



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA (PIMES)

KLEYTON JOSÉ DA SILVA PEREIRA DE SIQUEIRA

PRODUTIVIDADE E EFICIÊNCIA DOS MUNICÍPIOS BRASILEIROS:
um olhar para as heterogeneidades regionais

RECIFE

2019

KLEYTON JOSÉ DA SILVA PEREIRA DE SIQUEIRA

PRODUTIVIDADE E EFICIÊNCIA DOS MUNICÍPIOS BRASILEIROS:
um olhar para as heterogeneidades regionais

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia (PIMES) do Departamento de Economia da Universidade Federal de Pernambuco como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Ciências Econômicas.

Orientador: Prof. Dr. Nelson Leitão Paes

RECIFE

2019

Catálogo na Fonte

Bibliotecária Ângela de Fátima Correia Simões, CRB4-773

S618p

Siqueira, Kleyton José da Silva Pereira de

Produtividade e eficiência dos municípios brasileiros: um olhar para as heterogeneidades regionais / Kleyton José da Silva Pereira de Siqueira. - 2019.

112 folhas: il. 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Nelson Leitão Paes.

Tese (Doutorado em Economia) – Universidade Federal de Pernambuco, CCSA, 2019.

Inclui referências e apêndices.

1. Eficiência produtiva. 2. Produtividade. 3. Heterogeneidade. I. Paes, Nelson Leitão (Orientador). II. Título.

330 CDD (22. ed.)

UFPE (CSA 2019 – 072)

KLEYTON JOSÉ DA SILVA PEREIRA DE SIQUEIRA

PRODUTIVIDADE E EFICIÊNCIA DOS MUNICÍPIOS BRASILEIROS:
um olhar para as heterogeneidades regionais

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia (PIMES) do Departamento de Economia da Universidade Federal de Pernambuco como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Ciências Econômicas.

Orientador: Prof. Dr. Nelson Leitão Paes

Aprovada em: **06/07/2019**

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Nelson Leitão Paes (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Francisco de Sousa Ramos (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Felipe Resende Oliveira (Examinador externo)
Universidade Federal do Mato Grosso

Prof. Dr. Enivaldo Carvalho da Rocha (Examinador externo)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Sergiany da Silva Lima (Examinador externo)
Universidade Federal de Rural de Pernambuco

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à minha esposa, Fabiana Costa, por ter me dado todo o suporte durante o período em que estive dedicado ao doutorado em economia. À minha mãe, pois durante toda a minha vida foi sempre a primeira incentivadora e por prover minha educação, tanto formal, quanto moral.

Agradeço também aos demais familiares, que direta ou indiretamente influenciaram as minhas escolhas. Agradeço a todos os professores do programa de Pós-graduação em Economia da Universidade Federal de Pernambuco por me possibilitarem adquirir as bases teóricas formais necessárias à formação de Doutor em Economia. Agradeço ao apoio dado pela secretaria do programa de Pós-graduação em Economia pelos serviços e auxílios prestados, com atenção especial para a servidora Jackeline por todo esforço em me ajudar nos problemas administrativos. Aos colegas e amigos do Doutorado, em especial a Ricardo Carvalho, Paulo Guimarães, Inaldo Bezerra, Guilherme Canavarro e Reili Amon-Há pelas horas de estudos e os felizes momentos de lazer.

Deixo meu agradecimento ao Professor Nelson Paes por ter me orientado na construção da pesquisa que traz aqui seus resultados e por ter sido sempre flexível e compreensivo comigo. Agradeço também ao professor João Policarpo por ter me orientado nas fases iniciais da pesquisa. Agradeço a Banca avaliadora pela disponibilidade e pelas contribuições dadas ao trabalho.

Por fim, agradeço à Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco – FACEPE, pela concessão de bolsa de estudos que tornou possível a realização deste trabalho, bem como a conclusão do doutorado.

RESUMO

O objetivo desta tese foi entender a produtividade brasileira a partir da eficiência produtiva dos municípios e fornecer um quadro comparativo dos possíveis determinantes da eficiência levando em consideração as heterogeneidades provenientes dos diferentes portes de municípios e das especificidades regionais. Para alcançar o objetivo aqui proposto este estudo realizou uma análise da eficiência produtiva municipal a partir de uma técnica de estimação de múltiplas fronteiras estocásticas em dois estágios. Como principais resultados destaca-se a existência de baixa eficiência produtiva nos municípios brasileiros (63,6%) e que esse resultado está fortemente associado ao resultado dos municípios de pequeno porte. Além disso, foi possível perceber diferenças nas intensidades relativas dos fatores de produção nas diferentes regiões do país. Também foi possível identificar pontos de homogeneidades e heterogeneidades no que tange a explicação das diferenças de eficiência entre as regiões e os municípios de grande e pequeno porte. Por fim, é plausível concluir que é possível uma melhoria da produtividade brasileira através da melhoria da eficiência produtiva. Neste sentido, políticas públicas que promovam um avanço educacional podem ter eficácia no tratamento da ineficiência de forma abrangente, mesmo considerando as heterogeneidades existentes nos municípios e nas regiões brasileiras. Por outro lado, políticas voltadas para o combate da pobreza e da desigualdade beneficiariam o Nordeste brasileiro de forma mais intensiva, especialmente nos municípios de pequeno porte dessa região. Além disso, este estudo mostra que o Centro-Oeste é a região mais produtiva do Brasil, mas que mesmo assim pode-se ampliar a eficiência dos municípios daquela região com ações voltadas para a evolução da produtividade agrícola.

Palavras Chave: Eficiência Produtiva. Produtividade. Heterogeneidade. Fronteira Estocástica. Determinantes de Ineficiência.

ABSTRACT

The objective of this thesis was to understand the Brazilian productivity based on the productive efficiency of the municipalities and to provide a comparative table of the possible determinants of efficiency considering the heterogeneities coming from the different municipalities and regional specificities. In order to reach the objective proposed here, this study carried out an analysis of the municipal productive efficiency with a technique of estimation of multiple stochastic frontiers in two stages. The main results highlight the existence of low productive efficiency in Brazilian municipalities (63.6%) and that this result is strongly associated to the result of small municipalities. In addition, it was possible to perceive differences in the relative intensities of the factors of production in the different regions of the country. It was also possible to identify points of homogeneity and heterogeneity regarding the explanation of efficiency differences between the regions and municipalities of large and small. Finally, it is plausible to conclude that it is possible to improve Brazilian productivity by improving productive efficiency. In this sense, public policies that promote educational advancement can be effective in treating inefficiency comprehensively, even considering the heterogeneities existing in Brazilian municipalities and regions. On the other hand, policies aimed at combating poverty and inequality would benefit the Brazilian Northeast more intensively, especially in the small municipalities of this region. In addition, this study shows that the Center-West is the most productive region in Brazil, but that even so, it is possible to increase the efficiency of the municipalities of that region with actions aimed at the evolution of agricultural productivity.

Keywords: Productive Efficiency. Productivity. Heterogeneity. Stochastic Frontier. Determinants of Inefficiency.

Sumário

1	INTRODUÇÃO	8
2	REVISÃO DA LITERATURA	12
2.1	PRODUTIVIDADE E EFICIÊNCIA: PRINCIPAIS ABORDAGENS NA LITERATURA INTERNACIONAL	12
2.2	PRODUTIVIDADE E EFICIÊNCIA: PRINCIPAIS ABORDAGENS NA LITERATURA NACIONAL.....	23
3	METODOLOGIA	31
3.1	PRIMEIRO ESTÁGIO: ANÁLISE DE EFICIÊNCIA	31
3.1.1	Múltiplas Fronteiras de Produção: Primeiro Estágio.....	33
3.2	SEGUNDO ESTÁGIO: CORRELAÇÕES ENTRE EFICIÊNCIA E CARACTERÍSTICA MUNICIPAIS	38
3.3	FONTE DE DADOS E MENSURAÇÃO DAS VARIÁVEIS	40
4	RESULTADOS.....	42
4.1	MENSURAÇÃO DA EFICIÊNCIA PRODUTIVA: PRIMEIRO ESTÁGIO.....	42
4.1.1	Múltiplas Fronteiras Nacionais.....	42
4.1.2	Múltiplas fronteiras regionais	49
4.2	CORRELAÇÕES ENTRE CARACTERÍSTICAS MUNICIPAIS, EFICIÊNCIA E PRODUTIVIDADE	52
4.2.1	Correlações entre Eficiência e Caraterísticas Municipais em Nível Nacional	53
4.2.2	Correlações entre Eficiência e Caraterísticas Municipais em Nível Nacional Heterogeneidades entre municípios de até 50 mil habitantes e mais de 50 mil habitantes.....	57
4.2.3	Correlações entre Eficiência e Características Municipais: Um Olhar Sob o Ângulo das Heterogeneidades Regionais.....	63
5	CONCLUSÕES	71
	REFERÊNCIAS	74
	APÊNDICE A – Fronteiras Regionais Totais	81
	APÊNDICE B – Fronteiras Regionais com municípios de até 50 mil habitantes.....	83
	APÊNDICE C – Fronteiras Regionais com municípios de mais de 50 mil habitantes	85
	APÊNDICE D - Estimções Regionais de Segundo Estágio (Geral)	87
	APÊNDICE E - Estimções Regionais de Segundo Estágio (Mais de 50 mil habitantes)	91
	APÊNDICE F - Estimções Regionais de Segundo Estágio (Até 50 mil habitantes)	94
	APÊNDICE G - MODELO TEÓRICO DE ECONOMIA REGIONAL COM INEFICIÊNCIA	99

1 INTRODUÇÃO

O problema da produtividade é abordado por diversos autores como preponderante na explicação do desempenho econômico. Vários estudos buscaram entender como os diferenciais de produtividade têm afetado os diferenciais de renda dos países. Essa discussão surge da evolução da teoria do crescimento econômico e se desenvolve com os trabalhos de Coe e Helpman (1995), Islam (1995), Keller (1997), Klenow e Rodríguez-Clarence (1997), Benhabib e Spiegel (2002), e Hsieh e Klenow (2009).

A partir do trabalho Hsieh e Klenow (2009) a literatura sobre produtividade tende a dar maior importância para as relações existentes entre produtividade e eficiência. Muitos autores sugerem que a ineficiência em alocar recursos está diretamente relacionada a produtividade agregada da economia. Assim, nos últimos anos surgem diversos estudos que relacionam má alocação de recursos, produtividade e eficiência produtiva (HSIEH e KLENOW, 2009; BANERJEE e MOLL, 2010; JONES, 2011; RESTUCCIA e ROGERSON, 2008 e 2012; RESTUCCIA, 2012; MOLL 2014; DA-ROCHA, TAVARES e RESTUCCIA, 2016; e ADAMOPOULOS *et al.*, 2017).

Essa corrente teórica mensura a eficiência econômica a partir da comparação dos resultados de diferentes unidades produtoras, supondo que existe um padrão de alocação de recursos eficiente. Logo, quanto mais distante está a alocação de recursos desse padrão eficiente, menor a produtividade em nível microeconômico, mais ineficiente é a produção e o uso dos recursos e, conseqüentemente, menor a produtividade agregada da economia (HSIEH e KLENOW, 2009; RESTUCCIA e ROGERSON, 2008; 2012; ADAMOPOULOS *et al.*, 2017).

Ainda em relação a mensuração da eficiência econômica e suas relações com a produtividade, Pires e Garcia (2004) analisam a Produtividade Total dos Fatores (TFP) de 75 países a partir de um modelo de fronteira estocástica e mostram como a eficiência técnica é um importante componente da TFP dos países. Nessa mesma linha Delgado e Álvarez (2005) analisaram a eficiência dos países da União Europeia, buscando entender como a maior integração regional possibilitou melhoria na eficiência e na alocação dos recursos. Já Moraes *et al.* (2016) avaliaram eficiência e TFP agrícola nos países da América do Sul.

Com o passar do tempo alguns estudos centraram a discussão sobre o diferencial de renda na direção de discussões regionais e buscaram trabalhar com dados mais

desagregados. Neste contexto, surgem alguns questionamentos: “porque as diferentes regiões de uma mesma nação têm diferentes níveis de renda?” Além disso, “há necessidade de preocupação com as questões regionais?” “Há alguma forma (política) para contornar os problemas existentes?”

Na tentativa de responder a esses novos desafios, Marinho, Ataliba e Lima (2002), por exemplo, estudaram a eficiência dos estados brasileiros relacionando os níveis de eficiência com a Produtividade Total dos Fatores a partir do índice de Malmquist. Schettini e Azzoni (2018) também estudaram a eficiência dos estados brasileiros, fornecendo evidências mais atuais em nível de estado. Em seu trabalho os autores defendem a utilização da “eficiência técnica fornecida pela metodologia Stochastic Frontier como medida de produtividade” (p.353). Segundo os autores, é possível estabelecer uma relação direta entre a Produtividade Total dos Fatores (TFP) e a eficiência produtiva, uma vez que um aumento na eficiência técnica leva necessariamente a uma melhoria na TFP (tudo mais mantido constante).

Partindo da discussão estabelecida na literatura de que parte da desigualdade de renda entre os países, estados e regiões é fruto de diferenças na produtividade agregada, este trabalho se propôs a estudar a eficiência produtiva brasileira a partir de dados em nível municipal, entendendo que o nível de eficiência é uma boa medida de produtividade, como defendido por Schettini e Azzoni (2018).

Assim, este trabalho tem como objetivo geral entender a produtividade brasileira a partir da eficiência produtiva dos municípios. Além disso, tem como objetivos específicos: i) Estimar a eficiência produtiva brasileira a partir da eficiência produtiva dos municípios; ii) Estimar a eficiência produtiva das regiões do Brasil; iii) Fornecer um quadro comparativo da produtividade municipal levando em consideração as heterogeneidades existentes entre municípios de diferentes regiões e de diferentes portes; iv) Entender quais são os principais fatores que levam os municípios a apresentarem diferenças nas suas produtividades, a partir de diferenças na eficiência produtiva.; e v) Captar a heterogeneidade regional existente nos fatores relacionados a eficiência produtiva municipal.

Com o intuito de alcançar os objetivos listados acima, destaca-se que a construção metodológica deste trabalho segue a lógica de estimação em dois estágios. No primeiro estágio estima-se os índices de eficiência produtiva dos municípios através do método de múltiplas fronteiras estocásticas. Já no segundo estágio, busca-se correlacionar estes índices com participação do governo na economia, qualidade institucional,

disponibilidade de crédito, grau de abertura comercial, características populacionais e etc., através de múltiplas regressões para que fosse possível entender os determinantes da eficiência nos diversos cenários regionais e nacionais.

Uma vez que se entende o papel da eficiência na produtividade e da produtividade na determinação da renda é possível perceber a importância deste estudo. Neste contexto, este estudo se justifica por ser inovador na análise da relação existente entre ineficiência e produtividade, uma vez que fornece evidências sobre a eficiência produtiva em nível municipal. Vale destacar que não existem estudos na literatura que abordem a produtividade partindo da eficiência dos municípios brasileiros. Tal fato leva esse trabalho a contribuir com a literatura sobre eficiência e produtividade no Brasil.

Outra importante inovação deste estudo é a incorporação da heterogeneidade regional na análise da eficiência produtiva. Neste sentido, é válido salientar que a metodologia de múltiplas fronteiras de produção em dois estágios é uma técnica também inovadora ao permitir incorporar as heterogeneidades regionais citadas nos estudos da eficiência produtiva. Assim, ao inovar na análise regional, esta tese contribui também com a discussão sobre os diferenciais de renda existentes entre as regiões brasileiras. Tal fato permite aos formuladores de políticas públicas o melhor entendimento do problema regional no Brasil, possibilitando a implementação de ações específicas e mais efetivas para a melhoria da produtividade, e, conseqüentemente, da renda nas diferentes regiões.

Vale destacar ainda, que ao fornecer um quadro comparativo da eficiência nos municípios de tamanhos diferentes, este estudo traz outra inovação, pois mostra que não é possível pensar em produtividade e eficiência sem pensar nos problemas específicos dos municípios de pequeno e grande porte. Assim, é possível defender que a análise aqui desenvolvida traz ampla contribuição para a literatura sobre produtividade e eficiência, fornecendo não apenas evidências em níveis mais desagregados que os encontrados até então, mas também, por fornecer evidências sobre as heterogeneidades produtivas nos municípios brasileiros. Além disso, por implementar uma construção metodológica capaz de lidar com as heterogeneidades produtivas e que permite a identificação dos possíveis determinantes da eficiência, sugere um novo caminho a ser seguido em trabalhos futuros que desejem investigar problemas semelhantes.

Por fim, vale referir que este trabalho está dividido da seguinte forma: uma seção de revisão da literatura sobre produtividade e eficiência, conceituando e trazendo uma discussão dos principais resultados encontrados sobre a temática; uma seção que descreve a metodologia aplicada na análise da eficiência produtiva e de seus possíveis

determinantes; uma seção com os resultados encontrados para a eficiência produtiva e suas heterogeneidades; uma seção com os resultados encontrados em relação aos possíveis determinantes da eficiência nos diferentes cenários nacionais e regionais; e por fim, uma seção com as principais conclusões sobre o problema da eficiência produtiva no Brasil.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 PRODUTIVIDADE E EFICIÊNCIA: PRINCIPAIS ABORDAGENS NA LITERATURA INTERNACIONAL

O debate acerca da produtividade e da eficiência remonta à discussão sobre desenvolvimento e crescimento. Assim, essa literatura tem um papel central na teoria econômica e foi tratada por diferentes autores em diferentes épocas. Segundo Manuelli e Seshadri (2014), “talvez nenhuma pergunta tenha atraído tanta atenção da literatura econômica como “Por que alguns países são mais ricos do que os outros?”” (MANUELLI e SESHADRI, p. 2736).

O trabalho de Solow (1956) tenta responder a essa pergunta, destacando o papel da acumulação do capital físico como foco central das diferenças de rendas entre países. Ellery Jr. (2014) destaca que há também um importante papel dado ao fator tecnológico exógeno (o chamado resíduo de Solow ou “tamanho da nossa ignorância”) na teoria do referido autor e salienta que, atualmente, esta variável vem sendo utilizada para o cálculo da Produtividade Total dos Fatores (em sua sigla inglês TFP), onde, em geral, são feitas as seguintes suposições: “i) os fatores de produção são utilizados de forma tecnicamente eficiente e são pagos por seus produtos marginais; ii) a produção é feita por meio de uma tecnologia que apresente retornos constantes de escala e que o preço é dado pelo custo marginal” (2014, p.62).

A partir do trabalho seminal de Solow (1956) outros autores se debruçaram sobre o problema do crescimento econômico e desenvolveram teorias alternativas àquela defendida inicialmente pelo autor. Lucas (1988), por exemplo, sugere que a acumulação de capital físico não poderia responder sozinha pelo processo de crescimento econômico de uma nação e traz a ideia de que é também importante levar em consideração o capital humano como parte do modelo. Mankiw, Romer e Weil (1992) estendem o modelo de Solow, incluindo acumulação de capital humano juntamente com a acumulação de capital físico. Os autores percebem que ao incluírem o capital humano no modelo tanto a acumulação de capital físico, quanto o crescimento populacional apresentaram maiores impactos sobre os níveis de renda dos países.

Coe e Helpman (1995) constroem uma medida de produtividade total dos fatores para verificar os efeitos dos estoques de capital e P&D estrangeiros sobre essa medida de produtividade. A novidade teórica de seu estudo concerne em medir o crescimento da TFP que não está diretamente associada à acumulação de insumo em uma determinada

economia. Eles abrem espaço para uma discussão sobre como o crescimento pode estar sendo afetado por fatores alheios aos insumos e quais os mecanismos que podem levar esses fatores a influenciar o desempenho e o crescimento da economia.

Islam (1995) desenvolve um estudo que tem como foco central a questão da convergência de renda entre os países. Em seu estudo ele ressalta que a literatura até então vinha trabalhando com a hipótese de homogeneidade das funções de produção ao usarem a abordagem de estimação com dados de corte. No entanto, para o autor o ideal seria tratar os países considerando suas heterogeneidades a partir de uma abordagem de estimação com dados em painel.

Segundo Islam (1995) ao se utilizar de uma abordagem com dados em painel é possível capturar as diferenças na função de produção agregada que são específicas e não observáveis de uma determinada nação e que são negligenciadas ao se utilizar dados de corte. Assim, segundo o autor, sua abordagem permitiria captar diferenças tecnológicas e institucionais no processo de convergência de renda entre os países. Para ele, a nova abordagem permite também o controle sobre o viés de variável omitida melhorando assim a robustez dos resultados alcançados.

Com a crescente discussão acerca da importância da produtividade para explicar as diferenças internacionais de renda, Klenow e Rodríguez-Clarence (1997) desenvolveram um trabalho levantando novas evidências que mostram que uma parcela do crescimento e do desempenho das nações é explicado através de diferenças da produtividade. Neste estudo, os autores constatarem que a esmagadora maioria das variações no crescimento da renda internacional está mais fortemente associada a diferenciais no crescimento da produtividade do que em mudanças dos estoques de capital físico e humano. Eles ainda advertem para a alta correlação encontrada entre os insumos e a produtividade, mostrando que países ricos têm altos níveis de investimento, capital humano e produtividade e que o oposto ocorre com países pobres.

Acemoglu, Johnson e Robinson (2001), trazem de volta a discussão sobre instituições e crescimento econômico. Neste sentido, os autores sugerem que o papel das instituições é indiscutível no processo de crescimento e desenvolvimento econômico, sendo também responsável pelo diferencial de renda das nações. Em seguida, eles concluem afirmando que os resultados de seu estudo “sugerem ganhos econômicos substanciais ao melhorar as instituições” (p. 1395).

O trabalho de Hsieh e Klenow (2009) também estuda a TFP como determinante para os diferenciais de renda das nações. Todavia, o enfoque ressalta o impacto da má

alocação de recursos sobre a TFP. O trabalho de Hsieh e Klenow (2009) representa um marco para a crescente literatura sobre má alocação de recursos, e juntamente com Restucia (2008) eles fornecem as diretrizes para a estimação dos efeitos da má alocação sobre a diferencial de renda entre as economias através da ineficiência gerada com a má alocação. Neste contexto, os trabalhos que enfocam as relações existentes entre Má Alocação de recursos (*Misallocation*), produtividade, eficiência e crescimento ganharam notoriedade e espaço na literatura econômica.

Hsieh e Klenow (2009) defendem a suposição de que as diferenças de renda entre as economias são também advindas das diferenças na TFP. Para eles, não basta atribuir esses resultados apenas a produtividade, é preciso entender os fatores que levam a variação da produtividade entre as economias. Em sua discussão teórica, os autores sugerem que essa variação pode vir tanto da diferença de tecnologia, quanto da má alocação de recursos. Assim, os autores apresentam um modelo que mostra como a má alocação de recursos em nível de firma pode gerar consequências sobre a produtividade agregada, sobre a eficiência agregada e sobre o PIB *per capita* de Índia e China em comparação com os dados dos Estados Unidos (parâmetro de eficiência comparativa).

Dessa forma, ao comparar os produtos médios e sua dispersão nas firmas de Índia e China com as encontradas nos Estados Unidos, Hsieh e Klenow (2009) apontam que a China poderia ter um acréscimo de 30% – 50% na produtividade caso tivessem a mesma dispersão da receita de produtividade das firmas dos Estados Unidos e a Índia de 40% – 60%, quando comparada também com o caso americano. Para avaliar os ganhos de renda *per capita* para esses países, os autores utilizam uma forma simples de mensuração. Eles fazem a razão do PIB *per capita* observado com o que eles chamam de PIB *per capita* eficiente (PIB *per capita* considerando a mesma dispersão de tamanho das firmas dos Estados Unidos) e esta razão daria um índice que varia entre (0 e 1] e serviria de base para avaliar o potencial da economia.

Para Banerjee e Moll (2010) o problema da Má Alocação ou Má Utilização de recursos tem cada vez mais apelo na literatura econômica. Segundo eles,

há um interesse crescente na visão de que o subdesenvolvimento pode não ser apenas uma questão de falta de recursos, como capital, mão-de-obra qualificada, empreendedorismo ou ideias, mas também uma consequência da má alocação ou má utilização dos recursos disponíveis (p. 189).

Os autores mostram também que há diferentes abordagens para tratar o problema da Má Alocação/Utilização dos recursos. Eles destacam que este problema já foi tratado

a partir das fricções no mercado de crédito e suas consequências sobre a dispersão da produtividade marginal do capital; da dispersão da receita da produtividade marginal do trabalho e do capital (consequência de distorções exógenas como regimes fiscais ou instituições); da dispersão do tamanho das firmas na economia; da correlação entre o tamanho da firma e seu produto médio; ou até por um exercício de calibração onde são impostos parâmetros sobre uma possível má alocação, com a posterior avaliação de quais as consequências desse cenário. Eles advertem, porém, que todas as formas de mensuração têm suas limitações, mas sugerem que é possível mensurar como a má alocação tem contribuído para os diferenciais de renda que existem entre as economias.

Banerjee e Moll (2010) também levantam o questionamento sobre a persistência dos efeitos da má alocação. Segundo os autores, é importante entender se a má alocação desaparece, ou não, ao longo do tempo e sob quais condições este fato poderia acontecer. Para tanto, eles definem má alocação intensiva e extensiva, sendo a principal diferença entre os dois conceitos a possibilidade de haver redistribuição de recursos (realocação) entre agentes ativos (que possuem alguma parcela de capital e estão produzindo) e agentes inativos (aqueles que têm potencial produtivo, mas não têm acesso aos recursos). No caso da má alocação intensiva os autores definem que a realocação só deve ocorrer entre os agentes ativos. Já na extensiva, eles permitem uma redistribuição para agentes inativos.

A partir das definições de Má Alocação intensiva e extensiva os autores concluem que é possível encontrar no seu modelo uma persistência da má alocação ao longo do tempo. No entanto, eles argumentam que este resultado é sensível as formas funcionais das funções de produção, em particular, eles sustentam que depende de como estão sendo tratados os retornos de escala, ou seja, se as funções de produção exibem, ou não, retornos decrescentes. Os autores concluem então que a má alocação intensiva tende a desaparecer no longo prazo, e que o mesmo não acontece com a extensiva.

Jones (2011) também considera que o caminho com maior potencial para explicar as diferenças de renda entre as economias é o da má alocação de recursos. Para ele, esta corrente teórica representa “um dos desenvolvimentos mais importantes na literatura de crescimento da última década” (p.02).

O autor argumenta que a baixa produtividade encontrada em nível macro pode ser explicada por uma má alocação em nível micro. Nas palavras do autor,

dado o estoque de capital físico, mão-de-obra, capital humano e conhecimento de uma economia, a forma como essas quantidades agregadas de insumos são alocadas [...] determina o nível geral de produção da economia. A melhor

alocação irá maximizar o bem-estar e, [...] a própria produção no longo prazo. Outras alocações resultam em níveis mais baixos de produção e, portanto, aparecem no agregado como um menor nível de produtividade total de fatores (p. 02).

Neste sentido, nota-se que Jones (2011) defende que a má alocação apesar de ter origem microeconômica é sentida a nível macroeconômico, uma vez que ela está refletida nas quantidades agregadas dos fatores de produção. No entanto, ele mostra que o canal de transmissão dos efeitos da má alocação para as variáveis agregadas se dá a partir da TFP, sendo neste caso, a má alocação um mecanismo redutor da produtividade. O autor ainda defende que, em sentido mais restrito, só há duas possibilidades de existir diferenças de rendas no longo prazo, diferentes alocações ou diferentes possibilidades de produção.

Partindo da convicção de que é possível observar a má alocação, mesmo com algum nível de agregação, Jones (2011) desenvolveu um modelo de insumo-produto para avaliar como insumos intermediários têm contribuído para a baixa produtividade agregada, tomando por base a ideia de que estes insumos podem estar sendo mal alocados. Ele separa esses insumos entre domésticos e importados e compara a estrutura de insumo-produto dos Estados Unidos com a de outros 34 países, supondo que a estrutura americana é a eficiente.

Em seus resultados, Jones (2011) destaca que para os países estudados a má alocação nos grandes setores não é tão grande como sugerido em trabalhos anteriores e que a suposição que a estrutura de insumo-produto americana é necessariamente a eficiente pode estar sendo determinante para este resultado. Segundo o autor, seria interessante que uma melhor medida de eficiência fosse utilizada para que se tenha a real noção do tamanho da má alocação existente nos países estudados. Todavia, ele argumenta que seu estudo fornece um bom *insight* sobre a origem da má alocação. Ele reconhece, no entanto, que novas formas de quantificar os efeitos da má alocação na produção agregada são necessárias para um bom entendimento desse problema.

Restuccia e Rogerson (2013) argumentam que o problema da má alocação vem sendo estudado seguindo duas principais formas de abordagem: direta e indireta. Segundo os autores,

a essência da abordagem direta é escolher um ou mais fatores que são pensados como fontes empiricamente importantes de má alocação, tentar obter medidas diretas desses fatores e, em seguida, usar um modelo de unidades de produção heterogêneas para avaliar quantitativamente a extensão que esses fatores geram má alocação e impactam a TFP agregada (p. 05 - 06) .

Assim, os autores mostram diversos trabalhos na literatura que utilizam essa abordagem de identificação da má alocação, mostrando como fatores como impostos à propriedade, barreiras econômicas, tributação e setor informal, mercado de crédito, heranças, mercado agrícola e subsídios, podem ser causadores dessa má alocação. Neste sentido, eles afirmam que, em resumo, essa literatura “apresenta muitos estudos que buscam explorar até que ponto as políticas específicas, fatores institucionais e imperfeições do mercado podem gerar efeitos sobre a TFP agregada por meio de má alocação” (p. 10).

Ainda segundo Restuccia e Rogerson (2013), a abordagem direta pode não ser a mais apropriada, uma vez que de fato existe uma grande quantidade de fatores e canais que levam a má alocação de recursos e que ao se trabalhar com a abordagem direta os pesquisadores elegem um fator que supostamente leva a essa má alocação e trabalham os mecanismos pelos quais esse fator gera determinado impacto. No entanto, os autores destacam que não é possível determinar quais são os fatores de maior relevância e quais os mecanismos mais importantes para a existência de uma alocação ineficiente. Assim, a abordagem direta tem uma forte limitação: o fato de muitos fatores interferirem simultaneamente na alocação, e que, de fato, muitos desses fatores são de difícil mensuração.

Neste contexto, os autores apresentam a abordagem indireta como forma alternativa para tratar do problema da má alocação. Assim, quando se trata da abordagem indireta, eles definem que “o ponto de partida [...] é a observação de que quaisquer fatores que criam uma má alocação podem ser considerados como geradores de cunhas nas condições de primeira ordem dos problemas de otimização do estabelecimento” (p. 10). Logo, para os autores, a definição exógena das cunhas (distorções) é a forma mais usual de tratar a má alocação, para não deixar de fora fatores importantes e de difícil mensuração.

Restuccia (2012) segue a abordagem indireta para avaliar os efeitos da má alocação no PIB *per capita* dos países da América Latina. Utilizando uma estrutura de contabilidade do crescimento, o autor constata que as maiores fontes de diferenças no desempenho entre os países da América Latina e os Estados Unidos são o baixo PIB por hora trabalhada e a TFP nesses países. Assim, o autor define que as instituições e as distorções de política econômica levam a uma má alocação que baixa a produtividade desses países em cerca de 60%. Ele usa um modelo de estrutura neoclássica com firmas heterogêneas e mostra que, uma vez sanados os problemas de má alocação, o PIB por

hora trabalhada poderia quadruplicar e convergir mais rapidamente para o nível de produto americano.

Restuccia (2012) sugere ainda que além de uma má alocação, há também um deslocamento para baixo da distribuição de produtividade das firmas. Segundo o autor, esse deslocamento, a priori, seria causado por distorções de política (por exemplo: política tributária) ou mesmo pela má qualidade institucional nesses países. Para ele, o efeito institucional seria transmitido a partir do aumento dos custos de entrada no mercado. Já os efeitos das distorções de política seriam transmitidos a partir de cunhas sobre a maximização do produto das firmas, tornando-as ineficiente. O autor mostra também que ambos os efeitos chegam a impactar o PIB *per capita* desses países através da TFP. Por fim, ele conclui que boa parte do subdesenvolvimento da América Latina se deve a um problema de baixa produtividade mostrando que um ganho de 60% na produtividade levaria a um aumento de até 400% no PIB por hora trabalhada.

