

Universidade de São Paulo
Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade
Departamento de Economia

**Rendas do Petróleo e Ineficiências Administrativas nos
Municípios Brasileiros**

Fernando Antonio Slaibe Postali

São Paulo

2012

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

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

Profa. Dra. Elizabeth M. M. Q. Farina
Chefe do Departamento de Economia

Fernando Antonio Slaibe Postali

**Rendas do Petróleo e Ineficiências Administrativas nos
Municípios Brasileiros**

*Tese apresentada ao Departamento de
Economia da Universidade de São
Paulo como um dos requisitos para a
obtenção do título de Livre-Docente
em Economia*

**São Paulo
2012**

FICHA CATALOGRÁFICA

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

Postali, Fernando Antonio Slaibe

Rendas do petróleo e ineficiências administrativas nos municípios brasileiros / Fernando Antonio Slaibe Postali. -- São Paulo, 2012.
121 p.

Tese (Livre-Docência) – Universidade de São Paulo, 2012.
Bibliografia.

1. Royalties 2. Petróleo 3. Finanças públicas I. Universidade de São Paulo. Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade II. Título.

CDD – 336.02

Sumário

Resumo	9
<i>Abstract</i>	10
Introdução	11
1 Rendas do Petróleo no Brasil: contexto, efeitos e perspectivas	17
1.1 A Lei do Petróleo (9478/97) e o regime de concessões	18
1.2 O pré-sal e suas especificidades regulatórias	23
1.3 Avaliação	26
2 Eficiência econômica, <i>Ineficiência X</i> e suas medidas	31
2.1 Transferências, federação e ineficiências fiscais	32
2.2 Modelo	35
2.3 Ineficiência-X	38
2.4 Medidas de eficiência	41
3 Dados	46
3.1 Variáveis relativas às rendas do petróleo	47
3.2 Variáveis relativas à capacidade fiscal	48
3.3 Variáveis relativas à Despesa Municipal	50
3.4 Variáveis relativas à Receita Municipal	51
3.5 Emprego no Poder Executivo Municipal	53
3.6 Considerações finais	53
4 Análise Envoltória de Dados	55
4.1 Estudos sobre eficiência utilizando DEA	56
4.2 Metodologia	59
4.3 Seleção dos insumos e dos produtos	64
4.4 Resultados	67
4.5 Comentários conclusivos	74

5	Fronteira Estocástica de Produção	76
5.1	Metodologia	76
5.2	Evidências para o Brasil	81
5.3	Dados e Resultados	83
5.3.1	Função de Produção Cobb-Douglas	85
5.3.2	Função de Produção Translog	88
5.4	Comentários conclusivos	91
6	Fronteira Estocástica de Custos	93
6.1	Metodologia	94
6.2	Fronteira de custo e setor público	98
6.3	Dados e Resultados	99
6.3.1	Função de Custo Cobb-Douglas	100
6.3.2	Função de Custo Translog	105
6.4	Comparação de <i>rankings</i> de eficiência	109
	Conclusões	113
	Referências Bibliográficas	115

Lista de Figuras

1	Royalties e Participações Especiais distribuídos a Estados e Municípios (1999-2010).	12
2.1	Princípio da medida de eficiência técnica na fronteira de produção . .	43
2.2	Eficiências Alocativa e Econômica	43
3.1	Histograma das rendas do petróleo: Brasil e principais Estados produtores	49
4.1	Análise envoltória e <i>scores</i> de eficiência	60
4.2	Distribuições estimadas das Eficiências Técnicas - Kernel Gaussiano .	68
5.1	Fronteira Estocástica de Produção	78
6.1	Fronteira Estocástica de Custos	97
6.2	Diagramas de dispersão entre os <i>scores</i> de eficiência	112

Lista de Tabelas

1.1	Distribuição dos royalties que excedem 5%, em %.	20
1.2	Distribuição dos royalties e participações especiais por UF, em valores correntes	21
3.1	Variáveis relativas a <i>Royalties</i> e Participações Especiais do petróleo	48
3.2	Variáveis relativas à capacidade fiscal municipal	50
3.3	Variáveis relativas à despesa municipal	50
3.4	Variáveis relativas à receita municipal e ativo	52
3.5	Variáveis relativas ao funcionalismo municipal	53
4.1	Variáveis utilizadas na estimação DEA	67
4.2	Estatísticas descritivas das ineficiências calculadas na DEA	67
4.3	Ineficiências de Custo estimadas para os 20 maiores beneficiários de <i>royalties</i> e participações especiais per capita - DEA - Custos	69
4.4	Resultados 2º estágio: Regressão para Eficiências de Custo	73
5.1	Fronteira de Produção- Cobb Douglas	87
5.2	Fronteira de Produção- Translog	90
6.1	Fronteira de Custo-Cobb Douglas	102
6.2	Ineficiências estimadas para os maiores beneficiários: função Cobb-Douglas	104
6.3	Fronteira de Custo - Translog	106
6.4	Ineficiências estimadas para os maiores beneficiários: função Translog	108
6.5	Correlação de Spearman.	111

Resumo

Esta tese tem como objetivo investigar se as rendas do petróleo distribuídas de acordo com a Lei nº 9478/97 geraram ineficiências nos municípios contemplados, em duas dimensões: quanto ao incentivo em maximizar o esforço fiscal e quanto ao incentivo em otimizar as despesas administrativas. Para cumprir tais objetivos, compararam-se duas metodologias: uma não-paramétrica, baseada em Análise Envolvória de Dados; e outra paramétrica, a partir da estimação de fronteiras estocásticas. O relaxamento do esforço fiscal foi investigado a partir da estimação de uma fronteira de produção de impostos, na qual o número de funcionários municipais e as despesas administrativas foram tomadas como insumos. No entanto, esta metodologia está sujeita a críticas segundo as quais as ineficiências técnicas podem representar, em parte, preferências locais não-observáveis por tamanho do setor público. Assim, visando superar este problema e, ao mesmo tempo, investigar se as rendas do petróleo afetam a eficiência da máquina administrativa, estimou-se também uma fronteira de custos, tendo como variável dependente as despesas administrativas. O banco de dados foi obtido pela conjunção de quatro fontes, tendo sido construído um painel não-balanceado de cerca de 5000 municípios, para o período entre 2002 e 2009. Os dados financeiros municipais foram extraídos do FINBRA, do Tesouro Nacional; os dados sobre emprego público municipal foram obtidos junto à RAIS; os dados sobre as rendas do petróleo são da ANP; dados complementares sobre a capacidade fiscal dos municípios foram obtidos junto ao IBGE. Os resultados mostram que as rendas do petróleo não afetaram o esforço fiscal, tendo em vista que elas não se mostraram significativas para explicar as ineficiências técnicas na fronteira de produção. No entanto, tanto a metodologia DEA-Custos quanto a fronteira estocástica de custos acusam que tais rendas contribuem para aumentar as ineficiências na gestão da máquina administrativa municipal.

Abstract

This thesis aims to investigate whether oil revenues distributed according to the 9478/97 Act led to inefficiencies in the municipalities within two dimensions: the incentive to maximize the tax effort and the incentive to optimize the administrative costs. To achieve these objectives, we compared two methods: a non-parametric one, based on Data Envelopment Analysis, and a parametric one, based on Stochastic Frontiers. The relaxation of fiscal effort was examined through the estimation of tax production frontier, in which the number of municipal employees and the administrative expenses were taken as inputs. However, this methodology is subject to the criticism that technical inefficiencies may represent, in part, unobservable preferences for government size. Thus, in order to overcome this problem and at the same time, to investigate whether oil revenues affect the efficiency of the administrative machine, we also estimated a cost frontier, with the administrative expenses used as dependent variable. The database was obtained by the combination of four sources, having been built an unbalanced panel of about 5,000 municipalities for the period between 2002 and 2009. Municipal financial data were extracted from FINBRA/ National Treasury; the data on local public employment were obtained from RAIS; data on oil revenues were taken from ANP and data on the fiscal capacity of municipalities were obtained from the IBGE. The results show that the oil revenues did not affect the tax effort, considering that they were not significant to explain the technical inefficiencies in the production frontier. However, both DEA and Stochastic Costs Frontier show that such rents contribute to increase the inefficiencies in the management of municipal administrative machine.

Introdução

Os princípios gerais que norteiam atualmente a apropriação e a distribuição das rendas do petróleo entre as entidades federativas no Brasil são definidos pela Lei nº 9478, de 6 de agosto de 1997, também conhecida como Lei do Petróleo. De acordo com ela, 10% do valor bruto da produção de petróleo e gás natural deve ser recolhido na forma de *royalties* junto ao Tesouro Nacional; além dos *royalties*, há incidência das chamadas Participações Especiais, um tributo sobre a renda líquida dos projetos de grande produção. Uma parcela significativa destas receitas é distribuída a Estados e Municípios que atendem a determinados critérios ligados à proximidade de áreas produtoras e/ou afetadas pelas atividades relativas à indústria petroleira. Vale ressaltar que existem diretrizes legais à aplicação de tais recursos financeiros pelas localidades beneficiadas, direcionando-os para alguns tipos de investimento, sendo vedada sua utilização para gastos correntes.

Pelo fato da Lei 9478 definir a precificação dos *royalties* e das participações especiais¹ com base nas cotações internacionais do petróleo e do gás, a expansão dessas receitas foi intensa após 1999, quando os preços internacionais apresentaram forte alta no mercado internacional e a taxa de câmbio Real/dólar passou a flutuar. A Figura 1 resume o montante destas rendas, em valores reais², distribuídas a Estados e Municípios ao longo da última década.

¹O artigo 45º da Lei do Petróleo (nº 9478/97) e o Decreto nº 2705/98 preveem quatro modalidades básicas de Benefícios Governamentais, incidentes sobre a produção: i) Bônus de Assinatura; ii) *Royalties*; iii) Participações Especiais e iv) Taxa de Ocupação e Retenção da área. O bônus de assinatura corresponde ao montante ofertado pelo vencedor no leilão para obtenção da concessão. A Taxa de Ocupação e Retenção de Área representa uma espécie de aluguel pela área de concessão. Os demais itens serão melhor explicados no Capítulo 1.

²Deflacionados pelo IGP-DI.

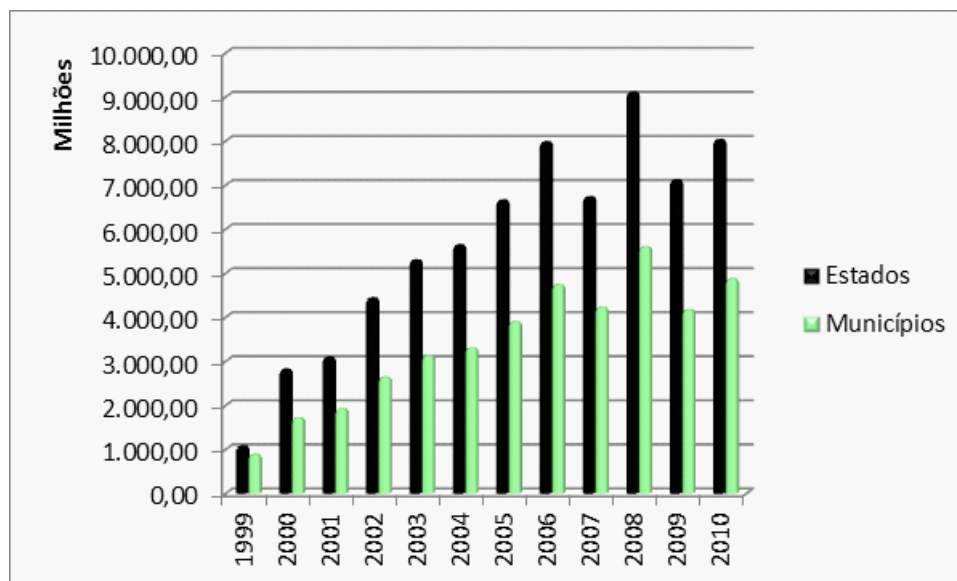


Figura 1: Royalties e Participações Especiais distribuídos a Estados e Municípios (1999-2010).

A abertura da fronteira exploratória do pré-sal, anunciada oficialmente pela Petrobras em novembro de 2007 ³ ampliou consideravelmente as perspectivas de elevação destas rendas, o que gerou fortes pressões para a mudança nas normas que regulam a relação entre a União e os investidores privados no setor de petróleo. A fim de adaptar o marco regulatório às novas condições exploratórias, o governo brasileiro fez aprovar no Congresso Nacional, no final de 2010, uma nova legislação introduzindo alterações substantivas no regime jurídico que governa a exploração de petróleo e gás natural nas novas áreas. Em linhas gerais, o regime de concessão, ainda em vigor nas áreas tradicionais, foi substituído pelo sistema de contratos de partilha, segundo o qual a União se mantém proprietária do recurso extraído, remunerando a empresa produtora de acordo com o volume produzido (custo em óleo).⁴ Além disso, criou-se uma nova empresa estatal, a Pré-Sal Petróleo S.A. (PPSA) ⁵,

³Fato Relevante - Petrobras, de 8/11/2007. Ver <http://www.apape.org.br/antigo/PRESAL09.htm>. Acesso em 6/01/2012.

⁴De acordo com o art. 26 da Lei nº 9478, de 6 de agosto de 1997, que define o marco regulatório da indústria do petróleo no Brasil, "a concessão implica, para o concessionário, a obrigação de explorar, por sua conta e risco e, em caso de êxito, produzir petróleo ou gás natural em determinado bloco, conferindo-lhe a propriedade desses bens, após extraídos, com os encargos relativos ao pagamento dos tributos incidentes e das participações legais ou contratuais correspondentes". O regime de partilha mudou esta configuração, tornando o concessionário uma espécie de prestador de serviços.

⁵Lei nº 12.304, de 2 de agosto de 2010.

destinada a gerir os novos contratos de partilha e a defender os interesses da União sobre os recursos hidrocarbonetos extraídos nas novas áreas. O Ministério de Minas e Energia (MME) teve suas atribuições aumentadas em relação às normas anteriores, e a Petrobras voltou a receber um tratamento diferenciado que havia sido formalmente abolido, já que foi definida como operadora obrigatória no pré-sal. Por fim, criou-se um Fundo Social ⁶, visando gerir de forma mais adequada as rendas provenientes do petróleo, na tentativa de gerar recursos financeiros para investimentos de porte em áreas como educação, programas sociais, desenvolvimento tecnológico e no combate à pobreza.

Na esteira das mudanças em estudo, existem propostas para alteração do desenho da distribuição interfederativa dos Benefícios Governamentais, no sentido de estendê-los a uma parcela substancialmente maior de localidades. A mais importante delas é a Emenda 387/09, apelidada de "Emenda Ibsen". Em termos gerais, a emenda propõe a utilização dos mesmos critérios do Fundo de Participação dos Municípios para a distribuição das rendas do petróleo, implicando em pesadas perdas financeiras para os atuais beneficiários. Pelas regras atuais, dentre os cerca de 5500 Municípios brasileiros, um conjunto de cerca de 900 são beneficiários reais de tais recursos. Uma versão da Emenda Ibsen, focalizada apenas nas receitas do pré-sal, foi aprovada em conjunto com a legislação que estabeleceu os contratos de partilha, mas foi vetada pelo então Presidente Lula. Atualmente⁷, o veto está pendente de apreciação pelo Congresso Nacional.⁸

A disponibilidade repentina das rendas do petróleo nos orçamentos municipais a partir da aprovação da Lei do Petróleo trouxe consigo preocupações quanto ao uso apropriado destes recursos. Em particular, diversos pesquisadores têm dedicado atenção aos efeitos sócioeconômicos destas receitas nas regiões beneficiadas, com base em estudos de casos de grande visibilidade. Um aspecto bem menos estudado

⁶Lei n° 12.351, de 22 de dezembro de 2010.

⁷Janeiro/2012.

⁸Além disso, o Senado Federal aprovou, em outubro de 2011, um substitutivo que destina 51% dos recursos de royalties e participações especiais para os estados não-produtores. Atualmente, eles recebem cerca de 9%. Atualmente (jan/2012), o projeto segue parado na Câmara, além do veto presidencial, que ainda precisa ser apreciado pelos congressistas.

é se os benefícios do petróleo afetam diretamente o comportamento das prefeituras que têm direito de usufruí-los, tanto no incentivo em maximizar seu esforço fiscal quanto no incentivo em minimizar os gastos administrativos.

A literatura sobre federalismo fiscal têm encontrado evidências de uma relação negativa entre receitas de transferências interfederativas e esforço fiscal (Shah, 1994), mas esta conexão tem sido pouco investigada no contexto das rendas petrolíferas do Brasil. Ademais, uma dimensão negligenciada pela literatura é a possível existência de impactos adversos dos *royalties* sobre a eficiência da máquina administrativa municipal. Se, por um lado, há perda de incentivo em maximizar a arrecadação de impostos, por outro lado, os benefícios do petróleo podem aumentar as chamadas *Ineficiências X* (Leibenstein, 1966), ou seja, induzir a um desvio do comportamento otimizador, traduzido no excesso de gastos administrativos para gerir um dado tamanho de setor público municipal. Uma hipótese pendente de estudo é se as rendas petrolíferas, ao reduzirem a pressão pela necessidade de financiamento da máquina administrativa local, levam os gestores públicos a coletar tributos locais a um custo acima do que indicaria um comportamento otimizador. Não há estudos sistemáticos que façam esta ligação para rendas do petróleo no Brasil.

Esta tese pretende contribuir para preencher esta lacuna. Seu objetivo é investigar diretamente se as rendas do petróleo têm algum impacto sobre as ineficiências administrativas no setor público municipal. Em que pese a problematização do conceito de *Ineficiência-X* quando transposto para fora do ambiente microeconômico das empresas privadas, ele é útil para caracterizar potenciais desperdícios de recursos no custeio da máquina pública, sob a hipótese de que seus administradores são agentes econômicos racionais. No caso em tela, busca-se investigar se os recursos petrolíferos à disposição de um conjunto restrito de prefeituras induzem não apenas a relaxamento de esforço fiscal, mas também a gastos administrativos acima dos economicamente ótimos.

Visando cumprir este objetivo, comparam-se duas metodologias fundamentais: uma não-paramétrica, baseada na Análise Envoltória de Dados, e outra paramétrica,

a partir da estimação de uma Fronteira Estocástica. Enquanto a primeira prescinde de uma hipótese comportamental otimizadora e de uma consequente forma funcional microfundamentada, a segunda permite construir um *benchmark* que caracteriza o resultado eficiente na forma de uma fronteira, seja de produção, seja de custos. Cada metodologia apresenta vantagens e desvantagens que serão oportunamente discutidas ao longo da tese. No entanto, ambas requerem a definição de insumos e produtos para as unidades decisórias do setor público, o que constitui tarefa bem menos objetiva e, portanto, mais sujeita a críticas e controvérsias do que a construção destas variáveis para firmas privadas, cujo estudo está na gênese destas metodologias. Mesmo sob tais limitações, este trabalho se propõe a utilizá-las para investigar o tema dos benefícios governamentais do petróleo e suas consequências locais, tendo em vista sua relevância no contexto atual.

A tese está dividida em sete capítulos: no Capítulo 1, apresenta-se um panorama sobre o marco regulatório do setor de petróleo no Brasil, incluindo as especificidades recém-aprovadas para as áreas do pré-sal; mostra-se, ainda, como a nova fronteira exploratória despertou propostas de alteração nas regras de distribuição interfederativa das rendas provenientes da produção de petróleo. O Capítulo 2 procura oferecer uma caracterização teórica para as potenciais ineficiências resultantes de transferências fiscais, a saber: redução do esforço fiscal e Ineficiência-X na administração da gestão municipal. Também são reportadas evidências desta relação causal para outros tipos de transferência no sistema federativo brasileiro. O Capítulo 3 descreve o banco de dados e relata algumas estatísticas descritivas sobre as variáveis utilizadas. O Capítulo 4 analisa o problema sob a ótica da Análise Envoltória de Dados em sua versão Custos (doravante DEA-Custos), cuja metodologia se descreve no referido capítulo. Em um segundo estágio, a ordenação estimada de eficiências econômicas é utilizada como variável dependente em um modelo de regressão quantílica, tendo como uma das variáveis explicativas as rendas do petróleo. O Capítulo 5 investiga o impacto das rendas petrolíferas sobre o esforço fiscal dos municípios a partir da estimação de uma fronteira estocástica de produção, com base na metodologia

proposta por Battese & Coelli (1995), na qual os insumos são dados pelas despesas administrativas e pelo quadro de pessoal no executivo municipal, ao passo que o produto é definido pela receita tributária municipal. O Capítulo 6 estima uma fronteira estocástica de custos para avaliar o impacto dos *royalties* e participações especiais sobre o gasto administrativo para a gestão de um dado tamanho de governo local. Os preços dos insumos são construídos pelas despesas médias de pessoal e de capital em cada município. Também se compara a robustez das metodologias na estimação das ordenações de eficiência. O último capítulo reúne as conclusões da tese.

Os resultados mostram que as rendas do petróleo não afetaram o esforço fiscal, tendo em vista que elas não se mostraram significativas para explicar as ineficiências técnicas na fronteira de produção. No entanto, tanto a metodologia DEA-Custos quanto a fronteira estocástica de custos acusam que tais rendas contribuem para aumentar as ineficiências na gestão da máquina administrativa municipal.

Capítulo 1

Rendas do Petróleo no Brasil: contexto, efeitos e perspectivas

Este capítulo apresenta um breve panorama sobre os aspectos regulatórios do setor de petróleo no Brasil, com ênfase nas regras que determinam a distribuição e orientam a utilização das rendas derivadas da atividade de produção de hidrocarbonetos. O objetivo é contextualizar a discussão que se desdobra nos capítulos seguintes sobre as potenciais ineficiências ocasionadas por estas receitas, além de apresentar uma avaliação dos resultados obtidos nos estudos até agora publicados. Ele está subdividido em três seções. A seção 1.1 descreve sucintamente o marco regulatório definido pela Lei nº 9478/97, que governa as relações gerais entre a União e os investidores privados no setor até os dias atuais; na seção 1.2, descrevem-se as alterações introduzidas para as áreas do pré-sal, as quais estão submetidas a um regime regulatório diferenciado, além da proposta de ampliação dos beneficiários dos recursos do petróleo contida na Emenda Ibsen. Por fim, na última seção, apresenta-se um panorama da literatura sobre os principais estudos já realizados sobre os impactos municipais das receitas do petróleo no Brasil, sobretudo no que se refere às suas dimensões fiscal e social.

1.1 A Lei do Petróleo (9478/97) e o regime de concessões

Em 1997, o Congresso Nacional aprovou a Lei nº 9478/97, conhecida como *Lei do Petróleo*. Ela inaugurou um novo marco regulatório do setor de petróleo e gás natural no Brasil, após mais de quarenta anos de monopólio estatal exercido pela Petrobras na exploração e no refino. A nova lei instituiu um *regime de concessões* para designar direitos de exploração e produção (E&P) de petróleo e gás natural, em substituição ao monopólio da Petrobras, quebrado pela Emenda Constitucional nº 9, de 1995. A partir da nova lei, consórcios privados tiveram permissão para disputar áreas de E&P de recursos hidrocarbonetos no Brasil. Também foi criada a Agência Nacional do Petróleo (ANP), uma instância regulatória destinada a gerir os contratos de concessão e a defender os interesses da União na relação com os investidores privados (Postali, 2002). A agência também substituiu o antigo Departamento Nacional de Combustíveis, assumindo suas atribuições normativas e regulatórias.

As atividades de exploração e produção de hidrocarbonetos, tanto no subsolo quanto na plataforma continental, só podem ser realizadas mediante a assinatura de um contrato de concessão entre a ANP e o produtor privado. Cada contrato prevê duas fases principais: na fase de *exploração*, que pode durar até nove anos, o concessionário se obriga a realizar atividades de prospecção com vistas a avaliar a comercialidade dos recursos sob sua responsabilidade; na fase de *produção*, o concessionário, em caso de viabilidade econômica, produz o recurso (petróleo ou gás) pelo prazo de até 27 anos, período durante o qual a propriedade dos recursos lhe é transferida, podendo dispor livremente do mesmo, em troca do pagamento de *royalties* e, quando for o caso, participações especiais à União.¹

Em síntese, o marco regulatório inaugurado em 1997 representou a maior transformação no mercado brasileiro de petróleo desde o seu nascimento², na medida em

¹Vale ressaltar que essa é uma diferença fundamental entre o regime de concessões e o sistema de partilha, implementado para os contratos do pré-sal.

²Pode-se estabelecer o início da indústria brasileira de petróleo em 1938, em plena ditadura do Estado Novo, quando foi criado o Conselho Nacional do Petróleo, órgão ligado à Presidência da República, visando coordenar o planejamento do setor. O CNP existiu até 1997, quando foi substituído pelo Conselho Nacional de Política Energética, conforme a Lei nº 9478. Outro marco

que o estado tipicamente *produtor* foi convertido em estado *regulador*, em vigor até os dias de hoje.³ Este marco se fundamenta em duas premissas: i) a regulamentação do acesso do capital privado às reservas brasileiras e estímulo à competição; e ii) usufruto eficiente das rendas do petróleo pela sociedade brasileira.

Com relação ao primeiro aspecto, atualmente, há dezenas de empresas privadas com direitos de exploração e produção de petróleo e gás no Brasil. Tais direitos foram designados aos investidores através de dez rodadas anuais de licitação, realizadas entre 1999 e 2008, quando os leilões foram suspensos para avaliação do pré-sal. Nestes leilões, foram arrematados 803 blocos, a partir de 1282 lances realizados, sendo que a Petrobras participou de 58% deles, tendo saído vencedora em 87% dos lances que efetuou.⁴ O lance médio em tais leilões foi da ordem de R\$ 11.805,10/ km^2 de área.⁵

No que se refere à apropriação de rendas, a legislação de 1997 estabeleceu quatro modalidades fundamentais de Benefícios Governamentais, dos quais os *royalties* e as participações especiais são os mais importantes, na medida em que dependem da produção efetiva de recurso sob responsabilidade dos concessionários. Os *royalties* representam um imposto *ad valorem* mensal com uma alíquota uniforme de 10% incidente sobre o valor bruto da produção de cada campo, precificado de acordo com uma média de preços internacionais.⁶ A parcela correspondente a 5% é distribuída

significativo se deu em 1953, no segundo governo Vargas, com a criação da Petróleo Brasileiro S.A. (Petrobras), no segundo governo Vargas. Desde então, a característica fundamental da indústria do petróleo no Brasil foi o monopólio da Petrobras em todas as etapas da cadeia produtiva, exceto na distribuição, que sempre possuiu um perfil competitivo. Para maiores detalhes da história da indústria do petróleo no Brasil, ver Postali (2002).

³Ainda que o pré-sal tenha recebido um tratamento regulatório diferenciado, que representou, em certa medida, um retrocesso na abertura do mercado, o núcleo do marco atual está fundamentado na legislação de 1997.

⁴Fonte: ANP. Cálculos das taxas de aproveitamento realizados em Rodrigues Brasil & Postali (2009).

⁵Fonte: ANP. Cálculo dos lances médios em Rodrigues Brasil & Postali (2009).

⁶Na verdade, trata-se do maior valor entre a média de preços internacionais de uma cesta-padrão apresentada pelo concessionário e um preço mínimo fixado pela ANP. Este preço mínimo é baseado no petróleo tipo *Brent Dated*, com base na seguinte fórmula:

$$P_{min} = TC * 6,2898 * (PBrent + D)$$

onde P_{min} é o preço mínimo do petróleo nacional produzido em cada campo, em R\$/ m^3 ; TC é a média mensal das taxas de câmbio diárias para compra do dólar americano, obtidas junto ao Banco Central do Brasil para o mês; P_{Brent} é o valor médio mensal dos preços diários do petróleo Brent, em em US\$ por barril, para o mês; D é o diferencial entre o preço do petróleo nacional e o do petróleo Brent, em US\$ por barril.

para Estados (70%), Municípios (20%) e Municípios afetados por instalações de embarque e desembarque (10%).⁷ A parcela que exceder os 5% deve ser distribuída de acordo com a Tabela 1.1, conforme a lavra ocorra na terra ou no mar:

Tabela 1.1: Distribuição dos royalties que excedem 5%, em %.

Destino	Terra	Mar
Estados confrontantes	52,5	22,5
Municípios confrontantes	52,5	22,5
Municípios Afetados	7,5	7,5
Ministério da Ciência e Tecnologia	25	25
Ministério da Marinha	-	15
Fundo Especial ⁽¹⁾	-	7,5
Total	100	100

Fonte: Lei 9.478/97 e Decreto 2.705/98

⁽¹⁾ A ser dividido entre Estados, Municípios e Territórios

As Participações Especiais são compensações extraordinárias ao Governo resultantes de casos de grande volume de produção ou de grande rentabilidade, com alíquotas progressivas que dependem da profundidade do campo e da localização da lavra. Tais alíquotas, que variam entre 0 e 40%, incidem sobre a receita líquida de produção, isto é, a receita bruta menos os custos operacionais, os investimentos e os *royalties* recolhidos. Suas receitas devem ser repartidas entre os Estados onde ocorre a produção (40%), os Municípios produtores (10%) e os Ministérios das Minas e Energia (40%) e do Meio Ambiente (10%). Esta modalidade de Benefício Governamental visa fornecer ao poder público uma participação maior na renda de projetos de elevada lucratividade ou produção abundante.

Os *royalties* e as participações especiais constituem o núcleo do sistema de apropriação de rendas dos hidrocarbonetos no Brasil. No entanto, sua distribuição entre as entidades federativas é altamente desigual, concentrando-se em Municípios de três Estados principais: Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte e Espírito Santo. A Tabela 1.2 apresenta algumas estatísticas sobre as receitas de *royalties* e participações especiais, tanto em valores brutos quanto em termos *per capita*, nas mãos dos municípios brasileiros, com destaque para as três unidades federativas mencionadas (os números

⁷Fonte: Lei n° 7.990/89, art. 29.

entre parênteses indicam a porcentagem de cidades beneficiadas em cada UF). Como se pode observar, a proporção de contemplados chega a 77,3% no Rio de Janeiro e a 94,3% no Espírito Santo, contra uma média de 14,7% para o universo dos municípios brasileiros. Também o valor médio dos benefícios é substancialmente maior nestes três estados, com destaque para as cidades fluminenses, beneficiárias de um valor médio anual de R\$ 18,6 milhões de reais, contra uma média nacional de R\$ 415,7 mil. Para todos os grupos, a média é substancialmente maior que a mediana, tanto em valores brutos quanto em termos per capita, revelando a grande assimetria na distribuição destes recursos em favor de poucos municípios localizados nestes Estados.

