fronteira determinística indicou que as médias de eficiência para participantes e não participantes seriam 0,185 e 0,059, nessa ordem, sendo significativamente diferentes. Frente a tal contradição, os autores concluíram que os resultados indicavam impactos indefinidos sobre os participantes do programa. No entanto, Battese (1992) aponta que, dados os relativamente grandes desvios padrões estimados para os erros aleatórios no modelo de fronteiras estocásticas, é possível que este não tenha se mostrado significativamente diferente do modelo determinístico. Isso sugeriria que os resultados obtidos com as fronteiras determinísticas seriam mais

encorajadores acerca do impacto positivo do programa de crédito sobre os estabelecimentos participantes, apesar de os níveis absolutos das eficiências técnicas terem sido bastante baixos.

Direcionando atenção a outra região do país, Iglioni (2005) empregou a metodologia de Battese e Coelli (1995) para analisar a eficiência técnica dos produtores agropecuários da Amazônia Legal. Para tanto, foram utilizados dados de 257 áreas mínimas comparáveis (AMCs) da região, baseados no Censo Agropecuário de 1996. Supondo a forma funcional Cobb-Douglas para a fronteira de produção e tomando o valor de produção total como variável dependente, o autor considerou como insumos: trabalho, tamanho do rebanho (utilizado como *proxy* para capital), área alocada para agricultura e área com pastos plantados. Para o modelo de efeitos de ineficiência, foram consideradas como variáveis explicativas: nível educacional, precipitação, proporção ocupada por solos de boa qualidade, existência de florestas, temperatura, altitude, existência de rios, densidade de rodovias, distância em relação a São Paulo, distância à capital estadual mais próxima, população, produção e crescimento passado da AMC (a fim de se captarem possíveis efeitos de aglomeração), participações de diferentes classes de tamanhos de estabelecimentos na AMC (6 classes), proporção dos estabelecimentos sob propriedade do produtor e defasagens espaciais das variáveis referentes a rodovias e educação (consideraram-se os cinco vizinhos mais próximos). As estimações mostraram-se bastante adequadas ao modelo de fronteiras estocásticas: sem o modelo para os efeitos de ineficiência, obteve-se gama igual a 0,97 (significante a 1%). Com a estimação simultânea desse modelo, esse parâmetro foi igual a 0,77 (também significante a 1%).

Entre os principais resultados do modelo de efeitos de ineficiência estimado por Iglioni (2005), tem-se que o custo de transporte em relação a São Paulo impactaria negativamente a eficiência dos produtores agrícolas na Amazônia, como é esperado pela teoria da economia espacial, conforme aponta o autor. No entanto, a distância em relação à capital mais próxima mostrou-se significante e positivamente correlacionada com o termo de eficiência, constituindo resultado oposto ao esperado. Por outro lado, em concordância com a hipótese da presença de economias espaciais de aglomeração, obteve-se que o tamanho da população impactaria de forma positiva a eficiência técnica dos produtores, colocando em evidência o papel dos mercados locais. Esse ponto foi reforçado pelos resultados significantes referentes à produção total da AMC e seu crescimento passado.

O autor obteve também resultados favoráveis à existência de retornos crescentes de escala em termos de ganhos de eficiência. As três menores classes de tamanho de estabelecimentos mostraram-se significante e negativamente correlacionadas com o termo de eficiência, além de que seus parâmetros reduziram-se de acordo com o tamanho. Como aponta o autor, esses resultados juntamente aos referentes aos parâmetros dos insumos na fronteira de produção (cuja soma foi próxima a 1) proveem um contraste interessante entre retornos de escala constantes para a produção e crescentes em relação ao termo de eficiência. Com relação aos resultados referentes às variáveis defasadas espacialmente, constatou-se que não havia forte evidência de *spillovers* espaciais entre as AMCs da Amazônia. Uma possível razão para tal resultado, segundo o autor, seria a grande área ocupada por cada uma das AMCs, o que impediria uma relação mais sistemática entre elas.

Por fim, entre os resultados de Iglioni (2005), cabe ainda destacar que a educação foi apontada como negativamente correlacionada à eficiência. Trata-se de um resultado contraintuitivo, uma vez que se espera que o capital humano apresente impactos positivos. O autor indica que uma possível explicação para isso seria a composição industrial das AMCs. Segundo esse argumento, poder-se-ia supor que AMCs com populações mais bem educadas começariam a se voltar a atividades industriais e de serviços, de modo que o setor agrícola remanescente seria destinado apenas ao abastecimento de mercados locais que não enfrentem forte competição de outras áreas produtivas.

Marchand (2010) também analisou a questão da eficiência dos produtores da Amazônia Legal. Nesse trabalho, foram utilizados dados do Censo Agropecuário de 1996, por setor censitário, construindo-se “estabelecimentos representativos” por tamanho do estabelecimento (15 classes) e condição do produtor em relação à terra (4 possibilidades). O autor estimou apenas a função da fronteira estocástica de produção, sem preocupar-se com os determinantes dos efeitos de ineficiência. Para tanto, foram consideradas as distribuições *half-normal* e exponencial para o termo de ineficiência U_i . Considerou-se a forma funcional translog, tomando-se como variável dependente o valor de produção total do estabelecimento representativo. Como insumos, foram considerados: trabalho (número de pessoas medido em unidades de trabalho em tempo integral), rebanho em equivalente de bovinos (o rebanho de cada tipo de animal é ponderado pela razão entre o preço médio de sua cabeça e o preço da cabeça de bovino), área total do estabelecimento e gastos com demais insumos (rações, medicamentos veterinários, fertilizantes, químicos, sementes e combustíveis). Aponte-se que,

para evitar potencial correlação espacial, o autor corrige desvios padrões por *bootstrap* em algumas de suas regressões.

Mais recentemente, Magalhães *et al* (2011) aplicaram a metodologia de Battese e Coelli (1995) para avaliar os determinantes da ineficiência técnica de 308 beneficiários do programa de reforma agrária “Cédula da Terra”, em cinco estados da região norte do país, entre os anos de 2002 e 2003. Como insumos na estimação da função de produção, assumida como sendo uma Cobb-Douglas, os autores consideraram a área total cultivada do estabelecimento, o número de dias de trabalho empregados e o gasto total com insumos comprados. Para o modelo de efeitos de ineficiência, foram consideradas como variáveis explicativas: anos de estudo dos chefes das famílias beneficiadas, *dummies* acerca do acesso a assistência técnica e a crédito, proporção do valor de produção do estabelecimento que foi obtido em lotes coletivos, parcela da produção que foi consumida pela própria família, além de *dummies* estaduais, destinadas a representar diferentes condições ambientais e institucionais.

Entre seus resultados, Magalhães *et al* (2011) destacam que o fator que determina a produção seria essencialmente o trabalho. Os autores indicam que o pequeno peso da terra e dos insumos seria coerente com o fato de se estarem estudando estabelecimentos originados de um programa de reforma agrária, que esperadamente empregam tecnologia intensiva em trabalho e com baixa utilização de outros insumos. Quanto às variáveis do modelo de efeitos de ineficiência, para além das *dummies* estaduais, apenas a relativa ao autoconsumo da produção pelos estabelecimentos mostrou-se significativa – seu efeito negativo sobre a eficiência seria coerente com a ideia de tal variável como indicadora de beneficiários em estágios iniciais de utilização dos recursos providos pelo projeto “Cédula da Terra”. A não significância das demais variáveis, por outro lado, também apontaria elementos importantes para se entenderem restrições sobre a produção dos beneficiados. Em especial, segundo os autores, estavam-se gastando recursos para se obterem serviços de assistência técnica precários que, combinados com níveis de escolaridade generalizadamente baixos, não proporcionavam bons resultados aos estabelecimentos produtivos.

O tema da eficiência técnica dos produtores agropecuários no Brasil também já foi explorado utilizando-se a metodologia DEA. Helfand e Levine (2004), justificando sua escolha metodológica pelo ponto de que a teoria econométrica ainda deve ser desenvolvida para incorporar a correlação espacial em um modelo de fronteiras estocásticas, empregaram-na

para dados de 426 municípios do Centro-Oeste, advindos do Censo Agropecuário de 1996. A preocupação central do trabalho residiu em explorar a relação entre eficiência, tamanho dos estabelecimentos e condições dos produtores agropecuários na região.

À semelhança de Marchand (2010), os autores tabularam os dados para “estabelecimentos representativos” por tamanho do estabelecimento (15 classes) e condição do produtor em relação à terra (4 possibilidades). Na análise, os autores consideraram como variável de produção o seu valor total, excluindo-se: compras pecuárias, valor da produção industrial rural, valor dos produtos da silvicultura e do extrativismo vegetal. Como insumos, foram considerados: área utilizada (exclui florestas e áreas inutilizadas), trabalho (em unidades equivalentes de trabalho integral), tratores, animais (em equivalentes de bovinos) e insumos comprados (fertilizantes, químicos, sementes, combustível, rações e medicamentos veterinários).

Obtidos os escores de ineficiência, regrediram-se seus logaritmos em função das seguintes variáveis explicativas: tamanho dos “estabelecimentos representativos” (também ao quadrado), *dummies* para a condição do produtor em relação à terra, composição da produção em 6 categorias (gado – categoria excluída –, culturas temporárias, horticultura, culturas permanentes, suínos e aves, outros), proporção dos estabelecimentos que utilizaram crédito, eletricidade, assistência técnica e foram associados a cooperativas no estabelecimento representativo, variável de acesso a mercados (razão das vendas sobre o valor de produção), proporção dos estabelecimentos que empregaram máquinas, irrigação, fertilizantes, controle de pragas, técnicas de conservação do solo, mecanização de ordenha e inseminação artificial no estabelecimento representativo. A fim de levar em consideração a heterogeneidade espacial, devida a diferenças tais como qualidade dos solos, que não foram captadas pelos regressores, os autores incluíram em suas regressões *dummies* para municípios. Para permitir heterocedasticidade entre os municípios, foi utilizado um procedimento GLS (*Generalized Least Squares*, ou Mínimos Quadrados Generalizados, em português). Ademais, os autores apontam que, uma vez que cada observação em seus dados é composta por valores médios de todos os estabelecimentos de uma das 60 classes nos municípios, utilizou-se o número de estabelecimentos representados por cada observação para se construir pesos para corrigir a heterocedasticidade (não apenas entre municípios, mas também entre as classes de tamanho e condição do produtor) que emerge de regressões de dados agrupados.

Na regressão dos escores que embarcou todas as variáveis explicativas supracitadas, os autores obtiveram uma relação não linear entre ineficiência e tamanho do estabelecimento, com a ineficiência primeiramente crescendo e depois caindo com o tamanho. Com relação à condição do produtor em relação à terra, apontou-se que arrendatários seriam mais eficientes do que proprietários no Centro-Oeste, enquanto ocupantes o seriam menos. O efeito parcial das diferenças na condição do produtor, porém, mostrou-se pequeno em relação aos demais determinantes da eficiência. Outro resultado importante obtido pelos autores é que os produtores que se especializam na criação de gado seriam mais ineficientes do que todos os demais – aumentar em um ponto percentual o valor de produção advindo das demais atividades (culturas temporárias, horticultura, culturas permanentes, suínos e aves), segundo os resultados, levaria a um aumento maior do que 1% na eficiência técnica do estabelecimento.

Outra aplicação da metodologia DEA para o caso brasileiro foi feita por Nogueira (2005). A autora utilizou dados do Censo Agropecuário 1996 para avaliar a eficiência técnica das microrregiões brasileiras. Como variável de produto, utilizou-se a soma do valor de produção vegetal e animal de cada microrregião. Já como insumos, foram considerados a área explorada pelos estabelecimentos rurais, a quantidade de mão de obra (em equivalentes-homem) e os gastos com diversas categorias de insumos (agrícolas, pecuários, com máquinas, energia elétrica e outros). A autora verificou que, entre as 544 microrregiões analisadas, a maioria foi considerada não-eficiente sob retornos constantes de escala, sendo as regiões Norte e Centro-Oeste aquelas com o maior percentual de microrregiões eficientes.

Obtidos os escores de eficiência, Nogueira (2005) procedeu à estimação *tobit* de seus possíveis determinantes. Dentre as variáveis consideradas, a autora aponta que as seguintes apresentaram relação positiva com o índice de eficiência: percentual dos estabelecimentos com acesso a assistência técnica, percentual dos estabelecimentos com energia elétrica, percentual dos estabelecimentos que utilizam adubos e corretivos, valor dos investimentos. Por outro lado, as variáveis relacionadas ao controle de pragas e doenças, financiamentos e alfabetização no meio rural tiveram relação negativa com o índice de eficiência encontrado pela autora.

Um aspecto bastante importante a ser destacado da revisão da literatura realizada no presente Capítulo é que diferentes autores, com diferentes objetos de estudo e bases de dados,

abordaram o problema de mensurar o desempenho dos produtores agropecuários de maneiras bastante distintas. A especificação adotada na presente dissertação, que será apresentada no Capítulo 5, fundamentou-se na literatura referente à eficiência técnica da agropecuária, mas foi também limitada pela base de dados, que será apresentada no Capítulo 4, a seguir. O Capítulo 6, que compreende as considerações finais da presente dissertação, procurará avaliar em que medida a abordagem metodológica adotada mostrou-se capaz de responder aos problemas de pesquisa de interesse, apontados na Introdução. Indicando as limitações encontradas no estudo, o Capítulo 6 também indicará, com base na literatura revista no presente Capítulo, possíveis alternativas metodológicas para a análise empírica aqui realizada.

4 BASE DE DADOS

A base de dados e a construção das variáveis que serão empregadas na análise empírica da presente dissertação, utilizando-se a metodologia apresentada no Capítulo 2, constituem o objeto de atenção do presente Capítulo. Primeiramente, volta-se à construção das variáveis das estimações tanto da fronteira estocástica de produção quanto de seu modelo de efeitos de ineficiência. Ao longo da descrição das variáveis empregadas, procura-se indicar como a literatura trata-as e prevê seu comportamento em análises empíricas. A seção final indica estatísticas descritivas das variáveis anteriormente descritas no Capítulo.

4.1 Construção das variáveis

Os dados utilizados na presente dissertação foram obtidos por meio de solicitação do Núcleo de Estudos Agrários e Desenvolvimento Rural (NEAD) junto ao IBGE, que tabulou os dados do Censo Agropecuário 2006 em nível de municípios, discriminando os estabelecimentos familiares do total municipal. Por motivos de sigilo, os dados referentes a perguntas do questionário que foram respondidas por menos do que 3 estabelecimentos não foram divulgados. Assim, não se puderam considerar todos os municípios investigados pelo Censo Agropecuário de 2006 na dissertação.

Na presente Seção, será descrita como foi realizada a construção das variáveis utilizadas nas estimações das fronteiras de produção e dos modelos de efeitos de ineficiência. As estimações consideraram a existência de dois estabelecimentos representativos por município brasileiro: um familiar e um patronal.

4.1.1 Fronteira estocástica de produção

Utilizaram-se como variável de produto o valor total da produção dos estabelecimentos em 2006, bem como, alternativamente, a soma desse valor com os salários obtidos fora do estabelecimento rural pelos produtores. O valor total da produção inclui o correspondente à

produção animal (grande porte, médio porte, aves, pequenos animais), vegetal (lavouras permanentes e temporárias, horticultura, floricultura, silvicultura, extração vegetal) e valor agregado da agroindústria.²³ A adição dos salários obtidos fora do estabelecimento rural ao valor total da produção tem como objetivo lidar com o ponto indicado na Introdução, segundo o qual a renda obtida em atividades fora do estabelecimento deveria ser considerada como produto, sob a justificativa primordial de que tais atividades utilizam insumos comuns à produção rural e afetam o desempenho econômico dos produtores familiares (PAUL *et al*, 2004). Aponte-se, porém, que esse procedimento implica na imposição da hipótese de que ambas as categorias de atividades (dentro ou fora do estabelecimento) são consideradas igualmente importantes pelos produtores (SOLÍS, 2005).

Como insumos para a produção, foram consideradas quatro categorias usuais na literatura referente à eficiência técnica da agropecuária: pessoal ocupado, capital, outros insumos e terra. Para a construção da variável de pessoal ocupado, considerou-se a já citada diretriz do Proger Rural, de modo que ela foi medida em unidades de trabalho integral ocupado pelo estabelecimento. Como capital, considerou-se o valor dos veículos, tratores, máquinas e implementos declarados como bens pelos produtores. Na categoria de outros insumos, foram consideradas as despesas dos estabelecimentos com adubos, corretivos do solo, sementes e mudas, agrotóxicos, medicamentos para animais, sal e rações, e combustíveis. Como insumo terra, considerou-se a área total dos estabelecimentos, o que inclui a área destinada a lavouras e pastagens, mas também a ocupada por matas e florestas, corpos de água destinados à aquicultura, construções, bem como terras degradadas ou inaproveitáveis para agropecuária.

Aponte-se que a inclusão de matas e florestas, bem como de áreas impróprias para agricultura, entre os insumos utilizados pelos produtores não é trivial. Possivelmente, tal inclusão afeta a resposta à principal questão de estudo da presente dissertação, qual seja, a diferença entre as eficiências técnicas dos estabelecimentos rurais familiares relativamente aos patronais. A razão disso é que, em média, essas áreas correspondem a um percentual maior da área total nos estabelecimentos patronais: 31%, contra 26% no caso dos familiares. Essa diferença, significativa a 1%, sugere que a inclusão dessas áreas possivelmente reduz a medida de

²³ Cogitou-se a possibilidade de se excluírem alguns desses componentes da variável de produção (em especial, o valor agregado da agroindústria), por possivelmente apresentarem processos de produção distintos dos demais, mas isso não foi possível por dois motivos. Primeiramente, para muitas observações o valor correspondente encontrava-se censurado. Em segundo lugar, isso criaria uma incompatibilidade com os insumos utilizados, uma vez que o Censo Agropecuário não especifica a que atividade dentro dos estabelecimentos rurais eles destinaram-se.

eficiência dos produtores patronais, uma vez que – comparativamente ao caso em que tais áreas fossem excluídas – aumentam-se as quantidades de insumos por eles empregados, sem proporcional contrapartida de seu valor de produção.²⁴ No entanto, seria de interesse que, em estudos futuros, cheque-se tal hipótese por meio da exclusão, na análise empírica, dos hectares correspondentes a matas e florestas ou terrenos impróprios da área total considerada na variável correspondente ao insumo relativo à terra.

4.1.2 Modelo de efeitos de ineficiência

A especificação do modelo de efeitos de ineficiência inclui variáveis baseadas na literatura referente à eficiência técnica da agropecuária. Gorton e Davidova (2004) sugerem que as variáveis que podem influenciar a eficiência técnica nesse contexto sejam divididas em dois grandes grupos: capital humano e fatores estruturais. O capital humano incluiria variáveis tais como educação formal e informal, experiência, treinamento e idade do produtor. Por sua vez, os fatores estruturais abrangeriam, entre outros, acesso a crédito, situação quanto à propriedade da terra e variáveis ambientais. A especificação aqui utilizada procurou abranger aspectos referentes aos dois grupos, com base nos objetivos do estudo e na disponibilidade de dados.

A primeira variável avaliada, de interesse central para a presente dissertação, tratou-se da *dummy* indicativa de caráter familiar do estabelecimento. Avaliou-se, assim, a hipótese de que, condicionalmente às demais variáveis inseridas no modelo, a categoria (familiar ou patronal) em que se enquadra o de estabelecimento implique, em média, em diferentes níveis de eficiência técnica.

Incorporaram-se, também, variáveis que têm como objetivo indicar os efeitos das diferenças na composição da produção sobre a eficiência técnica dos estabelecimentos agropecuários (HELFAND, 2003). Foram inseridas como controles as proporções da área total²⁵ dos

²⁴ Ainda que impreciso, um indicador disso quanto às matas e às florestas é o fato de que, segundo o Censo Agropecuário 2006, 27% da área total dos estabelecimentos agropecuários eram por elas ocupados, mas apenas 5% de seu valor de produção correspondiam às atividades de silvicultura e extração vegetal.

²⁵ Na presente dissertação, o controle dos efeitos decorrentes das diferenças na composição da produção foi feito por meio das proporções de área por essas se tratarem, supostamente, de uma característica estrutural dos estabelecimentos. No entanto, indique-se que também seria possível que tal controle fosse realizado por meio das

estabelecimentos familiares ou patronais no município que eram destinadas à pecuária, às lavouras temporárias ou às lavouras permanentes – portanto, a categoria de área que foi excluída da especificação corresponde àquela ocupada por matas e florestas, corpos de água destinados à aquicultura, construções, bem como terras degradadas ou inaproveitáveis para agropecuária.

A fim de analisar o efeito do capital humano sobre a eficiência técnica da agropecuária, seguindo-se a recomendação de Gorton e Davidova (2004), incluiu-se, primeiramente, uma variável referente à educação formal. Trata-se da média de anos de estudo de pessoas com mais do que 25 anos em cada município, tal como medido pelo Censo Populacional de 2000. Portanto, por razão de disponibilidade de dados, não se está diferenciando a educação formal dos trabalhadores empregados por estabelecimentos familiares e patronais em um mesmo município.