Moll (2014) utiliza a abordagem direta para tratar do problema da má alocação de recursos. Em seu estudo, o autor se preocupa com as implicações das fricções financeiras sobre a má alocação do capital e consequentemente sobre a produtividade agregada. Ele desenvolve um modelo de equilíbrio geral com uma economia na mesma forma do modelo de Solow. Todavia, como inovação, o autor trata a TFP como variável ao longo do tempo e entre as diferentes unidades de estudo. O autor incorpora questões relativas ao empreendedorismo e restrições de empréstimos. Ele usa uma função de produção agregada para representar o PIB agregado e sua TFP é uma média ponderada das produtividades das firmas. Ele assume ainda um processo estocástico para a produtividade.

Moll (2014) sustenta que choques de produtividade ao longo do tempo são determinantes dos níveis de produto no estado estacionário das economias. Ele defende também que a velocidade de transição para o estado estacionário pode ocorrer de forma mais lenta quando se constata a presença de má alocação. Dessa forma, segundo o autor, pode-se esperar que os choques de produtividade encontrados sejam determinantes no processo de convergência/divergência das rendas *per capita* entre os países. Assim, ele conclui que uma estrutura de autofinanciamento poderia desfazer a má alocação de capital advinda das fricções financeiras. Todavia, ele adverte que para manter uma estrutura de autofinanciamento seria necessário que os empreendedores tivessem um choque de produtividade muito elevado. Assim, os sucessos passados permitiriam acumular riqueza suficiente para autofinanciar seus investimentos.

Da-Rocha *et al.* (2016) usam a estratégia de medição indireta para avaliar as consequências da má alocação sobre o produto. Os autores definem a existência de distorções de política sobre as produtividades marginais, que em geral são causadas por regimes fiscais idiossincráticos. Eles seguem o protocolo padrão ao identificar, primeiramente, as alterações na TPF que são causadas pela má alocação, em seguida medem o potencial produto da economia caso a ineficiência originária da má alocação fosse eliminada.

Os autores trazem como principal contribuição do seu estudo o fato de tratar a distribuição de produtividade da firma de forma endógena. Eles argumentam que a distribuição de produtividade das firmas é um importante fator de dispersão da produtividade agregada, assim, sustentam que avaliar as alterações nessa distribuição permite encontrar melhores estimativas do impacto da má alocação sobre a produtividade agregada e sobre o PIB *per capita*.

Da-Rocha *et al.* (2016) mostram ainda que quando comparado com estudos que usam distribuição de produtividade exógena, seus resultados trazem uma ampliação do efeito negativo da má alocação sobre a produtividade agregada em cerca de seis vezes. Segundo os autores, foi possível perceber que as distorções de política afetam os investimentos em produtividade em nível da firma, assim como também afetam a distribuição de produtividade entre as firmas. Por fim, eles acreditam que a partir de seu modelo é possível explicar as principais diferenças quantitativas no impacto da má alocação sobre a TFP que são encontradas entre a literatura de abordagem direta e indireta.

Dias *et al.* (2016) desenvolvem uma extensão do modelo de Hsieh e Klenow (2009) para avaliar o impacto dos insumos intermediários sobre o grau de má alocação da economia e seu consequente impacto sobre a TFP, além de observar a má alocação nos setores agrícola, de serviços e industrial. Usando dados de firmas portuguesas os autores buscaram entender como a má alocação poderia contribuir na explicação da crise do Euro nos países do Sul da Europa. Neste sentido, eles investigaram o grau de eficiência dos recursos ao longo dos anos 1996-2011 para tentar correlacionar tal fato ao declínio da TFP e do PIB nesse período.

Dias *et al.* (2016) descobriram que a má alocação do setor industrial em Portugal quase dobrou entre os anos de 1996 e 2011 e que se aplicada uma alocação eficiente a produção setorial bruta poderia ter crescido cerca de 17% em 1996 e 28% em 2011. Eles mostram ainda que a ineficiência associada a má alocação também foi responsável pela

redução da média de crescimento econômico em 0,6 pontos percentuais e em 1,6 pontos percentuais entre 1996 e 2011, mostrando assim que a má alocação tem reflexos de curto e longo prazo ao afetar, não só o desempenho de curto prazo da economia, mas também o crescimento econômico de longo prazo.

Dias *et al.* (2016) mostram também que a má alocação no setor de serviços é significativamente maior que nos demais setores e que essa alocação ineficiente tende a crescer num ritmo maior que a má alocação encontrada na indústria. Segundo os autores, esse resultado é especialmente importante, uma vez que o crescimento recente da economia portuguesa foi impulsionado pelo crescimento do setor de serviços, o que indicaria um maior potencial de crescimento, mesmo no curto prazo. Eles ainda afirmam, que ganhos de eficiência associadas ao capital são potencialmente maiores que os ganhos associados a mão-de-obra quando se trata de aumentar o produto agregado.

Por fim, Dias *et al.* (2016) argumentam que suas evidências mostram que o problema de má alocação é generalizado e que um padrão semelhante de ineficiência poderia ser encontrado nos países da zona sul e periféricos da Europa que experimentaram estagnação nos anos 2000. Ele ainda argumenta que seria importante avaliar como a crise financeira internacional foi determinante para os resultados por ele encontrados, uma vez que afetaria diretamente a alocação de capital (fator de maior potencial de ganho de eficiência).

Com um modelo similar ao modelo desenvolvido por Dias *et al.* (2016), Beňkovskis (2015) avaliou como a má alocação de recursos foi determinante para o desempenho econômico da Letônia durante o período de 2007 a 2013 na tentativa de captar possíveis efeitos da crise financeira internacional. O autor usou dados de firmas, distinguindo os insumos intermediários dos demais, sendo esta distinção importante para permitir avaliar melhor as origens da má alocação de recursos. O autor também desenvolve um modelo teórico baseado no modelo de Hsieh e Klenow (2009) incorporando a importância dos insumos intermediários, e as consequências dos diferentes níveis de concorrência enfrentados pela indústria a partir da possibilidade de comércio internacional.

Em seus resultados, Beňkovskis (2015) enfatiza que os insumos intermediários tiveram papel muito relevante para explicar as perdas de TFP nos primeiros anos do estudo. No entanto, com o advento da crise financeira internacional a má alocação de capital teve sua participação aumentada nas explicações das perdas da TFP da Letônia.

Ele argumenta que este resultado possivelmente está associado a redução da oferta de crédito, aumento da concorrência no mercado interno e a questões legais do país.

Beňkovskis (2015) mostra ainda que o aumento da terceirização amplia a importância dos insumos intermediários na produção, o que segundo ele poderia gerar piores resultados da TFP agregada. O autor sustenta também que a terceirização e o aumento da importância dos insumos intermediários podem causar viés nas estimativas padrão sobre má alocação e que as conclusões desses modelos devem ser vistas com certa cautela, uma vez que seriam necessários dados sobre comercialização inter-firmas para tratar adequadamente este problema.

Beňkovskis (2015) conclui mostrando que seu modelo traz resultados mais modestos para os efeitos de uma realocação eficiente. Segundo o autor, no ano de 2013 uma realocação eficiente resultaria em um ganho de aproximadamente 27% na TFP agregada da Letônia. Ele também destaca que medidas de incentivo ao comércio interacional poderiam resultar em melhores níveis de TFP agregada, uma vez que as empresas exportadoras são mais produtivas.

Finalmente, o autor alerta para os problemas existentes na metodologia de medição da má alocação com dados a nível de firma. Para ele, “a metodologia tende a superestimar as distorções da TFP, do capital e do trabalho, subestimando simultaneamente as distorções de tamanho das empresas envolvidas no processo de terceirização” (p. 25). Assim, segundo ele, as conclusões tiradas até então devem ser vistas com cautela quanto às suas magnitudes, especialmente pela inexistência de dados sobre comercialização inter-firmas.

Por sua vez, García-Santana *et al.* (2016) estudaram a relação entre o crescimento da economia espanhola, produtividade e eficiência no período de 1995-2007 sugerindo que a ineficiência seria oriunda da má alocação de recursos. Para tanto, os autores utilizaram dados em nível de firma para todos os setores da economia espanhola, além de utilizarem diversas medidas para a eficiência, sendo as principais delas as propostas por Hsieh e Klenow (2009) e Olley e Pakes (1996). Ainda segundo eles, em todas as aferições é possível encontrar uma ligação entre as variações da TFP e o grau de eficiência. Assim, eles argumentam que o crescimento negativo da TFP espanhola estaria sendo causado pela má alocação de recursos, sustentando que a ineficiência em alocar os recursos cresceu no mesmo período em que a TFP caiu.

García-Santana *et al.* (2016) mostram também que seus resultados apontam para uma forte ligação entre a alocação no setor público e a eficiência, sugerindo que este fator,

a alocação no setor público, seria mais importante na explicação da ineficiência do que fatores como fricções financeiras, características setoriais, dependência financeira, intensidade dos fatores de produção, negociabilidade ou inovação. Os autores argumentam que a corrupção ou o chamado capitalismo amigo, poderiam ser os principais canais que levam a estes resultados, definindo este ponto do seu trabalho como inovador, uma vez que não existem muitos estudos que conseguem mostrar como este problema se reflete nos dados macroeconômicos.

Por fim, García-Santana *et al.* (2016) recomendam que os canais pelos quais o setor público pode influenciar na má alocação de recursos sejam mais formalmente explorados, sugerindo que “a relação entre a prevalência de contratos públicos em um setor e seu baixo desempenho em produtividade [e] as características dos projetos e as pessoas que os administram” (p. 22) podem ser elementos importantes para tal análise.

Schelkle (2017) desenvolveu novos métodos para medir a influência da má alocação de fatores de produção sobre a eficiência e sobre a produtividade em diferentes tipos de unidades produtoras. Segundo ele, a partir de seu trabalho é possível comparar as unidades produtoras duas a duas de forma que não importa se esses pares de unidades produtoras são pares de firmas, indústrias, setores ou até mesmo países. Em suas palavras, Schelkle (2017) defende que “o quadro teórico na sua forma atual¹ ou modificada poderia ser aplicado à má alocação em muitos outros contextos, por exemplo, entre empresas, indústrias, sectores ou regiões, e para a comparação do grau de má alocação entre países e períodos” (p. 42).

O autor defende que a literatura sobre má alocação tem trabalhado com um ferramental de forte parametrização para alcançar seus resultados. Assim, segundo ele, seu trabalho avança em reduzir as suposições sobre os parâmetros e formas funcionais que são necessários para evidenciar a má alocação. Neste sentido, Schelkle (2017) defende que as suposições realmente necessárias são as de homogeneidade das funções de produção em grau conhecido no intervalo semiaberto $(0;1]$ e as suposições usuais sobre a regularidade das funções de produção, tais como: continuidade, diferenciabilidade, estritamente crescente e côncava nos fatores de produção, e produtos marginais decrescentes (esta última uma consequência do grau de homogeneidade).

Segundo Schelkle (2017), ao reduzir consideravelmente as principais suposições sobre formas funcionais e parâmetros dos modelos é possível reduzir também o risco de,

¹ Ferramental proposto por Schelkle (2017).

incorretamente, considerar uma dada alocação como ineficiente, o que aumentaria, artificialmente, os impactos da má alocação sobre a produção. Assim, o autor desenvolve um modelo teórico que se utiliza do grau de homogeneidade das funções de produção para mostrar que produtos médios não equalizados entre as firmas para um fator de produção não são necessariamente uma situação de má alocação (como tratado por parte da literatura), pode ser o caso de diferenças na intensidade dos fatores entre as unidades produtoras.

Neste sentido, Schelkle (2017) defende que para caracterizar uma alocação ineficiente seria preciso observar simultaneamente os produtos marginais e as elasticidades dos fatores de produção. Porém, como os produtos marginais não são observáveis, o autor sugere um teste para uma alocação eficiente que consiste, inicialmente, em determinar o grau de homogeneidade das funções de produção, em seguida fazer comparações sobre os produtos médios do trabalho e a intensidade do capital e, por fim, verificar se essas quantidades atendem a determinadas condições do modelo.

Por fim, Schelkle (2017) faz uma aplicação empírica do seu modelo com dados de 473 indústrias dos Estados Unidos da América – EUA para o ano de 2005 e mostra que a má alocação foi responsável por uma perda de produto entre 22% e 64%. Ele mostrou ainda que durante a grande depressão houve uma piora na alocação de recursos. O autor destacou também que os resultados encontrados na literatura e associados a má alocação devem ser vistos com cautela, uma vez que podem ser fruto de suposições muito restritivas sobre formas funcionais e parâmetros dos modelos de má alocação.

2.2 PRODUTIVIDADE E EFICIÊNCIA: PRINCIPAIS ABORDAGENS NA LITERATURA NACIONAL

Pires e Garcia (2004) abordam o problema da produtividade usando uma análise de fronteira estocástica (SFA) como base de estimação da TFP. Os autores usam dados internacionais sobre a produção de 75 países durante os anos de 1950 a 2000. Eles utilizam o modelo proposto por Bettese e Coelli (1992) da SFA juntamente com as decomposições de Bauer (1990) e Kumbhakar (2000) para avaliar os efeitos de mudanças na eficiência e na escala produtiva sobre o crescimento dos países.

Neste sentido, os autores argumentam que essas medidas representam as componentes da TFP e que assim foi possível abordar o problema da produtividade e suas relações com o crescimento dos países. Para eles, “a grande vantagem desta abordagem

é a possibilidade de decompor a mudança de produtividade em partes que podem ter uma interpretação econômica direta e simples” (p. 03): a evolução da eficiência técnica e o progresso técnico. Assim, a primeira componente seria importante para medir o deslocamento da economia em direção ao seu potencial e a segunda mediria o deslocamento do potencial produtivo ao longo do tempo.

Os autores destacam ainda que se comparados com os trabalhos não-fronteiriços de Hall e Jones (1996) e Islam (1995), seus resultados fornecem melhores estimativas para as mudanças da TFP. Eles afirmam também que a principal conclusão do seu estudo sugere que a produtividade é a principal componente na explicação de desempenho das nações desenvolvidas e que mudanças na eficiência e no progresso técnico desempenham um papel crucial na explicação da TFP desses países nos últimos 30 anos.

Lisboa, Menezes Filho e Schor (2010) estimam o impacto da liberalização comercial sobre o crescimento da produtividade no Brasil, testando se as fontes de variação da produtividade encontradas derivam do comércio de produtos ou de insumos. Assim, usando dados a nível de firma, eles mostram que o crescimento da produtividade observado responde melhor aos efeitos da concorrência do mercado de insumos, quando comparado com o mercado de produtos.

Neste estudo, os autores mostram que um importante mecanismo pelo qual a produtividade nacional respondeu a liberalização do comércio foi o “efeito tecnológico incorporado”. Eles salientam que esse efeito decorre do acesso a tecnologias e equipamentos mais avançados, o que, segundo os autores, permitiu um importante choque de produtividade, além de melhorar a eficiência da economia. Vale ressaltar ainda que este estudo mostrou que o efeito da redução das tarifas de importação foi mais acentuado nos setores intensivos em capital e de alta tecnologia.

O trabalho de Souza e Pinto (2013) analisa o impacto do investimento estrangeiro direto na produtividade de 23 setores da indústria brasileira. Os autores utilizam dados da Pesquisa Industrial Anual (PIA-IBGE) e da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS-MTE) para construir sua base de dados sobre produção, capital físico e humano a nível setorial. Assim, eles tentam isolar o impacto do investimento estrangeiro direto sobre a TFP setorial da indústria brasileira. Como principal resultado, os autores encontram um efeito negativo do investimento estrangeiro direto no curto prazo, porém, um efeito positivo no longo.

Menezes Filho, Campos e Komatsu (2014) analisaram a evolução da produtividade no Brasil, abordando quais as causas das variações deste indicador. Eles

defendem que “o modelo neoclássico de crescimento coloca o aumento na produtividade total dos fatores como a única fonte de crescimento da renda *per capita* no longo prazo” (p. 05). Assim, segundo os autores “entender como essa variável se comporta e que mudanças são determinantes para seu crescimento é, portanto, crucial para compreender os fatores que levam ao crescimento sustentado da economia” (p. 05).

Neste sentido, Menezes Filho, Campos e Komatsu (2014) definem que “os ganhos de produtividade são normalmente associados aos esforços das empresas ou setores de atividade na forma de inovações tecnológicas, investimento em capital e melhorias no processo produtivo com realocação entre plantas” (p. 07). Eles defendem também que a produtividade exerce sua influência sobre o crescimento econômico por diversos canais, destacando que pelo canal direto o aumento da produtividade gera um maior produto com os mesmos insumos e que pelo canal indireto, o aumento da produtividade gera incentivos para que sejam feitos maiores investimentos causando assim o chamado “efeito transbordamento”.

Menezes Filho, Campos e Komatsu (2014) encontram em seus resultados que a produtividade no Brasil teve um período de crescimento entre os anos de 1965 a 1980, seguido por um longo período de estagnação, motivada inicialmente pelo fraco desempenho do setor de serviços. Segundo os autores, “a redução contínua da produtividade a partir do início dos anos 1980 nos serviços levou a efeitos negativos na produtividade da economia, compensada parcialmente pelos ganhos de produtividade da indústria a partir do início dos anos 1990” (p. 54). Por fim, eles destacam que ainda há espaço para ganhos de produtividade a partir de realocação de recursos de setores menos produtivos para setores mais produtivos.

Ellery Jr. (2014) se propõe a fazer uma análise detalhada sobre as formas que o problema da produtividade pode assumir. Segundo o autor, a discussão sobre produtividade, apesar de recente, vem ocupando papel bastante relevante nas discussões atuais. Para ele a mudança da matriz produtiva nacional foi um fator de grande relevância para a ascensão dessa discussão.

Ellery Jr. (2014) mostra que existem dois caminhos principais para abordar a questão da produtividade. O primeiro caminho seria tratar essa variável a partir do conceito de produtividade do trabalho. Ele ressalta que este caminho tem a vantagem de ter uma fácil mensuração, mas tem desvantagens consideráveis. O autor destaca que essa medida impossibilita quantificar efeitos de mudanças tecnológicas ou mesmo de melhorias no ambiente de negócios sobre a produção. Assim, ele propõe um segundo

caminho, o qual julga mais adequado que o primeiro: a abordagem da produtividade total dos fatores.

Ellery Jr. (2014), discute então como o grau de agregação pode ser importante para os resultados. Em seu estudo o autor considera que seria ideal poder calcular com dados em nível de firma, mas adverte para as dificuldades teóricas e empíricas envolvidas nesta escolha. Segundo ele, os dados em nível de firma no Brasil não fornecem qualidade suficiente para que se possa obter uma boa medida da TFP, mesmo utilizando os dados da PIA. O autor afirma também que algumas das hipóteses teóricas clássicas sobre a TFP são inviáveis em níveis mais desagregados. Neste contexto, o autor mostra que tanto no Brasil como no exterior as estimativas para a TFP, em sua maioria, consideram uma função de produção do tipo Cobb-Douglas e utilizam dados agregados.

Ele argumenta também sobre a necessidade de inserir algum grau de heterogeneidade para o sucesso da abordagem de mensuração da produtividade a partir da TFP. Assim, o autor define que “medir produtividade em nível de firma exige a estimação de funções de produção específicas a cada firma ou a cada conjunto de firmas que o pesquisador considere homogêneo” (p. 62), sendo assim um grande obstáculo para a utilização de dados desagregados, indicando a possibilidade de usar firmas representativas para análise. Ele também aponta para a dificuldade de obtenção de dados como grande fonte de problemas para a utilização deste caminho. O trabalho de Klettes e Griliches (1992) *apud* Ellery Jr. (2014) traz uma discussão adicional sobre os problemas relacionados a estimação da TFP com dados em nível de firmas.

Dando continuidade ao trabalho de Ellery Jr. (2014), Messa (2014) inicia sua discussão definindo a relação entre produtividade e eficiência. Segundo ele, “a produtividade mede o grau de eficiência com que determinada economia utiliza seus recursos para produzir bens e serviços” (p. 87). Para o autor, as diferenças na abordagem de utilização de recursos dão origem às diferentes medidas de produtividade encontradas na literatura. No entanto, para Messa (2014), as principais medidas de produtividade são produtividade do trabalho e produtividade total dos fatores (TFP). Ele ressalta que a TFP “tem a pretensão de indicar a eficiência com que a economia combina a totalidade de seus recursos para gerar produto” (p. 87).

Neste sentido, ao discutir as diferentes formas de mensurar a produtividade do trabalho e a TFP, tanto em nível macroeconômico como em nível de firma, Messa (2014) faz referência a diversos autores e suas diferentes análises. Ele analisa desde a abordagem residual de Solow (1957), onde a produtividade é “calculada, [...], como a parte do

crescimento do produto que não é explicada pelo crescimento dos insumos” (p. 89), até as alternativas de mensuração mais recentes como as de Christensen, Jorgenson e Lau (1973), Olley e Pakes (1996), Blundell e Bond (2000) e Wooldridge (2009), que envolvem o uso de métodos econométricos (SFA, Efeitos Fixos, Variáveis Instrumentais, entre outros).

Messa (2014) mostra que a TFP pode ser calculada como sendo a derivada da função de produção em relação ao tempo (método de SFA com função Translog) ou como sendo resultante da soma entre a constante da regressão e termo de erro. Pode ainda ser o parâmetro de uma variável *dummy* incluída para esta finalidade ou mesmo pode ser a soma de mais de um desses métodos aqui destacados. Para ele, o uso de métodos econométricos tem suas vantagens, pois eles permitem a flexibilização do pressuposto sobre a igualdade da remuneração dos fatores de produção e sua produtividade marginal, mas também tem suas desvantagens, pois necessita de grande quantidade de dados, além de suposições sobre a forma da função de produção.

O trabalho de Ferreira *et al.* (2016) é outro exemplo de estudo que utiliza os métodos econométricos para o cálculo da TFP. Neste artigo os autores fazem uso do método econométrico de Análise de Fronteira Estocástica-SFA para medir a produtividade de 19 países da América Latina. Eles destacam que sua abordagem segue o que foi proposto por Pires e Garcia (2004) por decompor a TFP em Eficiência e Progresso Técnico. Assim, eles calculam a participação da eficiência no crescimento da produtividade agrícola.

Em seus resultados, Ferreira *et al.* (2016) mostram que a produtividade da agricultura apresentou crescimento durante os anos de 1961 a 2010 para todos os países estudados. Quando se decompõe a TFP agrícola dos países, os autores encontram que a variação da TFP decorrente do progresso técnico foi maior para o Brasil, representando, aproximadamente, 55% da variação na TFP observada. Eles também destacam que quase metade dos países apresentou queda da eficiência técnica, sendo, em alguns casos, compensada por melhorias na escala produtiva desses países. Ferreira *et al.* (2016), argumentam por fim que seria possível aumentar a produtividade agrícola desses países através de uma realocação dos recursos produtivos.

Lisboa e Scheinkman (2016) também defendem que a produtividade é o principal fator a ser investigado nos estudos recentes de crescimento da economia brasileira. Eles argumentam que a produtividade é o principal gargalo ao crescimento econômico brasileiro. Segundo os autores, o país teve uma estagnação em sua TFP nas últimas

décadas, ficando com apenas 20% da encontrada nos Estados Unidos. Ainda segundo eles, países como Coreia, China e Índia aumentaram sua produtividade em cerca de 30 a 80 por cento a mais que a evolução da produtividade americana. Para explicar por que tal resultado acontece, os autores exploram diversos fatores que estariam ligados às variações de produtividade.

Lisboa e Scheinkman (2016) defendem que quando se modela o crescimento econômico em função da produtividade é preciso levar em conta questões educacionais e de capital humano, uma vez que a literatura internacional mostra exaustivamente a relação existente entre essas variáveis. Os autores também destacam a importância das instituições. Segundo eles, as mudanças institucionais podem levar a mudanças significativas no ambiente de negócios e com isso ter impactos sobre a produtividade.

Quando se trata de medir a produtividade setorial e os possíveis ganhos de renda *per capita* decorrentes de uma melhoria deste indicador, o trabalho recente de Veloso *et al.* (2017) pode ser destacado. Neste estudo, os autores mostram que se o Brasil tivesse a mesma composição setorial encontrada nos Estados Unidos, teria um acréscimo de aproximadamente 68% em sua renda *per capita*, todavia, se o país tivesse a mesma produtividade setorial americana, seria possível um acréscimo de 430%. Eles definem esta situação como sendo de ineficiência generalizada nos setores produtivos brasileiros, uma vez que seria possível ampliar a produção sem que fossem demandados mais insumos.

Os autores também argumentam que é importante avaliar qual a importância relativa dos setores agrícola, industrial e de serviços na produtividade. Eles mostram vasta revisão da literatura internacional apontando trabalhos que fornecem evidências sobre como a produtividade de cada setor muda de acordo com o grau de desenvolvimento econômico. Os autores apontam os resultados de Baumol (1967) que mostram como a produtividade industrial tende a decrescer ao longo do tempo, bem como o trabalho de Adamopoulos e Restuccia (2014) que apontam que em países mais pobres a produtividade agrícola puxa a TFP para baixo.

Vasconcelos (2017) estudou a má alocação no setor manufatureiro nacional abordando o problema com um ferramental teórico semelhante ao desenvolvido por Hsieh e Klenow (2009) e com dados de firmas. Segundo o autor, usando os parâmetros da indústria dos Estados Unidos, foi possível verificar que a produção efetiva brasileira foi de cerca de 55,3% da produção eficiente. Além disso, o estudo mostra que a má alocação foi crescente após o ano de 2005. Vasconcelos (2017) mostra também que as pequenas

empresas foram bastante afetadas pela crise econômica de 2008 e que os tributos não são a principal fonte de má alocação de recursos no país. Por fim, o autor conclui que com a eficiência dos EUA o crescimento agregado aumentaria em 160-180%. Por outro lado, com a eficiência de uma dada firma específica brasileira o crescimento agregado poderia aumentar em 110-130%.

Com o objetivo de entender as desigualdades regionais no Brasil e sua relação com a eficiência produtiva, Schettini e Azzoni (2018) estimaram um modelo de fronteira estocástica com firmas representativas para os Estados brasileiros. Segundo os autores, seu trabalho traz uma contribuição significativa para a literatura econômica, uma vez que produz evidências sobre os níveis de eficiência produtiva em nível mais desagregado que os encontrados em trabalhos anteriores. Eles ainda defendem que o uso da metodologia de SFA ainda não é tão comum em estudos sobre a produção no Brasil, sendo assim outro fator que contribui para o caráter inovador de sua pesquisa.

Segundo Schettini e Azzoni (2018),

a teoria neoclássica considera duas medidas principais de produtividade: i) produtividade marginal, quando apenas um fator de produção é contemplado; e ii) TFP, que responde por todos os fatores de produção, além da eficiência no processo de produção. Assim, a TFP reflete melhorias na tecnologia, organização da produção e mudança na taxa de utilização de recursos e sua eficiência (p. 353).

A partir da definição dos autores, é possível perceber que existe uma íntima relação entre a TFP e a eficiência. Tal relação é tão forte que os autores defendem que “é possível estabelecer uma relação direta entre a eficiência econômica (e cada um de seus componentes) e a produtividade (TFP). Mantendo os outros fatores constantes, um aumento na eficiência técnica [...] leva a um aumento na produtividade” (p. 353).

Os autores destacam ainda que muitos trabalhos têm mostrado o baixo crescimento da TFP ou até mesmo o crescimento negativo da produtividade nas últimas décadas. No entanto, eles advertem que “a maioria dos estudos analisa a produtividade no nível nacional, mas poucos conseguem incluir as dimensões regionais do problema” (p.350). Assim, uma análise que contemple as heterogeneidades regionais torna-se imperativa no atual estado da literatura sobre produtividade e eficiência. Nas palavras dos autores “as regiões são heterogêneas e se desenvolvem em ritmos diferentes” (p. 352).

Neste sentido, Schettini e Azzoni (2018) destacam os trabalhos de Vicente (2011) e Felema *et al.* (2013) como importantes na discussão sobre a produtividade e questões regionais. Segundo os autores, o trabalho de Vicente (2011) estuda a TFP agrícola

brasileira com dados estaduais e percebem que as regiões Norte e Nordeste apresentam baixo desempenho em sua TFP. Eles mostram também que os resultados de Felema *et al.* (2013) “utilizando dados do Censo Agropecuário de 2006, confirmaram o baixo desempenho dessas regiões e a situação positiva das regiões Sul e Centro-Oeste” (p.351).

Ainda nesse sentido, os autores discutem que entender essas diferenças de desempenho regional tem alta relevância, uma vez que o Nordeste tem uma grande influência geopolítica com aproximadamente 28% da população e 13% do PIB nacional em 2014 e que, dado a mudanças recentes na estrutura produtiva, o Centro-Oeste multiplicou por mais de quatro vezes sua participação na produção nacional.

Schettini e Azzoni (2018) mostram ainda que os programas sociais, como bolsa família, elevaram a demanda por bens e serviços fazendo com que houvesse uma melhora na eficiência das regiões mais pobres. Segundo os autores, esse resultado se deve a formação de novos centros consumidores. Eles também destacam que a falta de infraestrutura é um importante fator que limita o progresso das regiões mais periféricas. Ainda em relação aos resultados do estudo de Schettini e Azzoni (2018) é válido referir que a função de produção para estimar a eficiência produtiva nacional apresentou elasticidade produto do trabalho superior a elasticidade produto do capital, 0.583 e 0.428 respectivamente. Por fim, os autores concluem que “a manutenção do cenário de alta demanda por bens salariais, impulsionada por programas sociais e pela implementação de projetos de grande porte, poderia aumentar a pressão sobre a limitada infraestrutura presente fora da região central” (p.373) o que poderia minimizar o problema regional brasileiro.

Com esta discussão é possível notar como o problema da produtividade vem sendo importante na investigação sobre o crescimento econômico brasileiro e também mundial. Observa-se também que as abordagens teóricas e empíricas utilizadas para tratar este problema são diversas e que a escolha deve ser feita com base na adequabilidade do propósito do estudo e dos dados disponíveis. Além disto, estes estudos apontam para os possíveis causadores de redução de produtividade e sua associação com a ineficiência, possibilitando a este trabalho testar qual a relação de fatores como a participação do governo na economia, qualidade institucional, disponibilidade de crédito, grau de abertura comercial e etc., com a ineficiência dos municípios, e assim, com o desempenho e a desigualdade dos mesmos.

3 METODOLOGIA

Com o objetivo de estimar a eficiência produtiva municipal no Brasil e como essa eficiência está relacionada com fatores como participação do governo na economia, qualidade institucional, disponibilidade de crédito, grau de abertura comercial e etc., foi utilizada uma estratégia em dois estágios conforme Oliveira (2017). No primeiro estágio foram obtidos os índices de eficiência através do método de estimação de análise de fronteira estocástica com uma estratégia inovadora de múltiplas fronteiras de produção (fronteiras nacionais, regionais e por tamanho populacional). Em seguida, os índices de eficiência foram utilizados como variável dependente em um segundo estágio que consiste em estimar múltiplas regressões de forma a respeitar a heterogeneidade produtiva da estimação das múltiplas funções de produção. Assim, será possível entender melhor a eficiência produtiva brasileira e quais dos fatores apontados na literatura como explicativos da TFP teriam potencial de explicar as variações da eficiência entre os municípios nos contextos supostos de homogeneidade e heterogeneidade produtiva.

3.1 PRIMEIRO ESTÁGIO: ANÁLISE DE EFICIÊNCIA

A discussão sobre a mensuração da eficiência não é tema recente, os trabalhos de Debreu (1951) e Farrell (1957) são considerados como seminais dessa literatura. Farrell (1957) estudou uma forma de mensurar a eficiência técnica de unidades produtoras impondo a suposição de retornos crescentes a escala, além de trabalhar com funções de produção de um único produto. Com o intuito de permitir avaliar funções de mais de um produto final, Kopp (1981) introduz o conceito de superfície eficiente, o que permitiu romper com os paradigmas de homogeneidade linear e homoteticidade da função de produção impostos por Farrell (1957).

Com o desenvolvimento dessa literatura surgiram duas formas de mensurar a eficiência produtiva. A primeira baseia-se em métodos de programação linear, que são não paramétricos. Já a segunda linha é a de modelos estatísticos de regressão. Segundo Souza *et al.* (2010) *apud* Siqueira (2014), os métodos não paramétricos mais utilizados e discutidos na literatura são “o Free Disposal Hull (FDH) e Data Envelopment Analysis (DEA)” (p. 54). Já o método paramétrico mais utilizado é o de Fronteira Estocástica de Produção.

