

Luiz Henrique dos Santos Fernandes

**Eficiência tributária municipal e seus
determinantes: uma abordagem
semi-paramétrica via regressão beta**

João Pessoa

2017

Luiz Henrique dos Santos Fernandes

**Eficiência tributária municipal e seus determinantes: uma
abordagem semi-paramétrica via regressão beta**

Dissertação submetida ao Departamento de
Economia da Universidade Federal da Paraíba
como requisito à obtenção do título de Mestre
em Economia do Setor Público.

Universidade Federal da Paraíba

Centro de Ciências Sociais Aplicadas

Programa de Pós-Graduação em Economia do Setor Público

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Maria da Conceição Sampaio de Sousa

João Pessoa

2017

F363e Fernandes, Luiz Henrique dos Santos.
Eficiência tributária municipal e seus determinantes: uma abordagem semi-paramétrica via regressão beta / Luiz Henrique dos Santos Fernandes. - João Pessoa, 2017.
69 f. : il. -

Orientadora: Maria da Conceição Sampaio de Sousa.
Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCSA

1. Economia. 2. Eficiência tributária. 3. MDEA. 4. Modelo de regressão beta.

UFPB/BC

CDU: 33(043)

Luiz Henrique dos Santos Fernandes

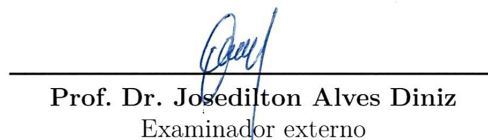
**Eficiência tributária municipal e seus determinantes: uma
abordagem semi-paramétrica via regressão beta**

Dissertação submetida ao Departamento de
Economia da Universidade Federal da Paraíba
como requisito à obtenção do título de Mestre
em Economia do Setor Público.

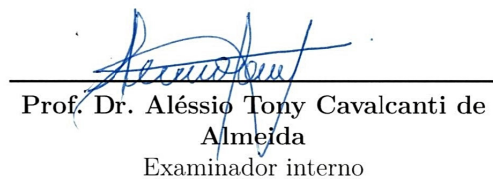
Trabalho aprovado. João Pessoa, 7 de março de 2017.



**Prof.ª Dr.ª Maria da Conceição
Sampaio de Sousa**
Orientadora



Prof. Dr. Josediton Alves Diniz
Examinador externo



**Prof. Dr. Aléssio Tony Cavalcanti de
Almeida**
Examinador interno

João Pessoa
2017

Este trabalho é dedicado à minha esposa Elza e aos meus filhos Maria Luiza, Leonardo e Guilherme.

Agradecimentos

Em especial à minha esposa Elza, pelo sacrifício, apoio, incentivo e compreensão nos momentos dedicados ao curso. Sem ela não teria chegado até aqui.

Aos meus pais, às minhas irmãs e a toda minha família, que sempre torcem por mim.

Aos meus avós Leopoldo, Creusa, Mauri e Teresinha, *in memoriam*, exemplos de vida.

À Professora Maria da Conceição Sampaio de Sousa, pela grande contribuição intelectual e pela orientação sempre atenciosa e construtiva, fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos colegas de turma, pelos momentos compartilhados. Momentos que jamais serão esquecidos.

Aos professores e monitores do Programa de Pós-Graduação em Economia do Setor Público, por todo o ensinamento transmitido durante esses dois anos de curso.

A toda a Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Economia do Setor Público, sempre dispostos a ajudar.

Ao Tribunal de Contas do Estado da Paraíba, por ter oferecido essa oportunidade, através de convênio firmado com a Universidade Federal da Paraíba.

*“O pior naufrágio é não partir.”
(Amyr Klink)*

Resumo

A presente pesquisa mensura a eficiência técnica tributária de municípios do Estado da Paraíba e avalia seus determinantes por meio de abordagem semi-paramétrica em dois estágios. No primeiro estágio, foram obtidos escores de eficiência por meio de Análise Envoltória de Dados Múltipla (MDEA), utilizando dados de 2015. Trata-se de uma variação da Análise Envoltória de Dados (DEA), cujo resultado consiste em uma média das eficiências calculadas para cada DMU (*Decision Making Unit*), considerando todas as possibilidades de escolha de subconjuntos das variáveis utilizadas como insumos e produtos. Este método elimina a escolha aleatória das variáveis e aumenta o poder discriminatório do DEA. No segundo estágio, utilizou-se o modelo de regressão beta com dispersão variável para estimar a influência de variáveis ambientais na eficiência tributária dos governos locais. Os principais resultados mostram que a eficiência tributária tem relação direta com a população dos municípios, com o grau de autossuficiência financeira, com o valor adicionado ao PIB pelo setor industrial e com o índice de transparência na gestão. Por outro lado, contribuíram para a redução da eficiência tributária fatores como a dependência de transferências de outros entes governamentais, receita *per capita* e o índice de concentração de Herfindahl aplicado aos tributos de competência dos municípios.

Palavras-chave: eficiência tributária. MDEA. modelo de regressão beta.

Abstract

The present study measures the technical tax efficiency of municipalities of the State of Paraíba and evaluates its determinants through a two-stage semi-parametric approach. In the first stage, efficiency scores were obtained with the use of Multiple Data Envelopment Analysis (MDEA), using data from 2015. It is a variation of the Data Envelopment Analysis (DEA), whose result consists of a mean of the calculated efficiencies for each DMU (Decision Making Unit), considering all the possibilities of choosing subsets of the variables used as inputs and outputs. This method eliminates the random choice of variables and increases the discriminatory power of the DEA. In the second stage, a variable dispersion beta regression model was used to estimate the influence of environmental variables on the tax efficiency of local governments. The main results showed that tax efficiency is directly related with the population of the municipalities, degree of financial self-sufficiency, value added to GDP by the industrial sector and the management transparency index. On the other hand, contributed to reduce tax efficiency factors such as dependence on grants from other governmental entities, *per capita* revenue and the Herfindahl concentration index applied to the municipal taxes.

Keywords: tax efficiency. MDEA. beta regression model.

Lista de figuras

Figura 1 – Arrecadação de impostos em 2015 <i>versus</i> índices de observações	25
Figura 2 – Total arrecadado em impostos, taxas e contribuição de melhoria pelos municípios em 2015	26
Figura 3 – Despesa e n ^o de servidores das secretarias de administração e finanças de 2015 <i>versus</i> índices de observações	27
Figura 4 – Densidades beta para diferentes combinações de média e parâmetro de precisão (μ, ϕ)	39
Figura 5 – Gráficos dos escores de eficiência MDEA	47
Figura 6 – Distribuição dos escores de eficiência no Estado da Paraíba	48
Figura 7 – Resíduos <i>versus</i> índices de observações; distância de Cook; e semi-normal dos resíduos	52

Lista de tabelas

Tabela 1 – <i>Inputs e outputs</i> utilizados no modelo MDEA	42
Tabela 2 – Variáveis do 2º estágio - Regressão MQO e beta	45
Tabela 3 – Medidas descritivas dos escores de eficiência MDEA	46
Tabela 4 – Média dos escores de eficiência MDEA por faixa de população	48
Tabela 5 – Estimativas dos parâmetros	50
Tabela 6 – Medidas descritivas dos <i>inputs e outputs</i> do modelo MDEA	60
Tabela 7 – Medidas descritivas das variáveis contínuas	61
Tabela 8 – Medidas de frequência das variáveis <i>dummy</i>	61
Tabela 9 – Matriz de correlação das variáveis dos modelos de regressão	62
Tabela 10 – Escores de eficiência MDEA dos municípios analisados	63

Lista de abreviaturas e siglas

AIC	<i>Akaike Information Criterion</i>
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CIDE	Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico
CRS	<i>Constant Returns to Scale</i>
DEA	<i>Data Envelopment Analysis</i>
DMU	<i>Decision Making Unit</i>
FPM	Fundo de Participação dos Municípios
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMS	Imposto sobre operações relativas à circulação de mercadorias e sobre prestações de serviços de transporte interestadual e intermunicipal e de comunicação
IDEME	Instituto de Desenvolvimento Estadual e Municipal
IOF	Imposto sobre operações de crédito, câmbio e seguro, ou relativas a títulos ou valores mobiliários
IPI	Imposto sobre produtos industrializados
IPTU	Imposto sobre propriedade predial e territorial urbana
IPVA	Imposto sobre propriedade de veículos automotores
IR	Imposto sobre a renda e proventos de qualquer natureza
IRRF	Imposto sobre a renda e proventos de qualquer natureza, incidente na fonte, sobre rendimentos pagos, a qualquer título, pelos entes, suas autarquias e pelas fundações que instituïrem e mantiverem
ISS	Imposto sobre serviços de qualquer natureza, não compreendidos no art. 155, II da Constituição Federal, definidos em lei complementar
ITBI	Imposto sobre transmissão <i>inter vivos</i> , a qualquer título, por ato oneroso, de bens imóveis, por natureza ou acessão física, e de direitos reais sobre imóveis, exceto os de garantia, bem como cessão de direitos à sua aquisição

ITR	Imposto sobre a propriedade territorial rural
LOA	Lei Orçamentária Anual
MDEA	<i>Multiple Data Envelopment Analysis</i>
MQO	Método dos Mínimos Quadrados Ordinários
PIB	Produto Interno Bruto
PMAT	Programa de Modernização da Administração Tributária e da Gestão dos Setores Sociais Básicos
SAGRES	Sistema de Acompanhamento da Gestão dos Recursos da Sociedade
SFA	<i>Stochastic Frontier Analysis</i>
TCE-PB	Tribunal de Contas do Estado da Paraíba
VFI	<i>Vertical Fiscal Imbalance</i>
VRS	<i>Variable Returns to Scale</i>

Sumário

1	INTRODUÇÃO	15
2	EFICIÊNCIA TRIBUTÁRIA MUNICIPAL	17
2.1	Federalismo fiscal	17
2.1.1	Federalismo fiscal e os governos locais	17
2.1.2	Efeitos da descentralização no Brasil	19
2.2	Sistema tributário municipal	20
2.2.1	Tributos de competência dos municípios	20
2.2.2	Repartição de receitas: a parcela destinada aos municípios	22
2.2.3	Diagnóstico da administração tributária dos municípios selecionados	24
2.3	Mensuração da eficiência	28
2.3.1	Conceitos fundamentais	28
2.3.2	Técnicas de mensuração da eficiência no setor público	28
2.4	Estudos anteriores relacionados a eficiência tributária	29
2.4.1	Abordagem paramétrica	29
2.4.2	Abordagem não-paramétrica	31
2.4.3	Abordagem semi-paramétrica	32
3	METODOLOGIA	34
3.1	Estratégia empírica: o modelo MDEA-beta	34
3.1.1	MDEA (<i>Multiple Data Envelopment Analysis</i>)	34
3.1.2	O modelo de regressão beta	37
3.1.3	Estimação de parâmetros em regressão beta	40
3.2	Variáveis selecionadas para o modelo MDEA-beta	42
3.2.1	Variáveis do 1º estágio - MDEA	42
3.2.2	Variáveis do 2º estágio - Regressão MQO e beta	43
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	46
4.1	1º estágio - MDEA	46
4.2	2º estágio - Regressão beta	49
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	55
	REFERÊNCIAS	57

ANEXO A – MEDIDAS DESCRITIVAS DOS <i>INPUTS</i> E <i>OUTPUTS</i> DO MODELO MDEA	60
ANEXO B – MEDIDAS DESCRITIVAS DAS VARIÁVEIS DOS MODELOS DE REGRESSÃO	61
ANEXO C – MATRIZ DE CORRELAÇÃO DAS VARIÁVEIS DOS MODELOS DE REGRESSÃO	62
ANEXO D – ESCORES DE EFICIÊNCIA MDEA	63

1 Introdução

A eficiência na prestação de serviços públicos é um tema que vem adquirindo extrema relevância no atual contexto político-econômico do Brasil e do mundo. O aumento na demanda por bens públicos e a limitação de recursos financeiros têm refletido diretamente na qualidade dos serviços prestados e nos resultados alcançados, acarretando inúmeras pesquisas sobre mensuração da eficiência no setor público. Um conceito amplo de eficiência, sob a ótica da teoria econômica, está relacionado à obtenção do maior benefício possível com uma quantidade mínima de recursos. Na Economia do Setor Público, eficiência refere-se ao nível agregado de atividade econômica. A coordenação entre arrecadação de receitas e provisão de serviços para funcionamento eficiente da atividade econômica provê um papel natural para o setor público (HINDRIKS; MYLES, 2013). Eficiência, no contexto deste trabalho, está relacionada com o conceito de eficiência técnica definido na teoria da produção, qual seja, a obtenção do máximo de produto com o mínimo de insumos.

Segundo Hindriks e Myles (2013), um dos objetivos da descentralização político-administrativa é garantir a eficiência na arrecadação de tributos e na provisão de bens ou serviços públicos pelos diversos níveis de governo. O modelo de descentralização definido na Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 1988) atribuiu competências específicas para cada ente quanto à prestação de serviços públicos, bem como em relação aos tributos de competência de cada esfera de governo. União, estados e municípios têm o dever de instituir e arrecadar os tributos de sua competência. A União e os estados têm, ainda, o dever de transferir parcelas de suas receitas próprias para esferas de governo inferiores, conforme prescrito na Carta Magna. A estrutura do sistema tributário demanda recursos humanos, materiais e financeiros para consecução de suas atividades, constituindo, desse modo, uma espécie de serviço público, cujo produto é a efetiva arrecadação dos tributos de competência do ente. A busca pela eficiência não se limita, portanto, ao provimento dos serviços públicos.

Por outro lado, o processo de descentralização promovido pela Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 1988), que transformou os municípios em entes politicamente autônomos, trouxe um aumento na responsabilidade destes no provimento de bens e serviços públicos, principalmente com uma maior descentralização na educação e na saúde. No entanto, esse processo acentuou as desigualdades regionais, pois muitos eram incapazes de dispor de autonomia financeira, principalmente devido à concentração da base produtiva no Brasil e às diferenças sócio-econômicas históricas. Para superar esses problemas, foram inseridos na Carta Magna dispositivos que previam a transferência de recursos para governos locais por meio de processo de repartição de receitas da União e dos estados. Muitos municípios passaram a depender cada vez mais desses recursos, que em muitos casos estão vinculados

ao aumento da população, passando a constituir parcela considerável da receita corrente desses entes. A hipótese é que esse processo tenha gerado uma diminuição no esforço fiscal, não obstante suas limitadas bases tributárias, reduzindo, conseqüentemente, a receita tributária municipal.

O objetivo principal deste trabalho é mensurar a eficiência tributária de 210 municípios do Estado da Paraíba e analisar seus determinantes, por meio de abordagem semi-paramétrica em dois estágios. No primeiro estágio, os escores de eficiência tributária serão calculados por meio do método MDEA (*Multiple Data Envelopment Analysis*), proposto por Stosic e Fittipaldi (2007). No segundo estágio, serão estimadas as influências de variáveis sócioeconômicas, fiscais, operacionais, geográficas e de escala sobre os escores de eficiência obtidos no primeiro estágio, com o uso dos modelos de regressão beta propostos por Ferrari e Cribari-Neto (2004) e Simas, Barreto-Souza e Rocha (2010), ou seja, com dispersão constante e variável, respectivamente. Os parâmetros serão estimados, ainda, utilizando-se regressão MQO, no intuito de evidenciar o poder de ajuste do modelo de regressão beta.

Convém ressaltar que esta pesquisa é um trabalho pioneiro no âmbito do Estado da Paraíba, no que se refere à avaliação da eficiência tributária dos municípios paraibanos. No Brasil, algumas pesquisas abordaram a eficiência tributária municipal através de métodos matemáticos e estatísticos sofisticados, mas nenhum deles utilizou o modelo MDEA-beta. Tendo em vista a notória situação de penúria financeira crônica pela qual passam grande parte dos municípios paraibanos, esse trabalho cumpre, ainda, uma função social. Muitos gestores abdicam de um maior esforço fiscal, seja por omissão administrativa, seja por questões políticas, ou até mesmo por corrupção, através da omissão de receitas. A presente pesquisa vem, em momento oportuno, contribuir para a compreensão do sistema tributário desses entes e, conseqüentemente, agregar subsídios para seu aperfeiçoamento. Contribui, também, com um método sofisticado de análise à disposição dos órgãos de controle e fiscalização, a exemplo do Tribunal de Contas do Estado da Paraíba, que poderia incorporá-lo à sua matriz de risco ou acrescentar método científico às auditorias operacionais. Ademais, a metodologia aqui exposta pode ser utilizada, ainda, em outras áreas, como saúde, educação, dentre outras.

2 Eficiência Tributária Municipal

2.1 Federalismo fiscal

2.1.1 Federalismo fiscal e os governos locais

A organização político-constitucional dos governos pode ser classificada, segundo Mendes (2005), em três tipos: governos unitários, federais e confederados. O governo unitário caracteriza-se pela centralização máxima em torno de um governo nacional. Sistemas confederados caracterizam-se por possuírem estados membros politicamente mais fortes que o governo central. Os sistemas de governo federal apresentam um grau de unificação maior que o sistema confederado, com uma influência considerável do governo central sobre as demais esferas. Nesses sistemas, os governos subnacionais, como os estados, as províncias e os municípios, possuem certo grau de autonomia, competências legais e áreas de atuação bem definidas. O Brasil, por exemplo, é uma república federativa formada pela União, Estados, Distrito Federal e Municípios, organizada, portanto, em três níveis.

Do conceito de federalismo deriva-se o federalismo fiscal, definido por Mendes (2005) como a divisão de tarefas entre os diferentes níveis de governo, no que se refere à arrecadação de tributos e oferta de serviços públicos. O objetivo é buscar, com isso, uma maximização da eficiência do setor público, por meio do aproveitamento das características próprias de cada esfera governamental. Segundo Duarte et al. (2015), onde há ganhos de escala no fornecimento de serviços públicos, o fornecimento é de competência do governo federal. Por sua vez, onde a eficiência na provisão está relacionada ao melhor conhecimento das preferências e necessidades da população local, devido à proximidade que tem do cidadão, cabe aos municípios a tomada das melhores decisões. Onde o meio termo é o mais adequado, a responsabilidade volta-se aos estados.

Segundo Mendes (2005), a teoria do federalismo fiscal apresenta a divisão das responsabilidades tributárias segundo dois critérios principais: mobilidade da base tributária e economia de escala na administração do tributo. O primeiro tem relação com o deslocamento da base tributária. Se for possível deslocar a base tributária, o agente buscará as localidades com alíquotas menores. Nesse caso, o maior nível de governo deve tributar para impedir evasões ou comportamentos oportunistas. Outro caso extremo é a tributação sobre imóveis, que fica a cargo do menor nível de governo, pois não há possibilidade de movimentação da base tributária. O segundo critério parte do princípio de que alguns tributos podem ser demasiadamente custosos para a arrecadação em pequena escala. Nesse caso, níveis mais altos de governo passariam a ter ganhos de escala na arrecadação. No que se refere à responsabilidade no provimento de serviços públicos, o

problema é abordado na teoria da descentralização, sendo tratado com profundidade no âmbito da Economia do Setor Público.