A educação é geralmente postulada como tendo impacto positivo sobre a eficiência técnica dos produtores. De acordo com Abdulai e Eberlin (2001), essa visão acerca do papel da educação sobre a produção advém do fato de que a realocação dos recursos em resposta a variações nas condições econômicas requer: percepção de que a variação ocorreu; obtenção e análise de informações; elaboração de conclusões válidas a partir das informações; ação rápida e decisiva. Além do próprio trabalho de Abdulai e Eberlin (2001), alguns exemplos de análises empíricas em que a educação apresentou impacto positivo sobre a eficiência técnica de estabelecimentos agropecuários são Battese e Coelli (1995), Battese e Broca (1997) e Solís *et al* (2009).

Outros estudos, porém, encontraram relação oposta entre educação formal e eficiência técnica de produtores rurais. É o caso de Sherlund *et al* (2002), que, estudando a eficiência técnica de pequenos produtores de arroz da Costa do Marfim, constataram maior eficiência técnica entre os produtores com educação formal menos extensa. Uma possível justificativa para esse resultado, segundo os autores, seria que a produção rural constituiria uma ocupação secundária para aqueles com educação formal no contexto por eles analisado, de modo que seus estabelecimentos receberiam menor atenção e, assim, exibiriam maior ineficiência técnica. Como já visto na revisão da literatura, no Capítulo 3, Iglori (2005) também

proporções do valor de produção que eram devidas a essas mesmas atividades. Análises preliminares indicaram que os resultados não se alterariam expressivamente com a utilização desse controle alternativo.

encontrou impacto negativo da educação formal sobre a eficiência técnica, enquanto Magalhães *et al* (2011) constataram-no como não significativo.

A especificação do modelo de efeitos de ineficiência empregada na presente dissertação incluiu também um índice relativo às habilidades de gerenciamento dos produtores como variável de capital humano. Utilizaram-se, para tanto, os grupos de anos de direção dos trabalhos nos estabelecimentos, indicados pelos produtores no Censo Agropecuário 2006. A construção do índice seguiu este critério: a “menos de 1 ano” na direção dos trabalhos, atribuiu-se valor do índice igual a 1; a “de 1 a menos de 5 anos”, atribuiu-se valor igual a 2; a “de 5 a menos de 10 anos”, atribuiu-se valor igual a 3; e, por fim, a “de 10 anos e mais”, atribuiu-se valor igual a 4. Observe-se que a variável empregada é indicadora tanto da experiência quanto da idade dos produtores.

Novamente, há na literatura argumentações e evidências empíricas opostas quanto ao efeito de variáveis relacionadas a experiência e idade sobre a eficiência técnica dos produtores agropecuários. Por um lado, tem-se a hipótese clássica de Schultz (1964), segundo a qual os produtores agrícolas identificariam suas cestas ótimas de insumos e produtos, considerando-se um período de tempo suficientemente longo para que aprendam seus processos produtivos – ou seja, a experiência, segundo Schultz, afetaria de positivamente a eficiência técnica dos estabelecimentos rurais. Por outro lado, diversos autores, como Abdulai e Eberlin (2001), indicam que é esperável que produtores mais idosos sejam menos adaptáveis a variações de cenário e tenham uma menor força física, a qual constitui um atributo qualitativo importante do trabalho empregado na produção agropecuária – assim, a idade influenciaria de maneira negativa a eficiência técnica.

Assim, como seria esperado, aplicações empíricas obtiveram diferentes resultados quanto à influência dessas variáveis sobre a eficiência técnica. Olson e Vu (2007) constataram que produtores com menos anos de direção de seus estabelecimentos seriam mais eficientes, resultado oposto ao de Wilson *et al* (2001). Com relação à idade dos produtores, Battese e Broca (1997) encontraram uma relação inversa dessa variável e a eficiência técnica, enquanto Hadley (2006) constatou uma relação direta. Liu e Zhuang (2000), assim como Abdulai e Eberlin (2001), além da idade do produtor, inseriram no modelo de efeitos de ineficiência o quadrado dessa variável, a fim de controlar efeitos de ciclo de vida não lineares. Ambos os trabalhos constataram que a eficiência técnica dos estabelecimentos rurais aumentaria com a

idade do produtor até que ele atinja 40 anos, decrescendo a partir de então.²⁶ Além disso, diversos outros trabalhos que inseriram a idade do produtor como variável explicativa do modelo de efeitos de ineficiência constataram-na como não significativa (e.g., SHERLUND *et al*, 2002; THIAM, 2003; PAUL *et al*, 2004; SOLÍS *et al*, 2009).

Na presente dissertação, entre os fatores estruturais (GORTON; DAVIDOVA, 2004), procuraram-se avaliar os efeitos que acesso a crédito, situação do produtor em relação à terra e condições ambientais teriam sobre a eficiência técnica dos estabelecimentos agropecuários.

Como variável referente a crédito, o modelo de efeitos de ineficiência empregou a proporção de estabelecimentos, em cada município e em cada categoria (familiar ou patronal), que obteve financiamentos em 2006, por meio de agentes diversos (bancos, cooperativas de créditos, fornecedores, empresa integradora, outras instituições financeiras, ONGs, parentes, entre outros).²⁷

A literatura, em geral, postula que o acesso a crédito teria influência positiva sobre a eficiência técnica da agropecuária. Segundo Helfand (2003), restrições no mercado de crédito podem levar os estabelecimentos a escolherem combinações de insumos e produtos que não pareçam ótimas em relação aos estabelecimentos sem restrições. Assim, a restrição ao crédito diminuiria a eficiência dos produtores ao limitar a adoção de inovações, tais como a utilização de variedades de culturas mais produtivas e de melhores insumos, bem como a aquisição de informações necessárias para um melhor desempenho. Como indicam Liu e Zhuang (2000), em particular os pequenos produtores de países em desenvolvimento parecem não adotar inovações aparentemente justificáveis do ponto de vista econômico devido à sua aversão a risco – nessas circunstâncias, o acesso a crédito, ao mitigar riscos, encorajaria a inovação e, assim, promoveria o aumento da eficiência técnica. No entanto, tem-se que o crédito pode não ter efeito sobre eficiência se ele simplesmente substituir outras fontes de financiamento, como, por exemplo, a poupança dos produtores (ABDULAI; EBERLIN, 2001), ou se for destinado ao consumo, induzindo a realocação do trabalho em detrimento de atividades produtivas do estabelecimento agrícola (CHAVAS, *et al*, 2005).

²⁶ De acordo com Liu e Zhuang (2000), uma possível razão para isso seria que a variável de idade captaria tanto o efeito da força física quanto da experiência dos produtores – eles adquiririam habilidades ao envelhecerem, mas o efeito *learning-by-doing* seria atenuado ao atingirem a meia-idade, uma vez que a força física começaria a decrescer.

²⁷ Na presente dissertação, o acesso a crédito é considerado exógeno, seguindo a prática comumente adotada na literatura de economia agrícola (e.g. Solís *et al*, 2009).

Aplicações empíricas têm encontrado resultados díspares quanto ao efeito do acesso ao crédito sobre a eficiência técnica dos produtores agropecuários. Na literatura referente ao caso brasileiro, como visto anteriormente no Capítulo 3, Helfand e Levine (2004) encontraram um efeito positivo do crédito sobre a eficiência, enquanto Nogueira (2005) constatou efeito negativo e Magalhães *et al* (2011) não chegaram a resultados conclusivos. Como exemplos de aplicações em outras regiões do mundo, tem-se que Liu e Zhuang (2000) e Abdulai e Eberlin (2001) verificaram efeito positivo do acesso ao crédito sobre a eficiência, e, por outro lado, Battese e Broca (1997) e Solís *et al* (2009) obtiveram parâmetros não significantes para a variável respectiva a esse aspecto em seus trabalhos.

Em relação à situação do produtor em relação à terra, a especificação do modelo de efeitos de ineficiência empregada nessa dissertação incluiu a proporção de estabelecimentos, em cada município e em cada categoria (familiar ou patronal), que eram de propriedade do produtor, em oposição a ele ser arrendatário, parceiro ou ocupante das terras dirigidas. Como aponta Iglioni (2005), a importância de tal controle decorre do fato de que proprietários, arrendatários, parceiros e ocupantes têm diferentes direitos de propriedade e pagam diferentes preços pela utilização da terra, o que pode impactar a eficiência técnica de seus estabelecimentos.

Quanto a essa questão, por um lado, há na literatura a ideia de que a propriedade da terra reduziria os riscos relacionados à produção e, conseqüentemente, aumentaria os retornos esperados e incentivaria os produtores a investir em técnicas que permitam maior produtividade (GEBREMEDHIN; SWINTON, 2003). Por outro, aponta-se que produtores que não sejam proprietários têm maior necessidade de receitas para cobrir os pagamentos das terras em que produzem, o que poderia exercer um incentivo para maior eficiência de seus estabelecimentos (SOLÍS *et al*, 2009).

Como seria esperado, então, as aplicações empíricas têm alcançado conclusões díspares quanto ao efeito da condição em relação à terra sobre a eficiência técnica dos estabelecimentos agropecuários. No caso brasileiro, enquanto Helfand e Levine (2004) constataram que proprietários eram menos eficientes na região Centro-Oeste, Iglioni (2005) não obteve resultados conclusivos analisando a região da Amazônia. Como outros exemplos na literatura, tem-se que Hadley (2006) constatou que proprietários seriam mais eficientes do

que os demais produtores, *ceteris paribus*, enquanto Solís *et al* (2009) encontraram resultado oposto em sua aplicação empírica e Battese e Broca (1997) obtiveram parâmetro não significantes respectivamente a esse ponto.

A especificação do modelo de efeitos de ineficiência utilizada na presente dissertação procurou controlar adicionalmente por alguns fatores ambientais que possivelmente afetam a eficiência técnica da produção agropecuária (SHERLUND *et al*, 2002). Todas as variáveis ambientais empregadas são municipais. Incluíram-se, além da altitude do município (advinda do cadastro do IBGE de cidades e vilas de 1998), controles referentes à precipitação pluviométrica e à temperatura: tratam-se de estimativas das médias anuais nos 30 anos que se estendem de 1961 a 1990 realizadas pelo Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas (IPEA) a partir da base de dados climáticos CRU CL 2.0 10' do *Climate Research Unit* da *University of East Anglia* (CRU-UEA).

4.2 Estatísticas descritivas

Estatísticas descritivas dos dados empregados na dissertação, separadas por região e de acordo com as categorias de estabelecimentos, são apresentadas nas Tabelas 3 a 14, a seguir.

4.2.1 Brasil

As duas primeiras Tabelas apresentam as estatísticas descritivas para os estabelecimentos representativos considerados na presente dissertação, para o Brasil como um todo. Comparando-se, primeiramente, as estatísticas descritivas relativas à especificação da fronteira de produção, percebe-se que os estabelecimentos patronais representativos apresentavam, em média, valores mais elevados tanto para as variáveis de produção (valor da produção e salários obtidos fora do estabelecimento), quanto para as referentes a insumos (pessoal ocupado, capital, outros insumos e área). Cabe notar que, considerando-se a medida de produtividade parcial dada pela produção por área, debatida na Introdução, os estabelecimentos familiares apresentavam, em média, maior valor: R\$ 886,33 eram produzidos por hectare, contra R\$ 549,58 por hectare nos estabelecimentos patronais. Ainda em relação às variáveis da fronteira de produção, observa-se, na Tabela 4, que havia grande

dispersão em relação à média no caso dos estabelecimentos representativos patronais, o que pode ser visto tanto pelo alto valor do desvio-padrão, quanto pelos valores mínimos e máximos das variáveis.

Quanto às variáveis do modelo de efeitos de ineficiência, as Tabelas 3 e 4 indicam que os estabelecimentos representativos familiares tinham, em média, uma maior parcela de sua área destinada às culturas agrícolas – como a parcela destinada à pecuária não é significativamente diferente entre as duas categorias de estabelecimentos, decorre que os de tipo patronal, em média, tinham maior proporção de área em matas e florestas ou imprópria para atividades agrícolas. Com relação à variável referente à experiência dos produtores agropecuários, tem-se que os produtores familiares representativos apresentavam, em 2006, uma média maior de anos na direção das atividades de seus estabelecimentos. No entanto, uma menor proporção de produtores familiares, por município, foram indicados como proprietários de suas terras, em comparação com os produtores patronais.

4.2.2 Regiões

As Tabelas 5 e 6 apresentam as estatísticas descritivas referentes aos estabelecimentos da região Norte.²⁸ Comparando-as, aponta-se que os estabelecimentos representativos familiares apresentavam, em média, uma menor parcela de suas áreas destinada às atividades pecuárias. Destaca-se também o fato de que o acesso ao crédito era, em média, mais amplo entre os produtores familiares, em 2006. Com relação à medida de produção por área, a região Norte apresentava menor produtividade parcial, tanto em seus estabelecimentos representativos familiares (R\$ 392,70 por hectare), quanto nos patronais (R\$ 147,98 por hectare). Como poderá ser notado com a análise das estatísticas descritivas das demais regiões, couberam à região Norte os menores valores médios de produção por área, em ambas as categorias de estabelecimentos.

Comparando-se as Tabelas 3 e 5, observa-se que, em média e em relação aos respectivos números nacionais, os estabelecimentos familiares representativos da região Norte

²⁸ Cabe apontar que a classificação regional adotada na presente dissertação é diferente da usual divisão por grandes regiões brasileiras. Detalhes dessa classificação, bem como sua justificativa, podem ser encontrados na Seção 2.5.

apresentavam menor valor de produção e menor nível de emprego de insumos, com exceção do pessoal ocupado: a média de unidades de trabalho integral ocupadas pelos estabelecimentos familiares da região Norte era maior do que a nacional, em 2006. Quanto à especificação do modelo de efeitos de ineficiência, destaca-se que as médias dos estabelecimentos familiares representativos dessa região eram menores do que as nacionais, nessa mesma categoria de estabelecimentos, para as variáveis referentes à experiência, aos financiamentos e, destacadamente, à propriedade dos produtores em relação às suas terras. Destaca-se ainda que a média de anos de estudo dos municípios da região Norte é menor do que a nacional na base de dados empregada na presente dissertação.

O confronto das Tabelas 4 e 6 indica que, embora, em média, os estabelecimentos patronais representativos da região Norte tivessem menor produção e utilização dos demais insumos, sua área era bastante (quase 100%) maior do que a do estabelecimento médio patronal nacional. Nota-se ainda que o percentual médio de estabelecimentos patronais, por município, que obtiveram financiamentos mostrou-se menor na região Norte do que no Brasil como um todo.

As estatísticas descritivas referentes aos estabelecimentos da região Nordeste estão nas Tabelas 7 e 8. Entre as variáveis do modelo de efeitos de ineficiência, destaca-se a referente a crédito – tal como na região Norte, em média, uma maior proporção dos estabelecimentos familiares por município obtiveram financiamentos, em comparação com os patronais. Também na região Nordeste a produtividade parcial mostrou-se menor do que a nacional: os estabelecimentos familiares representativos produziam, em média, R\$ 634,74 por hectare, enquanto os patronais geravam um valor de produção médio de R\$ 365,68 por hectare.

A comparação das Tabelas 3 e 7 indica que os estabelecimentos representativos familiares da região Nordeste, em média, tinham menor produção e empregavam níveis de todos os insumos que não eram maiores do que a média nacional para essa categoria de estabelecimento. Entre as variáveis presentes no modelo de efeitos de ineficiência, tem-se que a média daquela referente à experiência dos produtores era maior do que a nacional. Por outro lado, as variáveis relativas à educação, aos financiamentos e à propriedade da terra dos estabelecimentos representativos familiares da região Nordeste eram, em média, menores do que em nível nacional.

As Tabelas 4 e 8 indicam que também os estabelecimentos representativos patronais apresentavam, em média, menores valores de produção e de insumos do que a média da categoria para o Brasil como um todo. Destaca-se que também a obtenção de financiamentos e a condição de proprietários das terras em que produzia era menos frequente, em média, nessa região do que nacionalmente, dentro da categoria de estabelecimentos patronais.

Por sua vez, as Tabelas 9 e 10 mostram as estatísticas descritivas dos estabelecimentos representativos da região Sudeste do país. Quanto a essa região, cabe destacar, entre as variáveis do modelo de efeitos de ineficiência inseridas na presente especificação, que a parcela de área destinada à pecuária mostrou-se, em média, maior entre os estabelecimentos representativos familiares do que entre os patronais. É também interessante indicar que as medidas de produtividade parcial seguem na região Sudeste padrão distinto do restante do país. Nessa região, os estabelecimentos representativos patronais apresentam, em média, uma relação mais elevada de valor de produção por área – R\$ 1.412,46 por hectare, contra R\$ 930,41 por hectare no caso familiar. Ambos os valores são maiores do que as respectivas médias nacionais.

Confrontando-se as Tabelas 3 e 9, constata-se que, para obterem, em média, um valor de produção não diferente e salários fora do estabelecimento maiores do que a média nacional, os estabelecimentos representativos familiares da região Sudeste empregaram níveis menores de pessoal ocupado e área, mas maiores de capital e de outros insumos. Com relação às variáveis do modelo de efeitos de ineficiência, destaca-se o fato de que, em média, os estabelecimentos representativos familiares dessa região destinavam parcelas maiores de suas áreas tanto às atividades pecuárias quanto às culturas agrícolas permanentes. Aponte-se, também, que, comparativamente ao país como um todo, uma parcela maior dos produtores familiares declarou-se proprietária das terras em que produzia na região Sudeste. Quanto à variável relativa à educação, os municípios dessa região apresentaram, em média e relativamente ao nível nacional, valores mais elevados de anos de estudo de suas populações.

Corroborando o resultado obtido para a medida de produtividade parcial dos estabelecimentos representativos patronais na região Sudeste, a comparação das Tabelas 4 e 10 indica que tais estabelecimentos, para obterem, em média, valores mais elevados de produção, utilizavam uma área menor do que a média patronal nacional. No entanto, os níveis dos demais insumos empregados não eram, em média, menores. Quanto às variáveis inclusas na especificação do

modelo de efeitos de ineficiência, aponte-se que os estabelecimentos representativos patronais apresentavam, em média e comparativamente a essa mesma categoria no Brasil como um todo, maior parcela de sua área destinada à pecuária, menos frequente acesso a financiamentos e maior proporção de proprietários entre seus produtores.

As estatísticas descritivas dos estabelecimentos representativos da região Sul são apresentadas nas Tabelas 11 e 12. Comparando-as, destaca-se nessa região, entre as estatísticas das variáveis do modelo de efeitos de ineficiência, o fato de que, em média, os estabelecimentos representativos patronais obtiveram financiamentos com maior frequência, enquanto proprietários compunham maior parcela no caso familiar – trata-se de um quadro oposto ao que foi apontado para as regiões brasileiras anteriormente analisadas. Quanto à produtividade parcial dada pelo valor de produção por área, observa-se, na região Sul, uma maior medida entre os estabelecimentos representativos familiares: R\$ 1.166,81 eram produzidos por hectare, contra R\$ 1.013,34 no caso patronal.

A comparação das Tabelas 3 e 11 indica que, em relação aos estabelecimentos familiares no Brasil como um todo, os estabelecimentos dessa categoria na região Sul obtinham, em média, valor mais elevado de produção empregando um maior valor de capital e de outros insumos, menos unidades de trabalho e área de extensão não maior. As estatísticas descritivas das variáveis do modelo de efeitos de ineficiência também merecem destaque. Tem-se que, no caso dos estabelecimentos representativos familiares da região Sul, em média e relativamente a essa mesma categoria no Brasil como um todo, uma maior parcela de sua área era dedicada às culturas agrícolas temporárias, em detrimento da pecuária e das culturas permanentes. Ademais, em relação à média familiar nacional, os estabelecimentos representativos familiares dessa região apresentavam, em média, produtores com maior experiência, mais assíduo acesso a financiamentos e, destacadamente, maior frequência da condição de proprietário. Com relação à educação, tem-se que os municípios da região Sul apresentaram a maior média de anos de estudo entre todas as regiões brasileiras.

Comparando-se, por outro lado, as Tabelas 4 e 12, observa-se que, relativamente à média nacional para esta categoria, os estabelecimentos representativos patronais da região Sul obtinham, em média, valor de produção não menor e salários fora do estabelecimento maiores, utilizando menores níveis dos insumos, com exceção do capital. Em contraste com os estabelecimentos familiares dessa mesma região, observa-se, por meio das estatísticas

descritivas das variáveis do modelo de efeitos de ineficiência, que os estabelecimentos representativos patronais destinavam uma parcela bastante maior de sua área às culturas temporárias, comparativamente à média patronal nacional. Tem-se também que o acesso a financiamentos e a condição de produtor, para essa categoria de estabelecimento, eram mais frequentes na região Sul do que no país como um todo.