SOUZA *et al.* (2010) *apud* Siqueira (2014) defende que a principal diferença entre as técnicas paramétricas e não paramétricas consiste em:

(1) possibilidade de se realizar testes de hipóteses sobre os parâmetros das variáveis explicativas, (2) possibilidade de se incluir variáveis de controle para explicar a ineficiência técnica e (3) presença de ruídos aleatórios no ambiente em que a unidade tomadora de decisão opera (p.54).

Segundo Franco e Fortuna (2003) *apud* Siqueira (2014) mesmo entre os métodos paramétricos existem diferenças, principalmente no fato de serem determinísticos ou estocásticos. Assim, os autores definem que a diferença de abordagem “reside na forma [como as técnicas] encaram os desvios das posições observadas em relação à fronteira eficiente” (p. 8).

Franco e Fortuna (2003) *apud* Siqueira (2014) destacam ainda que

o método estatístico determinista partilha da posição farrelliana, considerando tais desvios como resultado exclusivo da ineficiência, enquanto a perspectiva estocástica admite a existência de influência de ruído estatístico e choques aleatórios a que está sujeita a organização produtiva (p.8,9).

Neste sentido, a modelagem de fronteira estocástica de produção reconhece que os desvios em relação à fronteira eficiente podem se dar por choques aleatórios e fora do controle do produtor. Tais choques não são captados nas análises determinísticas ou não paramétricas o que leva a uma sobre estimação da ineficiência (KUMBHAKAR e LOVELL, 2000).

Assim, para que seja possível mensurar o grau de eficiência produtiva dos municípios foi utilizado o método de estimação de Análise de Fronteira Estocástica. Essa estratégia é baseada nos trabalhos de fronteira estocástica para produção de empresas, como em Aigner, Lovell e Schmidt (1977) e Battese e Coeli (1992;1995) e que também foi aplicada a dados agregados como em Pires e Garcia (2004), Araujo *et al.* (2014), Ferreira *et al.* (2016) e Schettini e Azzoni (2018).

Neste sentido, a eficiência produtiva foi medida com dados em painel como desenvolvido nos trabalhos de Battese e Coeli (1992;1995) e estimada a partir da forma funcional de Cobb-Douglas (escolha da forma funcional detalhada na próxima seção).

$$Y_{it} = e^{a_0} (\prod_{j=1}^J X_{itj}^{\alpha_j}) e^{v_{it}-u_{it}} \quad (1)$$

Sendo, Y_{it} o produto do município i no tempo t ; X_{itj} , o j -ésimo insumo do município i no tempo t ; α_j é intensidade relativa do insumo j na produção; e^{a_0} é um termo de produtividade específica e $e^{v_{it}-u_{it}}$ é o termo de erro composto, com v_{it} sendo o erro aleatório e com distribuição normal e u_{it} um termo de desvio não aleatório não negativo

que permite captar o nível de eficiência produtiva. Vale destacar que u_{it} tem diferentes possibilidade para sua distribuição de probabilidade, podendo ser Half-Normal, Normal Truncada, Exponencial e etc.

Note que quando $u_{it} = 0$ todo desvio observado a produção ótima é puramente aleatório, logo não deve ser contabilizado como ineficiência. Assim, a mensuração do nível de eficiência pode ser feita da seguinte forma:

$$EF_{it} = \frac{Y_{it}}{e^{a_0} \left(\prod_{j=1}^J X_{itj}^{\alpha_j} \right) e^{v_{it}}} = \frac{e^{a_0} \left(\prod_{j=1}^J X_{itj}^{\alpha_j} \right) e^{v_{it}-u_{it}}}{e^{a_0} \left(\prod_{j=1}^J X_{itj}^{\alpha_j} \right) e^{v_{it}}} = e^{-u_{it}} \quad (2)$$

Logo, $EF_{it}=e^{-u_{it}}$ e quando u_{it} tende a 0, EF_{it} tende a 1. Já quando u_{it} tende a infinito, EF_{it} tende a 0. Assim, $e^{-u_{it}} \in [0,1]$ e quanto mais perto de 1 mais eficiente é a produção, e quanto mais perto de 0 mais ineficiente.

Battese e Coeli (1992;1995) e Kumbhakar e Lovell, (2000) definem o método de máxima verossimilhança para a estimação e parametrizam o modelo para mostrar que a variância é dada por $\sigma^2 = \sigma_v^2 + \sigma_u^2$. Neste sentido, $\gamma = \frac{\sigma_u^2}{\sigma_v^2 + \sigma_u^2} \in [0,1]$ é o parâmetro que demonstra a existência da ineficiência. Quanto mais próximo de 1 está o parâmetro γ , significa que a variância do termo de erro não aleatório predomina sobre a variância total, mostrando assim a existência de ineficiência. Caso γ se aproxime de 0, significa que a variância do termo aleatório é predominante sobre a variância total indicando a inexistência de ineficiência.

3.1.1 Múltiplas Fronteiras de Produção: Primeiro Estágio

A partir da discussão acima é possível identificar a eficiência produtiva como sendo a relação entre o produto efetivo e o produto potencial de cada unidade produtora. No entanto, para estimar a eficiência agregando municípios de uma mesma região ou de regiões diferentes é preciso impor as hipóteses de livre mobilidade dos fatores de produção e livre acesso à tecnologia produtiva entre esses municípios. Assim, deve-se supor que os municípios detêm a mesma função de produção, o que significa supor algum grau de homogeneidade entre eles. Dessa forma, o primeiro desafio deste trabalho foi definir qual a melhor medida de potencial produtivo e o segundo desafio foi minimizar os efeitos da suposição de homogeneidade entre os municípios (permitir a captação da heterogeneidade).

Autores como Hsieh e Klenow (2009), Restuccia e Rogerson (2013) e Adamopoulos *et al.* (2017) se utilizam do produto efetivo de uma unidade produtora de referência, supondo que ela seja eficiente, e comparam os resultados obtidos pelas demais unidades a partir dos resultados da unidade de referência. Neste sentido, Hsieh e Klenow (2009), por exemplo, tomam como eficiente os Estados Unidos e comparam os resultados obtidos por Índia e China a partir do resultado obtido pelo país de referência (EUA).

Porém, ao tratar a produção de uma unidade produtora diferente (EUA, por exemplo) como base para entender o *GAP* entre a produção efetiva e a potencial de outras unidades produtoras (Índia e China, como no exemplo anterior), não se pode garantir que a diferença na produção observada destas unidades diferentes é de fato a ineficiência, uma vez que unidades diferentes podem ter potenciais diferentes, e mesmo que tenham potenciais iguais, ainda assim, não se pode garantir que a produção efetiva de uma unidade produtora de referência é, exatamente, o potencial produtivo de uma outra unidade produtora de comparação.

Neste sentido, este trabalho propôs a estratégia inovadora de estimar o potencial produtivo com base no ajuste de múltiplas fronteiras de produção. Primeiramente, buscou-se um ajuste nacional, ou seja, um ajuste para um modelo com 4567 municípios de todas as regiões do país e de todos os tamanhos populacionais. Para tanto, foi preciso assumir que esses municípios são, em algum grau, homogêneos nos seus processos produtivos, assim, eles teriam entre si, livre mobilidade dos recursos produtivos e livre replicabilidade da tecnologia.

Em seguida, foram estimados outros ajustes para múltiplas fronteiras de produção, sendo elas fronteiras regionais e por tamanho da população (até 50 mil habitantes e mais de 50 mil Habitantes)². A ideia de estimar múltiplas fronteiras surgiu dos trabalhos de Islam (1995), Restuccia (2012), Restuccia e Rogerson (2013), Elery Jr. (2014) e Schettini e Azzoni (2018). Segundo os autores, deve-se considerar as heterogeneidades produtivas para que se possa chegar a melhores resultados. Assim, o ajuste de múltiplas fronteiras se dá pela necessidade de contornar o segundo desafio deste trabalho, que é levar em consideração as heterogeneidades regionais e municipais em seus processos produtivos.

² Cabe destacar que a divisão populacional foi pensada para faixas de população a partir da divisão proposta pelo IBGE, porém ocorreu um problema de micro numerosidade em muitas regiões, forçando essa divisão a assumir o padrão de municípios com até 50 mil habitantes e com mais de 50 mil habitantes. Ver Andrade e Serra (2001).

Ao estimar fronteiras regionais, a suposição de homogeneidade fica menos restritiva, uma vez que é plausível supor que municípios de uma mesma região sejam relativamente parecidos (heterogeneidade entre as regiões). Mas, mesmo com essa plausibilidade, ainda assim, buscou-se mitigar mais fortemente as consequências de assumir homogeneidade produtiva, dividindo os municípios por tamanho da população (heterogeneidade entre municípios de tamanho diferente). Dessa forma, foi preciso ajustar diferentes fronteiras de produção: nacional, nacional com até 50 mil habitantes, nacional com mais de 50 mil habitantes, regionais (Norte, Nordeste, Sul, Sudeste e Centro-Oeste), regionais com até 50 mil e regionais com mais de 50 mil habitantes.

Para que fosse possível chegar a especificação das múltiplas fronteiras, foram realizadas diversas simulações e testes. Primeiramente, foi definida a variável de produção da firma representativa do município, assim, o PIB foi a *proxy* escolhida para a produção em cada município. Outra alternativa para o nível de produção da firma representativa seria o PIB *per capita* (FIRME e SIMÃO FILHO, 2014). No entanto, nos testes de ajuste de modelo essa variável não apresentou o melhor ajuste, ficando o PIB com melhor aderência à função de produção. Outro importante fator que levou a escolha do PIB como *proxy* para produção da firma representativa foi o fato de que a população será variável chave no segundo estágio do estudo, sendo ela, um importante controle na explicação da eficiência estimada.

No caso das variáveis utilizadas como insumo (terra, capital, trabalho e/ou capital humano), não há consenso na literatura quanto a melhor *proxy* para representar esses fatores de produção (FIRME e SIMÃO FILHO, 2014). Assim, seguindo a estratégia utilizada por Firme e Simão Filho (2014), foram ajustados diversos modelos, com diferentes *proxies*, para que fosse possível testar quais das variáveis conjuntamente tinham o melhor ajuste.

Neste sentido, conforme estudo de Firme e Simão Filho (2014), foram testados para *proxies* de trabalho e capital humano dados referentes a:

- População e População com 15 anos ou mais;
- Arrecadação previdenciária, número de beneficiários de aposentadoria do regime geral de previdência e despesas com benefícios no regime geral de previdência;
- Despesas com pessoal ativo dos governos municipais e assistência previdenciária municipal;

- Capital humano no ano 2000 do IPEADATA (PEREIRA *et al.*, 2011; SANTOS *et al.*, 2012; FIRME e SIMÃO FILHO, 2014);
- Anos de estudo, População com Ensino Médio e Superior (SOLOW, 1956; LUCAS, 1988; MANKIW *et al.*, 1992; COELHO e FIGUEIREDO, 2007; SILVA e RESENDE, 2009; CANGUSSU *et al.*, 2010; LIMA, 2016);
- PEA, Número de trabalhadores dos setores de administração, ciências e artes, comércio, indústria e rurais, retirados da RAIS;
- Participação de Trabalho na renda total (SANTOS e SPOLADOR, 2018).

Já para o capital e a Terra foram testados:

- Área plantada, área colhida, área total do município;
- Consumo de Energia Elétrica (BARRETO e ALMEIDA, 2008; KEPPE e NAKABASHI, 2009; CANGUSSU *et al.*, 2010; NORONHA *et al.*, 2010; BARROS NETO e NAKABASHI, 2011; FIGUEIREDO, 2011; PEREIRA *et al.*, 2011);
- Estoque de capital residencial urbano, capital residencial e despesas de capital, (BARROS NETO e NAKABASHI, 2011; PEREIRA *et al.*, 2011) *apud* Firme e Simão Filho (2014);
- Investimento Público e variação do capital residencial total (SALGUEIRO *et al.*, 2011 *apud* FIRME e SIMÃO FILHO, 2014; LIMA, 2016);
- IPTU e fundo de participação dos municípios (FPM) (SILVA *et al.*, 2008; *apud* FIRME e SIMÃO FILHO, 2014);
- Operações bancárias de crédito e de investimento (SALGUEIRO *et al.*, 2011);
- Esforço de inovação, Importação de máquinas de média e alta tecnologia (LIMA, 2016);
- E participação de Capital e Terra na renda total (SANTOS e SPOLADOR, 2018);

A partir dos dados citados acima, conforme mencionado anteriormente, foi realizada uma série de simulações pelo método de fronteira estocástica e calculados os critérios de informação de Akaike (AIC) e Bayesiano (BIC) (AKAIKE, 1974; SCHWARZ, 1978), além do teste da razão da verossimilhança (LRTTest) quando os modelos eram encaixados. Nestes testes também foram variadas as distribuições de

probabilidade dos termos de erro não aleatório da regressão por fronteira estocástica (Half-Normal, Normal Truncada, Exponencial e etc.)³, a forma funcional da função de produção (Cobb-Douglas e Translog)⁴ e a tendência temporal dos termos de ineficiência (variando no tempo e não variando no tempo)⁵.

Tal estratégia permitiu identificar qual o melhor conjunto de variáveis a ser utilizada como *proxies* nas estimações das múltiplas fronteiras, além de identificar a melhor forma funcional para a estimação dos resultados (Cobb-Douglas). Vale destacar que, a princípio, as estimações de ajuste das variáveis foram realizadas utilizando o conjunto de todos os municípios da amostra (4567) e que posteriormente foi também visto que as variáveis de melhor ajuste nacional são também as de melhor ajuste regional⁶.

Assim, a título de Exemplo, a Tabela 1 abaixo apresentará os seis modelos com melhor ajuste e seus respectivos testes para a regressão nacional.

Tabela 1 – Modelos com melhores ajustes

	Especificação	Variação Temporal	Distribuição de $-\mu$	AIC	BIC
Mod. 1	$\log(y) = \alpha_0 + \alpha_1 \log(K) + \alpha_2 \log(L) + e$	Não	Normal Truncada	-189719.2	-189666.8
Mod. 2	$\log(y) = \alpha_0 + \alpha_1 \log(K) + \alpha_2 \log(L) + e$	Não	Half-Nomal	-180354.8	-145025.4
Mod. 3	$\log(y) = \alpha_0 + \alpha_1 \log(K) + \alpha_2 \log(L) + \alpha_3 \log(T) + e$	Não	Normal Truncada	-189717.2	-160794.1
Mod. 4	$\log(y) = \alpha_0 + \alpha_1 \log(K) + \alpha_2 \log(L) + \alpha_3 \log(T) + e$	Não	Half-Nomal	-185842.6	-151568.6
Mod. 5	$\log(y) = \alpha_0 + \alpha_1 \log(K) + \alpha_2 \log(L) + e$	Sim	Normal Truncada	-103559.6	-103405.6
Mod. 6	$\log(y) = \alpha_0 + \alpha_1 \log(K) + \alpha_2 \log(L) + \alpha_3 \log(T) + e$	Sim	Normal Truncada	-103557.6	-99976.1

Fonte: Elaboração Própria.

Cabe destacar que o *BIC* foi calculado quando os modelos apresentaram diferença na quantidade de municípios (variação no *N* da amostra) ou como suporte para escolha quando o *AIC* foi muito próximo, como é o caso dos modelos da tabela acima. Adicionalmente, para que fosse escolhido o modelo com melhor ajuste dentre os que apresentaram os melhores resultados foi usado o LRTTest. Neste caso, quando comparados os modelos 1 e 3, a estatística de teste de uma *Chi-Quadrado* com 1 grau de liberdade

³ Em relação aos termos de erro não aleatórios, o ajuste não foi único, uma vez que em alguns casos dos ajustes regionais o modelo com Half-Normal foi mais adequado e em outros casos, o modelo mais adequado foi o modelo com distribuição Normal Truncada.

⁴ A estimação por meio da forma funcional de Cobb-Douglas apresentou melhor ajuste em todas as estimações.

⁵ Em todos os testes o ajuste com variação temporal da ineficiência foi inferior a ajustes sem variação temporal.

⁶ O ajuste entre terra, capital e trabalho não foi único, uma vez que em algumas regiões o modelo com terra apresentou melhor ajuste que o modelo sem a variável *proxy* de terra. Em outras regiões ocorreu o inverso. Porém, as *proxies* de terra, capital e trabalho foram as mesmas em todas as estimações.

apresentou que o modelo 1 (mais restrito) tem uma diferença significativa a menos de 1% em seu logaritmo da verossimilhança, ou seja, que o modelo 1 tem um ajuste melhor que o modelo 3 e que a diferença de ajuste é estatisticamente significativa a menos de 1%, confirmando assim o que já apontava os testes dos critérios de informação.

Por fim, após o processo de ajustes dos modelos e de testes das variáveis, foi possível determinar as melhores *proxies* para produção, terra, capital e trabalho (capital humano não teve bom ajuste), sendo elas o PIB do município i no tempo t , a participação do capital na renda do município i no tempo t , a participação do trabalho na renda do município i no tempo t e a participação da terra na renda do município i no tempo t .

Como já referido, essas variáveis foram testadas em todos os modelos nacionais e regionais e foram as *proxies* que apresentaram melhor ajuste em todas as simulações, no entanto, em alguns casos os modelos variaram na composição da função de produção. Assim, em alguns modelos os testes apontam para a variável terra como parte do modelo e em outros eles apontaram que ela não deve ser incluída. Também foi preciso variar a distribuição dos termos de ineficiência, ora os modelos são estimados com Normal Truncada e ora como Half-Normal (as demais distribuições não apresentaram ajuste satisfatório).

3.2 SEGUNDO ESTÁGIO: CORRELAÇÕES ENTRE EFICIÊNCIA E CARACTERÍSTICA MUNICIPAIS

Como visto na seção anterior são estimados 18 modelos de fronteira estocástica para avaliar a eficiência produtiva em diferentes cenários. Neste sentido, partindo do princípio de que os índices de eficiência produtiva podem ser explicados pelas características municipais, este trabalho realizou um vasto exercício empírico que relaciona os resultados de cada uma das fronteiras de produção a características municipais. Assim, foi possível entender as correlações existentes entre participação do governo na economia, qualidade institucional, disponibilidade de crédito, grau de abertura comercial, educação e etc, e as variações de eficiência nos mais diversos contextos nacionais e regionais.

O maior desafio das estimações em segundo estágio consistiu em identificar adequadamente quais variáveis devem compor os modelos e quais não tem relação com a eficiência em cada contexto específico. Neste sentido, foram realizadas diversas simulações em cada modelo de segundo estágio para que fosse possível evitar erros de especificação, e consequentemente, viés de variável omitida. Os erros de especificação,

têm diversas origens, dentre as quais pode-se apontar regressores omitidos, forma funcional incorreta, erros de medida em variáveis e erros de simultaneidade. Para a detecção de erros de especificação foi utilizado inicialmente o Teste Reset proposto por Ramsey (1969) que detecta, problemas decorrentes de variável omitida e forma funcional incorreta.

Ainda em relação a especificação dos modelos foram observadas quatro diferentes estatísticas, sendo elas: i) Critério de Informação de Akaike (AIC); ii) Critério de Informação Bayesiano (BIC); iii) Critério de informação de Hannan-Quinn (HQC); e iv) R^2 -Ajustado. Tais estatísticas foram primordiais na seleção dos modelos de segundo estágio, uma vez que a literatura apresenta muitas variáveis como potencialmente explicativas para a eficiência (ver revisão da literatura).

Segundo, Figueiredo Filho *et al.* (2011, p. 84), os problemas mais comuns encontrados na identificação de modelos de regressão são “(1) presença e influência de *outliers*, (2) observação de resíduos com distribuição não normal, (3) erros com variância não constante (heterocedasticidade) e (4) multicolinearidade entre as variáveis independentes”. Assim, para que se obtivesse o melhor ajuste nos modelos de segundo estágio foram realizados testes de omissão e inclusão de variáveis e observados os resultados dos critérios acima, bem como a robustez dos coeficientes encontrados. Tais simulações permitiram descartar a influência da multicolinearidade sobre a estimação dos coeficientes da regressão, descartando assim o problema (4). No que se refere ao problema (2) foi aplicado o teste de Bera e Jarque (1982) que descartou a possibilidade de resíduos não normais. Além disto, uma vez que as amostras utilizadas nessas regressões convergem para a população é possível determinar que a distribuição amostral converge para a distribuição normal, bem como que as médias amostrais convergem para as médias populacionais.

Por fim, ainda em relação a adequação dos modelos e solidez dos resultados, foi preciso verificar a inexistência de heteroscedasticidade (problema 3), uma vez que segundo Cribari-Neto e Zeileis (2010), em geral, dados na forma de índices são heterocedásticos e dificultam a construção de aproximações para testes de hipóteses e intervalos de confiança. Neste sentido, todas as regressões foram estimadas com erros robustos para contornar o problema. White (1980) foi o primeiro a propor uma forma para que fosse possível corrigir o problema citado, no entanto Cribari-Neto, Ferrari e Cordeiro (2000) mostram que a forma sugerida por White (1980) ainda não corrigia completamente o problema e propuseram um novo estimador de erros robustos, denominado HC2.

Cribari-Neto e Gois (2002) trabalham em nova melhoria para a correção da heteroscedasticidade e propõe o HC3 defendendo que seu método “se mostrou o mais confiável para utilização em testes quase- t ” (p.322). Neste contexto, a estimação dos erros robustos, aqui utilizada, foi realizada com variante HC3, uma vez que ele apresenta uma evolução na correção do problema e torna mais confiável a estatística de teste de significância das variáveis.

3.3 FONTE DE DADOS E MENSURAÇÃO DAS VARIÁVEIS

Como pôde ser visto, a discussão de ajuste das múltiplas fronteiras de produção traz também a definição das variáveis utilizadas no primeiro estágio da análise de eficiência dos municípios brasileiros. Após exaustivo exercício de ajuste, foi definido a renda do trabalho, renda do capital e renda da terra como *proxies* dos insumos das firmas representativas municipais. Tal estratégia foi baseada no trabalho de Santos e Spolador (2018) que definem a participação de cada fator de produção nos setores da economia brasileira, permitindo calcular a renda de terra, capital e trabalho para cada município i em cada momento de tempo t . Além disso, como base na literatura, foi definido que o produto de cada firma representativa seria o PIB do município i no tempo t . Os dados referentes aos insumos e ao produto da firma representativa foram obtidos a partir dos dados do IBGE e consideraram o período de 2000 a 2009. Não foi possível avançar muito no recorte temporal uma vez que a disponibilidade de dados municipais é restrita e o avanço temporal inviabilizaria a estimação de segundo estágio.

Neste sentido, como definido anteriormente a variável dependente para a análise de segundo estágio foi o índice de eficiência dos municípios. Porém, as variáveis explicativas, apesar de superficialmente sugeridas no início desta seção, merecem uma discussão mais detalhada, tanto em relação a forma de mensuração, quanto em relação a origem dos dados utilizados. Assim, é válido destacar que as variáveis listadas a seguir foram obtidas a partir das bases de dados oficiais como IBGE, IPEADATA, DATASUS, DATAPREV, Banco Central do Brasil, Secretária do Tesouro Nacional (FINBRA)

Por fim, cabe listar o conjunto de variáveis que foram mobilizadas como explicativas da ineficiência, a partir das múltiplas regressões de segundo estágio. Dessa forma, as principais variáveis citadas na literatura e mensuráveis a nível municipal são: i) Distância da Capital, Portos e Aeroportos públicos e privados; ii) Exportações e Importações; iii) Composição Setorial do PIB, Mineração, Área Plantada, Área Colhida, Taxa de desemprego, Arrecadação previdenciária, Número de Benefícios e Valor dos

Benefícios Previdenciários, Acidentes do Trabalho, Rendimento Médio Urbano e Rural e Taxa de Trabalho Infantil; iv) Instituições de Ensino Superior Federal, Estadual, Municipal e Privada, Escolas Federais, Anos de Estudo e Taxa de Analfabetismo; v) Despesas Orçamentárias, Correntes, de Custeio, com Pessoal, Investimento e capital das administrações públicas municipais; vi) Receitas Orçamentárias, Correntes, Tributárias, de Transferências Correntes, e Cota FPM das administrações públicas municipais; vii) População, GINI, IQIM, Quantidade de Beneficiários e Valor dos Benefícios do Bolsa Família, Homicídios, População com até Meio Salário Mínimo, Renda *Per Capita* Familiar e Percentual da População Urbana e Rural; viii) Operações de Crédito, Empréstimos e Financiamentos, Financiamentos Rurais para Comercialização Agrícola e Quantidade de Agências Bancárias; e ix) Chuvas em Milímetros por Ano e Temperatura Média.

4 RESULTADOS

4.1 MENSURAÇÃO DA EFICIÊNCIA PRODUTIVA: PRIMEIRO ESTÁGIO

O potencial produtivo dos municípios brasileiros foi medido a partir de um modelo econométrico de fronteira estocástica de produção com dados em painel de 2000 a 2009. Neste sentido, foi utilizada uma estratégia inovadora de múltiplas fronteiras de produção (fronteiras nacionais, regionais e por tamanho populacional). Essa forma de estimação permitiu entender melhor as diferenças de eficiência, potencial e intensidade relativa dos fatores de produção nas diferentes regiões do Brasil. Tal estratégia permitiu ainda comparar os resultados dos municípios considerando algumas situações de interesse, tais como as suposições de homogeneidade dos seus processos produtivos ou heterogeneidade.

4.1.1 Múltiplas Fronteiras Nacionais

Como destacado na seção de metodologia, primeiramente estimou-se uma fronteira de produção com 4567 municípios brasileiros. Ou seja, assumindo que os municípios são homogêneos em seus processos produtivos ou que pelo menos poderiam ser (livre replicabilidade da tecnologia produtiva), estimou-se as eficiências e os potenciais produtivos destes municípios para que fosse possível ranquear essas unidades produtoras. Neste sentido, a Tabela 2 a seguir apresentará os resultados dos coeficientes e, portanto, a intensidade dos fatores de produção usados pelos municípios.

Tabela 2 – Estimação do Modelo de Fronteira Estocástica com 4567 Municípios (Modelo 1: Nacional Geral)

Variável	Coef.	Erro Padrão	Z-Valor	P-Valor	Cód.
Intercepto	1.20123514	0.00408168	294.30	< 2.2e-16	***
Log(Proxy_L)	0.57955126	0.00221221	261.98	< 2.2e-16	***
Log(Proxy_K)	0.42687636	0.00219011	194.91	< 2.2e-16	***
Sigma ²	0.04031876	0.00021740	185.46	< 2.2e-16	***
Gama	0.98722945	0.00010757	9177.43	< 2.2e-16	***
Mu	0.39901811	0.00208367	191.50	< 2.2e-16	***
Log likelihood	94865.59	Eficiência média:	0.6360861	N	4567

Fonte: elaboração própria. Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

A partir dos dados da Tabela 2, é possível perceber que todas as variáveis são estatisticamente significantes a menos de 1%. Como esperado, os coeficientes de trabalho e capital foram de acordo com a literatura (ver SCHETTINI e AZZONI, 2018), ou seja, o trabalho apresenta uma maior elasticidade que o capital, 0.579 e 0.426 respectivamente.

Apesar da soma dos coeficientes estar acima da unidade (aproximadamente 1.05), o intervalo de confiança da soma dos coeficientes contempla o valor 1, assim, não se pode afirmar que o modelo apresenta retornos crescentes a escala. Na verdade, este resultado traz um indicativo de que o modelo acima apresenta retornos constantes de escala.

É válido destacar ainda que a tabela 2 acima mostra que a variável *Gama* foi de 0.987 e que *Mu* foi de 0.399 e, como já destacado, ambas significantes a menos de 1%. Essas variáveis mostram, respectivamente, que o modelo apresenta ineficiência significativa e que a distribuição dos termos de erro não aleatórios (ineficiência) deve ser a normal truncada. Com a variável *Gama* tão elevada (como definido na metodologia ela varia entre 0 e 1), há um indicativo de que a variância do termo de ineficiência domina a variância do modelo. Assim, os desvios em relação à fronteira ótima de produção estão muito fortemente associados a desvios não aleatórios, evidenciando, portanto, que o modelo captura a ineficiência dos municípios brasileiros (BATTESE e COELI, 1992; 1995; KUMBHAKAR e LOVELL, 2000).

Outras informações importantes da tabela 2, dizem respeito à baixa variância do modelo e a baixa média de eficiência dos municípios. O valor estimado da eficiência de apenas 0.636, em média, mostra que os municípios produzem apenas 63.6% do seu potencial produtivo, ou seja, seria possível ampliar sua produção em 36.4% sem que fosse necessária uma ampliação dos recursos disponíveis. Assim, tendo como premissa que esses municípios têm livre acesso à tecnologia de produção, seria necessário apenas aumentar a eficiência produtiva para que houvesse um aumento de mais de um terço na produção total. Isso mostra que os municípios não foram capazes sequer de alcançar dois terços da produção potencial entre os anos de 2000 a 2009. Tais resultados são próximos dos encontrados no trabalho de Schettini e Azzoni (2018). Associando o resultado da eficiência com a baixa variância do modelo, é possível inferir que a ineficiência não está concentrada em um grupo pequeno de municípios, mas que ela está presente na maioria dos municípios da amostra, uma vez que não há grande variabilidade dos resultados.

Cabe aqui destacar ainda que o modelo com variação temporal da eficiência teve um ajuste pior que o apresentado na tabela 2, além disso, mesmo que se considerasse o resultado de tal modelo, a variável temporal foi significativa apenas a 10% e com coeficiente negativo, apontando para uma perda de eficiência ao longo dos anos. Neste sentido, esses resultados combinados permitem inferir que a eficiência produtiva dos municípios não tem evoluído com o passar dos anos. Assim, mesmo que os resultados

apontem para uma eficiência constante entre os anos de 2000 a 2009, é possível imaginar que nos anos subsequentes essa eficiência não melhora de forma significativa.

Ainda no que se refere aos índices de eficiência estimados, foi possível perceber que apenas 39.17% (1789) dos municípios tiveram eficiência acima da média nacional de 63.6%. Assim, a maioria dos municípios 60.83% (2778) tem uma eficiência ainda mais baixa que a média nacional, que já foi consideravelmente baixa. No entanto, apesar da baixa eficiência média, existem municípios que conseguiram se aproximar bastante do seu potencial, pois o maior índice foi de 0.9997, ou seja, 99.97% do potencial de produção foi efetivamente realizado. Por outro lado, o município com menor eficiência alcançou apenas 56% do seu potencial. Esses dados mostram que a média nacional está mais próxima do pior município do que das melhores práticas.

Para avançar na discussão sobre a eficiência produtiva brasileira na perspectiva de firmas representativas municipais, foi preciso assumir algum grau de heterogeneidade entre os municípios da amostra. Como já destacado anteriormente na metodologia, as estimações continuaram em caráter nacional desagregando os municípios em dois grupos: até 50 mil habitantes e mais de 50 mil habitantes. Assim, as tabelas 3 e 4 a seguir apresentam os resultados das fronteiras de produção desses dois grupos de municípios.

Tabela 3 – Estimação do Modelo de Fronteira Estocástica com 464 Municípios (Modelo 2: Nacional mais de 50 mil habitantes)

Variável	Coef.	Erro Padrão	Z-Valor	P-Valor	Cód.
Intercepto	0.73898250	0.02193796	33.685	< 2.2e-16	***
Log(Proxy_L)	0.56372180	0.01926711	29.258	< 2.2e-16	***
Log(Proxy_K)	0.45469824	0.01901957	23.907	< 2.2e-16	***
Sigma ²	0.00512250	0.00043586	11.753	< 2.2e-16	***
Gama	0.85361348	0.00929483	91.837	< 2.2e-16	***
Um	0.13225183	0.01211842	10.913	< 2.2e-16	***
Log Likelihood	8710.698	Eficiência média	0.8566715	N	464

Fonte: Elaboração própria. Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Como pode ser visto na tabela 3 a eficiência média estimada dos municípios com mais de 50 mil habitantes é bastante superior à eficiência estimada para todos os municípios conjuntamente (0.856 contra 0.636). Este resultado pode indicar que os municípios com até 50 mil habitantes estão trazendo a eficiência média para baixo.

Observando os dados de eficiência da tabela 4 abaixo percebe-se que quando estimada a eficiência dos municípios com até 50 mil habitantes encontra-se um valor significativamente inferior ao encontrado para o grupo de mais de 50 mil habitantes e

para a totalidade dos municípios, 0.451 contra 0.856 e 0.636 respectivamente. Esse resultado sugere que os menores municípios podem ser menos eficientes que os maiores municípios. Porém, vale a ressalva que o grupo de municípios com até 50 mil habitantes é muito maior que o grupo de mais de 50 mil habitantes, 4103 e 464 respectivamente, assim, pode haver muita heterogeneidade não controlada no primeiro grupo, que de certa forma está minorada no segundo.