Hindriks e Myles (2013) definem federalismo fiscal como a divisão da arrecadação de receitas e responsabilidade de gastos entre diferentes níveis de governo. Muitos países têm um governo central (ou federal), governo estadual, conselhos municipais e, no nível mais baixo desta escala, os chamados *parish councils*, ou conselhos paroquiais. Cada nível tem restrições nos instrumentos tributários que podem empregar e nas despesas que podem realizar. Essas restrições são analisadas pela Economia do Setor Público, ramo da economia que aborda o federalismo fiscal por meio de reflexões e estudos direcionados às seguintes questões:

- Por que criar mais de um nível de governo?
- Como as funções de governo são melhor alocadas entre os níveis?
- O resultado obtido é eficiente ou reflete outros fatores?

Os argumentos econômicos para a existência de um sistema de governo estão fundamentados em dois princípios: se há falhas de mercado, o governo pode intervir na economia para aumentar a eficiência. Pode intervir, também, para aumentar a equidade, não importando se a economia é eficiente ou não. Estes argumentos justificam a intervenção. Para justificar a descentralização, deve-se considerar que os objetivos de eficiência e equidade podem ser atingidos por uma combinação entre os governos central e local. Os governos locais possuem mais informações a respeito das preferências locais. O governo central pode tomar decisões que geram distorções no nível de provisão entre diferentes regiões, causadas por pressões políticas. A estrutura de descentralização deve ser construída, portanto, de forma a garantir que as decisões sejam tomadas nos níveis apropriados.

De acordo com Tiebout (1956), a concorrência entre os governos locais revela as preferências por bens públicos. Com um único governo central, seria difícil o acesso às informações a respeito das preferências dos cidadãos. Se os bens ou serviços fossem ofertados por governos locais, o cidadão escolheria o município que provesse a melhor cesta de bens públicos. Governos locais asseguram, portanto, a eficiência na oferta de serviços públicos locais, assim como a concorrência entre as empresas garante a eficiência no fornecimento de bens privados. Oates et al. (1972) concluiu que a cooperação entre níveis de governo aumenta a eficiência do setor público. O federalismo fiscal seria uma opção intermediária à adoção de uma estrutura totalmente centralizada ou um sistema amplamente descentralizado. A descentralização deve reunir, portanto, as vantagens de cada um dos extremos e minimizar seus problemas. Esse processo pode induzir a população a uma maior participação e fiscalização das decisões dos governos locais (*accountability*).

2.1.2 Efeitos da descentralização no Brasil

Segundo Veloso et al. (2011), o aumento do papel dos municípios iniciou-se com o processo de descentralização brasileiro, que teve por objetivo o fortalecimento financeiro e político dos estados e, principalmente, dos municípios, em relação ao governo federal. Esse processo acompanhou uma tendência na América Latina, caracterizada por um processo de ampla reforma do Estado e redemocratização, sob o argumento de que a descentralização aumentaria a eficiência da gestão pública, a eficácia das políticas públicas, a transparência das decisões e, conseqüentemente, a *accountability*. Com a Emenda Constitucional nº 23/1983, houve incremento na receita do Fundo de Participação dos Municípios (FPM) disponível aos municípios brasileiros. A descentralização foi acelerada com a Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 1988), que tornou autônomos os municípios, redefinindo seu papel no federalismo brasileiro. Nesse contexto, Rezende (1999 apud VELOSO et al., 2011) destacou quatro importantes aspectos do processo de descentralização:

- o desequilíbrio entre a repartição de recursos e de atribuições;
- as assimetrias na repartição dos recursos entre municípios;
- o incentivo à criação de novos municípios; e
- a dissociação das tendências de concentração de demandas de recursos.

Em relação ao primeiro aspecto, observou-se que o processo de descentralização trazido pela Constituição Federal (BRASIL, 1988) não ocorreu de forma ordenada, causando maior descentralização de recursos do que de atribuições. Houve uma ampliação das atribuições dos municípios no provimento de serviços públicos e um aumento dos recursos provenientes do FPM, bem como uma descentralização do atendimento à saúde e da educação. O segundo aspecto refere-se à assimetria na distribuição de recursos entre os municípios. Segundo Rezende (1999 apud VELOSO et al., 2011), essas diferenças são causadas pelas seguintes características: concentração da base produtiva, que limita as possibilidades de geração de recursos próprios em volume suficiente para atender às demandas da população; e visão estereotipada das desigualdades regionais na qual são baseados os critérios de rateio das partilhas de receita e das transferências compensatórias, que não consideram as desigualdades intra-regionais. O terceiro aspecto aborda a facilidade de criação de novos municípios, com o advento da nova Constituição Federal (BRASIL, 1988), acentuando as desigualdades existentes, pois havia tendência dos estados de permitirem maior desmembramento municipal, pois aqueles aumentavam a respectiva participação no montante do FPM. O quarto aspecto diz respeito à dissociação entre a concentração espacial dos recursos e a concentração da demanda por esses recursos. Segundo Veloso et al. (2011), a descentralização tende a favorecer os municípios menores, enquanto a dinâmica sócioeconômica concentra os problemas no sentido oposto.

Com isso, observa-se que a partir da promulgação da Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 1988), houve um aumento do papel dos municípios brasileiros no provimento de serviços públicos, principalmente nas áreas de saúde e educação. Ao mesmo tempo, houve incremento na receita de FPM desses entes, para compensar os gastos com as novas demandas. No entanto, esse processo aumentou substancialmente a proporção das transferências na receita corrente municipal, reduzindo o esforço fiscal na arrecadação de receitas tributárias de competência dos municípios. O Governo Federal, no intuito de alavancar a administração tributária municipal, lançou em 1997 o Programa de Modernização da Administração Tributária e da Gestão dos Setores Sociais Básicos (PMAT), através do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), que proporcionou linhas de financiamento destinadas à aquisição de equipamentos, capacitação de recursos humanos e serviços técnicos especializados, dentre outros.

2.2 Sistema tributário municipal

2.2.1 Tributos de competência dos municípios

Receita pública, como conceituado por Harada (2016), corresponde aos ingressos de dinheiro aos cofres do Estado para atendimento de suas finalidades, mediante aplicação desses recursos pelo regime da despesa pública, isto é, aplicação dos recursos financeiros ingressos em conformidade com as dotações fixadas na Lei Orçamentária Anual (LOA). Seguindo essa mesma linha, Pascoal (2015) afirma que, para fazer face às suas obrigações, o Estado necessita de recursos que podem ser obtidos da sociedade através da arrecadação de tributos, por exemplo, ou por meio do endividamento público. Esses recursos colocados à disposição do poder público são as receitas públicas. Por meio delas, os entes governamentais atendem às demandas da sociedade no que se refere à oferta de serviços públicos.

Existem diversos critérios de classificação das receitas públicas. Quanto à origem, a receita pode ser classificada em originária e derivada. Segundo Harada (2016), a receita originária surge a partir da exploração, pelo Estado, de determinada atividade econômica, sob o regime de direito privado, dividindo-se em receita patrimonial e receita industrial. A receita patrimonial origina-se da exploração do patrimônio mobiliário e imobiliário do Estado. A receita industrial é gerada pelo Estado no exercício da atividade empresarial. O autor define, ainda, receita derivada como aquela decorrente do uso da autoridade do Estado para retirar parcela da riqueza da sociedade para consecução de seus fins, visando ao bem estar geral. Essa receita é representada pelo tributo, que constitui a principal fonte de receita pública.

O Código Tributário Nacional (BRASIL, 1966), em seu art. 3º, define tributo como toda prestação pecuniária compulsória, em moeda ou cujo valor nela se possa exprimir, que não constitua sanção de ato ilícito, instituída em lei e cobrada mediante atividade

administrativa plenamente vinculada. A norma define três espécies de tributos: impostos, taxas e contribuição de melhoria. Harada (2016) considera, ainda, como espécies tributárias, o empréstimo compulsório, as contribuições sociais do art. 149 da Constituição Federal (BRASIL, 1988), bem como as contribuições sociais do art. 195 da Carta Magna. Para o autor, os impostos representam uma retirada de parcela da riqueza do particular, respeitada a capacidade contributiva deste. Tratam-se de exações desvinculadas de qualquer atuação estatal, decretadas exclusivamente em função do *jus imperii* do Estado. O fato gerador é sempre uma situação que independe de qualquer atividade estatal específica, em relação ao contribuinte. Taxas são tributos vinculados ao exercício do poder de polícia pelo Estado ou à prestação de serviço público específico e divisível. A contribuição de melhoria é uma espécie tributária decorrente de atuação estatal da qual resulte em valorização do imóvel do contribuinte.

De acordo com o art. 156 da Constituição Federal (BRASIL, 1988), compete aos municípios instituir os seguintes impostos:

- Imposto sobre propriedade predial e territorial urbana (IPTU);
- Imposto sobre transmissão *inter vivos*, a qualquer título, por ato oneroso, de bens imóveis, por natureza ou acessão física, e de direitos reais sobre imóveis, exceto os de garantia, bem como cessão de direitos à sua aquisição (ITBI);
- Imposto sobre serviços de qualquer natureza, não compreendidos no art. 155, II, definidos em lei complementar (ISS).

O IPTU tem como fato gerador a propriedade de bem imóvel por natureza ou por acessão física, situado em zona urbana. São bens imóveis por natureza o solo com a sua superfície, os seus acessórios e adjacências naturais, compreendendo as árvores e frutos pendentes, o espaço aéreo e o subsolo. São bens imóveis por acessão física tudo que o homem incorporar permanentemente ao solo, como a semente lançada à terra, os edifícios e construções, de modo que não se possa retirar sem destruição, modificação, fratura ou dano (ALEXANDRE, 2011). Sua base de cálculo é o valor venal¹ do imóvel. Segundo o art. 34 do Código Tributário Nacional (BRASIL, 1966), o contribuinte do IPTU é o proprietário do imóvel, o titular do seu domínio útil, ou seu possuidor a qualquer título.

O ITBI é um imposto cujo fato gerador, de acordo com o art. 35 do Código Tributário Nacional (BRASIL, 1966), é a transmissão *inter vivos*, a qualquer título, por ato oneroso, de bens imóveis, por natureza ou acessão física, e de direitos reais sobre imóveis, exceto os de garantia, bem como cessão de direitos à sua aquisição. Sua base de cálculo é o valor venal dos bens ou direitos transmitidos. É contribuinte do ITBI qualquer das

¹ Valor estimado pelo poder público.

partes na operação tributada, como dispuser a lei. A regra tem sido que as leis municipais definam como contribuinte o adquirente do bem ou direito (ALEXANDRE, 2011).

O fato gerador do ISS está definido no art. 1º da Lei Complementar nº 116 de 2003 (BRASIL, 2003) e abrange todos os serviços relacionados na citada norma. O imposto não incide sobre serviços de transporte interestadual e intermunicipal e de comunicação. O ISS incide também sobre o serviço proveniente do exterior do país ou cuja prestação se tenha iniciado no exterior. Além disso, incide ainda sobre serviços prestados mediante a utilização de bens e serviços públicos explorados economicamente mediante autorização, permissão ou concessão; com o pagamento de tarifa, preço ou pedágio pelo usuário final do serviço. A base de cálculo do imposto é o preço do serviço, e seu contribuinte é o prestador do serviço.

O município pode instituir, também, taxas em razão do poder de polícia ou pela utilização, efetiva ou potencial, de serviços públicos específicos e divisíveis, prestados ao contribuinte ou postos à sua disposição. Segundo Alexandre (2011), as taxas de polícia têm por fato gerador o exercício regular do poder de polícia (atividade administrativa), cuja fundamentação é o princípio da supremacia do interesse público sobre o privado. As taxas de serviço relacionam-se à disponibilização de serviços públicos específicos e divisíveis. É específico quando o contribuinte sabe por qual serviço está pagando. É divisível quando há possibilidade de identificação, pelo Estado, dos usuários do serviço. Harada (2016) assevera que as taxas são tributos vinculados à atuação estatal. Basta que o serviço público esteja à disposição do contribuinte para o surgimento da obrigação tributária.

Outro tributo que pode ser instituído pelos municípios é a contribuição de melhoria. Segundo Harada (2016), a contribuição de melhoria é espécie tributária que tem por fato gerador a atuação estatal mediamente referida ao contribuinte. Entre a atividade estatal e a obrigação do sujeito passivo existe um elemento intermediário que é a valorização do imóvel. Sua cobrança pode ocorrer sempre que houver uma valorização imobiliária decorrente de obra pública, fundamentada no princípio da equidade. Não é razoável que todos paguem por uma obra que beneficia um certo número de pessoas. No entanto, é difícil delimitar com precisão a zona de influência da obra pública. Sua base de cálculo será exatamente o valor acrescido, ou seja, a diferença entre os valores inicial e final do imóvel beneficiado.

2.2.2 Repartição de receitas: a parcela destinada aos municípios

O sistema constitucional brasileiro vigente prevê mecanismo de participação de um ente no produto da arrecadação de impostos de outros entes. Segundo Harada (2016), esse procedimento visa assegurar recursos financeiros suficientes e adequados aos estados e municípios para consecução de suas atribuições constitucionais. Esse mecanismo de repartição de receitas foi adotado pela Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 1988),

tendo em vista a acentuada divergência sócioeconômica dos entes federativos no Brasil, o que impede que sejam dotados de autonomia financeira sustentada por meio de tributos próprios. Esta característica prejudica a independência político-administrativa dos entes, principalmente dos municípios de pequeno porte.

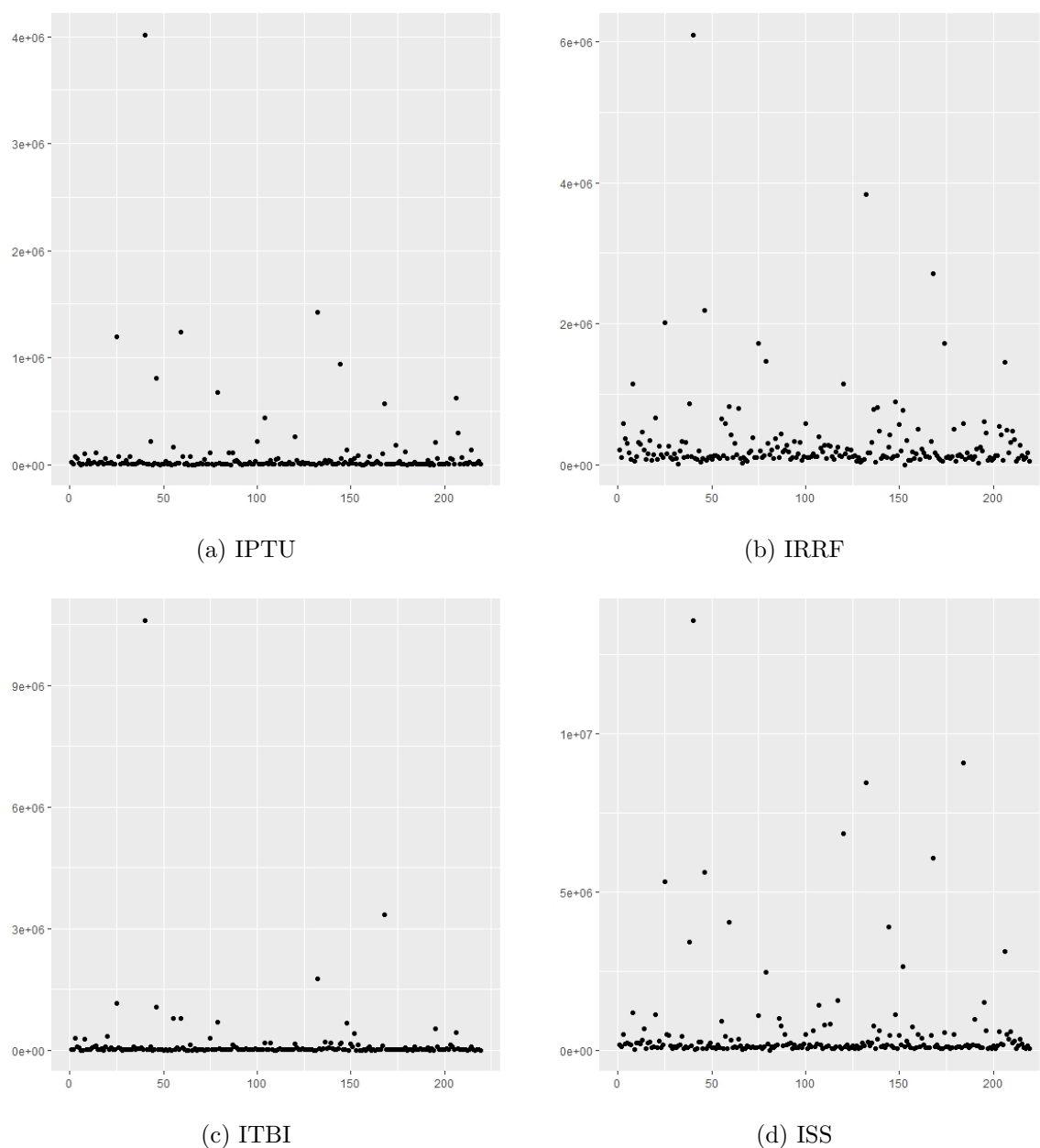
A repartição de receitas tributárias ocorre basicamente de duas formas: a direta e a indireta. Os casos de repartição direta ocorrem quando o beneficiado recebe diretamente, sem qualquer intermediário e sem que esta receita componha algum fundo constitucional. Quando os recursos são destinados a fundos de participação, ocorre a repartição indireta (ALEXANDRE, 2011). Os municípios, objeto da presente pesquisa, são entes que apenas recebem parcelas de receitas tributárias da União e dos respectivos estados. Os governos locais não realizam transferências constitucionais, ou seja, a repartição ocorre sempre de entes superiores para os inferiores. Na Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 1988), a repartição de receitas tributárias encontra-se prevista no Título VI, Capítulo I, Seção VI, definindo as seguintes parcelas para os Municípios:

- setenta por cento do imposto sobre operações de crédito, câmbio e seguro, ou relativas a títulos ou valores mobiliários (IOF) nas operações com ouro quando definido como ativo financeiro ou instrumento cambial (art. 153, § 5º);
- o produto da arrecadação do imposto da União sobre renda e proventos de qualquer natureza, incidente na fonte, sobre rendimentos pagos, a qualquer título, por eles, suas autarquias e pelas fundações que instituírem e mantiverem - IRRF (art. 158, I);
- cinquenta por cento do produto da arrecadação do imposto da União sobre a propriedade territorial rural (ITR), relativamente aos imóveis neles situados, cabendo a totalidade se fiscalizado e cobrado pelos municípios que assim optarem (art. 153, § 4º, III e art. 158, II);
- cinquenta por cento do produto da arrecadação do imposto do estado sobre a propriedade de veículos automotores (IPVA) licenciados em seus territórios (art. 158, III);
- vinte e cinco por cento do produto da arrecadação do imposto do estado sobre operações relativas à circulação de mercadorias e sobre prestações de serviços de transporte interestadual e intermunicipal e de comunicação (ICMS), sendo três quartos, no mínimo, na proporção do valor adicionado nas operações realizadas em seus territórios, e até um quarto de acordo com o que dispuser lei estadual (art. 158, IV e Parágrafo único);
- vinte e dois inteiros e cinco décimos por cento do produto da arrecadação dos impostos sobre renda e proventos de qualquer natureza (IR) e sobre produtos industrializados (IPI) ao Fundo de Participação dos Municípios - FPM (art. 159, I, b);

- três por cento do produto da arrecadação dos impostos sobre renda e proventos de qualquer natureza (IR) e sobre produtos industrializados (IPI) para aplicação em programas de financiamento ao setor produtivo das regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste, através de instituições financeiras de caráter regional, de acordo com os planos regionais de desenvolvimento, ficando assegurada ao semi-árido do Nordeste a metade dos recursos destinados à região, na forma que a lei estabelecer (art. 159, I, c);
- um por cento do produto da arrecadação dos impostos sobre renda e proventos de qualquer natureza (IR) e sobre produtos industrializados (IPI) ao Fundo de Participação dos Municípios (FPM), que será entregue no primeiro decêndio do mês de dezembro de cada ano (art. 159, I, d);
- um por cento do produto da arrecadação dos impostos sobre renda e proventos de qualquer natureza (IR) e sobre produtos industrializados (IPI) ao Fundo de Participação dos Municípios (FPM), que será entregue no primeiro decêndio do mês de julho de cada ano (art. 159, I, e);
- vinte e cinco por cento da parcela do produto da arrecadação da contribuição de intervenção no domínio econômico (CIDE) repassada pela União aos estados (art. 159, § 4º);
- vinte e cinco por cento da parcela do produto da arrecadação do imposto sobre produtos industrializados (IPI) sobre exportações repassada pela União aos estados (art. 159, § 3º).