Por fim, as Tabelas 13 e 14 apresentam as estatísticas descritivas dos dados referentes aos estabelecimentos representativos da região Centro-Oeste. O confronto de ambas indica que, como na região Sudeste, os estabelecimentos representativos familiares possuíam, em média, parcela maior de sua área destinada à pecuária do que os patronais. Além disso, como indicado para a região Sul, também nessa região a categoria de estabelecimentos familiares era a que continha uma maior proporção de produtores que se declararam proprietários das terras exploradas. Quanto às medidas de produtividade parcial, tem-se que as duas categorias de estabelecimentos apresentaram valores bastante distantes na região Centro-Oeste: se, por um lado, os estabelecimentos familiares produziram R\$ 1.455,10 por hectare, por outro, os estabelecimentos patronais produziram o bastante menor valor de R\$ 325,82 por hectare.

A comparação das Tabelas 3 e 13 indica que os estabelecimentos representativos familiares do Centro-Oeste produziam um maior valor, utilizando níveis não menores de todos os insumos, em média e relativamente à respectiva categoria no país como um todo. A partir das estatísticas referentes às variáveis do modelo de efeitos de ineficiência, indique-se que, em média, uma maior parcela da área era dedicada à pecuária nos estabelecimentos representativos familiares dessa região. Note-se que a experiência dos produtores familiares na região Centro-Oeste mostrou-se, em média, menor do que em todas as demais regiões brasileiras – trata-se de uma constatação esperada, uma vez que, como indicado no Capítulo 1, a exploração agropecuária na região é relativamente recente. Destaca-se, também, que a incidência de proprietários familiares era maior nessa região do que nacionalmente. Com relação à variável referente à educação, tem-se que a média de anos de estudo dos municípios dessa região mostrou-se consideravelmente superior à média nacional na base de dados empregada.

O confronto das Tabelas 4 e 14 indica que os estabelecimentos representativos patronais do Centro-Oeste produziam, em média e comparativamente a essa categoria de estabelecimentos em nível nacional, maiores valores empregando níveis mais elevados de todos os insumos –

com destaque para a média de área desses estabelecimentos, a maior entre todas as regiões do país. Com relação às variáveis do modelo de efeitos de ineficiência, as mesmas considerações feitas aos estabelecimentos representativos familiares do Centro-Oeste podem ser aplicadas aos patronais: em média e relativamente ao país como um todo, uma maior parcela de área era dedicada à pecuária, produtores apresentavam menores níveis de experiência na direção das atividades e havia maior incidência de proprietários das terras nessa região.

Tabela 3 – Estatísticas descritivas, estabelecimentos familiares, Brasil

		Familiar			
		Média	DP	Mínimo	Máximo
Fronteira de produção	Valor de Produção (R\$ mil)	20,20	74,77	0,62	4.909,29
	Salários fora do estabelecimento (R\$ mil)	0,69	1,24	0,00	21,82
	Pessoal Ocupado (un. de trabalho integral)	2,99	0,85	1,09	23,10
	Capital (R\$ mil)	16,67	19,24	0,13	507,70
	Outros Insumos (R\$ mil)	4,33	12,79	0,01	591,40
	Área (hectares)	22,79	18,49	0,85	222,83
Modelo de efeitos de ineficiência	Área Pecuária (proporção)	0,45	0,23	0,00	0,97
	Área Temporárias (proporção)	0,21	0,19	0,00	0,97
	Área Permanente (proporção)	0,08	0,12	0,00	0,92
	Educação (média de anos de estudo)	4,01	1,26	0,81	9,26
	Experiência (grupos de anos de direção)	3,39	0,25	1,66	4,00
	Financiamento (proporção)	0,20	0,15	0,00	0,87
	Proprietários (proporção)	0,79	0,18	0,00	1,00
	Altitude (metros)	419,27	289,23	0,00	1.505,00
	Chuva - média (mm/mês)	114,77	35,84	28,87	254,24
	Temperatura - média (°C)	22,79	3,03	14,38	28,04
Observações		5.215			

Tabela 4 – Estatísticas descritivas, estabelecimentos patronais, Brasil

		Patronal			
		Média	DP	Mínimo	Máximo
Fronteira de produção	Valor de Produção (R\$ mil)	157,23	403,15	1,09	13.333,68
	Salários fora do estabelecimento (R\$ mil)	4,71	6,86	0,00	199,72
	Pessoal Ocupado (un. de trabalho integral)	6,18	10,03	1,33	490,25
	Capital (R\$ mil)	114,59	326,36	0,17	9.948,33
	Outros Insumos (R\$ mil)	64,44	442,07	0,04	18.432,71
	Área (hectares)	286,10	441,27	2,67	8.617,09
Modelo de efeitos de ineficiência	Área Pecuária (proporção)	0,44	0,24	0,00	1,00
	Área Temporárias (proporção)	0,19	0,21	0,00	0,99
	Área Permanente (proporção)	0,06	0,11	0,00	0,85
	Educação (média de anos de estudo)	4,02	1,26	1,04	9,26
	Experiência (grupos de anos de direção)	3,28	0,26	1,52	4,00
	Financiamento (proporção)	0,20	0,15	0,00	1,00
	Proprietários (proporção)	0,86	0,14	0,00	1,00
	Altitude (metros)	420,17	288,93	0,00	1.505,00
	Chuva - média (mm/mês)	114,73	35,73	28,87	254,24
	Temperatura - média (°C)	22,78	3,02	14,38	28,04
Observações		5.198			

Tabela 5 – Estatísticas descritivas, estabelecimentos familiares, região Norte

		Familiar			
		Média	DP	Mínimo	Máximo
Fronteira de produção	Valor de Produção (R\$ mil)	9,51	11,23	0,62	105,40
	Salários fora do estabelecimento (R\$ mil)	0,34	0,56	0,00	5,54
	Pessoal Ocupado (un. de trabalho integral)	3,17	1,03	1,58	15,09
	Capital (R\$ mil)	11,09	14,70	0,32	133,77
	Outros Insumos (R\$ mil)	1,59	4,29	0,01	98,09
	Área (hectares)	24,23	20,78	0,95	184,12
Modelo de efeitos de ineficiência	%Área Pecuária	0,45	0,23	0,00	0,93
	%Área Temporárias	0,12	0,16	0,00	0,97
	%Área Permanente	0,06	0,10	0,00	0,80
	Educação (média de anos de estudo)	3,35	1,22	1,28	8,13
	Experiência (grupos de anos de direção)	3,25	0,24	1,85	3,86
	% Financiamento	0,16	0,12	0,00	0,87
	% Proprietários	0,42	0,15	0,00	0,86
	Altitude (metros)	220,43	228,67	0,00	1.200,00
	Chuva - média (mm/mês)	117,20	43,80	28,87	248,09
	Temperatura - média (°C)	25,32	2,32	15,56	28,00
Observações		562			

Observação: como pertencentes à região Norte, foram considerados os municípios da Amazônia Legal, com exceção daqueles pertencentes ao Mato Grosso.

Tabela 6 – Estatísticas descritivas, estabelecimentos patronais, região Norte

		Patronal			
		Média	DP	Mínimo	Máximo
Fronteira de produção	Valor de Produção (R\$ mil)	83,59	226,66	2,42	4.324,68
	Salários fora do estabelecimento (R\$ mil)	2,92	3,77	0,00	33,56
	Pessoal Ocupado (un. de trabalho integral)	5,46	3,28	2,00	38,83
	Capital (R\$ mil)	133,86	433,64	0,50	6.898,10
	Outros Insumos (R\$ mil)	29,23	196,51	0,05	4.198,25
	Área (hectares)	564,91	489,48	12,43	4.309,45
Modelo de efeitos de ineficiência	Área Pecuária (proporção)	0,49	0,23	0,00	1,00
	Área Temporárias (proporção)	0,08	0,15	0,00	0,99
	Área Permanente (proporção)	0,04	0,09	0,00	0,67
	Educação (média de anos de estudo)	3,31	0,98	1,04	7,72
	Experiência (grupos de anos de direção)	3,05	0,30	1,52	4,00
	Financiamento (proporção)	0,12	0,08	0,00	0,50
	Proprietários (proporção)	0,85	0,17	0,02	1,00
	Altitude (metros)	132,69	123,95	0,00	693,00
	Chuva - média (mm/mês)	159,16	34,29	89,62	254,24
	Temperatura - média (°C)	26,43	0,56	24,81	27,55
Observações		553			

Observação: como pertencentes à região Norte, foram considerados os municípios da Amazônia Legal, com exceção daqueles pertencentes ao Mato Grosso.

Tabela 7 – Estatísticas descritivas, estabelecimentos familiares, região Nordeste

		Familiar			
		Média	DP	Mínimo	Máximo
Fronteira de produção	Valor de Produção (R\$ mil)	13,71	23,69	0,87	392,22
	Salários fora do estabelecimento (R\$ mil)	0,30	0,46	0,00	8,20
	Pessoal Ocupado (un. de trabalho integral)	3,02	0,71	1,40	10,82
	Capital (R\$ mil)	12,23	15,90	0,13	301,55
	Outros Insumos (R\$ mil)	1,11	13,12	0,05	541,09
	Área (hectares)	21,60	18,57	0,85	154,74
Modelo de efeitos de ineficiência	Área Pecuária (proporção)	0,41	0,20	0,00	0,95
	Área Temporárias (proporção)	0,20	0,15	0,00	0,87
	Área Permanente (proporção)	0,09	0,14	0,00	0,89
	Educação (média de anos de estudo)	3,57	1,24	1,19	9,26
	Experiência (grupos de anos de direção)	3,43	0,21	2,16	3,87
	Financiamento (proporção)	0,18	0,12	0,00	0,73
	Proprietários (proporção)	0,73	0,13	0,13	0,94
	Altitude (metros)	378,34	278,06	0,00	1.268,00
	Chuva - média (mm/mês)	105,16	40,99	30,80	248,38
	Temperatura - média (°C)	23,65	2,92	14,38	28,04
Observações		1.702			

Observação: como pertencentes à região Nordeste, foram considerados os municípios de atuação da SUDENE, com exceção dos maranhenses inclusos na região Norte.

Tabela 8 – Estatísticas descritivas, estabelecimentos patronais, região Nordeste

		Patronal			
		Média	DP	Mínimo	Máximo
Fronteira de produção	Valor de Produção (R\$ mil)	76,04	270,17	1,09	5.426,14
	Salários fora do estabelecimento (R\$ mil)	2,96	2,98	0,00	35,11
	Pessoal Ocupado (un. de trabalho integral)	5,92	7,42	1,81	129,43
	Capital (R\$ mil)	59,50	327,37	0,17	9.948,33
	Outros Insumos (R\$ mil)	33,72	297,96	0,04	6.689,12
	Área (hectares)	206,82	274,63	2,67	4.317,18
Modelo de efeitos de ineficiência	Área Pecuária (proporção)	0,43	0,23	0,00	1,00
	Área Temporárias (proporção)	0,13	0,16	0,00	0,98
	Área Permanente (proporção)	0,06	0,11	0,00	0,79
	Educação (média de anos de estudo)	2,91	0,85	1,19	7,64
	Experiência (grupos de anos de direção)	3,26	0,23	2,00	4,00
	Financiamento (proporção)	0,13	0,09	0,00	0,99
	Proprietários (proporção)	0,79	0,17	0,00	1,00
	Altitude (metros)	323,87	242,74	0,00	1.268,00
	Chuva - média (mm/mês)	78,88	26,97	28,87	194,01
	Temperatura - média (°C)	24,89	1,62	19,73	28,04
Observações		1.697			

Observação: como pertencentes à região Nordeste, foram considerados os municípios de atuação da SUDENE, com exceção dos maranhenses inclusos na região Norte.

Tabela 9 – Estatísticas descritivas, estabelecimentos familiares, região Sudeste

		Familiar			
		Média	DP	Mínimo	Máximo
Fronteira de produção	Valor de Produção (R\$ mil)	20,00	29,25	0,83	755,36
	Salários fora do estabelecimento (R\$ mil)	1,03	1,78	0,00	21,82
	Pessoal Ocupado (un. de trabalho integral)	2,93	0,90	1,36	23,10
	Capital (R\$ mil)	17,94	18,43	0,78	334,24
	Outros Insumos (R\$ mil)	6,61	18,21	0,31	591,40
	Área (hectares)	21,49	17,12	1,69	167,51
Modelo de efeitos de ineficiência	Área Pecuária (proporção)	0,56	0,20	0,00	0,97
	Área Temporárias (proporção)	0,16	0,15	0,00	0,93
	Área Permanente (proporção)	0,11	0,13	0,00	0,92
	Educação (média de anos de estudo)	4,21	1,23	0,81	8,47
	Experiência (grupos de anos de direção)	3,37	0,21	2,27	3,82
	Financiamento (proporção)	0,23	0,16	0,00	0,74
	Proprietários (proporção)	0,86	0,08	0,28	0,96
	Altitude (metros)	467,59	299,59	0,00	1.505,00
	Chuva - média (mm/mês)	117,96	33,22	33,92	230,61
	Temperatura - média (°C)	21,77	2,94	14,81	27,76
Observações		1.336			

Observação: como pertencentes à região Sudeste, foram considerados os municípios de Minas Gerais e Espírito Santo não inclusos na região Nordeste, além daqueles de São Paulo e Rio de Janeiro.

Tabela 10 – Estatísticas descritivas, estabelecimentos patronais, região Sudeste

		Patronal			
		Média	DP	Mínimo	Máximo
Fronteira de produção	Valor de Produção (R\$ mil)	246,75	503,89	4,84	13.333,68
	Salários fora do estabelecimento (R\$ mil)	5,12	6,68	0,00	57,72
	Pessoal Ocupado (un. de trabalho integral)	8,50	16,80	1,33	490,25
	Capital (R\$ mil)	111,71	288,74	0,50	5.702,31
	Outros Insumos (R\$ mil)	93,05	658,75	0,93	18.432,71
	Área (hectares)	174,70	144,57	10,97	1.628,46
Modelo de efeitos de ineficiência	Área Pecuária (proporção)	0,50	0,22	0,00	0,97
	Área Temporárias (proporção)	0,18	0,20	0,00	0,95
	Área Permanente (proporção)	0,10	0,12	0,00	0,81
	Educação (média de anos de estudo)	4,84	0,96	2,33	8,42
	Experiência (grupos de anos de direção)	3,34	0,21	2,49	4,00
	Financiamento (proporção)	0,18	0,11	0,00	0,60
	Proprietários (proporção)	0,91	0,09	0,00	1,00
	Altitude (metros)	599,52	265,69	0,00	1.505,00
	Chuva - média (mm/mês)	115,54	14,01	79,59	212,52
	Temperatura - média (°C)	21,23	1,91	14,97	24,77
Observações		1.336			

Observação: como pertencentes à região Sudeste, foram considerados os municípios de Minas Gerais e Espírito Santo não inclusos na região Nordeste, além daqueles de São Paulo e Rio de Janeiro.

Tabela 11 – Estatísticas descritivas, estabelecimentos familiares, região Sul

		Familiar			
		Média	DP	Mínimo	Máximo
Fronteira de produção	Valor de Produção (R\$ mil)	27,38	35,44	1,40	690,00
	Salários fora do estabelecimento (R\$ mil)	0,86	1,14	0,00	14,09
	Pessoal Ocupado (un. de trabalho integral)	2,90	0,73	1,09	11,14
	Capital (R\$ mil)	22,03	23,31	0,97	507,70
	Outros Insumos (R\$ mil)	7,09	5,49	0,24	64,49
	Área (hectares)	23,47	16,99	1,88	222,83
Modelo de efeitos de ineficiência	Área Pecuária (proporção)	0,30	0,20	0,02	0,95
	Área Temporárias (proporção)	0,39	0,21	0,02	0,88
	Área Permanente (proporção)	0,05	0,07	0,00	0,54
	Educação (média de anos de estudo)	4,56	1,07	1,32	7,78
	Experiência (grupos de anos de direção)	3,49	0,22	2,43	4,00
	Financiamento (proporção)	0,24	0,18	0,00	0,87
	Proprietários (proporção)	0,92	0,06	0,39	0,99
	Altitude (metros)	496,40	276,64	0,00	1.231,00
	Chuva - média (mm/mês)	122,74	26,46	33,99	254,24
	Temperatura - média (°C)	21,59	2,63	15,41	27,83
Observações		1.170			

Observação: como pertencentes à região Sul, foram considerados os municípios de Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul.

Tabela 12 – Estatísticas descritivas, estabelecimentos patronais, região Sul

		Patronal			
		Média	DP	Mínimo	Máximo
Fronteira de produção	Valor de Produção (R\$ mil)	151,44	250,84	2,00	6.522,12
	Salários fora do estabelecimento (R\$ mil)	6,29	6,34	0,00	86,11
	Pessoal Ocupado (un. de trabalho integral)	4,50	4,36	1,82	104,40
	Capital (R\$ mil)	148,54	238,51	7,96	4.088,74
	Outros Insumos (R\$ mil)	60,47	377,49	1,12	12.530,68
	Área (hectares)	149,44	216,94	3,50	5.793,56
Modelo de efeitos de ineficiência	Área Pecuária (proporção)	0,30	0,21	0,00	0,87
	Área Temporárias (proporção)	0,35	0,24	0,00	0,95
	Área Permanente (proporção)	0,05	0,09	0,00	0,85
	Educação (média de anos de estudo)	4,86	0,83	2,65	9,26
	Experiência (grupos de anos de direção)	3,42	0,22	2,50	4,00
	Financiamento (proporção)	0,35	0,17	0,00	1,00
	Proprietários (proporção)	0,87	0,09	0,37	1,00
	Altitude (metros)	465,01	286,69	0,00	1.353,00
	Chuva - média (mm/mês)	136,33	15,71	99,72	188,20
	Temperatura - média (°C)	19,15	1,55	14,38	22,94
Observações		1.168			

Observação: como pertencentes à região Sul, foram considerados os municípios de Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul.

Tabela 13 – Estatísticas descritivas, estabelecimentos familiares, região Centro-Oeste

		Familiar			
		Média	DP	Mínimo	Máximo
Fronteira de produção	Valor de Produção (R\$ mil)	40,26	237,95	1,62	4.909,29
	Salários fora do estabelecimento (R\$ mil)	1,11	1,60	0,00	15,45
	Pessoal Ocupado (un. de trabalho integral)	3,04	1,13	1,54	14,87
	Capital (R\$ mil)	22,85	20,51	0,41	239,00
	Outros Insumos (R\$ mil)	5,94	8,62	0,41	88,99
	Área (hectares)	27,67	21,64	2,73	123,39
Modelo de efeitos de ineficiência	Área Pecuária (proporção)	0,67	0,14	0,05	0,94
	Área Temporárias (proporção)	0,09	0,12	0,00	0,72
	Área Permanente (proporção)	0,02	0,03	0,00	0,30
	Educação (média de anos de estudo)	4,51	0,88	1,79	7,14
	Experiência (grupos de anos de direção)	3,16	0,31	1,66	3,78
	Financiamento (proporção)	0,19	0,13	0,00	0,71
	Proprietários (proporção)	0,95	0,07	0,50	1,00
	Altitude (metros)	479,12	256,86	0,00	1.105,00
	Chuva - média (mm/mês)	117,97	22,30	39,74	232,94
Temperatura - média (°C)	22,50	2,42	15,65	27,67	
Observações		445			

Observação: como pertencentes à região Centro-Oeste, foram considerados os municípios de Mato Grosso de Sul, Mato Grosso e Goiás.

Tabela 14 – Estatísticas descritivas, estabelecimentos patronais, região Centro-Oeste

		Patronal			
		Média	DP	Mínimo	Máximo
Fronteira de produção	Valor de Produção (R\$ mil)	305,15	744,40	15,53	13.175,78
	Salários fora do estabelecimento (R\$ mil)	8,27	14,98	0,00	199,72
	Pessoal Ocupado (un. de trabalho integral)	5,52	5,62	1,40	70,34
	Capital (R\$ mil)	220,48	421,23	9,63	3.620,45
	Outros Insumos (R\$ mil)	150,02	454,37	3,82	6.811,65
	Área (hectares)	936,56	937,16	73,92	8.617,09
Modelo de efeitos de ineficiência	Área Pecuária (proporção)	0,59	0,18	0,04	0,92
	Área Temporárias (proporção)	0,13	0,16	0,00	0,81
	Área Permanente (proporção)	0,01	0,02	0,00	0,17
	Educação (média de anos de estudo)	4,40	0,75	2,39	7,87
	Experiência (grupos de anos de direção)	3,10	0,26	2,15	3,91
	Financiamento (proporção)	0,17	0,11	0,00	0,66
	Proprietários (proporção)	0,91	0,10	0,25	1,00
	Altitude (metros)	488,66	244,27	0,00	1.189,00
	Chuva - média (mm/mês)	137,20	19,02	91,68	204,32
Temperatura - média (°C)	24,35	1,14	21,17	26,55	
Observações		444			

Observação: como pertencentes à região Centro-Oeste, foram considerados os municípios de Mato Grosso de Sul, Mato Grosso e Goiás.