Tabela 4 – Estimação do Modelo de Fronteira Estocástica com 4103 Municípios (Modelo 3: Nacional até 50 mil habitantes)

Variável	Coef.	Erro Padrão	Z-Valor	P-Valor	Cód.
Intercepto	0.81331170	0.00437776	185.783	< 2.2e-16	***
Log(Proxy_L)	0.60838580	0.00725249	83.886	< 2.2e-16	***
Log(Proxy_K)	0.47088783	0.00723395	65.094	< 2.2e-16	***
Sigma ²	0.04662877	0.00014215	328.025	< 2.2e-16	***
Gama	0.96778904	0.00025830	3746.722	< 2.2e-16	***
Um	0.42486144	0.00157032	270.558	< 2.2e-16	***
Log Likelihood	61714.1	Eficiência média	0.4511617	N	4103

Fonte: Elaboração própria. Signif. codes: 0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Analizando ainda os dados das tabelas 3 e 4 é possível perceber que a intensidade relativa dos fatores de produção muda entre os dois grupos de municípios. A elasticidade do trabalho no modelo 2 é inferior ao do modelo 3 (0.563 e 0.608 respectivamente). Já a elasticidade do capital sobre o produto foi de 0.470 no modelo 3 e de 0.454 no modelo 2. Esses dados mostram que os municípios menores têm uma maior intensidade relativa no fator de produção trabalho, quando comparado com os municípios com mais de 50 mil habitantes. Outro fato interessante é que o modelo 3 apresentou retornos crescentes a escala, uma vez que o intervalo de confiança da soma dos coeficientes de capital e trabalho fica sempre acima de 1. Já no modelo 2 o intervalo de confiança passa pela unidade indicando retornos constantes a escala.

Em relação à variância dos modelos pode-se perceber que o modelo 3 apresenta uma variância muito maior que o modelo 2, indicando novamente que no maior grupo de municípios pode haver uma grande heterogeneidade e que no menor grupo essa heterogeneidade foi minorada. Além disto, o gama do modelo 2 foi inferior ao gama do modelo 3, 0.853 e 0.967 respectivamente. Este resultado indica que a pequena variância do modelo 2 tem forte influência da ineficiência, mas que no modelo 3 essa influência é ainda mais acentuada. Assim, seria possível sugerir que os municípios menores têm uma menor eficiência que os maiores municípios, apesar da ressalva de maior

heterogeneidade. Destaca-se ainda que em ambos os modelos não houve variação temporal na eficiência e que o melhor ajuste para a distribuição dos termos de eficiência foi a normal truncada.

Ainda na tentativa de entender a diferença de eficiência encontrada entre os dois grupos de municípios, foram verificadas algumas estatísticas sobre variáveis correlacionadas com fatores de produção e produtividade a fim de entender se existe diferenças significantes nestas variáveis. Ressalta-se, porém, que neste momento será feita uma análise exploratória e que no próximo capítulo a análise das relações entre a eficiência e demais características municipais será avaliada com maior rigor estatístico.

Neste sentido, ao analisar variáveis relacionadas à infraestrutura dos municípios da amostra, é possível perceber que cerca de 9% dos municípios de maior porte tinham algum tipo de instalação portuária, porém para os menores municípios esse percentual chega apenas a cerca de 1%. Quando se trata de aeroportos a diferença de dotação também é significativamente importante. No grupo de municípios de até 50 mil habitantes apenas 20% tem alguma instalação pública ou privada (6% público e 14% privado). No entanto, no grupo de municípios com mais de 50 mil habitantes, esse percentual sobe para mais de 80%, sendo que 51% dos municípios tinham aeroporto público e 30% deles tinham aeroportos privados.

A partir dos dados sobre portos e aeroportos é possível perceber que existe uma maior facilidade para escoamento da produção por parte dos municípios de maior porte, tal fato, pode incentivar esses municípios a exercerem um maior esforço produtivo, elevando assim sua eficiência. Contudo, apenas estes dados não são suficientes para que se possa identificar todo o diferencial de eficiência entre os dois grupos de municípios. Neste sentido, ainda na tentativa de demonstrar a plausibilidade dos resultados encontrados, foram analisados outros dados de infraestrutura, educação, saúde, violência, setor produtivo, instituições e etc.

Assim, ao analisar os dados sobre a distância média dos municípios em relação à capital do estado, foi possível perceber que o grupo de municípios com mais de 50 mil habitantes está mais próximo da capital que o outro grupo (174 km aproximadamente para o primeiro e 260 aproximadamente para o segundo). Esse fato leva a entender que em média os maiores municípios estão agrupados em regiões mais populosas e que os menores estão agrupados em regiões menos populosas. Assim, os municípios com mais de 50 mil habitantes poderiam produzir pensando não apenas na demanda doméstica, mas

também, em demandas externas aos residentes, dessa forma, esses municípios teriam maiores incentivos a ter um alto esforço produtivo.

Quando se trata da produção por grupo, destaca-se que a área colhida média da agricultura nos pequenos municípios representa aproximadamente 50% da média dos grandes municípios, ou seja, é possível inferir que os pequenos municípios têm em média uma produção de menor escala que os grandes municípios do país. Ainda, sobre a produção agrícola, é possível destacar que apesar dos pequenos municípios terem uma área colhida média de 50% da área colhida dos grandes municípios, a produção média deste grupo é de pouco mais de um terço da encontrada nos grandes municípios, mostrando que os municípios maiores têm, além de maior área colhida, maior produtividade.

Ao analisar a produção de serviços e industrial a discrepância fica ainda mais acentuada, a média de produção dos pequenos municípios não chega 5% da média de produção dos grandes municípios. Isso pode estar sendo explicado, por exemplo, pela diferença na quantidade de recursos disponíveis de capital e mão de obra. Ao verificar a quantidade média de capital (Proxy_K) disponível entre os municípios do modelo 2 é possível perceber que essa quantidade é consideravelmente superior à encontrada para o grupo do modelo 3, sendo a média do primeiro grupo cerca de 37 vezes o valor médio disponível para o grupo de comparação. Já em relação a disponibilidade do fator de produção trabalho (Proxy_L) essa diferença diminui, porém de forma pouco significativa, chegando ainda a uma magnitude de 30 vezes o valor médio disponível para os pequenos municípios. Ainda no quesito produção é possível destacar que o grupo de municípios do modelo 2 tem uma maior abertura comercial que os municípios do modelo 3. No grupo de municípios menores a média de exportações é apenas 2,6% da média de exportações dos municípios maiores. Em relação a importação esse resultado torna-se ainda pior, a média de importação dos municípios menores representa apenas 0,8% da média de importação dos maiores municípios.

Além disto, a diferença na taxa de analfabetismo da população entre esses municípios também pode ser determinante desse resultado, uma vez que interfere diretamente na produtividade do trabalho. No grupo de município com até 50 mil habitantes, em média, a população não alfabetizada foi de pouco mais de 20%, já no outro grupo essa média foi próxima a 10%. Em relação aos anos de estudo, os menores municípios tinham em média cerca de 4 anos de estudo, enquanto os maiores tinham uma média de 6 anos de estudo. Assim, é fácil notar que a média de anos de estudo do grupo

de menores municípios é apenas de dois terços da média de anos no grupo de maiores municípios. No que se refere ao capital humano (variável calculada pelo IPEADATA), os dados mostram que os municípios do modelo 3 tinham uma média bastante inferior aos municípios do modelo 2, ficando a média do primeiro grupo em apenas 4% da média do segundo.

Outro importante fator sobre a produtividade do trabalho que pode explicar o resultado acima e, conseqüentemente, a diferença de eficiência entre esses dois grupos é a taxa de trabalho infantil. No grupo dos menores municípios essa taxa foi de aproximadamente 18%, já no grupo dos maiores municípios foi de aproximadamente 11%. Destaca-se também que a população dos grandes municípios é mais predominantemente urbana que a população dos menores municípios, assim, no que se refere ao local de moradia, em média 89% das pessoas residentes em municípios de grande porte moram em zonas urbanas. Já nos menores municípios esse percentual diminui para aproximadamente 62% da população.

Quando se trata da renda média, é interessante observar que existem diferenças significantes entre os dois grupos de municípios. No grupo com até 50 mil habitantes os benefícios previdenciários emitidos anualmente são superiores em 45% aos emitidos no grupo com mais de 50 mil habitantes, mostrando assim que grande parte da renda nesses municípios advém de uma fonte não produtiva. Além disso, a renda domiciliar média nos menores municípios é significativamente inferior, representando aproximadamente 60% da renda média dos maiores. Outro fator relevante é que em média mais de 63% das pessoas nos menores municípios tem uma renda de até meio salário mínimo. Já nos municípios de maior porte esse percentual cai para próximo de 45%.

Neste sentido, é possível perceber que os dois grupos têm diferenças significativas em suas características e que esses dados em conjunto podem indicar que além das diferenças de recursos pode haver também diferenças de produtividade e que os menores municípios podem ter uma menor produtividade média que o grupo de comparação e assim justificar a menor eficiência média. Como destacado anteriormente, essas diferenças serão exploradas com maior rigor estatístico no segundo estágio dessa análise, quando será modelada a eficiência em função das características municipais. Vale ainda a ressalva que o fato de os municípios estarem divididos em apenas dois grupos pode impedir uma análise detalhada das heterogeneidades existentes entre eles. Assim, para avançar na discussão será necessário discutir as múltiplas fronteiras regionais para entender se o padrão até agora encontrado se repete nas regiões.

4.1.2 Múltiplas fronteiras regionais

Para que seja possível avançar na discussão sobre as diferenças de eficiência entre os municípios brasileiros, esta seção apresenta o resultado das múltiplas fronteiras regionais. Dessa forma, tem-se como pressuposto que existem heterogeneidades entre municípios de regiões diferentes e que essas heterogeneidades podem impactar na mensuração dos níveis de eficiência. Neste sentido, na medida em que o estudo avança em desagregar os municípios em regiões, é possível supor que as heterogeneidades vão sendo cada vez mais mitigadas e os resultados tenderiam a apontar de forma mais clara para os diferenciais de eficiência, intensidade relativa dos fatores de produção e capacidade produtiva. Como já referido, a ideia de estimar múltiplas fronteiras surgiu dos trabalhos de Islam (1995), Restuccia (2012), Restuccia e Rogerson (2013), Elery Jr. (2014) e Schettini e Azzoni (2018).

Ao estimar fronteiras regionais, este estudo propõe que os municípios podem deter níveis diferentes de tecnologia e produtividade, de tal forma que as suas fronteiras de possibilidade de produção efetivamente alcançáveis sejam diferentes entre si. Ou seja, é suposto que um dado município de grande porte da região sudeste tenha uma fronteira de possibilidade de produção mais alta que um município de pequeno porte das regiões norte ou nordeste por exemplo.

Neste sentido, é plausível supor que municípios com baixa tecnologia e poucos recursos disponíveis possam ter suas eficiências subestimadas quando agregados a municípios mais desenvolvidos e que possuem fronteiras de possibilidades de produção mais elevadas. Assim, o ajuste das múltiplas fronteiras regionais (levando em consideração o porte dos municípios) mostrará que a eficiência produtiva dos municípios brasileiros deve ser avaliada a partir de um conjunto de informações e não apenas de uma estimação geral que coloca todas as unidades municipais na mesma métrica. O ganho de tal procedimento é poder ter um novo ângulo de visão sobre a realidade produtiva nacional e identificar melhor o que de fato é ineficiência e o que seria falta de tecnologia, baixa produtividade e falta de disponibilidade de recursos.

A eficiência média medida apenas pela regressão conjunta de todos os municípios do Brasil aponta para a Região Centro-Oeste como sendo a mais eficiente, seguida das regiões Sul e Sudeste. Já as regiões Norte e Nordeste apresentaram as menores eficiências, sendo a região Norte a pior ranqueada. Esses resultados apontam no mesmo sentido dos encontrados por Schettini e Azzoni (2018), Gasques e Conceição

(2000), Gasques *et al.* (2004a, 2004b) e Marinho e Carvalho (2004), mostrando o Centro-Oeste como uma região de grande eficiência e as regiões Norte e Nordeste como as regiões de menor eficiência.

No entanto, esses dados mostram apenas que, dada uma fronteira nacional, os municípios do Norte e Nordeste são os mais distantes do limite dessa fronteira. Neste sentido, quando observados os dados das estimações nos anexos A, B e C, pode-se perceber que ineficiência não é exatamente o caso destes municípios. Os resultados combinados dessas estimações (nacional e regionais) podem sugerir que tais municípios dispõem de menos recursos e/ou menor tecnologia que os municípios das regiões Centro-Oeste, Sul e Sudeste. Assim sendo, suas fronteiras regionais são mais baixas que as do Centro-Oeste, Sul e Sudeste, tornando-os menos eficientes quando se impõe a suposição de homogeneidade produtiva.

Como pode ser visto nas tabelas do apêndice A, o Norte apresenta a maior eficiência na estimação da fronteira regional. Esse padrão também pode ser observado nas tabelas do apêndice B e ficam muito próximos no apêndice C, onde o Centro-Oeste é o mais eficiente e o Norte o segundo. Assim, há um indicativo de que os municípios do Norte não são necessariamente os mais ineficientes, como poderia sugerir a estimação nacional. Todavia, a estimação do modelo nacional mostra que esses municípios têm de fato uma menor capacidade produtiva que os demais municípios do Brasil, seja por falta de recursos ou por escassez tecnológica, o que permite inferir que essa região tem uma fronteira de possibilidade de produção mais baixa que as demais regiões.

Uma consequência direta desses resultados conjuntos é que se faz necessário um olhar para as características dos municípios da região Norte e uma comparação com as características dos municípios das outras regiões, como, por exemplo, do Centro-Oeste (região com maior eficiência na regressão nacional e na regional com mais de 50 mil habitantes e segunda maior nas regionais totais e até 50 mil habitantes), para entender se a limitação produtiva da região Norte (que faz com que sua fronteira seja mais baixa que a das outras regiões) se deve apenas por falta de recursos ou por fatores associados a tecnologia e produtividade.

Neste sentido, quando analisadas as estatísticas sobre as características dos municípios das regiões Norte e Centro-Oeste é possível notar que em média os municípios da região Norte têm uma população mais pobre que os municípios da região Centro-Oeste. Na região Norte, em média, os municípios têm 74% da população recebendo até meio salário mínimo, já na região Centro-Oeste esse percentual cai para 56%. A

quantidade de beneficiários do Programa Bolsa Família também é significativamente diferente entre as regiões, a região Centro-Oeste tem em média um terço do número de beneficiários do programa que o Norte tem.

Quando se trata de renda previdenciária a região Norte apresenta um valor significativamente superior a região Centro-Oeste. Na região Norte o número médio de benefícios emitidos anualmente supera os da região Centro-Oeste em cerca de 32%. Já no que se refere ao valor médio pago pelo regime geral de previdência nos municípios dessas regiões essa diferença se mantém. Os municípios do Norte recebem cerca de 32% mais recursos previdenciários que os municípios do Centro-Oeste. Esses dados podem indicar que boa parte da renda da região Norte vem de programas de transferência de renda, sendo assim, uma renda não produtiva e, portanto, poderia explicar o fato da fronteira de possibilidade de produção ser mais baixa que a fronteira das demais regiões (o que levou o Norte a apresentar baixa eficiência no modelo nacional e alta eficiência nas estimações regionais).

Além desses dados, vale destacar que a região Norte tem um maior desemprego que a região Centro-Oeste, aproximadamente 12% e 10% respectivamente. A taxa de analfabetismo é outra variável que ajuda a entender por que o Norte tem uma fronteira de possibilidade de produção inferior às encontradas para as demais regiões. Como exemplo, quando comparadas as regiões Norte e Centro-Oeste, pode-se verificar que no Norte a taxa de analfabetismo gira em torno de 23% da população, já na região Centro-Oeste esta taxa fica em torno de 15%. Vale ainda destacar, que o tempo médio de anos de estudo na região Centro-Oeste supera o da região Norte em quase 1 ano, sendo aproximadamente 4,5 anos de estudo no Centro-Oeste e 3,6 anos de estudo no Norte.

Por outro lado, também foi possível observar que a região Norte possui mais portos e aeroportos públicos e um maior número de cidades com Mineração. No entanto, quando se trata de aeroportos privados a região Centro-Oeste supera a região Norte com folga, 52% das cidades da região Centro-Oeste possui pelo menos 1 aeroporto privado, na região Norte este percentual cai para 32%. Este dado é importante pois os aeroportos privados são um indicativo da produção de grandes fazendas, sendo assim, é possível inferir que a produção agrícola de grande escala é maior na região Centro-Oeste que na região Norte. Esse dado é corroborado pela média do PIB agrícola das duas regiões, no Centro-Oeste a média do PIB agrícola foi de R\$ 20.600,07, já no Norte foi de R\$ 12.336,62, ou seja, na região Centro-Oeste a média do PIB agrícola supera a da região Norte em mais de 40%.

É válido destacar ainda que a diferença da produção agrícola entre as duas regiões é um dado importante, pois a região Centro-Oeste é um bom parâmetro de produtividade nesse setor. Assim, quando combinadas essa estatística com as apresentadas sobre a renda, educação, desemprego, infraestrutura e produção, é possível inferir que a região Norte tem de fato uma menor possibilidade de produção que as demais regiões e que boa parte disto pode ser atribuída à escassez de recursos de maior produtividade (pessoas pouco escolarizadas, renda não produtiva, agricultura de baixa produtividade etc.).

Para continuar com a discussão sobre as estimações regionais de eficiência, é preciso olhar para a heterogeneidade que existe entre as regiões no que se refere a intensidade relativa dos fatores de produção. Neste sentido, a partir dos dados apresentados nas tabelas dos apêndices A, B e C é possível destacar que os municípios do Sudeste, Sul e Centro-Oeste têm uma intensidade relativa do Capital maior que as dos municípios do Norte e Nordeste, com destaque para o Sudeste, onde o Capital tem uma importância relativa quase tão alta quanto o Trabalho. Já nos municípios do Norte e Nordeste o Trabalho tem uma elasticidade de quase duas vezes a elasticidade do Capital.

Por fim, vale destacar que, exceto na região Norte, onde as eficiências dos pequenos e grandes municípios ficaram no mesmo intervalo de confiança, em todas as demais regiões os menores municípios tiveram eficiências menores que os municípios de grande porte. Neste sentido, destaca-se que a estimação conjunta nas regiões apresenta uma espécie de média ponderada da eficiência dos pequenos e dos grandes municípios.

4.2 CORRELAÇÕES ENTRE CARACTERÍSTICAS MUNICIPAIS, EFICIÊNCIA E PRODUTIVIDADE

O problema da produtividade é abordado por diversos autores como preponderante na explicação do desempenho econômico. Segundo Schettini e Azzoni (2018) um dos principais componentes da TFP é a eficiência produtiva, sendo possível estabelecer uma relação direta entre eficiência, TFP e produto agregado. Ainda segundo os autores há vasta evidência na literatura que mostra que a TFP no Brasil tem tido baixas taxas e crescimento e/ou crescimento negativo nas últimas décadas.

Assim, torna-se preponderante entender, não só os níveis de eficiência nos municípios brasileiros nos diversos contextos regionais e nacionais (como discutido no capítulo anterior), mas também entender os determinantes desta eficiência, mostrando quais são os principais fatores que estão correlacionados com as variações de eficiência

e, conseqüentemente, quais os fatores têm afetado a TFP dos municípios brasileiros e que estão correlacionados com o desempenho produtivo municipal.

Neste sentido, com o objetivo de identificar os possíveis determinantes da ineficiência, este capítulo buscará construir um exercício empírico relacionando os índices de eficiência encontrados no capítulo anterior com os fatores apresentados na literatura como determinantes da baixa produtividade e da má alocação de recursos. Assim, conforme descrito na metodologia, este capítulo segue a lógica de estimação em dois estágios buscando as correlações existentes entre os índices de eficiência produtiva (encontradas no capítulo anterior) e a participação do governo na economia, qualidade institucional, educação, disponibilidade de crédito, grau de abertura comercial, características populacionais e etc.

4.2.1 Correlações entre Eficiência e Características Municipais em Nível Nacional

Assumindo que os municípios são homogêneos em seus processos produtivos, a estimação da fronteira nacional permitiu a extração dos índices de eficiência para os municípios brasileiros tornando possível identificar quais fatores estariam correlacionados com as variações da eficiência entre esses entes da federação. Assim, a tabela 5 a seguir mostra o resultado da estimação de segundo estágio nacional com todos os municípios da amostra. Tal estimação permitirá observar os condicionantes das variações de eficiência no Brasil.

Tabela 5 - Estimação do Segundo Estágio Nacional (4567 municípios)

Variável	Coeficiente	Erro Padrão	Razão-t	P-Valor	Sig.
Constante	0,651213	0,00826837	78,76	0,0000	***
Portos	0,0169022	0,0101145	1,671	0,0948	*
Aeroporto_Privado	0,00563692	0,00101490	5,554	2,95e-08	***
Mineração	0,00264144	0,00211222	1,251	0,2112	
Transf_Inter_Gov	7,69212e-010	4,25274e-010	1,809	0,0706	*
PIB_Ind	3,46791e-08	1,63560e-08	2,120	0,0340	**
IQIM	0,00175217	0,000783081	2,238	0,0253	**
Área_Plantada	8,25528e-08	2,13045e-08	3,875	0,0001	***
Distância_Capital	-1,38456e-05	2,19306e-06	-6,313	3,00e-010	***
Renda_Méd_Dom	2,46460e-05	7,47159e-06	3,299	0,0010	***
Tx_dpg_16ans_e+	-0,000320967	7,66629e-05	-4,187	2,88e-05	***
EXP_VL_FOB	4,57462e-011	2,50585e-011	1,826	0,0680	*
Perc_Pop_Rural	-9,67748e-05	1,82801e-05	-5,294	1,25e-07	***
População	2,95810e-07	1,14036e-07	2,594	0,0095	***
Desp_Custeio	-2,90293e-010	2,17933e-010	-1,332	0,1829	
Desp_Pessoal	5,49667e-010	2,86724e-010	1,917	0,0553	*
Impostos	-2,16968e-09	1,44706e-09	-1,499	0,1338	
Anos_Estudo	0,00527456	0,000830826	6,349	2,39e-010	***
Homicídios	-0,000108246	5,03287e-05	-2,151	0,0315	**
Perc_Pop_0,5_SM	-9,24979e-05	6,95873e-05	-1,329	0,1838	
Oper_de_créd	1,94102e-012	1,54893e-012	1,253	0,2102	
IPTU	-2,11868e-09	1,88359e-09	-1,125	0,2607	
Estatísticas do Modelo					
R ²	0,478146	R ² - ajustado		0,475462	
F(21,4545)	178,3577	P-valor(F)		0,000000	
Log da Veros.	11159,62	AIC		-22271,24	
BIC	-22117,37	HQC		-22217,02	
N	4567				
Variável dependente:	Eff_Brasil_Total				

Fonte: Elaboração Própria. Sig: (***) 1%, (**) 5%. (*) 10% e () Não significativo.

Como pode ser observado na tabela 5 acima, a maioria das variáveis são estatisticamente significantes a 1%, 5% ou 10%, sendo as variáveis Mineração, Despesas de Custeio, Impostos, Percentual da População com até meio salário mínimo, operações de crédito e IPTU não significantes. Vale ressaltar que mesmo não sendo significantes tais variáveis constam no modelo devido aos critérios de escolha de modelo adotados (AIC, BIC, HQC e R² – Ajustado).

No que se refere às variáveis significativas pode-se perceber que as variações de eficiência entre os municípios brasileiros podem ser explicadas por questões de infraestrutura como Portos, Aeroportos e Distância da Capital, e que tais variáveis afetam o nível de eficiência de forma distinta, uma vez que Portos e Aeroportos estão

positivamente relacionados com a eficiência e a distância da capital está negativamente relacionada. Os resultados das duas primeiras variáveis podem indicar que a facilidade de escoamento da produção gera incentivos para instalação de empresas de melhores práticas. Já o resultado da última (Distância da Capital) capta o efeito da concentração da atividade produtiva nas regiões metropolitanas que têm grande proximidade com a capital do estado (efeitos da aglomeração produtiva). Andrade e Serra (2001) mostram que “111 centros urbanos respondem praticamente por quase 80% do PIB, enquanto os demais municípios (5.040) produzem o restante” (p.83). Ainda segundo os autores, quase 50% da produção está concentrada nas regiões metropolitanas de apenas 12 capitais brasileiras, com destaque para São Paulo e Rio de Janeiro.

Outra forma de ler tal resultado é olhar para o fato de que os Portos são pontos de atratividade da produção industrial e de serviços portuários/alfandegários, e que os aeroportos privados são correlacionados com grandes fazendas de produção agrícola para pulverização de suas plantações. Segundo Silveira (2004) em 2002 existiam mais de 40.000 aeronaves voltadas para a aviação agrícola no mundo. Ainda segundo o autor a portaria 1019/GM5 de 1980 estabelece a proibição do uso de aeroportos públicos para estocagem de defensivos agrícolas, deixando assim essa atividade a cargo dos aeroportos privados.

Silveira (2004) mostra também que a pulverização aérea, quando comparada a pulverização terrestre, permite uma maior eficiência produtiva, uma vez que é possível produzir mais mantendo os demais fatores produtivos constantes. Em seu trabalho o autor ainda destaca que cada aeronave agrícola deve indicar um aeródromo como base de operação para que seja possível obter a licença de atuação no setor agrícola. Além disso, é possível mostrar que existe uma correlação de 0.303 entre a variável aeroportos privados e o PIB agropecuário. Assim, os sinais das variáveis Portos, Aeroportos e Distância da Capital podem estar relacionados à produtividade agrícola ou industrial de grande escala.

Quando se trata das variáveis que descrevem as características populacionais ou institucionais dos municípios, é possível destacar que o Índice de Qualidade Institucional Municipal (IQIM) está positivamente relacionado com a eficiência dos municípios. Tal fato está totalmente de acordo com a literatura, uma vez que desde o trabalho de Acemoglu, Johnson e Robinson (2001) a literatura tem mostrado a relação positiva entre boas instituições e produtividade. Segundo Acemoglu, Johnson e Robinson (2001), boas instituições e direitos de propriedade bem definidos e seguros levam os países a maiores investimentos em capital físico e humano, bem como ao uso eficiente desses fatores de

produção. Para Lisboa e Scheinkman (2016), as mudanças institucionais podem levar a mudanças significativas no ambiente de negócios e com isso ter impactos sobre a produtividade.

No que tange a relação positiva entre eficiência e educação (Anos de Estudo), é possível destacar que este é um resultado já bastante discutido na literatura. Lisboa e Scheinkman (2016) destacam que quando se modela a produtividade deve-se levar em conta questões educacionais e de capital humano, uma vez que a literatura internacional mostra exaustivamente a relação existente entre essas variáveis. Neste sentido, é possível citar os trabalhos de Lucas (1988), Mankiw, Romer e Weil (1992), Barro (1992), Romer (1993) e mais recentemente Manuelli e Seshadri (2014) como alguns representantes dessa literatura já consolidada.

Ainda se tratando das características populacionais foi possível perceber que um maior percentual da população nas zonas rurais e um maior número de homicídios estão negativamente relacionados à eficiência. Neste sentido, dois fatos podem ser destacados, o primeiro diz respeito a baixa produtividade da agricultura familiar, ou seja, quanto maior a população rural do município, maior a produção agrícola familiar e menor a eficiência. Já o segundo é que os homicídios (efeito da violência sobre a eficiência) podem estar alterando as escolhas locacionais de moradia de indivíduos com maior produtividade, seguindo assim a lógica de migração proposta por autores como Glaeser e Gottlieb (2009), Roback (1982), Krugman (1991) e discutida em Barros (2011).

Quando se trata da característica produtiva dos municípios e suas associações, é possível perceber que quanto maior a taxa de desemprego, menor a eficiência, isso pode indicar que o desemprego está gerando capacidade ociosa e/ou que o custo da mão-de-obra nesses municípios está acima da produtividade marginal dos trabalhadores (seja por custos relacionados a tributação sobre a folha de pagamento ou por baixa qualificação dos trabalhadores). Também é possível notar que os seguintes fatores estão positivamente relacionados a eficiência: i) maior participação da indústria na composição setorial do PIB; ii) maior participação de grandes áreas de plantio na produção agrícola; e iii) maior volume de exportações (maior abertura comercial). Assim, nota-se que a competitividade nas grandes empresas e fazendas e a competição internacional/abertura comercial tendem a aumentar a eficiência produtiva. Tais resultados são corroborados pelos trabalhos de Coe e Helpman (1995), Islam (1995) e Lisboa, Menezes Filho e Schor (2010).

Lisboa, Menezes Filho e Schor (2010), por exemplo, destacam o “efeito tecnológico incorporado” que a abertura comercial brasileira promoveu nas empresas

exportadoras. Os autores salientam que esse efeito decorre do acesso a tecnologias e equipamentos mais avançados, o que, segundo eles, permitiu um importante choque de produtividade, além de melhorar a eficiência da economia.

4.2.2 Correlações entre Eficiência e Características Municipais em Nível Nacional Heterogeneidades entre municípios de até 50 mil habitantes e mais de 50 mil habitantes

Quando se trata de avaliar os efeitos heterogêneos das características municipais sobre a eficiência pode-se começar a discussão pela avaliação dos fatores correlacionados com a eficiência dos municípios de mais de 50 mil habitantes e dos municípios de até 50 mil habitantes. Assim, a tabela 6 a seguir mostra as relações existentes entre eficiência nos municípios com mais de 50 mil habitantes e as características municipais. Já a tabela 7 apresenta os resultados para municípios com até 50 mil.

Tabela 6: Estimação do Segundo Estágio Nacional (Mais de 50 Mil Habitantes)

Variável	Coeficiente	Erro Padrão	Razão-t	P-Valor	Sig.
Constante	0,851205	0,0107704	79,03	4,14e-262	***
Portos	0,0212360	0,00614807	3,454	0,0006	***
Mineração	9,14086e-08	5,76416e-08	1,586	0,1135	
IES_Federal	0,0111848	0,00651899	1,716	0,0869	*
IQIM	6,55778e-09	4,34905e-09	1,508	0,1323	
Desp_Correntes	-2,87245e-010	1,20473e-010	-2,384	0,0175	**
População	1,89854e-010	9,17977e-011	2,068	0,0392	**
Impostos	-4,75574e-010	2,18071e-010	-2,181	0,0297	**
Investimentos	1,60708e-09	3,37307e-010	4,764	2,58e-06	***
IPTU	-1,90074e-09	5,33237e-010	-3,565	0,0004	***
Rec_Transf_Cor	3,39949e-010	1,32241e-010	2,571	0,0105	**
PIB_Agro	1,05673e-07	5,62022e-08	1,880	0,0607	*
PIB_Ind	1,82054e-08	5,47488e-09	3,325	0,0010	***
Anos_Estudo	0,00435760	0,00176297	2,472	0,0138	**
Homicídios	-4,53221e-08	2,75532e-08	-1,645	0,1007	
Tx_de_Analfab	-3,06737e-012	7,48194e-013	-4,100	4,93e-05	***
Oper_Créd	7,06244e-06	3,38234e-06	2,088	0,0374	**
Emprest_Fcment	1,00721e-011	2,38545e-012	4,222	2,94e-05	***
Chuvas_mm_Ano	-1,63782e-05	1,15422e-05	-1,419	0,1566	
Distância_capital	-3,32053e-05	1,12971e-05	-2,939	0,0035	***
Rend_méd_Ru	-3,81002e-07	1,12814e-07	-3,377	0,0008	***
EXP_VL_FOB	2,28135e-011	1,36320e-011	1,674	0,0949	*
Qt_agências_banc	0,000866013	0,000416231	2,081	0,0380	**
Estatísticas do Modelo					
R ²	0,227004	R ² ajustado			0,186597
F(22, 441)	2,085996	P-valor(F)			0,002951
Log da Veros.	938,3201	AIC			-1828,640
BIC	-1729,283	HQC			-1789,530
N	464				
Variável dependente:	Eff_Brasil_Mais_50Mil				

Fonte: Elaboração Própria. Sig: (***) 1%, (**) 5%. (*) 10% e () Não significativo.

Como pode ser visto, assim como na estimação nacional geral (todos os 4567 municípios), a maioria das variáveis foi significativa a 1%, 5% ou 10%. As variáveis Chuvas em milímetros cúbicos por ano, Índice de Qualidade Institucional Municipal (IQIM), Homicídios e Mineração foram as únicas componentes do modelo que não foram significativas.