Tabela 1.2: Distribuição dos royalties e participações especiais por UF, em valores correntes

(% Municípios beneficiados)	Média	Mediana	Desvio Padrão
Brasil (14,7)			
<i>Royalties</i> (*)	415,73	0,00	10.500,00
<i>Royalties per capita</i> (**)	9,52	0,00	126,51
Rio de Janeiro (77,3)			
<i>Royalties</i>	18.600,00	3.337,86	78.600,00
<i>Royalties per capita</i>	315,72	87,54	790,80
Rio Grande do Norte (55,1)			
<i>Royalties</i>	600,44	9,84	2.668,44
<i>Royalties per capita</i>	40,40	1,65	164,07
Espírito Santo (94,3)			
<i>Royalties</i>	1.123,41	34,00	5.264,17
<i>Royalties per capita</i>	44,49	2,13	371,08

(*): em R\$ mil; (**): em R\$ correntes

Os recursos provenientes das receitas de *royalties* e participações especiais são distribuídos aos Municípios segundo dois critérios fundamentais. Primeiro, a localidade deve ser produtora propriamente dita ou confrontante com poços produtores *offshore*. A definição de Município confrontante se dá pela projeção dos limites territoriais da localidade através de linhas geodésicas ortogonais à costa e paralelos, segundo definição do IBGE⁸. O volume de receitas a que cada Município tem direito é proporcional à produção na área sob sua responsabilidade. Segundo, os Municípios

⁸Ver, por exemplo, http://www.ecg.tce.rj.gov.br/imagens/m_Rafael_March_-_Royalties_-_Apresentacao_TCE-RJ.pdf.

Acesso em 12.01.2012.

afetados por atividades ligadas à indústria do petróleo também são indenizados com tais recursos, principalmente por abrigarem atividades de transporte, embarque e desembarque de petróleo e gás.

Os critérios de distribuição de *royalties* e sua concentração em poucas localidades têm sido objeto de controvérsia. Serra (2003), por exemplo, argumenta que as localidades afetadas poderão enfrentar problemas após o esgotamento das jazidas, e defende a utilização de análises de impactos regionais da indústria do petróleo a fim de desconcentrar a distribuição destes recursos. Afonso & Gobetti (2008), por sua vez, simulam o impacto de propostas alternativas e mostram que os critérios atuais de distribuição dos *royalties* não atendem aos objetivos de justiça intergeracional, gerando desperdício e ineficiência em governos locais. Nesta mesma linha, Serra (2005) argumenta que a sorte geográfica teve primazia sobre a justiça intergeracional na formulação das atuais regras de distribuição, devendo, portanto, ocorrer uma inversão que privilegie a segunda em detrimento da primeira. Serra *et al.* (2006) apontam o papel dos *lobbies* dos atuais beneficiários na definição dos critérios de distribuição de *royalties*, concluindo que eventuais mudanças no sentido de ampliar o número de beneficiários são muito difíceis de serem implementadas, sobretudo devido à inércia legislativa.

Mesmo assim, o advento do pré-sal aqueceu as discussões sobre a revisão dos critérios de distribuição, no sentido de ampliar o conjunto de localidades beneficiadas. Um aspecto que permanece indefinido é se as alterações também atingiriam as receitas provenientes dos contratos já em vigor ou se valeriam apenas para as atividades do pré-sal.

1.2 O pré-sal e suas especificidades regulatórias

O anúncio da fronteira exploratória⁹ dos recursos hidrocarbonetos localizados na camada do pré-sal trouxe consigo propostas de alteração nas relações contratuais entre governos e investidores nas novas áreas. O argumento para as mudanças está fundamentado nas novas condições de incerteza propiciadas pelo pré-sal: diante de redução substancial no risco exploratório, não seria mais necessário ao governo abrir mão de potenciais receitas em favor dos concessionários para gerar incentivos ao investimento, como nos contratos de concessão. Com outras palavras, no novo cenário produtivo, o poder público seria capaz de se apropriar de fatias maiores da renda do recurso sem reduzir o incentivo ao investimento. Neste sentido, foram aprovadas três leis que introduzem um regime regulatório diferenciado para o pré-sal:¹⁰

a) *Lei nº 12.351, de 22 de dezembro de 2010*: institui o regime de partilha de produção nas áreas do pré-sal em substituição aos contratos de concessão; também cria o Fundo Social, destinado a financiar projetos de desenvolvimento a partir das rendas provenientes da produção de petróleo.

b) *Lei nº 12.304, de 2 de agosto de 2010*: autoriza o governo federal a criar uma empresa estatal - a Pré-Sal Petróleo S.A. (PPSA) - para administrar os contratos de partilha do pré-sal, além de gerir a comercialização dos recursos produzidos nestas áreas.

c) *Lei nº 12.276, de 30 de junho de 2010*: autoriza a União a ceder onerosamente à Petrobras, com dispensa de licitação, os direitos de lavra nas áreas não-concedidas situadas no pré-sal.

A Lei nº 12.351/10 representa o núcleo da reforma, que consiste em substituir

⁹A primeira descoberta no pré-sal na Bacia de Santos ocorreu no bloco BM-S-10 em julho de 2005 (área denominada como Parati). Em julho do ano seguinte anunciou-se a descoberta de Tupi no bloco BM-S-11, a qual pode ser considerada o anúncio oficial do pré-sal no Brasil. Ainda no final de 2007 foram anunciadas mais duas descobertas: Carioca (BM-S-9) e Caramba (BM-S-21). Ao longo de 2008, quatro novas descobertas foram realizadas: Júpiter (BM-S-24), Bem-Te-Vi (BM-S-8), Guará (BM-S-9) e Iara (BM-S-11). Fonte: Petrobras.

¹⁰Vale ressaltar que, no nosso entendimento, não houve mudança do marco regulatório da indústria do petróleo no Brasil, como ocorreu com a aprovação da Lei nº 9478, em 1997. Esta continua a definir as regras fundamentais da regulação do setor. A nova legislação, aprovada em 2010, introduz um regime diferenciado para as áreas a serem exploradas no pré-sal, sem alterar os contratos em vigor, assinados desde 1998.

o regime de concessão pelo regime de partilha na nova fronteira exploratória. Conforme se argumenta em Postali (2011), o regime de partilha busca fortalecer os direitos de propriedade da União¹¹ sobre os recursos do pré-sal, que adquiriram um caráter estratégico para o suprimento energético brasileiro, além de reforçar o usufruto de fatias crescentes de sua renda pelo poder público. Os contratos de partilha introduzem uma nova definição de direitos de propriedade entre União e investidores (Postali, 2011) sobre os recursos produzidos. No regime de concessão, o investidor privado, após adquirir o direito de exploração no leilão de licitação e tornar-se contratualmente responsável por todas as fases do *upstream* (exploração, desenvolvimento e produção), obtém a propriedade do recurso extraído, podendo dispor livremente dele para fins de comercialização ou estoque. Já no regime de partilha, a propriedade governamental dos recursos no subsolo, garantida pela Constituição, se estende ao recurso produzido, de forma que a empresa não é uma concessionária em si, mas uma espécie de prestadora de serviços à União, com a qual divide riscos e resultados. Em troca, o investidor é ressarcido por seus custos de produção (custo em óleo) e recebe uma remuneração composta por uma margem dividida com o governo (excedente em óleo). A decisão sobre o destino da produção compete à União, a partir das atribuições da nova estatal - PPSA (lei 12.304/10). Assim, a União passa a se envolver ativamente na gestão do petróleo produzido e a função da nova empresa é administrar a logística e a operacionalidade do excedente em óleo.

Em certa medida, o novo regime regulatório representa um retorno ao contexto pré-1997, sobretudo no que se refere ao ambiente competitivo e ao acesso do capital privado às reservas petrolíferas no Brasil. Conforme a Lei nº 12.276/10, e a Lei nº 12.351/10, (arts. 8º e 12º), a União pode celebrar com a Petrobras, com dispensa de licitação, contratos de partilha de produção nas áreas do pré-sal e em áreas consideradas estratégicas. Além disso, a Petrobras se tornou operadora exclusiva dos contratos de partilha, devendo possuir participação em qualquer consórcio atuando

¹¹Prevista na Constituição Brasileira (Art. 20, inc. IX).

em áreas do pré-sal.

Por fim, a receita advinda da comercialização do petróleo, do gás natural e de outros hidrocarbonetos fluidos passa a ser destinada ao Fundo Social (Lei nº 12.351/10), um fundo de natureza contábil - financeira destinado a financiar projetos e programas nas áreas de combate à pobreza e desenvolvimento da educação, da cultura, da ciência e tecnologia e da sustentabilidade ambiental. Trata-se de tentativa de destinar parte das rendas petrolíferas para o investimento de capital, visando garantir o bem estar inter-geracional, tendo em vista a finitude dos recursos que geram esta renda.¹²

Em suma, pode-se concluir que o regime regulatório diferenciado para o pré-sal introduz alguns retrocessos nas relações entre governo e investidores na indústria do petróleo, sobretudo no que se refere ao aumento da intervenção governamental no mercado, à ampliação do papel da Petrobras na operacionalização da produção e à participação direta do Estado na gestão dos recursos produzidos. O objetivo certamente é ampliar a fatia do governo nestas rendas, diante das perspectivas favoráveis quanto à substancial ampliação das reservas brasileiras com o pré-sal. Como consequência, estima-se um aumento considerável das receitas de *royalties* e participações especiais nas próximas décadas, o que gerou propostas de alteração nas regras de distribuição destas receitas.

Os recursos do pré-sal acabaram desencadeando discussões para revisão das regras de distribuição dos Benefícios Governamentais. A Lei nº 12.351/10 continha um artigo, proveniente da chamada Emenda Ibsen (387/09) que introduzia os mesmos critérios dos Fundos de Participação dos Estados e Municípios para a alocação destas rendas entre os entes federativos. Na medida em que o FPE e o FPM estão constitucionalmente desenhados para reduzir as desigualdades regionais a partir da

¹²A racionalidade econômica do Fundo pode ser encontrada em Hartwick (1977), que analisa as implicações de bem-estar resultantes da exploração de recursos não-renováveis. A ideia é que, como os recursos hidrocarbonetos tendem à exaustão econômica, as gerações futuras sofrem perda de bem estar potencial por não usufruírem deles. Assim, o investimento correto de suas rendas permite a manutenção do estoque de capital da sociedade, viabilizando um consumo per capita constante em estado estacionário. Sobre este aspecto, ver também Solow (1974) e Dasgupta & Mitra (1983)

transferência de recursos tributários do Sul/Sudeste para Norte/Nordeste e Centro-Oeste, os beneficiários atuais, concentrados predominantemente nos Estados do Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte e Espírito Santo, veriam suas participações sobre as rendas do pré-sal serem fortemente reduzidas. Por esta razão, e após a pressão de governadores e prefeitos contrariados, a Presidência da República vetou o artigo referente à nova configuração, mas o veto ainda não foi apreciado pelo Congresso.¹³ Caso o veto seja derrubado, as rendas provenientes do pré-sal seriam distribuídas de forma bem mais equitativa para Estados e Municípios brasileiros.

Quaisquer que sejam as regras de distribuição de suas rendas, os recursos do pré-sal abrem perspectivas bastante favoráveis para a disponibilização de Benefícios Governamentais nos cofres de Estados e Municípios. Neste contexto, duas questões relevantes a serem colocadas são: i) qual a avaliação geral sobre os impactos das receitas até agora obtidas pelos Municípios, após pouco mais de uma década de vigência da Lei do Petróleo, de 1997? ii) estas receitas têm produzido algum impacto adverso sobre a eficiência da gestão das prefeituras? No que se refere ao primeiro questionamento, a seção a seguir relata sucintamente os estudos que procuraram investigar o tema até agora; a segunda questão será objeto de estudo dos capítulos 4 a 6 desta tese.

1.3 Avaliação

Em que pese a magnitude dos recursos disponibilizados nas mãos de um subconjunto razoavelmente restrito de Municípios há mais de uma década, poucos estudos têm se dedicado à avaliação dos impactos locais destas rendas, sobretudo quanto aos incentivos em investi-las na promoção do desenvolvimento municipal. Vale ressaltar que as diretrizes da legislação propõem a canalização das receitas do petróleo para investimentos, vetando seu uso para folha de pagamento e serviços da dívida. Assim, uma questão relevante é analisar se os *royalties*¹⁴ propiciaram transformações

¹³ Janeiro de 2012.

¹⁴ Doravante, usar-se-á o termo "*royalties* do petróleo" para caracterizar, indistintamente, os Benefícios Governamentais provenientes da produção de hidrocarbonetos, isto é, os *royalties* propriamente ditos somados às participações especiais, sem incluir as receitas de bônus de assinatura

positivas nas realidades de Municípios beneficiados.

Investigando a relação entre receitas do petróleo e desenvolvimento, Navarro (2003), analisa a composição das despesas municipais e a sua evolução como função das receitas de *royalties* em Campos dos Goytacazes (RJ), o maior beneficiário municipal, em valores globais, na última década, concluindo que há impacto positivo destas receitas sobre o desenvolvimento sócioeconômico e sobre o bem-estar da população local. Na mesma linha de análise, Alexandre (2003) avalia os impactos dos *royalties* sobre o IDH e seus componentes nos municípios potiguares da área do petróleo (nordeste do Rio Grande do Norte), observando melhora nos indicadores educacionais e na frequência escolar nestas localidades. Além disso, o autor observa que o IDH destes municípios evoluiu em ritmo superior ao da média do Estado do Rio Grande do Norte. Para o Estado da Bahia, Reis (2005) compara a evolução de algumas variáveis sociais municipais (IDH, Índice de Gini, etc) entre beneficiários e não-beneficiários, não tendo observado significativa nestes indicadores entre os grupos comparados. Construindo indicadores de dependência dos recursos do petróleo e de avaliação de gastos públicos, Bregman (2007) conclui que os municípios mais dependentes da renda petrolífera destinaram a maior parte destes recursos às despesas de capital, mas não há evidências de correlação significativa entre essas rendas e as despesas legislativa, judiciária, administração e planejamento.

Explorando dados da ANP e do TCE-RJ, Leal & Serra (2002) concluem que os Municípios do norte fluminense, grandes beneficiários de *royalties*, elevaram o volume de investimentos em cerca de 200% nos anos iniciais de recebimento destas rendas, enquanto o Estado do Rio de Janeiro como um todo o reduziu; no entanto, a relação investimento/receita de *royalties* mostrou-se inferior à unidade, de forma que tais recursos estariam sendo utilizados em substituição a recursos tributários para a oferta de bens públicos.

Outro conjunto de estudos focaliza a evolução dos indicadores de saúde e educação em função das rendas do petróleo. Gomes (2007) mostra que as prefeituras e a taxa de retenção de área.

fluminenses fortemente dependentes destes recursos gastaram mais em termos per capita do que as pouco dependentes entre 2000 e 2004; além disso, as funções sociais que mais receberam recursos foram saúde, educação e urbanismo. Por fim, a autora conclui que esses gastos adicionais melhoraram somente alguns indicadores de saúde - taxa de mortalidade infantil, número de consultas médicas básicas por habitante e número de óbitos infantis - sendo que os demais indicadores de saúde e todos os indicadores de educação não apresentaram melhoras significativas. Através das séries dos Censos Escolares e da Prova Brasil e por meio de regressões logísticas, Giviez & Oliveira (2008) estudam os indicadores educacionais dos municípios da região norte do estado do Rio de Janeiro, encontrando uma relação negativa e estatisticamente significativa entre o recebimento de rendas petrolíferas e tais indicadores. Também observaram que esses municípios não apresentaram uma evolução diferenciada nas taxas de analfabetismo e na escolaridade média quando comparados com os outros municípios do Centro-Sul e concluem que os recursos provenientes das rendas petrolíferas foram incapazes de alterar a qualidade da educação.

Caselli & Michaels (2009) encontram evidências de que as cidades beneficiadas com grandes quantias de transferências de *royalties* apresentam elevação significativa nos gastos em uma variedade de bens públicos e serviços como habitação, educação e saúde. No entanto, quando analisados estes três quesitos, não se observa uma melhora significativa como seria esperado, mas sim, um complexo mapa, com melhoras em algumas regiões e pioras em outras. Apesar do aumento dos gastos públicos nas rubricas acima reportadas, tais dispêndios não se traduzem, necessariamente, em melhorias dos serviços públicos. Monteiro & Ferraz (2010), por sua vez, estudam os efeitos políticos das rendas do petróleo sobre os municípios brasileiros, obtendo evidências de que estes recursos conferem vantagens eleitorais aos prefeitos no cargo, além de contribuir para aumentar o número de funcionários públicos nas localidades beneficiadas.

Postali (2009) investiga o impacto dos *royalties* do petróleo sobre o crescimento do produto municipal das localidades beneficiadas, comparando-as com as não bene-

ficiadas, assumidas como grupo de controle, a partir de um estimador de diferenças-em-diferenças. Os resultados apontam que os municípios mais beneficiados em termos de receitas cresceram menos que os não-beneficiados. Da mesma forma, Postali & Nishijima (2008) comparam indicadores sociais dos Censos de 1991 e 2000 das localidades beneficiadas e concluem que a taxa de analfabetismo e o índice de Gini evoluíram positivamente além da média nacional nos municípios tratados com *royalties*, enquanto o Índice de Desenvolvimento Humano e a proporção da população coberta com energia elétrica evoluíram relativamente menos.

A partir do Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal (IFDM) Postali & Nishijima (2011) investigam a relação entre benefícios governamentais do petróleo e o desenvolvimento econômico das cidades beneficiadas, com dados em painel de 1999 a 2007. Os resultados mostram que as receitas do petróleo não produziram impactos significativos sobre os componentes de saúde e educação deste índice nos municípios beneficiados, além de gerarem efeitos negativos sobre o seu mercado de trabalho formal.

Uma outra preocupação relevante com relação ao impacto das rendas do petróleo sobre as localidades é a possível existência de redução de esforço fiscal. Como as prefeituras beneficiadas observam suas restrições orçamentárias serem deslocadas positivamente, elas podem adquirir incentivos em relaxar a coleta de impostos ou em gastar proporcionalmente mais do que a capacidade oferecida pela renda per capita local (*flypaper effect*). Nesta linha, Postali & Rocha (2009) obtêm evidências de redução do esforço fiscal em municípios contemplados com *royalties* do petróleo, a partir da estimação de um painel dinâmico de efeitos fixos (Arellano-Bond). Além disso, não foram obtidas evidências de que tais localidades alocam maior fatia de seus orçamentos à saúde, à educação e à energia em função dos *royalties* do petróleo. Também Queiroz & Postali (2010) estimam uma fronteira estocástica de produção, utilizando PIB per capita e população como insumos, mostrando que as receitas extraordinárias do petróleo causam impacto negativo nas eficiências técnicas estimadas pelo modelo, mostrando a redução do esforço fiscal resultante dos benefícios

governamentais petroleiros.

Enfim, os estudos sugerem que não há evidências conclusivas a respeito da natureza do impacto dos *royalties* do petróleo sobre as localidades beneficiadas. Dependendo do indicador estudado, há evidências favoráveis, nulas ou contrárias ao aumento do bem-estar local. Por outro lado, registram-se a escassez de investigações sobre como o comportamento financeiro dos municípios tem sido afetado e, principalmente, acerca dos potenciais impactos adversos sobre a máquina administrativa local. Com vistas a introduzir os conceitos necessários para a investigação destas questões, o capítulo seguinte descreve as medidas utilizadas pela literatura e sua relação com os aspectos fundamentais da teoria econômica ligados ao tema.

Capítulo 2

Eficiência econômica, *Ineficiência*

X e suas medidas

Este capítulo tem como objetivo caracterizar, do ponto de vista teórico, as ineficiências que podem atingir a administração pública como resultado da recepção de transferências de entes federativos superiores. A preocupação tradicional da literatura consiste em investigar os potenciais impactos adversos sobre o esforço fiscal, em um indicativo de que as localidades beneficiadas perderiam o incentivo em maximizar a arrecadação tributária própria ou em conter seus gastos. Por outro lado, uma possível consequência adversa destas receitas é o aumento das ineficiências de custeio da máquina administrativa, isto é, o excesso de gastos para um dado tamanho de governo. O fundamento teórico deste fenômeno pode ser expresso como uma ineficiência *X* no setor público, ocasionada pelo relaxamento da restrição orçamentária advindo com as transferências.

A seção 2.1 faz um levantamento da literatura sobre a relação entre federalismo fiscal e tributação local, tendo em vista que o efeito das rendas do petróleo no esforço fiscal é análogo; reportam-se também as evidências para o Brasil. Na seção 2.2, reproduz-se um modelo ilustrativo, originário de Queiroz & Postali (2010), do impacto de transferências provenientes de outras entidades federativas sobre o esforço tributário municipal; a seção 2.3 apresenta o conceito de ineficiência *X* e

discute sua possibilidade de aplicação para o setor público. Por fim, a seção 2.4 descreve as medidas teóricas de eficiência, a fim de identificar os princípios que fundamentam as estimações nos capítulos subsequentes.

2.1 Transferências, federação e ineficiências fiscais

A relação entre tributação, gastos e federalismo fiscal tem sido objeto de diversos estudos ao longo dos últimos anos, sob o pano de fundo de propostas de homogeneização das capacidades fiscais entre regiões no interior de um mesmo país (Oates, 1999; Dahlby & Wilson, 1994). A separação entre o poder de tributar e a decisão de gasto na presença de transferências oriundas de instâncias superiores da federação induz a um aumento no tamanho dos governos locais (Winer, 1983). Dentre as diversas explicações para o fenômeno, as mais comuns residem na redução do custo percebido dos fundos públicos (Logan, 1986). Há estudos que sugerem que as transferências federais distorcem as alíquotas dos impostos locais, no sentido de elevá-las (Smart, 1998), diante de externalidades verticais geradas pela disputa da mesma base tributária por diferentes autoridades federativas (Keen & Kotsogiannis, 2002, 2004). Por outro lado, as localidades beneficiárias de altos montantes de transferências de outras entidades federativas seriam sujeitas à redução de seu esforço fiscal, tanto na forma de receitas tributárias insuficientes quanto de excesso de gastos, como consequência de risco moral, tendo em vista que estas rendas forneceriam uma espécie de seguro contra a queda no nível de atividades (Sanguinetti & Tommasi, 2004).

Diversos estudos têm investigado se a hipótese do relaxamento fiscal gerado por transferências financeiras a localidades se confirma com os dados. Buettner (2006) explora uma mudança nas regras de transferências fiscais equalizadoras¹ na Alemanha e encontra evidências de que a elevação destes recursos nos cofres das loca-

¹Entende-se por equalização fiscal o processo de transferências de fundos com vistas à redução das desigualdades regionais. Trata-se de um mecanismo comum em países organizados na forma federativa (Oates, 1999). Em geral, as receitas atribuídas a cada localidade são inversamente proporcionais à sua capacidade fiscal.

lidades contribui para reduzir as alíquotas de impostos próprios. Dahlberg *et al.* (2008) utiliza abordagem análoga para a Suécia, concluindo que as transferências elevam os gastos provinciais, mas não reduzem as alíquotas tributárias. Tsui (2005) estuda a relação entre capacidade fiscal em localidades da China e transferências provenientes do governo central a partir da reforma fiscal de 1994. Sua conclusão sugere que as mudanças contribuíram para elevar diferenças de capacidade entre as regiões daquele país. Em estudo análogo conduzido para províncias do Canadá, Smart (2007) conclui que as regiões mais beneficiadas com transferências federais aumentam as alíquotas de impostos distorcivos, com o objetivo de encolher sua base de arrecadação e, desta forma, tornarem-se aptas a receber volumes crescentes de tais transferências.

Para o Brasil, os estudos referentes à relação entre federação e incentivos para gastos e tributação ganharam corpo a partir da dotação de maiores parcelas de recursos públicos para Estados e Municípios, gerada pela Constituição de 1988, sem a correspondente responsabilidade pela oferta de bens e serviços à população. Cossio (1998) denominou este resultado constitucional de descentralização incompleta, a qual resultou em diversas idiossincrasias no federalismo fiscal brasileiro. O conceito de federalismo fiscal está associado às definição de competências tributárias e de responsabilidades de gastos pelas diferentes instâncias da federação (União, Estados e Municípios), assim como ao desenho de transferências inter-governamentais com o objetivo de reduzir as desigualdades regionais de renda (Mendes, 2004).

Shah (1994), em um estudo sobre transferências intergovernamentais para diversos países emergentes, apresenta evidências de sub-utilização da base tributária local, ocasionada pelo usufruto deste tipo de benefício. No caso brasileiro, também se observam evidências neste sentido, com o agravante de que as transferências constitucionais beneficiam municípios maiores. Na mesma linha de investigação, Cossio (1998) obtém evidências de uma relação inversa entre o esforço fiscal e as transferências intergovernamentais no Brasil, ou seja, Municípios dependentes de alta concentração de receitas de transferências tendem a reduzir seu esforço de ar-

recadação própria. Ribeiro & Shikida (2000) chegam a conclusões análogas para uma amostra de Municípios do Estado de Minas Gerais e Aragon & Gayoso (2005) obtêm evidências similares para cidades peruanas. Reis & Blanco (1996) definem alguns conceitos de eficácia e capacidade tributárias com base na metodologia de fronteira estocástica (Battese & Coelli, 1992), concluindo pela existência de uma significativa disparidade de eficácia tributária entre os estados brasileiros, em função de diferenças de desenvolvimento regional. Os resultados para os municípios brasileiros com dados das décadas de 1970 a 1990 são análogos.

No que se refere à relação entre federalismo fiscal e despesas locais, os estudos empíricos têm buscado investigar a hipótese do *flypaper effect* (Gamkhar & Shah, 2006; Inman, 2008; Dahlby, 2011), ou seja, evidências de que as transferências inter-governamentais possuem um efeito maior sobre as despesas das cidades receptoras do que um aumento equivalente na renda dos seus contribuintes. Inman (2008) enumera possíveis explicações para o *flypaper effect*. Ele rejeita as explicações de natureza econométrica (variável omitida, problemas de especificação) e atribui estas evidências a motivos políticos e a “falhas contratuais” entre eleitores e os legisladores eleitos. Dahlby (2011) atribui o *flypaper* ao fato de que governos locais financiam seus gastos públicos com impostos distorcivos e as transferências lump-sum criam a possibilidade de redução do custo marginal dos fundos públicos, permitindo fornecer bens públicos a um custo sombra menor.

Cossio & Carvalho (2001) encontram evidências de *flypaper effect* no sistema federativo brasileiro utilizando técnicas de econometria espacial. Mattos *et al.* (2011) constroem *scores* de eficiência tributária para municípios brasileiros em 2004, utilizando metodologia não paramétrica (FDH) e encontram evidências de que as transferências federais afetam negativamente a eficiência arrecadatória dos municípios.

Embora as receitas do petróleo — *royalties* e participações especiais — estejam inseridas em uma lógica compensatória diversa, elas podem resultar nas mesmas ineficiências decorrentes dos demais tipos de transferência. Além disso, elas apresentam um perfil distributivo, com o intuito de beneficiar municípios produtores ou

afetados pelas atividades típicas da indústria do petróleo.

2.2 Modelo

Esta seção apresenta um modelo ilustrativo simples sobre como as rendas provenientes de transferências fiscais afetam o incentivo em coletar impostos em um município representativo. Deve-se enfatizar que não se tem o objetivo de construir uma forma reduzida empiricamente testável, mas apenas descrever, de forma estilizada, os fundamentos microeconômicos que governam as relações causais envolvidas. Trata-se de uma versão adaptada do modelo apresentado em Queiroz & Postali (2010).

Considere um município representativo das preferências locais, residente em uma determinada localidade. Ele possui uma renda Y , que deve ser alocada entre o consumo de bens privados (C) e de bens públicos (G), ambos normais, e deve pagar um imposto à prefeitura, calculado pela aplicação da alíquota τ sobre a sua renda. Quanto maior o esforço fiscal, maior a receita de impostos, de forma que a arrecadação tributária da prefeitura é dada por $T = \tau EY$, onde $E \in [0, 1]$ é uma variável indicativa do esforço fiscal. Portanto, a restrição orçamentária do município representativo é dada por:

$$Y = C + \tau EY \tag{2.1}$$

Além dos impostos locais, a prefeitura também recebe transferências incondicionais do governo federal, dadas por R . Assim, os bens públicos são financiados por impostos locais e por transferências incondicionais, de modo que:

$$G = T + R = \tau EY + R \tag{2.2}$$

O município representativo possui função de utilidade separável que depende dos dois tipos de consumo. Sua função objetivo é dada por:

$$\max_E U(C) + V(G)$$

Sujeito a (2.2) e (2.1). Supõe-se que o munícipe é avesso ao risco com relação aos dois tipos de bem. Substituindo essas restrições no problema de maximização, têm-se as seguintes condições de primeira ordem com relação ao esforço:

$$-\tau Y U' + \tau Y V' = 0$$

Onde U' e V' indicam as utilidades marginais do consumo privado e do bem público, respectivamente. Como $\tau Y > 0$ e rearranjando:

$$V' - U' = 1 \tag{2.3}$$

Pela condição (2.3), observa-se que o montante de esforço fiscal para o financiamento da oferta de bens públicos é estabelecido de forma a se igualar as utilidades marginais de ambos os tipos de consumo. Uma maneira objetiva de se expressar esta condição é fazer a transformação $V'/U' = 1$, indicando que a razão das utilidades marginais entre os tipos de consumo deve ser igual a 1.²

A fim de identificar a relação entre o volume de transferências e o esforço tributário do município, pode-se diferenciar a condição de primeira ordem (2.3) com respeito ao valor das transferências e ao esforço fiscal.

$$V''(\tau Y dE + dR) - U''(-\tau Y dE) = 0$$

Onde V'' e U'' indicam, respectivamente, a derivada das utilidades marginais dos agentes. Rearranjando:

²Como as variáveis C e G expressam gastos totais em bens privados e públicos, trata-se da condição de ótimo similar a de que a razão entre as utilidades marginais de ambos os bens deve ser igual ao seu preço relativo.

$$\frac{dE}{dR} = -\frac{V''}{(V'' + U'')\tau Y} \quad (2.4)$$

A expressão (2.4) sintetiza a relação de substituição entre esforço fiscal e receitas de transferência, de modo a manter o município em sua escolha ótima. Sob a prevalência das condições de aversão ao risco ($U'' < 0$ e $V'' < 0$), tem-se que essa expressão é negativa. Deste modo, um aumento das transferências do governo federal acarretará uma redução do esforço fiscal do governo municipal.

A racionalidade do modelo é simples. Por exemplo, se a função de utilidade do município é dada por uma Cobb-Douglas, ele preferirá gastar uma fração fixa de sua renda no bem público. À medida que a restrição orçamentária municipal é relaxada com o advento dos recursos federais, ambos os tipos de gasto se ampliam, mas a proporção entre bem público e bem privado se mantém. No entanto, o bem privado só pode ser financiado com a renda do município ao passo que o bem público é financiado tanto com a fração desta renda coletada na forma de impostos quanto com as transferências federais. Assim, o aumento destas permite uma realocação na composição do financiamento, reduzindo-se a parcela extraída da renda privada e ampliando a parcela proveniente das transferências.