Tem-se, portanto, um cenário bastante diversificado na agropecuária brasileira. Enfatiza-se, assim, a necessidade de que avaliações da eficiência técnica dos estabelecimentos rurais adotem metodologias que considerem as complexas relações entre insumos e produtos nos processos produtivos, as quais foram vislumbradas nos parágrafos anteriores, bem como as influências que diversos fatores externos à produção possam exercer sobre o desempenho dos produtores. Com isso em vista, o Capítulo 5, a seguir, apresenta os resultados obtidos por meio da aplicação da metodologia abordada anteriormente, no Capítulo 3, à base de dados que foi descrita no presente Capítulo.

5 RESULTADOS

Os resultados obtidos na análise empírica da presente dissertação são apresentados neste Capítulo. Inicialmente, as especificações empregadas para a fronteira de produção estocástica e seu modelo de efeitos de ineficiência são definidas. Passa-se, então, à análise dos resultados obtidos. Verifica-se a adequação das fronteiras estocásticas de produção dos modelos estimados, para, então, analisarem-se as eficiências técnicas obtidas por meio daqueles que são mais bem avaliados. Por fim, os resultados para os parâmetros dos modelos de efeitos de ineficiência respectivos são interpretados. Ao longo de todo o Capítulo, há a preocupação de serem enfatizados os resultados do ponto de vista de seus aspectos regionais.

5.1 Modelo empírico

Seguindo-se a recomendação de Battese e Broca (1997), empregou-se uma especificação geral para o modelo como ponto de partida e testou-se uma formulação mais simples dentro de um quadro formal de testes de hipóteses. No presente trabalho, a forma mais geral para a fronteira estocástica de produção é a função translog dada pela seguinte expressão, em que subscrito i indica o i -ésimo estabelecimento representativo ($i=1, 2, \dots, 10.413$):

$$\ln Y_i = \beta_0 + \sum_{j=1}^4 \beta_j x_{ji} + \sum_{j \leq k}^4 \sum_{k=1}^4 \beta_{jk} x_{ji} x_{ki} + V_i - U_i \quad (5)$$

Na expressão acima, tem-se que:

Y_i representa a soma do valor da produção do estabelecimento representativo e dos salários obtidos fora dele (Modelos I ou II) ou apenas o seu valor da produção (Modelos III e IV);

x_1 representa o logaritmo das unidades de trabalho integral ocupadas;

x_2 representa o logaritmo do valor do capital;

x_3 representa o logaritmo do valor de outros insumos utilizados na produção;

x_4 representa o logaritmo da área total do estabelecimento representativo;

V_i e U_i são as variáveis aleatórias definidas na Seção 2.2 da presente dissertação.

As variáveis mencionadas acima, bem como a sua construção, foram mais bem especificadas no Capítulo 4.

Como indicam Battese e Broca (1997), a fronteira de produção Cobb-Douglas (assumida nos Modelos II e IV do presente trabalho) é um caso especial da fronteira translog em que os parâmetros dos termos de segunda ordem são zero, i.e., $\beta_{jk} = 0, j \leq k = 1, \dots, 4$.

O modelo de efeitos de ineficiência da fronteira estocástica representada por (5) – ou por sua versão restrita, dada pela forma funcional Cobb-Douglas – é definido por:

$$\begin{aligned}
 U_i = & \delta_0 + \delta_1 \text{Familiar}_i + \delta_2 \text{Apecuária}_i + \delta_3 \text{Atemporárias}_i + \delta_4 \text{Apermanentes}_i \\
 & + \delta_5 \text{Educação}_i + \delta_6 \text{Experiência}_i + \delta_7 \text{Financiamentos}_i + \delta_8 \text{Proprietários}_i + \\
 & + \delta_9 \text{Altitude}_i + \delta_{10} \text{Chuva}_i + \delta_{11} \text{Temperatura}_i + \delta_{12} \text{NO}_i + \delta_{13} \text{NE}_i + \delta_{14} \text{SE}_i + \delta_{15} \text{CO}_i + W_i
 \end{aligned} \tag{6}$$

Na expressão acima, tem-se que:

Familiar_i é variável *dummy* com valor igual a 1 (ou zero) se o estabelecimento representativo for do tipo familiar (ou patronal);

Apecuária_i representa o percentual da área destinado à pecuária;

Atemporárias_i representa o percentual da área destinado a culturas temporárias;

Apermanentes_i representa o percentual da área destinado a culturas permanentes;

Educação_i representa a média de anos de estudo das pessoas com mais de 25 anos no município a que corresponde o estabelecimento representativo;

Experiência_i representa o grupo de anos de direção dos trabalhos;

Financiamentos_i representa o percentual de produtores que obtiveram financiamentos;

Proprietários_i representa o percentual de produtores que eram proprietários da terra empregada;

Altitude_i representa a altitude do município a que corresponde o estabelecimento representativo;

Chuva_i representa a precipitação pluviométrica média anual do município a que corresponde o estabelecimento representativo;

Temperatura_i representa a temperatura média anual do município a que corresponde o estabelecimento representativo;

NO_i , NE_i , SE_i e CO_i são variáveis *dummies* iguais a 1 se o município a que corresponde o estabelecimento representativo pertencer, respectivamente, às regiões Norte, Nordeste, Sudeste ou Centro-Oeste.²⁹ Não se inseriu uma *dummy* referente à região Sul devido à multicolinearidade perfeita que, então, seria verificada.

Novamente, as variáveis mencionadas acima, bem como a sua construção, foram mais bem especificadas anteriormente, no Capítulo 4.

Observe-se que, no modelo de efeitos de ineficiência, foram inseridas uma *dummy* referente ao caráter familiar dos estabelecimentos representativos e *dummies* regionais. Com isso, torna-se possível avaliar, em média e condicionalmente aos demais fatores considerados no modelo, como: i) o caráter familiar dos estabelecimentos afeta a eficiência técnica da agropecuária no país; ii) a heterogeneidade das regiões afeta a eficiência técnica de seus estabelecimentos agropecuários. Pode-se, além disso, inserir interações entre essas *dummies*, conforme a indicação da expressão (7), de modo a distinguir regionalmente o efeito do caráter familiar dos estabelecimentos agropecuários sobre a eficiência técnica.

$$\begin{aligned}
 U_i = & \delta_0 + \delta_1 \text{Familiar}_i + \delta_2 \text{Apecuária}_i + \delta_3 \text{Atemporárias}_i + \delta_4 \text{Apermanentes}_i \\
 & + \delta_5 \text{Educação}_i + \delta_6 \text{Experiência}_i + \delta_7 \text{Financiamentos}_i + \delta_8 \text{Proprietários}_i + \\
 & + \delta_9 \text{Altitude}_i + \delta_{10} \text{Chuva}_i + \delta_{11} \text{Temperatura}_i + \delta_{12} \text{NO}_i + \delta_{13} \text{NE}_i + \delta_{14} \text{SE}_i + \delta_{15} \text{CO}_i \\
 & + \delta_{16} \text{NO}_i * \text{Familiar}_i + \delta_{17} \text{NE}_i * \text{Familiar}_i + \delta_{18} \text{SE}_i * \text{Familiar}_i + \delta_{19} \text{CO}_i * \text{Familiar}_i + W_i
 \end{aligned} \tag{7}$$

5.2 Resultados

O objetivo da presente seção é apresentar e analisar os resultados das estimações realizadas na presente dissertação. Primeiramente, tratam-se dos resultados relativos às fronteiras estocásticas de produção estimadas. Sequencialmente, as eficiências técnicas mensuradas a partir de tais fronteiras são objeto de estudo. Por fim, o Capítulo volta-se aos modelos de efeitos de ineficiências estimados.

²⁹ Cabe apontar, novamente, que a classificação regional adotada na presente dissertação é diferente da usual divisão por grandes regiões brasileiras. Detalhes dessa classificação, bem como sua justificativa, podem ser encontrados na Seção 2.5.

5.2.1 Estimativas dos parâmetros e testes de hipóteses

Os resultados das estimativas por máxima-verossimilhança dos parâmetros das fronteiras estocásticas de produção e dos modelos de efeitos de ineficiência são apresentados nas Tabelas 15 e 16. Os Modelos I e II, cujos resultados para as estimativas dos parâmetros são apresentados na Tabela 15, têm como variável correspondente ao produto a soma do valor de produção dos estabelecimentos e dos salários obtidos fora deles, adotando, respectivamente, forma funcional translog e Cobb-Douglas. Por sua vez, os Modelos III e IV, que incorporam apenas o valor de produção dos estabelecimentos como variável de produto, também adotando forma funcional translog e Cobb-Douglas, nessa ordem, têm seus resultados apresentados na Tabela 16.

Tabela 15 – Estimativas dos parâmetros da fronteira estocástica com modelo de efeitos de ineficiência – Modelos I e II

	Modelo I		Modelo II		
	Parâmetro	DP	Parâmetro	DP	
Fronteira de produção	Constante	1,377	0,103 ***	1,472	0,056 ***
	Pessoal Ocupado	0,589	0,072 ***	0,454	0,018 ***
	Capital	0,464	0,030 ***	0,316	0,009 ***
	Outros Insumos	-0,238	0,024 ***	0,225	0,007 ***
	Área	0,257	0,031 ***	0,127	0,009 ***
	Pessoal Ocupado*Pessoal Ocupado	-0,105	0,020 ***		
	Capital*Capital	-0,012	0,005 **		
	Outros Insumos*Outros Insumos	-0,008	0,003 **		
	Área*Área	-0,018	0,005 ***		
	Pessoal Ocupado*Capital	0,001	0,020		
	Pessoal Ocupado*Outros Insumos	0,075	0,016 ***		
	Pessoal Ocupado*Área	-0,006	0,018		
	Capital*Outros Insumos	0,036	0,006 ***		
	Capital*Área	-0,043	0,008 ***		
Outros Insumos *Área	0,070	0,006 ***			
Modelo de efeitos de ineficiência	Constante	0,450	0,281 ***	0,588	0,275 **
	Dummy familiar	0,604	0,036 ***	0,388	0,031 ***
	Área Pecuária (proporção)	-0,290	0,062 ***	-0,297	0,060 ***
	Área Temporárias (proporção)	-0,313	0,076 ***	-0,399	0,078 ***
	Área Permanente (proporção)	-0,561	0,105 ***	-0,621	0,107 ***
	Educação	-0,263	0,013 ***	-0,282	0,013 ***
	Experiência	-0,068	0,042	-0,102	0,045 **
	Financiamento (proporção)	-0,558	0,102 ***	-0,605	0,099 ***
	Proprietários (proporção)	-0,087	0,069	0,073	0,074
	Altitude	0,000	0,000 ***	0,000	0,000 ***
	Chuva - média	-0,002	0,000 ***	-0,001	0,000 ***
	Temperatura - média	0,062	0,008 ***	0,070	0,008 ***
	Norte	0,102	0,058 *	-0,050	0,058
	Nordeste	-0,022	0,046	-0,251	0,045 ***
Sudeste	0,048	0,042	-0,061	0,040	
Centro-Oeste	-0,162	0,054 ***	-0,307	0,059 ***	
σ^2	0,432	0,009 ***	0,455	0,009 ***	
γ	0,170	0,023 ***	0,167	0,025 ***	
Log-verossimilhança	-10079,32		-10392,01		

Níveis de significância: * 10%, ** 5%, *** 1%.

Observações quanto à classificação regional: região Norte – municípios da Amazônia Legal, com exceção daqueles pertencentes ao Mato Grosso; região Nordeste – municípios de atuação da SUDENE, com exceção dos maranhenses incluídos na região Norte; região Sudeste – municípios de Minas Gerais e Espírito Santo não incluídos na região Nordeste, além daqueles de São Paulo e Rio de Janeiro; região Sul – municípios de Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul; região Centro-Oeste – municípios de Mato Grosso de Sul, Mato Grosso e Goiás.

Observações adicionais: estimativas obtidas por máxima-verossimilhança; variável de produto: valor de produção do estabelecimento agropecuário mais salários obtidos fora dele.

Tabela 16 – Estimativas dos parâmetros da fronteira estocástica com modelo de efeitos de ineficiência – Modelos III e IV

	Modelo III		Modelo IV	
	Parâmetro	DP	Parâmetro	DP
Fronteira de produção	Constante	0,985 ***	1,144	0,048 ***
	Pessoal Ocupado	0,660 ***	0,488	0,019 ***
	Capital	0,551 ***	0,349	0,009 ***
	Outros Insumos	-0,255 ***	0,220	0,007 ***
	Área	0,253 ***	0,146	0,009 ***
	Pessoal Ocupado*Pessoal Ocupado	-0,112 ***		
	Capital*Capital	-0,014 ***		
	Outros Insumos*Outros Insumos	-0,009 ***		
	Área*Área	-0,015 ***		
	Pessoal Ocupado*Capital	-0,011		
	Pessoal Ocupado*Outros Insumos	0,071 ***		
	Pessoal Ocupado*Área	0,005		
	Capital*Outros Insumos	0,039 ***		
	Capital*Área	-0,052 ***		
	Outros Insumos *Área	0,076 ***		
Modelo de efeitos de ineficiência	Constante	0,334 ***	0,376	0,327
	Dummy familiar	0,400 ***	0,204	0,033 ***
	Área Pecuária (proporção)	-0,362 ***	-0,387	0,074 ***
	Área Temporárias (proporção)	-0,483 ***	-0,590	0,085 ***
	Área Permanente (proporção)	-0,797 ***	-0,882	0,129 ***
	Educação	-0,312 ***	-0,342	0,015 ***
	Experiência	-0,095 **	-0,131	0,051 **
	Financiamento (proporção)	-0,582 ***	-0,696	0,121 ***
	Proprietários (proporção)	-0,179 **	-0,007	0,072
	Altitude	0,000 ***	0,000	0,000 ***
	Chuva - média	-0,002 ***	-0,001	0,000 ***
	Temperatura - média	0,089 ***	0,102	0,010 ***
	Norte	-0,037	-0,204	0,062 ***
	Nordeste	-0,141 ***	-0,383	0,049 ***
	Sudeste	0,006	-0,118	0,044 ***
Centro-Oeste	-0,200 ***	-0,402	0,061 ***	
σ^2	0,487 ***	0,519	0,011 ***	
γ	0,182 ***	0,198	0,025 ***	
Log-verossimilhança	-10627,46	-10933,35		

Níveis de significância: * 10%, ** 5%, *** 1%.

Observações quanto à classificação regional: região Norte – municípios da Amazônia Legal, com exceção daqueles pertencentes ao Mato Grosso; região Nordeste – municípios de atuação da SUDENE, com exceção dos maranhenses incluídos na região Norte; região Sudeste – municípios de Minas Gerais e Espírito Santo não incluídos na região Nordeste, além daqueles de São Paulo e Rio de Janeiro; região Sul – municípios de Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul; região Centro-Oeste – municípios de Mato Grosso de Sul, Mato Grosso e Goiás.

Observações adicionais: estimativas obtidas por máxima-verossimilhança; variável de produto: valor de produção do estabelecimento agropecuário.

Obtidas essas estimativas por máxima-verossimilhança, procedeu-se à realização de diversos testes de hipóteses a fim de se avaliarem as alternativas tecnologias de produção consideradas. Os resultados são apresentados na tabela 17. Os grupos de testes 1, 2 e 3 fizeram uso da estatística da razão de verossimilhança, λ . Por meio dela, é possível comparar as funções de verossimilhança sob hipóteses alternativas (SOLÍS, 2005). A estatística do teste é definida por:

$$\lambda = -2\ln[L(H_0)/L(H_1)] \quad (8)$$

em que H_0 e H_1 são as hipóteses nula e alternativa envolvidas, respectivamente. Se a hipótese nula, H_0 , for verdadeira, então λ é distribuída assintoticamente como uma variável aleatória chi-quadrado (ou chi-quadrado mista) com número de graus de liberdade igual ao de restrições que estão sendo testadas (BATTESE; COELLI, 1995). Se a hipótese nula envolve $\gamma=0$, então λ tem distribuição chi-quadrado mista, dado que $\gamma=0$ é um valor na fronteira do espaço de parâmetros para γ . Os valores críticos para os testes, nesse caso, podem ser encontrados em Kodde e Palm (1986).

O primeiro grupo de testes avaliou qual forma funcional – translog ou Cobb-Douglas – mostra-se mais apropriada para a especificação da fronteira de produção. Os resultados dos testes de razão de verossimilhança indicaram que a hipótese nula de que a forma funcional Cobb-Douglas seja mais apropriada do que a especificação translog ($H_0: \beta_{ij} = 0, \forall i,j$) para os dados sob análise na presente dissertação foi rejeitada, tanto no caso em que se considerou como variável de produto a soma do valor de produção do estabelecimento e dos salários obtidos fora dele (Modelo I *versus* Modelo II), quanto no que ela foi considerada apenas como o valor de produção (Modelo III *versus* Modelo IV).

Embora esse primeiro grupo de testes tenham indicado a forma funcional translog como adequada, deve-se testar a consistência teórica da especificação – como indicam Sauer *et al* (2006), a robustez das sugestões de políticas baseadas em medidas de eficiência depende crucialmente de estimações bem fundamentadas teoricamente. Tendo-se isso em vista, foram

avaliadas, no ponto médio da base de dados³⁰, as seguintes condições: a) monotonicidade; b) produtividade marginal decrescente; c) quase concavidade.

A monotonicidade requer produto marginal positivo em relação a todos os insumos e, portanto, elasticidades parciais positivas (THIAM, 2003). Essa condição, como pode ser visto na Tabela 18, mostrou-se válida, no ponto médio dos dados, para ambos os Modelos I e III. Em concordância com a lei da produtividade marginal decrescente, os produtos marginais, além de positivos, devem ser decrescentes em relação aos insumos (SAUER *et al*, 2006). Essa condição também foi verificada como válida no ponto médio, em ambos os Modelos. Finalmente, para se testar a quase concavidade da função estimada em cada Modelo, verificou-se se todos os autovalores da matriz hessiana orlada eram não-positivos (SAUER *et al*, 2006), o que se mostrou verdadeiro. Portanto, ao menos no ponto médio dos dados, as fronteiras de produção translog estimadas nos Modelos I e III mostraram-se teoricamente consistentes.

Na Tabela 17, o segundo grupo de testes de hipóteses voltou-se a avaliar a hipótese nula segundo a qual efeitos de ineficiência não são presentes no modelo, dada por $H_0: \gamma = \delta_0 = \delta_1 = \dots = \delta_{19} = 0$ (BATTESE; COELLI, 1995). Para todos os modelos considerados na presente dissertação (I a IV), o teste de razão de verossimilhança foi estatisticamente significativo, o que implica na rejeição dessa hipóteses nula.

A hipótese nula testada de que os efeitos de ineficiência técnica não são função do nível das variáveis explicativas presentes na expressão (6), é dada por: $H_0: \delta' = 0$, em que δ' denota o vetor δ em que o termo constante, δ_0 , é omitido (BATTESE; COELLI, 1995). Como pode ser visto na Tabela 17, essa hipótese nula também foi rejeitada para os quatro Modelos analisados, indicando que, neles, o efeito conjunto das variáveis da expressão (6) sobre a eficiência técnica é estatisticamente significativo.

Também seria possível utilizar estatísticas de razão de verossimilhança, a exemplo dos testes acima mencionados, para avaliar a hipótese nula de que o termo de ineficiência técnica da

³⁰ Entretanto, de acordo com Sauer *et al* (2006), idealmente a consistência teórica deve ser testada em todos os pontos de dados. No caso da especificação translog, além dos parâmetros estimados, requerem-se os dados de insumos e produto de todas as observações. Não se procedeu a esse teste exaustivo na presente dissertação – como já apontado, limitou-se ao ponto médio –, mas seria esperado que as condições de regularidade teórica não fossem atendidas em todos os pontos de dados, como é comum nas análises empíricas que empregam a forma funcional translog (THIAM, 2003).

expressão (5) é não estocástico, ou seja, $H_0: \gamma=0$ (BATTESE; COELLI, 1995). Na presente dissertação, porém, analisou-se a validade dessa hipótese nula avaliando-se a significância estatística do parâmetro γ . Caso a hipótese nula seja válida, tem-se que todos os desvios em relação à fronteira podem ser explicados por choques aleatórios, de modo que o modelo de fronteiras estocásticas colapsa para a função de produção média (SOLÍS, 2005). Como pode ser visto nas Tabelas 15 e 16, nos quatro Modelos analisados o parâmetro γ mostrou-se significativo a 1%, sugerindo a rejeição dessa hipótese nula. Além disso, o valor de γ confirma que uma parte não desprezível dos desvios em relação à fronteira pode ser explicada pela ineficiência técnica, em vez de choques aleatórios. Portanto, o resultado do teste indica que a abordagem de fronteira de produção é mais apropriada do que um modelo de função de produção média.