Quando se trata das variáveis significativas no modelo de municípios com mais de 50 mil habitantes é possível agregá-las em alguns grupos de interesse. Primeiramente, é possível perceber que as variáveis relacionadas a infraestrutura tais como portos e distância da capital tiveram resultado similar a estimação nacional geral, ou seja, portos elevam a eficiência dos municípios com mais de 50 mil habitantes e quanto maior a distância da capital, menor a eficiência desses municípios.

No que se refere a participação do governo na economia, foi possível perceber que um maior nível de despesas dos governos municipais, um maior nível de impostos gerais e de IPTU levam a um menor índice de eficiência produtiva. No entanto, quando o gasto da gestão municipal é direcionado a investimentos o efeito encontrado é o inverso do efeito geral do gasto municipal, ou seja, quanto maior o investimento público municipal maior a eficiência produtiva nos municípios.

Outro fator de interferência do governo na economia que está positivamente relacionado a eficiência é a transferência de recursos de outros entes federados para os municípios, esse efeito possivelmente está associado ao ICMS (maior tributo brasileiro) que é repartido com os municípios de acordo com o valor adicionado. Municípios com grandes empresas industriais recebem mais transferências do que municípios sem grande base produtiva.

Assim como neste trabalho, García-Santana *et al.* (2016) mostram uma forte ligação entre a alocação de recursos no setor público e a eficiência, sugerindo que este fator (alocação de recursos no setor público) seria mais importante na explicação da ineficiência do que fatores como fricções financeiras, características setoriais, dependência financeira, intensidade dos fatores de produção, negociabilidade ou inovação.

Similarmente ao resultado encontrado na estimação geral, os municípios com maior produção industrial e agrícola (larga escala), bem como os municípios voltados para a exportação tendem a ter maior eficiência, uma vez que todos os coeficientes dessas variáveis foram positivos e significativos. Tais resultados estão em consonância com os encontrados no trabalho de Veloso *et al.* (2017), onde os autores destacam que uma

elevação da eficiência dependeria do aumento da produtividade setorial, dando destaque para a necessidade de melhorias na produtividade dos serviços.

No que tange a qualificação da mão de obra, medido pelos anos de estudo e pela taxa de analfabetismo, foi possível perceber que quanto mais educada é a população, maior a eficiência a ela associada e quanto maior a taxa de analfabetismo, menor a eficiência produtiva. Esses resultados combinados mostram que não é desejável que a população tenha grande desigualdade educacional, ou seja, não é desejável que parte da população tenha elevado grau de instrução e que ainda assim exista analfabetismo, pois o efeito negativo do analfabetismo pode minorar ou até mesmo anular o efeito positivo da população mais escolarizada (MENEZES FILHO 2014; MANUELLI e SESHADRI, 2014). Ainda foi possível perceber que o efeito de uma universidade federal sobre a eficiência foi positivo, fato este que possivelmente está relacionado à qualidade da educação nessas instituições de ensino, estando assim em consonância com os resultados de Manuelli e Seshadri (2014).

Ainda tratando das relações entre características dos municípios com mais de 50 mil habitantes e eficiência produtiva, foi possível notar que as variáveis relacionadas à disponibilidade de crédito (operações de crédito, empréstimos e financiamentos e quantidade de agências bancárias) apresentaram relação direta com a eficiência, ou seja, um maior acesso ao crédito pode elevar a eficiência produtiva dos municípios. Esse resultado pode decorrer de dois mecanismos distintos, o primeiro seria a elevação na demanda por bens e serviços ampliando o dinamismo dessas economias e o segundo estaria relacionado a alocação adequada do capital o que minimizaria o efeito da má alocação de recursos sobre a eficiência. Neste sentido, alguns autores como Moll (2014), Almeida (2014), Benkovskis (2015) e Dias *et al.* (2016) mostram essa mesma relação entre disponibilidade de crédito e eficiência, com estudos sobre má alocação de recursos.

No que se refere a análise da eficiência dos municípios com até 50 mil habitantes a tabela 7 abaixo apresenta as variáveis que estão correlacionadas com as variações de eficiência nestes entes da federação. Assim, será possível comparar os fatores que influenciam a eficiência nesses municípios e nos municípios com mais de 50 mil habitantes.

Tabela 7: Estimação do Segundo Estágio Nacional (Até 50 Mil Habitantes)

Variável	Coefficiente	Erro Padrão	Razão-t	P-Valor	Sig.
Constante	0,482604	0,00323141	149,3	0,0000	***
Aeroporto_pub	0,00422235	0,00215688	1,958	0,0503	*
IES_Federal	0,00430471	0,00313948	1,371	0,1704	
IES_Privada	0,00298604	0,00112038	2,665	0,0077	***
População	1,75480e-06	1,01652e-07	17,260	1,67e-064	***
Desp_Pessoal	-1,34618e-09	8,24393e-010	-1,633	0,1026	
IPTU	-1,97482e-09	8,67885e-010	-2,275	0,0229	**
PIB_Agro	4,40523e-07	4,45852e-08	9,880	9,10e-023	***
PIB_Ind	1,89482e-07	5,71618e-08	3,315	0,0009	***
Arr_prev	1,25953e-09	4,94854e-010	2,545	0,0110	**
Gini	-0,0348235	0,00515037	-6,761	1,56e-011	***
IQIM	3,23795e-06	5,19221e-07	6,236	4,94e-010	***
Anos_Estudo	5,53858e-09	3,08354e-09	1,796	0,0725	*
Distância_capital	-3,56525e-06	1,98213e-06	-1,799	0,0721	*
Perc_Pop_0,5SM	-0,000369299	3,38594e-05	-10,910	2,54e-027	***
Tx_de_Analfab	-6,53350e-05	4,08867e-05	-1,598	0,1101	
Rend_méd_Ru	-2,85777e-06	1,10120e-06	-2,595	0,0095	***
Rend_méd_Urb	0,000206609	0,000195684	1,056	0,2911	
Tx_dpg_16ans_e+	-0,000206586	7,58134e-05	-2,725	0,0065	***
Qt_agências_banc	0,00450637	0,000477430	9,439	6,16e-021	***
Estatísticas do Modelo					
R ²	0,704679	R ² ajustado		0,702940	
F(19, 4081)	418,0587	P-valor(F)		0,000000	
Log da Veros.	10870,80	AIC		-21691,60	
BIC	-21533,63	HQC		-21635,68	
N	4101				
Variável dependente:	Eff_Brasil_Até_50Mil				

Fonte: Elaboração Própria. Sig: (***) 1%, (**) 5%. (*) 10% e () Não significativo.

Primeiramente é possível destacar que a maioria das variáveis foi significativa a 1%, 5% e 10%, fato que também ocorre nas regressões geral e de mais de 50 mil habitantes. Todavia, quando verificadas as variáveis que não foram significativas, já é possível encontrar alguma heterogeneidade em relação aos municípios de maior porte. No modelo de até 50 mil habitantes as variáveis instituições federais de ensino superior e taxa de analfabetismo não foram significantes, contrapondo-se ao modelo de municípios mais populosos. Além disso, o rendimento médio urbano e as despesas da administração municipal com pessoal também não foram significantes.

O fato das instituições federais de ensino não ser significativa para explicar as variações de eficiência sugere que a política de disseminação dessas instituições pode ter efeito apenas quando a cidade que recebe essas instituições tem condições mínimas de

produção e mercado para absorver os profissionais por elas formados e que em pequenos municípios essas condições não estão desenvolvidas o suficiente a ponto de tal política impactar na eficiência e, conseqüentemente, na produtividade. Além disso, o reduzido número de instituições de ensino federal nesses municípios também contribuiu para a sua não significância.

Por outro lado, as instituições de ensino privado são significativas para a melhoria da eficiência nesses mesmos municípios, isso pode estar associado ao fato de que as instituições privadas estão muito mais disseminadas que as públicas nos pequenos municípios. Quando analisada a variável Anos de Estudo, o resultado mostrou um efeito positivo sobre a eficiência, porém em menor magnitude que a encontrada nos municípios com mais de 50 mil habitantes.

No que se refere à qualidade institucional, é interessante observar que na estimação geral e na estimação para municípios de até 50 mil habitantes (tabela 7) essa variável foi significativa. Isso mostra que de forma geral as variações de eficiência nos municípios brasileiros podem estar sendo explicadas pelas variações na qualidade das instituições e que esse efeito está mais fortemente associado a variações nos municípios de menor porte.

Esse resultado é bastante importante, pois o indicador de qualidade das instituições leva em consideração a participação da população na gestão dos recursos municipais, a capacidade financeira e a capacidade gerencial dos municípios. No primeiro indicador (Participação da população na gestão municipal), por exemplo, estão incluídas a existência de conselhos municipais, conselhos que administram fundos e conselhos deliberativos. Neste sentido, pode-se dizer que a participação da população nas decisões municipais, bem como gestão financeira e capacidade gerencial adequadas tendem a criar regras que otimizam a produtividade através de práticas mais eficientes. Tais resultados vão ao encontro das teorias defendidas por Acemoglu, Johnson e Robinson (2001) e Lisboa e Scheinkman (2016).

No quesito infraestrutura, pode-se perceber que as variáveis que tiveram aderência ao modelo da tabela 7 são apenas aeroportos públicos e distância da capital. Diferentemente do encontrado no modelo dos municípios de maior porte, os fatores de infraestrutura que influenciam os municípios de até 50 mil habitantes não têm forte relação com a possibilidade de escoamento do produto, como Portos, mas mostram como o isolamento geográfico pode interferir na eficiência produtiva. Uma vez que a distância da capital teve relação negativa com a eficiência e aeroportos públicos teve uma relação

positiva, ou seja, municípios mais distantes da capital do estado e sem acesso aéreo (aeroportos) tendem a ser menos eficientes.

Dando continuidade à análise aqui proposta, é importante destacar que a pobreza ou o baixo grau de desenvolvimento econômico é um importante fator de heterogeneidade na explicação das variações de eficiência entre os municípios com mais de 50 mil habitantes e com até 50 mil habitantes. Neste sentido, é possível notar que as variáveis de desemprego e população com renda de até meio salário mínimo são negativamente relacionadas com as variações de eficiência nos municípios com até 50 mil habitantes, mas não têm aderência nos municípios de maior porte.

Além disso, municípios de até 50 mil habitantes que tenham maior formalidade no mercado de trabalho, ou seja, aqueles com maior arrecadação previdenciária, têm em média maior eficiência. A variável de arrecadação previdenciária também não teve aderência no modelo dos municípios de mais de 50 mil habitantes. Estes resultados estão alinhados com a literatura que mostra como países e estados menos desenvolvidos são mais ineficientes no quesito da produção. Como exemplo de estudos que corroboram o resultado aqui encontrado pode-se citar Marinho, Ataliba e Lima (2002), Hsieh e Klenow (2009), Moraes *et al.* (2016) e Schettini e Azzoni (2018).

No que se refere a fatores que são homogêneos na explicação das variações de eficiência entre esses dois grupos, vale destacar que, além da variável de educação (anos de estudo), características produtivas como indústrias e produção agrícola de larga escala têm relação positiva em ambos os casos. Também é possível perceber que existe algum grau de homogeneidade na associação entre disponibilidade de crédito e eficiência, uma vez que nos dois modelos a quantidade de agências bancárias foi positivamente relacionada. No entanto, nos municípios de maior porte, outros fatores de crédito foram aderentes ao modelo, o que não ocorreu no caso dos municípios de até 50 mil habitantes.

Por fim, o quadro 1 a seguir mostra um comparativo entre as variáveis explicativas da eficiência no modelo de até 50 mil e mais de 50 mil habitantes possibilitando uma melhor visualização tanto das diferenças, quanto das semelhanças existentes nesses modelos.

Quadro 1 - Comparativo das variáveis significantes nos modelos nacionais

Municípios com Até 50 mil habitantes	Municípios com mais de 50 mil habitantes
Aeroporto público	Portos
IES Privada	IES Federal
População	População
IPTU	IPTU
PIB Agropecuário	PIB Agropecuário
PIB Industrial	PIB Industrial
Arrecadação Previdenciária	Despesas Correntes
GINI	Investimentos
IQIM	Impostos
Anos de Estudo	Anos de Estudo
Distância da Capital	Distância da Capital
perc_pop_0,5SM	Receitas com Transferências Correntes
Rendimento Médio Rural	Rendimento Médio Rural
Taxa de desemprego 16 anos ou mais	Taxa de analfabetismo
Quantidade de agências bancárias	Quantidade de agências bancárias
-	Empréstimos e Financiamentos
-	Operações de Crédito
-	Exportação

Fonte: Elaboração Própria.

4.2.3 Correlações entre Eficiência e Características Municipais: Um Olhar Sob o Ângulo das Heterogeneidades Regionais

Avançando na discussão sobre as correlações existentes entre eficiência, produtividade e características municipais, esta seção apresenta um panorama das heterogeneidades entre as regiões do país. Cabe destacar que a estratégia de discussão nesta seção será baseada na comparação entre as regiões Centro-Oeste e a região Nordeste. Tal estratégia se justifica uma vez que a região Centro-Oeste foi a mais eficiente e o Nordeste brasileiro a segunda com menor eficiência na comparação geral, ficando apenas melhor ranqueada que o Norte. Por outro lado, o Nordeste tem maior importância relativa que o Norte tanto no quesito produtivo, quanto no quesito populacional.

Utilizando dados de 2009, pode-se perceber que o Nordeste tinha cerca de 27% da população nacional enquanto a região Norte tinha apenas 7%. No quesito produção, ainda em 2009, o PIB da região Nordeste correspondia a cerca de 13% do PIB nacional, enquanto o PIB da região Norte representava aproximadamente 5%. Assim, justifica-se a comparação entre a região mais eficiente do país e a segunda menos eficiente (em detrimento da comparação mais e menos eficiente), uma vez que apesar de ser a segunda menos eficiente, o Nordeste tem uma importância relativa maior, e, portanto, merece atenção especial no entendimento dos fatores relacionados com sua eficiência.

Quadro 2 - Comparativo das variáveis significantes por Região (regressão geral)

Centro-Oeste	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul
Aeroporto_Privado	Acidentes_trab	Aeroporto_pub	Portos	Desp_Correntes
Distância_capital	PIB_Agro	Distância_capital	Aeroporto_pub	Investimentos
IES Estadual	PIB_Ind	PIB_Ind	Distância_capital	PIB_Ind
Escola federal	Anos de estudo	Gini	Desp_Orçament	PIB_Serv
Anos de estudo	Núm_Ben_Prev	População	PIB_Ind	EXP_VL_FOB
População	Valor_Ben_Prev	Perc_Pop_Urbana	IMP_VL_FOB	Taxa_de_trab_Inf
Mineração	Qtd_Benef_BF	Renda_méd_dom	Acidentes_trab	Núm_Ben_Prev
PIB_Agro	Valor_Repas_BF	Anos de estudo	Tx_dpg_16ans_e+	Valor_Ben_Prev
PIB_Ind	Desp_Correntes	IES Privada	IQIM	Anos de estudo
Desp_Correntes	Rec_Tributária	Taxa_de_analfab	Gini	Financiamentos
Renda_méd_dom	Rec_Trans_Corrt	-	Renda_méd_dom	População
Fin_Rur_agri_com	Oper_Créd	-	Anos de estudo	Perc_Pop_Urbana
-	População	-	-	Renda_méd_dom
-	Perc_Pop_Urbana	-	-	-
-	Renda_méd_dom	-	-	-
-	Homicídios	-	-	-
-	Desp_Orçament	-	-	-

Fonte: Elaboração Própria.

A partir do quadro 2 é possível perceber que existem diferentes explicações para a eficiência num contexto regional. Neste sentido, ao analisar mais especificamente as tabelas D1 e D3 (apêndices) é possível perceber melhor a heterogeneidade na explicação da eficiência das regiões Centro-Oeste e Nordeste. Como pode ser visto, na região Centro-Oeste (tabela D1) fatores associados a produção agrícola como Aeroportos privados, participação da agropecuária no PIB e volume de financiamentos agrícolas estão positivamente relacionados com a eficiência produtiva. Isso mostra que a produtividade do agronegócio brasileiro tem elevado a média de eficiência nos municípios do Centro-Oeste que têm explorado essa potencialidade regional. Por outro lado, quando se analisam os dados da região Nordeste (tabela D3) é possível perceber que esses mesmos fatores não têm efeito ou nem mesmo fazem parte do modelo de explicação da eficiência na região.

Pode-se destacar, ainda, que as variáveis Aeroportos privados e participação da agropecuária no PIB, apesar de fazerem parte do modelo da região Nordeste, foram não significativas. Assim, fica evidente que a melhoria da eficiência na região Centro-Oeste passa pela exploração do potencial na produção agropecuária (potencialidade local) e que no Nordeste do país essa solução pouco ou nada faria para elevar a eficiência produtiva, uma vez que parece haver baixo potencial nesse tipo de produção nessa região.

Como pode ser visto nas tabelas do apêndice D o resultado acima é reforçado pela relação positiva entre Percentual da População Urbana e eficiência no modelo do

Nordeste, ou seja, quanto maior a população urbana maior a eficiência dos municípios da região, deixando assim margem para a interpretação de que a produtividade nas zonas rurais dessa região é menor que nas zonas urbanas. Esse resultado pode sugerir a existência de um contraste na produtividade do agronegócio (predominante na região Centro-Oeste) e da agricultura de menor escala (praticada no Nordeste brasileiro), mostrando que o primeiro tem melhores resultados de produtividade e eficiência. Esses resultados convergem com os encontrados em Schettini e Azzoni (2018).

Outras importantes fontes de heterogeneidade entre as regiões Centro-Oeste e Nordeste são as variáveis GINI, Aeroportos públicos, Mineração e Despesas Correntes. Enquanto as duas primeiras foram significativas apenas no modelo do Nordeste, as duas últimas foram importantes apenas no modelo do Centro-Oeste. No caso do GINI o resultado mostrou uma correlação negativa entre a desigualdade existente no Nordeste e a eficiência produtiva.

Esse resultado pode sugerir que uma maior desigualdade de oportunidades e um acesso restrito aos fatores produtivos leva a economia a perdas de produtividade agregada através da perda de eficiência produtiva. Assim, uma melhoria na eficiência na região nordeste passa pela diminuição da desigualdade de renda existente entre os indivíduos, pois municípios mais desiguais são também menos eficientes. Tal análise se assemelha a toda a literatura recente sobre má alocação de recursos, empreendedorismo e produtividade e que têm como alguns expoentes os trabalhos de Hsieh e Klenow (2009), Banerjee e Moll (2010), Jones (2011), Restuccia e Restuccia (2012), Rogerson (2008; 2012), Moll (2014), Da-Rocha, Tavares e Restuccia (2016) e Adamopoulos *et al.* (2017).

Por outro lado, também é possível observar homogeneidades na explicação das variações intrarregionais da eficiência. Em ambas as regiões a participação da indústria no PIB, População, Anos de Estudo e Renda Média Familiar *Per capita* estão positivamente relacionadas com a eficiência, enquanto a distância da capital está negativamente relacionada em ambos os casos. Tais resultados mostram que municípios com um maior grau de desenvolvimento têm apresentado maior eficiência e consequentemente maior produtividade. Esse resultado é totalmente compatível com a literatura, uma vez que mostra que municípios mais desenvolvidos são mais eficientes. Autores como Marinho, Ataliba e Lima (2002), Carvalho e Marinho (2003), Pires (2004), Delgado e Álvarez (2005), Almeida (2012) Morais *et al.* (2016) e Schettini e Azzoni (2018) mostram essa mesma relação entre grau de desenvolvimento e eficiência ao trabalharem com dados de países e estados.

Além disso, os resultados das variáveis população e distância da capital podem sugerir alguma relação entre eficiência e mercado consumidor, uma vez que cidades de maior porte e mais próximas das capitais (e consequentemente de regiões metropolitanas) são em média mais eficientes. Neste sentido, é importante adentrar na discussão sobre as heterogeneidades regionais existentes entre municípios de até 50 mil habitantes e de mais de 50 mil habitantes.

Analisando as tabelas dos apêndices E e F é possível notar como essas heterogeneidades são mais marcantes nos municípios de menor porte, ou seja, quando observados os fatores que explicam a eficiência nesse grupo de municípios percebe-se que eles variam muito entre as regiões. Por outro lado, ao observar o grupo de municípios com mais de 50 mil habitantes é notável que poucas características municipais são relevantes nos modelos regionais e que muitas vezes elas se repetem nas diferentes regiões. Assim, é possível definir que o grupo de municípios com mais de 50 mil habitantes é mais homogêneo entre si, mesmo estando em regiões consideravelmente diferentes.

Quadro 3 - Comparativo das variáveis significantes por Região (mais de 50 mil habitantes)

Centro-Oeste	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul
IES_Estadual	Renda_méd_dom	IES_Privada	IES_Privada	EXP_VL_FOB
Anos de estudo	Anos de estudo	Anos_estudo	Anos_estudo	Anos_estudo
PIB_Agro	PIB_Ind	Portos	PIB_Ind	PIB_Ind
Taxa_de_analfab	Taxa_de_analfab	Taxa_de_analfab	Taxa_de_analfab	Taxa_de_analfab
População	População	População	População	-
-	-	-	Homicídios	-
-	-	-	Valor_repas_BF	-

Fonte: Elaboração Própria.

Em se tratando mais especificamente da comparação regional entre o Centro-Oeste e o Nordeste é possível observar que os fatores explicativos da eficiência nos municípios com mais de 50 mil habitantes (quadro 3) são bastante homogêneos e muito fortemente relacionados à educação. Isso mostra que as variações de eficiência nesses municípios respondem bem à variação no estoque de capital humano dos mesmos e também à desigualdade educacional existente na população. Essa análise é possível considerando que em ambas as regiões a educação teve efeito positivo nas variáveis de Anos de Estudo e de Instituições de Ensino Superior (IES Privada no Nordeste e Estadual no Centro-Oeste) e efeito negativo na taxa de analfabetismo.

Assim, tanto no Nordeste como no Centro-Oeste o aumento da eficiência dos municípios de maior porte passa pela melhoria na educação, elevando os anos de estudo da população e diminuindo a desigualdade educacional, ou seja, é preciso que a oferta educacional atinja todas as camadas sociais, pois o analfabetismo (mais associado às camadas mais pobres da população) pode diminuir ou até mesmo anular os efeitos positivos de uma elevação dos anos de estudo de algumas camadas sociais. Tal resultado se assemelha à discussão encontrada em Menezes Filho (2014) e Manuelli e Seshadri (2014).

Por outro lado, também é possível encontrar fontes de heterogeneidade na explicação da eficiência dos municípios de mais de 50 mil habitantes entre as regiões Centro-Oeste e Nordeste, mesmo que de forma mais discreta que as encontradas no grupo de municípios de menor porte. Ao observar as tabelas E1 e E3 fica evidente que a produção agrícola é fator importante para a melhoria da eficiência no Centro-Oeste e que tal fator não tem o mesmo efeito nos municípios do Nordeste. No entanto, é plausível supor que os municípios do Nordeste com mais de 50 mil habitantes carecem de melhoria na infraestrutura e nas vias de escoamento de sua produção, uma vez que a variável Portos foi significativa e positivamente relacionada com as variações de eficiência entre os municípios dessa região.

Quadro 4 - Comparativo das variáveis significantes por Região (até 50 mil habitantes)

Centro-Oeste	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul
Aeroporto Privado	Mineração	Anos_estudo	População	PIB_Ind
Distância_capital	PIB_Agro	Núm_Ben_Prev	Desp_Orçament	PIB_Agro
Taxa_de_analfab	PIB_Ind	Valor_Ben_Prev	PIB_Agro	PIB_Serv
Anos de estudo	Anos de estudo	Acidentes_trab	PIB_Ind	Anos_estudo
População	Núm_Ben_Prev	Homicídios	Arr_Prev	Núm_Ben_Prev
PIB_Agro	Distância_capital	Renda_méd_dom	Anos_estudo	Valor_Ben_Prev
PIB_Ind	Qtd_Benef_BF	Taxa_de_analfabe	Valor_Ben_Prev	População
Desp_Correntes	IES_Privada	Tx_dpg_16_e+	Gini	Acidentes_trab
Fin_Rur_agri_com	Taxa_de_analfab	Distância_capital	IQIM	Distância_capital
-	População	PIB_Ind	Oper_Créd	Renda_méd_dom
-	Perc_Pop_Urbana	IES_Privada	Acidentes_trab	Taxa_de_trab_Inf
-	Oper_Créd	-	Distância_capital	EXP_VL_FOB
-	-	-	Renda_méd_dom	-
-	-	-	Taxa_de_analfabe	-
-	-	-	Perc_Pop_Urbana	-

Fonte: Elaboração Própria.

No que se refere a comparação das variáveis que explicam a eficiência nos municípios de até 50 mil habitantes do Centro-Oeste e do Nordeste brasileiro, é possível iniciar a discussão mostrando que elas variam bem mais que nos municípios de maior porte (conforme já destacado anteriormente). Como pode ser visto na quadro 4, as variáveis explicativas dos modelos regionais para municípios com até 50 mil habitantes vão muito além de questões relacionadas a educação, fator que foi predominante na explicação da eficiência dos municípios maiores em ambas as regiões.

É possível perceber, por exemplo, que fatores relacionados a produção agrícola se confirmam como uma importante fonte de heterogeneidade entre as regiões, uma vez que esses fatores aparecem também na regressão dos municípios de menor porte. Entretanto, a heterogeneidade relacionada a essa produção nesses municípios fica mais evidente que a encontrada nos municípios de mais de 50 mil habitantes. Quando analisada a tabela F1, por exemplo, nota-se que há um maior número de variáveis relacionadas a essa produção e que tem relação direta com a eficiência na região Centro-Oeste. Tal fato ressalta a potencialidade dessa região na produção agrícola e eleva a importância desses fatores na melhoria da eficiência produtiva para esta região.

No entanto, fazendo o mesmo exercício para a região Nordeste (tabela F3), percebe-se que os fatores relacionados à agropecuária não foram significativos ou nem mesmo foram componentes do modelo de explicação da eficiência. Assim, pode-se verificar nas tabelas F1 e F3 que Aeroportos Privados, Participação da Agropecuária no PIB e o volume de Financiamentos Agrícolas, captam essa heterogeneidade, sendo elas significativas na região Centro-Oeste, mas não mantendo relação com a eficiência dos municípios de menor porte do Nordeste.

Além disto, é possível notar considerável diferença no que tange ao resultado do gasto público sobre as regiões, tanto no que concerne ao tipo de gasto que está relacionado com a eficiência, quanto no que se refere ao efeito desses gastos sobre a variável de interesse. Na região Nordeste percebe-se que a transferência de recursos do governo para os indivíduos é fundamental para explicar as variações de eficiência.

Nesta região a previdência exerce papel importante no modelo, uma vez que o número de beneficiários apresentou relação negativa com a eficiência, enquanto o valor do benefício apresentou relação positiva. Tal resultado sugere um efeito ambíguo dos benefícios previdenciários sobre a variável de interesse, sugerindo que pode haver um efeito renda e um efeito substituição agindo nestes casos. Por um lado, um maior número de beneficiários pode reduzir a oferta de trabalho e, consequentemente, reduzir a

produção efetiva. Mas por outro, quanto maiores os valores transferidos pela previdência aos indivíduos maior o incentivo à demanda por bens e serviços e maior o incentivo à produção local.

Cabe destacar que o gasto público no modelo do Centro-Oeste teve relação negativa com a eficiência dos municípios, sendo esta relação captada apenas pela variável de Despesas Correntes da Administração Pública Municipal. Assim, nota-se que a previdência não exerceu papel na explicação da eficiência dos municípios desta região, deixando clara a heterogeneidade com que o gasto público age sobre os municípios nas diferentes regiões, tanto na forma como ele é realizado, quanto na relação que guarda com a eficiência dos municípios de até 50 mil habitantes.

Outras importantes fontes de heterogeneidade na explicação da eficiência entre os municípios de menor porte das regiões Centro-Oeste e Nordeste dizem respeito ao mercado de trabalho e às características populacionais. No Nordeste brasileiro a eficiência responde negativamente à taxa de desemprego, aos acidentes do trabalho e aos homicídios. Ainda sobre a região Nordeste é possível perceber na tabela F3 que a eficiência responde positivamente a renda média domiciliar e a existência de instituições privadas de ensino superior. Associando os resultados das variáveis taxa de desemprego e renda média domiciliar, os argumentos sobre os efeitos da previdência nessa região tornam-se mais plausíveis, uma vez que apontam na mesma direção. Em contrapartida, na região Centro-Oeste nenhum desses fatores foi importante. Por outro lado, a variável população foi significativa, o que não ocorreu no Nordeste.

Analisando com mais cautela esses resultados foi possível perceber que existem dois fatores determinantes para que essas variáveis sejam significantes em uma região e não sejam na outra: variância e tamanho da amostra. Por exemplo, no caso da variável renda domiciliar a variância no Centro-Oeste é maior que no Nordeste, sendo esta última apenas 5% da primeira. Além disso, a quantidade de municípios na amostra do Nordeste é significativamente maior que a do Centro-Oeste, 1205 e 365 respectivamente, potencializando assim, o efeito da menor variância sobre a estatística de teste. Ademais, cabe salientar que a média de renda domiciliar na região Nordeste é pouco mais de um terço da encontrada no Centro-Oeste. Esse dado, em conjunto com a menor variância, permite inferir que existe maior pobreza na região Nordeste e que tal pobreza é mais uniforme ao longo do território da região. Assim, municípios que destoam desse cenário tendem a ter melhor resultado em relação a eficiência. No que se refere à variável população, a maior variância é no Nordeste, o que inverte o resultado de significância.

Por fim, vale destacar que existem alguns pontos de convergência entre as duas regiões quando se trata de explicar a eficiência produtiva. Como pode ser visto nas tabelas F1 e F3 tanto na região Centro-Oeste, quanto na região Nordeste há uma relação positiva entre a participação da indústria no PIB e a eficiência. Também é possível notar que fatores educacionais têm relação com a eficiência em ambas as regiões, como pode ser visto através das variáveis de anos de estudo (relação positiva) e taxa de analfabetismo (relação negativa). Todavia, o fator educacional parece pesar mais no Nordeste, uma vez que no modelo desta região também pesou o fato de no município estar presente uma Instituição de Ensino Superior, como comentado anteriormente. Um último fator comum às regiões é a relação entre distância da capital e a eficiência produtiva. Através dos modelos descritos nas tabelas F1e F3, percebe-se que quanto mais distante da capital do estado, menor a eficiência produtiva do município em ambas as regiões.

5 CONCLUSÕES

Com o objetivo de entender a produtividade brasileira a partir da eficiência produtiva dos municípios, além de fornecer um quadro comparativo da produtividade municipal (levando em consideração as heterogeneidades regionais e seus principais determinantes), este estudo utilizou uma técnica inovadora de múltiplas fronteiras de produção em dois estágios. Assim, foi possível entender os determinantes da eficiência nos diversos cenários regionais e nacionais, permitindo gerar um panorama de novas evidências sobre a eficiência produtiva no Brasil.

Primeiramente foi possível perceber, a partir da estimação da fronteira nacional geral, que a produção é mais intensiva no fator “Trabalho” e que a função de produção agregada apresenta retornos constantes a escala. Além disso, é possível concluir que a ineficiência produtiva é bastante acentuada, uma vez que os municípios brasileiros produzem apenas 63,6% do seu potencial produtivo (dados da estimação agregada). É válido destacar que os resultados da estimação nacional geral são consistentes com os resultados encontrados na literatura, uma vez que tanto a elasticidade produto do capital, quanto a elasticidade produto do trabalho e a eficiência média brasileira estão muito próximas das encontradas em Schettini e Azzoni (2018).

No que se refere mais especificamente aos índices de eficiência municipais foi possível perceber que apenas pouco mais de um terço dos municípios tiveram resultados acima da média nacional. Além disso, os resultados aqui discutidos mostraram que há baixa variância em relação a distribuição dos índices de eficiência. Assim, é possível concluir que a ineficiência no Brasil é generalizada, conclusão similar a apresentada no trabalho de Veloso *et al.* (2017) em estudo para os setores produtivos brasileiros.