2.2.3 Diagnóstico da administração tributária dos municípios selecionados

Localizado na região Nordeste do Brasil, o Estado da Paraíba possui, atualmente, 223 municípios. Sua população foi estimada pelo IBGE, para o ano de 2016, em aproximadamente quatro milhões de habitantes, com densidade demográfica de cerca de setenta e um habitantes por quilômetro quadrado. Seu território se divide em quatro mesorregiões: Litoral, Agreste, Borborema e Sertão. Segundo Alves (2016), em pesquisa para o Instituto de Desenvolvimento Estadual e Municipal (IDEME), entidade subordinada ao Governo do Estado da Paraíba, o Produto Interno Bruto de 2013 da Paraíba alcançou o montante de R\$ 46.325.355.000,00. Desse total, cerca de 57% foi acumulado pelos cinco maiores municípios do estado: João Pessoa (32,0%), Campina Grande (14,1%), Cabedelo (4,5%), Santa Rita (4,1%) e Patos (2,5%). Os municípios que apresentaram menor PIB foram: Quixabá, Parari, São José do Brejo do Cruz, Zabelê e Coxixola. De acordo com o instituto, a principal atividade econômica do estado é o setor de serviços, com cerca de 77,6% do PIB, seguido pelo setor industrial, com cerca de 17,9%. O setor agropecuário respondeu por 4,5% do PIB.

Figura 1 – Arrecadação de impostos em 2015 *versus* índices de observações

A presente pesquisa utilizou informações sobre a administração tributária de 210 municípios do Estado da Paraíba, referentes ao exercício financeiro de 2015. Os dados foram extraídos do sistema SAGRES (Sistema de Acompanhamento da Gestão dos Recursos da Sociedade), do Tribunal de Contas do Estado da Paraíba. A Figura 1 reflete a arrecadação de impostos municipais no Estado da Paraíba em 2015. Observa-se que a arrecadação dos municípios se concentra em torno do IRRF e do ISS. Os municípios analisados arrecadaram, em 2015, um montante de R\$ 250.003.392,64 em impostos, taxas e contribuição de melhoria. O imposto de maior arrecadação foi o ISS, com cerca de 48,27% desse total. Em seguida temos o IRRF, com aproximadamente 26,90%. O IR é um imposto de competência da União, mas o IRRF é considerado, no presente estudo, um imposto do município, para efeito

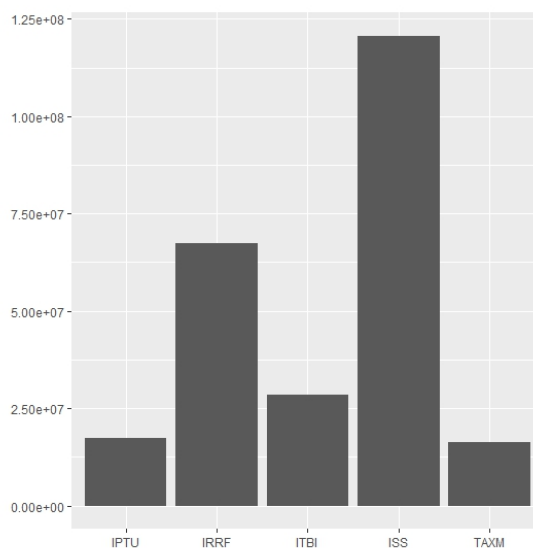


Figura 2 – Total arrecadado em impostos, taxas e contribuição de melhoria pelos municípios em 2015

de análise da receita tributária municipal. O ITBI apresentou um percentual de 11,40%, enquanto o IPTU representou apenas 6,90% do total. Os tributos menos representativos foram as taxas e contribuição de melhoria, com cerca de 6,52%. A Figura 2 reflete as proporções dos tributos arrecadados pelos municípios analisados em relação ao total.

Segundo Harada (2016), a administração tributária é a atividade do poder público voltada para a fiscalização e arrecadação tributária. É um procedimento que objetiva verificar o cumprimento das obrigações tributárias, praticando, quando for o caso, os atos tendentes a deflagrar a cobrança coativa e expedir as certidões comprobatórias da situação fiscal do sujeito passivo. O funcionamento eficiente da administração tributária é essencial para a consecução das atividades do poder público, no que se refere à prestação de serviços públicos e ao atendimento das demandas da população. A Constituição Federal (BRASIL, 1988), em seu art. 37, inciso XXII, ressalta a importância da administração tributária dos entes federativos, garantindo recursos prioritários para realização de seu trabalho, que deve ser exercido por servidores de carreiras específicas. Vejamos:

XXII - as administrações tributárias da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, atividades essenciais ao funcionamento do Estado, exercidas por servidores de carreiras específicas, terão recursos prioritários para a realização de suas atividades e atuarão de forma integrada, inclusive com o compartilhamento de cadastros e de informações fiscais, na forma da lei ou convênio. (Incluído pela Emenda Constitucional nº 42, de 19.12.2003)

Por outro lado, a obtenção de informações a respeito da administração tributária de municípios ainda é difícil. São poucos os estados da federação que disponibilizam

dados dessa natureza. O estudo da eficiência técnica requer informações que reflitam o funcionamento do setor sob análise, e sua produção. Diante dessa dificuldade, Sousa, Araújo e Tannuri-Pianto (2012), em um trabalho de mensuração da eficiência tributária de municípios brasileiros, optaram por utilizar como insumos o total de funcionários ativos da administração direta e indireta do município e a despesa total empenhada na função administração. No presente trabalho, essa dificuldade foi reduzida, tendo em vista as informações e recursos disponibilizados pelo sistema SAGRES, do Tribunal de Contas do Estado da Paraíba. Foram utilizados como insumos o número de servidores das secretarias de administração e finanças e a despesa total dessas secretarias, empenhadas na função administração. Houve, portanto, maior proximidade com a realidade da administração tributária municipal. A Figura 3 apresenta gráficos desses insumos para os municípios do Estado da Paraíba, exercício financeiro de 2015.

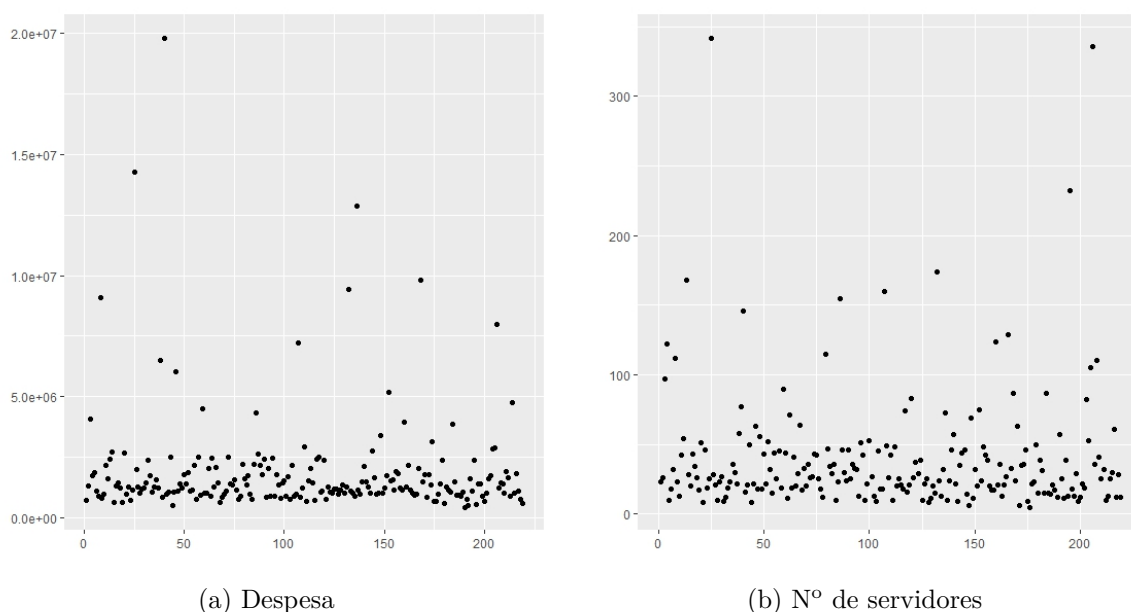


Figura 3 – Despesa e nº de servidores das secretarias de administração e finanças de 2015 *versus* índices de observações

Percebe-se, portanto, que a maioria dos municípios selecionados possui comportamento homogêneo em relação aos impostos, apresentando níveis baixos de arrecadação, principalmente em relação ao IPTU, cujo desempenho geral foi inferior à arrecadação de ITBI. Em compensação, a arrecadação de ISS atingiu cerca de 48% do total, evidenciando a importância econômica do setor de serviços dos municípios. Quanto aos recursos financeiros e humanos que integram a administração tributária dos entes analisados, pode-se notar que os custos são bastante diversificados. Essas diferenças dificultam uma avaliação precisa do desempenho de cada município. Além disso, é difícil estimar uma fronteira que defina o nível ideal de arrecadação para cada municipalidade. Com isso, recorre-se ao uso de técnicas matemáticas e estatísticas de mensuração da eficiência técnica, que podem ser uma solução viável para o problema. Nelas, a fronteira de produção pode ser estimada a

partir dos dados disponíveis, resultando em escores de eficiência relativa que avaliam o desempenho de cada município em relação aos outros. Os resultados podem ser utilizados pelos municípios para aperfeiçoamento da administração tributária. Podem ser utilizados, ainda, pelos órgãos de controle, como o Tribunal de Contas do Estado da Paraíba, com o objetivo de subsidiar suas auditorias ou procedimentos de fiscalização.

2.3 Mensuração da eficiência

2.3.1 Conceitos fundamentais

Um conceito amplo de eficiência, sob a ótica da teoria econômica, está relacionado à obtenção do maior benefício possível com uma quantidade mínima de recursos. Na Economia do Setor Público, eficiência refere-se ao nível agregado de atividade econômica, enquanto equidade refere-se à distribuição dos benefícios econômicos (HINDRIKS; MYLES, 2013). O setor público, na definição de sua política, enfrenta sempre um *trade-off* entre eficiência e equidade. Um papel natural do setor público seria, portanto, a coordenação entre arrecadação de tributos e provisão de serviços públicos, visando à garantia do funcionamento eficiente da atividade econômica.

Segundo Hindriks e Myles (2013), um dos objetivos da descentralização político-administrativa é garantir a eficiência na arrecadação de tributos e na provisão de bens ou serviços públicos pelos diversos níveis de governo. Eficiência, nesse contexto, está relacionado com o conceito de eficiência técnica definido na teoria da produção. Na ótica do produto, eficiência técnica é a diferença entre a quantidade de produto efetivamente produzido com determinada quantidade de insumos e a quantidade de produto que poderia ser produzido com a tecnologia disponível, ou seja, o produto potencial estabelecido pela fronteira de possibilidades de produção. Na ótica do insumo, seria a diferença entre a quantidade de insumos efetivamente utilizada na produção de certa quantidade de produto e a quantidade mínima de insumos suficiente para produzir a mesma quantidade.

2.3.2 Técnicas de mensuração da eficiência no setor público

No setor público é difícil estimar um nível de eficiência ideal para os entes, sejam países, estados, municípios ou setores da administração pública. Na prática, utilizam-se técnicas matemáticas e estatísticas que estimam fronteiras de eficiência com base nos dados disponíveis, resultando em índices de eficiência relativa. As técnicas de mensuração de eficiência dividem-se em paramétricas, não-paramétricas e semi-paramétricas. A principal técnica paramétrica é a Fronteira Estocástica. A Fronteira Estocástica (SFA - *Stochastic Frontier Analysis*) utiliza técnicas estatísticas de regressão para estimar os índices de eficiência. Exige que seja estabelecida forma funcional que descreva a fronteira de eficiência. A grande vantagem é que torna robusta qualquer inferência decorrente da análise.

A principal técnica não-paramétrica é a Análise Envoltória de Dados. A Análise Envoltória de Dados (DEA - *Data Envelopment Analysis*) utiliza técnicas matemáticas de programação linear (problema de otimização com restrições). Utilizam-se os dados disponíveis para determinação de uma fronteira de eficiência relativa. A desvantagem deste método é que os índices de eficiência nesse modelo podem ser influenciados por *outliers*, exigindo, muitas vezes, técnicas de detecção e remoção de anomalias nos dados, principalmente com grandes bases de dados.

Nas técnicas semi-paramétricas, utiliza-se um misto de técnicas não-paramétricas e paramétricas, em dois ou três estágios. A presente pesquisa utiliza uma abordagem semi-paramétrica em dois estágios. No primeiro estágio, os escores de eficiência serão calculados com uma técnica não-paramétrica, MDEA (*Multiple Data Envelopment Analysis*). No segundo estágio, os escores de eficiência serão utilizados como variável dependente em regressões MQO e beta para levantamento da influência de variáveis exógenas ou ambientais sobre os índices de eficiência calculados no 1º estágio.

2.4 Estudos anteriores relacionados a eficiência tributária

2.4.1 Abordagem paramétrica

Os estudos iniciais sobre análise de eficiência tributária de entidades governamentais brasileiras concentraram seu foco nos métodos paramétricos de mensuração de eficiência, como análise de regressão e fronteira estocástica. Dentre eles, destaca-se o trabalho de Reis e Blanco (1996). A pesquisa analisa a evolução da receita tributária brasileira no período de 1970 a 1990, com foco na distribuição horizontal da arrecadação segundo esferas de competência, que se distingue da repartição vertical dos recursos tributários entre os diferentes níveis de governo. Ressalta que a reforma constitucional de 1988 foi duramente criticada por ter ampliado a participação dos estados e municípios nos recursos tributários, sem contrapartida relacionada à responsabilidade nos gastos públicos, o que agravaria o desequilíbrio fiscal do país. Os autores introduzem, ainda, os conceitos de capacidade tributária potencial e eficácia tributária, discutindo sua operacionalização por meio de um modelo econométrico análogo a uma função de produção, baseado em dados em painel, para estimar a capacidade tributária potencial das unidades da federação, estimando os resultados por máxima verossimilhança.

Posteriormente, Blanco (1998) analisou a existência de disparidades socioeconômicas inter-regionais como causa da insuficiência financeira da maioria das unidades inferiores de governo, em detrimento do resultado da excessiva centralização de instrumentos e recursos tributários. O autor utilizou dados em painel para as unidades da federação no período de 1970 a 1990, estimando a capacidade de obtenção de recursos tributários e o esforço fiscal de arrecadação da União, dos estados e dos municípios nas unidades analisadas.

Avaliou, ainda, a influência das características socioeconômicas sobre as disparidades de capacidade fiscal. Os resultados indicaram que a elevação da participação nas transferências intergovernamentais como mecanismo de correção dessas disparidades provocou a expansão das despesas públicas e a redução no esforço fiscal de arrecadação das unidades receptoras de transferências. Nessa pesquisa foi utilizado o método de fronteira estocástica para estimar a capacidade tributária de unidades federativas nacionais.

Estudos nessa linha foram realizados também por Ribeiro (1998). O autor analisa o efeito substituição que as transferências intergovernamentais exercem sobre a base tributária própria dos estados e apresenta evidências deste efeito. Foi utilizado um modelo de capacidade tributária para o ICMS dos estados e verificado o impacto das mudanças da Constituição de 1988 (BRASIL, 1988) para a ineficácia tributária destes entes. Os resultados indicaram que as transferências reduzem o esforço fiscal. No entanto, não houve indícios de que essa situação tenha se agravado notavelmente após o advento da Constituição Federal vigente. Nessa pesquisa foi utilizado modelo de fronteira estocástica.

Vasconcelos, Piancastelli e Miranda (2006) avaliaram o esforço fiscal empregado pelas administrações estaduais brasileiras no período de 1985 a 1999. Os autores levaram em conta fatores peculiares de cada estado, como proporções setoriais do produto estatal, renda *per capita* estadual e produto estadual total. Consideraram, ainda, o efeito de variáveis importantes, como a estrutura tributária existente e a facilidade de comunicação de cada estado. O modelo foi estimado com o uso de dados em painel com efeito fixo. Foram utilizados os métodos de mínimos quadrados ordinários (MQO) em primeiro estágio e mínimos quadrados generalizados (MQG) em segundo estágio, após o uso da transformação de Cochrane-Orcut modificada. Os resultados indicaram uma evolução no esforço fiscal no período.

Pioneiros no estudo do esforço fiscal dos municípios brasileiros, Orair e Alencar (2010) estimaram um índice de esforço fiscal obtido pela comparação entre a arrecadação tributária efetiva dos municípios e a estimada por meio de parâmetros de uma regressão MQO *cross section*, controlada por fatores econômicos, institucionais e de localização, que explicariam a receita própria dos municípios. Foram utilizados dados dos municípios brasileiros do período de 2000 a 2009. Os resultados indicaram que 41% apresentaram, em 2007, um grau de esforço fiscal abaixo da média. Além disso, os testes de significância estatística confirmaram a hipótese de que as transferências têm uma influência negativa sobre a arrecadação própria. Por fim, a análise da evolução das receitas municipais no período em estudo mostrou que houve incremento importante na arrecadação de ISS dos municípios e queda relativa na arrecadação de IPTU.

2.4.2 Abordagem não-paramétrica

Uma abordagem não-paramétrica foi utilizada por Campello (2003), aplicando DEA para avaliar a eficiência na gestão dos municípios do Estado de São Paulo. O autor, em sua tese de doutorado, analisa as mudanças causadas pela Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 1988) em relação ao perfil tributário dos entes federativos e das alterações na agenda governamental, entendida como conjunto de obrigações a que o Estado está submetido. Traça, ainda, um panorama das influências externas e internas sobre a economia, que levaram os municípios a assumirem responsabilidades que não estavam claramente definidas na agenda, ocasionando o que a literatura denomina de hiato de recursos. Sua pesquisa analisou a existência e dimensionamento desse hiato, na perspectiva da gestão municipal, buscando uma aproximação dos conceitos de eficiência de exploração, que se refere à capacidade de explorar as bases tributárias; e de eficiência de transformação, que se refere à capacidade de um município conseguir transformar os recursos de que dispõe em qualidade de vida. Os resultados mostraram que os municípios possuem baixa eficiência na exploração das bases tributárias e altos valores de eficiência na transformação. O autor conclui, ainda, que a ampliação da qualidade de vida nos municípios passa pela alteração do sistema de transferências, em função dos baixos valores de receitas próprias que os municípios podem atingir.