Embora se trate de uma resposta racional a uma bonança financeira, a redução do esforço fiscal dela decorrente pode gerar um ciclo vicioso de dependência crescente de recursos federais: por um lado, a renda extra nos cofres da instância subnacional reduz o incentivo em maximizar a coleta de impostos; por outro, à medida que a base tributária local é pouco explorada, aumenta-se a necessidade das transferências federais para suprir o financiamento do setor público local. Esta é a razão para a cautela no trato do excesso de transferências para entidades federativas menores, inclusive as resultantes das rendas do petróleo.

2.3 Ineficiência-X

Embora a literatura supracitada esteja predominantemente preocupada com a redução de esforço fiscal e com incentivos ligados ao *flypaper effect*, uma dimensão muito pouco estudada das transferências governamentais - nas quais as rendas do petróleo no Brasil se enquadram - é seu potencial impacto adverso na eficiência da máquina administrativa. A hipótese fundamental a ser investigada é se estes recursos estariam contribuído para uma elevação no custeio da máquina, ou seja, se haveria um excesso de gastos administrativos para a execução da tarefa tributária estabelecida como meta. Os Capítulos 4 e 6 desta tese investigarão esta hipótese para os *royalties* do petróleo no Brasil. Mas antes é necessário tecer algumas considerações sobre as ineficiências potenciais e as razões que levariam um agente econômico a não adotar um comportamento maximizador.

O princípio fundamental da eficiência econômica se fundamenta no comportamento otimizador do agente econômico o qual, sob hipótese de racionalidade, teria um incentivo em maximizar sua utilidade ou minimizar sua desutilidade, sujeito a um conjunto de restrições. Assim, firmas sempre maximizam lucro e, como contrapartida da dualidade, minimizam custos. O comportamento maximizador (ou minimizador) é, desta forma, a base para construção dos diversos *benchmarks* de eficiência utilizados na análise econômica.

Neste contexto, se as firmas são racionais, o que explicaria eventuais discrepâncias entre o resultado ótimo esperado pela teoria e o resultado observado? O relaxamento do comportamento maximizador ficou conhecido na literatura como *Ineficiência-X* e diversos trabalhos posteriores buscaram investigar evidências do fenômeno, bem como seus fatores explicativos.

Deve-se a Leibenstein (1966) o pioneirismo na obtenção de evidências relativas às ineficiências-X, associadas primeiramente a falhas técnicas. Até então, os economistas tendiam a se preocupar apenas com as ineficiências alocativas (Frantz, 1992). Leibenstein reporta dados de diversas indústrias, observando variações significa-

tivas no produto para condições muito similares de capital, trabalho e tecnologia. Para o autor, as ineficiências alocativas são pouco significativas para explicar as ineficiências-X, já que a probabilidade de haver desequilíbrios consistentes em um conjunto muito amplo de preços relativos da economia é pequeno. As causas das ineficiências X foram atribuídas a questões motivacionais, internas e externas à firma, à ausência de contratos completos no mercado de trabalho e à falta de conhecimento da função de produção. Além das questões motivacionais, Leibenstein (1966) associou tais ineficiências à falta de pressão competitiva em alguns setores.

O principal crítico da noção de Ineficiência-X, sobretudo quanto aos fatores motivacionais ligados a ela, foi Stigler (1976). Segundo ele, a ideia de ineficiência-X pressupõe a existência de um produto pré-determinado, já que a maximização deste não constitui um objetivo *per se*, mas é a resultante da otimização de múltiplos objetivos dos agentes envolvidos com a firma (e.g.: relação lazer/trabalho). Para este autor, as firmas sempre minimizam custos, independentemente da tecnologia disponível. Além disso, a suposta ineficiência seria decorrente da preferência do lazer sobre a renda, já que o trabalho gera desutilidade.

Leibenstein (1978) rebateu tais críticas, argumentando que o esforço é uma variável altamente discricionária para as firmas, em função de contratos incompletos que se refletem em problemas de agência; além disso, o esforço possuiria um componente fortemente inercial, havendo relutância em alterá-lo mesmo diante de oportunidades lucrativas. Ainda de acordo com Leibenstein (1978), quanto menor a pressão do ambiente econômico (sobretudo de ordem concorrencial), menor o efeito das restrições sobre a tomada de decisão, de forma que haveria sempre uma oportunidade de substituir um comportamento minimizador de custos por uma atividade que reduza a pressão da competitiva³.

Apesar da controvérsias, a ideia de ineficiência-X gradativamente ganhou corpo

³Esta argumentação representa uma versão econômica da Lei de Yerkes-Dodson, desenvolvida pelos psicólogos Robert Yerkes e John Dodson (Yerkes & Dodson, 1908), segundo a qual há um nível ótimo de pressão motivacional sobre o desempenho do indivíduo: enquanto a baixa pressão resulta em um comportamento relapso, análogo a uma ineficiência de risco moral, o excesso de pressão causa desorientação e potencial queda de desempenho.

na literatura, com diversas propostas de explicação. Frantz (1992) chama a atenção para a relação entre *rent-seeking* e ineficiências-X, afirmando que ambas as atividades são substitutas entre si: quando se mantém a hipótese de racionalidade, a presença de ineficiências-X reduziria os recursos disponíveis para comportamentos oportunistas. A relação entre *rent-seeking* e ineficiências-X também é explorada por McNutt (1993), no contexto do custo social do monopólio. O autor conclui haver uma sobreposição entre ambas as medidas, propondo a revisão dos fundamentos econômicos do *rent-seeking*.

Button & Weyman-Jones (1992) procuram estabelecer a distinção entre ineficiência técnica e ineficiência-X, que estava ausente em Leibenstein (1966): enquanto a ineficiência técnica está ligada a fatores potencialmente tecnológicos, a segunda está ligada a elementos organizacionais e/ou comportamentais. Daí a necessidade de se vincular a ineficiência-X a problemas de ineficiência econômica.

A transposição destes princípios otimizadores e dos problemas de ineficiência-X para o setor público é relativamente direta, com potenciais implicações para os temas de *rent-seeking* e *public choice* (Buchanan *et al.*, 1980). Conforme salienta Button & Weyman-Jones (1994), a ideia de ineficiência-X se tornou fundamental para a avaliação de políticas de privatização e também para o desenho de mecanismos regulatórios destinados a incentivar a redução dos custos (preço-teto, por exemplo). A partir da utilização de algumas medidas de eficiência, o autor reúne evidências de que as empresas privadas, operando em ambientes competitivos e pouco sujeitas à regulação governamental, são mais eficientes do que as empresas públicas ou administradas pela burocracia estatal.

Desta forma, a racionalidade microeconômica das ineficiências do setor público está ligada aos conceitos de ineficiência-X e *rent seeking*. Em certa medida, embora ambas as teorias sejam concorrentes entre si, suas predições são observacionalmente equivalentes (Button & Weyman-Jones, 1994), sendo que o primeiro conceito tem suas origens no estudo de agentes privados (firmas), ao passo que o segundo tem maior vinculação analítica com o setor público.

Voltando ao objeto de estudo desta tese, a literatura supracitada permite formular a seguinte hipótese: as rendas do petróleo representam um fator redutor da pressão para a obtenção de fundos próprios de financiamento do setor público. Sob contratos incompletos de trabalho, este alívio orçamentário redundaria em problemas de agência (ou risco moral), pois os gestores públicos perderiam o incentivo em adotar práticas eficientes de gestão administrativa. Como consequência, haveria a emergência de ineficiências-X. Sob uma interpretação alternativa, abrem-se oportunidades de comportamentos *rent-seeking*, que se traduzem nas mesmas ineficiências descritas. Em que pesem as investigações até agora realizadas sobre os impactos dos *royalties*, esta hipótese ainda não foi estudada no Brasil.

Se do ponto de vista teórico as ineficiências parecem encontrar seus fundamentos microeconômicos, ainda que não consensuais, a literatura empírica procurou desenvolver medidas destinadas a avaliá-las. A próxima seção faz um sumário delas.

2.4 Medidas de eficiência

Ao lado das explicações teóricas para os resultados subótimos das firmas, a literatura buscou desenvolver medidas para a avaliação empírica de suas ineficiências, cujo pioneirismo se deve a Farrell (1957). Do ponto de vista produtivo, as eficiências econômicas podem ser decompostas em duas partes, de acordo com sua fonte (Farrell, 1957; Worthington, 2000):

a) *Eficiência Técnica*: é a capacidade de obtenção do máximo nível de produção a partir de um conjunto dado de insumos ou, sob outra perspectiva, é a capacidade de produzir determinado nível de produto utilizando a menor quantidade possível de insumos, dada a tecnologia existente.

b) *Eficiência Alocativa*: trata-se da combinação ótima de insumos e produtos, dados os seus preços relativos.

O atendimento aos dois princípios de eficiência corresponde à *Eficiência Econômica*, a qual requer a produção ao menor custo possível. Se pelo menos um dos dois critérios não for respeitado, então há espaço para melhora da eficiência do processo

produtivo, seja através da redução da quantidade física de insumos, seja pela realocação da composição destes, permitindo-se a obtenção do mesmo produto a um custo total menor. Assim, a avaliação da eficiência econômica requer a incorporação de preços relativos à análise.

A construção de uma medida de eficiência técnica pode ser ilustrada a partir da Figura 2.1.⁴ A tecnologia produtiva disponível é definida pela função de produção $y = f(x)$, na qual x é o insumo e y o produto. Esta função define a fronteira eficiente de produção, representando o máximo de produto que a tecnologia disponível permite obter, para um dado nível de insumo. A área sob a fronteira determina o *conjunto de produção* da firma, isto é, a combinação insumo-produto tecnologicamente viável. O ponto P representa uma combinação (x_i, y_i) tecnicamente ineficiente: por um lado, a quantidade de insumo x_i viabiliza um produto potencial $y_i^* > y_i$, de forma que o segmento PA indica a ineficiência proveniente da insuficiência de produto; por outro lado, a produção y_i pode ser obtida por uma quantidade de insumo $x_i^* < x_i$, de modo que o segmento PB representa a ineficiência resultante do desperdício de insumos.

A distância PA é a base para a construção de medidas de eficiência técnica *orientadas ao produto*. Elas podem ser definidas pela razão $\overline{Px_i}/\overline{Ax_i} = y_i/y_i^* \in [0, 1]$. Se esta razão é igual a um, a produção é tecnicamente eficiente e a produção observada é igual à produção potencial. De forma análoga, a distância PB fundamenta a construção de medidas *orientadas ao insumo*, definidas pela razão $\overline{By_i}/\overline{Py_i} = x_i^*/x_i \in [0, 1]$. A escolha da orientação da medida de eficiência técnica depende da conveniência e do perfil do problema em tela. Vale observar que, quando a função de produção possui retornos constantes de escala, ambas as medidas coincidem.⁵

A mensuração da eficiência econômica pode ser analisada a partir da Figura 2.2⁶, que representa um processo produtivo no qual dois insumos x_1 e x_2 são empregados na produção de um bem y . A curva YY' é a isoquanta unitária, isto é, a combinação

⁴Fonte: Elaboração própria.

⁵Para uma definição formal das medidas de eficiência técnica, assim como suas orientações, ver Kumbhakar & Knox Lovell (2000, p.43).

⁶Fonte: Elaboração própria, adaptada de Farrell (1957).

Figura 2.1: Princípio da medida de eficiência técnica na fronteira de produção

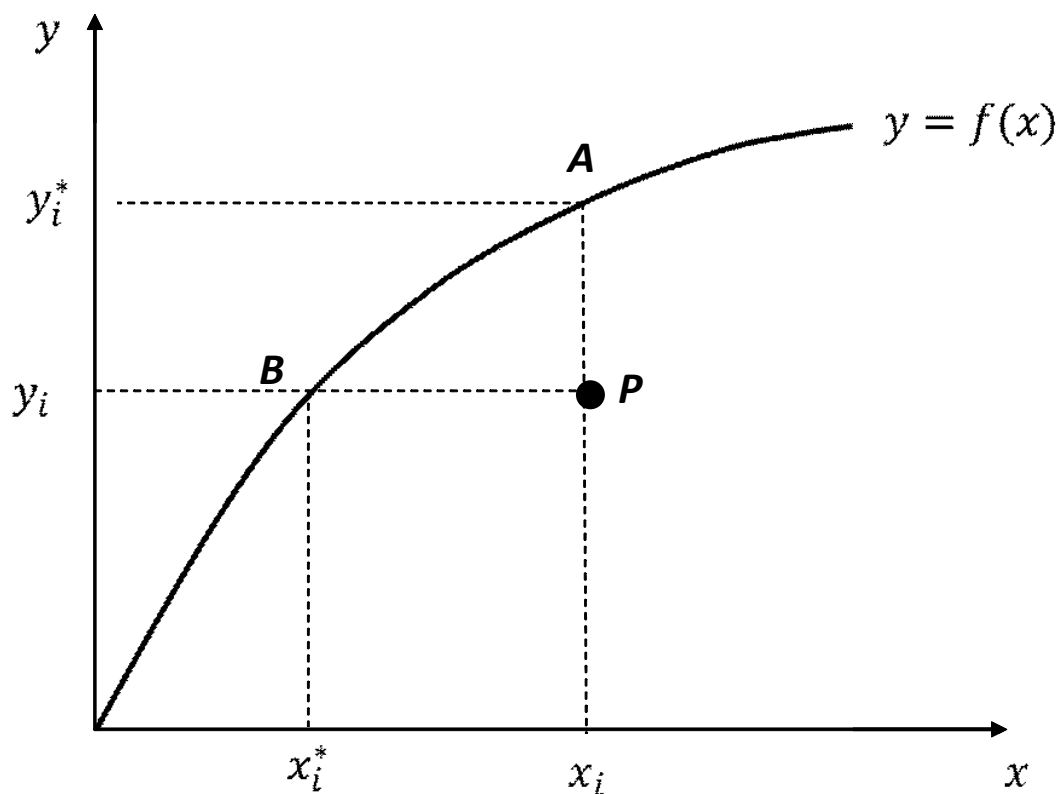
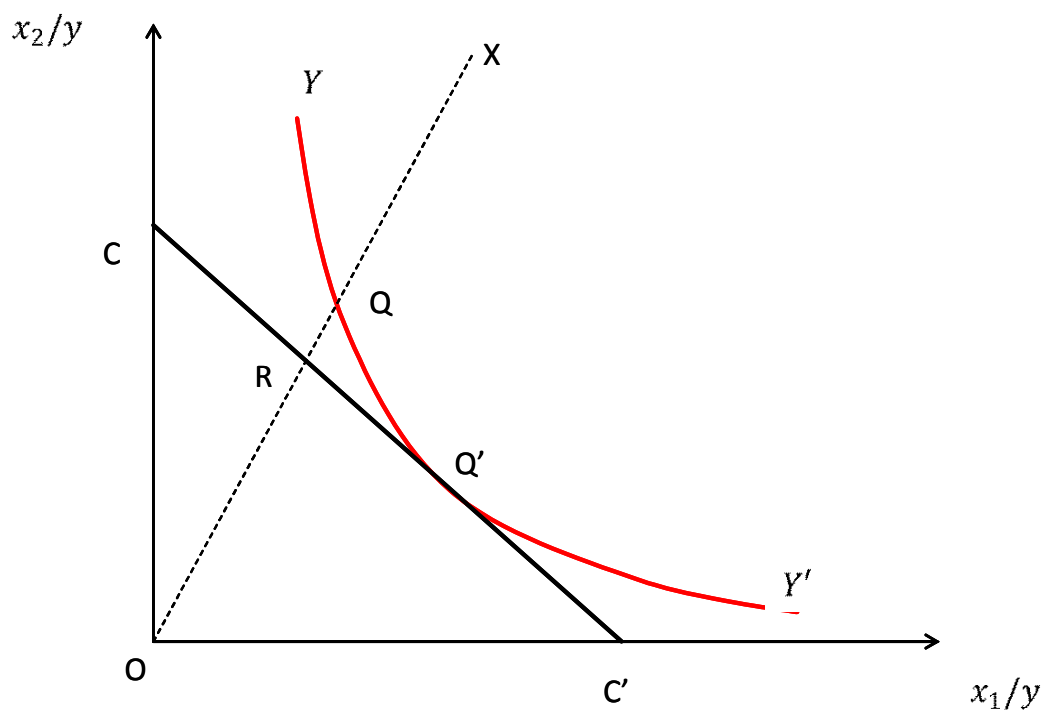


Figura 2.2: Eficiências Alocativa e Econômica



de insumos ótima para produzir uma unidade de produto. Trata-se da isoquanta representativa da firma plenamente eficiente, do ponto de vista técnico. O par de insumos X não é uma combinação eficiente neste processo produtivo, já que se situa em um ponto acima da isoquanta. É possível reduzir os insumos até o ponto Q e ainda assim manter o nível da produção. Desta forma, a razão $TE = OQ/OX$ pode ser definida como uma medida de eficiência técnica, indicando em que proporção esta redução de insumos pode ser realizada sem afetar o produto desejado. Como $OQ \leq OX$, $OQ/OX \leq 1$.

A linha CC' é a isocusto, isto é, a combinação de insumos em que a produção atende aos princípios de eficiência alocativa. Lembrando que a inclinação da isocusto é dada pelo preço relativo dos fatores, a combinação R é alocativamente eficiente, de modo que $AE = OR/OQ$ é uma medida de eficiência alocativa, indicando a possível redução de custos para se produzir uma unidade do produto. Q' é um ponto economicamente eficiente, já que cumpre os critérios de eficiência produtiva, ao se situar sobre a isoquanta YY' , e também os de eficiência alocativa, pois se encontra sobre a isocusto CC' . Desta forma, é fácil observar que RQ é a redução de custos possível se a produção ocorresse em Q' . A Eficiência Econômica (CE) total é dada pela razão OR/OX , a qual pode ser decomposta nos dois tipos de eficiência, a saber:

$$CE = TE * AE$$

Conforme a descrição de Worthington (2000), existem duas abordagens principais para avaliação de eficiência das unidades de decisão: a abordagem *econométrica* e a abordagem *matemática*. Ambas se baseiam na estimação das medidas de eficiência acima, mas a primeira especifica uma forma funcional para a função de produção (ou de custo), sob a hipótese de que ela reproduz um comportamento otimizador do agente responsável pela unidade de decisão (firma, prefeitura, indivíduo, etc.); já a abordagem matemática é mais flexível no sentido de prescindir de um *benchmark* otimizador, embora apresente algumas limitações que serão comentadas oportunamente.

A presente tese utilizará três procedimentos para a avaliação das ineficiências geradas pelas rendas do petróleo na administração pública municipal, procurando responder duas perguntas fundamentais: a) há relaxamento do esforço tributário pelas prefeituras beneficiadas? b) tais rendas geram ineficiências na gestão da máquina administrativa municipal, sobretudo naquela voltada para a arrecadação de impostos? Com outras palavras, as prefeituras contempladas estariam empregando excesso de recursos humanos e de capital para atender às preferências da população local quanto ao tamanho do governo?

A investigação da primeira questão será realizada a partir de um procedimento paramétrico de fronteira de produção; a segunda indagação será estudada a partir da comparação de uma metodologia não-paramétrica (seguida de um segundo estágio econométrico) com um procedimento paramétrico de construção de uma fronteira de custos.

O capítulo seguinte faz a descrição da base de dados utilizada nos três estudos.

Capítulo 3

Dados

Este breve capítulo tem como objetivo descrever a composição do banco de dados utilizado nas estimações presentes nos três capítulos subsequentes. Embora usualmente as estatísticas descritivas sejam apresentadas após a exposição do modelo, as variáveis utilizadas nos três procedimentos metodológicos derivam deste mesmo banco. Ele foi construído a partir de três conjuntos de dados, a saber:

a) *Dados de Rendas do Petróleo*: foram obtidos junto à Agência Nacional do Petróleo - ANP, contendo informações sobre o total de *royalties* e participações especiais distribuídas a Estados e Municípios. Compreendem as informações referentes às receitas municipais provenientes destas rendas, entre 2002 e 2009.

b) *Dados de Receitas e Despesas Municipais*: foram extraídos do FINBRA - Finanças do Brasil, da Secretaria do Tesouro Nacional. Trata-se de um banco de dados que sistematiza informações provenientes dos relatórios contábeis e financeiros de Estados e Municípios brasileiros, incluindo a composição de receitas e despesas, além de informações patrimoniais.

c) *Dados de Capacidade Fiscal Municipal*: o produto municipal (PIB) e a população foram obtidos junto ao IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

d) *Dados sobre o Emprego Público Municipal*: extraídos da RAIS - Relação Anual de Informações Sociais, do Ministério do Trabalho e do Emprego.

A conjunção destes quatro bancos de dados resultou em um painel de Municípios

observados entre 2002 e 2009, totalizando 40.249 observações. Ele não está totalmente balanceado, pela falta de informações fiscais de alguns municípios, de forma que há, em média 5031 localidades em cada ano (de um total de cerca de 5600 Municípios brasileiros). A escolha deste período está associada, principalmente, à disponibilidade e à uniformização dos planos de contas no FINBRA. Para se cumprir da melhor maneira possível o objetivo desta tese de investigar os efeitos das rendas do petróleo sobre os incentivos municipais, foi necessário maximizar a extensão temporal do banco de dados (tendo em vista que os critérios de distribuição de *royalties* e participações especiais começaram a ser aplicados em 1998) sujeito à relativa uniformização dos planos de contas da base do Tesouro Nacional. Até 2001, este banco de dados trazia apenas informações sobre a composição de despesas e receitas, sendo que as despesas administrativas não estavam discriminadas separadamente. Além disso, a subdivisão das contas era bem menos desagregada do que é hoje e a uniformização das informações para anos anteriores a 2002 estaria sujeita a potenciais erros de medida que poderiam comprometer as conclusões. Assim, optou-se por iniciar a análise a partir de 2002, embora o ideal fosse dispor de dados anteriores a 1998.

Cada uma das seções a seguir resume as estatísticas descritivas referentes a cada conjunto de dados.

3.1 Variáveis relativas às rendas do petróleo

A principal variável de interesse são os *royalties* e as participações especiais, cujo efeito sobre a gestão administrativa municipal se deseja estudar. As assimetrias nas distribuições destas rendas já foram comentadas no Capítulo 1 (vide Tabela 1.2) e agora apresentam-se alguns dados adicionais referentes a elas.

A Tabela 3.1 apresenta estatísticas descritivas relativas aos *royalties* e às participações especiais. Elas foram obtidas junto à ANP e correspondem à soma de: i) cota-parte de *royalties* até 5% sobre o valor bruto da produção de petróleo, referentes à indenização dos municípios afetados (art. 7º da lei nº 7.990/89); ii) à cota-

parte excedente a 5% sobre a produção de petróleo (art. 49, incisos I e II da lei n° 9.478/97) e iii) à cota-parte sobre as participações especiais (art. 50 da lei n° 9478/97).

Tabela 3.1: Variáveis relativas a *Royalties* e Participações Especiais do petróleo

Variável	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Rendas (R\$ mil)	479,82	9.409,72	0	853.000,00
Rendas per capita (R\$)	11,70	145,12	0	7.591,75
N° Obs.	40.249			

Fonte: Elaboração própria, com base nos dados da ANP e do IBGE, de 2002 a 2009

Como discutido anteriormente, esta legislação resulta em uma distribuição de rendas do petróleo fortemente concentrada em poucas localidades. Nota-se na Tabela 3.1 a enorme discrepância entre média e desvio padrão, tanto em valores brutos quanto em termos per capita, revelando mais uma vez a grande assimetria na distribuição destas receitas para os municípios brasileiros. A grande concentração nas localidades situadas nos chamados estados produtores também pode ser visualizada na Figura 3.1, que traz os histogramas dos logaritmos dos *royalties*¹ para o Brasil e para os três maiores beneficiários: Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte e Espírito Santo. As distribuições apresentam um perfil bimodal, tendo em vista que a maioria das cidades não tem acesso a estas receitas; no entanto, enquanto para o Brasil como um todo se nota grande concentração próxima de zero, para os municípios pertencentes aos estados produtores, prevalece a massa em torno de valores mais elevados, sobretudo para Rio de Janeiro e Espírito Santo.

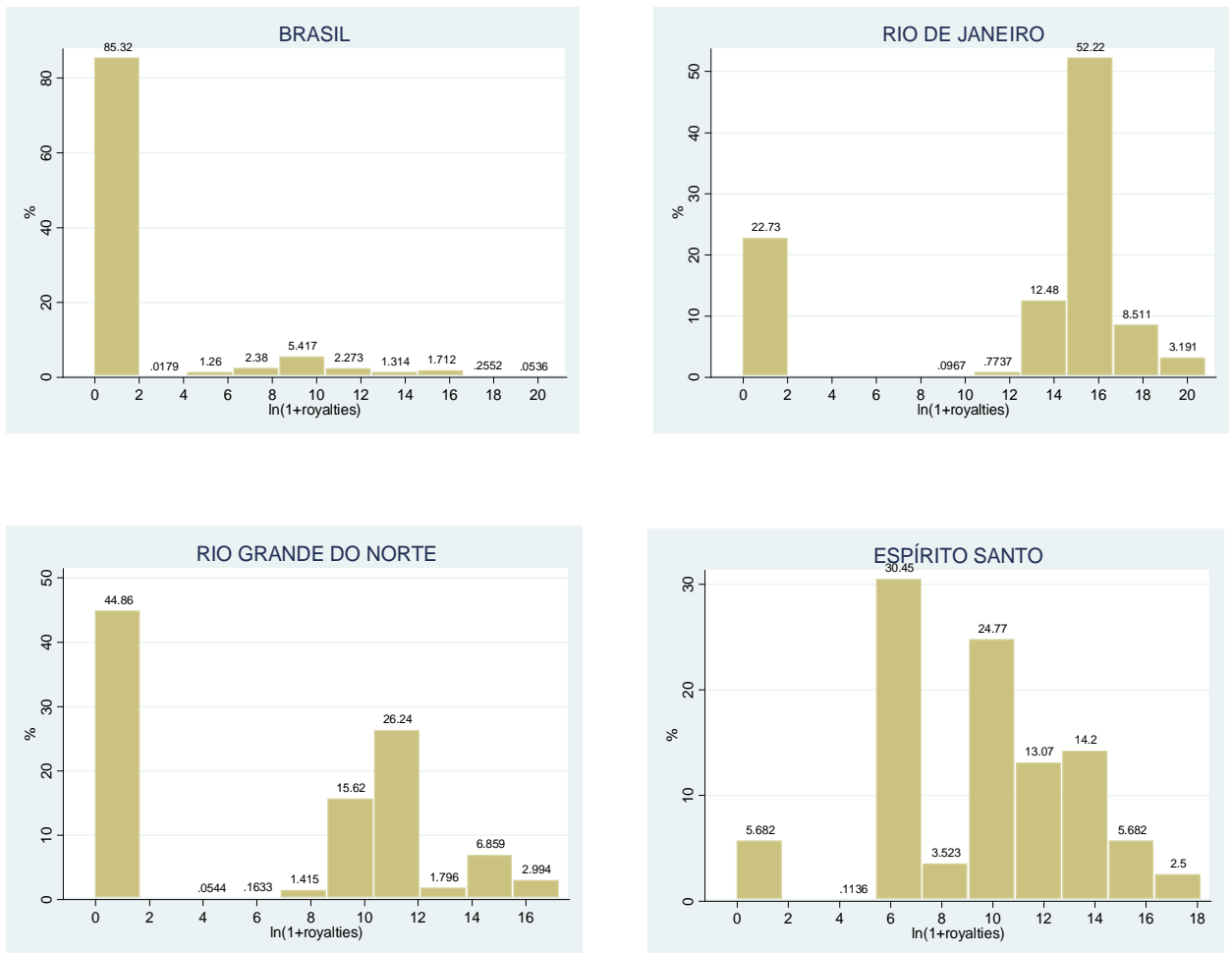
3.2 Variáveis relativas à capacidade fiscal

A Tabela 3.2 apresenta as estatísticas extraídas do IBGE, quais sejam, o PIB², o PIB per capita e a população municipais. Estas variáveis representam *proxies*

¹Na verdade, $\ln(1+royalties)$, devido ao grande número de observações com valor zero.

²Conforme advertência do Instituto, os dados referentes ao produto de 2009 ainda estão sujeitos a revisão.

Figura 3.1: Histograma das rendas do petróleo: Brasil e principais Estados produtores



para a riqueza da localidade e serão inseridas nas estimativas como controle para a capacidade fiscal do município. Quanto maior o PIB per capita, maior a capacidade tributária, facilitando a coleta de impostos. Por outro lado, Municípios com elevados PIBs per capita também tendem a possuir economias mais diversificadas, com estruturas produtivas mais complexas, exigindo maior estrutura administrativa voltada para o planejamento orçamentário e fiscalizador.

A população municipal introduz um controle para o tamanho do município, sob a hipótese de que cidades grandes coletam impostos de forma mais eficiente do que as pequenas.

Tabela 3.2: Variáveis relativas à capacidade fiscal municipal

Variável	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
PIB (R\$ mil)	326.605,10	3.854,37	1710,83	389.317,17
PIB per capita (R\$)	6.364,88	8.013,60	719,91	360.815,80
População	34.112,57	203.542	804	11.037.593
Nº Obs.	40.249			

Fonte: Elaboração própria, com base em dados do IBGE, de 2002 a 2009

3.3 Variáveis relativas à Despesa Municipal

Tabela 3.3: Variáveis relativas à despesa municipal

Variável de Despesa	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Administrativas (R\$ mil)	4.716,38	18.700	2,68	797.816,54
Pessoal e Encargos (R\$ mil)	14.900,00	112.000	14,71	6.786.994,45
Capital (R\$ mil)	4.448,68	37.400	2,16	3.129.066,13
Admin. per capita (R\$)	189,65	158,76	0,10	3.940,03
Pessoal e Enc. per capita (R\$)	480,53	280,12	0,56	4591,75
Capital per capita (R\$)	146,53	157,91	0,09	5045,28
Nº Obs.	40.249			

Fonte: Elaboração própria, com base nos dados do FINBRA/STN, 2002 a 2009

As estatísticas referentes às variáveis de despesa municipal, extraídas do FINBRA, encontram-se na Tabela 3.3. Elas compreendem os insumos e/ou produtos utilizados nos capítulos subsequentes.

As despesas administrativas são as que estão voltadas mais diretamente à coleta de impostos e compreendem as seguintes subfunções no plano de contas do FINBRA: i) Planejamento e Orçamento; ii) Administração Geral; iii) Administração Financeira; iv) Controle Interno; v) Normatização e Fiscalização; vi) Tecnologia da Informação; vii) Ordenamento Territorial; viii) Formação de Recursos Humanos; ix) Administração de Receitas; x) Administração de Concessões; xi) Comunicação Social; xii) Outras.³

³Fonte: Secretaria do Tesouro Nacional. Embora apenas os itens i, iv, v e ix digam respeito diretamente a recursos voltados para a arrecadação de impostos municipais, estas subcontas não se encontram separadas para os anos iniciais da amostra, de modo que se optou por utilizar a as despesas administrativas como um todo, conforme se discutirá posteriormente.