Neste mesmo sentido, este estudo mostra que os municípios de menor porte são os principais responsáveis pela baixa eficiência agregada, uma vez que em quase todos os cenários estimados eles têm níveis de eficiência significativamente inferiores que os municípios de maior porte (Norte é a única exceção). Ainda foi possível perceber que os modelos regionais gerais captam uma espécie de média ponderada da eficiência dos municípios de até 50 mil habitantes e de mais de 50 mil habitantes. Os resultados apontam ainda que o município mais eficiente conseguiu atingir quase todo seu potencial produtivo (99,97%). No entanto, o pior ranqueado na estimação nacional geral produziu apenas 56% do que seria possível produzir.

Quando se trata da heterogeneidade produtiva, alguns dados valem ser destacados. As evidências aqui apresentadas mostraram que os municípios de menor porte são mais heterogêneos e apresentam maior elasticidade produto do trabalho. Além disso, esses municípios apresentaram uma função de produção com retornos crescentes a escala. Já o grupo de municípios de maior porte é mais homogêneo e mais intensivo em capital, quando comparado com os demais municípios. O grupo de maior porte também apresentou uma função de produção com retornos constantes a escala.

No que tange às diferenças regionais no processo de produção é válido salientar que foi possível perceber que a região Norte tem a fronteira de possibilidades de produção mais baixa. Essa conclusão foi possível a partir da combinação dos resultados das estimações nacionais e regionais, uma vez que esta região é a pior ranqueada na regressão nacional geral, mas apresenta uma eficiência média elevada quando se estima uma fronteira apenas com os seus municípios.

Por outro lado, foi possível perceber que a região Centro-Oeste é a mais eficiente do país, sendo a mais bem ranqueada ou a segunda mais bem ranqueada na maioria dos cenários estimados. Além disso, as regiões Sul e Sudeste também tiveram melhor desempenho que a região Nordeste. Tais resultados são completamente compatíveis com as evidências encontradas na literatura sobre eficiência produtiva e apresentados nos estudos de Schettini e Azzoni (2018), Gasques e Conceição (2000), Gasques *et al.* (2004a, 2004b) e Marinho e Carvalho (2004). Ainda em relação às heterogeneidades produtivas regionais, foi possível concluir que a intensidade relativa de capital e trabalho muda nas diferentes regiões. Enquanto na região sudeste a elasticidade produto do capital foi quase igual a elasticidade produto do trabalho, nas regiões Norte e Nordeste a intensidade relativa do trabalho foi mais acentuada. Nestas regiões, a elasticidade produto do trabalho foi de quase duas vezes a elasticidade produto do capital.

No que se refere aos possíveis determinantes da eficiência, ficou clara a existência de heterogeneidades e homogeneidades entre os municípios. A partir dos dados das regressões nacionais para municípios com até 50 mil e com mais de 50 mil habitantes, notou-se que fatores demográficos e educacionais, características produtivas e participação do governo na economia foram importantes para explicar a eficiência. Isso mostra que, apesar das diferenças existentes nesses municípios, é viável a implementação de políticas públicas para melhorar a eficiência de forma homogênea.

Como exemplo de tais políticas, pode-se citar a melhoria da educação, a disseminação do crédito produtivo e a melhoria na infraestrutura de escoamento do

produto. Por outro lado, também é possível sugerir políticas que sejam voltadas especificamente para um dos grupos de interesse. Assim, pode-se sugerir políticas públicas que tragam melhoria na qualidade das instituições, que reduzam a pobreza e desigualdade de renda entre os indivíduos e que aumentem o grau de formalidade no mercado de trabalho. Essas políticas possibilitariam uma redução da ineficiência nos menores municípios, aproximando-os, neste quesito, dos municípios de maior porte.

Assim como nos modelos nacionais é possível encontrar heterogeneidades e homogeneidades nos fatores explicativos da eficiência produtiva das regiões. Através dos modelos regionais gerais é possível perceber que os principais fatores relacionados a eficiência da região Centro-Oeste dizem respeito à educação e à produção agropecuária. Já no Nordeste, além da educação (fator comum a todas as regiões), os fatores que têm potencial de explicar os diferentes níveis de eficiência dos municípios estão mais associados à infraestrutura, desigualdade de renda e pobreza.

Quando se analisa as regressões por tamanho de município fica mais fácil separar como as variáveis têm influenciado as diferenças de eficiências intrarregionais. Neste sentido, é possível perceber que, tanto para o Nordeste, quanto para o Centro-Oeste os diferenciais de eficiência dos municípios de maior porte estão mais associados a diferenças educacionais. Já para os municípios de pequeno porte, o leque de fatores explicativos se expande. Assim, no Centro-Oeste, além de fatores educacionais, as questões relacionadas à produção agrícola (já captadas na regressão geral da região) aparecem como preponderantes para explicar os níveis de eficiência. Similarmente ao que acontece na região Centro-Oeste, a regressão para os municípios de pequeno porte do Nordeste mostra que as questões relacionadas à infraestrutura, desigualdade de renda e pobreza, presentes na regressão geral da região, são as mais relacionadas com as diferenças de eficiência produtiva.

Por fim, esses resultados mostram que apesar da heterogeneidade existente nesses municípios, políticas públicas educacionais podem elevar a eficiência produtiva de ambas as regiões, tanto nos municípios de pequeno porte, quanto nos municípios de grande porte. Por outro lado, também é possível sugerir políticas que sejam voltadas especificamente para cada região e grupo de municípios. Neste sentido, políticas públicas que tragam uma redução da pobreza e da desigualdade de renda entre os indivíduos atingiriam mais especificamente a região Nordeste. Já políticas que possibilitem evolução na produtividade agrícola e mais acesso ao crédito produtivo poderiam ter mais efeito na região Centro-Oeste do país.

REFERÊNCIAS

ACEMOGLU, D.; JHONSON, S.; ROBINSON, J. A. The Colonial Origins of Comparative Development: An Empirical Investigation. **The American Economic Review**, v. 91, n. 5, p. 1369-1401, dez. 2001.

ADAMOPOULOS, T. *et al.* **Land Reform and Productivity: A Quantitative Analysis with Micro Data.**, Cambridge: NBER, 2017. (Working Paper, n. 23039).

_____. RESTUCCIA, D. The size distribution of farms and i terntional productivity differences. **The American Economic Review**, v.104, n. 6, p. 1667-1697, 2014.

AIGNER, D. J; LOVELL, C. A. K; SCHMIDT, P. Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models. **Journal of Econometrics**, North Holland, v.6, p. 21 – 37, 1977.

AKAIKE, H. A new look at the statistical model identification. **IEEE Transactions on Automatic Control**, Boston, v.19, n.6, p.716-723, 1974.

ALMEIDA, C. A. **Má-alocação de recursos, restrição a crédito e o papel do governo: uma resenha.** 2014. 57 f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Fundação Getulio Vargas, Escola de Pós-Graduação em Economia, Rio de Janeiro, 2014.

ALMEIDA, P. N. A. **Fronteira de Produção e Eficiência na Agropecuária Brasileira em 2006.** 2012. 205 f. Tese (Doutorado em Economia) – USP, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2012.

ARAUJO, J. A.; FEITOSA, D. G. e SILVA, A. B. América Latina: productividad total de los factores y su descomposición. **Revista de la CEPAL (Online)**, v. 114, p. 31-52, 2014.

BANERJEE, A.V.; MOLL, B. Why Does Misallocation Persist? **American Economic Journal: Macroeconomics**, v. 2, n. 1, p. 189–206, 2010.

BARRETO, R. C. S.; ALMEIDA, E. S. A contribuição do capital humano para o crescimento econômico e convergência espacial do pib per capita no ceará. In: HOLANDA, M. C. E.; CARVALHO, E. B. S.; BARBOSA, M. P. **Economia do Ceará em Debate 2008**, Fortaleza: IPECE

BARRO, R. J. **Human capital and economic growth.** Harvard University, jul., 1992. (Working Paper).

BARROS, A. R. **Desigualdades regionais no Brasil.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

BARROS NETO, G. S.; NAKABASHI, L. Relações entre instituições, capital humano e acumulação de capital físico nos municípios brasileiros. **Economia & Tecnologia**, v.7, n.2, p. 1–10, 2011.

BATTESE, G.; COELLI, T. Frontier Production Functions, Technical Efficiency and Panel Data: With Application to Paddy Farmers in India. **Journal of Productivity Analysis**, v.3, p. 153 – 169, 1992.

_____. A model for technical inefficiency effects in a stochastic frontier production function for panel data. **Empirical Economics**, v.20, n.2, p. 325–332.1995.

BAUER, P. W. Decomposing TFP in the presence of cost inefficiency, nonconstant returns to scale, and technological progress. **Journal of Productivity Analysis**, v.1, 287-299, 1990.

BAUMOL, W. Macroeconomics of Unbalanced Growth: The Anatomy of Urban Crisis. **American Economic Review**, v.57, n.3, p. 415-426, 1967.

BENHABIB, J.; SPIEGEL, M. M. **Human capital and technology diffusion**. New York: Federal Reserve Bank of San Francisco, 2002. (Working Paper; 2003-02).

BENKOVSKIS, K. **Misallocation of resources in latvia: did anything Change during the crisis?** Riga: Latvijas Banka, 2015. (Discussion Paper n. 5/2015).

BERA, A.; JARQUE, C. Model specification tests: A simultaneous approach. **Journal of Econometrics**, v. 20, p. 59–82, 1982.

BLUNDELL, R.; BOND, S. GMM estimation with persistent panel data: na application to production function. **Econometric Reviews**, v. 19, n. 3, p. 321- 340, 2000.

CANGUSSU, R. C.; SALVATO, M. A.; NAKABASHI, L. Uma análise do capital humano sobre o nível de renda dos estados brasileiros: Mrw versus mincer. **Estudos Econômicos**, v.40, n.1, p. 153–183, 2010.

CHRISTENSEN, L. R.; JORGENSON, D. W.; LAU, L. J. Transcendental logarithmic production frontiers. **The Review of Economics and Statistics**, v. 75, n. 1, p. 28-45, 1973.

COE, D. T.; HELPMAN, E. International R&D spillovers. **European Economic Review**, v. 39, n. 5, p. 859-887, 1995.

COELHO, R. L. P.; FIGUEIREDO, L. Uma análise da hipótese da convergência para os municípios brasileiros. **Revista Brasileira de Economia**, v.61, n.3, 331–352, 2007.

CRIBARI-NETO, F.; ZEILEIS A. Beta Regression in R. **Journal of Statistical Software**, v.34, p. 1–24, 2010.

_____; FERRARI, S. L. P.; CORDEIRO, G. M. Improved heteroscedasticity-consistent covariance matrix estimators. **Biometrika**, v. 87, p. 907-18, 2000.

_____; GOIS, M. C. A. Uma análise de Monte Carlo do desempenho de estimadores de matrizes de covariância sob heterocedasticidade de forma desconhecida. **Rev. Bras. Econ.**, Rio de Janeiro, v. 56, n. 2, p. 309-334, 2002.

DA-ROCHA, J. M.; TAVARES, M. M.; RESTUCCIA, D. **Policy Distortions and Aggregate Productivity with Endogenous Establishment-Level Productivity**. University of Toront, 2016. (Working Paper).

DEBREU, G. The coefficient of resource utilization. **Econometrica**, v. 19, n. 3, p. 273–292, 1951.

DELGADO, M. J.; ÁLVAREZ, I. Evaluación de la eficiencia técnica en los países miembros de la unión Europea. **Gestión y Política Pública**, v. 14, n. 1, p. 107-128, 2005.

DIAS, D. A.; MARQUES C. R.; RICHMOND, C. Misallocation and Productivity in the lead up to the Eurozone Crisis. **Journal of Macroeconomics**, v. 49, p. 46–70, 2016.

ELLERY JR., R. Desafios para o cálculo da produtividade total dos fatores. In: Org. DE NEGRI, F.; CAVALCANTE, L. R. **Produtividade no Brasil: desempenho e determinantes – Volume 1 – Desempenho**. Brasília: IPEA, 2014.

FARREL, M. J. The Measurement of Productive Efficiency. **Journal of the Royal Statistical Society**, v. 120, p. 253 – 281, 1957.

FELEMA J.; RAIHER, A.P.; FERREIRA, C.R. Agropecuária Brasileira: Desempenho Regional e Determinantes de Produtividade. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba, São Paulo, v. 51, n. 3, p. 555-574, 2013.

FERREIRA, C. B. *et al.* Produtividade Agrícola nos Países da América Latina. **Rev. Econ. Sociol. Rural [online]**, v.54, n.3, p.437-458, 2016.

FIGUEIREDO, L. Incerteza sobre o impacto do capital humano na desigualdade de renda no brasil. **Economia & Tecnologia**, v. 7, n. 1, p. 79–86, 2011.

FIGUEIREDO FILHO, D.B. *et al.* O que Fazer e o que Não Fazer com a Regressão: pressupostos e aplicações do modelo linear de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO). **Revista Política Hoje**, v. 20, n. 1, p. 44 – 99, 2011.

FIRME, V. A. C.; SIMÃO FILHO, J. Análise do crescimento econômico dos municípios de minas gerais via modelo MRW (1992) com capital humano, condições de saúde e fatores espaciais, 1991-2000. **Economia Aplicada**, v. 18, n. 4, p. 679-716, 2014.

FRANCO, F.; FORTUNA, M. **O Método de Fronteira Estocástica na Medição da Eficiência dos Serviços Hospitalares: uma revisão bibliográfica**. Lisboa: APES, 2003. (Documento de trabalho, Nº 02/2003).

GARCÍA-SANTANA, M.; MORAL-BENITO, E.; PIJOAN-MAS, J.; RAMOS, R. **Growing like Spain: 1995-2007**. 2016. (Working Paper).

GASQUES, J.G.; BASTOS, E.T.; BACHI, M.R.P.; CONCEIÇÃO, J. **Condicionantes da Produtividade da Agropecuária Brasileira**. Brasília: IPEA, p. 7-30, 2004a. (Texto para Discussão, N. 1017)

_____; CONCEIÇÃO, J.C.P.R. **Transformações Estruturais da Agricultura e Produtividade Total de Fatores**. Brasília: IPEA, 2000. (Texto para Discussão, N. 768)

_____; REZENDE, G. C.; VERDE, C.M.V.; SALERNO, M.S., CONCEIÇÃO, J. C.P.R.; CARVALHO, J.C.S. **Desempenho e crescimento do agronegócio no Brasil**. Brasília: IPEA, v. 1, p. 1-39, 2004b. (Texto para Discussão, N. 1009)

GLAESER E. L.; GOTTLIEB J. D. **The Wealth of Cities: Agglomeration Economies and Spatial Equilibrium in the United States**. NBER, 2009. (Working Paper).

HALL, R.; JONES, C. **The Productivity of Nations**. NBER, 1996. (Working Paper n. 5812).

HSIEH, C. T.; P. J. KLENOW. Misallocation and Manufacturing TFP in China and India. **Quarterly Journal of Economics**, v.124 n. 4, p. 1403–1448, 2009.

ISLAM, N. Growth empirics: a panel data approach. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 110, n. 4, p. 1127-1170, 1995.

JONES, C. I. **Misallocation, economic growth, and input-output economics**. Cambridge: NBER, jan-2011. (Working Paper 16742).

KELLER, W. **How trade patterns and technology flows affect productivity growth**. Cambridge: NBER, 1997. (Working Paper n. 6990).

KEPPE, K. C.; NAKABASHI, L. O capital humano nos municípios paranaenses: uma análise com regressões quantílicas. **Economia & Tecnologia**, v.5, n. 4, p.101–108, 2009.

KLENOW, P. J.; RODRÍGUEZ-CLARENCE, A. The Neoclassical Revival in Growth Economics: Has It Gone Too Far? In: BERNANKE, B.; ROTEMBERG, J. (Org.). **Macroeconomics Annual NBER**. Cambridge: MIT Press, 1997.

KLETTES, J.; GRILICHES, Z. **The inconsistency of common scale estimators when output prices are unobserved and engogenous**. NBER, 1992. (Working Papers, n. 4026).

KOPP, R. J. The Measurement of Productive Efficiency: A Reconsideration. **The Quarterly Journal of Economics**, Oxford, v. 96, n. 3, 1981.

KRUGMAN, P. **Geography and trade**. Cambridge: MIT Press, 1991.

KUMBHAKAR, S. C.; LOVELL, C. A. K. **Stochastic Frontier Analysis**. Cambridge: Cambridge University Press, 2000.

LISBOA, M. B.; MENEZES FILHO, N.; SCHOR, A. The Effects of Trade Liberalization on Productivity Growth in Brazil: Competition or Technology? **Revista Brasileira de Economia**, v. 64, n. 3, p. 277–289, jul-set 2010.

LUCAS, R. E. On the size distribution of business firms. **The Bell Journal of Economics**, p. 508–523, 1978.

_____. On the Mechanms of Development Planning. **Journal of Monetary Economics**, v. 22, p. 3-42, jul-1988.

MANKIW, N. G.; ROMER, D.; WEIL, D. A contribution to the empirics of economic growth. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 107, n. 2, p. 407- 437, 1992.

MANUELLI, R. E.; SESHADRI, A. Human Capital and the Wealth of Nations. **American Economic Review**, v.104, n. 9, p. 2736–2762, 2014.

MARINHO, E.; ATALIBA, F.; LIMA, F. Produtividade, Variação Tecnológica e Variação de Eficiência Técnica das Regiões e Estados Brasileiros. **Est. Econ.**, São Paulo, v. 32, n. 3, p. 367-407, 2002.

_____; CARVALHO, R.M. Comparações Inter-Regionais da Produtividade da Agricultura Brasileira - 1970-1995. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v. 34, n. 1, p. 57-92, 2004.

MENEZES FILHO, N.; CAMPOS, G.; KOMATSU, B. K. **A Evolução da Produtividade no Brasil**. São Paulo, ago-2014. (Policy Paper, n. 12).

MESSA, A. Metodologias de cálculo da produtividade total dos fatores e da produtividade da mão de obra. In: DE NEGRI, F.; CAVALCANTE, L. R. (Org.). **Produtividade no Brasil: desempenho e determinantes** -Volume 1 – Desempenho. Brasília: IPEA, 2014.

MOLL, B. Productivity Losses from Financial Frictions: Can Self-Financing Undo Capital Misallocation? **American Economic Review**, v.104, n. 10, p. 3186–3221, 2014.

MORAIS, G. A. S. *et al.* Eficiência técnica e produtividade de total dos fatores da agricultura dos países da América do Sul: uma análise dos países membros e não-membros do Mercosul. **Rev. Ciênc. Admin.**, Fortaleza, v. 22, n. 2, p. 396-422, 2016.

NORONHA, K.; FIGUEIREDO, L.; ANDRADE, M. V. Health and economic growth among the states of brazil from 1991 to 2000. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v.27, n.2, p. 269–283, 2010.

OLIVEIRA, G. R. et al. Avaliação de eficiência das escolas públicas de ensino médio em goiás: uma análise de dois estágios. **Economia Aplicada**, v. 21, n. 2, p. 163-181, 2017.

OLLEY, S.; PAKES, A. The Dynamics of Productivity in the Telecommunications Equipment Industry. **Econometrica**, v.64, n.6, p. 1263–1297, 1996.

PEREIRA, A. E. G.; NAKABASHI, L.; SACHIDA, A. **Qualidade das instituições e pib per capita nos municípios brasileiros**. IPEA, 2011. (Texto para discussão n. 1623).

PIRES, J. O.; GARCIA, F. **Productivity of nations**: a stochastic frontier approach to TFP decomposition. São Paulo, EESP-FGV, 2004. (Texto para discussão 143).

RAMSEY, J. B. Tests for Specification Errors in Classical Linear Least Squares Regression Analysis. **Journal of the Royal Statistical Society: Series B**, v. 31, p. 350-371, 1969.

RESTUCCIA, D. The Latin American Development Problem: An Interpretation. **Economía**, forthcoming, 2012.

_____; ROGERSON, R. Policy Distortions and Aggregate Productivity with Heterogeneous Establishments. **Review of Economic Dynamics**, v.11, n.4, p. 707–720, 2008.

_____. Misallocation and productivity. **Review of Economic Dynamics**, v.16, n. 1, p. 1-10, 2013.

_____. The Causes and Costs of Misallocation. **Journal of Economic Perspectives**, American Economic Association, v. 31, n. 3, p. 151-174, 2017.

ROBACK, J. Wages, rents and the quality of life. **Journal of Political Economic**, v. 90, n. 6, p. 1257- 1278, dez-1982.

ROMER, P. M. Idea gaps and object gaps in economic development. **Journal of Monetary Economics**, v. 32, n. 3, p. 543-573, 1993.

SALGUEIRO, A. S.; NAKABASHI, L.; PRINCE, D. O papel do capital humano, spillovers e difusão tecnológica no crescimento. uma análise espacial para brasil, In : Encontro Nacional de Economia — ANPEC, 39. **Anais...** 2011.

SANTOS, A. M. A. *et al.* Causalidade entre renda e saúde: Uma análise através da abordagem de dados em painel com os estados do brasil. **Estudos Econômicos**, v. 42, n. 2, p. 229–261, 2012.

SANTOS, P. F. A.; SPOLADOR, H. F. S. Produtividade Setorial e Mudança Estrutural no Brasil – Uma Análise para o Período 1981 a 2013. **Revista Brasileira de Economia**, Rio de Janeiro, v. 72, n. 2, p. 217-248, 2018.

SCHELKLE, T. **General methods for measuring factor misallocation**, Department of Economics. Köln, University of Cologne, 2017. (Working Paper).

- SCHETTINI, D.; AZZONI, C. Eficiência produtiva e o futuro das disparidades regionais no Brasil. **Nova Economia**, v. 28, n. 2, 2018.
- SCHWARZ, G. Estimating the dimensional of a model. **Annals of Statistics**, Hayward, v.6, n.2, p.461-464, mar-1978.
- SILVA, A. L. F. *et al.* Análise de clubes de convergência na amazônia legal: uma abordagem sob o modelo threshold, Technical report. In: ANPEC NORDESTE/FÓRUM BNB, 2008, Fortaleza. **Anais...** 2008.
- SILVA, A. M.; RESENDE, G. M. Crescimento econômico comparado dos municípios alagoanos e mineiros: Uma análise espacial. **Economia Política do Desenvolvimento**, v. 1, n. 6, p. 133–160, 2009.
- SILVEIRA, V. R. **Cenário Atual da Aviação Agrícola no Brasil**. 2004. 184 f., Dissertação (Mestrado em Engenharia de Infraestrutura Aeronáutica) – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, 2004.
- SIQUEIRA, K. J. S. P. **Esforço Fiscal dos Municípios Pernambucanos**: uma análise de Fronteira Estocástica. 2014. 65 f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade Federal de Pernambuco, CCSA, Recife, 2014.
- SOLOW, R. M. A Contribution to the Theory of Economic Growth. **Quarterly Journal of Economics**. v.70, n.1, p. 65–94, 1956.
- _____. Technical change and the aggregate production function. **Review of Economics and Statistics**, v.39, n.3, p. 312-320, 1957.
- SOUZA, E. C.; PINTO, L. B. T. **Investimento Direto Estrangeiro e Produtividade nos Setores da Indústria Brasileira**. São Paulo, 2013. (Policy Paper n. 305/2013).
- SOUZA, I. V.; NISHIJIMA, M.; ROCHA, F. Eficiência do setor hospitalar nos municípios paulistas. **Economia Aplicada**, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 51-66, 2010.
- VASCONCELOS, R. Misallocation in the Brazilian manufacturing sector. **Brazilian Review of Econometrics**, v.32, n. 2, p. 191–232 2017.
- VELOSO, F.; MATOS, S.; FERREIRA, P.; COELHO, B. O Brasil em Comparações Internacionais de Produtividade: uma Análise Setorial. In: BONELLI, R.; VELOSO F; CASTELAR, A. **Anatomia da Produtividade no Brasil**. Instituto Brasileiro de Economia (IBRE). Rio de Janeiro: Elsevier. 2017.
- VICENTE, J.R. Produtividade Total de Fatores e Eficiência no Setor de Lavouras da Agricultura Brasileira. **Revista de Economia e Agronegócio**, v. 9, n. 3, p. 303-324, 2011.
- WOOLDRIDGE, J. M. On estimating firm-level production functions using proxy variables to control for unobservables. **Economic Letters**, v. 104, n. 3, p. 112-114, 2009.

APÊNDICE A – Fronteiras Regionais Totais

Tabela A.1 – Estimação do Modelo de Fronteira Estocástica dos Municípios do Nordeste (Modelo 4: Nordeste total)

Variável	Coef.	Erro Padrão	Z-Valor	P-Valor	Cód.
Intercepto	1.08245047	0.01166274	92.813	< 2.2e-16	***
Log(Proxy_L)	0.60782580	0.01023952	59.361	< 2.2e-16	***
Log(Proxy_K)	0.37813603	0.00863604	43.786	< 2.2e-16	***
Log(Proxy_Ter)	0.03052344	0.00112214	27.201	< 2.2e-16	***
Sigma ²	0.04906728	0.00010579	463.824	< 2.2e-16	***
Gama	0.98777461	0.00174957	564.582	< 2.2e-16	***
<i>Um</i>	---	---	---	---	---
Log Likelihood	26707	Eficiência média	0.6730733	N	1331

Fonte: Elaboração própria. Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Tabela A.2 – Estimação do Modelo de Fronteira Estocástica dos Municípios do Norte (Modelo 5: Norte total)

Variável	Coef.	Erro Padrão	Z-Valor	P-Valor	Cód.
Intercepto	0.79410076	0.01199963	66.177	< 2.2e-16	***
Log(Proxy_L)	0.61114607	0.00493675	123.795	< 2.2e-16	***
Log(Proxy_K)	0.40006243	0.00506030	79.059	< 2.2e-16	***
Sigma ²	0.00195334	0.00015905	12.281	< 2.2e-16	***
Gama	0.87144883	0.00895968	97.263	< 2.2e-16	***
<i>Um</i>	0.08251635	0.00733068	11.256	< 2.2e-16	***
Log Likelihood	6125.695	Eficiência média	0.9038028	N	246

Fonte: Elaboração própria. Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Tabela A.3 – Estimação do Modelo de Fronteira Estocástica dos Municípios do Centro-Oeste (Modelo 6: Centro-Oeste total)

Variável	Coef.	Erro Padrão	Z-Valor	P-Valor	Cód.
Intercepto	0.8528996	0.0115342	73.9452	< 2.2e-16	***
Log(Proxy_L)	0.5912600	0.0081290	72.7350	< 2.2e-16	***
Log(Proxy_K)	0.4281883	0.0065468	65.4047	< 2.2e-16	***
Log(Proxy_Ter)	0.0130861	0.0021719	6.0252	1.689e-09	***
Sigma ²	0.0143667	0.0024511	5.8614	4.591e-09	***
Gama	0.9819543	0.0034210	287.0409	< 2.2e-16	***
<i>Um</i>	---	---	---	---	---
Log Likelihood	9582.363	Eficiência média	0.8914916	N	389

Fonte: Elaboração própria. Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Tabela A.4 – Estimação do Modelo de Fronteira Estocástica dos Municípios do Sudeste (Modelo 7: Sudeste total)

Variável	Coef.	Erro Padrão	Z-Valor	P-Valor	Cód.
Intercepto	1.05710278	0.01810994	58.371	< 2.2e-16	***
Log(Proxy_L)	0.52533386	0.00571093	91.987	< 2.2e-16	***
Log(Proxy_K)	0.48059974	0.00576619	83.348	< 2.2e-16	***
Sigma ²	0.09801710	0.00912633	10.740	< 2.2e-16	***
Gama	0.99221076	0.00080907	1226.364	< 2.2e-16	***
<i>Um</i>	---	---	---	---	---
Log Likelihood	28199.59	Eficiência média	0.7344133	N	1499

Fonte: Elaboração própria. Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Tabela A.5 – Estimação do Modelo de Fronteira Estocástica dos Municípios do Sul (Modelo 8: Sul total)

Variável	Coef.	Erro Padrão	Z-Valor	P-Valor	Cód.
Intercepto	1.19055263	0.01393864	85.4138	< 2.2e-16	***
Log(Proxy_L)	0.58397394	0.01563054	37.3611	< 2.2e-16	***
Log(Proxy_K)	0.41528284	0.01287832	32.2467	< 2.2e-16	***
Log(Proxy_Ter)	0.00083465	0.00350823	0.2379	0.8119	
Sigma ²	0.02612930	0.00052574	49.7004	< 2.2e-16	***
Gama	0.98216194	0.00033143	2963.4405	< 2.2e-16	***
<i>Um</i>	0.32039476	0.01035696	30.9352	< 2.2e-16	***
Log Likelihood	23193.57	Eficiência média	0.693717	N	1102

Fonte: Elaboração própria. Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

APÊNDICE B – Fronteiras Regionais com municípios de até 50 mil habitantes

Tabela B.1 – Estimação do Modelo de Fronteira Estocástica dos Municípios do Nordeste (Modelo 9: Nordeste até 50 mil habitantes)

Variável	Coef.	Erro Padrão	Z-Valor	P-Valor	Cód.
Intercepto	0.82726901	0.00227016	364.410	< 2.2e-16	***
Log(Proxy_L)	0.63117902	0.00550307	114.696	< 2.2e-16	***
Log(Proxy_K)	0.38641859	0.01327408	29.111	< 2.2e-16	***
Sigma ²	0.06286064	0.00022767	276.103	< 2.2e-16	***
Gama	0.99115042	0.00018135	5465.418	< 2.2e-16	***
<i>Um</i>	---	---	---	---	---
Log Likelihood	25325.1	Eficiência média	0.8227431	N	1205

Fonte: Elaboração própria. Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Tabela B.2 – Estimação do Modelo de Fronteira Estocástica dos Municípios do Norte (Modelo 10: Norte até 50 mil habitantes)

Variável	Coef.	Erro Padrão	Z-Valor	P-Valor	Cód.
Intercepto	0.8307865	0.0099444	83.5430	< 2.2e-16	***
Log(Proxy_L)	0.6160589	0.0054975	112.0618	< 2.2e-16	***
Log(Proxy_K)	0.3900448	0.0055623	70.1229	< 2.2e-16	***
Sigma ²	0.0086070	0.0010466	8.2236	< 2.2e-16	***
Gama	0.9667499	0.0043835	220.5448	< 2.2e-16	***
<i>Um</i>	---	---	---	---	---
Log Likelihood	5228.537	Eficiência média	0.91584	N	214

Fonte: Elaboração própria. Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Tabela B.3 – Estimação do Modelo de Fronteira Estocástica dos Municípios do Centro-Oeste (Modelo 11: Centro-Oeste até 50 mil habitantes)

Variável	Coef.	Erro Padrão	Z-Valor	P-Valor	Cód.
Intercepto	0.8545465	0.0105311	81.1451	< 2.2e-16	***
Log(Proxy_L)	0.6078861	0.0087675	69.3337	< 2.2e-16	***
Log(Proxy_K)	0.4175003	0.0068381	61.0549	< 2.2e-16	***
Log(Proxy_Ter)	0.0179169	0.0024996	7.1679	7.614e-13	***
Sigma ²	0.0200725	0.0025103	7.9961	1.284e-15	***
Gama	0.9885748	0.0015530	636.5650	< 2.2e-16	***
<i>Um</i>	---	---	---	---	---
Log Likelihood	9155.636	Eficiência média	0.8710777	N	366

Fonte: Elaboração própria. Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Tabela B.4 – Estimação do Modelo de Fronteira Estocástica dos Municípios do Sudeste (Modelo 12: Sudeste até 50 mil habitantes)

Variável	Coef.	Erro Padrão	Z-Valor	P-Valor	Cód.
Intercepto	1.58802655	0.01293279	122.791	< 2.2e-16	***
Log(Proxy_L)	0.52610323	0.01308440	40.208	< 2.2e-16	***
Log(Proxy_K)	0.46094586	0.01298531	35.498	< 2.2e-16	***
Sigma ²	0.04175652	0.00026347	158.489	< 2.2e-16	***
Gama	0.92703933	0.00080955	1145.127	< 2.2e-16	***
<i>Um</i>	0.39349681	0.00326584	120.489	< 2.2e-16	***
Log Likelihood	20133.37	Eficiência média	0.650103	N	1301

Fonte: Elaboração própria. Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Tabela B.5 – Estimação do Modelo de Fronteira Estocástica dos Municípios do Sul (Modelo 13: Sul até 50 mil habitantes)