Gasparini e Melo (2004) utilizaram métodos não-paramétricos para avaliar o processo de repartição de recursos públicos operado pelo Fundo de Participação dos Municípios (FPM), de forma a verificar em que medida tem atendido ao art. 161, inciso II da Constituição Federal (BRASIL, 1988), que dispõe sobre os critérios de rateio de impostos arrecadados pela União. Os autores discutem a questão das transferências fiscais de forma mais ampla, abordando as modalidades de transferências e o histórico do sistema de transferências brasileiro, destacando a evolução do FPM. Foi empregado DEA para avaliação do atual modelo de repasse do FPM, partindo do pressuposto de que os níveis ótimos de transferências deveriam corresponder à diferença entre os custos mínimos para a prestação de serviços públicos equitativos e o potencial de receitas locais. Foi avaliada, também, a eficiência da arrecadação tributária dos municípios brasileiros, no intuito de verificar se as transferências corresponderam à diferença entre os custos equitativos ótimos e a capacidade de arrecadação local. O estudo foi aplicado a dois estados brasileiros de realidades distintas, Pernambuco e Rio Grande do Sul, com dados do ano de 2000. Foram avaliados os índices de eficiência na prestação de serviços públicos locais, o desperdício de recursos municipais, os índices de eficiência na arrecadação de impostos, as receitas tributárias negligenciadas pela gestão municipal, o *déficit* de serviços públicos municipais e os valores a serem transferidos a cada município pelo modelo proposto e pela forma atual de repasse. Os resultados destacam a forte necessidade de complementação de verbas pelos municípios para prestarem os serviços demandados localmente e a necessidade de revisão

dos critérios de rateio das verbas oriundas do FPM.

2.4.3 Abordagem semi-paramétrica

Métodos semi-paramétricos em dois estágios foram aplicados por Sousa, Araújo e Tannuri-Pianto (2012) na mensuração da eficiência tributária de uma amostra de municípios brasileiros. No primeiro estágio, foram calculados os escores de eficiência com uso de DEA para estimar uma fronteira de produção. Foram considerados como insumos as despesas administrativas e o número de funcionários, e como produtos as receitas arrecadadas e os cadastros tributários. Foi aplicada uma técnica de detecção e remoção de *outliers* chamada *Jackstrap*. No segundo estágio, foi utilizada regressão quantílica para estudo dos determinantes dos índices calculados no primeiro estágio, considerando variáveis indicativas de escala, base tributária, estrutura administrativa, composição do PIB, variáveis fiscais, dentre outras. Os resultados indicaram a existência de um padrão regional de eficiência tributária que, quando comparado aos municípios do Sudeste, favorecem os municípios do Centro-Oeste e Sul, em detrimento daqueles das regiões Norte e Nordeste. Sugerem, ainda, um papel determinante da base tributária sobre a eficiência dos municípios, principalmente quando relacionada ao setor industrial. A participação do setor de serviços não apresentou resultado significativo. A análise dos quantis revelou que a informatização do cadastro imobiliário só foi relevante para os municípios relativamente menos eficientes, ou seja, até o primeiro quartil da distribuição dos índices de eficiência. Os resultados sugeriram, também, que uma diversificação tributária pode se configurar como estratégia eficaz para incrementar a eficiência tributária municipal. Importante destacar, também, que os resultados indicaram influência negativa das transferências na arrecadação de tributos e na alocação eficiente de recursos.

O uso do modelo semi-paramétrico em dois estágios via regressão beta para avaliação de eficiência é uma abordagem recente. Cribari-Neto e Pereira (2013) utilizaram um modelo baseado em regressão beta com efeitos espaciais na avaliação da eficiência das administrações municipais no Estado de São Paulo. Nesse trabalho, o modelo de regressão beta mostrou-se mais adequado para explicar os escores de eficiência média dos municípios. Foram utilizados modelos de regressão beta e beta inflacionado, este último apresentando melhor qualidade no ajuste. Os resultados indicaram que municípios mais urbanizados e aqueles cujos prefeitos eram filiados ao Partido dos Trabalhadores tendem a apresentar maior grau de eficiência administrativa. Os autores destacaram, ainda, que o recebimento de *royalties* exerce um efeito médio negativo sobre as eficiências das demais municipalidades brasileiras, mas que esse efeito inexistente em São Paulo.

Pereira, Souza e Cribari-Neto (2014) utilizaram um modelo baseado em regressão beta para avaliar e comparar os desempenhos das regiões brasileiras no que se refere ao gerenciamento de recursos públicos. Foram utilizados escores de eficiência obtidos no

trabalho desenvolvido por Sousa, Cribari-Neto e Stosic (2005), que estimaram índices de eficiência por meio de DEA, aplicando o método de detecção e remoção de *outliers* chamado *Jackstrap*. No segundo estágio, os escores de eficiência foram utilizados como variável dependente em um modelo de regressão beta inflacionado, para análise dos determinantes da eficiência administrativa dos municípios localizados nas regiões estudadas. Os resultados indicaram que, com exceção da região Norte, municípios com maiores taxas de urbanização tendem a ser mais eficientes. Em contrapartida, ao contrário do esperado, os municípios das regiões Sudeste e Nordeste que recebem mais de 10% da sua receita a título de *royalties*, bem como os municípios das regiões Sudeste, Nordeste e Centro-Oeste que participam de consórcios intermunicipais, tendem a ser menos eficientes. Os resultados sugeriram, ainda, que o maior percentual de municípios plenamente eficientes encontrava-se na região Sudeste.

3 Metodologia

3.1 Estratégia empírica: o modelo MDEA-beta

O modelo empírico selecionado para a presente pesquisa utiliza abordagem semi-paramétrica em dois estágios para mensuração da eficiência tributária de municípios do Estado da Paraíba e levantamento da influência de variáveis sócioeconômicas, fiscais, operacionais, geográficas e de escala sobre os escores de eficiência obtidos. No primeiro estágio, os escores de eficiência tributária serão calculados por meio de MDEA-CCR. No segundo estágio, os escores obtidos serão utilizados como variável resposta em modelos de regressão beta e, secundariamente, em um modelo de regressão MQO.

De acordo com Sousa (2011), muitos autores consideram que os insumos e produtos do primeiro estágio são correlacionados com as variáveis ambientais utilizadas no segundo estágio. Essa corrente, chamada de convencionalista, assevera que a interdependência entre os escores DEA violaria a suposição de que as variáveis dependentes não são correlacionadas, exigida pela análise de regressão. Uma solução encontrada foi o uso de técnicas de *bootstrap* para corrigir os estimadores e melhorar a inferência, como o método proposto por Simar e Wilson (2007).

Por outro lado, autores ligados a uma corrente com abordagem instrumentalista, como McDonald (2009), consideram que os escores de eficiência DEA devem ser vistos como medidas descritivas do desempenho relativo das DMU (*Decision Making Units*). Nessa interpretação, a fronteira de eficiência corresponde ao resultado das melhores práticas observadas. A visão convencionalista considera esses escores como estimadores da eficiência verdadeira das DMU (SOUSA, 2011). O uso da abordagem instrumentalista permitiria, portanto, solucionar o viés convencionalista, pois os escores de eficiência gerados pelo método DEA não seriam exemplos de dados censurados ou *corner data*, e sim de dados fracionários ou proporcionais (MCDONALD, 2009 apud SOUSA, 2011). Com isso, seriam tratados como qualquer outra variável dependente. No presente trabalho, foi aplicada a abordagem instrumentalista. Nas seções seguintes, serão detalhadas as técnicas empregadas no modelo MDEA-beta.

3.1.1 MDEA (*Multiple Data Envelopment Analysis*)

Segundo Sousa e Ramos (1999), nas abordagens não-paramétricas de mensuração da eficiência técnica, doravante denominada apenas de eficiência, o conjunto de produção deve satisfazer algumas propriedades, como livre disponibilidade (*free disposal*), convexidade ou proporcionalidade. A convexidade implica rendimentos de escala não crescentes ou

rendimentos variáveis. A proporcionalidade implica em rendimentos constantes de escala. A eficiência pode, então, ser mensurada a partir das observações que se encontram na fronteira do conjunto de produção, através da resolução de um sistema de equações lineares referente a cada observação. Esse método de determinação dos pontos eficientes é conhecido como DEA.

O modelo DEA básico foi proposto inicialmente por Charnes, Cooper e Rhodes (1978), inspirados no trabalho de Farrell (1957), ficando conhecido por DEA-CCR. Segundo Cooper, Seiford e Tone (2007), o modelo parte do princípio de que a eficiência relativa de cada DMU¹ (*Decision Making Unit*) é determinada a partir da relação entre o produto virtual (*virtual output*) e insumo virtual (*virtual input*). Para cada DMU, formam-se o insumo virtual e o produto virtual, pelos pesos v_i e u_r :

- Insumo virtual = $v_1x_{10} + \dots + v_mx_{m0}$
- Produto virtual = $u_1y_{10} + \dots + u_sy_{s0}$.

Usando técnicas de programação linear, os pesos são determinados através da maximização da razão:

$$\frac{\text{Produto virtual}}{\text{Insumo virtual}}$$

Na prática, o que se busca é a solução do problema fractal apresentado a seguir. As restrições indicam que a razão entre o produto virtual e o insumo virtual não deve exceder a unidade para cada DMU. Os pesos u e v devem ser positivos. Além disso, devem maximizar a razão para cada DMU avaliada. Supondo m insumos e s produtos, temos, para n DMUs:

$$\max_{v,u} \theta = \frac{u_1y_{10} + u_2y_{20} + \dots + u_sy_{s0}}{v_1x_{10} + v_2x_{20} + \dots + v_mx_{m0}}, \text{ sujeito a} \quad (3.1)$$

$$\frac{u_1y_{1j} + u_2y_{2j} + \dots + u_sy_{sj}}{v_1x_{1j} + v_2x_{2j} + \dots + v_mx_{mj}} \leq 1, \text{ com } j = 1, 2, \dots, n \quad (3.2)$$

$$u_1, u_2, \dots, u_s \geq 0 \quad (3.3)$$

$$v_1, v_2, \dots, v_m \geq 0 \quad (3.4)$$

Como demonstrado por Cooper, Seiford e Tone (2007) o problema fractal pode ser transformado em um problema linear, resultando em:

¹ DMU é uma entidade responsável pela conversão de insumos em produtos, cuja performance pode ser avaliada. Na presente pesquisa as DMUs, ou unidades tomadoras de decisões, correspondem a municípios do Estado da Paraíba e seus sistemas de arrecadação tributária.

$$\max_{\mu, \nu} \theta = \mu_1 y_{10} + \mu_2 y_{20} + \dots + \mu_s y_{s0}, \text{ sujeito a} \quad (3.5)$$

$$\nu_1 x_{10} + \dots + \nu_m x_{m0} = 1 \quad (3.6)$$

$$\mu_1 y_{1j} + \dots + \mu_s y_{sj} \leq \nu_1 x_{1j} + \dots + \nu_m x_{mj}, \text{ com } j = 1, \dots, n \quad (3.7)$$

$$\nu_1, \nu_2, \dots, \nu_m \geq 0 \quad (3.8)$$

$$\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_s \geq 0 \quad (3.9)$$

A grande vantagem do problema linear é a facilidade de resolução quando comparado ao problema fractal. Esse aspecto deixou de ser relevante com o avanço dos recursos computacionais. No entanto, a maioria dos livros ainda aborda o tema priorizando o problema linear. Uma versão do modelo CCR busca minimizar insumos enquanto satisfizer ao menos determinado nível de produto. Este modelo é chamado de insumo-orientado. Há um outro tipo de modelo, chamado produto-orientado, que busca maximizar produtos sem requerer quaisquer níveis adicionais de insumos.

No problema dual, o modelo CCR leva em conta tanto o excesso de insumos, quanto o *déficit* de produtos. Arranjando o conjunto de dados nas matrizes $X = (x_j)$ e $Y = (y_j)$, podemos definir o conjunto de possibilidades de produção P por

$$P = \{(\mathbf{x}, \mathbf{y}) | \mathbf{x} \geq X\lambda, \mathbf{y} \leq Y\lambda, \lambda \geq \mathbf{0}\}, \quad (3.10)$$

onde $(\mathbf{x}_j, \mathbf{y}_j)$, com $(j = 1, \dots, n)$ são pares de vetores positivos de insumos e produtos, respectivamente, para n DMU's, e λ é um vetor semipositivo em \Re^n .

Reescrevendo os problemas fractal e linear descritos nas equações 3.1 a 3.9 em notação matriz-vetorial, temos:

$$\max_{\mathbf{v}, \mathbf{u}} \mathbf{u}\mathbf{y}_o, \text{ sujeito a} \quad (3.11)$$

$$\mathbf{v}\mathbf{x}_o = 1 \quad (3.12)$$

$$-\mathbf{v}X + \mathbf{u}Y \leq \mathbf{0} \quad (3.13)$$

$$\mathbf{v} \geq \mathbf{0}, \mathbf{u} \geq \mathbf{0}. \quad (3.14)$$

O problema dual é expresso com uma variável real θ e um vetor não negativo $\lambda = (\lambda_1, \dots, \lambda_n)^\top$ de variáveis, sendo conhecido também como forma envelopada:

$$\min_{\theta, \lambda} \theta, \text{ sujeito a} \quad (3.15)$$

$$\theta\mathbf{x}_o - X\lambda \geq \mathbf{0} \quad (3.16)$$

$$Y\lambda \geq \mathbf{y}_o \quad (3.17)$$

$$\lambda \geq \mathbf{0}. \quad (3.18)$$

O método MDEA é uma extensão do modelo DEA. Foi proposto por Stosic e Fittipaldi (2007) e seu resultado consiste em uma média das eficiências calculadas, para

cada DMU, considerando todas as possibilidades de escolha de subconjuntos das variáveis utilizadas como insumos e produtos. A grande vantagem é que o método elimina a escolha política das variáveis e aumenta o poder discriminatório do DEA. Durante o processo, identificam-se os maiores conjuntos de N entradas e M saídas consideradas relevantes para a pesquisa. Em seguida, escolhem-se, sucessivamente, todos os subconjuntos diferentes de $n \in (1, 2, \dots, N)$ entradas e $m \in (1, 2, \dots, M)$ saídas. O DEA é aplicado, então, a cada combinação de subconjuntos de entradas e de saídas para todas as DMU's. Como existem, $\sum_{i=1}^N \binom{N}{n} = 2^N - 1$ possíveis escolhas para as entradas e $2^M - 1$ possíveis escolhas para as saídas, teremos, para cada DMU, um total de $N_c = (2^N - 1)(2^M - 1)$ combinações possíveis de entradas e saídas. Ao fim, cada DMU terá N_c escores de eficiência, o que representa a forma mais justa de avaliação de cada DMU em relação às outras, abrangendo todos os possíveis contextos de entradas e saídas. Com os resultados obtidos, constroem-se as distribuições de frequência de cada DMU, obtendo-se a média para cada município.

Na presente pesquisa, os escores de eficiência MDEA foram calculados com o uso do *software* MDEA, desenvolvido por Stosic e Fittipaldi (2007). O programa permite que sejam utilizadas técnicas com retornos constantes ou variáveis de escala, método insumo-orientado ou produto-orientado. No presente trabalho foi utilizado MDEA-CCR, com orientação voltada aos insumos. O MDEA-CCR foi empregado por apresentar retornos constantes de escala, característica fundamental para discriminar os resultados da amostra selecionada, composta predominantemente por municípios de pequeno porte. O método insumo-orientado foi empregado porque o que se busca é a redução dos insumos, considerando que o nível de arrecadação tributária dos municípios depende substancialmente da dimensão sócioeconômica dos municípios e, conseqüentemente, da base tributária municipal.

3.1.2 O modelo de regressão beta

Segundo Cribari-Neto e Zeileis (2009), os modelos de regressão beta são comumente usados para trabalhar com variáveis dependentes que assumem valores no intervalo $(0, 1)$, como taxas e proporções, tendo em vista a flexibilidade em relação à forma de sua densidade. O modelo é baseado na função de densidade da distribuição beta, em termos de dois parâmetros que indexam sua distribuição. A função de densidade beta é expressa por:

$$f(y; p, q) = \frac{\Gamma(p+q)}{\Gamma(p)\Gamma(q)} y^{p-1} (1-y)^{q-1}, 0 < y < 1, \quad (3.19)$$

onde $p, q > 0$ e $\Gamma(\cdot)$ é a função gama, ou seja,

$$\Gamma(p) = \int_0^{\infty} y^{p-1} e^{-y} dy. \quad (3.20)$$

A média e a variância de y são, respectivamente,

$$E(y) = \frac{p}{p+q} \quad (3.21)$$

e

$$\text{var}(y) = \frac{pq}{(p+q)^2(p+q+1)}. \quad (3.22)$$

Ferrari e Cribari-Neto (2004) propuseram uma parametrização diferente, fazendo $\mu = \frac{p}{p+q}$ e $\phi = p+q$:

$$f(y; \mu, \phi) = \frac{\Gamma(\phi)}{\Gamma(\mu\phi)\Gamma((1-\mu)\phi)} y^{\mu\phi-1} (1-y)^{(1-\mu)\phi-1}, 0 < y < 1, \quad (3.23)$$

com $0 < \mu < 1$ e $\phi > 0$. Dizemos que y tem distribuição beta com média μ e precisão ϕ , escrevendo-se $y \sim \beta(\mu, \phi)$.

A Figura 4 apresenta densidades beta para diferentes combinações de μ e ϕ . O parâmetro ϕ é conhecido como parâmetro de precisão, para μ fixo. Quanto maior o ϕ , menor a variância de y . ϕ^{-1} é um parâmetro de dispersão.

A média e a variância de y , nesse caso, são, respectivamente,

$$E(y) = \mu \quad (3.24)$$

e

$$\text{Var}(y) = \frac{\mu(1-\mu)}{1+\phi}. \quad (3.25)$$

Considere y_1, y_2, \dots, y_n uma amostra aleatória, tal que $y_i \sim \beta(\mu_i, \phi)$, com $i = 1, 2, \dots, n$. O modelo de regressão beta é definido, portanto, como:

$$g(\mu_i) = x_i^T \beta = \eta_i \quad (3.26)$$

onde $\beta = (\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k)^T$ é um vetor $k \times 1$ parâmetros de regressão desconhecidos ($k < n$), $x_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ik})^T$ é o vetor de k variáveis independentes e η_i é um preditor linear ($\eta_i = \beta_1 x_{i1} + \dots + \beta_k x_{ik}$; normalmente $x_{i1} = 1$ para todo i , desde que o modelo tenha um intercepto). Importante salientar que $g(\cdot) : (0, 1) \mapsto \Re$ é uma função de ligação estritamente crescente e duas vezes diferenciável. Quando uma função de ligação é aplicada a μ , ambos os lados da equação de regressão assumem valores na reta real. Além disso, há uma flexibilidade adicional, pois o pesquisador pode escolher a função que melhor se ajusta ao modelo. As funções de ligação mais usadas são:

- *logit*, com $g(\mu) = \log[\mu/(1-\mu)]$;
- *probit*, com $g(\mu) = \Phi^{-1}(\mu)$, onde $\Phi(\cdot)$ é a função de distribuição normal padrão;
- *log-log*, com $g(\mu) = -\log[-\log(\mu)]$;
- *log-log complementar*, com $g(\mu) = \log[-\log(1-\mu)]$; e
- *Cauchy*, com $g(\mu) = \tan[\pi(\mu - 0,5)]$.