As despesas com pessoal e encargos sociais, em nível e em termos per capita, também estão dispostas na Tabela 3.3. Trata-se de informação referente ao quanto as prefeituras remuneram o insumo trabalho. Compreende informações sobre vencimentos do pessoal civil e militar, encargos trabalhistas e obrigações patronais (incluindo FGTS), contribuição previdenciária pública e para fundos de pensão, indenizações diversas, etc.⁴ Além disso, esta variável será utilizada para construir uma medida do preço médio do trabalho, necessária para a estimação da DEA e da Fronteira de Custos.

As despesas de capital, também presentes na Tabela 3.3, serão importantes para a construção de uma medida do preço médio do capital, utilizada como variável independente na fronteira de custos. Compreendem, basicamente, os investimentos diretos (incluindo formação bruta de ativos, obras e instalações, equipamentos permanentes, aquisição de imóveis, dentre outras), as inversões financeiras e a amortização de dívidas.

3.4 Variáveis relativas à Receita Municipal

As estatísticas descritivas das variáveis relativas às receitas municipais, também extraídas do FINBRA, encontram-se na Tabela 3.4. Elas incluem a arrecadação tributária total e desagregada conforme os impostos de competência municipal, quais sejam, o Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU), o Imposto sobre Serviços de Qualquer Natureza (ISSQN), o Imposto sobre Transmissão de Bens Imóveis (ITBI) e as Taxas Municipais. Além dos valores brutos e per capita, calculou-se também o valor das receitas tributárias como proporção do PIB municipal, que será utilizado como *proxy* para o tamanho do setor público municipal.

As variáveis de receita também incluem as transferências federais e estaduais para o Município. As primeiras referem-se, basicamente, às transferências constitucionais e reúnem as cotas-parte sobre as receitas tributárias provenientes da União (Fundo de Participações dos Municípios - FPM, IOF sobre o Ouro e ITR), além

⁴Fonte: STN.

Tabela 3.4: Variáveis relativas à receita municipal e ativo

Variável de Receita	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Tributária (R\$ mil)	6.766,63	126.000	0	10.857.777,53
IPTU (R\$ mil)	1.994,92	39.600	0	3.226.271,06
ISSQN (R\$ mil)	2.881,97	63.200	0	5.954.568,06
ITBI (R\$ mil)	485,37	8.097,42	0	706.246,96
Taxas (R\$ mil)	589,23	5.759,53	0	365.801,88
Tributária per capita (R\$)	70,62	101,19	0	2.133,12
IPTU per capita (R\$)	14,99	40,29	0	1.310,42
ISSQN per capita (R\$)	26,24	60,11	0	2.082,50
ITBI per capita (R\$)	7,85	13,87	0	364,76
Taxas per capita (R\$)	7,93	12,86	0	260,09
Tributária/PIB	0,01	0,01	0	0,29
Transf. Estaduais (R\$ mil)	9.230,86	77300	3,217	6.331.311,37
Transf. da União (R\$ mil)	10.700,00	35800	5,0674	1.568.587,94
Transf. Estaduais per capita (R\$)	274,10	309,62	0,21	8.691,31
Transf. da União per capita (R\$)	592,37	430,97	0,11	8.486,91
Ativo (R\$ mil)	60.978,23	1.620.049	0	16.577.762,80
Nº Obs.	40.249			

Fonte: Elaboração própria, com base nos dados do FINBRA/STN, 2002 a 2009

das transferências do SUS e as relativas aos Fundos constitucionais (FNDE, FNAS, etc.). As transferências estaduais seguem a mesma lógica, incluindo as cotas-parte sobre todas as receitas tributárias estaduais (ICMS, IPVA, IPI sobre exportação, dentre outras). Estas variáveis visam estabelecer um controle para o grau de dependência do orçamento municipal em relação a instâncias superiores da federação, sobretudo no que diz respeito aos seus componentes constitucionais. O federalismo fiscal brasileiro é desenhado de forma a reduzir as desigualdades regionais pela transferência de recursos do Sul e Sudeste para as regiões menos desenvolvidas (Mendes, 2004). Assim, as localidades mais dependentes de transferências constitucionais podem possuir características peculiares quanto ao esforço fiscal e à gestão administrativa.

Embora não se trate de uma variável de receita, as estatísticas descritivas dos ativos municipais, os quais serão utilizados para a construção da medida de preço do capital, também estão na mesma Tabela 3.4. Referem-se ao valor monetário de todo o ativo municipal, incluindo o financeiro, o realizável a curto e a longo prazos,

além do ativo permanente, referente aos investimentos, aos bens móveis e imóveis, máquinas, instalações, terrenos, edifícios, dentre outros.⁵

3.5 Emprego no Poder Executivo Municipal

Por fim, a Tabela 3.5 ilustra as estatísticas descritivas para a variável referente ao número de funcionários pertencentes ao poder executivo municipal, assim como sua proporção em relação ao número de habitantes da cidade. Elas foram extraídas da Relação Anual de Informações Sociais - RAIS - do Ministério do Trabalho e do Emprego (MTE). A RAIS é um relatório sócio-econômico exigido anualmente pelo MTE junto às pessoas jurídicas e reúne informações sobre os vínculos empregatícios da administração pública, da iniciativa privada e de empregadores registrados no INSS. Ela fornece informações estatísticas para o Cadastro Geral de Emprego e Desemprego - CAGED - do qual as informações foram extraídas.

Tabela 3.5: Variáveis relativas ao funcionalismo municipal

Variável	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Nº Funcionários do Poder Executivo	725,25	2.660,73	1	141.108
Nº Func./mil hab.	34,14	17,24	0,04	264,51
Nº Obs.	40.249			

Fonte: Elaboração própria, com base nos dados da RAIS, 2002 a 2009

Esta variável será empregada como insumo nas estimações da DEA-Custos no capítulo seguinte, além de ser utilizada para construir uma medida de preço médio do trabalho, na estimação da fronteira de custos, que será desenvolvida no Capítulo 6.

3.6 Considerações finais

Este breve capítulo teve como objetivo descrever sumariamente o banco de dados utilizado nos estudos apresentados nos três capítulos subsequentes. Conforme observado no início, a reunião destas informações resultou em um painel de dados municipais de 2002 a 2009. A construção do banco de dados se pautou por um

⁵Fonte: Plano de Contas do FINBRA-STN.

tradeoff: por um lado, desejava-se estender o máximo possível o horizonte temporal do painel, a fim de explorar de forma ampla os efeitos das rendas do petróleo ao longo da última década; por outro lado, os dados mais antigos do FINBRA não apresentam a mesma desagregação dos anos mais recentes. Esta observação é válida sobretudo para as variáveis referentes à despesa administrativa e de capital. Também não foi possível desagregar o dado da RAIS para investigar quantos funcionários estão alocados no serviço de receita tributária municipal.

Mesmo sob tais ressalvas, acredita-se ter obtido um painel razoavelmente balanceado, suficientemente longo e com informações fiscais e financeiras apropriadas para buscar as respostas que esta tese se propôs a encontrar.

Os três capítulos seguintes constituem o núcleo do presente trabalho. Eles aplicam este banco de dados para a investigação dos efeitos das rendas do petróleo sobre os incentivos municipais, conforme relatado no capítulo anterior.

Capítulo 4

Análise Envoltória de Dados

Este capítulo tem como objetivo investigar se os Benefícios Governamentais do petróleo contribuíram para elevar as ineficiências administrativas na coleta de impostos locais. Em particular, busca-se analisar a hipótese de que esses benefícios estariam levando os municípios contemplados a gerar impostos de sua responsabilidade com um excesso de recursos humanos e de capital. Assim, estimou-se uma *Análise Envoltória de Dados (DEA)*¹, da qual foram extraídos os três componentes de eficiência (técnica, alocativa e econômica) discutidos no capítulo 2. Em um segundo estágio, estas medidas foram inseridas como variável dependente em um modelo de regressão, tendo como variável independente os *royalties* do petróleo, dentre outras variáveis de controle. Além de um estimador de mínimos quadrados ordinários, utilizou-se um modelo de regressão quantílica, visando estudar o efeito da variável de interesse sobre diferentes percentis da eficiência calculada.

A vantagem da DEA sobre os procedimentos econométricos, inclusive a fronteira estocástica, é seu caráter *não-paramétrico*, permitindo certa flexibilidade (e até mesmo alguma arbitrariedade) na composição dos insumos e dos produtos. Ela é particularmente útil quando as hipóteses de maximização de lucro e/ou minimização de custos falham. Ao contrário das fronteiras eficientes, não há necessidade de se assumir a hipótese de comportamento otimizador, já que o envoltório é construído com base em uma razão produção-insumo das unidades de decisão. Ademais, os

¹Cooper *et al.* (2011) apresenta um bom panorama sobre a metodologia.

problemas de definição de formas funcionais, inerentes aos modelos econométricos, também são evitados.

Este capítulo está dividido em quatro seções. A seção 4.1 apresenta uma breve revisão da literatura sobre os trabalhos que utilizaram esta metodologia, com foco nos estudos voltados para a eficiência do setor público; na seção 4.2, descreve-se a metodologia da análise envoltória de custos, utilizada para estimar as eficiências econômicas; a seção 4.3 apresenta a seleção dos insumos e dos produtos, enquanto a seção 4.4 traz os resultados das eficiências calculadas e seus fatores explicativos a partir da regressão no segundo estágio. A última seção apresenta alguns comentários finais.

4.1 Estudos sobre eficiência utilizando DEA

A relação entre a Análise Envoltória de Dados (DEA) e as Ineficiências-X foi apresentada primeiramente por Leibenstein & Maital (1992), cujo objetivo foi validar a DEA como um instrumento de mensuração destas ineficiências. A metodologia foi utilizada para avaliar o desempenho de um time de hockey de Boston, cujos jogadores foram tratados como a unidade decisória². Os gols por partida foram definidos como produto ao passo que as oportunidades de chutes a gol e os salários foram considerados os insumos. Os autores concluíram que a DEA é um instrumento apropriado para mensuração de eficiências para os casos em que insumos e/ou produtos não estão sujeitos aos testes do mercado.

Deller & Nelson (1991) utilizam uma DEA de Custos para investigar a eficiência de cidades rurais do meio oeste norte americano em prover serviços em estradas locais. Os insumos utilizados são máquinas e equipamentos de manutenção e o produto foi dado pela extensão da rodovia sob responsabilidade da unidade decisória. Os autores encontraram evidências de efeitos de escala, sendo que cidades maiores são mais eficientes em prover tais serviços. Deller & Rudnicki (1992) apresentam estudo análogo para dados educacionais no Maine.

²DMU - *Decision Making Units*.

De Borger & Kerstens (1996) comparam a utilização da DEA com procedimentos paramétricos determinísticos e estocásticos, com o objetivo de estudar a eficiência de governos locais na Bélgica. Os índices de eficiência, calculados sob os diversos procedimentos metodológicos, são comparados entre si, tendo sido observado pouca correlação entre eles. No caso do procedimento não-paramétrico, os índices de eficiência estimados pela DEA e pelo FDH³ são explicados em um segundo estágio por características políticas, econômicas e sociais dos municípios. Conclui-se que as alíquotas dos impostos locais e o nível de educação afetam positivamente a eficiência, ao passo que as transferências e o nível médio de renda a afetam negativamente.

Worthington (2000) apresenta um estudo sobre a eficiência do setor público na Austrália, a partir do uso comparativo DEA e da fronteira estocástica de custos. Ele observa pouca variação nas eficiências técnica e alocativa entre as localidades estudadas no estado de Nova Gales do Sul, mas os fatores alocativos explicam a maior parte do desempenho das localidades. Além disso, os *rankings* de eficiência mostraram-se sensíveis à escolha do método (paramétrico versus não-paramétrico). Em um segundo estágio, as eficiências de custo calculadas pela DEA foram empregadas como variável dependente em um modelo econométrico, concluindo-se que elas são positivamente correlacionadas com serviços da dívida e com os ativos, e negativamente correlacionadas com o tamanho do quadro de pessoal. Por outro lado, quando se estima uma fronteira de custo estocástica, os sinais do ativo se invertem, mostrando que os impactos de variáveis explicativas sobre os *scores* de eficiência não são muito robustos ao método escolhido.

Nesta mesma linha, Balaguer-Coll *et al.* (2007) utilizam um procedimento não-paramétrico em dois estágios para investigar o impacto de variáveis fiscais e políticas sobre a eficiência na oferta de serviços públicos e sociais para os governos locais da Espanha. Os insumos foram dados pelos gastos correntes e pelas transferências, tendo sido estimadas fronteiras não-paramétricas pelas metodologias DEA e FDH. No segundo estágio, estimou-se uma regressão não-paramétrica para investigar o

³O FDH - Free Disposal Hull - também é um procedimento não-paramétrico cuja construção é análoga à DEA, mas que permite relaxar a hipótese da convexidade.

impacto de variáveis fiscais e políticas sobre os *scores* de eficiência. Os autores concluíram que os municípios maiores e mais populosos apresentam melhor desempenho na oferta de serviços públicos, os quais são afetados pelas mencionadas variáveis, cujos sinais são robustos ao método escolhido para a estimação do envoltório (DEA ou FDH).

Para o caso brasileiro, um estudo pioneiro na utilização de metodologias não-paramétricas para a análise da eficiência municipal é o de Sousa & Ramos (1999), que investiga os efeitos da descentralização sobre o desempenho dos municípios do Sudeste e do Nordeste, utilizando informações do Censo de 1991. Os autores obtêm evidências favoráveis ao uso eficiente dos recursos públicos como consequência da política de descentralização financeira implementada pela Constituição de 1988.

Sousa & Stovic (2005) aplicam as metodologias DEA e FDH, com procedimentos de *resampling* para controlar os efeitos dos *outliers*, com o objetivo de avaliar a eficiência dos municípios brasileiros. Os autores utilizam como insumos os gastos municipais, dentre outros, e como produto uma combinação de indicadores sociais municipais para o ano de 2001, concluindo que há uma relação direta entre tamanho de município e eficiência. Observa-se, também, que uma característica comum dos municípios ineficientes é a dependência de *royalties* do petróleo. Evidências análogas são encontradas em Sousa *et al.* (2005) que, no segundo estágio, obtêm evidências econométricas de que há efeitos de escala na eficiência dos municípios.

Sob a mesma metodologia, Araújo (2007) usa a DEA em dois estágios para estimar a eficiência tributária dos municípios brasileiros, com dados provenientes de uma *cross section* para o ano de 2004. Os insumos são dados pelas despesas administrativas e pelo número de funcionários ativos nas prefeituras, ao passo que os produtos são definidos pelo número de cadastros de contribuintes e pela receita tributária municipal. Em um segundo estágio, um modelo de regressão quantílica foi estimado para se identificar os fatores explicativos das eficiências, tendo sido obtidas evidências de que a desigualdade de renda e as transferências intergovernamentais as afetam negativamente, enquanto população e grau de urbanização têm impacto

positivo sobre as mesmas.

Em um estudo sobre o *flypaper effect*, Mattos *et al.* (2011) constroem *scores* de eficiência tributária para municípios brasileiros em 2004, utilizando a metodologia do Free Disposal Hull, na qual o produto é composto pela receita tributária e pelo tamanho da economia informal. Em um segundo estágio, os *scores* do FDH são regredidos contra algumas variáveis explicativas, obtendo-se evidências de que as transferências federais afetam negativamente a eficiência arrecadatória dos municípios.

4.2 Metodologia

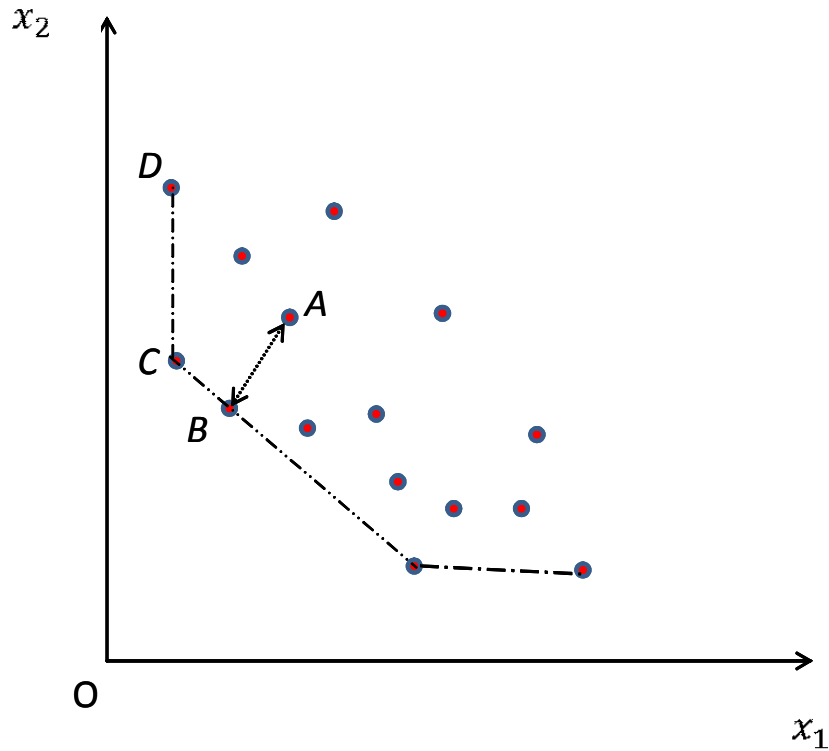
A Análise Envoltória de Dados (DEA)⁴ consiste em utilizar métodos de programação matemática para construir uma superfície seccional convexa envolvendo os dados observados (Coelli *et al.*, 2005, cap.6). A distância de cada unidade de decisão (no caso em tela, município) em relação a esta fronteira é a base para a construção de medidas que buscam mimetizar os conceitos de eficiência descritos no Capítulo 2. Quanto mais distante da fronteira, maior a ineficiência da unidade de decisão. Desta forma, as unidades decisórias podem ser ordenadas conforme sua *performance* em relação ao produto que se deseja estudar.

A Figura 4.1 mostra a ideia geral da envoltória. O algoritmo de programação linear seleciona as unidades mais eficientes, em torno das quais traça uma superfície convexa. O ponto **A** constitui uma unidade ineficiente, enquanto as unidades **B** e **C** são eficientes, pois estão sobre a fronteira. A medida de ineficiência é uma função da distância \overline{AB} . O ponto **D**, apesar de se situar sobre a fronteira, não é eficiente, pois o trecho CD da envoltória é paralelo ao eixo das ordenadas, ou seja, há um excesso do insumo x_2 na produção de **D**. Trata-se de um problema conhecido como *slack* ou excesso de insumos⁵, decorrente da não-imposição de uma forma funcional para a envoltória.

⁴Para um survey sobre a técnica, ver Cooper *et al.* (2011).

⁵O número de *slacks* é decrescente conforme o tamanho da amostra tende ao infinito. Os algoritmos de maximização utilizados para estimar a DEA costumam tratar os *slacks* em um segundo estágio da programação. Vide Coelli (1996) para o caso em tela.

Figura 4.1: Análise envoltória e *scores* de eficiência



A vantagem da DEA (e dos procedimentos não-paramétricos em geral) é prescindir da hipótese da existência de comportamento econômico otimizador que racionalize um *lugar geométrico* no qual os custos são minimizados e, portanto, as unidades decisórias nele situadas são eficientes (Balaguer-Coll *et al.*, 2007). Desta forma, ela está livre do problema econométrico fundamental de se definir uma forma funcional para a fronteira ótima; basta partir da hipótese de que pelo menos algumas unidades de decisão são consideradas eficientes por um critério *ad hoc*, e as demais são comparadas a ela. O algoritmo de programação linear visa, justamente, encontrar os coeficientes que definam uma combinação convexa entre estas unidades eficientes. Isso permite boa flexibilidade na definição de insumos e produtos. Porém, a ausência de forma funcional permite certa arbitrariedade na composição destas variáveis, o que acaba constituindo uma desvantagem do método. Além disso, conforme apontam Coelli *et al.* (2005), trata-se de um processo de construção determinista, sem possibilidade de realização de testes de hipóteses ou de inclusão de termos aleatórios no processo de tomada de decisão. A única possibilidade de

se investigar as causas das ineficiências observadas na DEA é realizar um segundo estágio econométrico, com a introdução de variáveis explicativas⁶.

O algoritmo geral da Análise Envoltória de Dados pode ser expresso da seguinte forma: seja um conjunto formado por I unidades decisórias (no caso em tela, Municípios), cada uma das quais produzindo M produtos y_1, \dots, y_M a partir de N insumos x_1, \dots, x_N . Uma medida geral de eficiência pode ser expressa pela razão entre uma combinação dos produtos e uma combinação de insumos. Assim, para cada unidade de decisão $i = 1, \dots, I$, deve-se resolver o seguinte problema de otimização

$$\max_{u_m, v_n} \frac{\sum_{m=1}^M u_m y_m}{\sum_{n=1}^N v_n x_n} \quad (4.1)$$

sujeito a

$$\begin{aligned} \frac{\sum_{m=1}^M u_{mj} y_{mj}}{\sum_{n=1}^N v_{nj} x_{nj}} &\leq 1, \quad j = 1, \dots, I \\ u_m &> 0, \quad m = 1, \dots, M \\ v_n &> 0, \quad n = 1, \dots, N \end{aligned}$$

O problema de programação linear busca encontrar os coeficientes dos pesos u_1, \dots, u_M e v_1, \dots, v_N de forma a maximizar a medida de eficiência, sob a restrição de que ela seja limitada a 1. Para evitar que a formulação expressa por (4.1) admita infinitas soluções, impõe-se a restrição $\sum_{n=1}^N v_n x_n = 1$. Além disso, o problema pode ainda ser reformulado de uma forma mais conveniente a partir da dualidade da programação linear (Coelli *et al.*, 2005, p. 163), gerando a seguinte forma equivalente, para cada uma das unidades de decisão $i = 1, \dots, I$:⁷

$$\min_{\theta, \lambda_k} \theta \quad (4.2)$$

⁶Desenvolvimentos recentes vêm gerando distribuições através de técnicas de *Bootstrap*. Estas não serão tratadas aqui.

⁷Omitiu-se o subscrito i a fim de evitar sobrecarga de notação.

tal que

$$\begin{aligned} \sum_{k=1}^I \lambda_{km} y_{km} - y_m &\geq 0, \quad m = 1, \dots, M \\ \theta x_n - \sum_{k=1}^I \lambda_{kn} x_{kn} &\geq 0, \quad n = 1, \dots, N \\ \lambda_k &> 0, \quad k = 1, \dots, I \end{aligned} \quad (4.3)$$

θ é um escalar e $\lambda_1, \dots, \lambda_I$ são constantes a serem calculadas conjuntamente através da programação linear. y_m e x_n são o produto e o insumo observados na unidade i .

A primeira equação do conjunto (4.3) estabelece que o envoltório a ser construída entre as unidades decisórias pelos pesos $\lambda_1, \dots, \lambda_I$ deve representar um limite superior para qualquer a produção observada y_m , $m = 1, \dots, M$; a segunda equação é análoga para os insumos, indicando que o envoltório deve representar um limite inferior para cada observação x_n .

$\theta \leq 1$ é a medida do grau de eficiência da unidade de decisão i , representando o fator pelo qual os insumos podem ser reduzidos sem provocar diminuição nos produtos. Deste modo, à medida que $\theta \rightarrow 1$, mais eficiente a unidade decisória.⁸

A formulação definida em (4.2) pressupõe retornos constantes de escala (RCE). Esta hipótese só é apropriada se houver elementos indicativos de que a unidade decisória opera em escala ótima. Se isso não acontece, os efeitos de escala podem se misturar com questões de eficiência técnica e ambas as medidas podem ser confundir (Worthington, 2000). Para evitar este problema, existe a alternativa de estimar um envoltório com retornos variáveis de escala (RVE), bastando introduzir no problema (4.2) a seguinte restrição de convexidade:

⁸Deve-se destacar que a formulação contida no problema (4.2) pressupõe a construção de uma medida de eficiência orientada para o insumo, conforme descrito no capítulo 2. O problema também poderia ser reformulado para gerar uma medida de eficiência orientada para o produto mas, conforme salientam Coelli *et al.* (2005, p.181), ambas as formulações geram a mesma fronteira eficiente e, portanto, identificam o mesmo conjunto de unidades decisórias eficientes. A diferença reside nas medidas de eficiência associadas às unidades ineficientes.

$$\sum_{k=1}^I \lambda_k = 1 \quad (4.4)$$

A equação (4.4) impõe a restrição da formação de um casco convexo na intersecção dos hiperplanos que envelopam os dados. Seu objetivo é garantir que as unidades de decisão sejam comparadas apenas com seus pares de tamanhos similares, o que não acontece sob a hipótese de retornos constantes.

Os coeficientes calculados θ representam uma medida da eficiência técnica da unidade decisória. A fim de se obter também uma medida de eficiência alocativa, é necessário introduzir os preços dos insumos. Assim, com o objetivo de decompor a eficiência econômica em seus elementos técnico e alocativo, faz-se necessário um segundo estágio de programação, que consiste em estender a DEA para incorporar os custos de produção, de modo a solucionar o seguinte problema:⁹

$$\min_{x_k^*, \lambda_k} \sum_{k=1}^N w_k x_k^* \quad (4.5)$$

sujeito a:

$$\sum_{k=1}^I \lambda_{km} y_{km} - y_m \geq 0, \quad m = 1, \dots, M.$$

$$\theta x_n - \sum_{k=1}^I \lambda_{kn} x_{kn} \geq 0, \quad n = 1, \dots, N.$$

$$\sum_{k=1}^I \lambda_k = 1$$

$$\lambda_k > 0, \quad k = 1, \dots, I$$

onde w_1, \dots, w_N são os preços de insumos com que a i -ésima unidade de decisão se depara e x_{kn}^* , $n = 1, \dots, N$ é o nível ótimo de insumo, que atende aos critérios de eficiência alocativa. Desta forma, a eficiência de custo é dada por

⁹Novamente, se omitiu o subscrito i .

$$CE_i = \frac{\sum_{k=1}^N w_{ki} x_{ki}^*}{\sum_{k=1}^N w_{ki} x_{ki}}$$

Esta medida está limitada ao intervalo $(0, 1]$, tendo em vista que $\sum_{k=1}^N w_{ki} x_{ki}^* \leq \sum_{k=1}^N w_{ki} x_{ki}$. Conforme $CE_i \rightarrow 1$, mais eficiente a unidade de decisão.

O cálculo do *score* baseado em uma DEA estendida para custos (DEA-Custos) permite incorporar às eficiências seu componente alocativo, em adição ao seu elemento técnico, estimado no primeiro estágio. As ineficiências técnicas TE_i correspondem aos θ'_i s. As eficiências alocativas (AE) são calculadas por resíduo, ou seja:

$$AE_i = \frac{CE_i}{TE_i} \quad (4.6)$$

Assim, a vantagem da DEA-Custos é permitir a decomposição das eficiências em seus componentes técnico e alocativo. As três medidas variam no intervalo entre 0 e 1, sendo que quanto mais próxima do teto, mais eficiente a unidade decisória. Outra vantagem desta extensão é interpretar os *slacks* como uma ineficiência alocativa, conforme o argumento de Ferrier & Lovell (1990) *apud* Coelli *et al.* (2005, p.199), o que reduz a necessidade de seu tratamento do ponto de vista técnico.

4.3 Seleção dos insumos e dos produtos

O objetivo do presente capítulo é utilizar a DEA-Custos para investigar se e como os *royalties* do petróleo afetam as eficiências econômicas na gestão administrativa municipal voltada para a obtenção de receitas tributárias. A hipótese subjacente é que esta metodologia permite medir as ineficiências-X conceituadas no capítulo 2. Conforme observado anteriormente, a vantagem da estimação não-paramétrica é evitar o problema de se definir uma forma funcional para fronteira eficiente, já que isso exige o pressuposto de um comportamento otimizador microeconomicamente fundamentado por parte da unidade decisória. Assim, a escolha dos produtos e dos insumos referentes ao problema objeto de estudo envolve certo grau de discriciona-

riedade.

As candidatas naturais aos produtos são as receitas tributárias municipais, quais sejam, o IPTU, o ISSQN, o ITBI e as Taxas, todas elas expressas em termos per capita, a fim de se estabelecer um controle para o tamanho do município.

Os insumos devem ser *proxies* para o capital e para o trabalho. A medida de capital utilizada é valor total dos ativos municipais per capita, obtido no FINBRA. O ideal seria obter uma medida de ativos físicos e instalações destinadas à coleta de impostos, mas esta desagregação não está disponível. A medida de trabalho foi extraída da RAIS e se refere ao número de funcionários do executivo municipal por mil habitantes. Novamente, o ideal seria incluir apenas os trabalhadores voltados à coleta de impostos, mas este banco de dados não contém esta desagregação.

As medidas de preço do capital e do trabalho foram inspiradas em Worthington (2000). Diferentemente do que ocorre com firmas em mercados competitivos (onde os preços dos insumos são dados) cada município se depara com um preço próprio, dado pelas condições locais. Portanto, os preços dos insumos devem ser construídos a partir de variáveis observáveis. No presente estudo, o preço do trabalho foi obtido pela despesa média de pessoal, ou seja, a razão entre a despesa com pessoal e o número de funcionários do executivo municipal. Analogamente, o preço do capital foi definido pela despesa média de capital, isto é, a razão entre as despesas de capital e o ativo municipal¹⁰. Importa observar que esta definição implica que, do ponto de vista meramente operacional, o problema seria equivalente a uma DEA de estágio único, cujo denominador é formado pela soma das despesas de pessoal com despesas de capital (vide equação 4.1). Todavia, a sua decomposição na forma descrita¹¹ permite visualizar a ineficiência alocativa, o que não ocorre se a estimação fosse interrompida no primeiro passo.

Antes de prosseguir, importa tecer algumas considerações sobre a razão da escolha de uma DEA-Custos ao invés da DEA em um estágio. Uma das vantagens da

¹⁰Worthington (2000) constrói medida semelhante para o estudo do setor público na Austrália, mas utiliza apenas as despesas *físicas* de capital.

¹¹Os preços do capital e do trabalho serão necessários isoladamente para a estimação da fronteira estocástica de custos, no capítulo 6.

primeira é permitir a construção de *scores* de eficiência decompostos em seus dois elementos - alocativo e técnico. Normalmente, as estimações não-paramétricas para o setor público preocupam-se apenas com o componente técnico, o que implica em assumir que os municípios sempre veriam vantagem em maximizar os tributos, dados os recursos disponíveis. No entanto, a decisão de quanto extrair de impostos da população da cidade é uma representação implícita das preferências locais quanto ao tamanho do orçamento do setor público, as quais são endógenas a fatores econômicos, inclusive ao preço relativo do fator trabalho necessário para "produzir" impostos. Assim, ainda que a construção da medida de preço esteja sujeita a imperfeições e a fragilidades provenientes das limitações do banco de dados, ela permite refletir com mais acurácia as escolhas dos municípios quanto ao grau de extração de recursos tributários, diante de seus condicionantes alocativos e econômicos. Com outras palavras, as preferências municipais pelo tamanho do gasto público podem "contaminar" as estimações de eficiência técnica, de forma que a estimação da eficiência econômica propriamente dita permite obter um mapa mais completo sobre o desempenho dos municípios na gestão de suas receitas.

