

Orair, Rodrigo Octávio; Albuquerque, Pedro Henrique Melo

Working Paper

Capacidade de arrecadação do Iptu: Estimação por fronteira estocástica com dados em painel

Texto para Discussão, No. 2309

Provided in Cooperation with:

Institute of Applied Economic Research (ipea), Brasília

Suggested Citation: Orair, Rodrigo Octávio; Albuquerque, Pedro Henrique Melo (2017) : Capacidade de arrecadação do Iptu: Estimação por fronteira estocástica com dados em painel, Texto para Discussão, No. 2309, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Brasília

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/177525>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

2309

**CAPACIDADE DE ARRECADAÇÃO DO
IPTU: ESTIMAÇÃO POR FRONTEIRA
ESTOCÁSTICA COM DADOS EM PAINEL**

**Rodrigo Octávio Orair
Pedro Henrique Melo Albuquerque**

TEXTO PARA DISCUSSÃO



CAPACIDADE DE ARRECADAÇÃO DO IPTU: ESTIMAÇÃO POR FRONTEIRA ESTOCÁSTICA COM DADOS EM PAINEL

Rodrigo Octávio Orair¹
Pedro Henrique Melo Albuquerque²

1. Técnico de planejamento e pesquisa na Diretoria de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais (Dirur) do Ipea e pesquisador associado ao International Policy Centre for Inclusive Growth (IPC-IG). *E-mail*: <rodrigo.orair@ipea.gov.br>.
2. Professor adjunto do Departamento de Administração da Universidade de Brasília (UnB) e pesquisador do Programa de Pesquisa para o Desenvolvimento Nacional (PNPD) na Dirur do Ipea. *E-mail*: <pedroa@unb.br>.

Governo Federal

Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão

Ministro Dyogo Henrique de Oliveira

ipea

**Instituto de Pesquisa
Econômica Aplicada**

Fundação pública vinculada ao Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão, o Ipea fornece suporte técnico e institucional às ações governamentais – possibilitando a formulação de inúmeras políticas públicas e programas de desenvolvimento brasileiros – e disponibiliza, para a sociedade, pesquisas e estudos realizados por seus técnicos.

Presidente

Ernesto Lozardo

Diretor de Desenvolvimento Institucional

Rogério Boueri Miranda

Diretor de Estudos e Políticas do Estado, das Instituições e da Democracia

Alexandre de Ávila Gomide

Diretor de Estudos e Políticas Macroeconômicas

José Ronaldo de Castro Souza Júnior

Diretor de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais

Alexandre Xavier Ywata de Carvalho

Diretor de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação e Infraestrutura

João Alberto De Negri

Diretora de Estudos e Políticas Sociais

Lenita Maria Turchi

Diretor de Estudos e Relações Econômicas e Políticas Internacionais

Sérgio Augusto de Abreu e Lima Florêncio Sobrinho

Assessora-chefe de Imprensa e Comunicação

Regina Alvarez

Ouvidoria: <http://www.ipea.gov.br/ouvidoria>

URL: <http://www.ipea.gov.br>

Texto para Discussão

Publicação cujo objetivo é divulgar resultados de estudos direta ou indiretamente desenvolvidos pelo Ipea, os quais, por sua relevância, levam informações para profissionais especializados e estabelecem um espaço para sugestões.

© Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – **ipea** 2017

Texto para discussão / Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.- Brasília : Rio de Janeiro : Ipea , 1990-

ISSN 1415-4765

1. Brasil. 2. Aspectos Econômicos. 3. Aspectos Sociais.
I. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.

CDD 330.908

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e inteira responsabilidade dos autores, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada ou do Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão.

É permitida a reprodução deste texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte. Reproduções para fins comerciais são proibidas.