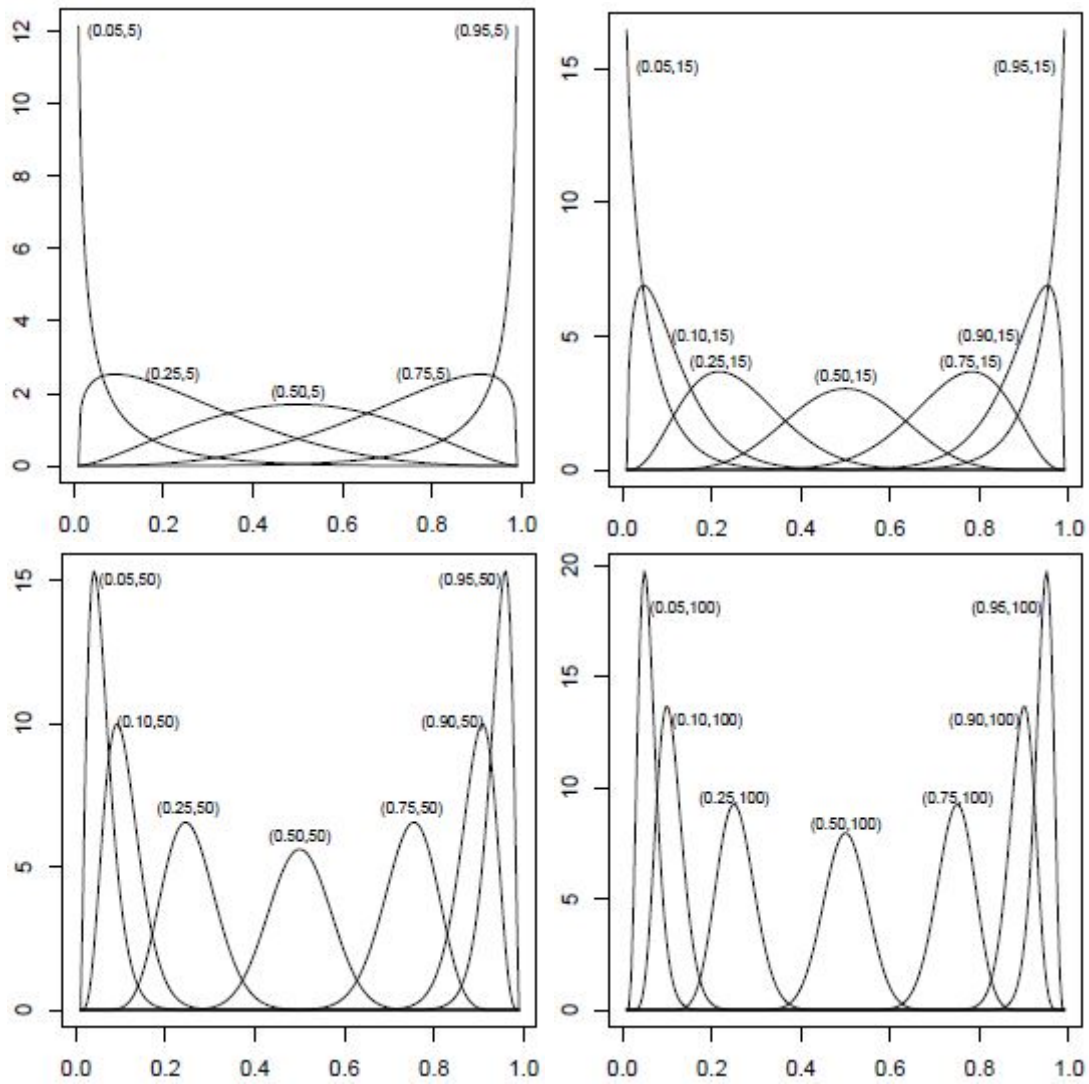


Figura 4 – Densidades beta para diferentes combinações de média e parâmetro de precisão (μ, ϕ)

Fonte – Extraído de Ferrari e Cribari-Neto (2004)

O modelo de regressão beta proposto por Ferrari e Cribari-Neto (2004) assume que o parâmetro de precisão é constante, ou seja, a dispersão é constante para todas as observações. Simas, Barreto-Souza e Rocha (2010) propuseram uma estrutura de regressão para o parâmetro de precisão, culminando no modelo de regressão beta com dispersão variável. Nesse modelo, o parâmetro de precisão é modelado de forma similar à média, ou seja, $y_i \sim \beta(\mu_i, \phi_i)$, com $i = 1, \dots, n$ e

$$g_1(\mu_i) = \eta_{1i} = x_i^T \beta \tag{3.27}$$

$$g_2(\phi_i) = \eta_{2i} = z_i^T \gamma \tag{3.28}$$

onde $\beta = (\beta_1, \dots, \beta_k)^T$ e $\gamma = (\gamma_1, \dots, \gamma_h)^T$, com $k + h < n$, são vetores de parâmetros de regressão desconhecidos; η_{1i} e η_{2i} são preditores lineares; e x_i e z_i são os vetores de regressão.

Em relação a ϕ , pode-se utilizar a função logarítmica, com $b(\phi) = \log(\phi)$, ou raiz quadrada, com $b(\phi) = \sqrt{\phi}$.

3.1.3 Estimação de parâmetros em regressão beta

Apresentamos, a seguir, o método de estimação de parâmetros para a regressão beta proposto por Ferrari e Cribari-Neto (2004). Partindo do modelo exposto na Seção 3.1.2, definimos a função de log-verossimilhança, baseada em um exemplo de n observações independentes, por:

$$\ell(\beta, \phi) = \sum_{t=1}^n \ell_t(\mu_t, \phi), \quad (3.29)$$

onde

$$\begin{aligned} \ell_t(\mu_t, \phi) = \log \Gamma(\phi) - \log \Gamma(\mu_t \phi) - \log \Gamma((1 - \mu_t)\phi) + (\mu_t \phi - 1) \log y_t \\ + \{(1 - \mu_t)\phi - 1\} \log(1 - y_t), \end{aligned} \quad (3.30)$$

com μ_t definido como na equação (3.26). Considere $y_t^* = \log \left\{ \frac{y_t}{(1-y_t)} \right\}$ e $\mu_t^* = \psi(\mu_t \phi) - \psi((1 - \mu_t)\phi)$. A função score, obtida pela diferenciação da função de log-verossimilhança em relação a parâmetros desconhecidos, é dada por $(U_\beta(\beta, \phi)^\top, U_\phi(\beta, \phi)^\top)^\top$, onde

$$U_\beta(\beta, \phi) = \phi X^\top T(y^* - \mu^*), \quad (3.31)$$

com X sendo uma matriz $n \times k$ cuja t -ésima coluna é x_t^\top , $T = \text{diag} \left\{ \frac{1}{g'(\mu_1)} \dots, \frac{1}{g'(\mu_n)} \right\}$, $y^* = (y_1^*, \dots, y_n^*)^\top$, $\mu^* = (\mu_1^*, \dots, \mu_n^*)^\top$ e

$$U_\phi(\beta, \phi) = \sum_{t=1}^n \{ \mu_t(y_t^* - \mu_t^*) + \log(1 - y_t) - \psi((1 - \mu_t)\phi) + \psi(\phi) \}. \quad (3.32)$$

O próximo passo seguido pelos autores é a obtenção de uma expressão para a matriz de informação de Fisher. A notação pode ser descrita como se segue. Considere $W = \text{diag} \{w_1, \dots, w_n\}$, com

$$w_t = \phi \{ \psi'(\mu_t \phi) + \psi'((1 - \mu_t)\phi) \} \frac{1}{\{g'(\mu_t)\}^2}, \quad (3.33)$$

$c = (c_1, \dots, c_n)^\top$, com $c_t = \phi \{ \psi'(\mu_t \phi) \mu_t - \psi'((1 - \mu_t)\phi)(1 - \mu_t) \}$, onde $\psi'(\cdot)$ é a função trigama. Considere, também, $D = \text{diag} \{d_1, \dots, d_n\}$, com $d_t = \psi'(\mu_t \phi) \mu_t^2 + \psi'((1 - \mu_t)\phi)(1 - \mu_t)^2 - \psi'(\phi)$. Ferrari e Cribari-Neto (2004) demonstram que a matriz de informação de Fisher é dada por

$$K = K(\beta, \phi) = \begin{pmatrix} K_{\beta\beta} & K_{\beta\phi} \\ K_{\phi\beta} & K_{\phi\phi} \end{pmatrix}, \quad (3.34)$$

onde $K_{\beta\beta} = \phi X^\top W X$, $K_{\beta\phi} = K_{\phi\beta}^\top = X^\top T c$ e $K_{\phi\phi} = \text{tr}(D)$. Note que os parâmetros β e ϕ não são ortogonais.

Sob as condições de regularidade usuais para estimação de máxima verossimilhança, para grandes amostras,

$$\begin{pmatrix} \hat{\beta} \\ \hat{\phi} \end{pmatrix} \sim \mathcal{N}_{k+1} \left(\begin{pmatrix} \beta \\ \phi \end{pmatrix}, K^{-1} \right),$$

aproximadamente, onde $\hat{\beta}$ e $\hat{\phi}$ são os estimadores de máxima verossimilhança de β e ϕ , respectivamente. É útil, portanto, obter uma expressão para K^{-1} , que pode ser usado para obter erros padrão assintóticos para estimadores de máxima verossimilhança. Usando expressão padrão para a inversa das matrizes particionadas, obtemos

$$K^{-1} = K^{-1}(\beta, \phi) = \begin{pmatrix} K^{\beta\beta} & K^{\beta\phi} \\ K^{\phi\beta} & K^{\phi\phi} \end{pmatrix}, \quad (3.35)$$

onde

$$K^{\beta\beta} = \frac{1}{\phi} (X^\top W X)^{-1} \left\{ I_k + \frac{X^\top T c c^\top T^\top X (X^\top W X)^{-1}}{\gamma \phi} \right\},$$

com $\gamma = \text{tr}(D) - \phi^{-1} c^\top T^\top X (X^\top W X)^{-1} X^\top T c$, $K^{\beta\phi} = (K^{\phi\beta})^\top = -\frac{1}{\gamma \phi} (X^\top W X)^{-1} X^\top T c$, e $K^{\phi\phi} = \gamma^{-1}$. I_k é a matriz identidade $k \times k$.

Os estimadores de máxima verossimilhança para β e ϕ são obtidos das equações $U_\beta(\beta, \phi) = 0$ e $U_\phi(\beta, \phi) = 0$, e não têm solução fechada. Logo, precisam ser obtidos através de maximização numérica da função de log-verossimilhança, usando um algoritmo de otimização não-linear, como Newton ou quasi-Newton. Os algoritmos de otimização requerem a especificação de valores iniciais para o esquema iterativo. A sugestão de Ferrari e Cribari-Neto (2004) é o uso, como ponto inicial estimado para β , do estimador de mínimos quadrados ordinários deste vetor de parâmetros, obtido de uma regressão linear das respostas transformadas $g(y_1), \dots, g(y_n)$ em X , isto é, $(X^\top X)^{-1} X^\top z$, onde $z = (g(y_1), \dots, g(y_n))^\top$. Precisamos, também, de um valor inicial para ϕ . Conforme a equação (3.25), $\text{var}(y_t) = \frac{\mu_t(1-\mu_t)}{1+\phi}$, o que implica que $\phi = \frac{\mu_t(1-\mu_t)}{\text{var}(y_t)} - 1$. Note que

$$\text{var}(g(y_t)) \approx \text{var} \{g(\mu_t) + (y_t - \mu_t)g'(\mu_t)\} = \text{var}(y_t) \{g'(\mu_t)\}^2,$$

ou seja, $\text{var}(y_t) \approx \text{var} \{g(y_t)\} \{g'(\mu_t)\}^{-2}$. Logo, o valor inicial sugerido por Ferrari e Cribari-Neto (2004) para ϕ é

$$\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{\check{\mu}_t(1-\check{\mu}_t)}{\check{\sigma}_t^2} - 1,$$

onde $\check{\mu}_t$ é obtido aplicando $g^{-1}(\cdot)$ ao t -ésimo valor estimado da regressão linear de $g(y_1), \dots, g(y_n)$ em X , ou seja, $\check{\mu}_t = g^{-1}(x_t^\top (X^\top X)^{-1} X^\top z)$, e $\check{\sigma}_t^2 = \frac{\check{e}^\top \check{e}}{[(n-k)\{g'(\check{\mu}_t)\}^2]}$; $\check{e} = z - X(X^\top X)^{-1} X^\top z$ é o vetor de resíduos de mínimos quadrados ordinários da regressão linear que emprega a resposta transformada.

3.2 Variáveis selecionadas para o modelo MDEA-beta

3.2.1 Variáveis do 1º estágio - MDEA

No primeiro estágio, utilizou-se a metodologia MDEA para levantamento dos escores de eficiência tributária municipal. Os *inputs* e *outputs* selecionados para o modelo encontram-se detalhados na Tabela 1.

Tabela 1 – *Inputs* e *outputs* utilizados no modelo MDEA

Variável	Descrição	Fonte	Média (Desvio Padrão)
<u>Inputs</u>			
desp	Despesa total das secretarias de administração e finanças dos municípios empenhadas na função administração durante o exercício de 2015 (em reais)	SAGRES/TCE-PB	1.926.606,45 (2.218.944,48)
serv	Número de servidores das secretarias de administração e finanças dos municípios ao final do exercício de 2015	SAGRES/TCE-PB	40,67 (44,56)
<u>Outputs</u>			
iptu	Receita de IPTU arrecadada em 2015 (em reais)	SAGRES/TCE-PB	82.171,85 (333.065,64)
irrf	Receita de IRRF arrecadada em 2015 (em reais)	SAGRES/TCE-PB	320.245,82 (598.105,47)
itbi	Receita de ITBI arrecadada em 2015 (em reais)	SAGRES/TCE-PB	135.742,28 (785.681,66)
iss	Receita de ISS arrecadada em 2015 (em reais)	SAGRES/TCE-PB	574.691,46 (1.551.806,90)
taxm	Receitas de taxas e contribuição de melhoria arrecadadas em 2015 (em reais)	SAGRES/TCE-PB	77.640,93 (251.469,34)
<u>Variável de escala</u>			
pop	Estimativa da população em 2015	IBGE	12.936,72 (16.475,97)

Foram definidas como *inputs* as seguintes variáveis:

- *desp*: variável que representa a despesa total das secretarias de administração e finanças dos municípios, empenhadas na função administração;
- *serv*: variável que representa o número de servidores das secretarias de administração e finanças dos municípios.

Essas variáveis representam a dimensão e o custo da administração fazendária municipal, refletindo diretamente no esforço fiscal dos municípios. Como *outputs* foram definidas as seguintes variáveis:

- *iptu*: variável que representa a receita de IPTU;

- *irrf*: variável que representa a receita de IRRF;
- *itbi*: variável que representa a receita de ITBI;
- *iss*: variável que representa a receita de ISS;
- *taxm*: variável que representa o somatório das receitas de taxas e contribuição de melhoria;
- *pop*: variável que representa a estimativa da população, utilizada como variável de escala.

Durante a implementação do modelo MDEA, as variáveis *iptu*, *itbi* e *taxm* foram agrupadas em uma só variável, no intuito de eliminar os zeros da base de dados e aumentar a eficiência computacional.

3.2.2 Variáveis do 2º estágio - Regressão MQO e beta

Nos modelos de regressão, foram utilizados como variável dependente os escores de eficiência calculados no primeiro estágio. Como variáveis explicativas foram utilizados indicadores sócioeconômicos, fiscais, operacionais e geográficos, que poderiam ter influência na eficiência tributária dos municípios analisados, e que foram utilizadas em estudos anteriores. As variáveis encontram-se detalhadas na Tabela 2.

- *mdea*: variável contínua que representa os escores de eficiência estimados pelo modelo MDEA;
- *auto*: variável contínua que representa a autossuficiência financeira do município, ou *self-income ratio*, razão entre a receita tributária arrecadada e a receita corrente total. Espera-se que esta variável apresente estimativa de parâmetro com sinal positivo, pois a resposta intuitiva é que quanto mais autossuficiente é o município, mais eficiente deve ser;
- *depfpms*: variável contínua que representa o grau de dependência financeira de recursos de esferas governamentais superiores. É expressa pela razão entre a soma das parcelas do FPM e do ICMS recebidas e a receita corrente total. Optou-se pela soma da cota-parte do FPM e do ICMS por serem as parcelas mais significativas dos municípios de pequeno e médio porte no Estado da Paraíba. Espera-se que esta variável apresente estimativa de parâmetro com sinal negativo, pois a dependência de transferências de esferas superiores tende a afetar negativamente a eficiência tributária;

- *receitapc*: variável contínua que representa a *per capita*, um fator de escala financeira. Espera-se que esta variável apresente estimativa de parâmetro com sinal positivo, pois quanto maior é a receita *per capita*, mais eficiente deveria ser o município na arrecadação dos tributos de sua competência;
- *pibind*: variável contínua que representa o valor adicionado ao PIB pelo setor industrial. Espera-se que esta variável apresente estimativa de parâmetro com sinal positivo, pois quanto maior é a atividade industrial no município, mais dinâmica é sua economia, refletindo-se na eficiência tributária municipal;
- *herfindahl*: variável contínua que representa o índice de concentração de Herfindahl aplicado aos tributos arrecadados pelos municípios. Espera-se que esta variável apresente estimativa de parâmetro com sinal negativo, pois uma maior concentração da arrecadação tributária pode representar ineficiência na administração tributária municipal;
- *transp*: variável contínua que representa o índice de transparência dos municípios. Espera-se que esta variável apresente estimativa de parâmetro com sinal positivo, pois uma maior transparência na gestão reflete na eficiência dos serviços públicos como um todo, incluindo a administração tributária;
- *d_cadipitu*: variável *dummy* que informa se o município possui cadastro informatizado de contribuintes do IPTU. Espera-se que esta variável apresente estimativa de parâmetro com sinal positivo, pois quanto maior a informatização da administração tributária, mais eficiente o município deveria ser na arrecadação dos tributos de sua competência;
- *d_litoral*: variável *dummy* que informa se o município pertence à mesorregião do Litoral. O parâmetro estimado para esta variável indica se os municípios da mesorregião do Litoral são mais ou menos eficientes que os municípios de outras mesorregiões;
- *d_borborema*: variável *dummy* que informa se o município pertence à mesorregião da Borborema. O parâmetro estimado para esta variável indica se os municípios da mesorregião da Borborema são mais ou menos eficientes que os municípios de outras mesorregiões;
- *d_sertao*: variável *dummy* que informa se o município pertence à mesorregião do Sertão. O parâmetro estimado para esta variável indica se os municípios da mesorregião do Sertão são mais ou menos eficientes que os municípios de outras mesorregiões;
- *d_pop10000*: variável *dummy* que informa se o município possui menos de 10.000 habitantes. O parâmetro estimado para esta variável indica se os municípios com menos de 10.000 habitantes são mais ou menos eficientes que os demais.