Além disso, as ineficiências-X são definidas como desvios do comportamento otimizador de custos. Tais desvios são resultados de condicionantes econômicos que afetam o comportamento motivacional do agente, conforme as ideias reproduzidas no capítulo 2. Na medida em que a DEA-Custos permite o cálculo da eficiência econômica como um todo (e não apenas a técnica), ela é um instrumento mais completo para avaliar empiricamente as ditas ineficiências do que a DEA em estágio único.

A Tabela 4.1 resume as variáveis utilizadas na estimação das eficiências de custo.

A estimação dos *scores* de eficiência econômica foi realizada através do software DEAP - *Data Envelopment Analysis Program* - desenvolvido por Timothy Coelli (Coelli, 1996). Para isso, foi necessário produzir um painel rigorosamente balanceado com as observações municipais entre 2002 e 2009. Assim, somente os municípios que possuíam informações para estes oito anos foram considerados para a estimação, o

Tabela 4.1: Variáveis utilizadas na estimação DEA

	Descrição	Fonte
Produtos		
IPTU	Receita municipal per capita	FINBRA/STN
ISSQN		
ITBI		
Taxas		
Insumos		
Trabalho	Funcionários do Executivo/mil hab.	RAIS
Capital	Valor dos ativos per capita	FINBRA/STN
Preço do Trabalho	Despesas de pessoal sobre n ^o func.	Construída
Preço do Capital	Despesas de capital sobre ativos	Construída

que resultou em um painel composto por 3454 unidades decisórias observadas por 8 anos.

4.4 Resultados

As eficiências econômicas e seus componentes técnico e alocativo foram estimados conforme os passos dados pelas equações (4.2), (4.5) e (4.6). As estatísticas gerais encontram-se na Tabela 4.2. Dos 3454 municípios, 19 mostraram-se economicamente eficientes (isto é, $CE = 1$); 37 atenderam apenas o critério de eficiência técnica plena ($TE = 1$), enquanto 23 mostraram-se apenas alocativamente eficientes ($AE = 1$).

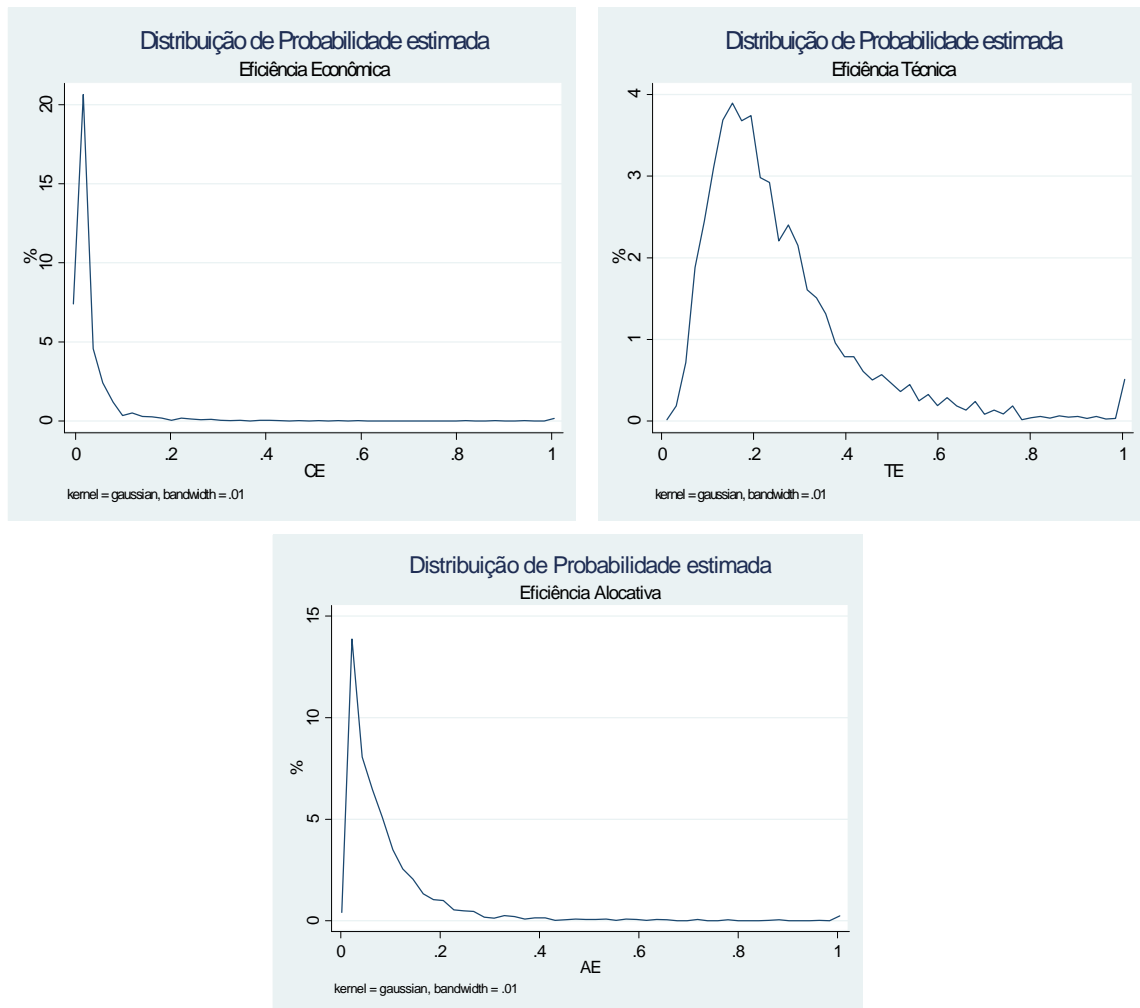
Tabela 4.2: Estatísticas descritivas das ineficiências calculadas na DEA

Ineficiência	Média	Desvio Padrão	1^o quartil	Mediana	3^o quartil
Econômica	0,033	0,090	0,005	0,011	0,026
Alocativa	0,096	0,121	0,030	0,061	0,113
Técnica	0,258	0,169	0,146	0,212	0,315

Os dados exibidos na Tabela 4.2 sugerem uma concentração bastante elevada de municípios com baixo grau de eficiência. Os três componentes de eficiência exibem média superior à mediana, sendo que apenas a eficiência técnica apresenta coeficiente de variação (desvio-padrão sobre média) menor que a unidade. Tais resultados sugerem grande dispersão dos dados.

A Figura 4.2 apresenta uma estimação não-paramétrica das distribuições dos componentes de eficiência, utilizando um estimador de Kernel gaussiano e uma

Figura 4.2: Distribuições estimadas das Eficiências Técnicas - Kernel Gaussiano



janela de estimação de 0,01.¹² Como se pode observar, as distribuições dos três componentes são fortemente assimétricas à direita, de forma que há uma concentração grande de municípios pouco eficientes na arrecadação de impostos.

¹²Este procedimento não-paramétrico consiste em estimar a densidade de um conjunto de dados a partir da função $f(x) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n K\left(\frac{x-x(k)}{h}\right)$, onde n é o número de observações, $K(\cdot)$ uma função de Kernel tal que $\int K(t)dt = 1$ e h é a janela de estimação escolhida (*bandwidth*), que determina o grau de suavidade da curva. O Kernel gaussiano é dado por $(2\pi)^{-1/2} \exp(-u^2/2)$, onde $u = \frac{x-x(k)}{h}$. Utilizou-se aqui uma janela arbitrária mas, conforme advertem Li & Racine (2007, cap.1) trata-se de um parâmetro importante, pois envolve um *tradeoff* entre viés e variância. Se h for excessivamente pequeno, o viés da estimação será baixo, mas a variância grande, ao passo que a escolha de um h muito elevado irá aumentar a suavidade da curva (reduzindo a variância) mas implicará em um potencial viés. Sobre detalhes do procedimento, bem como de técnicas de escolha da janela, ver Li & Racine (2007, cap.1).

Tabela 4.3: Ineficiências de Custo estimadas para os 20 maiores beneficiários de *royalties* e participações especiais per capita - DEA - Custos

UF	Município	Eficiência			R\$
		Técnica	Alocativa	Econômica	
RJ	Quissamã	0,063	0,144	0,009	5309,49
RJ	Rio das Ostras	0,087	0,641	0,056	4064,55
ES	Presidente Kennedy	0,186	0,070	0,013	2745,93
RJ	Macaé	0,938	0,886	0,831	2081,36
RJ	Casimiro de Abreu	0,101	0,158	0,016	2033,51
RJ	Armação dos Búzios	0,388	0,652	0,253	1878,30
BA	Madre de Deus	0,551	0,492	0,271	1276,45
SE	Carmópolis	0,973	0,239	0,232	1265,53
SE	Pirambu	0,174	0,038	0,007	1037,92
RJ	Macuco	0,066	0,079	0,005	602,62
AM	Coari	0,365	0,049	0,018	599,60
SP	São Sebastião	0,517	0,538	0,278	583,95
SE	Japaratuba	0,181	0,035	0,006	576,90
RJ	Parati	0,587	0,137	0,080	558,99
SE	Rosário do Catete	0,339	0,168	0,057	495,08
RJ	Mangaratiba	1,000	1,000	1,000	444,18
BA	Pojuca	0,191	0,072	0,014	437,18
RJ	São José de Ubá	0,107	0,068	0,007	434,83
RN	Areia Branca	0,179	0,039	0,007	424,45
SC	São Francisco do Sul	0,503	0,579	0,291	416,87
SP	Bertioga	1,000	1,000	1,000	400,56
	Média Brasil	0,258	0,096	0,033	12,54

Fonte: Elaboração própria

A Tabela 4.3 exibe os componentes das ineficiências para os maiores beneficiários de *royalties* e participações especiais, em termos médios per capita, presentes no subconjunto dos dados utilizados para a estimação da DEA.¹³ Como se pode observar, alguns grandes beneficiários, como Macaé (RJ), Carmópolis (SE) e Rio das Ostras (RJ) apresentam coeficientes acima da média nacional. Além disso, Bertiooga (SP) e Mangaratiba (RJ) atendem a ambos os quesitos de eficiência (técnica e alocativa), constituindo, portanto, municípios economicamente eficientes. Por outro lado, há grandes beneficiários com valores bem abaixo da média, como Quissamã (RJ), Pirambu (SE) e Macuco (RJ). Desta forma, a mera observação visual não permite inferir nenhuma relação entre rendas do petróleo e eficiência econômica na arrecadação de impostos.

Pelo fato da DEA ser uma metodologia não-paramétrica que utiliza programação matemática para calcular os *scores* de eficiência, seu propósito fundamental é gerar uma ordenação de município segundo estas medidas. Ela não traz informações sobre a causa destas ineficiências. A fim de avançar nesta investigação e seguindo procedimentos análogos dos trabalhos supracitados, empreendeu-se um segundo estágio de estimação, no qual as eficiências econômicas calculadas foram inseridas como variável dependente em um modelo de regressão. As receitas de *royalties* e participações especiais, em valores médios, foram utilizadas como variável independente ($\ln ROY$), juntamente com alguns controles para características observáveis dos municípios, a saber:

a) *PIB per capita* ($\ln PIBPC$): refere-se ao produto municipal por habitante, com dados do IBGE¹⁴. Esta variável visa controlar a capacidade fiscal, sob a hipótese de que municípios mais ricos são mais eficientes.

b) *População* ($\ln POP$): dados referentes à projeção do IBGE, visando controlar

¹³Importa destacar dois aspectos: primeiro, a ordenação de municípios difere pouco em termos brutos ou per capita; segundo, Campos dos Goytacazes (RJ), o maior beneficiário em valores brutos, não está na base utilizada para a DEA pois, conforme dito anteriormente, havia necessidade de um painel rigorosamente balanceado e as informações fiscais deste município estavam descontinuadas no Finbra. No entanto, Campos se encontra na base da fronteira de custos, estimada no Capítulo 6.

¹⁴Para o ano de 2009, o instituto adverte que os dados ainda estão sujeitos a revisão.

para efeitos de escala, sob a hipótese de que municípios mais populosos teriam mais facilidade em ser eficientes.

c) *Transferências da União e dos Estados* ($\ln TRUNIAO$ e $\ln TREST$): obtidas junto ao FINBRA/STN. Estas variáveis visam controlar para possíveis efeitos de relaxamento do esforço fiscal provenientes de rendas adicionais nos orçamentos dos municípios. Trata-se de um efeito análogo ao que se pretende investigar em relação às rendas petroleiras.

d) *Índice de Desenvolvimento Humano - Educação* (IDH_ED), calculado pelo IBGE no Censo de 2000. Esta variável visa controlar para características educacionais do município, pois se espera que quanto maior o grau médio de educação da população local, maior a eficiência na coleta de impostos.

e) *Receitas de Capital* ($\ln RECCAP$), obtidas no FINBRA, visando controlar para possíveis efeitos de relaxamento de esforço tributário provenientes de outros tipos de receita;

f) *Valor dos ativos da prefeitura* ($\ln ATIV$), obtido no FINBRA, sob a hipótese de que as instalações e os equipamentos necessários para arrecadar impostos devem afetar positivamente as eficiências.

g) *Participação do PIB agrícola no produto municipal* ($RURAL$), proveniente do IBGE. Esta variável pretende ser uma *proxy* para o perfil da base tributária local, visando controlar para possíveis ineficiências resultantes de municípios rurais, os quais apresentam maior dificuldade em coletar tributos. Com outras palavras, a hipótese a ser testada é de que quanto mais urbanizada a cidade, maior a eficiência econômica.

A estimação no primeiro estágio (DEA-Custos) utilizou dados de insumos e produtos de 8 anos (2002 a 2009) para gerar coeficientes de eficiência de 3454 unidades decisórias compostas por Municípios de todo o país. Assim, neste segundo estágio, temos uma secção transversal de localidades, de forma que as variáveis independentes acima listadas, incluindo as rendas do petróleo, referem-se aos seus valores médios para o período de 2002 a 2009 (exceto para o IDH_ED , extraído do Censo

de 2000).

Como as estimativas obtidas para a eficiência econômica estão contidas, por construção, no intervalo $(0, 1]$, um estimador com variáveis dependentes limitadas (e.g.: Tobit) seria mais eficiente que um estimador de mínimos quadrados tradicional. Um procedimento alternativo, adotado neste estudo, é construir uma medida normalizada que preserve o *ranking* das eficiências econômicas e empregá-la como variável dependente, a qual foi construída a partir dos *scores* da seguinte forma:

$$y = \ln \left(\frac{CE}{\overline{CE}} \right)$$

onde \overline{CE} é a média dos *scores*. Assim, $y \geq 0$ conforme $CE \geq \overline{CE}$.

Como se nota na Figura 4.2, há grande assimetria e variabilidade nos *scores* de eficiência econômica calculados, de modo que é interessante modelar econometricamente não apenas a média condicional dos *scores*, mas também outros pontos da sua função de densidade de probabilidade. Assim, empreendeu-se um modelo de *regressão quantílica* (Koenker & Bassett Jr, 1978; Koenker & Hallock, 2001), cuja ideia é identificar como a variável dependente se comporta em diferentes pontos de sua distribuição, como a mediana e outros quantis, em função das variáveis explicativas. Enquanto um modelo de regressão clássica estima uma função para a média condicional, a regressão quantílica permite estimar funções para qualquer quantil condicional, dado um conjunto de covariadas. Conforme argumentam Koenker & Bassett Jr (1978), quando os erros possuem distribuição gaussiana, o estimador de mínimos quadrados atende aos requisitos de variância mínima no sentido de Cramèr-Rao, mas quando este pressuposto não se verifica, a regressão quantílica constitui um estimador mais robusto, sobretudo na presença de distribuições com caudas muito longa.¹⁵

¹⁵ Considerando um modelo linear $y_i = x_i\beta + \varepsilon_i$, na regressão quantílica, os parâmetros estimados são obtidos pela minimização da soma dos desvios médios ponderados, de acordo com a seguinte expressão.

$$\min_{\beta} \left[\sum_{y_i \geq x_i\beta} \tau |y_i - x_i\beta| + \sum_{y_i < x_i\beta} (1 - \tau) |y_i - x_i\beta| \right]$$

Os resultados estão resumidos na Tabela 4.4. A título de comparação, incluiu-se também uma estimação de mínimos quadrados ordinários (OLS). Como se pode observar, os *royalties* do petróleo apresentam um impacto negativo sobre as eficiências econômicas na administração dos recursos tributários. A explicação econômica é direta: os benefícios governamentais do petróleo permitem relaxar a restrição orçamentária municipal, reduzindo a pressão pela necessidade de financiamento do setor público local. Assim, há um impacto negativo não apenas sobre a eficiência técnica (isto é, sobre o incentivo em produzir impostos) como também sobre a administração das receitas tributárias ao menor custo possível. Isso significa que as prefeituras beneficiadas poderiam extrair o mesmo montante de impostos por habitante a um custo menor em termos de insumos físicos e de pessoal.

Tabela 4.4: Resultados 2º estágio: Regressão para Eficiências de Custo

<i>Variáveis</i>	OLS	Quantil		
		0,25	0,5	0,75
$\ln ROY$	-0,009** (0,003)	-0,022*** (0,003)	-0,018*** (0,003)	-0,013*** (0,004)
$\ln PIBPC$	0,514*** (0,054)	0,421*** (0,047)	0,475*** (0,037)	0,597*** (0,056)
$\ln POP$	0,432*** (0,050)	0,493*** (0,045)	0,479*** (0,036)	0,374*** (0,054)
$\ln TRUNIAO$	-0,445*** (0,069)	-0,481*** (0,058)	-0,545*** (0,049)	-0,469*** (0,077)
$\ln TREST$	-0,036 (0,044)	-0,017 (0,037)	0,057* (0,031)	0,053 (0,051)
IDH_ED	2,519*** (0,286)	2,907*** (0,260)	2,391*** (0,221)	1,556*** (0,341)
$\ln RECCAP$	0,010 (0,019)	0,022* (0,013)	0,023* (0,012)	0,055*** (0,019)
$\ln ATIV$	0,283*** (0,033)	0,203*** (0,027)	0,211*** (0,023)	0,257*** (0,036)
$RURAL$	-0,038 (0,121)	-0,056 (0,112)	-0,099 (0,089)	0,050 (0,133)
Constante	-4,985*** (0,684)	-4,782*** (0,571)	-4,163*** (0,494)	-4,588*** (0,787)
Nº obs.	3.454	3.454	3.454	3.454
R ²	0,559			

***Significativo a 1%; **Significativo a 5%; *Significativo a 10%

Desvio-padrão entre parênteses

onde τ é o quantil de referência (por exemplo, para a mediana, tem-se $\tau = 0,5$). Para as propriedades deste estimador, ver Koenker & Bassett Jr (1978).

Com relação aos demais controles, como era esperado, a capacidade fiscal e o tamanho da cidade afetam positivamente a eficiência econômica, tendo em vista que tanto o PIB per capita quanto a população apresentaram sinais positivos e significativos, nos três quantis investigados (25%, mediana e 75%).

As transferências federais apresentam impacto negativo sobre a eficiência econômica, sob o mesmo argumento das rendas do petróleo; já as transferências estaduais só se mostraram positivas significativas a 10% na mediana das eficiências.

O IDH-Educação se mostrou positivo e significativo na média e nos quantis. Confirmando a hipótese, quanto maior o nível educacional do município, mais eficiente a sua gestão. Os ativos também se mostraram sempre positivos e significativos, indicando que as condições de infraestrutura afetam positivamente a eficiência econômica do município.

As receitas de capital, por sua vez, mostraram-se positivas e significativas a 1% apenas no 3º quartil, indicando que, para este grupo de municípios, estas receitas adicionais contribuem para elevar a eficiência econômica.

Por fim, a proporção do produto agrícola em relação ao PIB municipal não tem impacto sobre a eficiência econômica, indicando que o fato do município apresentar perfil rural ou urbano não afeta sua eventual disposição em arrecadar impostos ao menor custo possível.

4.5 Comentários conclusivos

O propósito deste capítulo foi investigar a hipótese de que os Benefícios Governamentais do petróleo na forma da Lei nº 9478 podem estar gerando ineficiências na administração de receitas tributárias dos municípios mais contemplados. Para cumprir tal objetivo, empregou-se uma metodologia não-paramétrica, cuja principal vantagem é evitar a definição de uma forma funcional para função de produção de impostos, além de prescindir da hipótese da existência de um *benchmark* otimizador por parte do agente econômico. Assim, estimou-se uma DEA-Custos, a qual permite avaliar não apenas o componente técnico da ineficiência, como também identificar

seu componente alocativo, observando se o município está coletando impostos a um mínimo custo possível. Os produtos foram definidos pelas receitas tributárias municipais, ao passo que os insumos utilizados foram as despesas de capital e as despesas com pessoal. Os preços relativos foram calculados a partir das suas respectivas despesas médias.

Em um segundo estágio, empreendeu-se um modelo de regressão quantílica, visando condicionar alguns quantis da distribuição de *scores* de eficiência às rendas petroleiras. O procedimento se justifica pelas evidências de distribuição fortemente assimétrica nas eficiências econômicas advindas da DEA.

Os resultados sugerem haver uma relação inversa entre receitas do petróleo e grau de eficiência econômica na gestão tributária municipal. Tais localidades seriam capazes de produzir os mesmos valores de impostos per capita a um custo menor do que vem sendo feito hoje. Esta redução potencial de custos é maior nos grandes beneficiários de *royalties* e participações especiais.

A fim de buscar elementos adicionais que sustentem (ou não) estas conclusões, os capítulos seguintes empregam metodologias paramétricas para investigar o problema. Eles têm em comum a definição de um critério de otimização que define uma fronteira microeconomicamente fundamentada.

Capítulo 5

Fronteira Estocástica de Produção

Este capítulo tem como objetivo estudar uma outra dimensão das potenciais ineficiências provocadas pelos *royalties* do petróleo, qual seja, a hipótese de que tais rendas contribuem para reduzir o esforço fiscal dos municípios contemplados. A metodologia consiste em estimar uma fronteira eficiente de produção de impostos e investigar se as rendas do petróleo permitem explicar a distância do município em relação a esta fronteira. A questão é relevante na medida em que o relaxamento fiscal pode contribuir para fragilizar progressivamente a base tributária dos municípios, gerando um círculo vicioso de dependência crescente de financiamento de recursos da União e dos Estados.

Este capítulo está estruturado da seguinte forma: a seção 4.1 apresenta a metodologia de fronteiras estocásticas de produção, conforme a modelagem de Battese & Coelli (1995), que servirá de base para a investigação proposta; a seção 4.2 apresenta algumas aplicações desta metodologia ao estudo de eficiências do setor público no Brasil; na seção 4.3, discutem-se os procedimentos de estimação, assim como seus resultados. O capítulo se conclui com algumas considerações conclusivas.

5.1 Metodologia

O método de Fronteiras Estocásticas de Produção foi originalmente desenvolvido por Aigner *et al.* (1976), visando o estudo de eficiências técnicas de firmas. A ideia

fundamental consiste em estimar uma fronteira que representa a produção potencial (ou ótima) de um certo conjunto de unidades produtivas e observar como cada uma delas se posiciona em relação a esta fronteira. Considerando a existência de $i = 1, \dots, I$ firmas, tem-se o seguinte modelo básico:

$$y_i = f(\mathbf{x}_i; \boldsymbol{\beta}) + V_i - U_i \quad (5.1)$$

onde \mathbf{x}_i é um vetor de insumos, y_i é uma medida do produto e $\boldsymbol{\beta}$ é um vetor de parâmetros a serem estimados, que informa como a produção responde a variações nos insumos. A produção não-explicada pelo modelo (erro aleatório) é decomposta em duas partes: o componente U_i reflete o fato de que o produto de cada firma encontra seu limite superior na fronteira potencial de produção, e possui distribuição truncada não-negativa ($U_i \geq 0$); usualmente, parte-se da hipótese de distribuição meio-normal, tal que $U_i \sim N^+(0, \sigma^2)$. V_i , por sua vez, é um componente aleatório, suposto independente e identicamente distribuído (i.i.d.) representando os choques fora do controle da empresa, tal que $V_i \sim N(0, \sigma_V^2)$ e $Cov(V_i, U_i) = 0$. V_i indica que a própria fronteira pode variar aleatoriamente entre firmas, ou ao longo do tempo para a mesma firma.

A *rationale* do modelo de fronteiras estocásticas pode ser utilizada para o estudo de uma função de produção de impostos. A capacidade tributária de uma entidade governamental pode ser estimada de acordo com fatores que estão sob o seu controle (U_i) ou fora dele (V_i). Assim, a medida de eficiência pode ser derivada do termo U_i , na seguinte forma:¹

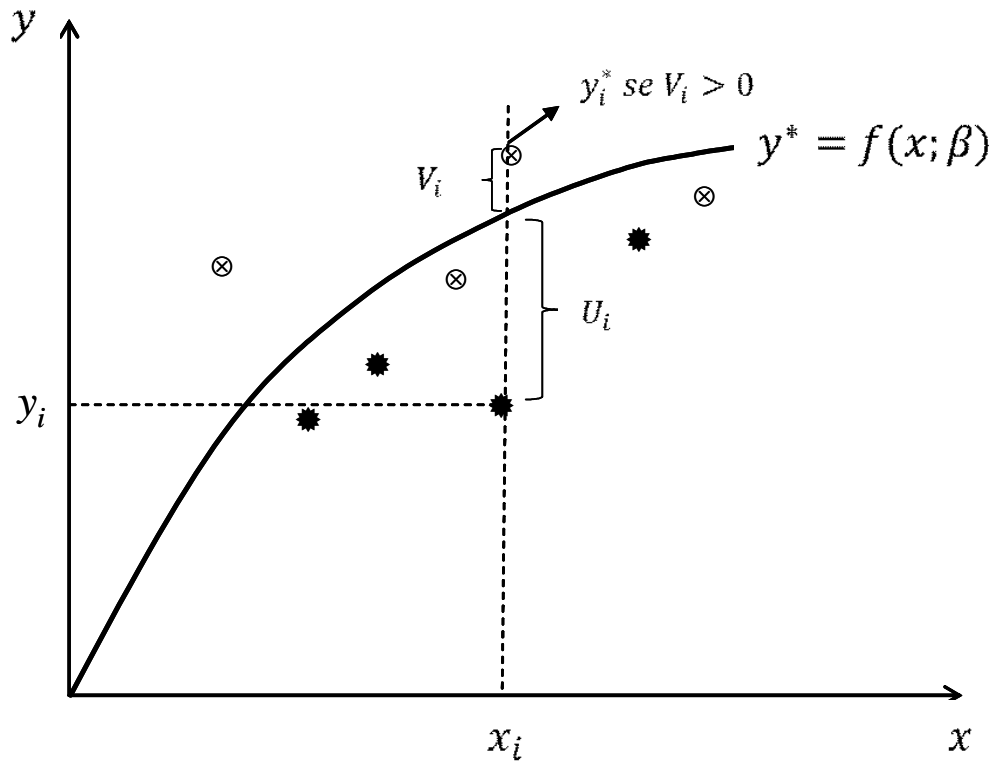
$$TE_i = \frac{y_i}{E[y_i | U_i = 0]} = \frac{y_i}{f(\mathbf{x}_i; \boldsymbol{\beta})} \quad (5.2)$$

Como o componente de erro U_i tem distribuição não-negativa, tem-se que $TE \in [0, 1]$.

A Figura 5.1 permite observar graficamente as medidas de eficiência. Quanto

¹Para uma definição formal de eficiência técnica, assim como suas versões insumo ou produto-orientadas, ver Kumbhakar & Knox Lovell (2000, p.43).

Figura 5.1: Fronteira Estocástica de Produção



maior a distância U , mais próxima de zero será a Eficiência Técnica TE . Isso significa que o Município com produção y_i seria capaz de "produzir" mais impostos com o mesmo montante de insumo x_i .² Por outro lado, conforme $U \rightarrow 0$, $TE \rightarrow 1$, indicando que o Município se encontra próximo à fronteira eficiente de arrecadação. Pode-se constatar que a fronteira estocástica varia de acordo com o termo de erro aleatório V , fora do controle do agente produtor. Se V é positivo, a fronteira estocástica ultrapassa o valor da fronteira determinista, a qual é indicada pela curva em linha cheia, que não considera a ocorrência de fatores exógenos ao Município. Se V é negativo, ocorre o oposto. A posição da fronteira estocástica, conforme $V \neq 0$, é indicada pelos pontos \otimes . No exemplo da Figura 5.1, a fronteira do Município i se situa acima da fronteira determinista, indicando que a firma sofreu um choque positivo.

Battese & Coelli (1995) desenvolveram um modelo de fronteiras estocásticas para

²Analogamente, poder-se-ia definir uma medida de ineficiência orientada para o insumo, isto é, em quanto se poderia reduzir o insumo x_i de forma a se obter o mesmo produto y_i

dados de painel, no qual se procura parametrizar o termo de ineficiência a partir de um conjunto de variáveis explicativas. Desta forma, seja y_{it} a produção da firma i , $i = 1, \dots, I$ no período $t = 1, \dots, T$. Se \mathbf{x}_{it} for o vetor $(1 \times K)$ de insumos e $\boldsymbol{\beta}$ o vetor $(1 \times K)$ de parâmetros a serem estimados, o modelo pode ser expresso pela seguinte forma funcional:

$$y_{it} = \exp(x_{it}\boldsymbol{\beta} + V_{it} - U_{it}) \quad (5.3)$$

V_{it} são erros aleatórios i.i.d. tal que $V_i \sim N(0, \sigma_V^2)$. U_{it} , por sua vez, são termos aleatórios não-negativos, com distribuição normal truncada em zero, representando as ineficiências técnicas de produção. Elas são expressas por:

$$U_{it} = z_{it}\boldsymbol{\delta} + W_{it} \quad (5.4)$$

Assim, tem-se que $U_{it} \sim N(z_{it}\boldsymbol{\delta}, \sigma_V^2)$ onde z_{it} são as variáveis explicativas das ineficiências técnicas, e $\boldsymbol{\delta}$ é um vetor $(1 \times M)$ de coeficientes a serem estimados. $W_{it} \sim N(0, \sigma^2)$ é uma variável aleatória truncada no ponto $-z_{it}\boldsymbol{\delta}$.

Conforme indicam Kumbhakar & Knox Lovell (2000, p. 95), pelo fato de um painel possuir mais informação do que os dados em secção transversal (para os quais os modelos de fronteira estocástica foram desenvolvidos originalmente), ele permite relaxar algumas das hipóteses fortes sobre a distribuição dos termos de erro, de forma que as estimativas das ineficiências técnicas apresentam propriedades estatísticas mais desejáveis. Além disso, algumas técnicas de estimação em painel não exigem a hipótese de independência entre o componente de erro e os regressores, de forma que as *cross sections* repetidas podem substituí-la. Por fim, a estimação em painel permite que os coeficientes sejam estimados de forma consistente conforme $T \rightarrow \infty$ (Kumbhakar & Knox Lovell, 2000, p. 96).