Variável	Coef.	Erro Padrão	Z-Valor	P-Valor	Cód.
Intercepto	1.2122705	0.0631514	19.1963	< 2.2e-16	***
Log(Proxy_L)	0.5638225	0.0264587	21.3095	< 2.2e-16	***
Log(Proxy_K)	0.3976524	0.0388223	10.2429	< 2.2e-16	***
Log(Proxy_Ter)	0.0424329	0.0123635	3.4321	0.0005989	***
Sigma ²	0.0194594	0.0020031	9.7149	< 2.2e-16	***
Gama	0.9752139	0.0025605	380.8635	< 2.2e-16	***
<i>Um</i>	0.2755146	0.0728083	3.7841	0.0001543	***
Log Likelihood	21850.75	Eficiência média	0.7122208	N	1017

Fonte: Elaboração própria. Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

APÊNDICE C – Fronteiras Regionais com municípios de mais de 50 mil habitantes

Tabela C.1 – Estimação do Modelo de Fronteira Estocástica dos Municípios do Nordeste (Modelo 14: Nordeste mais de 50 mil habitantes)

Variável	Coef.	Erro Padrão	Z-Valor	P-Valor	Cód.
Intercepto	0.83038318	0.02403435	34.5498	< 2.2e-16	***
Log(Proxy_L)	0.61109255	0.02424379	25.2061	< 2.2e-16	***
Log(Proxy_K)	0.41420354	0.02340621	17.6963	< 2.2e-16	***
Log(Proxy_Ter)	0.01974372	0.00279763	7.0573	1.698e-12	***
Sigma ²	0.00267201	0.00018009	14.8373	< 2.2e-16	***
Gama	0.85474823	0.01062701	80.4317	< 2.2e-16	***
Um	0.09558020	0.01253257	7.6265	2.411e-14	***
Log Likelihood	2809.538	Eficiência média	0.8868002	N	126

Fonte: Elaboração própria. Signif. codes: 0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Tabela C.2 – Estimação do Modelo de Fronteira Estocástica dos Municípios do Norte (Modelo 15: Norte mais de 50 mil habitantes)

Variável	Coef.	Erro Padrão	Z-Valor	P-Valor	Cód.
Intercepto	0.85915220	0.03145099	27.3172	< 2.2e-16	***
Log(Proxy_L)	0.50784806	0.02432095	20.8811	< 2.2e-16	***
Log(Proxy_K)	0.48938443	0.02263684	21.6189	< 2.2e-16	***
Log(Proxy_Ter)	0.01309465	0.00327502	3.9983	6.379e-05	***
Sigma ²	0.00304044	0.00039765	7.6459	2.075e-14	***
Gama	0.95261393	0.00458677	207.6874	< 2.2e-16	***
Um	0.10763575	0.01834411	5.8676	4.422e-09	***
Log Likelihood	864.0306	Eficiência média	0.8915203	N	32

Fonte: Elaboração própria. Signif. codes: 0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Tabela C.3 – Estimação do Modelo de Fronteira Estocástica dos Municípios do Centro-Oeste (Modelo 16: Centro-Oeste mais de 50 mil habitantes)

Variável	Coef.	Erro Padrão	Z-Valor	P-Valor	Cód.
Intercepto	0.9546104	0.0507742	18.8011	< 2.2e-16	***
Log(Proxy_L)	0.5045777	0.0592845	8.5111	< 2.2e-16	***
Log(Proxy_K)	0.4911121	0.0560135	8.7677	< 2.2e-16	***
Log(Proxy_Ter)	0.0051507	0.0050259	1.0248	0.30545	
Sigma ²	0.0035284	0.0014288	2.4695	0.01353	*
Gama	0.8493984	0.0633439	13.4093	< 2.2e-16	***
Um	0.0803109	0.0199200	4.0317	5.538e-05	***
Log Likelihood	497.7733	Eficiência média	0.9165128	N	23

Fonte: Elaboração própria. Signif. codes: 0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Tabela C.4 – Estimação do Modelo de Fronteira Estocástica dos Municípios do Sudeste (Modelo 17: Sudeste mais de 50 mil habitantes)

Variável	Coef.	Erro Padrão	Z-Valor	P-Valor	Cód.
Intercepto	1.0284110	0.0395225	26.0209	< 2.2e-16	***
Log(Proxy_L)	0.5305282	0.0414938	12.7857	< 2.2e-16	***
Log(Proxy_K)	0.4759025	0.0413299	11.5147	< 2.2e-16	***
Sigma ²	0.0808944	0.0109371	7.3964	1.4e-13	***
Gama	0.9877747	0.0017918	551.2850	< 2.2e-16	***
<i>Um</i>	---	---	---	---	---
Log Likelihood	3512.2	Eficiência média	0.8257433	N	198

Fonte: Elaboração própria. Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Tabela C.5 – Estimação do Modelo de Fronteira Estocástica dos Municípios do Sul (Modelo 18: Sul mais de 50 mil habitantes)

Variável	Coef.	Erro Padrão	Z-Valor	P-Valor	Cód.
Intercepto	0.82556356	0.05067859	16.2902	< 2.2e-16	***
Log(Proxy_L)	0.59684008	0.06870522	8.6870	< 2.2e-16	***
Log(Proxy_K)	0.40334998	0.07103820	5.6779	1.363e-08	***
Log(Proxy_Ter)	0.01971953	0.00357419	5.5172	3.444e-08	***
Sigma ²	0.00565170	0.00090404	6.2516	4.063e-10	***
Gama	0.77043612	0.03715240	20.7372	< 2.2e-16	***
<i>Um</i>	0.13197383	0.01548689	8.5217	0.0001543	***
Log Likelihood	1438.512	Eficiência média	0.8402624	N	85

Fonte: Elaboração própria. Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

APÊNDICE D - Estimções Regionais de Segundo Estágio (Geral)

Tabela D1 - Estimção do Segundo Estágio Centro-Oeste (Geral)

Variável	Coefficiente	Erro Padrão	Razão-t	P-Valor	Sig.
Constante	0,908461	0,0193690	46,90	8,60e-158	***
Aeroporto_Privado	0,0154925	0,00228407	6,783	4,68e-011	***
Distância_capital	-0,000252917	0,000153212	-1,651	0,0996	*
IES_Estadual	0,0241298	0,0133537	1,807	0,0716	*
Escola_federal	0,0227283	0,0101223	2,245	0,0253	**
Anos_estudo	0,000514886	0,000178998	2,876	0,0043	***
Taxa_de_Analfab	-0,000898974	0,00517895	1,181	0,2385	
Mineracao	0,00611497	8,67885e-010	-2,275	0,0229	**
PIB_Agro	1,62485e-07	4,14298e-08	3,922	0,0001	***
PIB_Ind	2,65248e-07	4,64286e-08	5,713	2,28e-08	***
PIB_serv	4,80710e-08	4,78707e-08	1,004	0,3159	
Desp_Correntes	-3,20121e-09	1,08622e-09	-2,947	0,0034	***
Investimentos	1,37383e-09	1,14700e-09	1,198	0,2318	
Rec_Correntes	1,74806e-09	1,16546e-09	1,500	0,1345	
População	7,06876e-07	1,05481e-07	6,701	7,71e-011	***
Perc_Pop_Urbana	-8,48986e-05	8,66821e-05	-0,979	0,3280	
Renda_méd_dom	1,35269e-05	5,73177e-06	2,360	0,0188	**
Fin_Rur_agri_com	4,10950e-011	2,34049e-011	1,756	0,0799	*
Estatísticas do Modelo					
R ²	0,417339	R ² ajustado			0,388993
F(17, 371)	9,934925	P-valor(F)			9,31e-22
Log da Veros.	982,8935	AIC			-1927,787
BIC	-1852,479	HQC			-1897,932
N	389				
Variável dependente:	Eff_CO_total				

Fonte: Elaboração Própria. Sig: (***) 1%, (**) 5%. (*) 10% e () Não significativo.

Tabela D2 - Estimação do Segundo Estágio Norte (Geral)

Variável	Coefficiente	Erro Padrão	Razão-t	P-Valor	Sig.
Constante	0,870219	0,00464206	187,5	4,26e-249	***
Acidentes_trab	-7,79727e-08	1,50354e-08	-5,186	4,79e-07	***
PIB_Agro	6,51236e-05	1,57968e-05	4,123	5,27e-05	***
PIB_Ind	0,000399159	0,000154743	2,580	0,0105	**
Arr_Prev	6,18528e-010	5,33091e-010	1,160	0,2472	
Núm_Ben_Prev	-6,03426e-06	1,89640e-06	-3,182	0,0017	***
Valor_Ben_Prev	2,77802e-09	7,03571e-010	3,948	0,0001	***
Qtd_Benef_BF	-4,31211e-08	1,61336e-08	-2,673	0,0081	***
Valor_Repas_BF	3,23434e-05	1,17545e-05	2,752	0,0064	***
Desp_Orçament	-3,00552e-010	1,24713e-010	-2,410	0,0161	**
Rec_Tributária	-3,52028e-09	1,28001e-09	-2,750	0,0064	***
Rec_Trans_Corrt	3,03695e-09	7,66421e-010	3,963	9,96e-05	***
Desp_Correntes	-2,92615e-09	8,16383e-010	-3,584	0,0004	***
População	2,60288e-07	8,33322e-08	3,124	0,0020	***
Perc_Pop_Urbana	0,000291460	6,99432e-05	4,167	4,40e-05	***
Renda_méd_dom	6,22271e-05	1,42074e-05	4,380	1,82e-05	***
Homicídios	-0,000445113	0,000116286	-3,828	0,0002	***
Anos_estudo	0,0310019	0,0168687	1,838	0,0674	*
Oper_Créd	1,80303e-010	3,29381e-011	5,474	1,17e-07	***
Estatísticas do Modelo					
R ²	0,641791	R ² ajustado			0,609950
F(18, 227)	8,297772	P-valor(F)			7,65e-17
Log da Veros.	683,9774	AIC			-1325,955
BIC	-1252,343	HQC			-1296,315
N	246				
Variável dependente:	Eff_N_total				

Fonte: Elaboração Própria. Sig: (***) 1%, (**) 5%. (*) 10% e () Não significativo.

Tabela D3 - Estimação do Segundo Estágio Nordeste (Geral)

Variável	Coefficiente	Erro Padrão	Razão-t	P-Valor	Sig.
Constante	0,685540	0,0102766	66,71	0,0000	***
Portos	0,0466176	0,0299668	1,556	0,1200	
Aeroporto_pub	0,00534952	0,00324323	1,649	0,0993	*
Aeroporto_privado	0,00215097	0,00287198	0,749	0,4540	
Distância_capital	-7,39624e-06	4,36873e-06	-1,693	0,0907	*
PIB_Agro	7,31413e-08	1,79721e-07	0,407	0,6841	
PIB_Ind	1,07079e-07	4,60442e-08	2,326	0,0202	***
PIB_Serv	5,83816e-08	5,90585e-08	0,988	0,3231	
Núm_Ben_Prev	-3,28370e-06	2,44081e-06	-1,345	0,1788	
Valor_Ben_Prev	1,08767e-09	9,39062e-010	1,158	0,2470	
Gini	-0,0150933	0,00800669	-1,885	0,0596	*
População	0,0105595	0,00530459	1,991	0,0467	***
Perc_Pop_Urbana	9,51515e-05	4,30492e-05	2,210	0,0273	***
Renda_méd_dom	7,49743e-05	2,08440e-05	3,597	0,0003	***
Homicídios	-7,94319e-08	1,66061e-07	-0,478	0,6325	
Anos_estudo	0,000236819	0,000121783	1,945	0,0520	*
IES_Privada	0,00979325	0,00337663	2,900	0,0038	***
Escola_federal	0,00459724	0,00374047	1,229	0,2193	
Taxa_de_analfabe	-0,000549075	0,000153353	-3,580	0,0004	***
Estatísticas do Modelo					
R ²	0,493040	R ² ajustado			0,484513
F(18, 1312)	61,35536	P-valor(F)			1,8e-159
Log da Veros.	3423,167	AIC			-6800,334
BIC	-6680,879	HQC			-6755,567
N	1331				
Variável dependente:	Eff_NE_total				

Fonte: Elaboração Própria. Sig: (***) 1%, (**) 5%. (*) 10% e () Não significativo.

Tabela D4 - Estimação do Segundo Estágio Sul (Geral)

Variável	Coefficiente	Erro Padrão	Razão-t	P-Valor	Sig.
Constante	0,638309	0,00784788	81,34	0,0000	***
Portos	0,0164371	0,0116749	1,408	0,1594	
Desp_Correntes	-1,26266e-010	5,35936e-09	-2,954	0,0032	***
Investimentos	1,64384e-09	7,53289e-010	2,182	0,0293	***
PIB_Ind	6,89136e-08	1,43636e-08	4,798	1,83e-06	***
PIB_Serv	-6,97840e-08	2,98064e-08	-2,341	0,0194	***
EXP_VL_FOB	1,02138e-010	4,80752e-011	2,125	0,0338	***
Taxa_de_trab_Inf	-0,000110000	3,43209e-05	-3,205	0,0014	***
Núm_Ben_Prev	-2,63639e-06	1,19360e-06	-2,209	0,0274	***
Valor_Ben_Prev	7,46968e-010	2,77334e-010	2,693	0,0072	***
IQIM	1,58301e-08	1,12183e-010	1,126	0,2606	
População	4,98838e-07	1,66250e-07	3,001	0,0028	***
Perc_Pop_Urbana	8,54855e-05	3,18742e-05	2,682	0,0074	***
Renda_méd_dom	1,52546e-05	6,11059e-06	2,496	0,0127	***
Anos_estudo	0,00881998	0,00226783	3,889	0,0001	***
Financiamentos	3,41807e-011	9,52974e-012	3,587	0,0003	***
Estatísticas do Modelo					
R ²	0,419235	R ² ajustado			0,411214
F(15, 1086)	38,77663	P-valor(F)			2,59e-90
Log da Veros.	2729,947	AIC			-5427,894
BIC	-5347,815	HQC			-5397,602
N	1102				
Variável dependente:	Eff_S_total				

Fonte: Elaboração Própria. Sig: (***) 1%, (**) 5%. (*) 10% e () Não significativo.

Tabela D5 - Estimação do Segundo Estágio Sudeste (Geral)

Variável	Coefficiente	Erro Padrão	Razão-t	P-Valor	Sig.
Constante	0,737114	0,0102134	72,17	0,0000	***
Portos	0,0191374	0,0111008	1,724	0,0849	*
Aeroporto_pub	6,40548e-010	2,62272e-010	2,442	0,0147	**
Distância_capital	-2,60600e-05	4,64657e-06	-5,608	2,43e-08	***
Desp_Orçament	-3,00552e-010	1,24713e-010	-2,410	0,0161	**
PIB_Agro	6,04718e-08	3,82735e-08	1,580	0,1143	
PIB_Ind	2,17251e-08	9,65772e-09	2,250	0,0246	**
IMP_VL_FOB	9,26919e-011	1,57757e-011	5,876	5,20e-09	***
Acidentes_trab	-1,67087e-05	6,05275e-06	-2,761	0,0058	***
Tx_dpg_16ans_e+	-0,000481125	0,000152791	-3,149	0,0017	***
Arr_prev	4,48386e-011	6,03057e-011	0,743	0,4573	
Valor_Ben_Prev	7,16829e-011	1,24467e-010	0,575	0,5648	
IQIM	0,00504950	0,00202701	2,491	0,0128	**
População	5,09960e-08	1,19303e-07	0,427	0,6691	
Gini	-0,0739423	0,0123835	-5,971	2,95e-09	***
Renda_méd_dom	5,25355e-05	1,25640e-05	4,181	3,07e-05	***
Anos_estudo	0,000133389	7,80942e-05	1,708	0,0878	*
Estatísticas do Modelo					
R ²	0,325811	R ² ajustado		0,317150	
F(16, 1482)	27,17105	P-valor(F)		1,34e-71	
Log da Veros.	3481,747	AIC		-6923,494	
BIC	-6817,243	HQC		-6883,910	
N	1499				
Variável dependente:	Eff_SE_total				

Fonte: Elaboração Própria. Sig: (***) 1%, (**) 5%. (*) 10% e () Não significativo.

APÊNDICE E - Estimações Regionais de Segundo Estágio (Mais de 50 mil habitantes)

Tabela E1 - Estimação do Segundo Estágio Centro-Oeste (Mais de 50 mil Habitantes)

Variável	Coeficiente	Erro Padrão	Razão-t	P-Valor	Sig.
Constante	0,94152	0,0786926	11,960	4,50E-09	***
IES_Estadual	0,0746646	0,0137259	5,440	8,72E-05	***
IES_Privada	0,0333073	0,0236568	1,408	0,1795	
Anos_estudo	0,00693456	0,00325598	2,130	0,0514	*
PIB_Agro	0,00677299	0,00319698	2,119	0,054	*
Mineração	8,53E-09	2,69E-08	0,317	0,7554	
População	0,0675083	0,0177827	3,796	0,0018	***
IQIM	0,0103169	0,0127355	0,810	0,4306	
Taxa_de_analfabe	-0,00774933	0,00352505	-2,198	0,044	**
Estatísticas do Modelo					
R ²	0,685144	R ² ajustado			0,538211
F(8, 14)	17,36130	P-valor(F)			5,04e-06
Log da Veros.	52,68742	AIC			-89,37484
BIC	-80,29089	HQC			-87,09026
N	23				
Variável dependente:	Eff_CO_Mais_50Mil				

Fonte: Elaboração Própria. Sig: (***) 1%, (**) 5%. (*) 10% e () Não significativo.

Tabela E2 - Estimação do Segundo Estágio Norte (Mais de 50 mil Habitantes)

Variável	Coeficiente	Erro Padrão	Razão-t	P-Valor	Sig.
Constante	0,80019	0,0209206	38,25	1,04E-23	***
IES_Privada	0,00754121	0,00610555	1,235	0,2283	
População	2,39E-07	1,15E-07	2,075	0,0484	**
Desp_Correntes	-0,0161534	0,0108374	-1,491	0,1486	
PIB_Ind	6,26E-10	3,38E-10	1,85	0,0761	*
Anos_estudo	0,000102058	5,61E-05	1,82	0,0807	*
Renda_méd_dom	0,00603736	0,00344649	1,752	0,0921	*
Taxa_de_analfabe	-0,000116455	6,20E-05	-1,879	0,0742	*
Estatísticas do Modelo					
R ²	0,712886	R ² ajustado			0,643979
F(7, 24)	8,345839	P-valor(F)			0,000036
Log da Veros.	74,94705	AIC			-135,8941
BIC	-125,6339	HQC			-132,4931
N	32				
Variável dependente:	Eff_N_Mais_50Mil				

Fonte: Elaboração Própria. Sig: (***) 1%, (**) 5%. (*) 10% e () Não significativo.

Tabela E3 - Estimação do Segundo Estágio Nordeste (Mais de 50 mil Habitantes)

Variável	Coeficiente	Erro Padrão	Razão-t	P-Valor	Sig.
Constante	1,06104	0,0514211	20,63	8,56E-41	***
Portos	0,0303941	0,0179152	1,697	0,0924	*
IES_Privada	0,0154121	0,00640716	2,405	0,0177	**
Escola_federal	0,00583119	0,00683572	0,853	0,3954	
População	4,52E-08	1,59E-08	2,845	0,0052	***
Anos_estudo	0,0230771	0,00756135	3,052	0,0028	***
PIB_Agro	1,92E-07	2,34E-07	0,821	0,4133	
PIB_Ind	3,30E-08	4,84E-08	0,6814	0,497	
PIB_Serv	-2,96E-08	3,25E-08	-0,9102	0,3647	
Renda_méd_dom	4,49E-05	5,43E-05	0,8271	0,4099	
Taxa_de_analfabe	-0,00340021	0,00088263	-3,852	0,0002	***
Distância_capital	-1,78E-05	2,11E-05	-0,8428	0,4011	
Estatísticas do Modelo					
R²	0,198882	R² ajustado			0,144104
F(11, 114)	2,119934	P-valor(F)			0,024116
Log da Veros.	273,3326	AIC			-528,6652
BIC	-503,1387	HQC			-518,2946
N	126				
Variável dependente:	Eff_NE_Mais_50Mil				

Fonte: Elaboração Própria. Sig: (***) 1%, (**) 5%. (*) 10% e () Não significativo.

Tabela E4 - Estimação do Segundo Estágio Sul (Mais de 50 mil Habitantes)

Variável	Coeficiente	Erro Padrão	Razão-t	P-Valor	Sig.
Constante	0,783739	0,0525063	14,93	9,81E-24	***
Portos	0,0233147	0,0164965	1,413	0,1619	
Aeroporto_pub	0,0193749	0,0119604	1,62	0,1096	
População	2,03E-08	9,67E-08	0,2101	0,8342	
PIB_Agro	-1,31E-07	2,08E-07	-0,6299	0,5308	
PIB_Ind	2,59E-08	1,32E-08	1,962	0,0537	*
PIB_Serv	1,84E-08	1,58E-08	1,165	0,2477	
Anos_estudo	0,0173645	0,00724482	2,397	0,0191	**
Núm_Ben_Prev	-2,47E-06	2,05E-06	-1,201	0,2335	
Valor_Ben_Prev	2,56E-10	3,99E-10	0,6427	0,5225	
Distância_capital	-1,04E-05	3,77E-05	-0,2766	0,7828	
Taxa_de_analfabe	-0,0027848	0,00147453	-1,889	0,063	*
EXP_VL_FOB	1,15E-10	3,00E-11	3,825	0,0003	***
Estatísticas do Modelo					
R²	0,496153	R² ajustado			0,338809
F(12, 72)	5,908381	P-valor(F)			8,55E-08
Log da Veros.	170,2953	AIC			-738,7421
BIC	-282,8362	HQC			-708,1295
N	85				
Variável dependente:	Eff_S_Mais_50Mil				

Fonte: Elaboração Própria. Sig: (***) 1%, (**) 5%. (*) 10% e () Não significativo.

Tabela E5 - Estimação do Segundo Estágio Sudeste (Mais de 50 mil Habitantes)

Variável	Coefficiente	Erro Padrão	Razão-t	P-Valor	Sig.
Constante	0,826377	0,0639746	12,92	3,07E-27	***
Aeroporto_Privado	0,00977855	0,00672455	1,454	0,1477	
IES_Privada	4,08E-05	2,35E-05	1,737	0,0841	*
População	2,99E-07	1,64E-07	1,824	0,0698	*
Desp_Custeio	-3,29E-10	2,22E-10	-1,482	0,1401	
Desp_Pessoal	-6,13E-10	3,80E-10	-1,613	0,1086	
Impostos	-6,09E-10	3,96E-10	-1,538	0,1259	
PIB_Ind	2,23E-07	5,98E-08	3,721	0,0003	***
PIB_Agro	1,27E-08	9,39E-09	1,351	0,1783	
PIB_Serv	-2,15E-08	1,40E-08	-1,534	0,1268	
Anos_estudo	0,0066812	0,00204434	3,268	0,0013	***
Núm_Ben_Prev	7,26E-05	6,68E-05	1,086	0,2788	
Valor_Ben_Prev	0,00236261	0,00196788	1,201	0,2315	
Qtd_benef_BF	-1,77E-05	1,09E-05	-1,616	0,1079	
Valor_repas_BF	3,48E-08	1,79E-08	1,937	0,0543	*
Financiamentos	1,34E-12	1,29E-12	1,032	0,3035	
Distância_capital	-0,0122076	0,010009	-1,22	0,2242	
Homicídios	-2,13E-06	1,23E-06	-1,724	0,0865	*
Renda_méd_dom	3,74E-05	2,58E-05	1,449	0,1491	
Taxa_de_analfabe	-5,57E-10	2,25E-10	-2,474	0,0143	**
Estatísticas do Modelo					
R²	0,412648	R² ajustado		0,412179	
F(19, 178)	4,290612	P-valor(F)		4,98E-07	
Log da Veros.	392,3711	AIC		-314,5907	
BIC	-663,112	HQC		-301,8181	
N	198				
Variável dependente:	Eff_SE_Mais_50Mil				

Fonte: Elaboração Própria. Sig: (***) 1%, (**) 5%. (*) 10% e () Não significativo.

APÊNDICE F - Estimções Regionais de Segundo Estágio (Até 50 mil habitantes)

Tabela F1 - Estimção do Segundo Estágio Centro-Oeste (Até 50 mil Habitantes)

Variável	Coefficiente	Erro Padrão	Razão-t	P-Valor	Sig.
Constante	0,883172	0,0185247	47,68	3,84E-155	***
Aeroporto_pub	0,00256951	0,00321267	0,7998	0,4244	
Aeroporto_Privado	0,0140206	0,00216006	6,491	2,92E-10	***
IES_Federal	0,0259568	0,0183391	1,415	0,1578	
População	1,58E-09	8,33E-10	1,892	0,0594	*
Desp_Correntes	-1,53E-06	2,76E-07	-5,553	5,56E-08	***
PIB_Agro	4,59E-07	1,45E-07	3,159	0,0017	***
PIB_Ind	3,65E-07	7,68E-08	4,752	2,95E-06	***
PIB_Serv	9,97E-08	6,98E-08	1,429	0,1538	
Anos_estudo	0,063983	0,0186494	3,431	0,0007	***
Fin_Rur_agri_com	3,89E-11	1,54E-11	2,528	0,0119	**
Renda_méd_dom	7,50E-06	5,35E-06	1,402	0,1619	
Distância_capital	-0,00032355	0,000140737	-2,299	0,0221	**
Taxa_de_analfabe	-0,000931241	0,000395084	-2,357	0,019	**
Estatísticas do Modelo					
R ²	0,406547	R ² ajustado		0,382809	
F(13, 351)	16,88450	P-valor(F)		4,44e-30	
Log da Veros.	956,0626	AIC		-1882,125	
BIC	-1823,627	HQC		-1858,877	
N	365				
Variável dependente:	Eff_CO_Até_50Mil				

Fonte: Elaboração Própria. Sig: (***) 1%, (**) 5%. (*) 10% e () Não significativo.

Tabela F2 - Estimação do Segundo Estágio Norte (Até 50 mil Habitantes)

Variável	Coefficiente	Erro Padrão	Razão-t	P-Valor	Sig.
Constante	0,883057	0,00689869	128	1,34E-191	***
IES_Privada	0,000214016	4,54E-05	4,711	4,64E-06	***
Mineração	0,000294748	0,000146274	2,015	0,0453	**
População	0,000429916	0,00015818	2,718	0,0072	***
PIB_Agro	2,08E-07	1,19E-07	1,752	0,0813	*
PIB_Ind	7,35E-07	2,13E-07	3,451	0,0007	***
PIB_Serv	2,16E-07	1,48E-07	1,463	0,1452	
Anos_estudo	0,00689788	0,00160183	4,306	2,62E-05	***
Qtd_ben_BF	-8,54E-08	3,85E-08	-2,218	0,0277	**
Valor_repas_BF	6,04E-08	3,68E-08	1,641	0,1024	
Oper_Créd	6,16E-11	3,22E-11	1,916	0,0568	*
Num_Ben_Prev	-0,0365448	0,0116353	-3,141	0,0019	***
Valor_Ben_Prev	8,81E-09	6,43E-09	1,37	0,1721	
Acidentes_trab	-1,98E-05	1,26E-05	-1,573	0,1173	
Distância_capital	-1,96E-09	7,01E-10	-2,792	0,0058	***
Taxa_de_analfabe	-0,00476786	0,00273306	-1,745	0,0826	*
EXP_VL_FOB	0,00035705	0,000229638	1,555	0,1216	
Perc_Pop_Urbana	0,000347951	7,12E-05	4,888	2,11E-06	***
Estatísticas do Modelo					
R ²	0,523821	R ² ajustado		0,48252	
F(17, 196)	12,68293	P-valor(F)		1,86E-23	
Log da Veros.	600,2921	AIC		-1164,584	
BIC	-1103,997	HQC		-1140,101	
N	214				
Variável dependente:	Eff_N_Até_50Mil				

Fonte: Elaboração Própria. Sig: (***) 1%, (**) 5%. (*) 10% e () Não significativo.

Tabela F3 - Estimação do Segundo Estágio Nordeste (Até 50 mil Habitantes)

Variável	Coefficiente	Erro Padrão	Razão-t	P-Valor	Sig.
Constante	0,819176	0,00991857	82,59	0,0000	***
IES_Privada	7,67E-05	2,32E-05	3,31	0,0010	***
Mineração	0,00982156	0,00678851	1,447	0,1482	
População	7,06E-07	4,50E-07	1,568	0,1172	
PIB_Agro	1,70E-07	1,83E-07	0,927	0,3539	
PIB_Ind	0,0144638	0,00797051	1,815	0,0698	*
PIB_Serv	7,86E-07	6,02E-07	1,306	0,1920	
Anos_estudo	0,00375086	0,00211204	1,776	0,0760	*
Núm_Ben_Prev	-6,06E-09	2,03E-09	-2,982	0,0029	***
Valor_Ben_Prev	1,17E-05	4,15E-06	2,824	0,0048	***
Acidentes_trab	-5,45E-07	2,53E-07	-2,156	0,0313	**
Homicídios	-0,00056069	0,000297949	-1,882	0,0601	*
Renda_méd_dom	4,93E-05	1,37E-05	3,592	0,0003	***
Taxa_de_analfabe	-0,000204075	0,000117131	-1,742	0,0817	*
Tx_dpg_16_e+	-0,000297034	0,000106041	-2,801	0,0052	***
Distância_capital	-1,99E-09	1,05E-09	-1,901	0,0576	*
Estatísticas do Modelo					
R ²	0,378899	R ² ajustado		0,371063	
F(15, 1189)	56,19308	P-valor(F)		2,93E-057	
Log da Veros.	3349,475	AIC		-6666,950	
BIC	-6585,443	HQC		-6636,253	
N	1205				
Variável dependente:	Eff_NE_Até_50Mil				

Fonte: Elaboração Própria. Sig: (***) 1%, (**) 5%. (*) 10% e () Não significativo.

Tabela F4 - Estimação do Segundo Estágio Sul (Até 50 mil Habitantes)

Variável	Coefficiente	Erro Padrão	Razão-t	P-Valor	Sig.
Constante	0,676878	0,0108352	62,470	0,0000	***
População	9,94E-07	5,68E-07	1,749	0,0806	*
Desp_Correntes	-7,89E-10	1,01E-09	-0,778	0,4368	
Investimentos	3,27E-09	2,30E-09	1,421	0,1557	
PIB_Ind	0,0107962	0,00585961	1,842	0,0657	*
PIB_Agro	5,70E-07	1,58E-07	3,607	0,0003	***
PIB_Serv	-4,61E-07	1,10E-07	-4,172	3,28E-05	***
Anos_estudo	0,00683611	0,00249647	2,738	0,0063	***
Núm_Ben_Prev	-1,40E-05	3,64E-06	-3,840	0,0001	***
Valor_Ben_Prev	4,30E-09	1,54E-09	2,799	0,0052	***
Qtd_benef_BF	-2,65E-08	3,09E-08	-0,858	0,3906	
Valor_repas_BF	3,04E-05	2,33E-05	1,305	0,1923	
Oper_Créd	7,51E-12	8,67E-12	0,867	0,3861	
Acidentes_trab	-1,99E-05	1,05E-05	-1,907	0,0568	*
Distância_capital	-6,05E-08	2,15E-08	-2,812	0,0050	***
Renda_méd_dom	1,62E-05	5,72E-06	2,837	0,0046	***
Taxa_de_trab_Inf	-8,83E-05	3,13E-05	-2,817	0,0049	***
IMP_VL_FOB	1,77E-10	1,54E-10	1,147	0,2517	
EXP_VL_FOB	7,93E-10	4,22E-10	1,878	0,0606	*
Estatísticas do Modelo					
R ²	0,512546	R ² ajustado		0,503256	
F(18, 998)	23,29158	P-valor(F)		9,1e-138	
Log da Veros.	2535,205	AIC		-5030,409	
BIC	-4931,917	HQC		-4993,006	
N	1017				
Variável dependente:	Eff_S_Até_50Mil				

Fonte: Elaboração Própria. Sig: (***) 1%, (**) 5%. (*) 10% e () Não significativo.