Tabela 2 – Variáveis do 2º estágio - Regressão MQO e beta

Variáveis contínuas			
Variável	Descrição	Fonte	Média (Desvio Padrão)
mdea	Escores de eficiência calculados pela metodologia MDEA	Elab. própria	0,236 (0,150)
auto	Razão entre a receita tributária arrecadada e a receita corrente total dos municípios de 2015	SAGRES/TCE-PB	0,028 (0,027)
depfpms	Razão entre a soma das parcelas do FPM e do ICMS recebidas e a receita corrente total dos municípios de 2015	SAGRES/TCE-PB	0,571 (0,116)
receitapc	Receita corrente <i>per capita</i> no exercício de 2015 (reais)	SAGRES/TCE-PB e IBGE	2.518,78 (918,71)
pibind	Valor adicionado ao PIB pelo setor industrial no exercício de 2013 (mil reais)	IBGE	14.851,02 (56.813,98)
herfindahl	Índice de concentração de Herfindahl aplicado aos tributos municipais arrecadados em 2015	Elab. própria	0,432 (0,103)
transp	Índice de transparência dos municípios em novembro de 2015 (variando de 0 a 10)	TCE-PB	6,200 (1,005)
Variáveis dummy			
Variável	Descrição	Fonte	Frequência (%)
d_cadiptu	1 se o município possui cadastro informatizado de contribuintes do IPTU e 0 caso contrário	IBGE	138 (65,71)
d_litoral	1 se o município pertence à mesorregião do Litoral e 0 caso contrário	IBGE	27 (12,86)
d_borborema	1 se o município pertence à mesorregião da Borborema e 0 caso contrário	IBGE	39 (18,57)
d_sertao	1 se o município pertence à mesorregião do Sertão e 0 caso contrário	IBGE	79 (37,62)
d_pop10000	1 se o município possui menos de 10.000 habitantes e 0 caso contrário	IBGE	125 (59,52)

4 Resultados e discussões

Neste capítulo são apresentados os resultados empíricos obtidos para 210 municípios do Estado da Paraíba, a partir da implementação do modelo MDEA-beta. Os escores de eficiência MDEA foram calculados no *software* MDEA, desenvolvido por Stosic e Fittipaldi (2007). Os modelos de regressão MQO e beta foram implementados no *software* livre R. A regressão beta foi estimada com uso do pacote *betareg*, desenvolvido por Cribari-Neto e Zeileis (2010). Como apresentado nas Tabelas 1 e 2, foram utilizados dados de 2015, com exceção das informações relativas ao valor adicionado ao PIB pelo setor industrial, disponibilizadas pelo IBGE apenas para 2013. Na Seção 4.1 serão apresentados os resultados obtidos no primeiro estágio. Em seguida, na Seção 4.2, serão descritos os resultados obtidos e as análises de diagnóstico para os modelos de regressão.

4.1 1º estágio - MDEA

No primeiro estágio foram calculados os escores de eficiência MDEA a partir dos *inputs* e *outputs* discriminados na Tabela 1. O Anexo A apresenta análise descritiva detalhada das variáveis utilizadas como *inputs* e *outputs*. Não havia dados disponíveis para os municípios de Congo e São Sebastião do Umbuzeiro no sistema SAGRES do TCE-PB. Os municípios de João Pessoa e Campina Grande foram excluídos da amostra por possuírem estruturas de administração tributária complexas, quando comparados com os demais municípios. Outros municípios excluídos por inconsistência nos dados foram: Cacimbas, Cubati, Gurjão, Cuité de Mamanguape, Passagem, Quixabá, Riachão do Bacamarte, São Miguel de Taipu e São Vicente do Seridó. Com isso, a amostra selecionada foi composta por 210 municípios. Os escores de eficiência para todos os municípios encontram-se detalhados no Anexo D. A Tabela 3 apresenta algumas medidas descritivas dos escores de eficiência obtidos. Foi observado um valor mínimo de 0,029, correspondente ao Município de Sossêgo, e máximo de 0,818, correspondente ao Município de Cabedelo. A média dos municípios do Estado da Paraíba alcançou o valor de 0,236, superior à mediana (0,196), indicando uma tendência de assimetria na distribuição. Observa-se que o terceiro quartil apresenta valor de 0,288, o que caracteriza uma predominância de nível reduzido de eficiência tributária, resultado que se alinha ao obtido por Campello (2003).

Tabela 3 – Medidas descritivas dos escores de eficiência MDEA

Variável	Mínimo	$Q_{1/4}$	Mediana	Média	$Q_{3/4}$	Máximo
mdea	0,029	0,136	0,196	0,236	0,288	0,818

Esse aspecto pode ser visualizado no histograma da distribuição dos escores de eficiência, Figura (5.a), e no gráfico *boxplot*, figura (5.b). Quanto aos testes de assimetria e curtose, realizados com o uso do pacote *fBasics* do software R, verifica-se que a distribuição é leptocúrtica (3,095) e apresenta assimetria à direita (1,690).

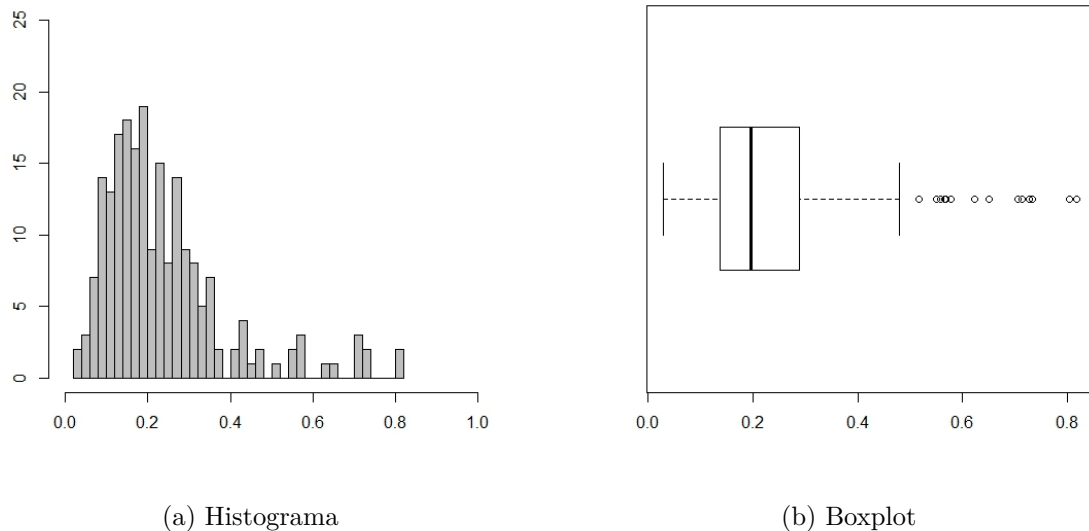


Figura 5 – Gráficos dos escores de eficiência MDEA

Médias dos escores de eficiência foram obtidas, ainda, por faixa de população. Os municípios foram distribuídos em quatro categorias:

- Municípios com população entre zero e dez mil habitantes;
- Municípios com população entre dez mil e vinte mil habitantes;
- Municípios com população entre vinte mil e cinquenta mil habitantes;
- Municípios com população acima de cinquenta mil habitantes.

Observou-se que a média dos escores de eficiência aumenta de acordo com o aumento na população, ou seja, municípios mais populosos tendem a ser mais eficientes. Pode-se deduzir que esses municípios possuem maior dinamismo econômico, o que pode refletir no aperfeiçoamento da estrutura de arrecadação tributária. A Tabela 4 apresenta os resultados obtidos.

Verifica-se, ainda, que cerca de 59,52% dos municípios analisados possuem população abaixo de dez mil habitantes. Esses entes alcançaram a menor média nos escores de eficiência tributária. Os municípios que possuem maior média, com população acima de cinquenta mil habitantes, representam apenas 3,82% dos municípios do Estado da Paraíba. Na categoria de municípios com população de até 10.000 habitantes, os municípios com maiores escores

Tabela 4 – Média dos escores de eficiência MDEA por faixa de população

População	Frequência (%)	MDEA
		Média (Desvio Padrão)
0 a 10.000 habitantes	59,52	0,167 (0,079)
10.000 a 20.000 habitantes	25,71	0,297 (0,134)
20.000 a 50.000 habitantes	10,95	0,353 (0,174)
Acima de 50.000 habitantes	3,82	0,559 (0,232)

de eficiência são: Gado Bravo (0,324), São Domingos do Cariri (0,330), Baía da Traição (0,354), Santana dos Garrotes (0,420) e São José dos Ramos (0,432). Na faixa de 10.000 a 20.000 habitantes destacam-se os municípios de Pitimbu (0,566), São José de Piranhas (0,578), Piancó (0,624), Imaculada (0,645) e Serra Branca (0,715). Na faixa de 20.000 a 50.000 habitantes destacam-se os municípios de Catolé do Rocha (0,480), Princesa Isabel (0,517), São Bento (0,568), Monteiro (0,706) e Esperança (0,805). Na categoria acima de 50.000 habitantes destacam-se os municípios de Patos (0,559), Guarabira (0,714), Cajazeiras (0,728), Santa Rita (0,734) e Cabedelo (0,818).

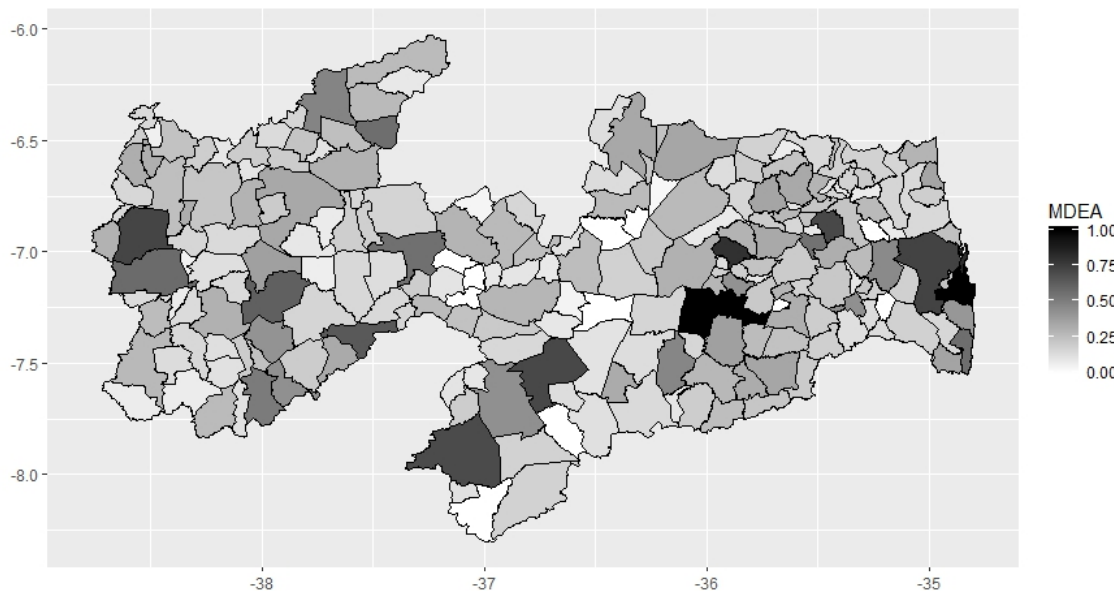


Figura 6 – Distribuição dos escores de eficiência no Estado da Paraíba

Fonte – Elaboração própria

A Figura 6 apresenta a distribuição geográfica dos escores de eficiência tributária municipal no Estado da Paraíba. Os municípios da mesorregião do Litoral mais eficientes foram Cabedelo (0,818), Santa Rita (0,734), Pitimbu (0,566), Sapé (0,457) e São José

dos Ramos (0,432). No Agreste, os municípios com melhores resultados foram Esperança (0,805), Guarabira (0,714), Alagoinha (0,550), Lagoa Seca (0,426) e Queimadas (0,372). Na Borborema, temos Serra Branca (0,715), Monteiro (0,706), Boqueirão (0,471), Sumé (0,433) e Picuí (0,343). No Sertão, os municípios que apresentaram os maiores escores de eficiência foram Cajazeiras (0,728), Imaculada (0,650), Piancó (0,624), São José de Piranhas (0,578) e São Bento (0,568).

4.2 2º estágio - Regressão beta

Nesta seção são apresentados os resultados obtidos no segundo estágio. No intuito de levantar os determinantes dos escores de eficiência tributária dos 210 municípios pesquisados, foi realizada análise de regressão para verificar a relação entre a variável resposta e as variáveis explicativas. Foram estimados parâmetros utilizando-se regressão beta com dispersão constante e com dispersão variável. Foi utilizado, também, um modelo de regressão MQO. Em seguida, foram realizados testes de diagnóstico aplicados ao modelo de regressão beta com dispersão variável. Os anexos B e C apresentam medidas descritivas das variáveis contínuas e *dummy* dos modelos de regressão, além da matriz de correlação. Não foi constatada correlação maior que 0,700 nas variáveis que integram os modelos de regressão.

O modelo de regressão beta mostra-se apropriado para modelagem de dados restritos ao intervalo (0,1). Adicionalmente, o modelo é heteroscedástico e facilmente acomoda assimetrias que são características comumente observadas em dados que assumem valores no intervalo unitário padrão (PEREIRA; SOUZA; CRIBARI-NETO, 2014). A variável *mdea* é restrita ao intervalo mencionado, além de possuir distribuição assimétrica. Optou-se, com isso, pela utilização do modelo de regressão beta proposto por Ferrari e Cribari-Neto (2004). Foi utilizado, ainda, o modelo de regressão beta com dispersão variável, proposto por Simas, Barreto-Souza e Rocha (2010), com a introdução de uma estrutura de regressão para o parâmetro de precisão ϕ .

A Tabela 5 apresenta as estimativas dos parâmetros para os modelos de regressão beta com dispersão constante e com dispersão variável. Foi estimada, ainda, uma regressão MQO, no intuito de evidenciar o poder de ajuste que o modelo de regressão beta proporciona quando aplicado a escores de eficiência.

Tabela 5 – Estimativas dos parâmetros

Variável	Modelo para μ											
	MDEA-MQO			MDEA-beta (dispersão constante)			MDEA-beta (dispersão variável)			MDEA-beta (dispersão variável)		
	Estimativa	Erro Padrão	p-valor	Estimativa	Erro Padrão	p-valor	Estimativa	Erro Padrão	p-valor	Estimativa	Erro Padrão	p-valor
<i>(Intercept)</i>	4.837e-01	6.759e-02	1.58e-11	3.338e-01	3.566e-01	0.349246	7.945e-03	1.829e-01	0.96535			
<i>auto</i>	2.241e+00	3.237e-01	6.09e-11	9.810e+00	1.542e+00	2.02e-10	6.745e+00	1.048e+00	1.21e-10			
<i>depfpms</i>	-3.785e-01	9.167e-02	5.36e-05	-2.245e+00	4.866e-01	3.95e-06	-1.239e+00	2.310e-01	8.18e-08			
<i>receitapc</i>	-1.591e-05	1.041e-05	0.128150	-1.386e-04	5.870e-05	0.018236	-7.189e-05	2.524e-05	0.00440			
<i>pibind</i>	5.136e-07	1.431e-07	0.000417	2.252e-06	6.745e-07	0.000842	1.314e-06	4.776e-07	0.00594			
<i>herfindahl</i>	-1.552e-01	7.366e-02	0.036380	-7.931e-01	3.690e-01	0.031613	-5.983e-01	2.081e-01	0.00404			
<i>transp</i>	4.229e-03	6.887e-03	0.539880	3.000e-02	3.568e-02	0.400419	3.892e-02	1.873e-02	0.03777			
<i>d_cadiptu</i>	-2.709e-02	1.457e-02	0.064521	-1.337e-01	7.542e-02	0.076321	-1.075e-01	3.883e-02	0.00565			
<i>d_litoral</i>	-2.459e-02	2.316e-02	0.289563	-1.477e-01	1.166e-01	0.205211	-2.497e-02	6.932e-02	0.71865			
<i>d_borborema</i>	5.087e-02	2.063e-02	0.014503	2.735e-01	1.053e-01	0.009390	1.542e-01	5.524e-02	0.00525			
<i>d_sertao</i>	3.582e-02	1.667e-02	0.032875	1.892e-01	8.423e-02	0.024691	1.106e-01	4.710e-02	0.01883			
<i>d_pop10000</i>	-4.002e-02	1.910e-02	0.037421	-1.868e-01	9.647e-02	0.052817	-1.147e-01	5.498e-02	0.03696			
R^2 (MQO) ou pseudo- R^2 (beta)	0.629			0.647			0.646					
Estatística F (MQO) ou Log-verossimilhança (beta)	30,52 em 11 e 198 Df (<2.2e-16)			237,3 em 13 Df			252,6 em 14 Df					
Variável	Modelo para ϕ											
	MDEA-MQO			MDEA-beta (dispersão constante)			MDEA-beta (dispersão variável)			MDEA-beta (dispersão variável)		
	Estimativa	Erro Padrão	p-valor	Estimativa	Erro Padrão	p-valor	Estimativa	Erro Padrão	p-valor	Estimativa	Erro Padrão	p-valor
<i>(Intercept)</i>	-	-	-	-	-	-	0.7873	0.4820	0.102			
<i>depfpms</i>	-	-	-	-	-	-	4.4262	0.8309	9.99e-08			

A análise de regressão MQO apresentou R^2 no valor de 0,629 e p-valor da Estatística F tendendo a zero ($< 2,2 \times 10^{-16}$), rejeitando-se a hipótese nula de não significância geral da regressão. As variáveis *auto*, *depfpms*, *pibind*, *herfindahl*, *d_borborema*, *d_sertao* e *d_pop10000* foram significativas ao nível de 5%. Os resultados indicam que as variáveis *auto*, *pibind*, *d_borborema* e *d_sertao* têm influência positiva sobre a eficiência tributária dos municípios analisados. As variáveis *depfpms*, *herfindahl* e *d_pop10000* têm influência negativa. No entanto, o teste de Breusch-Pagan apresentou BP igual a 26,463 e p-valor igual a 0,005534, rejeitando-se a hipótese nula de homocedasticidade. Os indícios de presença de heterocedasticidade reforçam a hipótese de indicação do modelo de regressão beta para verificar a relação existente entre os escores de eficiência tributária e seus determinantes.

O modelo de regressão beta com dispersão constante e função de ligação *default* (*logit*) apresentou Pseudo- R^2 no valor de 0,6474. Nesse modelo, foram significativas, ao nível de 5%, as seguintes variáveis: *auto*, *depfpms*, *receitapc*, *pibind*, *herfindahl*, *d_borborema* e *d_sertao*. Os resultados indicam que as variáveis *auto*, *pibind*, *d_borborema* e *d_sertao* têm influência positiva sobre a eficiência tributária dos municípios analisados. As variáveis *depfpms*, *receitapc* e *herfindahl* têm influência negativa. O teste Reset apresentou p-valor de 0,7863, rejeitando-se a hipótese nula de má especificação do modelo.