No que se refere ao problema fiscal, há dois tipos distintos de variáveis. A influência de cada insumo x_{it} sobre a arrecadação de impostos y_{it} depende da magnitude do coeficiente β , que indica se tais variáveis expandem ou contraem a fronteira, isto

é, se aumentam ou diminuem a capacidade de arrecadação tributária do município. Os insumos podem ser o número de funcionários alocados para a coleta de impostos, as despesas administrativas, a despesa com pessoal, dentre outras. As variáveis de ineficiência z_{it} , por sua vez, são aquelas que explicam a distância de sua arrecadação observada em relação à fronteira eficiente estimada. Os coeficientes δ indicam seu impacto no esforço fiscal do município. Se $\delta > 0$, a variável contribui para distanciar a arrecadação tributária municipal da fronteira eficiente ao passo que um sinal negativo implica que a variável atua no sentido de reduzir a ineficiência. No caso aqui estudado, as rendas do petróleo serão a variável de interesse dentre este conjunto de covariadas.

O modelo definido pelas equações (5.3) e (5.4) pode ser linearizado e sintetizado no seguinte sistema:

$$\begin{aligned} \ln y_{it} &= x_{it}\beta + V_{it} - U_{it} \\ U_{it} &= z_{it}\delta + W_{it} \end{aligned} \tag{5.5}$$

Conforme salientam Battese & Coelli (1995), a estimação de ambas as equações do modelo (5.5) deve ser feita simultaneamente por máxima verossimilhança. O motivo é que o procedimento em dois estágios por mínimos quadrados ordinários é inconsistente, já que no primeiro estágio, os efeitos de ineficiência são estimados sob o pressuposto de que eles são independentes e identicamente distribuídos. No entanto, a estimação do segundo estágio envolve a especificação de um modelo de regressão para explicar tais efeitos, o que viola *ex post* o pressuposto de que os efeitos de ineficiência são i.i.d. no estágio anterior. Assim, seguindo a recomendação dos autores, as equações serão estimadas simultaneamente por máxima verossimilhança.³

As eficiências técnicas (TE) de arrecadação tributária de cada município i no instante t podem ser definidas pela razão y_{it}/y_{it}^* , onde y_{it}^* é a receita de tributos na

³As expressões para a função de log-verossimilhança, assim como suas derivadas parciais com relação aos parâmetros a serem estimados, encontram-se no apêndice de Battese & Coelli (1993).

fronteira eficiente ($U_{it} = 0$). Assim:

$$TE_{it} = \frac{\exp(x_{it}\beta + V_{it} - U_{it})}{\exp(x_{it}\beta + V_{it})} = \exp(-U_{it}) = \exp(-z_{it}\delta - W_{it}) \quad (5.6)$$

As TE medem a distância de cada município em relação à fronteira eficiente e variam, por construção, entre zero e um. Quanto mais próximo de um, maior a eficiência arrecadatória do Município e, portanto, maior seu esforço fiscal. Por exemplo, se $TE = 0,75$, então este Município arrecada 25% menos do que poderia arrecadar se corrigisse suas fontes internas de ineficiência.

Nos estudos sobre eficiência fiscal, o elemento diferencial da metodologia de fronteira estocástica de produção sobre a regressão clássica é a possibilidade de se estimar uma arrecadação potencial, tida como limite superior para as receitas de impostos. Na ausência desta, a alternativa seria comparar a posição das unidades decisórias com relação à média incondicional de receitas tributárias, a qual assumiria o papel de referência para a eficácia arrecadatória.

A próxima seção apresenta um sumário das aplicações de metodologias derivadas de fronteiras eficientes para estudos fiscais no Brasil, bem como suas evidências.

5.2 Evidências para o Brasil

Reis & Blanco (1996) utilizaram o método de fronteiras estocásticas de produção para estimar a capacidade tributária da União, Estados e Municípios no Brasil, com dados quinquenais de painel entre 1970 e 1990. Os insumos utilizados foram o PIB, o PIB industrial, a população e a inflação. Com base nas estimações da capacidade tributária, os autores apresentaram os níveis de eficiência fiscal por unidade da federação, concluindo pela existência de significativas disparidades nesta variável entre elas. Utilizando a mesma base de dados, Cossio (1998) dá um passo além e estima um segundo estágio por um modelo de efeitos aleatórios, no qual as ineficiências são explicadas pelas transferências governamentais, resultando em evidências de uma relação negativa entre elas, tanto para Estados quanto para Municípios do interior. Além disso, conclui-se que as transferências voluntárias causam impacto

mais deletério sobre o esforço fiscal do que as transferências constitucionais.

Com o uso do método de fronteiras estocásticas de produção, Baptista (2002) estimou a capacidade tributária dos Municípios baianos a partir dos dados de PIB e população e, então, calculou a eficiência fiscal de cada um deles, mas não modelou as causas da ineficiência. Ele utilizou as medidas para classificar os Municípios em eficientes e ineficientes, sugerindo medidas para melhorar o desenvolvimento fiscal deste último grupo. Carvalho (2008) realizou estudo análogo para os estados da Amazônia entre 1970 e 2000, tendo concluído que o esforço fiscal desta região está relacionado com o grau de desenvolvimento.

Ribeiro (1998) estimou o efeito do Fundo de Participação dos Estados sobre o esforço fiscal das unidades da federação na arrecadação do ICMS, utilizando estimação simultânea e dados para o período de 1985 a 1995, tendo concluído pela existência de uma relação negativa entre arrecadação própria e transferências. Em um estudo análogo, Schwengber & Ribeiro (1999) obtêm conclusões parecidas, incluindo o fato de que as receitas de capital municipais contribuem para diminuir a ineficiência tributária. Também no âmbito estadual, Marinho & Moreira (1999) estimaram a capacidade e o esforço fiscal dos Estados, para o período de 1991 a 1996, identificando um efeito negativo das transferências intergovernamentais sobre a eficácia arrecadatória regional, com destaque para os Estados da região Nordeste.

Com relação aos Municípios, Ribeiro & Shikida (2000) verificaram uma relação negativa entre receitas próprias e transferências intergovernamentais no estado de Minas Gerais. As variáveis de insumo foram dadas pelo PIB, pelo PIB industrial e pela população municipal ao passo que os produtos foram definidos pelas receitas de ISS e de IPTU. Os efeitos de ineficiência foram estimados com as cotas do Fundo de Participação dos Municípios (FPM) e das Receitas de Capital no PIB total. Concluiu-se que o FPM aumenta a ineficiência e que as Receitas de Capital a diminuem. Contrariando as hipóteses usuais, Ribeiro (2005) encontrou evidências de que o FPM aumenta o esforço fiscal dos municípios gaúchos, utilizando dados de um painel entre 1990 e 1994. Também Veloso (2008) obtêm evidências de que o FPM

reduz o esforço fiscal de municípios pequenos, de até 20 mil habitantes.

Em um estudo específico sobre as ineficiências produzidas pelas rendas do petróleo, Queiroz & Postali (2010) estimam uma fronteira estocástica de produção, utilizando PIB per capita e população como insumos, com dados de um painel de municípios para o período de 1999 a 2005, concluindo que tais recursos contribuem para reduzir o esforço fiscal das localidades beneficiadas.

5.3 Dados e Resultados

Os estudos acima possuem uma importante característica comum: todos utilizam alguma medida de capacidade fiscal para estimar as relações entre transferências e ineficiências técnicas derivadas de uma fronteira eficiente de produção. A rigor, tais estudos constroem a fronteira eficiente com base nas características municipais, sem levar em conta o esforço direto do poder público. Esta tese adota uma estratégia diferente, a partir de outro conjunto de insumos, sob a justificativa de que eles devem refletir o grau de esforço das administrações municipais em coletar impostos.

Assim, uma medida apropriada deve ser função do número de empregados alocados no serviço de arrecadação de impostos. Todavia, esta informação não está disponível no banco de dados da RAIS, utilizado neste estudo, de forma que se utilizou o número de funcionários municipais do poder executivo como proporção da população local. Sob a hipótese de que o tamanho do pessoal designado para a coleta de impostos é proporcional a esta medida, tem-se uma *proxy* para o insumo trabalho.

Além disso, as despesas administrativas são importantes para otimizar a arrecadação tributária, já que elas englobam os gastos com planejamento orçamentário e administração das receitas. No entanto, tais rubricas não estão disponíveis para todos os anos da base de dados do FINBRA, pois somente recentemente as despesas administrativas começaram a ser subdivididas de forma mais detalhada. Assim, com vistas a não perder observações disponíveis na dimensão temporal do painel, optou-se por utilizar como insumo as despesas administrativas per capita.

Os estudos acima mencionados também utilizam o tamanho da população como insumo, com o objetivo de investigar se as cidades mais populosas têm mais facilidade em arrecadar tributos. Aqui, a medida de produto tributário para a construção da fronteira foi feita com as receitas tributárias per capita, visando-se introduzir um controle para o tamanho do município.

Outra diferença em relação aos estudos mencionados é que o controle pela capacidade fiscal, dado pelo PIB per capita municipal, foi inserido na equação de ineficiência, e não na função de produção. O objetivo foi separar os insumos diretos denotadores do esforço fiscal da capacidade arrecadatória em si e, como as estimativas da fronteira e dos determinantes da ineficiência são feitos simultaneamente por máxima verossimilhança, o efeito líquido acaba sendo similar, ou seja, as estimativas estão controladas para capacidade fiscal.

Um problema importante refere-se à especificação da função de produção. De acordo com Sauer *et al.* (2006), as especificações devem respeitar algumas propriedades desejáveis, sendo as mais importantes a *flexibilidade* e a *consistência teórica global*. Uma forma funcional flexível deve ser capaz de mimetizar de forma arbitrária diferentes estruturas produtivas a partir de uma escolha apropriada de parâmetros⁴. Por outro lado, uma forma funcional possui consistência teórica global se permite reproduzir as propriedades teóricas esperadas de uma relação econômica, a partir da escolha apropriada dos parâmetros (Sauer *et al.*, 2006). No caso de funções de produção, essa consistência teórica exige que essa relação seja monotonicamente crescente, tenha valor único para cada observação e seja quase côncava, implicando que o conjunto de possibilidades de produção seja convexo. Com outras palavras, a consistência teórica deve ser a única restrição imposta à função de produção, cuja forma funcional deve o mais flexível possível.

Conforme apontam Coelli *et al.* (2005, cap. 8, p. 211), as duas formas funcionais mais comuns utilizadas pela literatura para caracterizar uma função de produção são a *Cobb-Douglas* e a *Translog*. A *Translog* é mais flexível⁵ do que a *Cobb-Douglas*;

⁴Para uma discussão mais detalhada sobre o papel da flexibilidade, ver Sauer *et al.* (2006).

⁵Uma forma funcional é flexível de ordem k se permite construir uma função aproximada, cujo

porém, somente esta última atende mais facilmente as condições para consistência teórica global, bastando que os seus coeficientes estimados sejam não-negativos. Para a Translog, a verificação das condições de consistência é bem mais complicada.⁶

5.3.1 Função de Produção Cobb-Douglas

Esta tese se propõe a estimar as duas formas funcionais. Considerando os dois insumos acima descritos, uma especificação do tipo Cobb-Douglas pode ser expressa por⁷:

$$\ln RTribpc_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln DespAdmpc_{it} + \beta_2 \ln FuncExeMhab_{it} + V_{it} - U_{it} \quad (5.7)$$

onde $RTribpc_{it}$ são as receitas tributárias municipais per capita do Município i no ano t , $DespAdmpc_{it}$ são as despesas administrativas per capita e $FuncExeMhab_{it}$ é o número de funcionários do executivo municipal por mil habitantes. β_0, β_1 e β_2 são parâmetros a serem estimados; as condições de consistência global requerem $\beta_1 \geq 0$ e $\beta_2 \geq 0$. A equação de ineficiência, por sua vez, é dada por:

$$U_{it} = \delta_0 + \delta_1 \ln Roy_{it} + \delta_2 \ln PIBpc_{it} + \delta_3 \ln Pop_{it} + \delta_4 \ln TransUn_{it} \quad (5.8) \\ + \delta_5 \ln TransEs_{it} + \sum_{j=6}^{12} \delta_j DAno_{it} + \sum_{j=13}^{19} \delta_j DPartido_{it} + W_{it}$$

onde Roy_{it} são as receitas de *royalties* e de participações especiais recebidas⁸ pelo Município i no ano t , $PIBpc_{it}$ é o PIB municipal per capita, Pop_{it} é a população

número de parâmetros é suficiente para que seu valor em um determinado ponto seja igual ao da função arbitrária até a k -ésima derivada. A função de produção Cobb - Douglas é flexível de primeira ordem ao passo que uma Translog é flexível de segunda ordem. Conforme atestam Coelli *et al.* (2005), tudo o mais constante, quanto maior a ordem de flexibilidade da forma funcional, melhor, mas ela pode gerar problemas de estimação, como colinearidade e maldição da dimensionalidade.

⁶Ver Sauer *et al.* (2006, p.147-148).

⁷A forma funcional geral da Cobb-Douglas é dada por $y_{it} = \exp(\beta_0 \prod_{i=1}^n x_{it}^{\beta_i})$ a qual, quando log-linearizada, resulta na expressão (5.7)

⁸Como há muitas observações com valor zero, na verdade foi extraído o logaritmo de $1 + Roy$ pois, para as magnitudes em tela, $\ln(1 + Roy) \approx \ln Roy$.

municipal, $TransUn_{it}$ são as transferências da União e $TransEs_{it}$ são as transferências Estaduais. $DAno_{it}$ e $DPartido_{it}$ são, respectivamente, as *dummies* de ano e *dummies* representativas do partido político do prefeito no cargo.⁹ Esta última visa controlar para possíveis ineficiências resultantes de especificidades partidárias.

O PIB per capita visa estabelecer um controle para a capacidade fiscal enquanto as transferências visam controlar para a recepção de outras receitas provenientes de entes federativos superiores. A população controla o tamanho do município.

Os resultados da estimação da Cobb-Douglas encontram-se na Tabela 5.1. Como se pode observar, as condições para consistência teórica são satisfeitas, pois os coeficientes relativos aos insumos são positivos. No entanto, apenas as despesas administrativas municipais per capita se mostraram significativas para explicar as receitas tributárias por habitante. A proporção de funcionários do poder executivo não se mostrou estatisticamente significativa.

No que se refere à explicação das ineficiências (5.8), as rendas do petróleo não são significativas. PIB per capita e população apresentam coeficientes negativos e significativos, indicando que capacidade fiscal e população contribuem para aproximar o município da fronteira de eficiência. Entretanto, os sinais referentes às transferências federais e estaduais se mostraram contrário ao esperado, ou seja, elas *reduzem* as ineficiências ao invés de aumentá-las, como a maioria dos estudos supracitados verificam. Trata-se de um resultado certamente contraintuitivo, que precisa ser melhor investigado. Uma hipótese é que os Municípios teriam incentivo em aumentar sua eficiência diante de determinados tipos de transferência (como as condicionais), cujo impacto estaria se sobrepondo aos demais.

As *dummies* de ano mostram-se negativas significativas entre 2003 e 2007, sendo não significativas em 2008 e 2009. Isso pode ser interpretado como um decréscimo temporal da ineficiência em relação à 2002, representando uma espécie de curva de aprendizado para as prefeituras. Com relação aos partidos políticos, inseriram-se

⁹Dados obtidos no IPEADATA. Os dados se referem ao partido do prefeito eleito na eleição imediatamente anterior àquele ano. Eles não captam eventuais mudanças de partido ao longo do mandato.

Tabela 5.1: Fronteira de Produção- Cobb Douglas
Variável Dependente: Receitas Tributárias locais per capita (em log)

	Coefficiente	D.Padrão	Estat-t
X			
Constante (β_0)	7,418***	0,059	125,29
$\ln DespAdmpc(\beta_1)$	0,484***	0,002	287,84
$\ln FuncExeMhab(\beta_2)$	0,012	0,008	1,63
Z			
Constante (δ_0)	9,953***	0,165	60,14
$\ln Roy(\delta_1)$	1,02E-04	6,49E-04	0,49
$\ln PIBPC(\delta_2)$	-0,608***	0,006	-105,05
$\ln Pop(\delta_3)$	-0,225***	0,003	-83,60
$\ln TransUn(\delta_4)$	-0,102***	0,012	-8,72
$\ln TransEs(\delta_5)$	-0,205***	0,007	-28,69
<i>Dummy</i> 2003 (δ_6)	-0,056**	0,026	-2,17
<i>Dummy</i> 2004 (δ_7)	-0,092***	0,019	-4,76
<i>Dummy</i> 2005 (δ_8)	-0,214***	0,015	-14,06
<i>Dummy</i> 2006 (δ_9)	-0,309***	0,014	-22,36
<i>Dummy</i> 2007 (δ_{10})	-0,340***	0,016	-21,58
<i>Dummy</i> 2008 (δ_{11})	-0,002	0,011	-0,15
<i>Dummy</i> 2009 (δ_{12})	0,001	0,004	0,15
PMDB (δ_{13})	-0,001	0,010	-0,12
PT (δ_{14})	-0,004	0,023	-0,16
PSDB (δ_{15})	-0,087***	0,019	-4,61
PDT (δ_{16})	-0,018	0,014	-1,27
PTB (δ_{17})	-0,041**	0,016	-2,50
DEM (δ_{18})	-0,070***	0,008	-8,52
PL (δ_{19})	-0,068***	0,008	-8,79
σ^2	0.342***	0.001	323.08
γ	1.02E-04***	1.23E-06	82.98
λ	40.496,29***		
Log-Verossimilhança	-35.531,61		

***Significativo a 1%; **Significativo a 5%; Significativo a 10%

dummies apenas para os mais representativos do sistema político brasileiro, sendo a referência todos os demais. Como se pode observar, prefeituras pertencentes a PSDB, PTB, DEM e PL tendem a ser ser mais eficientes em relação às demais agremiações na arrecadação tributária.

O ajuste do modelo às fronteiras estocásticas segue a parametrização proposta por Battese & Corra (1977), tal que $\gamma = \frac{\sigma^2}{\sigma^2 + \sigma_V^2}$, onde σ^2 é a variância do termo de ineficiência U e σ_V^2 é a variância do termo aleatório V . Assim, $\gamma \in [0, 1]$, indicando a adequação de um modelo de fronteiras estocásticas *vis-à-vis* um modelo econométrico usual. Se $\gamma \rightarrow 1$, então a variância do termo de ineficiência é significativa, indicando que o modelo de fronteiras é apropriado; se γ não é estatisticamente diferente de zero, então a variância de U é pequena quando comparada à variância total, de modo que uma fronteira não traz ganhos em relação a um modelo de regressão clássico, estimado por mínimos quadrados, por exemplo. Como se pode observar nos resultados, embora γ seja muito baixo, ele é estatisticamente diferente de zero, o que confirma a adequação da fronteira.

Outro teste confirmatório da adequação da fronteira é dado por λ , calculada como uma estatística de Wald e que testa a hipótese nula $H_0: \gamma = 0$ contra a hipótese alternativa $H_A: \gamma > 0$. Ela tem uma distribuição chi-quadrado mista com os graus de liberdade dados pelo número de restrições impostas no modelo (no caso, 20, equivalente a $\sigma^2 = \delta_1 = \dots = \delta_{19} = 0$). Esta estatística também é significativa a 1%, conforme atestam os valores críticos da distribuição, encontrados em Kodde & Palm (1986, p.1246).

5.3.2 Função de Produção Translog

A Translog é uma forma funcional mais flexível, pois possui um número maior de parâmetros a serem estimados. Trata-se de uma propriedade desejável para mimetizar um conjunto mais amplo de comportamentos produtivos. Todavia, a flexibilidade, além de acarretar um custo econométrico maior, torna mais complicado o atendimento das condições de consistência teórica global.

A forma funcional da Translog, considerando as mesmas variáveis em estudo acima, é dada por¹⁰:

$$\begin{aligned} \ln RTribpc_{it} = & \beta_0 + \beta_1 \ln DespAdmpc_{it} + \beta_2 \ln FuncExeMhab_{it} & (5.9) \\ & + \frac{1}{2}\beta_{11} (\ln DespAdmpc_{it})^2 + \frac{1}{2}\beta_{22} (\ln FuncExeMhab_{it})^2 \\ & + \beta_{12} \ln DespAdmpc_{it} \ln FuncExeMhab_{it} + V_{it} - U_{it} \end{aligned}$$

sendo que a equação explicativa para a ineficiência continua sendo dada por (5.8). Vale notar que a Translog possui mais três parâmetros a serem estimados: β_{11} , β_{22} e β_{12} . Uma diferença importante é que as condições de consistência teórica (monotonicidade e quase-concavidade) não dependem apenas dos sinais dos coeficientes, mas também do ponto onde a função está sendo avaliada. Assim, seria necessário checar as condições de regularidade para todas as observações o que, dado o tamanho do banco de dados, não será realizado aqui.

Os resultados da estimação da Translog podem ser visualizados na Tabela 5.2. Desta vez, tanto as despesas administrativas per capita como o número de funcionários por mil habitantes se mostraram positivamente significativos na determinação da receita tributária per capita. Ademais, o quadrado da proporção de funcionários se mostrou negativo e significativo ($\beta_{22} < 0$) sinalizando a existência de um "tamanho ótimo" de pessoal empregado na prefeitura, relativamente à população municipal. O quadrado das despesas administrativas, assim como a interação destas com a proporção do quadro de pessoal, não se mostraram significativas.

Os coeficientes explicativos dos termos de ineficiência apresentaram os mesmos sinais que no caso da Cobb-Douglas. Novamente, as receitas do petróleo não revelaram significância estatística na determinação da ineficiência arrecadatória. Além disso, deve-se destacar a significância estatística dos parâmetros γ e λ que atestam a adequabilidade da fronteira estocástica.

¹⁰A forma funcional geral da Translog é dada por $y_{it} = \exp(\beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i \ln x_{it} + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \beta_{ij} \ln x_{it} \ln x_{jt})$.

Tabela 5.2: Fronteira de Produção- Translog
 Variável Dependente: Receitas Tributárias locais per capita (em log)

	Coefficiente	D.Padrão	Estat-t
X			
Constante (β_0)	10,522***	0,916	11,48
$\ln DespAdmpc$ (β_1)	0,505***	0,059	8,59
$\ln FuncExeMhab$ (β_2)	0,096**	0,038	2,52
$(\ln DespAdmpc)^2$ (β_{11})	0,015	0,010	1,58
$(\ln FuncExeMhab)^2$ (β_{22})	-0,020***	0,006	-3,32
$\ln DespAdmpc \ln FuncExeMhab$ (β_{12})	0,010	0,009	1,11
Z			
Constante (δ_0)	12,969***	0,912	14,22
$\ln Roy$ (δ_1)	-1,69E-04	8,19E-04	-0,21
$\ln PIBPC$ (δ_2)	-0,607***	0,009	-70,34
$\ln Pop$ (δ_3)	-0,234***	0,017	-13,56
$\ln TransUn$ (δ_4)	-0,087***	0,015	-5,68
$\ln TransEs$ (δ_5)	-0,204***	0,007	-29,75
<i>Dummy</i> 2003 (δ_6)	-0,057***	0,012	-4,82
<i>Dummy</i> 2004 (δ_7)	-0,095***	0,013	-7,55
<i>Dummy</i> 2005 (δ_8)	-0,221***	0,014	-16,03
<i>Dummy</i> 2006 (δ_9)	-0,320***	0,019	-17,02
<i>Dummy</i> 2007 (δ_{10})	-0,353***	0,017	-21,32
<i>Dummy</i> 2008 (δ_{11})	-0,017	0,018	-0,96
<i>Dummy</i> 2008 (δ_{12})	-0,016	0,017	-0,93
PMDB (δ_{13})	-0,001	0,011	-0,12
PT (δ_{14})	-0,005	0,017	-0,29
PSDB (δ_{15})	-0,087***	0,012	-7,58
PDT (δ_{16})	-0,019	0,015	-1,28
PTB (δ_{17})	-0,042***	0,014	-2,92
DEM (δ_{18})	-0,070***	0,013	-5,34
PL (δ_{19})	-0,070***	0,018	-3,85
σ^2	0,342***	0,002	142,58
γ	0,190***	0,062	3,05
λ	38.562,53***		
Log-verossimilhança	-35.522,14		

***Significativo a 1%, **Significativo a 5%

Uma questão remanescente é a escolha da forma funcional mais apropriada. Como a Translog possui mais parâmetros a serem estimados, ela representa uma forma funcional mais flexível, ao passo que a Cobb-Douglas pode ser interpretada como um Translog restrita para $\beta_{11} = \beta_{22} = \beta_{12} = 0$. Ambos os modelos podem ser comparados a partir de um teste de razão de verossimilhança, cuja hipótese nula é dada por $H_0 : \beta_{11} = \beta_{22} = \beta_{12} = 0$. A estatística do teste é construída pela razão entre os valores das funções de log-verossimilhança da seguinte forma:

$$LR = -2 [\ln L_R - \ln L_I]$$

onde L_R e L_I representam, respectivamente, os valores das funções de log-verossimilhança dos modelos restrito (Cobb-Douglas) e irrestrito (Translog). Esta estatística possui distribuição chi-quadrada, com 3 graus de liberdade. A estatística calculada foi de 18,938, significativa a 1% (valor crítico 11,34), indicando que a hipótese nula da equivalência dos modelos é rejeitada. Assim, a Translog seria uma especificação mais apropriada, embora as condições de regularidade precisem ser checadas em todos os pontos da amostra.

5.4 Comentários conclusivos

O objetivo deste capítulo foi investigar as potenciais ineficiências geradas pelas rendas do petróleo brasileiro em nível local, utilizando uma metodologia paramétrica. A arrecadação local de impostos foi tratada como o produto em uma fronteira estocástica de produção, e os insumos foram dados por variáveis que denotam o esforço municipal em gerar receitas tributárias, quais sejam, as despesas administrativas e o número de funcionários do Poder Executivo, ambas como proporção da população. A hipótese analisada foi o potencial declínio do esforço fiscal decorrente da recepção de tais rendas. A partir do modelo desenvolvido por Battese & Coelli (1995), buscou-se investigar se os *royalties* e as participações especiais explicam a distância das localidades em relação à fronteira eficiente. Nas duas formas funcionais testadas para a função de produção de impostos - Translog e Cobb Douglas

- as rendas do petróleo não se mostraram estatisticamente significativas, indicando que os municípios beneficiados não alteram seu comportamento fiscal em função de tais receitas.

Pelo fato da variável de interesse não ter se mostrado significativa, não se reportaram as ineficiências técnicas calculadas para o modelo de produção. O próximo capítulo utiliza uma metodologia análoga para investigar se as rendas do petróleo afetam a eficiência da máquina administrativa municipal.

Capítulo 6

Fronteira Estocástica de Custos

O propósito deste capítulo é investigar potenciais consequências deletérias das rendas do petróleo sobre a eficiência da máquina administrativa municipal através de outra metodologia paramétrica, qual seja, uma fronteira estocástica de custos. A hipótese subjacente é de que a disponibilidade destes recursos implica em menor pressão para obtenção de fundos para o financiamento do setor público local, o que pode se traduzir em ineficiências-X na administração pública municipal.

As fronteiras de custo são pouco utilizadas para estudos de eficiência do setor público, já que requerem informações referentes aos preços relativos dos insumos, cujo conceito por si só não é trivial em estudos desta natureza. Por outro lado, elas representam bom instrumento para a investigação das ineficiências-X e suas relações causais. Ademais, a ideia de fronteiras de custo permite superar uma fragilidade metodológica presente em fronteiras de produção. Alfirman (2003), por exemplo, chama a atenção para o fato de que parte da ineficiência técnica estimada sob esta metodologia pode refletir preferências econometricamente não-observáveis por tamanho de governo. Assim, uma localidade pode tributar menos seus habitantes por escolha própria, e não por relaxamento fiscal. Na medida em que tratam a produção como variável independente, as fronteiras de custo permitem contornar o problema, tomando como *dadas* as escolhas dos munícipes quanto à participação do setor público na economia local.

Este capítulo se subdivide como se segue: a seção 6.1 apresenta a metodologia de fronteiras estocásticas de custos, nos moldes de Battese & Coelli (1995); a seção 6.2 reporta estudos de fronteiras de custo para o setor público, tanto para o Brasil quanto para outros países; a seção 6.3 apresenta os resultados; a seção 6.4 faz uma análise comparativa da robustez dos *scores* de eficiência calculados pelas três metodologias apresentadas nesta tese. Por fim, a última seção tece comentários conclusivos do capítulo.

6.1 Metodologia

A construção de uma fronteira de custos pressupõe um comportamento otimizador pela unidade decisória. No caso em tela, os habitantes do município escolhem o tamanho de orçamento e, como consequência, o volume desejado de impostos como proporção do PIB municipal. Uma vez escolhida a meta arrecadatória - que depende das preferências do eleitor mediano, muitas vezes não observáveis pelo pesquisador - torna-se necessário dispendir recursos para a gestão tributária municipal. Desta forma, o objetivo da prefeitura será minimizar os gastos sujeito à arrecadação tributária desejada, o que resultará na função de custos $C^*(\mathbf{w}, \bar{y})$. Esta representa o menor custo de se arrecadar um montante desejado \bar{y} de impostos, dado o vetor de preços dos insumos \mathbf{w} . Tomando C como o custo observado, tem-se, por definição:

$$C \geq C^*(\mathbf{w}, \bar{y})$$

A conversão de um problema de maximização de produção para minimização de custos embute questões que vão além da dualidade. Embora as condições de primeira ordem sejam as mesmas, a definição da arrecadação tributária como variável independente, resultante de preferências locais, permite construir uma medida de eficiência que reflete apenas questões administrativas e gerenciais. No caso das eficiências técnicas estimadas por fronteira de produção, as preferências locais, se não forem apropriadamente controladas, podem "contaminar" a medida de eficiência técnica, de forma que a distância do município em relação à fronteira eficiente pode

representar, em parte, preferência por um setor público mais enxuto, e não necessariamente mau desempenho ou desperdício. A fronteira de custos, por sua vez, permite superar este problema, pois trata a arrecadação de impostos como variável exógena. Deste modo, uma fronteira de custos é mais apropriada para evitar a mistura das ineficiências com as preferências locais. Todavia, ela traz um problema inexistente na fronteira de produção (Kumbhakar & Knox Lovell, 2000, p. 131): a necessidade de se definir preços para os insumos tributários.

Por outro lado, as fronteiras de custo são o instrumento mais apropriado para a mensuração das ineficiências-X, na medida em que constroem um *benchmark* representativo de uma curva de custos a qual, por sua vez, é a expressão da produção ao mínimo dispêndio possível, dados os preços relativos dos fatores de produção. Conforme discutido no capítulo 2, as ineficiências-X estão ligadas a desvios do comportamento otimizador, resultantes de fatores motivacionais, problemas de agência e contratos incompletos de trabalho.