Adicionalmente, uma vez que o foco da presente dissertação é a eficiência dos estabelecimentos agropecuários, os índices de eficiência técnica obtidos com a aplicação dos quatro Modelos anteriormente expostos foram comparados. Uma vez que tais índices são medidas relativas, a correlação de sua ordem (correlação de Spearman) foi utilizada para analisar-se a potencial diferença entre suas distribuições de eficiência (THIAM, 2003). Os resultados, significantes a 1%, são indicados no quarto grupo de testes apresentado pela Tabela 17. Tem-se que os Modelos I e II ordenaram os estabelecimentos representativos quase exatamente da mesma maneira de acordo com os índices de eficiência técnica estimados, ou seja, o ranking mostrou-se o mesmo entre as formas funcionais translog e Cobb-Douglas. Isso também valeu para os Modelos III e IV. Esses resultados implicam que a escolha quanto à forma funcional não afetou o ranking das eficiências técnicas na presente dissertação. O coeficiente de correlação de Spearman entre os índices de eficiência técnica obtidos por meio dos Modelos I e III, ambos adotantes da forma funcional translog para a fronteira de produção, mostrou-se igualmente elevado. Portanto, a adoção da soma do valor de produção dos estabelecimentos aos salários obtidos fora deles ou apenas do valor de produção como variável de produto na expressão (5) não afetou o ranking das eficiências técnicas estimadas. O menor valor do coeficiente de correlação de Spearman foi encontrado entre os Modelos I e III e modelos correspondentes a eles que não incluíam efeitos de ineficiência. Esse resultado indica que o modelo de efeitos de ineficiência de Battese e Coelli (1995) de fato afeta a estimação dos índices de eficiência técnica, não apenas no que concerne a seus níveis, mas também a sua ordenação.

Em suma, além da significância estatística do parâmetro γ indicar que a abordagem de fronteira de produção mostrou-se mais apropriada do que o modelo de função de produção média, os resultados dos testes de hipóteses apresentados na Tabela 17 indicam que: i) a forma funcional translog proveu uma melhor representação da fronteira de produção do que a especificação Cobb-Douglas e apresentou as condições de consistência teórica no ponto médio dos dados; ii) o modelo de efeitos de ineficiência deveu ser incorporado às estimações; iii) os níveis das variáveis explicativas da expressão (6) de fato afetaram conjuntamente as eficiências técnicas estimadas; iv) a escolha quanto à variável adotada como representativa do produto não comprometeu o ranking das eficiências técnicas estimadas. Tendo-se isso em vista, a seguir, as análises das estimações focarão os resultados obtidos sob os Modelos I e III, os quais adotaram forma funcional translog para sua fronteira de produção, incluíram o modelo de efeitos de ineficiência de Battese e Coelli (1995) sob a especificação da expressão (6) e consideraram diferentes variáveis representativas de produto (soma do valor de produção dos estabelecimentos aos salários obtidos fora deles e apenas o valor de produção, respectivamente).

Tabela 17 – Testes de hipóteses acerca das tecnologias de produção

Teste	Hipótese nula	Estatística do teste	Conclusão
1) Cobb-Douglas x Translog			
Modelo I x Modelo II	$\beta_{ij} = 0, \forall i,j$	625,38	Rejeita-se H_0
Modelo III x Modelo IV		611,79	Rejeita-se H_0
2) Ausência de efeitos de ineficiência			
Modelo I	$\gamma = \delta_0 = \delta_1 = \dots = \delta_{19} = 0$	1729,27	Rejeita-se H_0
Modelo II		1939,11	Rejeita-se H_0
Modelo III		1701,44	Rejeita-se H_0
Modelo IV		1968,47	Rejeita-se H_0
3) Influência das variáveis do mod. de ef. de inefic.			
Modelo I	$\delta_1 = \delta_2 = \dots = \delta_{19} = 0$	1729,27	Rejeita-se H_0
Modelo II		856,42	Rejeita-se H_0
Modelo III		1701,44	Rejeita-se H_0
Modelo IV		2046,09	Rejeita-se H_0
4) Correlação de Spearman			
Modelo I x Modelo II	Igual ranking das eficiências técnicas	0,973	
Modelo III x Modelo IV		0,977	
Modelo I x Modelo III		0,974	
Modelo I x Modelo sem efeitos de ineficiência		0,399	
Modelo III x Modelo sem efeitos de ineficiência		0,415	

Retornando a análise às estimativas dos parâmetros da função de produção estocástica, apresentadas nas Tabelas 15 e 16, para os Modelos I e III, respectivamente, aponte-se que se deve ter cuidado na interpretação dos parâmetros estimados, uma vez que eles têm pouco significado *per se* na função translog. O cálculo das elasticidades em relação a cada insumo seria, na verdade, de maior interesse (ABDULAI; EBERLIN, 2001).

Seguindo-se Battese e Broca (1997), empregou-se, para tanto, a seguinte expressão:

$$\varepsilon_{x_k} = \beta_k + 2\beta_{kk}\bar{x}_{ki} + \sum_{j \neq k} \beta_{kj}\bar{x}_{ji} \quad (9)$$

A expressão (9) refere-se à elasticidade da fronteira de produção. Utilizando-se os estimadores de máxima verossimilhança dos parâmetros da fronteira, o valor estimado por meio dessa expressão pode ser referido como elasticidade da produção de melhor resposta com respeito ao k-ésimo insumo (BATTESE; BROCA, 1997). Os valores dessas elasticidades calculadas nos valores médios dos insumos são apresentados na Tabela 18, empregando-se os parâmetros das fronteiras de produção estocásticas estimados para os Modelos I e III.

Tabela 18 – Elasticidades da fronteira de produção em relação aos insumos

	Modelos	
	I	III
Pessoal Ocupado	0,509	0,549
Capital	0,272	0,290
Outros Insumos	0,322	0,328
Área	0,136	0,164

Em ambos os Modelos I e III a maior elasticidade da fronteira de produção, medida no valor médio dos insumos, referiu-se ao pessoal ocupado, sendo seguida por aquela dos outros insumos e por aquela do capital. A Tabela 18 indica que a variação percentual da área, por sua vez, seria acompanhada pela menor variação percentual da produção de melhor resposta, considerando-se o ponto médio do valor dos insumos, tanto no Modelo I, quanto no Modelo III, já que a elasticidade referente a esse insumo mostrou-se como a menos elevada.

Como aponta Barnes (2008), a medida dos retornos à escala pode ser obtida pela soma dessas elasticidades parciais. No caso do Modelo I, obteve-se uma soma igual 1,238, enquanto para o

Modelo III ela foi igual a 1,330. Em ambos os modelos, portanto, a soma obtida mostrou-se superior à unidade, indicando retornos crescentes à escala no ponto médio do valor dos insumos. Isso sugere que, em média, os estabelecimentos agropecuários estavam operando em tamanho subótimo (THIAM, 2003).

5.2.2 Eficiências técnicas

Esta seção dedica-se a analisar os resultados das estimações das eficiências técnicas dos estabelecimentos representativos, obtidas a partir das fronteiras estocásticas de produção, sob os Modelos I e III. Tais estimações foram realizadas de acordo com a expressão (4), apresentada no Capítulo 2. Primeiramente, são analisados os resultados obtidos para o Brasil como um todo, os quais são, então, segmentados por regiões.³¹

A Tabela 19 apresenta a distribuição das eficiências técnicas estimadas pelos Modelos I e III, para o Brasil como um todo, distinguindo os estabelecimentos representativos entre familiares e patronais. Pode-se observar que a escolha quanto às variáveis de produto (soma do valor de produção do estabelecimento e dos salários obtidos fora dele ou apenas o valor de produção) traz alterações que não são inexpressivas quanto às distribuições das eficiências técnicas estimadas considerando-se cada tipo de estabelecimentos agropecuários. Nota-se que sob o Modelo III, que não considera os salários obtidos fora dos estabelecimentos como parte de seus produtos, um maior número de estabelecimentos representativos familiares apresentou eficiência técnica correspondente a intervalos de resultados superiores (comparativamente ao que se observou sob o Modelo I) em detrimento das eficiências técnicas estimadas para os estabelecimentos representativos patronais.

Sob ambos os Modelos, porém, os produtores familiares apresentaram uma menor eficiência técnica média do que os produtores patronais. As médias dos índices de eficiência técnica dos estabelecimentos representativos familiares foram 0,54, sob o Modelo I, e 0,60, sob o Modelo III. Isso indica que, em média, com os mesmos níveis de insumos e tecnologia, a soma entre valor de produção dos estabelecimentos e os salários obtidos fora dele, no caso do Modelo I, ou o valor de produção, no caso do Modelo III, poderiam ser aumentados em 46 pontos

³¹ Cabe apontar, novamente, que a classificação regional adotada na presente dissertação é diferente da usual divisão por grandes regiões brasileiras.

percentuais e em 40 pontos percentuais, respectivamente. Esses resultados sugerem, assim, que ganhos substanciais de produto poderiam ser alcançados pelos estabelecimentos agropecuários familiares, dados os níveis existentes de insumos e tecnologia empregados pelos produtores. Por sua vez, os estabelecimentos representativos patronais apresentaram índices de eficiência técnica médios de 0,74 e 0,71 sob os Modelos I e III, nessa ordem.

As Figuras 1 e 2³² mostram as eficiências técnicas estimadas para os estabelecimentos representativos familiares (acima) e patronais (abaixo), por meio dos Modelos I e III, respectivamente. Como seria esperado dado o alto valor da correlação de Spearman entre os Modelos I e III, indicado na Tabela 17, as Figuras 1 e 2 mostram-se bastante semelhantes – os estabelecimentos representativos familiares ou patronais de cada município apresentaram em ambos os Modelos, frequentemente, índices de eficiência técnica que residiam em intervalos próximos.

Tabela 19 – Distribuição das eficiências técnicas, Brasil

	Modelo I				Modelo III			
	Familiares		Patronais		Familiares		Patronais	
	No	%	No	%	No	%	No	%
< 0,1	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
[0,1 - 0,2[	78	1,50	0	0,00	56	1,07	4	0,08
[0,2 - 0,3[	812	15,57	13	0,25	570	10,93	105	2,02
[0,3 - 0,4[	883	16,93	187	3,60	775	14,86	363	6,98
[0,4 - 0,5[	601	11,52	544	10,47	603	11,56	559	10,75
[0,5 - 0,6[	591	11,33	627	12,06	449	8,61	538	10,35
[0,6 - 0,7[	719	13,79	539	10,37	588	11,28	472	9,08
[0,7 - 0,8[	779	14,94	615	11,83	813	15,59	703	13,52
[0,8 - 0,9[	717	13,75	1724	33,17	1150	22,05	1666	32,05
[0,9 - 1,0]	35	0,67	949	18,26	211	4,05	788	15,16
Média	0,54		0,74		0,60		0,71	
D. padrão	0,21		0,18		0,22		0,19	
Mínimo	0,13		0,25		0,12		0,17	
Máximo	0,94		0,96		0,95		0,95	

³² Aponte-se que, nestas Figuras, as áreas do território brasileiro com preenchimento em branco correspondem a municípios cujos dados necessários para a estimação das fronteiras estocásticas de produção e dos modelos de efeitos de ineficiência não estavam disponíveis na base utilizada na presente dissertação.

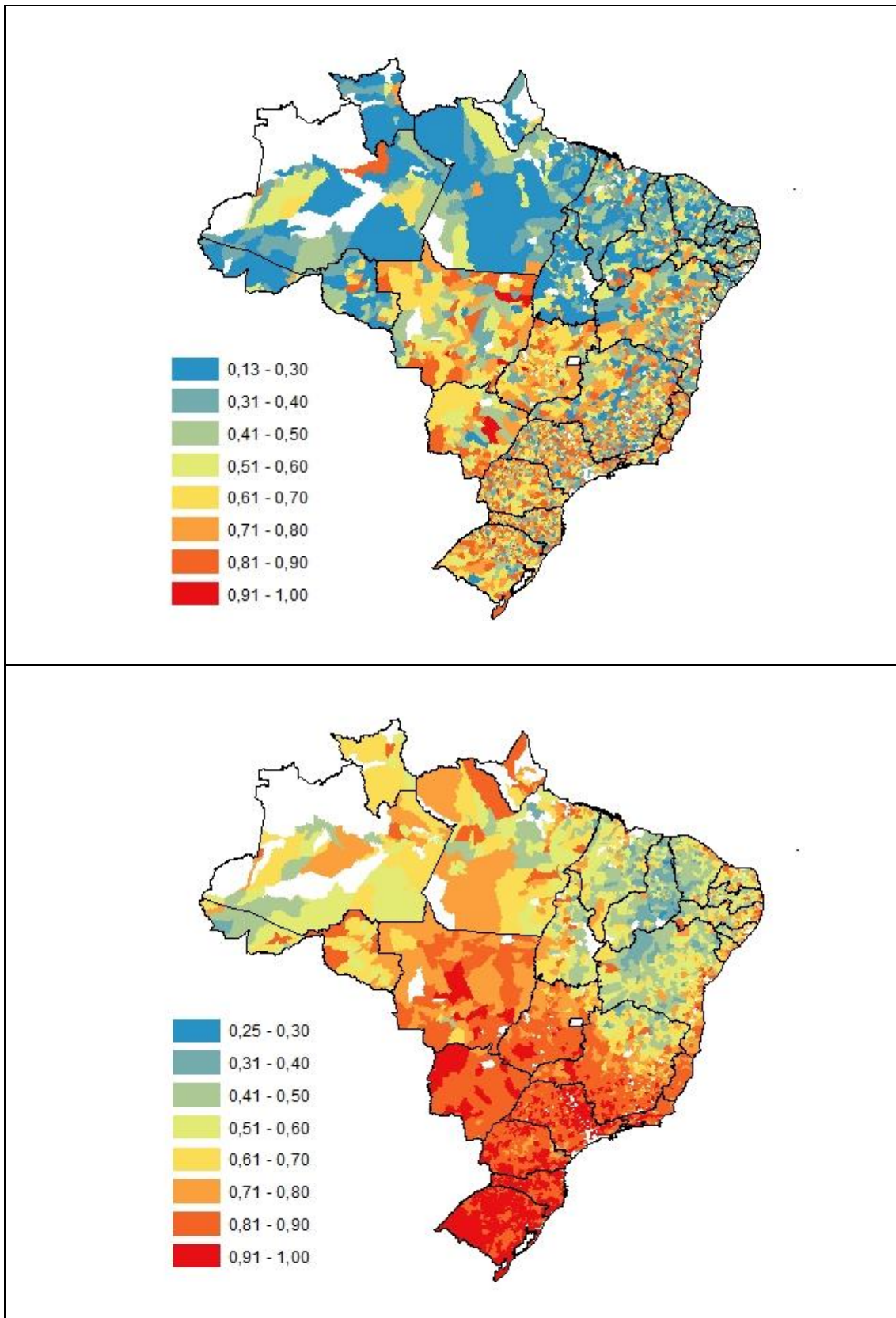


Figura 1 – Eficiência técnica estimadas dos estabelecimentos representativos familiares (acima) e patronais (abaixo), Modelo I

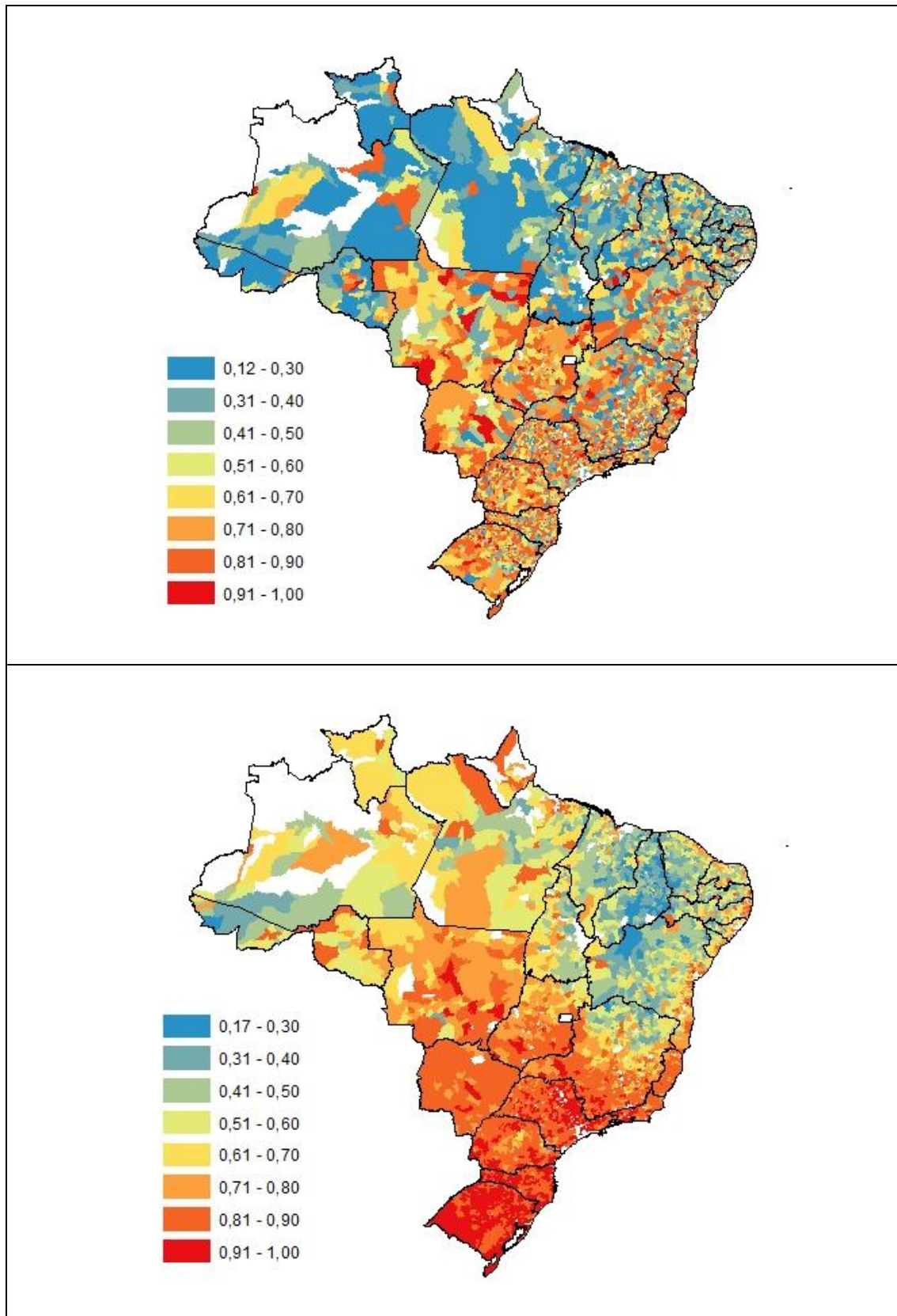


Figura 2 – Eficiência técnica estimadas dos estabelecimentos representativos familiares (acima) e patronais (abaixo), Modelo III

Os resultados por região das eficiências técnicas estimadas para os estabelecimentos representativos familiares e patronais, sob os Modelos I e III, além de poderem ser visualizados nas Figuras 1 e 2, são mais bem indicados nas Tabelas 20 a 24.

A comparação das Tabelas 20 a 24 indica que a região Norte é que apresenta a menor eficiência técnica média considerando-se os estabelecimentos familiares, sob os Modelos I e III. Embora, de acordo com o que foi observado em nível nacional, a eficiência técnica dos estabelecimentos familiares seja, em média, mais elevada sob a estimação desse último Modelo (0,41, contra 0,36 no Modelo I), sob ambos obteve-se o resultado de que mais de 70% dos produtores familiares apresentaram eficiência técnica inferior a 0,50. Em relação aos estabelecimentos patronais da região Norte, embora mais eficientes do que os patronais, a Tabela 20 indica que eles também poderiam alcançar ganhos substanciais de produto, sob ambos os Modelos I e III – as eficiências técnicas médias estimadas nesses dois Modelos foram, respectivamente, 0,60 e 0,57. Nas Figuras 1 e 2 destaca-se, porém, que os estabelecimentos representativos patronais correspondentes a um alguns municípios do noroeste de Rondônia, do norte do Pará e do Amapá obtiveram índices de eficiência técnica superiores a 0,80.