O modelo de regressão beta com dispersão variável apresentou resultados mais significativos com a utilização da função de ligação *probit*. A estrutura de regressão do parâmetro de precisão ϕ foi testada por meio dos métodos *forward* e *backward*, apresentando melhores resultados a estrutura formada apenas pela variável *depfpms*. Os resultados da regressão apresentam Pseudo- R^2 no valor de 0,6462. Nesse modelo, foram significativas, ao nível de 5%, as seguintes variáveis: *auto*, *depfpms*, *receitapc*, *pibind*, *herfindahl*, *transp*, *d_cadipitu*, *d_borborema*, *d_sertao* e *d_pop10000*. Os resultados indicam que as variáveis *auto*, *pibind*, *transp*, *d_borborema* e *d_sertao* têm influência positiva sobre a eficiência tributária dos municípios analisados. As variáveis *depfpms*, *receitapc*, *herfindahl*, *d_cadipitu* e *d_pop10000* têm influência negativa. O teste Reset apresentou p-valor de 0,101, rejeitando-se a hipótese nula de má especificação do modelo.

Foi aplicado teste AIC (*Akaike Information Criterion*) para comparar os modelos de regressão beta com dispersão constante e com dispersão variável, obtendo-se os valores de -448,60 e -477,23, respectivamente. Os modelos foram submetidos, ainda, ao teste de razão de verossimilhança, obtendo-se p-valor de $3,116 \times 10^{-8}$, e ao teste de Wald, cujo resultado apresentou p-valor menor que $2,2 \times 10^{-16}$. Conclui-se, com isso, que o modelo com dispersão variável está mais bem especificado.

A Figura 7 trata da análise dos resíduos para os modelos de regressão beta com dispersão constante e com dispersão variável. São apresentados os gráficos dos resíduos *versus* índices de observações, da distância de Cook e da semi-normal dos resíduos. Observa-

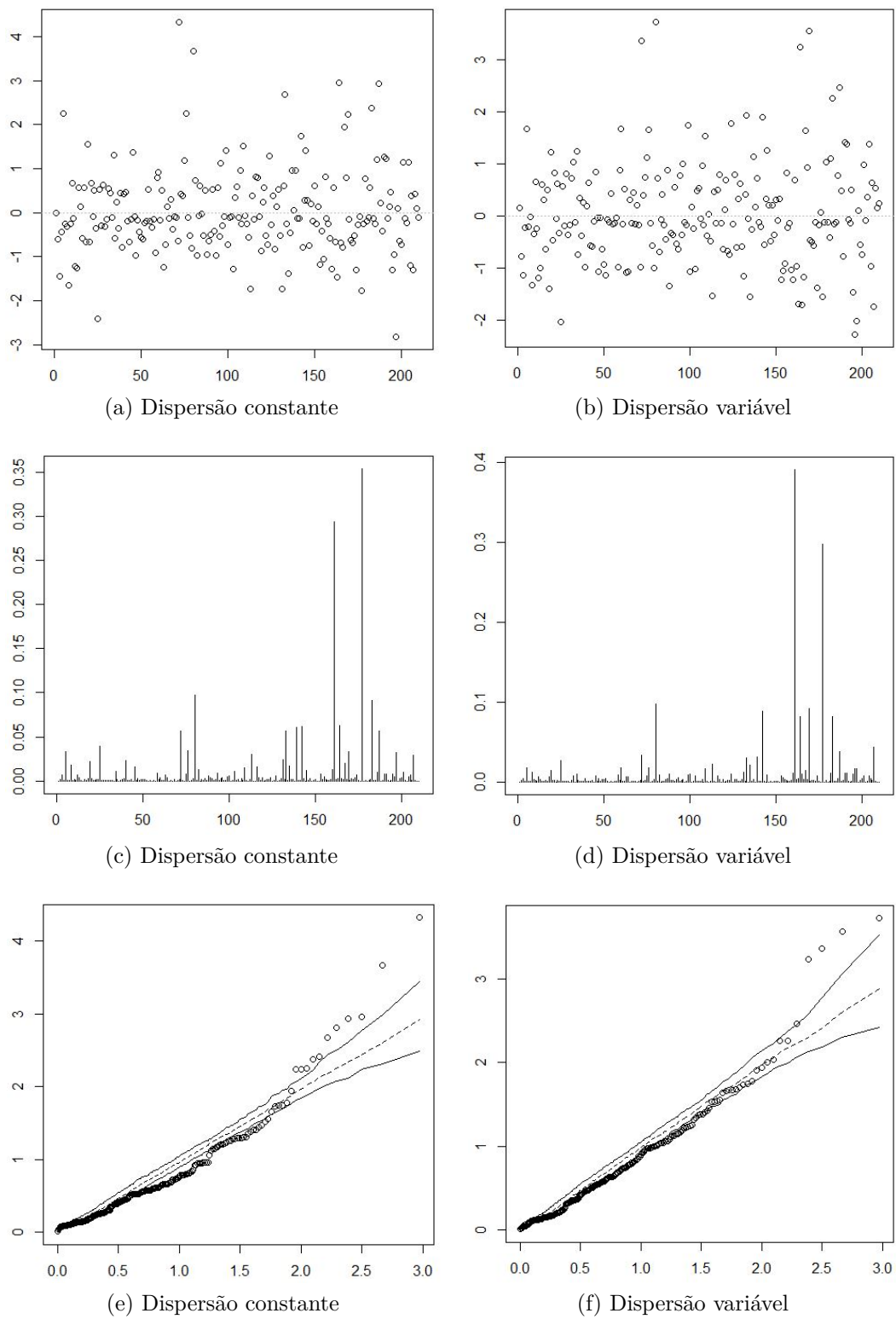


Figura 7 – Resíduos *versus* índices de observações; distância de Cook; e semi-normal dos resíduos

Fonte – Elaboração própria

se que o modelo com dispersão variável apresenta maior qualidade no ajuste quando comparado ao modelo com dispersão constante. Verifica-se nos gráficos (7.c) e (7.d) que duas observações apresentaram comportamento atípico em relação às demais, correspondendo aos Municípios de Santa Rita (observação 161) e São José de Piranhas (observação 177). No entanto, as observações encontram-se dentro do limite aceitável em regras operacionais para distância de Cook, ou seja, valores menores que 1.

Após a apresentação das estimativas dos modelos de regressão, passemos à discussão dos resultados obtidos para o modelo de regressão beta com dispersão variável, modelo que apresentou resultados mais favoráveis em termos de significância e magnitude dos parâmetros.

A variável *auto*, que representa a autossuficiência financeira do município, calculada pela razão entre a receita tributária arrecadada e a receita corrente total, apresentou influência positiva sobre os escores de eficiência tributária. Segundo Lima e Diniz (2016), é um indicador que reflete a capacidade de gerar receita própria, por revelar o esforço do governo local em produzir receitas, contando com a base econômica da comunidade. É um importante indicador da eficiência da administração tributária. De acordo com Boetti, Piacenza e Turati (2012), essa variável pode ser interpretada também como uma medida do VFI (*Vertical Fiscal Imbalance*), ou seja, do grau de descentralização político-administrativa aplicada aos municípios analisados. A sugestão é que municípios que apresentam maior esforço fiscal tendem a ser mais eficientes. Essa conclusão alinha-se aos resultados obtidos por Sousa, Araújo e Tannuri-Pianto (2012).

A variável *pibind*, que representa o valor adicionado ao PIB pelo setor industrial, também apresentou relação direta com a eficiência tributária. Os resultados indicam que municípios mais industrializados tendem a ser mais eficientes, guardando coerência com os resultados apresentados por Sousa, Araújo e Tannuri-Pianto (2012) e Pereira, Souza e Cribari-Neto (2014).

Apresentou influência positiva, também, a variável *transp*, que reflete o grau de *accountability* dos governos locais, por meio da divulgação, em meios de acesso público, das informações sobre a gestão orçamentária, financeira, patrimonial, dentre outras. Os resultados indicam que municípios mais transparentes tendem a ser mais eficientes.

Por fim, os resultados estimados para as variáveis *d_borborema* e *d_sertao* sugerem que os municípios localizados nas mesorregiões da Borborema e do Sertão tendem a ter sistemas de administração tributária mais eficientes, quando comparados às outras mesorregiões.

Os resultados mostram que a variável *depfpms*, que representa a dependência de transferências constitucionais pelos municípios, constituída pela razão entre a soma da cota-parte do FPM com a cota-parte do ICMS e a receita corrente total, contribuiu para a

redução da eficiência tributária municipal. As estimativas indicam que municípios mais dependentes tendem a exercer menor esforço fiscal na arrecadação dos tributos de sua competência. Esse resultado alinha-se ao proposto por Blanco (1998), Ribeiro (1998), Campello (2003), Gasparini e Melo (2004), Orair e Alencar (2010) e Sousa, Araújo e Tannuri-Pianto (2012).

A variável *receitapc*, que representa a receita corrente *per capita*, constitui um fator de escala financeira dos municípios. As estimativas indicam uma influência negativa sobre a eficiência tributária, o que a princípio pode parecer controversa em relação ao resultado esperado. No entanto, para a maioria dos municípios do Estado da Paraíba, a receita de transferências constitui parcela majoritária da receita corrente, exercendo maior influência sobre os escores de eficiência quando comparada à receita tributária arrecadada.

Apresentou, também, influência negativa sobre a eficiência tributária a variável *herfindahl*, que representa o índice de concentração de Herfindahl aplicado aos tributos municipais. As estimativas sugerem que, quanto mais concentrada é a arrecadação, menor é a eficiência. Uma maior diversificação traria, portanto, resultados mais favoráveis. Esse resultado é coerente com o obtido por Sousa, Araújo e Tannuri-Pianto (2012).

A variável *d_cadiptu*, que representa a existência ou não de cadastro informatizado de contribuintes do IPTU, também apresentou influência negativa sobre os escores de eficiência tributária. Esse resultado diverge do esperado, pois presume-se que uma maior modernização dos serviços fazendários traga reflexos positivos sobre a eficiência na arrecadação. Uma hipótese que pode justificar esse resultado controverso é o desinteresse do gestor na efetiva cobrança de IPTU, por questões políticas. O fator político é uma variável omitida do modelo que pode ter um papel importante na eficiência tributária. Logo, municípios de pequeno porte tenderiam a possuir menor arrecadação própria devido à proximidade entre eleitores e políticos.

Por fim, os resultados estimados para a variável *d_pop10000* indicam que municípios com população abaixo de dez mil habitantes tendem a ser menos eficientes na arrecadação dos tributos de sua competência.

5 Considerações Finais

A presente pesquisa avaliou a eficiência técnica tributária de 210 municípios do Estado da Paraíba e seus determinantes, por meio de abordagem semi-paramétrica em dois estágios. No primeiro estágio, foram calculados escores de eficiência com uso do MDEA. Um aspecto positivo nesta etapa foi a disponibilidade de dados sobre as variáveis utilizadas como insumos e produtos. O Sistema SAGRES, do Tribunal de Contas do Estado da Paraíba, permitiu acesso à base de dados de 2015 em um nível apropriado de detalhamento das informações. Foi possível restringir os insumos à despesa e ao número de servidores das secretarias de administração e finanças dos municípios, considerando apenas a função administração, o que possibilitou maior aproximação com a realidade da administração municipal e, conseqüentemente, maior precisão no cálculo dos escores de eficiência. Quanto aos resultados do 1º estágio, os escores de eficiência apresentaram média de 0,236, nível considerado baixo, mantendo-se nesse patamar até o terceiro quartil (0,288). Observou-se, ainda, que os níveis de eficiência estão diretamente relacionados com a população dos municípios. Municípios com menor número de habitantes apresentaram menores níveis de eficiência tributária. Cerca de 96,18% dos municípios apresentaram escores de eficiência abaixo de 0,353.

No segundo estágio, foram estimados parâmetros para análise dos determinantes dos escores de eficiência tributária por meio de análise de regressão. Foram utilizados os modelos de regressão MQO, regressão beta com dispersão constante e regressão beta com dispersão variável. Na explicação dos escores de eficiência foram consideradas variáveis sócioeconômicas, fiscais, operacionais, geográficas e de escala, obtidas das bases de dados do IBGE e do Tribunal de Contas do Estado da Paraíba. Os resultados indicam que os modelos empregados apresentaram resultados coerentes. No entanto, o modelo de regressão beta com dispersão variável apresentou maior qualidade de ajuste aos dados, como constatado pelos testes de especificação, refletindo-se em variáveis com maior magnitude e mais significativas. Uma vantagem do uso do modelo MDEA-beta foi o fato de o resultado do cálculo dos escores de eficiência MDEA estarem situados no intervalo aberto (0,1), adequando-se ao modelo de regressão beta. Com isso, não houve necessidade de utilização de modelos mais sofisticados, como o modelo de regressão beta inflacionado. A análise dos resíduos apresentou resultados adequados à proposta da presente pesquisa, considerando o *trade-off* característico entre qualidade do ajustamento e sua complexidade.

Quanto à interpretação dos resultados apresentados pelo modelo MDEA-beta, no que se refere à eficiência tributária, verifica-se que:

- municípios que apresentam maior grau de descentralização (VFI), ou maior esforço

fiscal, tendem a ser mais eficientes;

- municípios mais dependentes de transferências constitucionais tendem a exercer menor esforço fiscal na arrecadação dos tributos de sua competência, resultando em uma menor eficiência;
- municípios mais industrializados tendem a ser mais eficientes;
- municípios com maior grau de *accountability*, ou seja, com gestão mais transparente, tendem a ser mais eficientes;
- municípios paraibanos localizados nas mesorregiões da Borborema e do Sertão tendem a ser mais eficientes, quando comparados às outras mesorregiões;
- municípios com maior receita *per capita* tendem a ser menos eficientes (o que a princípio pode parecer controverso em relação ao resultado esperado. No entanto, para a maioria dos municípios do Estado da Paraíba, a receita de transferências constitui parcela majoritária da receita corrente, exercendo maior influência sobre os escores de eficiência quando comparada à receita tributária arrecadada);
- municípios com maior concentração na arrecadação de tributos tendem a ser menos eficientes. Uma maior diversificação traria, portanto, resultados mais favoráveis;
- municípios que possuem cadastro informatizado de contribuintes de IPTU tendem a ser menos eficientes (esse resultado diverge do esperado, pois presume-se que uma maior modernização dos serviços fazendários traga reflexos positivos sobre a eficiência na arrecadação. Uma hipótese que pode justificar esse resultado controverso pode ter relação com um desinteresse do gestor na efetiva cobrança de IPTU, por questões políticas);
- municípios de menor população, ou seja, de menor dimensão sócioeconômica, tendem a ser menos eficientes.

Conclui-se, portanto, que os escores de eficiência tributária municipal servem como indicador relevante para avaliação do sistema de arrecadação de receitas de competência dos municípios. Além disso, os parâmetros estimados no modelo de regressão beta acrescentam informações importantes para compreensão da administração tributária municipal. Um aspecto a ser observado foi a ausência no modelo de regressão de fator que reflita possível interdependência espacial existente nos dados. Sugere-se que em estudos posteriores seja considerada a possibilidade de utilização de modelo de regressão que incorpore um componente espacial. Sugere-se, ainda, que seja utilizado método de detecção e remoção de *outliers*.

Referências

- ALEXANDRE, R. *Direito tributário esquematizado*. 5ª. ed. São Paulo: Método, 2011.
- ALVES, J. J. A. *Produto interno bruto do estado da paraíba e seus municípios: 2010-2013*. 1ª. ed. João Pessoa: Governo do Estado da PB, 2016.
- BLANCO, F. Disparidades interregionais, capacidade de obtenção de recursos tributários, esforço fiscal e gasto público no federalismo brasileiro. *XX Prêmio BNDES de Dissertação de Mestrado*, Rio de Janeiro: BNDES, 1998.
- BOETTI, L.; PIACENZA, M.; TURATI, G. Decentralization and local governments' performance: how does fiscal autonomy affect spending efficiency? *FinanzArchiv: Public Finance Analysis*, Mohr Siebeck, v. 68, n. 3, p. 269–302, 2012.
- BRASIL. *Código Tributário Nacional, Lei nº 5.172 de 25 de outubro de 1966*. 1966. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L5172.htm>. Acesso em: 28 fev. 2017.
- _____. *Constituição da República Federativa do Brasil de 1988*. 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/ConstituicaoCompilado.> Acesso em: 23 set. 2016.
- _____. *Lei Complementar nº 116 de 31 de julho de 2003*. 2003. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LCP/Lcp116.htm>. Acesso em: 28 fev. 2017.
- CAMPELLO, C. *Eficiência Municipal: um estudo no estado de São Paulo. 2003*. Tese (Doutorado) — Tese de doutorado (Doutorado em Administração) Programa de Pós-Graduação em Administração, Departamento de Administração, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003.
- CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, v. 1, p. 429–44, 1978.
- COOPER, W. W.; SEIFORD, L. M.; TONE, K. *Data envelopment analysis: a comprehensive text with models, applications, references and DEA-solver software*. 2ª. ed. New York: Springer Science & Business Media, 2007.
- CRIBARI-NETO, F.; PEREIRA, T. Avaliação da eficiência de administrações municipais no estado de são paulo: uma nova abordagem via modelos de regressão beta. *Revista Brasileira de Biometria*, v. 31, p. 270–294, 2013.
- CRIBARI-NETO, F.; ZEILEIS, A. Beta regression in r. Department of Statistics and Mathematics, WU Vienna University of Economics and Business, 2009.
- DUARTE, J. et al. Federalismo e descentralização. In: BOUERI, R., ROCHA, F., RODOPOULOS, F. *Avaliação da qualidade do gasto público e mensuração da eficiência*. Brasília: Secretaria do Tesouro Nacional, 2015.
- FARRELL, M. J. The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, JSTOR, v. 120, n. 3, p. 253–290, 1957.

- FERRARI, S.; CRIBARI-NETO, F. Beta regression for modelling rates and proportions. *Journal of Applied Statistics*, Taylor & Francis, v. 31, n. 7, p. 799–815, 2004.
- GASPARINI, C. E.; MELO, C. d. Equidade e eficiência municipal: uma avaliação do fundo de participação dos municípios–fpm. *Finanças públicas. Brasília: Editora Universidade de Brasília*, v. 8, p. 337–401, 2004.
- HARADA, K. *Direito financeiro e tributário*. 25^a. ed. São Paulo: Atlas, 2016.
- HINDRIKS, J.; MYLES, G. D. *Intermediate public economics*. Cambridge: MIT press, 2013.
- LIMA, S. C. d.; DINIZ, J. A. *Contabilidade pública: análise financeira governamental*. 1^a. ed. São Paulo: Atlas, 2016.
- MCDONALD, J. Using least squares and tobit in second stage dea efficiency analyses. *European Journal of Operational Research*, Elsevier, v. 197, n. 2, p. 792–798, 2009.
- MENDES, M. Federalismo fiscal. *BIDERMAN, C.; ARVATE, P. Economia do Setor Público no Brasil*, v. 6, 2005.
- OATES, W. E. et al. Fiscal federalism. *Books*, Edward Elgar Publishing, 1972.
- ORAIR, R. O.; ALENCAR, A. Esforço fiscal dos municípios: indicadores de condicionalidades para o sistema de transferências intergovernamentais. *Monografia premiada do Tesouro Nacional, Brasília*, 2010.
- PASCOAL, V. *Direito financeiro e controle externo*. 9^a. ed. São Paulo: Método, 2015.
- PEREIRA, T. L.; SOUZA, T. C.; CRIBARI-NETO, F. Uma avaliação da eficiência do gasto público nas regiões do Brasil. *Ciência e Natura*, Universidade Federal de Santa Maria, v. 36, p. 23–36, 2014.
- REIS, E. J.; BLANCO, F. A. Capacidade tributária dos estados brasileiros: 1970/90. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), 1996.
- REZENDE, F. Federalismo fiscal: novo papel para estados e municípios. *CEPAM. O município no século XXI: cenários e perspectivas. Ed. especial*, São Paulo, p. 87–96, 1999.
- RIBEIRO, E. P. *Transferências intergovernamentais e esforço fiscal dos estados brasileiros*. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Curso de Pós-Graduação em Economia, 1998.
- SIMAR, L.; WILSON, P. W. Estimation and inference in two-stage, semi-parametric models of production processes. *Journal of econometrics*, Elsevier, v. 136, n. 1, p. 31–64, 2007.
- SIMAS, A. B.; BARRETO-SOUZA, W.; ROCHA, A. V. Improved estimators for a general class of beta regression models. *Computational Statistics & Data Analysis*, Elsevier, v. 54, n. 2, p. 348–366, 2010.
- SOUSA, M. d. C. S. d. Mensurando a eficiência da atenção primária à saúde em presença de outliers e fatores exógenos: uma análise em dois estágios. Tese (Professor Titular), Departamento de Economia, Universidade Federal da Paraíba, 2011.