As Fronteiras Estocásticas de Custo constituem um desdobramento das fronteiras de produção, tais quais desenvolvidas inicialmente por Aigner *et al.* (1977) e Meeusen & van Den Broeck (1977). A ideia consiste parametrizar o custo ótimo a partir de uma forma funcional pré-definida e contrapô-lo ao custo observado, tal que:

$$C_{it} = C^*(\mathbf{w}_{it}, y_{it}; \boldsymbol{\beta}) + V_{it} + U_{it} \quad (6.1)$$

onde C_{it} são os custos observados na unidade decisória i no período t^1 , \mathbf{w}_{it} é um vetor das medidas dos preços dos insumos, y_{it} é a receita tributária (variável de produção) e $\boldsymbol{\beta}$ um vetor de parâmetros a serem estimados.

A medida de eficiência de custo é construída a partir do termo aleatório $U_{it} \geq 0$,

¹Esta formulação já incorpora a disposição em dados de painel, tal qual proposta por Battese & Coelli (1995). Conforme discutido no capítulo anterior, o painel contém mais informações do que uma *cross-section*, de forma que permite relaxar algumas hipóteses fortes sobre a distribuição dos erros, além de permitir uma estimação mais consistente (Kumbhakar & Knox Lovell, 2000, p. 96).

que reflete os desvios da unidade decisória em relação ao custo mínimo. Por hipótese, ela possui distribuição truncada meia normal $U_{it} \sim N^+(0, \sigma^2)$. V_{it} é um termo aleatório independente de U_{it} , representando os choques fora do controle da unidade, suposto independente e identicamente distribuído (iid), tal que $V_{it} \sim N(0, \sigma_V^2)$.

As unidades decisórias (no caso em tela, os municípios) podem ser ordenadas de acordo com uma medida de eficiência que indica sua distância em relação à fronteira. A medida de eficiência de custos EC_{it} é dada pela razão entre o custo observado e o custo mínimo estimado, a saber:

$$EC_{it} = \frac{C_{it}}{E[C_{it}|U_{it} = 0]} = \frac{C_{it}}{C^*(\mathbf{w}_{it}, y_{it}; \boldsymbol{\beta})} \quad (6.2)$$

Assim, por construção, tem-se $EC \geq 1$, sendo que as unidades mais eficientes são aquelas que se aproximam do piso do intervalo.

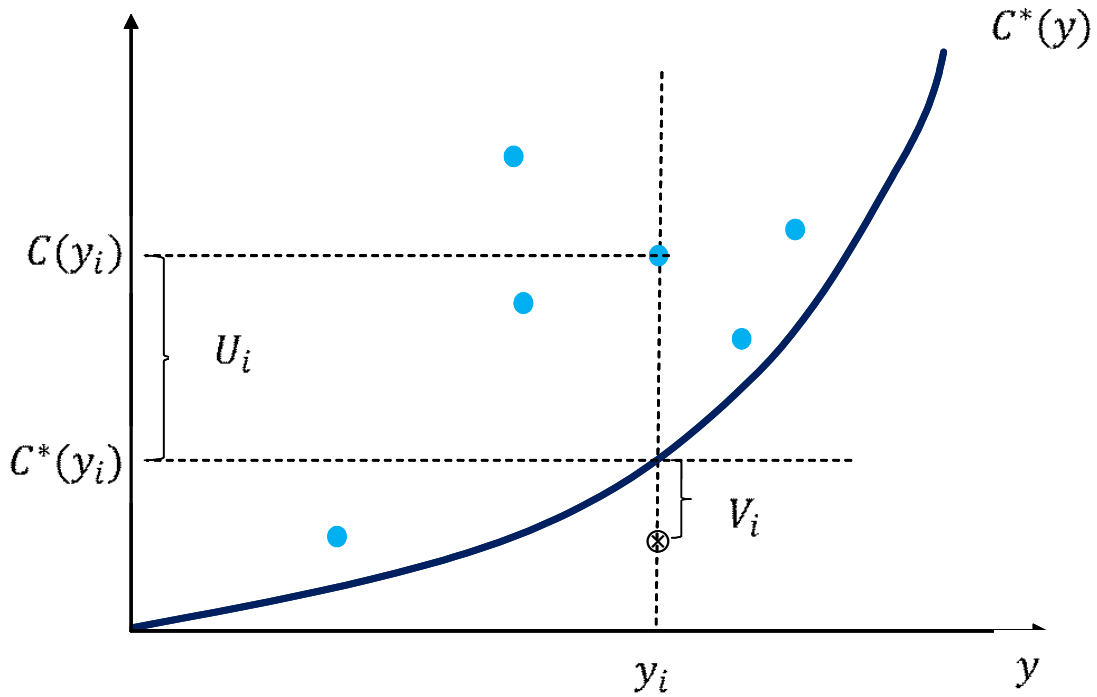
A representação gráfica de uma fronteira de custos pode ser observada na Figura 6.1. A curva $C^*(y)$ representa o custo mínimo de se produzir y unidades de produto. Observa-se que a unidade decisória i produz y_i ao custo $C(y_i)$, o qual poderia ser reduzido até $C^*(y_i)$, de forma que U_i representa o desvio da unidade em relação à fronteira eficiente decorrente de ineficiências gerenciais; V_i indica o desvio proveniente de choques aleatórios (ou, em termos alternativos, a posição da fronteira ótima efetiva em relação ao esperado).

O modelo de Battese & Coelli (1995) pode ser aplicado às fronteiras de custo de forma análoga à de produção. Seja C_{it} o custo da unidade i , $i = 1, \dots, I$ no período $t = 1, \dots, T$. Considerando uma forma funcional log-linear, pode-se expressar a equação explicativa para o custo como:

$$\ln C_{it} = \mathbf{x}_{it}\boldsymbol{\beta} + V_{it} + U_{it} \quad (6.3)$$

onde \mathbf{x}_{it} é o vetor que contém os preços dos insumos e o nível de produção. A variável aleatória U_{it} é parametrizada sobre um conjunto de variáveis explicativas, a saber:

Figura 6.1: Fronteira Estocástica de Custos



$$U_{it} = z_{it}\delta + W_{it} \quad (6.4)$$

na qual $W_{it} \sim N(0, \sigma^2)$ é uma variável aleatória truncada no ponto $-z_{it}\delta$. As equações (6.3) e (6.4) são estimadas simultaneamente por máxima verossimilhança.

As eficiências de custo (EC) na gestão tributária do município i no ano t podem ser definidas pela razão C_{it}/C_{it}^* , onde C_{it}^* é o custo mínimo, que posiciona a fronteira eficiente ($U_{it} = 0$). Assim:

$$EC_{it} = \frac{\exp(x_{it}\beta + V_{it} + U_{it})}{\exp(x_{it}\beta + V_{it})} = \exp(U_{it}) = \exp(z_{it}\delta + W_{it}) \quad (6.5)$$

Na medida em que $U_{it} \geq 0$, $EC_{it} \in [1, +\infty)$. Quanto maior a distância em relação à 1, maior a ineficiência de custos da unidade decisória. Por exemplo, se $EC_i = 1,20$, então o município em questão está extraíndo sua receita tributária desejada a um custo 20% maior do que sua potencialidade permite, dados os preços dos insumos.

6.2 Fronteira de custo e setor público

Apesar da ampla utilização das fronteiras de custo para o estudo de unidades decisórias privadas, sua adoção na avaliação da performance governamental é algo escassa. Tais estudos têm se dado predominantemente a partir de análises não-paramétricas do tipo DEA ou FDH, mas alguns trabalhos têm se preocupado em utilizar procedimentos paramétricos para definir uma fronteira de custo a partir da qual as medidas de performance são extraídas (e.g.: Deller, 1992). A maior dificuldade da metodologia consiste em definir medidas de preços dos insumos governamentais.

Deller & Halstead (1994) investigam a eficiência de pequenas localidades da região da Nova Inglaterra na manutenção de rodovias através de uma fronteira de custos, tendo como variável dependente as despesas operacionais. O produto é definido pelo tamanho da estrada sob jurisdição do município, enquanto os preços dos insumos são dados pelos salários dos trabalhadores e pelos preços de tratores e caminhões. Os autores concluem haver um excesso de custos de aproximadamente 40% nestes serviços, gerados por ineficiências gerenciais.

No já citado estudo de De Borger & Kerstens (1996), comparam-se procedimentos não-paramétricos com as fronteiras de custo, visando analisar os comportamentos dos *scores* de eficiência e seus determinantes em cada caso. No caso paramétrico, diversos indicadores sociais e educacionais são utilizados como medida de produto. Conclui-se pela grande sensibilidade dos ordenamentos dos *scores* em relação ao método, embora haja certa robustez quanto aos impactos das variáveis explicativas sobre os mesmos.

Também Worthington (2000) compara procedimentos não-paramétricos com a fronteira estocástica de custos, concluindo pela grande sensibilidade das eficiências e de seus determinantes, conforme a técnica escolhida.

Barros (2005) utiliza a fronteira estocástica de custos para construir um *ranking* de eficiências de agências da receita portuguesa em Lisboa, utilizando uma função

Cobb Douglas, sendo o produto dado pela arrecadação de impostos. Os dados compõem um painel balanceado para 41 unidades observadas entre 1999 e 2002.

Para o Brasil, registra-se a contribuição de Pereira Filho *et al.* (2010), os quais estimam eficiências de custo de segurança pública nos estados brasileiros entre 2001 e 2006, incorporando efeitos fixos ao modelo de Battese & Coelli (1995). A medida de preço do insumo é dada pelos salários do efetivo policial, enquanto o produto é definido pelo inverso da taxa de homicídios. Os autores concluem, dentre outros, que despesas com judiciário afetam positivamente as eficiências de custo ao passo que a desigualdade de renda, abandono escolar e mercados de drogas as afetam negativamente.

6.3 Dados e Resultados

O primeiro procedimento para estimar as fronteiras de custo é definir as variáveis representativas do produto e do preço dos insumos. Tendo em vista que o objetivo é investigar como as rendas do petróleo afetam a gestão administrativa municipal, a variável de produto deve refletir o tamanho do governo local enquanto unidade decisória. Assim, utilizou-se a receita tributária do município como proporção de seu PIB ($RTribPIB$) como *proxy* para esta medida, já que o nível de atividade da economia local é um fator limitante do montante de impostos que a prefeitura pode arrecadar. Uma unidade decisória situada na fronteira de custos indica a adequação dos gastos administrativos ao tamanho do governo, sendo que a equação de eficiência (6.4) busca investigar se os *royalties* afetam esta relação.

A variável de custos utilizada será as despesas administrativas per capita ($DespAdmpc$). Trata-se de uma função direta dos custos totais empregados na coleta de impostos. Diante da impossibilidade de se isolar com precisão tais custos, em função da desagregação insuficiente do banco de dados, utilizou-se o custo administrativo total por habitante, conforme descrito no capítulo 3.

As medidas de preço dos insumos constituem um aspecto delicado da análise, pois os fatores produtivos empregados na coleta de impostos podem não ser uniformes

entre os municípios; some-se a isso a própria fragilidade do conceito de insumo para esta natureza de problema, o qual sempre estará sujeito a controvérsias. Desta forma, tomou-se como hipótese que os insumos empregados na administração da arrecadação de impostos podem ser agrupados em dois grandes fatores *lato sensu*, denominados *trabalho* e *capital*. Assim, com base em Worthington (2000), os preços destes fatores foram construídos, respectivamente, pelas despesas médias de pessoal e de capital, da seguinte forma:

Preço do Fator Trabalho (w_L): dado pela razão entre a despesa de pessoal e o número de funcionários da prefeitura obtidos, respectivamente, no FINBRA/STN e na RAIS.

Preço do Fator Capital (w_K): definido pela razão entre as despesas de capital e o valor dos ativos², obtidos no FINBRA/STN.

A hipótese subjacente a estas medidas é que as despesas administrativas ótimas, dado o tamanho do governo, respondem ao preço relativo dos fatores capital e trabalho, necessários para a consecução das receitas tributárias.

6.3.1 Função de Custo Cobb-Douglas

A discussão no capítulo anterior a respeito do *tradeoff* entre consistência teórica global e flexibilidade também é válida para o caso de fronteiras de custo (Sauer *et al.*, 2006). Desta forma, testar-se-ão as duas formas funcionais, começando pela Cobb-Douglas, cuja especificação é definida por:³

$$\ln \left(\frac{DespAdmpc}{w_L} \right)_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln (RTribPIB)_{it} + \beta_2 \ln \left(\frac{w_K}{w_L} \right)_{it} + V_{it} + U_{it} \quad (6.6)$$

Esta especificação impõe a restrição de homogeneidade para a Cobb-Douglas,

²Worthington (2000) trabalha com três fatores de produção. Além do trabalho, ele subdivide o capital em dois, um proveniente das despesas físicas relativas a ativos totais e outra proveniente de ativos financeiros.

³Uma Cobb-Douglas de custos pode ser expressa de forma genérica como $\ln \frac{C_{it}}{w_{Nt}} = \beta_0 + \beta_1 \ln y_{it} + \sum_{j=2}^{N-1} \beta_j \ln \frac{w_{jit}}{w_{Nt}} + V_{it} + U_{it}$. Ela está restrita para homogeneidade, de forma que $\sum_{j=2}^N \beta_j = 1$

segundo a qual a soma dos coeficientes dos preços dos fatores deve ser igual a um. Esta função, portanto, será não-decrescente e côncava nos fatores se $\beta_2 \geq 0$ e será crescente no produto se $\beta_1 > 0$. A equação explicativa do termo de ineficiência é especificada como:

$$\begin{aligned}
 U_{it} = & \delta_0 + \delta_1 \ln Roy_{it} + \delta_2 \ln PIBpc_{it} + \delta_3 \ln Pop_{it} + \delta_4 \ln TransUn_{it} \quad (6.7) \\
 & + \delta_5 \ln TransEs_{it} + \delta_6 \ln FuncExeMhab_{it} + \sum_{j=7}^{13} \delta_j DAno_{it} \\
 & + \sum_{j=14}^{20} \delta_j DPartido_{it} + W_{it}
 \end{aligned}$$

onde Roy_{it} são as receitas de *royalties* e de participações especiais recebidas⁴ pelo Município i no ano t , $PIBpc_{it}$ é o PIB municipal per capita, Pop_{it} é a população municipal, $TransUn_{it}$ são as transferências da União, $TransEs_{it}$ são as transferências Estaduais e $FuncExeMhab_{it}$ é a proporção de funcionários municipais por mil habitantes. Esta última variável é a única diferença com a equação (5.8) representativa da ineficiência técnica de produção e visa investigar se um eventual inchaço no número de empregados contribui para explicar os *scores* de eficiência; as hipóteses relativas aos demais controles são as mesmas da equação (5.8).

$DAno_{it}$ e $DPartido_{it}$ são, respectivamente, as *dummies* de ano e de partido político do prefeito.⁵ A primeira visa controlar os efeitos do ano, de modo a identificar um perfil temporal para as ineficiências, enquanto a segunda busca controlar o perfil político do administrador municipal.

Os resultados encontram-se dispostos na Tabela 6.1. Os sinais das variáveis independentes atendem às condições de consistência econômica, sendo que tanto a receita tributária quanto o preço relativo dos insumos são positivos e significativos.

As rendas do petróleo contribuem para *eleva*r a ineficiência administrativa, pois, conforme se pode observar pelas variáveis explicativas de U_{it} , o coeficiente δ_1 se mostrou positivo e estatisticamente significativo a 1%. Isso significa que municí-

⁴Como há muitas observações com valor zero, na verdade foi extraído o logaritmo de $1 + Roy$ pois, para as magnitudes em tela, $\ln(1 + Roy) \approx \ln Roy$.

⁵Dados obtidos no IPEADATA.

Tabela 6.1: Fronteira de Custo-Cobb Douglas
 Variável Dependente: $\ln \frac{DespAdm_{pc}}{w_L}$

	Coefficiente	D.Padrão	Estat-t
X			
Constante (β_0)	-4,908***	0,029	-168,56
$\ln RTribPIB$ (β_1)	0,026***	0,005	5,21
$\ln \frac{w_K}{w_L}$ (β_2)	0,062***	0,003	24,79
Z			
Constante (δ_0)	-1,989***	0,077	-25,71
$\ln Roy$ (δ_1)	0,009***	0,001	15,46
$\ln PIBpc$ (δ_2)	0,041***	0,007	6,20
$\ln Pop$ (δ_3)	-0,238***	0,007	-35,87
$\ln TransUn$ (δ_4)	0,089***	0,008	11,01
$\ln TransEs$ (δ_5)	0,062***	0,005	11,83
$\ln FuncExeMhab$ (δ_6)	0,883***	0,005	173,07
<i>Dummy</i> 2003 (δ_7)	-0,056***	0,008	-6,63
<i>Dummy</i> 2004 (δ_8)	-0,080***	0,009	-9,22
<i>Dummy</i> 2005 (δ_9)	-0,062***	0,010	-6,04
<i>Dummy</i> 2006 (δ_{10})	-0,144***	0,011	-13,06
<i>Dummy</i> 2007 (δ_{11})	-0,184***	0,011	-16,60
<i>Dummy</i> 2008 (δ_{12})	-0,265***	0,012	-21,31
<i>Dummy</i> 2009 (δ_{13})	-0,258***	0,013	-19,17
<i>Dummy</i> PMDB (δ_{14})	-0,019***	0,006	-3,15
<i>Dummy</i> PT (δ_{15})	0,022**	0,010	2,23
<i>Dummy</i> PSDB (δ_{16})	-0,038***	0,007	-5,80
<i>Dummy</i> PDT (δ_{17})	0,070***	0,010	6,70
<i>Dummy</i> PTB (δ_{18})	-0,045***	0,010	-4,68
<i>Dummy</i> DEM (δ_{19})	-0,027***	0,006	-4,24
<i>Dummy</i> PL (δ_{20})	-0,038***	0,011	-3,38
σ^2	0,170***	0,001	130,61
γ	2,36E-05**	9,10E-06	2,60
λ	43.318,07***		
Log-verossimilhança	-21.429,68		

***Significativo a 1%, **Significativo a 5%

pios contemplados com elevadas transferências de *royalties* e participações especiais apresentam tendência a efetuar gastos administrativos além do necessário para sustentar o tamanho desejado do governo. Trata-se de uma evidência de que estas rendas, na medida em que relaxam a restrição orçamentária municipal e reduzem a pressão pela necessidade de financiamento do setor público, são fontes geradoras de ineficiências-X.

Com relação às variáveis de controle, um sinal contrário ao da hipótese inicial é o do PIB per capita municipal, o qual visa capturar o efeito da capacidade fiscal: esta variável mostrou-se positiva e significativa, indicando que quanto mais rico o município, maiores as despesas administrativas per capita, dado o tamanho do governo. É possível que municípios mais ricos necessitem coletar menos impostos em relação à sua capacidade fiscal, pois dispõem de outras fontes de receitas. Outra possível explicação para o sinal surpreendente é que a composição das despesas administrativas de municípios mais ricos tende a ser mais complexa e, possivelmente, as funções menos ligadas ao planejamento tributário e orçamentário sejam mais proeminentes. Em todo caso, trata-se de um resultado a ser melhor investigado. Quanto maior o tamanho do município, menor a ineficiência, tendo em vista que o coeficiente da população se mostrou negativo e significativo.

Os sinais das transferências da União (δ_4) e dos Estados (δ_5) mostraram-se positivos e significativos, indicando um efeito amplificador das ineficiências, nos mesmos moldes da renda do petróleo. Estudos citados anteriormente relataram indícios de redução de esforço fiscal como consequência de transferências federais. As conclusões desta tese confirmam efeitos negativos também sobre a eficiência administrativa, mostrando que tais receitas contribuem para a geração de ineficiências-X.

O sinal de δ_6 indica uma relação positiva e significativa entre a proporção de funcionários do executivo e as ineficiências administrativas. Isso pode sinalizar que o inchaço do quadro de pessoal representa uma potencial fonte de desperdício de recursos administrativos.

As *dummies* de ano mostraram-se negativas e significativas a 1%. Como o ano de

referência é 2002, este padrão indica um decréscimo da ineficiência dos municípios ao longo do tempo, em uma espécie de curva de aprendizado resultante de um esforço geral na direção de racionalizar as despesas administrativas ao longo do tempo.

As *dummies* de partido do prefeito, por sua vez, indicaram que PT e PDT tendem a produzir despesas administrativas por habitante maiores do que os demais, ao passo que PMDB, PSDB, DEM, PL e PTB tendem a ser mais eficientes do que a média.

Tabela 6.2: Ineficiências estimadas para os maiores beneficiários: função Cobb-Douglas

UF	Município	EC	EC / Média	Royalties per capita
RJ	Rio das Ostras	7,49	2,31	3942,30
RJ	Quissamã	14,80	4,57	3382,07
RJ	Carapebus	15,59	4,82	2175,21
RJ	Armação dos Búzios	9,24	2,86	1416,36
RJ	Macaé	3,26	1,01	1381,55
RN	Guamaré	11,21	3,46	1241,43
RJ	Casimiro de Abreu	6,82	2,11	1121,62
SE	Pirambu	5,36	1,66	1025,57
BA	Madre de Deus	10,58	3,27	869,00
RJ	Campos dos Goytacazes	3,66	1,13	842,34
SP	Ilhabela	2,89	0,89	516,20
RJ	Macuco	12,09	3,74	486,06
SE	Divina Pastora	16,73	5,17	477,94
RN	Macau	4,35	1,34	472,44
RJ	Cabo Frio	3,45	1,07	455,96
BA	São Francisco do Conde	23,94	7,40	434,44
RN	Porto do Mangue	8,24	2,55	414,72
RN	Galinhas	11,31	3,50	402,83
SP	São Sebastião	4,60	1,42	401,22
SE	Carmópolis	9,00	2,78	391,90
	Média Brasil	3,23		9,52

As estatísticas que atestam o ajuste do modelo às fronteiras estocásticas também são significativas. Lembrando que, pela parametrização de Battese & Corra (1977), tem-se $\gamma = \frac{\sigma^2}{\sigma^2 + \sigma_V^2}$, onde σ^2 é a variância do termo de ineficiência U e σ_V^2 é a variância do termo aleatório V . Se $\gamma = 0$, não há ganho em estimar uma fronteira de custos em relação a um modelo de regressão clássica. Conforme γ se aproxima de 1, mais

apropriado o modelo de fronteira em relação a uma regressão clássica, tendo em vista a significância da variância relativa do termo de ineficiência. No caso em tela, γ é reduzido, mas é estatisticamente significativo a 5%, ou seja, confirma-se a hipótese alternativa $H_A : \gamma > 0$.

Também a estatística de Wald λ mostrou-se significativa a 1%, conforme a distribuição calculada em Kodde & Palm (1986, p.1246). Lembrando que ela testa a hipótese nula $H_0 : \sigma^2 = \delta_1 = \dots = \delta_{20} = 0$.

A Tabela 6.2 reproduz as eficiências de custo (conforme expressão 6.5) calculadas via função Cobb-Douglas para os 20 maiores beneficiários de *royalties* per capita⁶, assim como a relação do *score* com a média nacional. Deste conjunto, apenas Ilhabela (SP) apresenta ineficiência menor que a média nacional.

6.3.2 Função de Custo Translog

O mesmo exercício realizado acima foi testado com uma forma funcional Translog, mais flexível do que a Cobb-Douglas, porém com mais exigências para o atendimento das condições de consistência teórica global. Sua especificação é dada por:⁷

$$\begin{aligned} \ln \left(\frac{DespAdmpc}{w_L} \right)_{it} &= \beta_0 + \beta_1 \ln (RTribPIB)_{it} + \beta_2 \ln \left(\frac{w_K}{w_L} \right)_{it} & (6.8) \\ &+ \frac{1}{2} \beta_{11} (\ln (RTribPIB)_{it})^2 + \beta_{12} \ln (RTribPIB)_{it} \ln \left(\frac{w_K}{w_L} \right)_{it} \\ &+ \frac{1}{2} \beta_{2K} (\ln w_K)^2 + \frac{1}{2} \beta_{2L} (\ln w_L)^2 + \beta_{KL} \ln w_K \ln w_L \\ &+ V_{it} + U_{it} \end{aligned}$$

sendo a equação de ineficiência idêntica à (6.7).

Os resultados encontram-se na Tabela 6.3. Quanto à equação da fronteira, os sinais da receita tributária sobre o PIB (β_1) e este valor ao quadrado (β_{11}) mostraram-se positivos e significativos, uma condição necessária, mas não suficiente

⁶Vale ressaltar que os valores e o conjunto de municípios diferem sensivelmente da Tabela 4.3, do capítulo 4, pois aquele era um painel balanceado, ou seja, um subconjunto da base deste capítulo.

⁷Para a representação geral da Translog de custos, ver Kumbhakar & Knox Lovell (2000, p.143).

Tabela 6.3: Fronteira de Custo - Translog
Variável Dependente: Custos Administrativos per capita/ w_L

	Coefficiente	D.Padrão	Estat-t
X			
Constante (β_0)	-3,231***	0,046	-70,71
$\ln RTribPIB$ (β_1)	0,087***	0,031	2,81
$\ln \frac{w_K}{w_L}$ (β_2)	0,231***	0,034	6,82
$(\ln RTribPIB)^2$ (β_{11})	0,012***	0,001	10,89
$\ln RTribPIB \ln \frac{w_K}{w_L}$ (β_{12})	0,006**	0,003	2,26
$(\ln W_K)^2$ (β_{2K})	0,010***	0,002	4,65
$(\ln W_L)^2$ (β_{2L})	-0,034***	0,003	-11,96
$\ln W_K \ln W_L$ (β_{KL})	-0,022***	0,004	-6,28
Z			
Constante (δ_0)	-1,147***	0,059	-19,59
$\ln Roy$ (δ_1)	0,011***	0,001	18,04
$\ln PIBpc$ (δ_2)	0,116***	0,008	14,02
$\ln Pop$ (δ_3)	-0,494***	0,009	-54,83
$\ln TransUn$ (δ_4)	0,306***	0,010	30,10
$\ln TransEs$ (δ_5)	0,117***	0,006	18,28
$\ln FuncExeMhab$ (δ_6)	0,459***	0,008	54,04
<i>Dummy</i> 2003	-0,042***	0,010	-4,09
<i>Dummy</i> 2004	-0,060***	0,012	-4,81
<i>Dummy</i> 2005	-0,040***	0,010	-3,87
<i>Dummy</i> 2006	-0,087***	0,011	-7,60
<i>Dummy</i> 2007	-0,113***	0,013	-8,69
<i>Dummy</i> 2008	-0,191***	0,015	-12,48
<i>Dummy</i> 2009	-0,156***	0,015	-10,53
<i>Dummy</i> PMDB	-0,018*	0,010	-1,74
<i>Dummy</i> PT	0,023*	0,014	1,71
<i>Dummy</i> PSDB	-0,040***	0,009	-4,33
<i>Dummy</i> PDT	0,070***	0,013	5,49
<i>Dummy</i> PTB	-0,032**	0,013	-2,54
<i>Dummy</i> DEM	-0,024**	0,011	-2,27
<i>Dummy</i> PL	-0,035***	0,013	-2,71
σ^2	0,157***	0,001	141,70
γ	0,136***	0,017	7,94
λ	37528,16***		
Log-verossimilhança	-19.850,50		

***Significativo a 1%, **Significativo a 5%

para a consistência econômica global da Translog. Os sinal do preço relativo dos insumos (β_2) também se mostrou positivo, enquanto sua interação (β_{KL}) se mostrou negativa, assim como o quadrado do preço do fator trabalho (β_{2L}). No entanto, conforme discutido no capítulo 5 com base em Sauer *et al.* (2006), as condições de regularidade da Translog precisam ser verificadas em todos os pontos da amostra, o que não será realizado aqui, dada a dificuldade e a amplitude do banco de dados.

Já se disse previamente que a Translog é uma especificação mais flexível e geral do que a Cobb Douglas. A fim de se testar a equivalência estatística de ambas, empreendeu-se o mesmo teste de razão de verossimilhança utilizado na fronteira de produção, cuja hipótese nula, neste caso, é dada por $H_0 : \beta_{11} = \beta_{12} = \beta_{2K} = \beta_{2L} = \beta_{KL} = 0$. A estatística do teste é construída pela razão entre os valores das funções de log-verossimilhança dos modelos Cobb-Douglas (restrito) e Translog (irrestrito), obtido da seguinte forma:

$$LR = -2 [\ln L_R - \ln L_I]$$

onde L_R e L_I são os valores das funções de log-verossimilhança dos modelos restrito e irrestrito. Ela possui distribuição chi-quadrada, com 5 graus de liberdade. O LR calculado foi de 3.158,36, sendo que a hipótese nula é largamente rejeitada a 1% de significância. Portanto, a Translog é uma especificação mais apropriada, embora as condições de regularidade precisem ser checadas em todos os pontos da amostra.

A equação de ineficiência apresenta o mesmo perfil do caso Cobb-Douglas, inclusive os sinais dos controles temporais e partidários. Novamente, as rendas do petróleo contribuem para ampliar as ineficiências administrativas.

O ajuste do modelo de fronteira de custos com relação à regressão clássica mostrou-se adequado, tendo em vista que os parâmetros γ e λ são ambos significativos a 1%, ou seja, rejeitam-se as hipóteses nulas de que a variância do termo de ineficiência (σ^2) e os coeficientes das variáveis explicativas de U_{it} ($\delta_1, \dots, \delta_1$) são conjuntamente iguais a zero.

Tabela 6.4: Ineficiências estimadas para os maiores beneficiários: função Translog

UF	Município	EC	EC/Média	Royalties per capita
RJ	Rio das Ostras	40,95	3,36	3942,30
RJ	Quissamã	79,24	6,50	3382,07
RJ	Carapebus	56,75	4,65	2175,21
RJ	Armação dos Búzios	43,54	3,57	1416,36
RJ	Macaé	21,05	1,73	1381,55
RN	Guamaré	42,19	3,46	1241,43
RJ	Casimiro de Abreu	36,69	3,01	1121,62
SE	Pirambu	19,17	1,57	1025,57
BA	Madre de Deus	41,63	3,41	869,00
RJ	Campos dos Goytacazes	19,35	1,59	842,34
SP	Ilhabela	12,48	1,02	516,20
RJ	Macuco	39,80	3,26	486,06
SE	Divina Pastora	46,99	3,85	477,94
RN	Macau	16,19	1,33	472,44
RJ	Cabo Frio	18,31	1,50	455,96
BA	São Francisco do Conde	80,64	6,61	434,44
RN	Porto do Mangue	31,95	2,62	414,72
RN	Galinhas	39,65	3,25	402,83
SP	São Sebastião	22,83	1,87	401,22
SE	Carmópolis	31,56	2,59	391,90
	Média Brasil	12,19		

A Tabela 6.4 exibe as eficiências de custo calculadas para a função de custo Translog (6.5), referentes aos 20 maiores beneficiários de benefícios governamentais do petróleo. Todos eles apresentaram coeficientes acima da média. Vale ressaltar que $EC \in [1, +\infty)$ e quanto maior este coeficiente, maior a distância do Município em relação à fronteira eficiente.