Tabela F5 - Estimação do Segundo Estágio Sudeste (Até 50 mil Habitantes)

Variável	Coefficiente	Erro Padrão	Razão-t	P-Valor	Sig.
Constante	0,495671	0,0117229	42,28	2,81E-245	***
Aeroporto_pub	0,00206009	0,00134074	1,537	0,1247	
IES_Municipal	-0,00724849	0,00574626	-1,261	0,2074	
População	5,76E-07	1,87E-07	3,073	0,0022	***
Desp_Orçament	-1,36E-09	3,99E-010	-3,413	0,0007	***
PIB_Agro	2,92E-07	4,33E-08	6,741	2,38E-11	***
PIB_Ind	1,58E-07	8,92E-08	1,773	0,0765	*
Arr_Prev	2,06E-09	6,55E-010	3,144	0,0017	***
Anos_estudo	0,000302672	0,000130934	2,312	0,021	**
Valor_Ben_Prev	1,15E-09	3,99E-010	2,888	0,0039	***
Gini	-0,0272725	0,00970353	-2,811	0,005	***
IQIM	0,00681244	0,00207826	3,278	0,0011	***
Oper_Créd	3,19E-11	8,46E-012	3,771	0,0002	***
Acidentes_trab	-3,67E-05	1,34E-05	-2,725	0,0065	***
Distância_capital	-1,35E-05	6,18E-06	-2,183	0,0292	**
Renda_méd_dom	2,51E-05	1,13E-05	2,217	0,0268	**
Taxa_de_analfabe	-0,000392651	0,000184171	-2,132	0,0332	**
Perc_Pop_Urbana	0,000109175	4,41E-05	2,477	0,0134	**
Estatísticas do Modelo					
R ²	0,442687	R ² ajustado		0,434856	
F(17, 1282)	101,5496	P-valor(F)		4,70E-223	
Log da Veros.	3290,407	AIC		-6542,814	
BIC	-6444,582	HQC		-6505,957	
N	1300				
Variável dependente:	Eff_SE_Até_50Mil				

Fonte: Elaboração Própria. Sig: (***) 1%, (**) 5%. (*) 10% e () Não significativo.

APÊNDICE G - MODELO TEÓRICO DE ECONOMIA REGIONAL COM INEFICIÊNCIA

Para mostrar como a ineficiência tem influenciado o desempenho das economias municipais, esta seção apresenta um quadro teórico de economia regional com ineficiência a partir de uma adaptação do modelo de Adamopoulos *et al.* (2017). Pode-se também citar o trabalho de Veloso *et al.* (2017) como um dos motivadores da discussão aqui proposta, uma vez que segundo os autores, existe uma ineficiência generalizada nos setores da economia brasileira.

Em seu estudo, Veloso *et al.* (2017) buscaram entender como a baixa produtividade no Brasil está associada a diferenças de produtividade agregada dos setores e à participação do trabalho em cada setor. Tomando como base de comparação à média dos países desenvolvidos, eles mostram que “o aumento de produtividade seria de cerca de 50% se o Brasil tivesse a mesma alocação setorial de emprego e de 192% se nossa produtividade fosse igual em todos os setores” (p. 27). Com isso, eles concluem que a baixa TFP brasileira está muito mais associada ao baixo nível de produtividade nos setores do que à distribuição intersetorial da mão de obra. Este resultado é especialmente importante, pois ele mostra que possíveis diferenças de renda entre dois países, regiões, estados ou municípios podem estar associados a baixa produtividade e em especial a ineficiência. Além disso, os autores defendem que, uma vez corrigidos os problemas de baixa produtividade, os ganhos de renda poderiam ser expressivos.

Neste contexto, esta seção visa explorar o diferencial de produtividade em relação ao seu ideal (máximo potencial) para cada município $i=1, \dots, N$, mostrando como problemas de não equalização entre o produto marginal eficiente e o observado podem explicar diferenças na eficiência e na produtividade das unidades produtoras (eficiência endógena a diferenciais de produtividade marginal).

Vale salientar ainda que este modelo seguirá a abordagem indireta para o tratamento dos diferenciais de produtividade (ver Resttucia e Rogerson (2008), Hsieh e Klenow (2009), Schelkle (2017), Resttucia e Rogerson (2017) e outros), considerando assim como exógenas as possíveis diferenças nas produtividades marginais. Além disso, este trabalho tem inspiração no ferramental quantitativo desenvolvido em Adamopoulos *et al.* (2017) e Schelkle (2017). No entanto, serão feitas modificações na forma de identificar as possíveis diferenças nos produtos marginais, visando inferir, como tais diferenças estão correlacionados com as diferenças de eficiência produtiva e consequentemente com diferenças de renda existente entre os municípios e as regiões.

REGIÃO REPRESENTATIVA: UM MODELO SEM MIGRAÇÃO DOS FATORES DE PRODUÇÃO E COM HETEROGENEIDADES PRODUTIVAS

Seja uma Região “ a ” composta pela soma de i municípios, com $i=1, \dots, M$, com M finito, onde cada município pode ser representado por uma firma representativa. Suponha também que a região “ a ” tem recursos limitados de capital e trabalho e não existe mobilidade dos fatores de produção⁷. Além disso, o produto agregado desta região, Y_a , pode ser definido como a soma dos produtos de cada município que a compõe.

$$Y_a = \sum_{i=1}^M y_i \quad (1)$$

Nesta região, cada município produz um único bem homogêneo e demanda uma quantidade de capital e trabalho para produzir esse bem final. Esses municípios são heterogêneos em suas produtividades potenciais e a tecnologia das firmas representativas exhibe retornos decrescentes de escala em fatores variáveis como proposto em Lucas (1978) e Adamopoulos *et al.* (2017). Dessa forma, a produção de cada município i pode ser denotada por:

$$y_i = (A_a s_i)^{1-\theta} \cdot (k_i^\alpha l_i^{1-\alpha})^\theta \quad (2)$$

Onde, y_i , l_i e k_i são, respectivamente, o produto do município i , o capital e o trabalho usados por i na produção.

O termo “ A_a ” é um termo comum de produtividade e tecnologia associado aos municípios da região “ a ”, $s_i \in (0,1]$ é o termo de produtividade potencial específico para cada município, e os torna heterogêneos entre si, ou seja, é o termo de produtividade específico de cada município. Note que “ A_a ” torna as diferentes regiões heterogêneas, uma vez que cada região terá seu próprio parâmetro. Já os parâmetros α e θ são, respectivamente, a importância relativa do capital na produção do bem final e um *span-of-control* que rege a extensão dos retornos de escala em todos os fatores variáveis, com $\alpha \in [0,1]$ e $\theta \in (0,1)$.

Neste sentido, com o intuito de estabelecer as perdas de renda que uma dada região pode sofrer diante de uma produção ineficiente, deve-se encontrar as produções eficientes

⁷ A mobilidade dos fatores de produção apenas modifica o limite dos recursos disponíveis, não afetando os resultados analíticos. Esta suposição é feita por simplicidade e não gera perda de generalidade, desde que os recursos sejam encarados como finitos.

ou potenciais para cada município i e compará-las com a produção observada, inferindo assim as perdas decorrentes da ineficiência.

Produção Eficiente

Para estabelecer quais as quantidades eficientes de capital e trabalho que maximizam o produto de cada município i e por consequência maximiza o produto agregado da região “ a ”, deve-se resolver o problema do planejador social benevolente que toma as produtividades potenciais específicas “ s_i ” como dadas.

A partir da obtenção das alocações eficientes de capital e trabalho para cada município i é possível obter a produção eficiente e com isso compará-la com a produção observada e inferir quais os ganhos de renda poderiam ser aferidos caso os municípios fossem eficientes. Neste sentido, o planejador social benevolente deve alocar capital e trabalho entre os municípios de uma mesma região de modo a maximizar o produto de cada município, o que consequentemente maximiza o produto agregado da região. No entanto, o planejador social enfrenta restrições sobre a quantidade de recursos disponíveis, além de perceber a tecnologia e a produtividade potencial de cada município como dada. Particularmente, o problema de maximização enfrentado pelo planejador social benevolente é o seguinte:

$$\max_{\{k_i, l_i\}_{i=1}^M} y_i \quad i = 1, \dots, M$$

$$\text{Sujeito à} \quad y_i = (A_a s_i)^{1-\theta} \cdot (k_i^\alpha l_i^{1-\alpha})^\theta \quad (3)$$

$$e \text{ à Restrição de recursos} \quad \sum_{i=1}^M l_i = L \quad e \quad \sum_{i=1}^M k_i = K$$

Logo, as condições de primeira ordem do lagrangeano do planejador social benevolente para o município i são:

$$\theta \alpha (A_a s_i)^{1-\theta} \cdot (k_i^\alpha l_i^{1-\alpha})^{\theta-1} k_i^{\alpha-1} l_i^{1-\alpha} - \mu_1 = 0 \quad (4)$$

$$\theta (1 - \alpha) (A_a s_i)^{1-\theta} \cdot (k_i^\alpha l_i^{1-\alpha})^{\theta-1} k_i^\alpha l_i^{-\alpha} - \mu_2 = 0 \quad (5)$$

$$\sum_{i=1}^M l_i = L \quad (6)$$

$$\sum_{i=1}^M k_i = K \quad (7)$$

Já as condições de primeira ordem para um município $j \neq i$ são:

$$\theta \alpha (A_a s_j)^{1-\theta} \cdot (k_j^\alpha l_j^{1-\alpha})^{\theta-1} k_j^{\alpha-1} l_j^{1-\alpha} - \mu_1 = 0 \quad (8)$$

$$\theta (1 - \alpha) (A_a s_j)^{1-\theta} \cdot (k_j^\alpha l_j^{1-\alpha})^{\theta-1} k_j^\alpha l_j^{-\alpha} - \mu_2 = 0 \quad (9)$$

$$\sum_{i=1}^M l_j = L \quad (10)$$

$$\sum_{i=1}^M k_j = K \quad (11)$$

Note que as equações (6) e (10) são similares e que (7) e (11) também são. Isso implica que todos os municípios de uma mesma região enfrentam a mesma restrição de recursos.

Usando as equações (4) e (8) ou (5) e (9) é possível demonstrar que as seguintes relações são válidas:

$$\frac{k_i}{l_i} = \frac{k_j}{l_j} \text{ ou } \frac{l_j}{l_i} = \frac{k_j}{k_i} \quad (12)$$

As relações acima (equação (12)) juntamente com as equações (6), (7), (10) e (11) permitem encontrar as quantidades ótimas de capital e trabalho que devem ser alocadas em cada município para que seus produtos sejam maximizados, e consequentemente, para que o produto regional seja máximo. Assim, as quantidades eficientes de capital, trabalho e o produto são definidas da seguinte forma:

$$l_i^e = s_i \gamma L \quad (13)$$

$$k_i^e = s_i \gamma K \quad (14)$$

$$y_i^e = (A_a s_i)^{1-\theta} \cdot [(k_i^e)^\alpha (l_i^e)^{1-\alpha}]^\theta \quad (15)$$

Onde o sobrescrito “e” denota eficiência e $\gamma = \frac{1}{\sum_{j=1}^M s_j}$ é uma constante positiva com $\gamma \in (0,1)$. Assim, $\gamma = \frac{1}{M} \leftrightarrow s_j = 1 \forall j = 1, \dots, M$. Ou seja, a distribuição de recursos deve ser igual apenas se todos os municípios tiverem a mesma produtividade potencial e for eficiente em alcançar sua produtividade máxima. Assim, para que um dado município tenha mais recursos disponíveis (atração de recursos) deve elevar seu parâmetro de produtividade.

Substituindo a equação (15) na equação (1) é possível mostrar que o produto agregado eficiente da região “a” é:

$$Y_a^e = A^e M^{1-\theta} [K^\alpha L^{1-\alpha}]^\theta \quad (16)$$

Onde A^e denota o nível ótimo de produtividade da região. sendo $A^e = (A_a S)^{1-\theta}$ e $S = \frac{\sum_{i=1}^M s_i}{M}$ é a produtividade potencial média dos municípios da região.

Desvios da produtividade potencial e ineficiência observada

Considere agora que um dado município i possa ter uma produtividade observada menor que sua produtividade potencial s_i , ou seja, na situação observada o município i enfrenta uma produtividade da seguinte forma:

$$s_i^o = e^{-\mu_i} \cdot s_i \quad (17)$$

Onde, $e^{-\mu_i} \in (0,1]$ e representa uma possível perda de produtividade decorrente de fatores exógenos como qualidade das instituições, intervenção do governo na economia, estoque de capital humana e etc.. Perceba que $s_i^o = s_i \leftrightarrow e^{-\mu_i} = 1$. O sobrescrito “o” indica uma situação observada.

A partir das equações (2) a (11) e (17) pode-se definir as novas quantidades de capital, trabalho e produto em função de s_i^o :

$$l_i^o = \gamma e^{-\mu_i} s_i L = s_i^o \gamma L \quad (18)$$

$$k_i^o = \gamma e^{-\mu_i} s_i K = s_i^o \gamma K \quad (19)$$

$$y_i^o = (A_a s_i^o)^{1-\theta} \cdot [(k_i^o)^\alpha (l_i^o)^{1-\alpha}]^\theta \quad (20)$$

De (18), (19) e (20) chega-se as seguintes equações:

$$y_i^o = (A_a s_i^o)^{1-\theta} \cdot [(s_i^o \gamma K)^\alpha (s_i^o \gamma L)^{1-\alpha}]^\theta \quad (21)$$

$$y_i^o = (A_a s_i^o)^{1-\theta} \cdot [(\gamma e^{-\mu_i} s_i L)^\alpha (\gamma e^{-\mu_i} s_i K)^{1-\alpha}]^\theta \quad (22)$$

$$y_i^o = (A_a s_i e^{-\mu_i})^{1-\theta} \cdot [(k_i^e e^{-\mu_i})^\alpha (l_i^e e^{-\mu_i})^{1-\alpha}]^\theta \quad (23)$$

$$y_i^o = (A_a s_i)^{1-\theta} e^{-\mu_i^{1-\theta}} \cdot [(k_i^e)^\alpha (l_i^e)^{1-\alpha}]^\theta \cdot e^{-\mu_i \theta} \quad (24)$$

$$y_i^o = e^{-\mu_i} \cdot (A_a s_i)^{1-\theta} \cdot [(k_i^e)^\alpha (l_i^e)^{1-\alpha}]^\theta \quad (25)$$

$$y_i^o = e^{-\mu_i} \cdot y_i^e \quad (26)$$

Note que o município i só alcança seu produto potencial, $y_i^o = y_i^e$, quando $e^{-\mu_i} = 1$, o que implica que não existem desvios de produtividade no município i em relação a sua produtividade potencial, ou seja, $s_i^o = s_i$. Observe também que $\forall e^{-\mu_i} < 1 \rightarrow s_i^o < s_i \rightarrow y_i^o < y_i^e$.

Já o produto agregado regional ineficiente é dado pela seguinte equação:

$$Y_a^o = E \cdot A^e \cdot M^{1-\theta} \cdot [K^\alpha L^{1-\alpha}]^\theta \quad (27)$$

Onde $A^e = (A_a S)^{1-\theta}$ e $S = \frac{\sum_{i=1}^M s_i}{M}$ é a produtividade média e $E \in (0,1)$ é um termo que capta a ineficiência agregada.

AGREGAÇÃO DE REGIÕES: MODELO COM LIVRE MOBILIDADE DE FATORES DE PRODUÇÃO E HOMOGENEIDADE PRODUTIVA

Para avaliar a ineficiência entre municípios de duas regiões distintas⁸ é preciso assumir que as regiões detêm a mesma tecnologia de produção (homogeneidade produtiva), adicionalmente pode-se assumir livre mobilidade dos fatores de produção e incorporar essas hipóteses no problema de otimização de renda enfrentado pelo planejador social benevolente. Uma vez feito isto, o problema torna-se muito similar ao discutido para uma região representativa (heterogeneidade produtiva).

Sejam as regiões “a” e “b” composta de i e j municípios respectivamente, $i=1, \dots, M$; $j=1, \dots, P$; e $i+j = 1, \dots, N$. Cada município pode ser representado por uma firma representativa e os produtos agregados da regiões são dados respectivamente por “ Y_a ” e “ Y_b ”. Suponha também que cada região “a” e “b” tem recursos limitados de capital e trabalho, mas que há livre mobilidade de fatores de produção entre as regiões. Sejam os produtos agregados destas regiões definidos como a soma dos produtos de cada município que a compõe, como pode ser visto em (28).

$$Y_a = \sum_{i=1}^M y_i \quad Y_b = \sum_{j=1}^P y_j \quad (28)$$

Com,

$$y_i = (A_a s_i)^{1-\theta} \cdot (k_i^\alpha l_i^{1-\alpha})^\theta \quad y_j = (A_a s_j)^{1-\theta} \cdot (k_j^\alpha l_j^{1-\alpha})^\theta \quad (29)$$

Perceba que as equações (28) e (29) podem ser resumidas da seguinte forma:

$$Y_a + Y_b = Y_{ab} = \sum_{j=1}^P y_j + \sum_{i=1}^M y_i = \sum_{i=1}^N y_i \quad (30)$$

$$y_i = (A_a s_i)^{1-\theta} \cdot (k_i^\alpha l_i^{1-\alpha})^\theta, \text{ com } i = 1, \dots, N \text{ e } N = M + P \quad (31)$$

Note que as equações (30) e (31) acima são muito semelhantes as apresentadas no modelo de região representativa. Porém, tal resultado só é possível pela suposição de que municípios de regiões distintas possuem a mesma forma de suas funções de produção e o mesmo parâmetro de produtividade e tecnologia “ A_a ”.

⁸ A generalização para $N > 2$ regiões é trivial, e por simplicidade, trabalhou-se aqui com duas regiões.

A partir das equações (30) e (31) e da suposição de livre mobilidade dos fatores de produção entre as regiões “a” e “b” chega-se ao novo problema de otimização de renda do planejador social benevolente:

$$\max_{\{k_i, l_i\}_{i=1}^N} y_i$$

$$\text{Sujeito à} \quad y_i = (A_a s_i)^{1-\theta} \cdot (k_i^\alpha l_i^{1-\alpha})^\theta \quad (32)$$

$$\text{e à Restrição de recursos} \quad \sum_{i=1}^P l_i + \sum_{i=1}^M l_i = \sum_{i=1}^N l_i = L$$

$$\sum_{i=1}^P k_i + \sum_{i=1}^M k_i = \sum_{i=1}^N k_i = K$$

A partir das equações em (32) segue-se o mesmo caminho desenvolvido no modelo com uma região representativa (regiões heterogêneas) e obtém-se as quantidades de recursos e de produtos eficientes e observados desta economia em função das produtividades potenciais e observadas

$$l_i^e = s_i \gamma L \quad (33)$$

$$k_i^e = s_i \gamma K \quad (34)$$

$$y_i^e = (A_a s_i)^{1-\theta} \cdot [(k_i^e)^\alpha (l_i^e)^{1-\alpha}]^\theta \quad (35)$$

$$l_i^o = \gamma e^{-\mu_i} s_i L = s_i^o \gamma L \quad (36)$$

$$k_i^o = \gamma e^{-\mu_i} s_i K = s_i^o \gamma K \quad (37)$$

$$y_i^o = (A_a s_i^o)^{1-\theta} \cdot [(k_i^o)^\alpha (l_i^o)^{1-\alpha}]^\theta \quad (38)$$

Com, $s_i^o = e^{-\mu_i} \cdot s_i$ e $y_i^o = e^{-\mu_i} \cdot y_i^e$.

Já os produtos agregados são encontrados similarmente as equações (16) e (27). Assim, o produto agregado eficiente é dado por:

$$Y^e = A^e N^{1-\theta} [K^\alpha L^{1-\alpha}]^\theta \quad (39)$$

Onde A^e denota o nível ótimo de produtividade da região. sendo $A^e = (A_a S)^{1-\theta}$, $S = \frac{\sum_{i=1}^N s_i}{N}$ é a produtividade média dos municípios da região (supostamente ótima).

Além disso, o produto agregado observado é dado pela seguinte equação:

$$Y^O = E \cdot A^e \cdot N^{1-\theta} \cdot [K^\alpha L^{1-\alpha}]^\theta \quad (40)$$

Onde $A^e = (A_a S)^{1-\theta}$ e $S = \frac{\sum_{i=1}^N s_i}{N}$ é a produtividade média e $E \in (0,1)$ é um termo que capta a ineficiência agregada.

PRINCIPAIS IMPLICAÇÕES DOS MODELOS

O modelo de região representativa sugere que cada região detém suas particularidades e que quando comparados os produtos de dois municípios diferentes dentro de uma mesma região eles dependerão: i) da produtividade e tecnologia associado aos municípios da região (A_a); ii) da quantidade de capital e trabalho disponíveis nessa região (fator que pode ser flexibilizado assumindo algum grau de mobilidade dos recursos produtivos); iii) da importância relativa de capital e trabalho na produção dos municípios; e iv) da produtividade específica de cada município (potencial e esforço produtivo). Outra importante implicação do modelo é o fato que o resultado de uma região depende consideravelmente da tecnologia “ A_a ” associada aos municípios da região, ou seja, supondo que as regiões são heterogêneas deve-se estudá-las separadamente para não incorrer no erro de considerar as diferenças nas características produtivas de cada região como ineficiências.

Por outro lado, o modelo de regiões agregadas sugere que é possível uma agregação de regiões sob a suposição de homogeneidade produtiva (principal suposição). Assim, é possível comparar a produtividade de dois municípios diferentes de regiões distintas, porém com a devida precaução de entender as limitações da comparação (advindas do fato da suposição de homogeneidade produtiva). Neste sentido, as diferenças de produção seriam unicamente atribuídas a produtividade específica de cada

município (potencial e esforço produtivo), aumentando, portanto, a importância da eficiência no resultado desses entes da federação.

Vale destacar que tanto no modelo de regiões representativas, quanto no modelo de agregação de regiões, a eficiência tem papel fundamental na explicação da produtividade dos municípios e consequentemente das regiões. Isso mostra que, dadas as restrições de recursos, municípios mais produtivos têm uma maior quantidade de recursos alocados na produção. Assim, os municípios devem aumentar suas produtividades para que seus produtos sejam aumentados. Em particular, se $\forall i, s_i = 1$, os recursos deveriam ser distribuídos igualmente entre e na quantidade de $\frac{K}{N}$ de capital e $\frac{L}{N}$ de trabalho para cada município, levando assim a produção ao máximo possível da economia e à equidade entre as regiões.

Por fim, outra implicação importante dos modelos aqui propostos diz respeito aos desvios da produção em relação ao produto eficiente. Nestes modelos, quaisquer desvios entre o produto observado e o eficiente nos municípios seriam fruto de desvios de produtividade. Assim, ambos os modelos mostram que é possível aumentar o produto agregado das regiões aumentando a produtividade, principalmente pelo canal da eficiência produtiva dos municípios que a compõe. No entanto, o peso da eficiência nos resultados agregados pode ser artificialmente aumentado quando se impõe a suposição homogeneidade produtiva nos municípios.

DISTORÇÕES NAS PRODUTIVIDADES MARGINAIS (ORIGENS DA INEFICIÊNCIA)

Muitos modelos sobre má alocação definem que a não equalização dos produtos marginais nas unidades produtoras pode ser um indicador da má alocação de recursos na economia (RESTTUCIA e ROGERSON (2008), HSEIH e KLENOW (2009), RESTTUCIA e ROGERSON (2012), SCHELKLE (2017), ADAMOPOULOS *et al.* (2017) e outros). Esses modelos defendem que a não equalização dos produtos marginais diminuem a TFP agregada, fazendo com que a alocação observada se distancie da alocação ideal e consequentemente o produto observado seja inferior ao produto eficiente.

Para fazer inferências a respeito da influência da má alocação sobre a ineficiência observada, Hseih e Klenow (2009) e Adamopoulos *et al.* (2017) sugerem usar diferenças nos produtos médios, uma vez que em seus estudos eles mostram que os produtos médios são, em certo sentido, proporcionais aos produtos marginais, o que forneceria, portanto, uma boa medida de diferenças nos produtos marginais.

Eficiência dos produtos marginais

Partindo da suposição de autores como Restuccia e Rogerson (2008, 2012), Hsieh e Klenow (2009), Schelkle (2017), Adamopoulos *et al.* (2017) de que a TFP sofre influência das distorções nas produtividades marginais, é possível derivar aqui condições equivalentes para este modelo que mostram como a $TFP_i = (A_a s_i)^{1-\theta} = \frac{y_i}{(k_i^\alpha l_i^{1-\alpha})^\theta}$ é impactada por distorções de política sobre as produtividades marginais. Neste sentido, deve-se esperar que a produtividade observada, $TFP_i^o = e^{-\mu_i} \cdot (A_a s_i)^{1-\theta} = e^{-\mu_i} \cdot TFP_i^e$, seja uma função dos produtos marginais de capital e trabalho.

Como poderá ser visto a seguir, é possível mostrar que a ineficiência é função das distorções de política sobre os produtos marginais de capital e trabalho. Esta condição leva a hipótese de que diferenças entre produtividades observadas e potenciais, $s_i^o \neq s_i$, ocorrem quando há distorções em pelo menos um dos produtos marginais. Assim, é possível inferir que diferenças entre renda observada e eficiente, $y_i^o \neq y_i^e$, estariam relacionados a desvios nas produtividades marginais.

Neste sentido, para que se possa avançar na identificação da relação entre ineficiência e distorções nos produtos marginais, defina pmg_k e pmg_l da firma representativa do município i da seguinte forma:

$$pmg_{k_i} = \frac{\partial y_i}{\partial k_i} \quad e \quad pmg_{l_i} = \frac{\partial y_i}{\partial l_i} \quad (41)$$

Agora, a título de exemplo, suponha que regimes fiscais idiossincráticos possam distorcer o problema de maximização de lucros da firma representativa, distorcendo o produto marginal de capital e trabalho, como segue:

$$\begin{aligned} \text{Max } \pi_i &= y_i - rk_i - wl_i \\ \text{ou} \\ \text{Max } \pi_i &= y_i - (1 - \tau_i^k)rk_i - (1 - \tau_i^l)wl_i \end{aligned} \quad (42)$$

Onde, y_i é o produto do município i , τ_i^k representa um subsídio sobre a renda do capital, τ_i^l representa um subsídio sobre a renda do trabalho, r é a remuneração do capital e w é a remuneração do trabalho. Para fins ilustrativos foi utilizado distorções de políticas originárias de regimes fiscais através da introdução de subsídios no problema de

otimização das firmas representativas, porém as distorções podem vir de diversas fontes como já discutido na revisão da literatura e como será discutido nos próximos capítulos.

Note que de fato os regimes fiscais distorcem as produtividades marginais:

$$pmg_{k_i}^o = pmg_{k_i}^e \cdot (1 - \tau_i^k) \quad e \quad pmg_{l_i}^o = pmg_{l_i}^e \cdot (1 - \tau_i^l) \quad (43)$$

Com $\tau_i^k \in [0,1)$ e $\tau_i^l \in [0,1)$.

Supondo $\tau_i^k \neq 0$ e $\tau_i^l \neq 0$ e usando (43) é possível chegar as seguintes equações:

$$\frac{1}{(1-\tau_i^k)} \cdot pmg_{k_i}^o = pmg_{k_i}^e \quad e \quad \frac{1}{(1-\tau_i^l)} \cdot pmg_{l_i}^o = pmg_{l_i}^e \quad (44)$$

$$d_{o,e}^{k_i} \cdot pmg_{k_i}^o = pmg_{k_i}^e \quad e \quad d_{o,e}^{l_i} \cdot pmg_{l_i}^o = pmg_{l_i}^e \quad (45)$$

Onde $d_{o,e}^{k_i}$ e $d_{o,e}^{l_i}$ representam, respectivamente, distorções (ou desvios) nas produtividades marginais observadas de capital e trabalho em relação à eficiente. Assim, como $d_{o,e}^{k_i}$ e $d_{o,e}^{l_i}$ são necessariamente maiores que 1, o produto marginal observado é menor que o produto marginal eficiente.

Neste contexto, para que se possa mostrar a relação entre distorções de política e ineficiência será definida a seguir a produtividade de receita TFPR como em Hsieh e Klenow (2009) e Adamopoulos *et al.* (2017), mostrando como essas distorções resultam em diferenças entre a TFP observada e a TFP eficiente.

Partindo das equações em (42) é possível chegar às receitas dos produtos marginais (Rpmg), que dada a normalização do preço do produto homogêneo para o numérico são também produtos marginais, como segue:

$$\frac{Rpmg_{i_k}^e}{\alpha\theta} = \frac{y_i}{k_i} = \frac{r}{\alpha\theta} \quad e \quad \frac{Rpmg_{i_k}^o}{\alpha\theta} = \frac{y_i}{k_i} = \frac{r(1-\tau_i^k)}{\alpha\theta} \quad (46)$$

$$\frac{Rpmg_{i_l}^e}{(1-\alpha)\theta} = \frac{y_i}{l_i} = \frac{w}{(1-\alpha)\theta} \quad e \quad \frac{Rpmg_{i_l}^o}{(1-\alpha)\theta} = \frac{y_i}{l_i} = \frac{w(1-\tau_i^l)}{(1-\alpha)\theta} \quad (47)$$

Onde, $Rpmg_{i_k}^e$ é a receita do produto marginal do capital eficiente do município i , $Rpmg_{i_k}^o$ é a receita do produto marginal do capital distorcida do município i , $Rpmg_{i_l}^e$ é

a receita do produto marginal do trabalho eficiente do município i e $Rpmg_{i_l}^o$ é a receita do produto marginal do trabalho distorcido do município i .

A partir das equações (46) e (47) chega-se às produtividades de receita observadas (distorcidas) e eficiente e a relação existente entre elas:

$$TFPR_i^e = \frac{y_i}{k_i^\alpha l_i^{1-\alpha}} = \left(\frac{r}{\alpha\theta}\right)^\alpha \cdot \left(\frac{w}{(1-\alpha)\theta}\right)^{1-\alpha} \quad (48)$$

$$TFPR_i^o = \frac{y_i}{k_i^\alpha l_i^{1-\alpha}} = \left(\frac{r}{\alpha\theta}\right)^\alpha \cdot \left(\frac{w}{(1-\alpha)\theta}\right)^{1-\alpha} \cdot (1 - \tau_i^k)^\alpha \cdot (1 - \tau_i^l)^{1-\alpha} \quad (49)$$

$$TFPR_i^o = TFPR_i^e \cdot (1 - \tau_i^k)^\alpha \cdot (1 - \tau_i^l)^{1-\alpha} \quad (50)$$

Onde, $TFPR_i^o$ é a receita de produtividade observada (distorcida) e $TFPR_i^e$ eficiente.

As equações (48) e (49) são correspondentes a TFPR encontrada em Hseih e Klenow (2009) e Adamopoulos *et al.* (2017) e a partir delas é possível derivar as equações (51) e (52) a seguir que mostram uma maneira alternativa de calcular a TFP deste modelo e determinam a relação existente entre TFP e TFPR.

$$TFPR = \frac{(Aas_i)^{1-\theta}}{(k_i^\alpha l_i^{1-\alpha})^{1-\theta}} = \frac{TFP}{(k_i^\alpha l_i^{1-\alpha})^{1-\theta}} \quad (51)$$

Logo,

$$TFP^e = TFPR^e \cdot (k_i^\alpha l_i^{1-\alpha})^{1-\theta} \quad \text{e} \quad TFP^o = TFPR^o \cdot (k_i^\alpha l_i^{1-\alpha})^{1-\theta} \quad (52)$$

A partir das equações em (48) a (52) é possível mostrar as seguintes relações:

$$TFP^o = TFPR^e \cdot (k_i^\alpha l_i^{1-\alpha})^{1-\theta} \cdot (1 - \tau_i^k)^\alpha \cdot (1 - \tau_i^l)^{1-\alpha} \quad (53)$$

$$TFP^o = TFP^e \cdot (1 - \tau_i^k)^\alpha \cdot (1 - \tau_i^l)^{1-\alpha} \quad (54)$$

$$\frac{TFP^o}{TFP^e} = \frac{TFPR^o \cdot (k_i^\alpha l_i^{1-\alpha})^{1-\theta}}{TFPR^e \cdot (k_i^\alpha l_i^{1-\alpha})^{1-\theta}} = \frac{TFPR^o}{TFPR^e} = (1 - \tau_i^k)^\alpha \cdot (1 - \tau_i^l)^{1-\alpha} \quad (55)$$

Por outro lado, também é possível mostrar a relação a seguir:

$$\frac{TFP_l^o}{TFP_l^e} = e^{-\mu_i} \quad (56)$$

Logo,

$$e^{-\mu_i} = (1 - \tau_i^k)^\alpha \cdot (1 - \tau_i^l)^{1-\alpha} \quad (57)$$

Portanto, é possível definir que a ineficiência observada está em função das distorções sobre os produtos marginais, ou seja, $e^{-\mu_i} = F(\tau_i^k, \tau_i^l)$. Mais especificamente, a ineficiência existe se existirem distorções nos produtos marginais. Logo, a TFP será eficiente se TFPR for eficiente e será ineficiente caso a TFPR tenha distorções. Assim, por definição, as distorções sobre os produtos marginais são também causadoras dos diferenciais dos produtos municipais.