Relativamente à região Nordeste, a Tabela 21 aponta que seus estabelecimentos familiares também poderiam alcançar ganhos substanciais de produto, dados seus níveis de insumos e a tecnologia de produção nacional, uma vez que apresentaram baixas eficiências técnicas estimadas, em média: 0,46 e 0,53, sob os Modelos I e III, respectivamente. Quanto aos estabelecimentos representativos patronais, a comparação das Tabelas 20 a 24 mostra que, sob as estimções de ambos os Modelos I e III, foi na região Nordeste que eles apresentaram, em média, as menores eficiências técnicas. Além disso, aponte-se que essa foi a única região em que, de acordo com os resultados do Modelo III, a eficiência média dos estabelecimentos representativos familiares não foi inferior à dos patronais – estes apresentaram eficiência técnica média de 0,52 (sob o Modelo I, 0,56). De acordo com as Figuras 1 e 2, especialmente os estabelecimentos representativos patronais referentes a municípios do vale São-Franciscano da Bahia e do leste do Piauí mostraram baixa eficiência técnica segundo as estimções dos Modelos I e III. Por outro lado, observa-se que os estabelecimentos representativos patronais correspondentes às áreas mais próximas da costa nordestina

apresentaram eficiências técnicas consideravelmente elevadas sob ambos os Modelos – com destaque para os estados da Bahia e de Pernambuco, em que grande parte dos estabelecimentos representativos patronais referentes a municípios litorâneos obtiveram índices de eficiência técnica superiores a 0,80.

De acordo com a Tabela 22, a região Sudeste encontrou-se em posição intermediária quanto às eficiências técnicas estimadas para seus estabelecimentos representativos familiares, tanto sob o Modelo I, quanto sob o Modelo III – seus índices médios foram 0,58 e 0,64, respectivamente. Em relação aos índices de eficiência técnica estimados para os estabelecimentos representativos patronais, aponta-se que a média apresentada pela região Sudeste foi menor apenas do que na região Sul (0,85, sob o Modelo I, 0,83, sob o Modelo III). Segundo as Figuras 1 e 2, os estabelecimentos representativos patronais imbuídos de eficiências técnicas superiores a 0,90 na região Sudeste corresponderam a municípios localizados principalmente nas áreas do nordeste de São Paulo, sul de Minas Gerais (além de Uberaba e Uberlândia, nesse estado) e sul do Rio de Janeiro.

Quanto ao Sul e ao Centro-Oeste do país, as Tabelas 23 e 24 indicam que tais regiões obtiveram índices de eficiência técnica para seus estabelecimentos familiares cujas médias não diferiram estatisticamente entre si, mas foram superiores às das demais regiões do país, tanto se considerando o Modelo I, quanto o Modelo III – o Sul apresentou médias de 0,64 e 0,69, respectivamente, enquanto o Centro-Oeste apresentou médias de 0,66 e 0,71. Relativamente aos estabelecimentos patronais, como apontado no parágrafo anterior, a região Sul apresentou a maior eficiência técnica média no país – sob ambos os Modelos, 0,89. Destaca-se, nessa região, a grande proporção de municípios cujos estabelecimentos representativos patronais obtiveram índices de eficiência superiores a 0,90: 54,20%, de acordo com o Modelo I, 46,06%, de acordo com o Modelo III. De acordo com as Figuras 1 e 2, tais municípios localizavam-se, na região Sul, especialmente nas áreas oeste de seus estados. Quanto ao Centro-Oeste, tal região encontrou-se em posição intermediária quanto à eficiência técnica de seus estabelecimentos representativos patronais (0,82 sob o Modelo I, 0,78 sob o Modelo III). As Figuras 1 e 2 indicam que os índices de eficiência superiores a 0,80 correspondiam a municípios principalmente do Mato Grosso do Sul e das áreas do sul dos estados de Mato Grosso e Goiás.

Tabela 20 – Distribuição das eficiências técnicas, região Norte

	Modelo I				Modelo III			
	Familiares		Patronais		Familiares		Patronais	
	No	%	No	%	No	%	No	%
< 0,1	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
[0,1 - 0,2[	46	8,19	0	0,00	32	5,69	0	0,00
[0,2 - 0,3[	210	37,37	0	0,00	167	29,72	7	1,27
[0,3 - 0,4[	130	23,13	19	3,44	140	24,91	50	9,04
[0,4 - 0,5[	68	12,10	89	16,09	76	13,52	120	21,70
[0,5 - 0,6[	47	8,36	170	30,74	42	7,47	156	28,21
[0,6 - 0,7[	26	4,63	164	29,66	41	7,30	126	22,78
[0,7 - 0,8[	20	3,56	74	13,38	32	5,69	58	10,49
[0,8 - 0,9[	15	2,67	34	6,15	27	4,80	33	5,97
[0,9 - 1,0]	0	0,00	3	0,54	5	0,89	3	0,54
Média	0,36		0,60		0,41		0,57	
D. padrão	0,16		0,12		0,19		0,13	
Mínimo	0,13		0,31		0,12		0,25	
Máximo	0,88		0,93		0,91		0,93	

Observação: como pertencentes à região Norte, foram considerados os municípios da Amazônia Legal, com exceção daqueles pertencentes ao Mato Grosso.

Tabela 21 – Distribuição das eficiências técnicas, região Nordeste

	Modelo I				Modelo III			
	Familiares		Patronais		Familiares		Patronais	
	No	%	No	%	No	%	No	%
< 0,1	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
[0,1 - 0,2[	23	1,35	0	0,00	13	0,76	4	0,24
[0,2 - 0,3[	408	23,97	13	0,77	260	15,28	97	5,72
[0,3 - 0,4[	429	25,21	167	9,84	382	22,44	312	18,39
[0,4 - 0,5[	212	12,46	453	26,69	257	15,10	435	25,63
[0,5 - 0,6[	165	9,69	449	26,46	156	9,17	349	20,57
[0,6 - 0,7[	160	9,40	308	18,15	154	9,05	223	13,14
[0,7 - 0,8[	159	9,34	206	12,14	175	10,28	183	10,78
[0,8 - 0,9[	140	8,23	95	5,60	262	15,39	88	5,19
[0,9 - 1,0]	6	0,35	6	0,35	43	2,53	6	0,35
Média	0,46		0,56		0,53		0,52	
D. padrão	0,20		0,14		0,22		0,16	
Mínimo	0,16		0,25		0,17		0,17	
Máximo	0,94		0,94		0,95		0,94	

Observação: como pertencentes à região Nordeste, foram considerados os municípios de atuação da SUDENE, com exceção dos maranhenses incluídos na região Norte.

Tabela 22 – Distribuição das eficiências técnicas, região Sudeste

	Modelo I				Modelo III			
	Familiars		Patronais		Familiars		Patronais	
	No	%	No	%	No	%	No	%
< 0,1	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
[0,1 - 0,2[	8	0,60	0	0,00	10	0,75	0	0,00
[0,2 - 0,3[	139	10,40	0	0,00	98	7,34	0	0,00
[0,3 - 0,4[	200	14,97	0	0,00	161	12,05	0	0,00
[0,4 - 0,5[	143	10,70	1	0,07	143	10,70	3	0,22
[0,5 - 0,6[	148	11,08	7	0,52	102	7,63	20	1,50
[0,6 - 0,7[	205	15,34	47	3,52	141	10,55	69	5,16
[0,7 - 0,8[	254	19,01	197	14,75	222	16,62	241	18,04
[0,8 - 0,9[	232	17,37	809	60,55	398	29,79	776	58,08
[0,9 - 1,0]	7	0,52	275	20,58	61	4,57	227	16,99
Média	0,58		0,85		0,64		0,83	
D. padrão	0,20		0,07		0,22		0,08	
Mínimo	0,17		0,48		0,15		0,44	
Máximo	0,93		0,95		0,94		0,95	

Observação: como pertencentes à região Sudeste, foram considerados os municípios de Minas Gerais e Espírito Santo não inclusos na região Nordeste, além daqueles de São Paulo e Rio de Janeiro.

Tabela 23 – Distribuição das eficiências técnicas, região Sul

	Modelo I				Modelo III			
	Familiars		Patronais		Familiars		Patronais	
	No	%	No	%	No	%	No	%
< 0,1	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
[0,1 - 0,2[	1	0,09	0	0,00	1	0,09	0	0,00
[0,2 - 0,3[	51	4,36	0	0,00	41	3,50	1	0,09
[0,3 - 0,4[	100	8,55	1	0,09	76	6,50	0	0,00
[0,4 - 0,5[	136	11,62	0	0,00	96	8,21	0	0,00
[0,5 - 0,6[	160	13,68	0	0,00	106	9,06	0	0,00
[0,6 - 0,7[	215	18,38	1	0,09	172	14,70	7	0,60
[0,7 - 0,8[	230	19,66	24	2,05	258	22,05	56	4,79
[0,8 - 0,9[	264	22,56	509	43,58	341	29,15	566	48,46
[0,9 - 1,0]	13	1,11	633	54,20	79	6,75	538	46,06
Média	0,64		0,89		0,69		0,89	
D. padrão	0,18		0,04		0,18		0,05	
Mínimo	0,19		0,37		0,18		0,28	
Máximo	0,91		0,96		0,93		0,95	

Observação: como pertencentes à região Sul, foram considerados os municípios de Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul.

Tabela 24 – Distribuição das eficiências técnicas, região Centro-Oeste

	Modelo I				Modelo III			
	Familiars		Patronais		Familiars		Patronais	
	No	%	No	%	No	%	No	%
< 0,1	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
[0,1 - 0,2[	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
[0,2 - 0,3[	4	0,90	0	0,00	4	0,90	0	0,00
[0,3 - 0,4[	24	5,39	0	0,00	16	3,60	1	0,23
[0,4 - 0,5[	42	9,44	1	0,23	31	6,97	1	0,23
[0,5 - 0,6[	71	15,96	1	0,23	43	9,66	13	2,93
[0,6 - 0,7[	113	25,39	19	4,28	80	17,98	47	10,59
[0,7 - 0,8[	116	26,07	114	25,68	126	28,31	165	37,16
[0,8 - 0,9[	66	14,83	277	62,39	122	27,42	203	45,72
[0,9 - 1,0]	9	2,02	32	7,21	23	5,17	14	3,15
Média	0,66		0,82		0,71		0,78	
D. padrão	0,15		0,06		0,15		0,08	
Mínimo	0,26		0,45		0,27		0,38	
Máximo	0,93		0,94		0,94		0,93	

Observação: como pertencentes à região Centro-Oeste, foram considerados os municípios de Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e Goiás.

5.2.3 Modelo de efeitos de ineficiência

Analisa-se, agora, os parâmetros estimados para os modelos de efeitos de ineficiência, inseridos nos Modelos I e III, cujos resultados foram apresentados nas Tabelas 15 e 16. Para a interpretação dos efeitos das variáveis explicativas da expressão (6), aponta-se que, dado que no modelo de efeitos de ineficiência de Battese e Coelli (1995) a variável dependente é o elemento referente à ineficiência no termo de erro (U_i), um sinal negativo do parâmetro indica que a respectiva variável favorece a eficiência técnica, enquanto que para um sinal positivo o contrário é verdadeiro.

Primeiramente, avaliam-se os efeitos das variáveis explicativas da expressão (6) que não são do tipo *dummy*. Seguindo-se Solís (2005), as elasticidades da eficiência técnica³³ em relação a essas variáveis, calculadas utilizando-se o ponto médio dos dados e do índice de eficiência estimado previamente, bem como os parâmetros de máxima-verossimilhança indicados nas

³³ Como se tratam de elasticidades da eficiência técnica, os sinais são opostos aos dos parâmetros estimados para o modelo de efeitos de ineficiência, os quais foram apresentados nas Tabelas 15 e 16.

Tabelas 15 e 16, são apresentadas na Tabela 25, tanto para o Modelo I, quanto para o Modelo III.

Tabela 25 – Análise de elasticidade dos determinantes da eficiência técnica

	Modelo I		Modelo III	
Área Pecuária (proporção)	0,128	***	0,160	***
Área Temporárias (proporção)	0,063	***	0,097	***
Área Permanente (proporção)	0,039	***	0,055	***
Educação	1,050	***	1,246	***
Experiência	0,225		0,316	**
Financiamento (proporção)	0,112	***	0,117	***
Proprietários (proporção)	0,072		0,147	**
Altitude	-0,102	***	-0,176	***
Chuva – média	0,213	***	0,233	***
Temperatura – média	-1,434	***	-2,039	***

Níveis de significância: * 10%, ** 5%, *** 1%.

Em relação à composição da produção, os resultados obtidos para ambos os Modelos I e III indicam que, em detrimento à categoria de utilização de área omitida da especificação aqui empregada – qual seja, aquela ocupada por matas e florestas, ou não aproveitável para a agropecuária –, aumentar as proporções de área destinadas a qualquer uma das demais atividades (pecuária, agricultura de lavouras temporárias ou agricultura de lavouras permanentes) teria efeito positivo e estatisticamente significativo sobre a eficiência técnica dos estabelecimentos rurais. Trata-se de um resultado compreensível: tudo o mais constante, a alocação de maior proporção da área dos estabelecimentos a atividades cujas produções contribuem mais grandemente para a composição das variáveis de produto dos Modelos I e III esperadamente levaria a maiores medidas de eficiência técnica.

O parâmetro referente à educação formal foi estimado como negativo e significativo nos modelos de efeitos de ineficiência dos dois Modelos, I e III. Isso indica que um aumento do número de anos de estudo da população adulta de dado município levaria a uma maior eficiência técnica de seus estabelecimentos agropecuários. Ademais, de acordo com a Tabela 25, entre todas as elasticidades da eficiência técnica em relação às variáveis explicativas da expressão (6), a relativa à educação mostrou-se a mais elevada, em ambos os Modelos. Trata-se de uma forte indicação de que, em concordância com o teorizado por grande parte da literatura e já apontado no Capítulo 4, também na agropecuária brasileira a educação atuaria como propulsora da eficiência técnica, propiciando que os processos de captação de

informação e de tomada de decisões por parte dos produtores sejam mais rápidos e mais bem acabados (e.g., BATTESE; COELLI, 1995; BATTESE; BROCA, 1997; ABDULAI; EBERLIN, 2001; SOLÍS *et al*, 2009).

Já o outro componente de capital humano incluído no modelo de efeitos de ineficiência da presente dissertação, a habilidade de gerenciamento dos produtores (consolidada de acordo com seus grupos de anos de direção dos trabalhos dos estabelecimentos), apresentou, nos resultados aqui apresentados, parâmetro significativo a 5% apenas no Modelo III. Ou seja, apenas no Modelo em que não se agregaram os salários obtidos fora dos estabelecimentos aos seus valores de produção como variável de produto da fronteira estocástica, a habilidade de gerenciamento mostrou-se significativa e positivamente relacionada à eficiência técnica dos estabelecimentos agropecuários. Assim, na aplicação empírica desenvolvida por meio do Modelo III da presente dissertação, houve indícios de que o efeito positivo da experiência dos produtores sobre a eficiência técnica sobressairia os aspectos desfavoráveis que acompanhariam o seu aumento de idade (WILSON *et al*, 2001). No entanto, o parâmetro relativo à habilidade de gerenciamento não se mostrou significativo no modelo de efeitos de ineficiência contido no Modelo I, em que se considerou como variável de produto a soma entre salários obtidos fora dos estabelecimentos e seus valores de produção – não se trata de um caso isolado na literatura empírica sobre a eficiência técnica da agropecuária, como foi apontado no Capítulo 4 (e.g., SHERLUND *et al*, 2002; THIAM, 2003; PAUL *et al*, 2004; SOLÍS *et al*, 2009).

Uma possível explicação para a ausência de significância do parâmetro referente à habilidade de gerenciamento na estimação apenas do Modelo I seria que a obtenção de salários fora do estabelecimento – incorporados na variável de produto nesse Modelo – seria mais expressiva entre os produtores mais jovens. Possivelmente, tais produtores têm acesso mais frequente a postos de trabalho, tanto em estabelecimentos rurais dirigidos por outrem, quanto em setores urbanos, o que amplia seu produto tal como considerado pelo Modelo I e, dados os insumos empregados, também sua eficiência técnica. Com isso, amenizar-se-ia a relação significativamente positiva verificada no Modelo III entre eficiência técnica e habilidade de gerenciamento. No entanto, claramente a questão merece um estudo mais detido, o qual, porém, encontra-se além do escopo da presente dissertação.

Com relação ao acesso a crédito, os resultados das estimações dos Modelos I e III sugeriram que ele teria influência positiva sobre a eficiência técnica na aplicação empírica da presente dissertação, uma vez que o parâmetro estimado referente à variável de financiamentos apresentou sinal negativo nos respectivos modelos de efeitos de ineficiência. Assim, como indica Helfand (2003), parece que, de fato, no caso brasileiro, o acesso a crédito levaria os estabelecimentos a escolherem combinações mais apropriadas de insumos e produtos, ao facilitar o emprego de qualidades superiores e a aquisição de informações necessárias para um melhor desempenho. Trata-se de um resultado, ainda que não unânime (e.g., BATTESE; BROCA, 1997; SOLÍS *et al*, 2009), também verificado em aplicações empíricas referentes a outras regiões (e.g., LIU; ZHUANG, 2000; ABDULAI; EBERLIN, 2001).

À semelhança do resultado obtido para a variável de habilidade de gerenciamento dos produtores, o parâmetro da variável referente à situação do produtor em relação à terra apresentou-se significativo apenas no modelo de efeitos de ineficiência correspondente ao Modelo III. Nesse Modelo, em que não se consideram os salários obtidos fora dos estabelecimentos como componentes de suas produções, a relação estatisticamente significativa e positiva entre o percentual de proprietários nos municípios e a eficiência técnica sugeriu ser válida a ideia de que a propriedade da terra reduz riscos e incentiva o investimento em técnicas que permitam maior produtividade (GEBREMEDHIN; SWINTON, 2003). No entanto, a aplicação empírica desenvolvida sob o Modelo I, em que a variável de produto foi considerada como a soma entre salários obtidos fora dos estabelecimentos e seus valores de produção, não encontrou uma relação estatisticamente significativa entre situação do produtor em relação à terra e eficiência técnica, o que constitui um resultado recorrente na literatura (e.g., BATTESE; BROCA, 1997; IGLIORI, 2005).

Novamente, portanto, tal como quanto à variável referente à habilidade de gerenciamento, obteve-se parâmetro estatisticamente significativo para a variável relativa à situação do produtor em relação à terra no Modelo III. Uma tentativa de explicação seria que, na existência de título de propriedade, produtores dedicar-se-iam mais intensivamente a atividades produtivas relacionadas a seus estabelecimentos, o que ampliaria seu produto frente a produtores que apresentem diferente situação em relação à terra. Com isso, seria verificada a relação significativamente positiva entre eficiência técnica e propriedade da terra na estimação do Modelo III. Entretanto, a análise mais cuidadosa da questão, embora bastante interessante, encontra-se além do escopo da presente dissertação.

Os parâmetros das variáveis inseridas no modelo de efeitos de ineficiência como controles ambientais mostraram-se estatisticamente significantes em ambos os Modelos I e III, sugerindo que tais fatores de fato influenciam a eficiência técnica da agropecuária brasileira. Assim, de acordo com as Tabelas 15, 16 e também 25, em média, no Brasil, maiores altitudes estão relacionadas com menores eficiências técnicas. Uma possível explicação para tanto é a dificuldade que terrenos mais acidentados, comumente associados no país a altitudes mais elevadas, dificultam a boa utilização da mecanização, de modo que o capital dos estabelecimentos rurais localizados nessas áreas pode ser subutilizado. Quanto aos demais controles ambientais, observou-se que, em média e considerando-se o país como um todo, temperaturas maiores estão relacionadas com menores eficiências técnicas, sendo o contrário válido para a precipitação pluviométrica.

Tendo sido realizadas as análises dos parâmetros estimados para as variáveis em nível inseridas na expressão (6) do modelo de efeitos de ineficiência, avaliam-se agora os efeitos auferidos das variáveis *dummy* sobre as eficiências técnicas dos estabelecimentos agropecuários pela análise empírica da presente dissertação.

Primeiramente, analisam-se os resultados para a variável de interesse central para o estudo, qual seja, a *dummy* indicativa do caráter familiar (=1) ou patronal (=0) do estabelecimento representativo. As Tabelas 15 e 16 apresentam, relativamente a ambos os Modelos I e III, parâmetros de máxima-verossimilhança positivos e estatisticamente significantes para a *dummy* indicativa de caráter familiar no modelo de efeitos de ineficiência. Os resultados sugerem, portanto, que, condicionalmente às demais variáveis inseridas na expressão (6), o caráter familiar esteja negativamente relacionado à eficiência técnica dos estabelecimentos agropecuários.

Quanto à relação entre a heterogeneidade de cada região³⁴ brasileira e a eficiência técnica de seus estabelecimentos agropecuários, um ponto bastante importante é relativo à comparação entre as Figuras 1 e 2, que mapearam os índices de eficiência técnica estimados a partir das fronteiras estocásticas de produção dos Modelos I e III, respectivamente, e os resultados

³⁴ Cabe apontar, novamente, que a classificação regional adotada na presente dissertação é diferente da usual divisão por grandes regiões brasileiras. Detalhes dessa classificação, bem como sua justificativa, podem ser encontrados na Seção 2.5.

obtidos para os parâmetros das *dummies* relativas às regiões nos seus modelos de efeitos de ineficiência. Deve-se enfatizar que, diferentemente dos índices de eficiência técnica ilustrados pelas Figuras 1 e 2, as relações mensuradas entre as variáveis do modelo de efeitos de ineficiência, inclusive as *dummies* regionais, e o desempenho dos estabelecimentos produtivos são condicionais aos demais fatores considerados no modelo – inicialmente, analisam-se os resultados obtidos empregando-se os controles inseridos na expressão (6) do modelo de efeitos de ineficiência. Como será visto a seguir, essa observação é especialmente importante para o caso da região Nordeste brasileira.