6.4 Comparação de *rankings* de eficiência

Alguns dos estudos supracitados avaliam o desempenho de diversas unidades decisórias a partir do cálculo de *scores* de eficiência provenientes de técnicas paramétricas e não-paramétricas. Tendo em vista que esta tese utilizou procedimentos análogos para investigar o impacto das rendas do petróleo sobre o desempenho dos Municípios contemplados no Brasil, um exercício interessante consiste em analisar a robustez destes métodos e formas funcionais em relação aos *rankings* de eficiência gerados por eles. A fim de facilitar a comparação, cumpre recapitular que:

a) No caso da DEA-Custos, estimada no capítulo 4, as eficiências econômicas (CE) geradas variam no intervalo $(0, 1]$ e, conforme $CE \rightarrow 1$, mais eficiente a unidade decisória. Assim, com o objetivo de facilitar a comparação com as demais (principalmente com as fronteiras de custo), calculou-se o inverso desta medida, tal que $InvCE = (CE)^{-1}$. Assim, $InvCE \in [1, +\infty)$ e quanto maior esta variável, maior o grau de ineficiência da unidade;

b) No caso das fronteiras de produção, estimadas no capítulo 5, tem-se que as eficiências técnicas (TE) pertencem ao intervalo $(0, 1]$, tal que o grau de ineficiência aumenta conforme $TE \rightarrow 0$.

c) Para as fronteiras de custo, estimadas no capítulo 6, as eficiências (EC) variam no intervalo $[1, +\infty)$ e quanto maior esta variável, maior a ineficiência.

Desta forma, a robustez das técnicas requer que as ordenações de unidades decisórias produzidas sejam idênticas, sob a premissa de que o processo gerador de dados esteja bem identificado. No entanto, devido a diversas condicionalidades e propriedades específicas, na prática, pode haver notável divergência entre elas,

conforme alguns estudos acima mencionados identificaram. Sendo assim, a fim de compará-las, calculou-se a *correlação de postos de Spearman*, que consiste em uma medida de correlação não-paramétrica entre as ordens das observações de duas variáveis aleatórias X e Y . Sua fórmula é dada por:

$$\rho_S = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n d_i^2(x_i, y_i)}{n^3 - n}$$

onde d_i é a diferença de ordem entre as observações x_i e y_i e n é o número de observações; $-1 \leq \rho_S \leq +1$, sendo que os extremos indicam uma função determinística monotônica decrescente ou crescente entre as variáveis. Para um tamanho de amostra suficientemente grande ($n \geq 25$), a estatística ρ_S tem distribuição aproximadamente normal, com média zero e desvio-padrão 1.⁸

Os resultados estão expressos na Tabela 6.5. Comparando-se as formas funcionais no interior de cada método de fronteira estocástica, a especificação das funções de produção e de custo na forma de Cobb-Douglas ou Translog é praticamente irrelevante na composição das ordenações de eficiência, bastando verificar que a estatística ρ de Spearman é igual a 0,99 para a fronteira de produção e 0,94 para a de custo, com P-valor próximo de zero. Este resultado é importante, já que não se procedeu à verificação das condições de consistência teórica global para a Translog.

Com relação à comparação entre as técnicas não-paramétricas (DEA-Custos) e paramétricas (Fronteiras Estocásticas de Produção e de Custos), observam-se coeficientes de correlação mais baixos; porém todas as estimativas são estatisticamente diferentes de zero, indicando que os *rankings* de eficiência não são independentes entre si. Note-se, ainda, a correlação negativa significativa entre as ordenações referentes à produção e aos custos, como era de se esperar, tendo em vista as definições das respectivas medidas de eficiência acima mencionadas.

A título de ilustração, a Figura 6.2 mostra os diagramas de dispersão entre alguns dos casos comparativos acima. A comparação das metodologias paramétrica e não-paramétrica não indica nenhum padrão visível de comportamento. Apenas a

⁸Siegel & Castellan Jr. (2006, p.275)

Tabela 6.5: Correlação de Spearman.

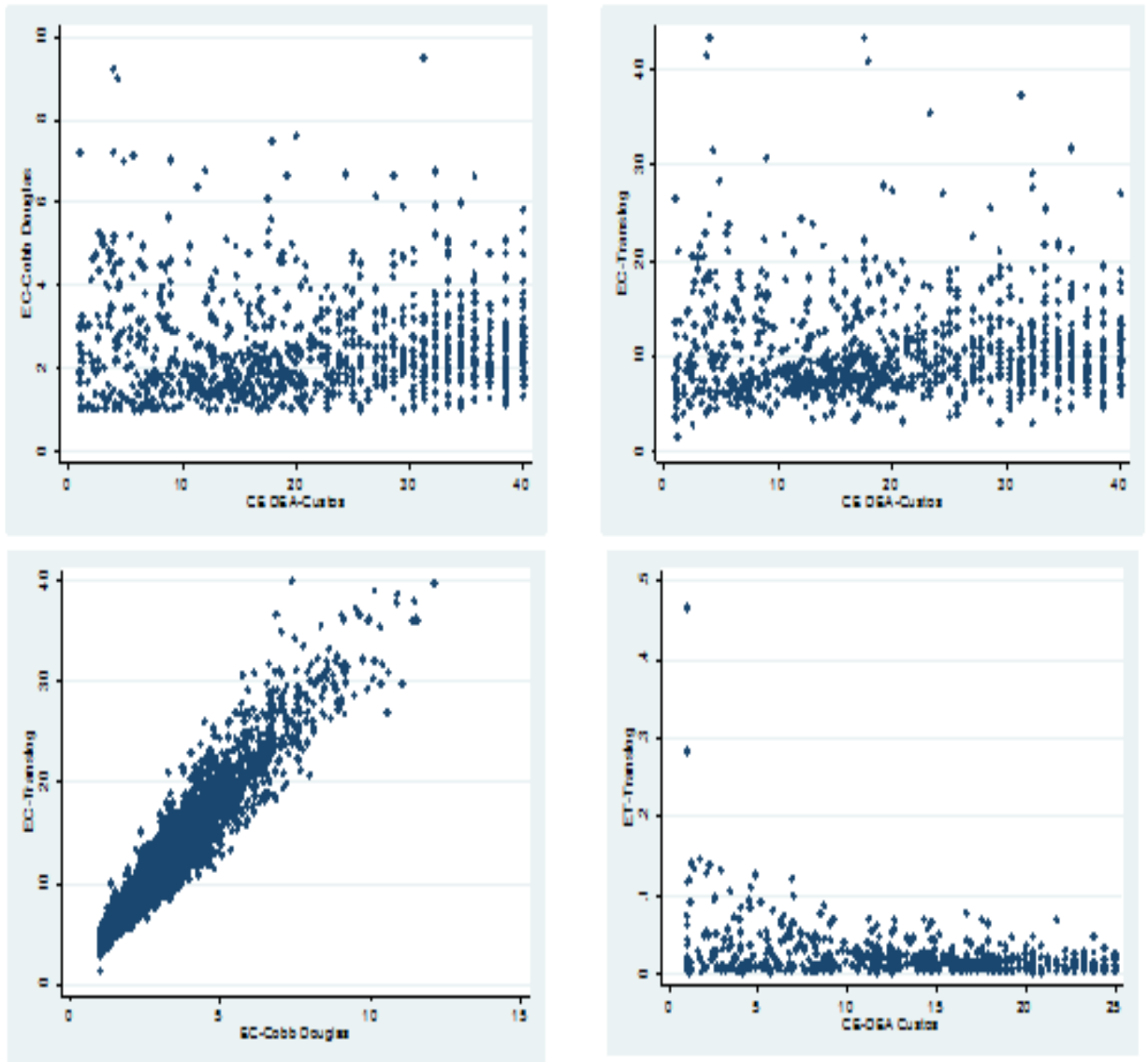
	Produção Cobb-Douglas	Produção Translog	Custo Cobb-Douglas	Custo Translog
Produção Translog	0,9927 (0,0000)	1,0000 -		
Custo Cobb-Douglas	-0,3787 (0,0000)	-0,3775 (0,0000)	1,0000 -	
Custo Translog	-0,2013 (0,0000)	-0,2026 (0,0000)	0,9406 (0,0000)	1,0000 -
CE-DEA Custos	-0,7178 (0,0000)	-0,7533 (0,0000)	0,3585 (0,0000)	0,1677 (0,0000)

P-valor entre parênteses

comparação das formas funcionais intra-metodologia revela uma relação monotônica visível.

Em suma, as eficiências geradas pela DEA-Custos e pelas Fronteiras Estocásticas, embora exibam correlação estatística significativa com os sinais esperados, estão distantes de indicar uma função monotônica determinística entre ambas. Esta conclusão corrobora alguns estudos anteriores que encontram grande variabilidade entre as medidas de eficiência, conforme a metodologia de estimação escolhida. Apesar disso, tanto as eficiências calculadas via DEA quanto pela Fronteira de Custos são sensíveis às rendas do petróleo; apenas o seu impacto sobre as eficiências técnicas provenientes da fronteira de produção se mostrou não significativo.

Figura 6.2: Diagramas de dispersão entre os *scores* de eficiência



Conclusões

As regras de distribuição das rendas do petróleo, definidas pelo atual marco regulatório, sempre estiveram sujeitas a severas críticas, por implicarem em grande concentração de recursos nos cofres de poucos municípios. Pelas normas em vigor, um conjunto de cerca de 900 municípios brasileiros, sobretudo dos Estados do Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte e Espírito Santo, são beneficiários da quase totalidade da fatia destes recursos destinada às localidades. O advento da fronteira exploratória do pré-sal contribuiu para acentuar os questionamentos quanto a esta concentração excessiva, gerando propostas de uma distribuição mais equitativa, no sentido de beneficiar a totalidade dos Municípios do Brasil. Atualmente, há projetos de lei em tramitação visando redesenhar o sistema, viabilizando o acesso de um conjunto consideravelmente maior de estados e municípios a essas rendas. Caso implementadas, as mudanças podem acarretar perdas consideráveis aos atuais beneficiários. Some-se a isso a perspectiva de elevação substancial das receitas de *royalties* e participações especiais, tendo em vista as estimativas generosas quanto ao potencial econômico do pré-sal.

Este cenário representa um convite para uma avaliação dos efeitos destas rendas sobre as localidades mais beneficiadas desde a inauguração do atual marco regulatório, no final dos anos 1990. Embora haja estudos investigando os efeitos sociais e econômicos sobre alguns municípios representativos, a literatura ainda carece de estudos abrangentes, sobretudo quanto aos impactos destas receitas sobre o esforço tributário e sobre os custos da máquina administrativa local. Em particular, não existem estudos que avaliem como a disponibilidade destes recursos afeta o incentivo

em otimizar a gestão municipal.

Esta tese buscou ajudar a preencher esta lacuna, através da investigação do impacto dos *royalties* e das participações especiais sobre o esforço fiscal municipal em duas dimensões: na maximização da produção de tributos locais e na adequação dos custos administrativos ao tamanho desejado de governo. Compararam-se duas abordagens metodológicas: a não-paramétrica, sintetizada na Análise Envoltória de Dados com segundo estágio econométrico, a fim de buscar uma relação de causalidade entre as rendas petrolíferas e as ineficiências econômicas; e a paramétrica, pela estimação de uma fronteira de produção de impostos contraposta a uma fronteira de custos administrativos de coleta tributária. Embora a segunda seja mais desafiadora no sentido de requerer a construção de medidas de preço de insumos de governo, ela permite superar uma crítica importante à utilização de fronteiras de produção em estudos de eficiência do setor público, qual seja, as ineficiências técnicas estimadas podem refletir, em parte, diferentes escolhas quanto a tamanho de governo pelos habitantes locais. Além disso, as fronteiras de custo permitem investigar diretamente a potencial emergência de ineficiências administrativas na gestão tributária municipal, em uma expressão do que a literatura batizou de Ineficiência-X. A hipótese subjacente é que as rendas do petróleo permitem o alívio da pressão pela necessidade de financiamento do setor público diante da expansão do conjunto orçamentário municipal, criando, dependendo da interpretação, relaxamento de comportamento otimizador e/ou oportunidades de *rent-seeking*.

Embora os resultados sejam sensíveis ao método, eles permitem a seguinte conclusão: enquanto as rendas do petróleo não afetam o esforço fiscal, tendo em vista que elas não se mostraram significativas para explicar as ineficiências técnicas na fronteira de produção, elas são capazes de gerar ineficiências-X na forma de excesso de gastos administrativos, dada a escolha do tamanho do governo pelos habitantes locais, pois as eficiências econômicas estimadas pela DEA e pela fronteira de custo são sensíveis a estas receitas. Quanto maior o montante de *royalties* e de participações especiais nos cofres municipais, maiores as ineficiências na gestão da máquina

administrativa local.

Este estudo está sujeito a limitações e diversas extensões são possíveis. Em particular, outras formas funcionais e técnicas de identificação mais complexas podem ser testadas. Também a construção mais acurada de variáveis indicativas de insumos e seus preços são desejáveis, a fim de se confirmar ou não a robustez dos resultados. Mesmo assim, acreditamos ter lançado algumas luzes sobre a discussão referente às alterações nas regras de distribuição dos *royalties* do petróleo no Brasil, contribuindo para o desenho de políticas regulatórias mais apropriadas para que a sociedade brasileira e suas gerações futuras possam usufruir plenamente das riquezas advindas do petróleo, principalmente após o advento do pré-sal.

Referências Bibliográficas

- AFONSO, JOSÉ ROBERTO;, & GOBETTI, S. W. 2008. Aspectos do Petróleo no Brasil: Alguns Aspectos Fiscais e Federativos. *Revista do BNDES*, **15**, 231–269.
- AIGNER, D., LOVELL, C.A., & SCHMIDT, P. 1977. Formulation and estimation of stochastic frontier production function models. *Journal of Econometrics*, **6**(1), 21–37.
- AIGNER, D.J., LOVELL, C.A.K., & SCHMIDT, P. 1976. *Formulation and estimation of stochastic frontier production function models*. Rand Corp.
- ALEXANDRE, M.J.O. 2003. *O Georritmo do cavalo-de-pau nos municípios da área do petróleo potiguar: a relação entre os royalties e a dinâmica socioeconômica*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Norte.
- ALFIRMAN, L. 2003. Estimating Stochastic Frontier Tax Potential: Can Indonesian Local Governments Increase Tax Revenues Under Decentralization? *Working Paper, University of Colorado*.
- ARAGON, F., & GAYOSO, V. 2005. *Intergovernmental transfers and fiscal effort in Peruvian local governments*. Working paper. Munich Personal RePEc Archive.
- ARAÚJO, P. L. 2007. *Eficiência tributária municipal em dois estágios: análise envoltória de dados (DEA) e regressão quantílica*. Tese de Doutorado, Universidade de Brasília.
- BALAGUER-COLL, M.T., PRIOR, D., & TORTOSA-AUSINA, E. 2007. On the determinants of local government performance: A two-stage nonparametric approach. *European Economic Review*, **51**(2), 425–451.
- BAPTISTA, C. 2002. Indicadores Financeiros e Capacidade Tributária na Bahia Regiões e Municípios. *Série Estudos e Pesquisas: Dez Anos de Economia Baiana*, **57**, 243–259.
- BARROS, C.P. 2005. Performance measurement in tax offices with a stochastic frontier model. *Journal of Economic Studies*, **32**(6), 497–510.
- BATTESE, G.E., & COELLI, T.J. 1992. Frontier production functions, technical efficiency and panel data: with application to paddy farmers in India. *Journal of productivity analysis*, **3**(1), 153–169.
- BATTESE, G.E., & COELLI, T.J. 1993. *A stochastic frontier production function incorporating a model for technical inefficiency effects*. University of New England. Department of Econometrics.

- BATTESE, G.E., & COELLI, T.J. 1995. A Model for Technical Inefficiency Effects in a Stochastic Frontier Production Function for Panel Data. *Empirical Economics*, **20**(2), 325–332.
- BATTESE, G.E., & CORRA, G.S. 1977. Estimation of a production frontier model: with application to the pastoral zone of Eastern Australia. *Australian Journal of Agricultural Economics*, **21**(3), 169–179.
- BREGMAN, D. 2007. *Um Estudo sobre a Aplicação dos Royalties Petrolíferos no Brasil*. Monografia. ESAF.
- BUCHANAN, J.M., TOLLISON, R.D., & TULLOCK, G. 1980. *Toward a theory of the rent-seeking society*. Texas A&M University Press College.
- BUETTNER, T. 2006. The incentive effect of fiscal equalization transfers on tax policy. *Journal of Public Economics*, **90**(3), 477–497.
- BUTTON, K.J., & WEYMAN-JONES, T.G. 1992. Ownership structure, institutional organization and measured X-efficiency. *The American Economic Review*, **82**(2), 439–445.
- BUTTON, K.J., & WEYMAN-JONES, T.G. 1994. X-efficiency and technical efficiency. *Public Choice*, **80**(1), 83–104.
- CARVALHO, D.F. 2008. Federalismo fiscal, capacidade tributária e esforço fiscal dos estados da Amazônia (1970-2000): uma abordagem econométrica de fronteira estocástica. *Anais do XIII Encontro Nacional de Economia Política*.
- CASELLI, F., & MICHAELS, G. 2009. Do oil windfalls improve living standards? Evidence from Brazil. *NBER Working Paper*.
- COELLI, T. 1996. A guide to DEAP version 2.1: a data envelopment analysis (computer) program. *Centre for Efficiency and Productivity Analysis, University of New England, Australia*.
- COELLI, T., PRASADA RAO, D.S., O'DONNELL, C.J., & BATTESE, G. E. 2005. *An introduction to efficiency and productivity analysis*. Springer Verlag.
- COOPER, W.W., SEIFORD, L.M., & ZHU, J. 2011. Data Envelopment Analysis: History, Models, and Interpretations. *In: Handbook on data envelopment analysis*, 1–39.
- COSSIO, F.A.B., & CARVALHO, L.M. 2001. Os efeitos expansivos das transferências intergovernamentais e transbordamentos espaciais das despesas públicas: evidências para os municípios brasileiros-1996. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, **31**(1), 31.
- COSSIO, F.B. 1998. *Disparidades interregionais, Capacidade de Obtenção de Recursos Tributários. Esforço Fiscal e Gasto Público no Federalismo Brasileiro*. Rio de Janeiro: BNDES.
- DAHLBERG, M., MORK, E., RATTSO, J., & AGREN, H. 2008. Using a discontinuous grant rule to identify the effect of grants on local taxes and spending. *Journal of Public Economics*, **92**(12), 2320–2335.

- DAHLBY, B. 2011. The marginal cost of public funds and the flypaper effect. *International Tax and Public Finance*, **18**(3), 304–321.
- DAHLBY, B., & WILSON, L.S. 1994. Fiscal capacity, tax effort, and optimal equalization grants. *The Canadian Journal of Economics/Revue canadienne d'Economique*, **27**(3), 657–672.
- DASGUPTA, S., & MITRA, T. 1983. Intergenerational equity and efficient allocation of exhaustible resources. *International Economic Review*, **24**(1), 133–153.
- DE BORGER, B., & KERSTENS, K. 1996. Cost efficiency of Belgian local governments: A comparative analysis of FDH, DEA, and econometric approaches. *Regional Science and Urban Economics*, **26**(2), 145–170.
- DELLER, S.C. 1992. Production efficiency in local government: A parametric approach. *Public Finance*, **47**(1), 32–44.
- DELLER, S.C., & HALSTEAD, J.M. 1994. Efficiency in the production of rural road services: The case of New England towns. *Land Economics*, 247–259.
- DELLER, S.C., & NELSON, C.H. 1991. Measuring the economic efficiency of producing rural road services. *American Journal of Agricultural Economics*, 194–201.
- DELLER, S.C., & RUDNICKI, E. 1992. Managerial efficiency in local government: Implications on jurisdictional consolidation. *Public Choice*, **74**(2), 221–231.
- FARRELL, M.J. 1957. The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, **120**(3), 253–290.
- FERRIER, G.D., & LOVELL, C. A. 1990. Measuring cost efficiency in banking: Econometric and linear programming evidence. *Journal of Econometrics*, **46**(1-2), 229–245.
- FRANTZ, R. 1992. X-efficiency and allocative efficiency: What have we learned? *The American Economic Review*, **82**(2), 434–438.
- GAMKHAR, S., & SHAH, A. 2006. The impact of intergovernmental fiscal transfers: a synthesis of the conceptual and empirical literature. *Intergovernmental Fiscal Transfers: Principles and Practice*.
- GIVIEZ, G.H.N., & OLIVEIRA, E.L. 2008. Royalties do petróleo e educação: análise da eficiência da alocação. *Petróleo, Royalties e Região*, **6**(22), Rio de Janeiro.
- GOMES, R.S. 2007. *A Influência dos Royalties de Petróleo no Gasto Social: O Caso dos Municípios do Estado do Rio de Janeiro*. Dissertação de Mestrado, Fundação Oswaldo Cruz.
- HARTWICK, J.M. 1977. Intergenerational equity and the investing of rents from exhaustible resources. *The American Economic Review*, **67**(5), 972–974.
- INMAN, R.P. 2008. The flypaper effect. *NBER Working Paper*.
- KEEN, M.J., & KOTSOGIANNIS, C. 2002. Does federalism lead to excessively high taxes? *The American Economic Review*, **92**(1), 363–370.

- KEEN, M.J., & KOTSOGIANNIS, C. 2004. Tax competition in federations and the welfare consequences of decentralization. *Journal of Urban Economics*, **56**(3), 397–407.
- KODDE, D.A., & PALM, F.C. 1986. Wald criteria for jointly testing equality and inequality restrictions. *Econometrica*, 1243–1248.
- KOENKER, R., & BASSETT JR, G. 1978. Regression quantiles. *Econometrica*, 33–50.
- KOENKER, R., & HALLOCK, K.F. 2001. Quantile regression. *The Journal of Economic Perspectives*, **15**(4), 143–156.
- KUMBHAKAR, SUBAL C., & KNOX LOVELL, C. 2000. *Stochastic Frontier Analysis*. Cambridge University Press.
- LEAL, J.A.A., & SERRA, R.V. 2002. Notas sobre os fundamentos econômicos da distribuição espacial dos royalties petrolíferos no Brasil. *Anais do XXX Encontro Nacional de Economia (ANPEC)*.
- LEIBENSTEIN, H. 1966. Allocative efficiency vs. "X-efficiency". *The American Economic Review*, **56**(3), 392–415.
- LEIBENSTEIN, H. 1978. X-inefficiency Xists: Reply to an Xorcist. *The American Economic Review*, **68**(1), 203–211.
- LEIBENSTEIN, H., & MAITAL, S. 1992. Empirical estimation and partitioning of X-inefficiency: a data-envelopment approach. *The American Economic Review*, **82**(2), 428–433.
- LI, Q., & RACINE, J.S. 2007. *Nonparametric econometrics: Theory and practice*. Princeton University Press.
- LOGAN, R.R. 1986. Fiscal illusion and the grantor government. *The Journal of Political Economy*, **94**(6), 1304–1318.
- MARINHO, E. L. M., & MOREIRA, A. F. 1999. Esforço Fiscal e Carga Tributária Potencial dos Estados do Nordeste. *Revista Econômica do Nordeste*, **30**, 634–651.
- MATTOS, E., ROCHA, F., & ARVATE, P. 2011. Flypaper Effect Revisited: Evidence for Tax Collection Efficiency in Brazilian Municipalities. *Estudos Econômicos*, **41**(2).
- MCNUTT, P.A. 1993. Rent-seeking and X-inefficiency. *Public Choice*, **75**(4), 371–378.
- MEEUSEN, W., & VAN DEN BROECK, J. 1977. Efficiency estimation from Cobb-Douglas production functions with composed error. *International economic review*, **18**(2), 435–444.
- MENDES, M. 2004. Federalismo Fiscal. In: BIDERMAN, C., & ARVATE, P. (eds), *Economia do Setor Público no Brasil*. Rio de Janeiro, Elsevier.

- MONTEIRO, J., & FERRAZ, C. 2010. *Does Oil Make Leaders Unaccountable?* Working paper. PUC-RJ.
- NAVARRO, C.A. 2003. *Royalties do petróleo: estudo do caso de Campos dos Goytacazes*. Dissertação de Mestrado, Universidade Cândido Mendes.
- OATES, W.E. 1999. An essay on fiscal federalism. *Journal of Economic Literature*, **37**(3), 1120–1149.
- PEREIRA FILHO, O.A., TANNURI-PIANTO, M.E., & SOUSA, M.C.S. 2010. Medidas de custo-eficiência dos serviços subnacionais de segurança pública no Brasil: 2001-2006. *Economia Aplicada*, **14**(3), 313–338.
- POSTALI, F.A.S. 2002. *Renda Mineral, Divisão de Riscos e Benefícios Governamentais na Exploração de Petróleo no Brasil*. BNDES.
- POSTALI, F.A.S. 2009. Petroleum royalties and regional development in Brazil: The economic growth of recipient towns. *Resources Policy*, **34**(4), 205–213.
- POSTALI, F.A.S. 2011. Regulação no setor de petróleo no Brasil e o pré-sal. In: *Delfim Netto, A. ; Duarte, P.G. ; Guilhoto, J.J.M. ; Silber, S.D. (orgs) O Brasil e a Ciência Econômica em Debate: O Brasil do Século XXI, vol. 1., pp.337-354. São Paulo: Saraiva.*
- POSTALI, F.A.S., & NISHIJIMA, M. 2008. O retorno social dos royalties do petróleo nos municípios brasileiros. In: *Anais do XXXVI Encontro Nacional de Economia - ANPEC, Salvador-BA.*
- POSTALI, F.A.S., & NISHIJIMA, M. 2011. Distribuição das rendas do petróleo e indicadores de desenvolvimento municipal no Brasil nos anos 2000. *Estudos Econômicos*, **41**(2), 463–485.
- POSTALI, F.A.S., & ROCHA, F. 2009. Resource windfalls, fiscal effort and public spending: evidence from Brazilian municipalities. In: *Anais do XXXVII Encontro Nacional de Economia - ANPEC. Foz do Iguaçu-PR.*
- QUEIROZ, C.R.A., & POSTALI, F.A.S. 2010. Rendas do Petróleo e Eficiência Tributária nos Municípios Brasileiros. In: *Anais do XXXVIII Encontro Nacional de Economia.*
- REIS, A.C. 2005. *Fundamentos legais para uma regulamentação específica para campos maduros de petróleo e impacto dos royalties no desenvolvimento humano nos municípios da bacia do recôncavo*. Dissertação de Mestrado, Universidade de Salvador.
- REIS, E. J., & BLANCO, F. A. 1996. *Capacidade tributária dos estados brasileiros 1970/90*. Texto para Discussão 404. Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas - IPEA.
- RIBEIRO, E. P. 2005. Capacidade e Esforço Tributário no Rio Grande do Sul: O caso dos municípios. *Perspectiva Econômica on Line*, **1**(1), 21–49.

- RIBEIRO, E. P.; & SHIKIDA, C. D. 2000. Existe Trade-off entre Receitas Próprias e Transferências? O Caso dos Municípios Mineiros. *In: Anais do IX Encontro sobre Economia Mineira*. CEDEPLAR.
- RIBEIRO, E.P. 1998. *Transferências Intergovernamentais e Esforço Fiscal dos Estados Brasileiros*. Mimeo. PPGE/Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- RODRIGUES BRASIL, E.U., & POSTALI, F.A.S. 2009. Renda de informação nos leilões de petróleo no Brasil. *Anais do XXXVII Encontro Nacional de Economia - ANPEC, Foz do Iguaçu*.
- SANGUINETTI, P., & TOMMASI, M. 2004. Intergovernmental transfers and fiscal behavior insurance versus aggregate discipline. *Journal of International Economics*, **62**(1), 149–170.
- SAUER, J., FROHBERG, K., & HOCKMANN, H. 2006. Stochastic efficiency measurement: The curse of theoretical consistency. *Journal of Applied Economics*, **9**(1), 139–165.
- SCHWENGBER, S. B.; & RIBEIRO, E. P. 1999. *O Impacto do Fundo de Participação (FPE) no Esforço Tributário dos Estados: uma Estimativa do Potencial de Arrecadação do ICMS*. . ESAF.
- SERRA, R. 2005. *Contribuições para o Debate Acerca da Repartição dos Royalties Petrolíferos no Brasil*. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas.
- SERRA, R., TERRA, D., & PONTES, C. 2006. Royalties: Ameaças às Atuais Regras de Distribuição. *Anais do XI Congresso Brasileiro de Energia*.
- SERRA, RV. 2003. Desdobramento Espacial da Exploração e Produção de Petróleo no Brasil: em busca de um nexos para a exploração de petróleo entre os municípios. *Anais do X Encontro Nacional da ANPUR*.
- SHAH, A. 1994. *The Reform of Intergovernmental fiscal relations in developing and emerging market economies*. . Policy and Research Series no.23. The World Bank.
- SIEGEL, S., & CASTELLAN JR., N.J. 2006. *Estatística não-paramétrica para Ciências do Comportamento*. Porto Alegre: Artmed.
- SMART, M. 1998. Taxation and deadweight loss in a system of intergovernmental transfers. *The Canadian Journal of Economics/Revue canadienne d'Economie*, **31**(1), 189–206.
- SMART, M. 2007. Raising taxes through equalization. *Canadian Journal of Economics/Revue canadienne d'économie*, **40**(4), 1188–1212.
- SOLOW, R.M. 1974. Intergenerational equity and exhaustible resources. *The Review of Economic Studies*, **41**, 29–45.
- SOUSA, M.C.S., & RAMOS, F.S. 1999. Eficiência técnica e retornos de escala na produção de serviços públicos municipais: o caso do Nordeste e do Sudeste brasileiros. *Revista Brasileira de Economia*, **53**(4), 433–461.

- SOUSA, M.C.S., & STOVIC, B. 2005. Technical efficiency of the Brazilian municipalities: correcting nonparametric frontier measurements for outliers. *Journal of Productivity analysis*, **24**(2), 157–181.
- SOUSA, M.C.S., CRIBARI-NETO, F., & STOSIC, B.D. 2005. Explaining DEA technical efficiency scores in an outlier corrected environment: the case of public services in Brazilian municipalities. *Brazilian Review of Econometrics*, **25**(2), 287–313.
- STIGLER, G.J. 1976. The Xistence of X-efficiency. *The American Economic Review*, **66**(1), 213–216.
- TSUI, K. 2005. Local tax system, intergovernmental transfers and China's local fiscal disparities. *Journal of Comparative Economics*, **33**(1), 173–196.
- VELOSO, J.F.A. 2008. *As Transferências Intergovernamentais e o Esforço Tributário Municipal: Uma Análise do Fundo de Participação dos Municípios*. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília.
- WINER, S.L. 1983. Some evidence on the effect of the separation of spending and taxing decisions. *The Journal of Political Economy*, **91**(1), 126–140.
- WORTHINGTON, A.C. 2000. Cost Efficiency in Australian Local Government: A Comparative Analysis of Mathematical Programming and Econometrical Approaches. *Financial Accountability & Management*, **16**(3), 201–223.
- YERKES, R.M., & DODSON, J.D. 1908. The relation of strength of stimulus to rapidity of habit-formation. *Journal of Comparative Neurology and Psychology*, **18**(5), 459–482.