- SOUSA, M. d. C. S. d.; ARAÚJO, P. L. d. C. P.; TANNURI-PIANTO, M. E. Residual and technical tax efficiency scores for brazilian municipalities: a two-stage approach. *Estudos Econômicos (São Paulo)*, SciELO Brasil, v. 42, n. 1, p. 43–74, 2012.
- SOUSA, M. d. C. S. d.; RAMOS, F. S. Eficiência técnica e retornos de escala na produção de serviços públicos municipais: o caso do nordeste e do sudeste brasileiros. *Revista Brasileira de Economia*, v. 53, p. 433 – 461, 1999.
- SOUSA, M. d. C. S. de; CRIBARI-NETO, F.; STOSIC, B. D. Explaining dea technical efficiency scores in an outlier corrected environment: the case of public services in brazilian municipalities. *Brazilian Review of Econometrics*, v. 25, n. 2, p. 287–313, 2005.
- STOSIC, B. D.; FITTIPALDI, I. P. Multiple data envelopment analysis: The blessing of dimensionality. In: CITESEER. *5th International Symposium on DEA, Hyderabad*. Hyderabad, 2007.
- TIEBOUT, C. M. A pure theory of local expenditures. *Journal of political economy*, The University Press of Chicago, v. 64, n. 5, p. 416–424, 1956.
- VASCONCELOS, J. R. de; PIANCASTELLI, M.; MIRANDA, R. B. Esforço fiscal dos estados brasileiros. *Revista Econômica do Nordeste*, v. 37, n. 1, 2006.
- VELOSO, J. F. A. O. et al. Gestão municipal no brasil: um retrato das prefeituras. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), 2011.

ANEXO A – Medidas descritivas dos *inputs* e *outputs* do modelo MDEA

Tabela 6 – Medidas descritivas dos *inputs* e *outputs* do modelo MDEA

Variável	Mínimo	$Q_{1/4}$	Mediana	Média	$Q_{3/4}$	Máximo
<i>Inputs</i>						
desp	444.374,62	995.903,01	1.284.303,98	1.926.606,45	1.981.438,11	19.814.143,82
serv	5	18	27	40,67	45,75	342
<i>Outputs</i>						
iptu	0	2.695,76	9.534,44	82.171,85	35.359,34	4.018.946,38
irrf	2.875,21	98.526,05	141.276,94	320.245,82	308.046,40	6.103.935,79
itbi	0	1.752,50	7.667,79	135.742,28	52.012,06	10.610.227,65
iss	5.656,11	76.694,75	137.693,15	574.691,46	334.307,96	13.575.109,26
taxm	0	1.564,00	8.376,32	77.640,93	47.552,06	2.510.600,92
<i>Variável de escala</i>						
pop	1.780	4.615	7.374,5	12.936,72	15.265,5	134.940

ANEXO B – Medidas descritivas das variáveis dos modelos de regressão

Tabela 7 – Medidas descritivas das variáveis contínuas

Variável	Mínimo	$Q_{1/4}$	Mediana	Média	$Q_{3/4}$	Máximo
mdea	0,029	0,136	0,196	0,236	0,287	0,818
auto	0,008	0,015	0,020	0,028	0,029	0,243
depfpms	0,346	0,485	0,558	0,571	0,643	0,954
receitapc	1.396,00	1.834,00	2.236,00	2.518,78	2.918,00	6.179,00
pibind	415,00	1.208,00	2.260,00	14.851,02	6.778,00	612.600,00
herfindahl	0,240	0,358	0,428	0,432	0,492	0,858
transp	0,450	5,770	6,295	6,200	6,740	8,410

Tabela 8 – Medidas de frequência das variáveis *dummy*

Variável	Frequência (%)
d_cadiptu	138 (65,71)
d_litoral	27 (12,86)
d_borborema	39 (18,57)
d_sertao	79 (37,62)
d_pop10000	125 (59,52)

ANEXO C – Matriz de correlação das variáveis dos modelos de regressão

Tabela 9 – Matriz de correlação das variáveis dos modelos de regressão

Variável	mdea	auto	depfms	receitapc	pibind	herfindahl	transp	d_cadipiu	d_litoral	d_borborema	d_sertao	d_pop10000
mdea	1,000											
auto	0,631	1,000										
depfms	-0,628	-0,430	1,000									
receitapc	-0,445	-0,216	0,678	1,000								
pibind	0,437	0,426	-0,270	-0,081	1,000							
herfindahl	-0,204	0,122	0,300	0,245	-0,169	1,000						
transp	0,021	-0,038	-0,092	-0,147	-0,231	-0,092	1,000					
d_cadipiu	0,093	0,172	-0,152	-0,038	0,148	-0,192	0,064	1,000				
d_litoral	0,147	0,242	-0,209	-0,148	0,373	-0,015	-0,115	0,068	1,000			
d_borborema	-0,073	-0,060	0,288	0,256	-0,096	0,057	-0,024	-0,145	-0,183	1,000		
d_sertao	-0,043	-0,054	0,099	0,124	-0,116	0,063	-0,065	0,105	-0,298	-0,371	1,000	
d_pop10000	-0,556	-0,429	0,645	0,585	-0,256	0,242	-0,085	-0,166	-0,176	0,194	0,180	1,000

ANEXO D – Escores de eficiência MDEA

Tabela 10 – Escores de eficiência MDEA dos municípios analisados

Nº	DMU (ordem alfabética)	MDEA	DMU (ordem decrescente)	MDEA
1	Água Branca	0.33	Cabedelo	0.82
2	Aguiar	0.12	Esperança	0.80
3	Alagoa Grande	0.20	Santa Rita	0.73
4	Alagoa Nova	0.23	Cajazeiras	0.73
5	Alagoinha	0.55	Serra Branca	0.71
6	Alcantil	0.19	Guarabira	0.71
7	Algodão de Jandaíra	0.08	Monteiro	0.71
8	Alhandra	0.16	Imaculada	0.65
9	Amparo	0.10	Piancó	0.62
10	Aparecida	0.30	São José de Piranhas	0.58
11	Araçagi	0.23	São Bento	0.57
12	Arara	0.20	Pitimbu	0.57
13	Araruna	0.17	Patos	0.56
14	Areia	0.34	Alagoinha	0.55
15	Areia de Baraúnas	0.09	Princesa Isabel	0.52
16	Areial	0.13	Catolé do Rocha	0.48
17	Aroeiras	0.35	Boqueirão	0.47
18	Assunção	0.08	Sapé	0.46
19	Baia da Traição	0.35	Sumé	0.43
20	Bananeiras	0.34	Tavares	0.43
21	Baraúna	0.22	São José dos Ramos	0.43
22	Barra de Santa Rosa	0.27	Lagoa Seca	0.43
23	Barra de Santana	0.28	Santana dos Garrotes	0.42
24	Barra de São Miguel	0.14	Conde	0.40
25	Bayeux	0.24	Queimadas	0.37
26	Belém	0.29	Coremas	0.37
27	Belém do Brejo do Cruz	0.27	Caaporã	0.35
28	Bernardino Batista	0.18	Baia da Traição	0.35
29	Boa Ventura	0.12	Solânea	0.35
30	Boa Vista	0.16	Aroeiras	0.35
31	Bom Jesus	0.14	Cuité	0.35
32	Bom Sucesso	0.14	Picuí	0.34
33	Bonito de Santa Fé	0.26	Pombal	0.34

34	Boqueirão	0.47	Areia	0.34
35	Borborema	0.10	Bananeiras	0.34
36	Brejo do Cruz	0.27	Água Branca	0.33
37	Brejo dos Santos	0.16	São Domingos do Cariri	0.33
38	Caaporã	0.35	Gado Bravo	0.32
39	Cabaceiras	0.13	Mulungu	0.32
40	Cabedelo	0.82	Marizópolis	0.32
41	Cachoeira dos Índios	0.30	Triunfo	0.32
42	Cacimba de Areia	0.10	Poço de José de Moura	0.32
43	Cacimba de Dentro	0.19	Ingá	0.31
44	Caiçara	0.18	Pocinhos	0.31
45	Cajazeiras	0.73	Itaporanga	0.30
46	Cajazeirinhas	0.09	Cachoeira dos Índios	0.30
47	Caldas Brandão	0.09	Paulista	0.30
48	Camalaú	0.17	Aparecida	0.30
49	Capim	0.08	Remígio	0.29
50	Caraúbas	0.12	Belém	0.29
51	Carrapateira	0.05	São Mamede	0.29
52	Casserengue	0.16	Mataraca	0.29
53	Catingueira	0.15	Serra Redonda	0.29
54	Catolé do Rocha	0.48	Taperoá	0.29
55	Caturité	0.16	Puxinanã	0.29
56	Conceição	0.27	Serraria	0.28
57	Condado	0.19	Barra de Santana	0.28
58	Conde	0.40	Conceição	0.27
59	Coremas	0.37	Brejo do Cruz	0.27
60	Coxixola	0.13	Santa Luzia	0.27
61	Cruz do Espírito Santo	0.18	Barra de Santa Rosa	0.27
62	Cuité	0.35	Itapororoca	0.27
63	Cuitegi	0.09	Belém do Brejo do Cruz	0.27
64	Curral de Cima	0.08	Mari	0.26
65	Curral Velho	0.12	Pedra Lavrada	0.26
66	Damião	0.13	Teixeira	0.26
67	Desterro	0.24	Manaíra	0.26
68	Diamante	0.15	Bonito de Santa Fé	0.26
69	Dona Inês	0.23	Fagundes	0.26
70	Duas Estradas	0.09	Juazeirinho	0.26
71	Emas	0.07	Santa Cecília	0.25
72	Esperança	0.80	Junco do Seridó	0.25

73	Fagundes	0.26	Riacho dos Cavalos	0.25
74	Frei Martinho	0.13	São João do Rio do Peixe	0.25
75	Gado Bravo	0.32	Logradouro	0.25
76	Guarabira	0.71	Lucena	0.25
77	Gurinhém	0.22	Nova Olinda	0.24
78	Ibiara	0.13	Desterro	0.24
79	Igaracy	0.14	Itatuba	0.24
80	Imaculada	0.65	Bayeux	0.24
81	Ingá	0.31	Uiraúna	0.24
82	Itabaiana	0.12	Nova Floresta	0.23
83	Itaporanga	0.30	Alagoa Nova	0.23
84	Itapororoca	0.27	Dona Inês	0.23
85	Itatuba	0.24	Pilõesinhos	0.23
86	Jacaraú	0.17	Jericó	0.23
87	Jericó	0.23	Araçagi	0.23
88	Joca Claudino	0.06	Baraúna	0.22
89	Juarez Távora	0.18	Umbuzeiro	0.22
90	Juazeirinho	0.26	Sousa	0.22
91	Junco do Seridó	0.25	Riachão do Poço	0.22
92	Juripiranga	0.14	Pirpirituba	0.22
93	Juru	0.20	Gurinhém	0.22
94	Lagoa	0.20	Olivedos	0.21
95	Lagoa de Dentro	0.18	Massaranduba	0.21
96	Lagoa Seca	0.43	Livramento	0.21
97	Lastro	0.09	Natuba	0.20
98	Livramento	0.21	Pedro Régis	0.20
99	Logradouro	0.25	São Domingos	0.20
100	Lucena	0.25	Alagoa Grande	0.20
101	Mãe d'Água	0.15	Pedra Branca	0.20
102	Malta	0.18	Arara	0.20
103	Mamanguape	0.16	Lagoa	0.20
104	Manaíra	0.26	Juru	0.20
105	Marcação	0.19	Santa Cruz	0.20
106	Mari	0.26	Prata	0.20
107	Marizópolis	0.32	Mogeiro	0.20
108	Massaranduba	0.21	São José do Bonfim	0.20
109	Mataraca	0.29	Cacimba de Dentro	0.19
110	Matinhas	0.10	Alcantil	0.19
111	Mato Grosso	0.10	Vieirópolis	0.19

112	Maturéia	0.16	São Sebastião de Lagoa de Roça	0.19
113	Mogeirol	0.20	Condado	0.19
114	Montadas	0.19	Marcação	0.19
115	Monte Horebe	0.14	Montadas	0.19
116	Monteiro	0.71	Malta	0.18
117	Mulungu	0.32	Bernardino Batista	0.18
118	Natuba	0.20	Salgado de São Félix	0.18
119	Nazarezinho	0.16	Cruz do Espírito Santo	0.18
120	Nova Floresta	0.23	Sobrado	0.18
121	Nova Olinda	0.24	Soledade	0.18
122	Nova Palmeira	0.13	Juarez Távora	0.18
123	Olho d'Água	0.16	Caiçara	0.18
124	Olivedos	0.21	Pedras de Fogo	0.18
125	Ouro Velho	0.10	São João do Tigre	0.18
126	Parari	0.09	Lagoa de Dentro	0.18
127	Patos	0.56	Araruna	0.17
128	Paulista	0.30	Jacaraú	0.17
129	Pedra Branca	0.20	Camalaú	0.17
130	Pedra Lavrada	0.26	São José de Espinharas	0.16
131	Pedras de Fogo	0.18	Maturéia	0.16
132	Pedro Régis	0.20	Mamanguape	0.16
133	Piancó	0.62	Brejo dos Santos	0.16
134	Picuí	0.34	Boa Vista	0.16
135	Pilar	0.13	Olho d'Água	0.16
136	Pilões	0.15	Casserengue	0.16
137	Pilõezinhos	0.23	Sertãozinho	0.16
138	Pirpirituba	0.22	São José do Sabugi	0.16
139	Pitimbu	0.57	Caturité	0.16
140	Pocinhos	0.31	Nazarezinho	0.16
141	Poço Dantas	0.14	Alhandra	0.16
142	Poço de José de Moura	0.32	Pilões	0.15
143	Pombal	0.34	Vista Serrana	0.15
144	Prata	0.20	Santa Helena	0.15
145	Princesa Isabel	0.52	Diamante	0.15
146	Puxinanã	0.29	Catingueira	0.15
147	Queimadas	0.37	São José dos Cordeiros	0.15
148	Remígio	0.29	Tacima	0.15
149	Riachão	0.07	Rio Tinto	0.15

150	Riachão do Poço	0.22	Mãe d'Água	0.15
151	Riacho de Santo Antônio	0.10	Poço Dantas	0.14
152	Riacho dos Cavalos	0.25	Bom Jesus	0.14
153	Rio Tinto	0.15	Barra de São Miguel	0.14
154	Salgadinho	0.10	São José da Lagoa Tapada	0.14
155	Salgado de São Félix	0.18	Bom Sucesso	0.14
156	Santa Cecília	0.25	São José de Caiana	0.14
157	Santa Cruz	0.20	Igaracy	0.14
158	Santa Helena	0.15	Monte Horebe	0.14
159	Santa Inês	0.07	Juripiranga	0.14
160	Santa Luzia	0.27	Ibiara	0.13
161	Santa Rita	0.73	Nova Palmeira	0.13
162	Santa Teresinha	0.13	Coxixola	0.13
163	Santana de Mangueira	0.07	Cabaceiras	0.13
164	Santana dos Garrotes	0.42	Areial	0.13
165	Santo André	0.05	Santa Teresinha	0.13
166	São Bentinho	0.07	Pilar	0.13
167	São Bento	0.57	Damião	0.13
168	São Domingos	0.20	Frei Martinho	0.13
169	São Domingos do Cariri	0.33	Boa Ventura	0.12
170	São Francisco	0.10	Aguiar	0.12
171	São João do Cariri	0.11	Itabaiana	0.12
172	São João do Rio do Peixe	0.25	Caraúbas	0.12
173	São João do Tigre	0.18	Zabelê	0.12
174	São José da Lagoa Tapada	0.14	Curral Velho	0.12
175	São José de Caiana	0.14	São José de Princesa	0.12
176	São José de Espinharas	0.16	Tenório	0.11
177	São José de Piranhas	0.58	São João do Cariri	0.11
178	São José de Princesa	0.12	Matinhas	0.10
179	São José do Bonfim	0.20	Ouro Velho	0.10
180	São José do Brejo do Cruz	0.09	Mato Grosso	0.10
181	São José do Sabugi	0.16	Cacimba de Areia	0.10
182	São José dos Cordeiros	0.15	São Francisco	0.10
183	São José dos Ramos	0.43	Serra da Raiz	0.10
184	São Mamede	0.29	Borborema	0.10
185	São Sebastião de Lagoa de Roça	0.19	Salgadinho	0.10
186	Sapé	0.46	Amparo	0.10
187	Serra Branca	0.71	Riacho de Santo Antônio	0.10

188	Serra da Raiz	0.10	Caldas Brandão	0.09
189	Serra Grande	0.07	Cajazeirinhas	0.09
190	Serra Redonda	0.29	Parari	0.09
191	Serraria	0.28	Lastro	0.09
192	Sertãozinho	0.16	Cuitegi	0.09
193	Sobrado	0.18	São José do Brejo do Cruz	0.09
194	Solânea	0.35	Areia de Baraúnas	0.09
195	Soledade	0.18	Duas Estradas	0.09
196	Sossêgo	0.03	Assunção	0.08
197	Sousa	0.22	Capim	0.08
198	Sumé	0.43	Algodão de Jandaíra	0.08
199	Tacima	0.15	Curral de Cima	0.08
200	Taperoá	0.29	São Bentinho	0.07
201	Tavares	0.43	Serra Grande	0.07
202	Teixeira	0.26	Santa Inês	0.07
203	Tenório	0.11	Riachão	0.07
204	Triunfo	0.32	Santana de Mangueira	0.07
205	Uiraúna	0.24	Emas	0.07
206	Umbuzeiro	0.22	Joca Claudino	0.06
207	Várzea	0.04	Carrapateira	0.05
208	Vieirópolis	0.19	Santo André	0.05
209	Vista Serrana	0.15	Várzea	0.04
210	Zabelê	0.12	Sossêgo	0.03