A Tabela 15 aponta que, primeiramente, para o Modelo I, obteve-se parâmetro positivo e significativo a 10% para a *dummy* referente à região Norte no modelo de efeitos de ineficiência. Portanto, dados os controles indicados na expressão (6), os estabelecimentos agropecuários da região Norte mostraram-se, em média, menos eficientes do que aqueles da região Sul (omitida da especificação). Por sua vez, o parâmetro da *dummy* da região Centro-Oeste no modelo de efeitos de ineficiência do Modelo I foi estimado como negativo e estatisticamente significativo. Assim, dados os controles indicados na expressão (6), pode-se entender que a eficiência técnica estimada para os estabelecimentos da região Centro-Oeste, em média, foi maior do que para a região Sul. Quanto às regiões Nordeste e Sudeste, os respectivos parâmetros no modelo de efeitos de ineficiência do Modelo I mostraram-se negativo e positivo, porém não estatisticamente significantes, o que não permite a dedução de que a eficiência técnica de seus estabelecimentos agropecuários, em média e condicionalmente às variáveis explicativas da expressão (6), fossem distintas daquela da região Sul.

A partir da Tabela 16 pode-se depreender que os resultados quanto às heterogeneidades regionais diferiram no Modelo III, em que se considera como variável de produto apenas o valor de produção dos estabelecimentos (em oposição à sua soma com os salários obtidos fora dos estabelecimentos, empregado no Modelo I). A principal diferença em relação aos resultados obtidos no Modelo I refere-se à significância estatística do parâmetro negativo referente à *dummy* da região Nordeste no modelo de efeitos de ineficiência. Assim, infere-se que, no caso em que se considera apenas o valor de produção como variável de produto, a região Nordeste, dados os fatores indicados na expressão (6) – ou seja, condicionalmente a apresentar níveis iguais aos da região Sul para as variáveis relativas à composição da produção, educação, habilidade de gerenciamento, relação do produtor em relação à terra,

acesso a crédito e aspectos ambientais –, estaria mais positivamente relacionada à eficiência técnica da agropecuária, relativamente à região Sul. Também diferentemente do que foi observado para o Modelo I, o parâmetro da *dummy* referente à região Norte não foi significativo nos resultados obtidos para o Modelo III. Por outro lado, também no Modelo III os estabelecimentos agropecuários da região Centro-Oeste mostraram-se, em média e dados os controles do modelo de efeitos de ineficiência, mais eficientes do que aqueles da região Sul. Novamente, o parâmetro estimado para a *dummy* referente à região Sudeste mostrou-se positivo e não significativo.

Dos resultados acima indicados, portanto, pode-se destacar a maior eficiência técnica apresentada, em média e dados os controles indicados na expressão (6), pelos estabelecimentos agropecuários da região Centro-Oeste, a qual foi verificada em ambos os Modelos I e III. Esse não é um resultado surpreendente, dado que, sobretudo entre os produtores patronais, a produção agropecuária dessa região, fronteira da expansão agrícola brasileira (BAER, 2008), pauta-se principalmente em *commodities* intensivas em tecnologia e de alto valor de mercado, com destaque para a soja (NEAD, 2010). Aponte-se que na seção anterior dessa dissertação foi visto que as médias das eficiências técnicas estimadas para a região Centro-Oeste, sob ambos os modelos, não foram superiores às da região Sul, tanto no caso da produção familiar, quanto patronal. Ressalte-se, assim, o resultado de que o parâmetro da *dummy* relativa ao Centro-Oeste nos modelos de efeitos de ineficiência ter sido significativo e negativo é indicativo de maior eficiência nessa região, condicionalmente aos demais fatores considerados de acordo com a expressão (6).

Com relação à região Norte, obteve-se que seus estabelecimentos agropecuários apresentaram, em média e condicionalmente aos fatores indicados na expressão (6), menor eficiência estimada do que a região Sul do país sob o Modelo I, mas não sob o Modelo III. Uma justificativa possível para esse resultado seria que a inserção média dos produtores em atividades remuneradas fora do estabelecimento seja menos pronunciada na região Norte, o que relativamente diminuiria sua variável de produto tal como considerada pelo Modelo I. Tal justificativa tentativa também pode ser indicada para o caso da região Nordeste, a qual, de acordo com as Tabelas 15 e 16, apresentou, em média e dados os controles indicados na expressão (6), estabelecimentos agropecuários com maior eficiência técnica de acordo com o Modelo III, mas não de acordo com o Modelo I. Trata-se de um resultado que merece destaque, uma vez que rompe com a frequente associação entre ineficiência produtiva e essa

região brasileira – no entanto, assim como suas implicações, tal resultado deve ser analisado com cuidado.

Como pôde ser visualizado por meio da Figura 2, de fato as eficiências técnicas estimadas pelo Modelo III mostraram-se baixas para os estabelecimentos representativos pertencentes à região Nordeste, tanto para os produtores familiares, quanto para os patronais. No entanto, aqui cabe reforçar o ponto de que os resultados para os parâmetros das *dummies* no modelo de efeitos de ineficiência foram obtidos por meio da estimação condicional aos demais fatores presentes na expressão (6). O resultado de que, no Modelo III, o parâmetro da *dummy* referente à região Nordeste no modelo de efeitos de ineficiência mostrou-se negativa e significativa indica que, dados os outros controles do modelo, os estabelecimentos agropecuários nordestinos apresentar-se-iam como mais eficientes tecnicamente do que aqueles da região Sul do país. Tem-se, assim, que a baixa média das ineficiências técnicas da região Nordeste, indicadas pela Figura 2, pode ser explicada por sua desvantagem em termos de capital humano e de fatores estruturais que influenciam o desempenho dos produtores rurais. Em outras palavras, tem-se que, caso as condições objetivas de produção da agropecuária do Nordeste, tais como descritas pelos controles do modelo de efeitos de ineficiência indicados na expressão (6), fossem iguais às observadas pelos produtores da região Sul, os estabelecimentos nordestinos apresentariam, em média, maior eficiência técnica dos que os sulistas. Seria, certamente, de grande interesse uma investigação mais aprofundada desse resultado, a qual, porém, encontra-se além do escopo da presente dissertação.

Como apontado anteriormente, no início desse Capítulo, é possível distinguir regionalmente o efeito do caráter familiar dos estabelecimentos agropecuários sobre a eficiência técnica por meio da especificação do modelo de efeitos de ineficiência dada pela expressão (7). Nessa especificação, foram inseridas, adicionalmente à expressão (6), interações entre as *dummies* referentes ao caráter familiar dos estabelecimentos e às regiões. Os resultados das estimativas por máxima-verossimilhança dos parâmetros das fronteiras estocásticas de produção e dos modelos de efeitos de ineficiência, com a especificação dada pela expressão (7), sob os Modelos I e III, são apresentados na Tabela 26.

Quanto ao Modelo I, em que a variável de produto empregada é a soma entre valor de produção e os salários obtidos pelos produtores fora dos estabelecimentos rurais, entre os parâmetros estimados para as interações acima indicadas, apenas aquele referente ao caráter

familiar na região Sudeste mostrou-se estatisticamente significativa. O sinal positivo desse parâmetro no modelo de efeitos de ineficiência indica que, dados os controles descritos pela expressão (7), os estabelecimentos agropecuários familiares da região Sudeste mostraram-se, em média, menos eficientes tecnicamente do que aqueles das demais regiões brasileiras.

Relativamente ao Modelo III, de acordo com a Tabela 26, obtiveram-se, na estimação do modelo de efeitos de ineficiência, parâmetros positivos e estatisticamente significantes a 1%, a 5% e a 10% para as interações indicativas de caráter familiar de estabelecimentos localizados nas regiões Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste, respectivamente. Portanto, os resultados obtidos indicam que, com exceção daqueles localizados na região Norte, os estabelecimentos familiares do restante do país são, em média e dados os controles da expressão (7), menos eficientes do que aqueles da região Sul. Esse resultado apontado para o Modelo III acerca da maior eficiência técnica da agropecuária familiar na região Sul encontra-se em consonância com o que seria esperável dado o desenvolvimento histórico da produção familiar no país, como indicado no Capítulo 1.

Além dos parâmetros obtidos para as interações nos Modelos I e III, podem-se também analisar aqueles relativos às *dummies* de região na Tabela 26, a fim de comparar-se a eficiência técnica do grupo dos estabelecimentos patronais, regionalmente. Enquanto os resultados advindos da estimação do Modelo I indicam que os estabelecimentos patronais são significativamente (a 5% e a 10%, nessa ordem) mais eficientes nas regiões Centro-Oeste e Nordeste do que na região Sul, o Modelo III inclui no grupo dessas regiões mais eficientes também o Sudeste do país. Dessa maneira, de acordo com a estimação do Modelo III, pode-se depreender que, com exceção da comparação com a região Norte, em média os estabelecimentos familiares da região Sul são mais eficientes tecnicamente do que os das demais regiões do país, enquanto seus estabelecimentos patronais são menos eficientes, dados os controles apresentados na expressão (7).

Tabela 26 – Estimativas dos parâmetros da fronteira estocástica com modelo de efeitos de ineficiência, especificação dada pela expressão 7 – Modelos I e III

		Modelo I		Modelo III	
		Parâmetro	DP	Parâmetro	DP
Fronteira de produção	Constante	1,411	0,107 ***	1,024	0,100 ***
	Pessoal Ocupado	0,580	0,074 ***	0,641	0,075 ***
	Capital	0,462	0,030 ***	0,548	0,031 ***
	Outros Insumos	-0,235	0,025 ***	-0,243	0,026 ***
	Área	0,250	0,033 ***	0,245	0,033 ***
	Pessoal Ocupado*Pessoal Ocupado	-0,102	0,020 ***	-0,108	0,021 ***
	Capital*Capital	-0,012	0,005 **	-0,014	0,005 ***
	Outros Insumos*Outros Insumos	-0,008	0,003 **	-0,009	0,003 ***
	Área*Área	-0,017	0,005 ***	-0,014	0,005 ***
	Pessoal Ocupado*Capital	0,000	0,020	-0,012	0,021
	Pessoal Ocupado*Outros Insumos	0,074	0,016 ***	0,069	0,016 ***
	Pessoal Ocupado*Área	-0,007	0,019	0,006	0,019
	Capital*Outros Insumos	0,036	0,006 ***	0,039	0,006 ***
	Capital*Área	-0,042	0,008 ***	-0,051	0,008 ***
	Outros Insumos *Área	0,069	0,006 ***	0,073	0,006 ***
Modelo de efeitos de ineficiência	Constante	0,668	0,291 **	0,591	0,302 **
	Dummy familiar	0,445	0,103 ***	0,201	0,100 **
	Área Pecuária (proporção)	-0,293	0,060 ***	-0,371	0,061 ***
	Área Temporárias (proporção)	-0,309	0,075 ***	-0,470	0,074 ***
	Área Permanente (proporção)	-0,566	0,111 ***	-0,806	0,112 ***
	Educação	-0,259	0,013 ***	-0,308	0,015 ***
	Experiência	-0,061	0,042	-0,081	0,042
	Financiamento (proporção)	-0,563	0,100 ***	-0,605	0,101 ***
	Proprietários (proporção)	-0,123	0,080	-0,240	0,079 ***
	Altitude	0,000	0,000 ***	0,000	0,000 ***
	Chuva – média	-0,002	0,000 ***	-0,002	0,000 ***
	Temperatura – média	0,061	0,008 ***	0,086	0,010 ***
	Norte	-0,001	0,108	-0,154	0,105
	Nordeste	-0,176	0,099 *	-0,320	0,096 ***
	Sudeste	-0,133	0,099	-0,261	0,093 ***
	Centro-Oeste	-0,288	0,116 **	-0,404	0,116 ***
	Norte*Dummy familiar	0,078	0,125	0,078	0,123
Nordeste*Dummy familiar	0,159	0,102	0,174	0,103 *	
Sudeste*Dummy familiar	0,202	0,106 *	0,321	0,102 ***	
Centro-Oeste*Dummy familiar	0,142	0,130	0,246	0,126 **	
σ^2	0,432	0,008 ***	0,488	0,010 ***	
Γ	0,172	0,023 ***	0,191	0,024 ***	
Log-verossimilhança	-10076,82		-10620,43		

Níveis de significância: * 10%, ** 5%, *** 1%.

Observações quanto à classificação regional: região Norte – municípios da Amazônia Legal, com exceção daqueles pertencentes ao Mato Grosso; região Nordeste – municípios de atuação da SUDENE, com exceção dos maranhenses incluídos na região Norte; região Sudeste – municípios de Minas Gerais e Espírito Santo não incluídos na região Nordeste, além daqueles de São Paulo e Rio de Janeiro; região Sul – municípios de Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul; região Centro-Oeste – municípios de Mato Grosso de Sul, Mato Grosso e Goiás.

Observação adicional: estimativas obtidas por máxima-verossimilhança.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dado que uma grande proporção da população pobre brasileira vive em áreas rurais, pode-se considerar o desenvolvimento da agropecuária como uma das principais possibilidades de aliviar-se a pobreza. Embora o desenvolvimento de novas tecnologias para aumentar a produtividade possa ser considerado como opção ótima, exige tempo e pode requerer consideráveis investimentos. Assim, uma alternativa para isso seria tirar o máximo proveito dos insumos disponíveis e da tecnologia existente por meio da melhoria da eficiência técnica dos produtores rurais. Com isso em vista, o objetivo amplo da presente dissertação foi analisar a eficiência técnica dos estabelecimentos agropecuários do Brasil, tendo como base os dados do Censo Agropecuário 2006.

Em especial, procurou-se avaliar a disparidade entre as eficiências dos produtores familiares e patronais no país. Como visto no Capítulo 1, esse ponto tem importância porque, apesar de ser marcada por diversas restrições à sua produção, a agropecuária familiar desempenha papéis de grande importância, dos pontos de vista histórico, social e econômico. O Capítulo 1 também indicou, sob diferentes aspectos, a diferenciação regional apresentada pelos produtores familiares no Brasil. Isso levou à preocupação de se analisar também regionalmente o desempenho desses produtores na presente dissertação.

O Capítulo 2 expôs o referencial teórico-metodológico empregado para essa avaliação das eficiências técnicas da agropecuária. A presente dissertação utilizou o modelo de fronteiras estocásticas de produção, tal como apresentado por Battese e Coelli (1995). Com isso, foi possível estimar simultaneamente fronteiras estocásticas – em relação às quais as eficiências técnicas são mensuradas – e avaliar como fatores exógenos à escolha dos produtores afetam seus desempenhos, de modo que se permite, assim, analisar-se o papel de políticas públicas relativas à eficiência.

A revisão da literatura realizada no Capítulo 3 indicou como diferentes autores, preocupados com diferentes países e regiões, analisaram a eficiência técnica da agropecuária. Procuraram-se relatar principalmente trabalhos preocupados com a produção rural familiar ou que tinham regiões brasileiras como objeto de estudo. Tal visão geral dessa literatura mostrou-se importante na medida em que forneceu subsídios para a especificação da análise empírica

adotado na presente dissertação – tanto para sua fronteira de produção estocástica, quanto para seu modelo de efeitos de ineficiência –, bem como indicou possibilidades para alternativas de análises que venham a complementá-la.

O Capítulo 4, por sua vez, apresentou a base de dados e a construção das variáveis que foram empregadas na análise empírica da presente dissertação sob a metodologia apresentada no Capítulo 2. A partir dos dados do Censo Agropecuário 2006, considerou-se a existência de dois estabelecimentos representativos por município brasileiro pertencente à base de dados: um familiar e um patronal. Cada um deles foi considerado na estimação da fronteira estocástica de produção da agropecuária brasileira, a qual considerou como insumos variáveis relativas a pessoal ocupado, capital, terra e gastos variáveis (denominados como “outros insumos” na análise). Já no modelo de efeitos de ineficiência, foram consideradas variáveis relativas aos seguintes aspectos dos estabelecimentos: caráter familiar (de interesse central para a presente dissertação), composição da produção, capital humano, acesso a crédito, situação do produtor em relação à terra, bem como condições ambientais. Não há consenso na literatura sobre o efeito esperado desses fatores sobre a eficiência técnica dos estabelecimentos, como indicado no Capítulo 4. As estatísticas descritivas por região, derivadas da base de dados, apresentadas ao final do Capítulo, enfatizaram a existência de um cenário diversificado na agropecuária brasileira.

O Capítulo 5 iniciou-se com a especificação do modelo empírico empregado na presente dissertação. Os testes de hipóteses apontaram a forma funcional translog – cuja consistência teórica foi também verificada – como a mais apropriada para a fronteira de produção estocástica, bem como indicaram a adequação da metodologia de Battese e Coelli (1995) para o caso em análise. Ademais, embora a escolha quanto à variável relativa ao produto (soma do valor de produção dos estabelecimentos com os salários obtidos fora deles ou apenas o valor de produção) não tenha comprometido o ranking das eficiências técnicas estimadas, optou-se por se analisarem os resultados obtidos com ambas as variáveis, com o propósito de se verificarem, ainda que preliminarmente, as implicações das atividades fora do estabelecimento sobre o desempenho dos produtores.

As eficiências técnicas, então, estimadas apresentaram um padrão comum ao Brasil e às suas regiões: em média, os estabelecimentos familiares não se mostraram mais eficientes do que os patronais. Em termos regionais, o Capítulo 5 apontou que foram observados padrões

consideravelmente claros: tanto em relação à agropecuária familiar, quanto à patronal, as regiões Sul, Centro-Oeste e Sudeste apresentaram eficiências técnicas médias superiores às daquelas das regiões Norte e Nordeste – principalmente a região Sul destacou-se pelos elevados índices de eficiência apresentados por seus estabelecimentos rurais.

A obtenção dos resultados relativos ao modelo de efeitos de ineficiência no Capítulo 5 é especialmente importante pelo motivo de que o desenho de políticas públicas requer uma análise apurada das eficiências técnicas dos produtores rurais e a identificação dos fatores que as influenciam, de modo a desenvolverem-se inovações políticas e institucionais que minimizem ineficiências existentes.

Um ponto primeiro é o resultado de que os produtores familiares apresentaram, em média, baixo desempenho relativamente aos patronais. Também condicionalmente, considerando-se fatores referentes ao capital humano e condições estruturais de produção, o caráter familiar de mostrou-se relacionado a menor eficiência técnica. Ou seja, esses fatores, que afetam a agropecuária como um todo, tais como considerados na presente dissertação, não puderam explicar completamente o diferencial de eficiência entre os grupos de produtores, tanto no Brasil, como em suas regiões. Isso implica que políticas públicas que visem ampliar a competitividade da agropecuária familiar frente à patronal, por meio do aprimoramento de sua eficiência técnica, devem ser elaboradas preferencialmente de modo específico para esses produtores. Nesse contexto, mostra-se necessário analisar e lidar com prováveis falhas de mercado que estejam dificultando o acesso dos produtores familiares a insumos de melhor qualidade e a culturas de valor mais elevado, de modo a fortalecer as economias locais.

Entre as variáveis consideradas no modelo de efeitos de ineficiência, verificou-se que a maior elasticidade da eficiência técnica correspondeu à educação formal dos municípios a que correspondiam os estabelecimentos representativos. Assim, tem-se que políticas públicas voltadas à educação formal da população em geral afetam positiva e expressivamente a eficiência técnica do setor rural. Pode-se apontar que, principalmente em um cenário pautado pela modernização da agropecuária, em que se torna premente a necessidade de obter e analisar informações de forma rápida e decisiva, o investimento em educação deve ser considerado elemento central em uma estratégia designada a aprimorar o desempenho da produção rural.

Nesse contexto da modernização da agropecuária brasileira, destaque-se a implicação do resultado obtido para a variável relativa a financiamentos no modelo de efeitos de ineficiência da presente dissertação para o desenho de políticas públicas: observou-se significativa e positiva relação entre o acesso a crédito e a eficiência técnica dos estabelecimentos rurais. A elaboração e a disponibilidade de linhas de crédito adequadas pode ser indicadas como primordiais para a competitividade dos produtores, especialmente em mercados de produções modernas e exigentes.

Aspecto importante para a elaboração de políticas públicas é dado por suas implicações em nível regional. Como se indicou ao longo dessa dissertação, a agropecuária apresenta aspectos históricos, sociais e econômicos, bem como desempenhos, variáveis entre as regiões brasileiras, de modo que é esperável que políticas públicas voltadas ao setor rural tenham efeitos diferenciados regionalmente. Em especial, aponte-se que tais políticas podem, de fato, acentuar as disparidades regionais constatadas entre os desempenhos dos produtores rurais. Por outro lado, os resultados em nível regional obtidos na presente dissertação indicam que a possibilidade de crescimento da eficiência técnica por meio de políticas públicas que aprimorem condições do contexto produtivo, tais como dadas pelos fatores considerados no modelo de efeitos de ineficiência, é especialmente grande nos municípios da área de atuação da SUDENE. Trata-se de um resultado importante, uma vez que indica instrumentos objetivos para se aumentarem as produções, dados os insumos disponíveis e a tecnologia existente, em uma região em que, em média, verificam-se desempenhos rurais aquém daqueles de outras regiões do país.

Além de tais considerações sobre os resultados quantitativos e qualitativos, a presente dissertação indicou possibilidades de estudos futuros, baseadas principalmente em limitações defrontadas por sua análise. Entre tais limitações, destacam-se as decorrentes das restrições impostas pela base de dados disponível. Aponte-se que os resultados na presente dissertação são baseados em dados em *cross-section*: com isso, as análises apresentadas anteriormente são específicas para o período de tempo a que os dados se referem (ano de 2006). Assim, não se possibilita o tratamento mais apropriado de heterogeneidades não observadas com técnicas econométricas inerentes à utilização de dados em painel, como também, conseqüentemente, não se capturam efeitos de longo-prazo ou processos dinâmicos relacionados às variáveis analisadas.

Outra limitação decorrente da indisponibilidade de dados corresponde ao fato de que variáveis apontadas pela literatura como relacionadas à eficiência técnica da agropecuária não puderam ser consideradas na especificação do modelo de efeitos de ineficiência, de modo que seus efeitos não puderam ser avaliados empiricamente. Entre tais variáveis, podem-se destacar aquelas relacionadas ao acesso a serviços de assistência e ao associativismo, cujas possíveis importâncias foram indicadas dentro do contexto da revisão da literatura do Capítulo 3.

Outras possibilidades de estudos futuros são dadas pelo emprego de metodologias alternativas ao problema analisado na presente dissertação. Dentro do conjunto metodológico econométrico referente à análise da eficiência técnica, indica-se a possibilidade de contornar-se a hipótese acerca da unicidade de produto dos estabelecimentos por meio da adoção da abordagem das funções de distância estocásticas, a qual permite a suposição de tecnologias multiproduto.

A adoção de abordagens paramétricas à análise da eficiência técnica, porém, ainda não poderia lidar – ao menos de maneira que esteja consolidada na atual literatura – com uma das limitações apresentadas pela análise da presente dissertação: a presença de efeitos espaciais não foi aqui considerada, uma vez que a teoria econométrica ainda necessita de desenvolvimentos para incorporar o problema da correlação espacial nos modelos de fronteiras estocásticas. Trata-se de uma limitação já não encontrada pela metodologia DEA, discutida no Capítulo 2. Como visto, tal metodologia apresenta pontos possivelmente positivos, como também negativos, em relação à análise de fronteiras estocásticas de produção. Pode-se, assim, apontar que, com fins comparativos, a análise desenvolvida na presente dissertação potencialmente seria enriquecida com o emprego dessa metodologia ao caso estudado.

Outra possibilidade de estudos futuros concerne à questão da relação entre as atividades realizadas fora dos estabelecimentos rurais e o desempenho dos produtores, a qual constitui recente objeto de atenção da literatura. Embora a presente dissertação tenha contemplado esse ponto de modo consideravelmente limitado (em parte devido à tecnologia de produto único aqui considerada), questões relevantes foram levantadas, o que leva ao interesse de trabalhos futuros que mais profundamente o explorem.

Uma importante observação a ser feita, por fim, concerne ao questionamento sobre a sustentabilidade da alternativa indicada na presente dissertação para o problema da pobreza rural, qual seja, o aprimoramento do desempenho dos produtores agropecuários, em especial daqueles de caráter familiar. Embora o incremento da eficiência técnica possa, no curto prazo, compensar fatores de expulsão em áreas rurais mais pobres, amenizando a dinâmica de esvaziamento da mão de obra, deve-se indagar se tal incremento seria um contrapeso sustentável e suficiente no longo prazo, em especial à medida que os custos de oportunidade para os membros do grupo familiar aumentarem na forma de novas oportunidades oferecidas nos centros urbanos, especialmente aos jovens. Claramente, é desejável que se criem melhores oportunidades aos produtores e às suas famílias, de modo que, então, emergem outras questões: “como integrar essa mão de obra rural aos mercados urbanos, de modo que não seja precário? Quais as perspectivas para a produção agropecuária, em especial de culturas tipicamente familiares?” Entre outros, esses questionamentos são necessários para estudos futuros acerca da agropecuária familiar brasileira.

Mesmo com limitações, algumas já apontadas, acredita-se que a dissertação tenha contribuído para a discussão acerca da eficiência técnica dos produtores agropecuários brasileiros, bem como sobre os fatores exógenos que afetam seu desempenho econômico, fornecendo subsídios para o desenho mais cuidadoso de políticas públicas voltadas à minimização das ineficiências existentes no setor rural do Brasil e de suas regiões.

REFERÊNCIAS

ABDULAI, Awudu. *Technical efficiency during economic reform in Nicaragua: evidence from farm household survey data*. **Economic Systems**. V. 25, pp. 113-125, 2001.

ABRAMOVAY, Ricardo. Agricultura familiar e uso do solo. **São Paulo em Perspectiva**. V. 11, n.2, pp. 73-78.

AIGNER, Denis *et al.* *Formulation and estimation of stochastic frontier production function models*. **Journal of Econometrics**. V. 6, pp. 21-37, 1977.

AJIBEFUN, Igbekele A. *Analysis of policy issues in technical efficiency of small scale farmers using the stochastic frontier production function: with application on Nigerian farmers*. In: Anais do XIII Congress, Wageningen, The Netherlands – International Farm Management Association, 2002.

ALMEIDA, Alexandre N. *Three essays in agricultural development in Central America: semiparametric analyses using panel data*. Mansfield, 2010. Tese (Doutorado em Economia Agrícola) – University of Connecticut.

ALMEIDA, Eduardo Simões *et al.* Existe convergência espacial da produtividade agrícola no Brasil? **Revista Brasileira de Economia e Sociologia Rural**. V. 46, n. 1, pp. 31-52, 2008.

ALVAREZ, Antonio; ARIAS, Carlos. *Technical efficiency and farm size: a conditional analysis*. **Agricultural Economics**. V.30, pp. 241-250, 2004.

ALVES, Eliseu. O que significam as medidas de produtividade da agricultura? **Revista de Economia e Agronegócio**. V. 8, n. 3, pp. 349-370, 2011.

BAER, Werner. *The Brazilian Economy: Growth and Development*, 6th ed. Boulder: Lyanne Rienner Publishers, 2008.

BARNES, Andrew. *Technical efficiency estimates of Scottish agriculture: a note*. **Journal of Agricultural Economics**. V. 59, n. 2, pp. 370-376, 2008.

BARRET, Christopher B. *On price risk and the inverse farm size-relationship*. **Journal of Development Economics**. V. 51, pp. 193-215, 1996.

BATTESE, George E. *Frontier production functions and technical efficiency: a survey of empirical applications in agricultural economics*. **Agricultural Economics**. V. 7, pp. 185-208, 1992.

BATTESE, George E.; BROCA, Sumiter S. *Functional forms of stochastic frontier production functions and models for technical inefficiency effects: a comparative study for wheat farms in Pakistan*. **Journal of Productivity Analysis**. V. 8, pp. 395-414, 1997.

BATTESE, George E.; COELLI, Timothy J. *A model for technical inefficiency effects in a stochastic frontier production functions for panel data*. **Empirical Economics**. V. 20, pp. 325-332, 1995.

BATTESE, George E.; COELLI, Timothy J. *A stochastic frontier function incorporating a model for technical inefficiency effects*. Working papers in econometrics and applied statistics, University of New England, n. 69, 1993.

BATTESE, George E.; COELLI, Timothy J. *Frontier production functions, technical efficiency and panel data: with application to paddy farmers in India*. **Journal of Productivity Analysis**. V. 3, pp. 153-169, 1992.

BATTESE, George E.; CORRA, Greg S. *Estimation of a production frontier model: with application to the pastoral zone of the eastern Australia*. **Australian Journal of Agricultural Economics**. V. 21, pp. 169-179, 1977.

BERKHOUT, Ezra D. *et al. Does heterogeneity in goals and preferences affect allocative and technical efficiency? A case study in Northern Nigeria*. In *Anais da International Association of Agricultural Economists Conference*, 2009.

BITTENCOURT, Gilson Alceu; ABRAMOVAY, Ricardo. *Inovações institucionais no financiamento à agricultura familiar: o Sistema Cresol*. **Revista Economia Ensaios**. V. 16, n. 1, 2003.

BRAVO-URETA, Boris E.; PINHEIRO, António E. *Efficiency analysis of developing country agriculture: a review of the frontier function literature*. **Agricultural and Resource Economics Review**. V. 22, n. 1, pp.88-101, 1993.

BRAVO-URETA, Boris E. *et al. Technical efficiency in farming: a meta-regression analysis*. **Journal of Productivity Analysis**. V. 27, pp.57-72, 2007.

BRÜMMER, Bernhard; LOY, Jens-Peter. *The technical efficiency impact of farm credit programmes: a case study of Northern Germany*. **Journal of Agricultural Economics**. V. 51, n. 3, pp. 405-418, 2000.

BUAINAIN, Antônio Márcio (Org.). **Agricultura familiar e inovação tecnológica no Brasil: características, desafios e obstáculos**. Campinas: Editora da UNICAMP, 2007.

CHAVAS, Jean-Paul *et al. Farm household production efficiency: evidence from Gambia*. **American Journal of Agricultural Economics**. V. 87, n. 1, pp. 160-179, 2005.

COELLI, Timothy J. *Recent developments in the frontier modeling and efficiency measurement*. **Australian Journal of Agricultural Economics**. V. 39, n. 3, pp. 219-245, 1995.

COELLI, Timothy J. *et al. An introduction to efficiency and productivity analysis*, 2nd ed. New York: Springer, 2005.

DAVIDOVA, Sophia; LATRUFFE, Laure. *Relationships between technical efficiency and financial management for Czech Republic farms*. **Journal of Agricultural Economics**. V. 58, n. 2, pp. 269-228, 2007.

FLETSCHNER, Diana K.; ZEPEDA, Lydia. *Efficiency of small landholders in Eastern Paraguay*. **Journal of Agricultural and Resource Economics**. V. 27, n. 2, pp 554-572, 2002.

FURTUOSO, M. C. O.; GUILHOTO, J. J. M. Estimativa e mensuração do Produto Interno Bruto do agronegócio da economia brasileira, 1994 a 2000. **Revista Brasileira de Economia e Sociologia Rural**. V. 41, n. 4, pp. 803-827, 2003.

GEBREMEDHIN, Bernahu; SWINTON, Scott M. *Investment in soil conservation in northern Ethiopia: the role of land tenure security and public programs*. **Agricultural Economics**. V. 29, pp. 69-84, 2003.

GORTON, Matthew; DAVIDOVA, Sophia. *Farm productivity and efficiency in the CEE applicant countries: a synthesis of results*. **Agricultural Economics**. V. 30, pp. 1-16, 2004.

GREENE, William H. *The econometric approach to efficiency analysis*. In FRIED, Harold O. *et al* (Org.). *The measurement of productive efficiency and productivity growth*. Oxford: Oxford University Press, 2008.

GUANZIROLI, Carlos E. *et al. Agricultura familiar e reforma agrária no século XXI*. Rio de Janeiro: Garamond, 2001.

GUILHOTO, J. J. M. *et al. O PIB do Agronegócio no Brasil e no Estado da Bahia*. In: Anais do XLV Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, 2007.

GUILHOTO, J. J. M. *et al. A participação da agricultura familiar no PIB do Brasil e de seus estados (2006-2008)*. Brasília: NEAD, 2010.

HADLEY, David. *Patterns in technical efficiency and technical change at the farm-level in England and Wales, 1982-2002*. **Journal of Agricultural Economics**. V. 57, n. 1, pp. 81-100, 2006.

HELFAND, Steven M. Determinantes da eficiência técnica no centro-oeste brasileiro. *In: HELFAND, Steven M; REZENDE, Gervásio Castro (Org.). Região e espaço no desenvolvimento agrícola brasileiro*. Rio de Janeiro: IPEA, 2003.

HELFAND, Steven M.; LEVINE, Edward S. *Farm size and the determinants of productive efficiency in the Brazilian Center-West*. **Agricultural Economics**. V. 31, pp. 241-249, 2004.

HELFAND, Steven M. *et al.* Pobreza e desigualdade de renda no Brasil rural: uma análise da queda recente. **Pesquisa e Planejamento Econômico**. V. 39, n.1, pp. 59-80, 2009.

IGLIORI, Danilo Camargo. *Determinants of technical efficiency in agriculture and cattle ranching: a spatial analysis for the Brazilian Amazon*. *In: Anais do XXXIII Encontro Nacional de Economia – ANPEC*, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo Agropecuário 2006: agricultura familiar, primeiros resultados**. 2010.

JIN, Songqing *et al.* *Productivity, efficiency and technical change: measuring the performance of China's transforming agriculture*. **Journal of Productivity Analysis**. V. 33, pp. 191-207.

KODDE, David A.; PALM, Franz C. *Wald criteria for jointly testing equality and inequality restrictions*. **Econometrica**. V. 54, n. 5, pp. 1243-1248, 1986.

KUMBHAKAR, Subal C. *et al.* **Stochastic frontier analysis**. Cambridge: Cambridge University Press, 2000.

KWON, Oh Sang; LEE, Hyunok. *Productivity improvement in Korean rice farming: parametric and non-parametric analysis*. **The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics**. V. 48, n. 2, pp. 323-346, 2004.

LIU, Zinan; ZHUANG, Juzhong. *Determinants of technical efficiency in post-collective Chinese agriculture: evidence from farm-level data*. **Journal of Comparative Economics**. V. 28, pp. 545-564, 2000.

MAGALHÃES, Marcelo Marques *et al.* *Land Reform in NE Brazil: a stochastic frontier production efficiency evaluation*. **Revista de Economia e Sociologia Rural**. V. 49, n. 1, pp. 9-29, 2011.

MARCHAND, Sébastien. *Technical efficiency, farm size and tropical deforestation on the Brazilian Amazonian forest*. Document de travail de la série Etudes et Documents, CERDI-CNRS, Université d'Auvergne, n.2, 2010.

NISHIMIZU, Mieko; PAGE, John M. *Total factor productivity growth, technological progress and technical efficiency change: dimensions of productivity change in Yugoslavia, 1965-78*. **The Economic Journal**. V. 92, n. 368, pp. 920-936, 1982.

NOGUEIRA, Magda Aparecida. *Eficiência técnica agropecuária das microrregiões brasileiras*. Viçosa, 2010. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa.

OGUNDARI, Kolawole. *Technical efficiency of farmers under different multi-cropping systems in Nigeria*. **Tropical and Subtropical Agroecosystems**. V. 10, pp. 117-120, 2009.

OGUNYINKA, Ebenezer O.; AJIBEFUN, Igbekele A. *Determinants of technical inefficiency on farm production: tobit analysis approach to the NDE farmers in Ondo State, Nigeria*. **International Journal of Agriculture & Biology**. V. 6, n.2, pp. 355-358, 2004.

OKOYE, B. C. *et al.* *Technical efficiency of small-holder cocoyam farmers in Anambra State, Nigeria: implications for agricultural extension policy*. **Journal of Agricultural Extension** V. 12, n. 1, pp. 107-116, 2008.

OLSON, Kent; VU, Linh. *Economic Efficiency and Factors Explaining Differences Between Minnesota Farm Households*. In Anais do 2007 Annual Meeting American Agricultural Economics Association, 2007.

OTSUKI, Tsunehiro *et al.* *The implication of property rights for joint agriculture-timber productivity in the Brazilian Amazon*. **Environment and Development Economics**. V. 7, pp. 299-323, 2002.

PAUL, Catherine Morrison *et al.* *Scale economies and efficiency in U.S. agriculture: are traditional farms history?* **Journal of Productivity Analysis**. V.22, pp. 185-205, 2004.

PEROBELLI, Fernando Salgueiro *et al.* *Produtividade do setor agrícola brasileiro (1991-2003): uma análise espacial*. **Nova Economia**. V. 17, n.1, pp. 65-91, 2007.

QUEIROZ, Carlos Roberto Alves; POSTALI, Fernando Antonio Slaibe. **Rendas do petróleo e eficiência tributária dos municípios brasileiros**. In: Anais do XXXVIII Encontro Nacional de Economia – ANPEC, 2010.

REYDON, Bastiaan Philip; PLATA, Ludwig Einstein Agurto. *O mercado de arrendamento e parceria no Brasil*. In: REYDON, Bastiaan Philip; CORNÉLIO, Francisca Neide Maemura (Org.). **Mercados de terras no Brasil: estrutura e dinâmica**. Brasília: NEAD, 2006.

RIOS, Ana R.; SHIVELY, Gerald E. *Farm size and nonparametric efficiency measurements for coffee farms in Vietnam*. In: Anais do American Agricultural Economics Association Annual Meeting, 2005.

SAUER, Johannes *et al.* *Stochastic efficiency measurement: the curse of theoretical consistency*. **Journal of Applied Economics**. V. 9, n.1, pp. 139-165, 2006.

SCHETTINI, Daniela. **Eficiência produtiva da indústria de transformação nas regiões brasileiras: uma análise de fronteiras estocásticas e cadeias de Markov**. São Paulo, 2010. Tese (Doutorado em Economia) – Programa de Pós-Graduação em Economia da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo.

SCHULTZ, Theodore W. *Transforming traditional agriculture*. New Haven: Yale University Press, 1964.

SCHULTZ, Theodore W. *Nobel Lecture: the economics of being poor*. **Journal of Political Economy**. V. 88, n. 41, pp. 639-651, 1980.

SHERLUND, Shane M. *et al.* *Smallholder technical efficiency controlling for environmental production conditions*. **Journal of Development Economics**. V. 69, pp. 85-101, 2002.

SILVA E SOUZA, Geraldo *et al.* *Technical Efficiency in Brazilian Agriculture: a Stochastic Frontier Approach*. In: Anais do XLVII Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, 2009.

SOLÍS, Daniel Alejandro. *Household productivity and investment in soil conservation: evidence from small-scale hillside farmers in Central America*. Mansfield, 2005. Tese (Doutorado em Economia Agrícola) – University of Connecticut.

SOLÍS, Daniel *et al.* *Technical Efficiency among peasant farmers participating in natural resource management programmes in Central America*. **Journal of Agricultural Economics**. V. 60, n. 1, pp. 202-219, 2009.

SOUZA, Igor Viveiros *et al.* *Eficiência do setor hospitalar nos municípios paulistas*. **Economia Aplicada**. V. 14, n. 1, pp. 51-66, 2010.

SOUZA FILHO, Hildo Meirelles *et al.* **Agricultura familiar e tecnologia no Brasil: características, desafios e obstáculos**. In: Anais do XLII Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, 2004.

TAYLOR, T. G.; SHONKWILER, J. S. *Alternative stochastic specifications of the frontier production function in the analysis of agricultural credit programs and technical efficiency*. **Journal of Development Economics**. V. 21, pp. 149-160, 1986.

THIAM, Abdourahmane. *Primal versus dual farm efficiency: econometric evidence from Senegal*. Mansfield, 2003. Tese (Doutorado em Economia Agrícola) – University of Connecticut.

THIAM, Abdourahmane *et al.* *Technical efficiency in developing country agriculture: a meta-analysis.* **Agricultural Economics.** V. 25, pp. 235-243, 2001.

TOWNSEND, R. F. *et al.* *Farm size, productivity and returns to scale in agriculture revised: a case study of wine producers in South Africa.* **Agricultural Economics.** V. 19, pp.175-180, 1998.

VICENTE, José R. *Economic Efficiency of Agricultural Production in Brazil.* **Revista de Economia e Sociologia Rural.** V. 42, n.2, pp. 201-222.

VIDIGAL, Vinícius Gonçalves *et al.* *Análise espacial da produtividade da cana-de-açúcar em Minas Gerais, 1990 a 2007.* **Revista de Economia e Administração.** V. 10, n.2, pp. 241-259, 2011.

WILSON, Paul *et al.* *The influence of management characteristics on the technical efficiency of wheat farmers in Eastern England.* **Agricultural Economics.** V. 24, pp. 329-338, 2001.

ZAR, Jerrold H. *Significance testing of the spearman rank correlation coefficient.* **Journal of the American Statistical Association.** V. 67, n. 339, pp. 578-580, 1972.

ZELLNER, A. *et al.* *Specification and estimation of Cobb-Douglas production function models.* **Econometrica.** V. 34, n. 4, pp. 784-795.