SUMÁRIO

SINOPSE

ABSTRACT

1 INTRODUÇÃO	7
2 RESENHA DA LITERATURA	12
3 ESTIMAÇÃO DA FUNÇÃO DE ARRECADAÇÃO: ASPECTOS METODOLÓGICOS	17
4 ESTIMAÇÃO DA FUNÇÃO DE ARRECADAÇÃO: DESCRIÇÃO DAS FONTES DE DADOS E DA ESPECIFICAÇÃO DOS MODELOS	22
5 ESTIMAÇÃO DA FUNÇÃO DE ARRECADAÇÃO: RESULTADOS EMPÍRICOS	27
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	32
REFERÊNCIAS	34

SINOPSE

O texto apresenta um exercício de estimação de uma função de arrecadação do Imposto sobre a Propriedade Predial e Territorial Urbana (IPTU) pela técnica de fronteira estocástica, com dados em painel para os municípios brasileiros no período 2002-2014. Faz-se uso de dois procedimentos para lidar com a heterogeneidade das observações. Primeiramente, uma adaptação para dados em painel da abordagem de Sousa, Cribari-Neto e Stosic (2005) para exclusão de informações extremas. Em segundo lugar, realizam-se estimações em separado para grupos de municípios mais comparáveis entre si, segundo a tipologia de hierarquia dos centros urbanos. Os resultados sugerem uma arrecadação adicional da ordem de 0,34% do produto interno bruto (PIB), caso a maioria dos municípios aproximasse seu esforço fiscal aos de melhor *performance* em cada um dos agrupamentos homogêneos. Trata-se de uma alternativa de fortalecimento fiscal dos municípios, no atual momento de crise, que pode abrir espaço para a redução da dependência em relação às transferências e aos tributos com efeitos mais perniciosos sobre o crescimento econômico.

Palavras-chave: imposto sobre a propriedade imobiliária; fronteira estocástica; capacidade de arrecadação; esforço fiscal.

ABSTRACT

This paper presents an exercise that estimates a tax function for the recurrent tax on immovable property by stochastic frontier analysis with panel data for the Brazilian municipalities during 2002-2014. It is used two procedures to deal with heterogeneous observations. Firstly, an adaptation for panel data of the approach used for excluding outliers in Sousa, Cribari-Neto e Stosic (2005). A second procedure is to estimate separate regressions for more comparable groups of municipalities, following the typology of urban cities hierarchy. The results suggest an additional revenue of 0.34% of the GDP if most of municipalities would approximate their tax effort to those with the best performance within each of the homogeneous groups. This could be an alternative for strengthening

fiscal conditions and for reducing the dependency on grants revenues and on anti-growth taxes.

Keywords: tax on immovable property; stochastic frontier; tax capacity; tax effort.

1 INTRODUÇÃO

O crescimento da população urbana brasileira, em paralelo com um processo de descentralização fiscal com consolidação de uma rede de proteção social, tem ampliado continuamente a demanda por políticas públicas e pela prestação de serviços sociais básicos, que estão sob responsabilidade dos governos municipais. Não obstante, o atendimento a essa crescente demanda vem enfrentando obstáculos na maioria dos municípios. Por um lado, existem obstáculos técnicos e institucionais que dificultam a formulação e a execução das políticas públicas. Por outro, há obstáculos financeiros, como a elevada rigidez orçamentária e a baixa capacidade de autofinanciamento das prefeituras; duas das características mais marcantes do federalismo fiscal brasileiro, que dificultam a canalização de recursos para determinadas políticas públicas.

Esses obstáculos ao financiamento das políticas públicas foram amenizados durante o período 2003-2011, de bonança das receitas municipais. Na média do país, as receitas disponíveis municipais cresciam 7,6% ao ano (a.a.) em termos reais, praticamente dobrando de R\$ 1.085 para R\$ 1.956 *per capita*. Desde então, a conjuntura modificou-se radicalmente. A economia brasileira adentrou uma fase de desaceleração econômica a partir de 2011, que culminou na crise do período 2015-2016. Os governos municipais se depararam com forte desaceleração das transferências legais e constitucionais, as quais, após terem crescido a taxas aceleradas entre 2003 e 2011 (7,6% a.a.), ficaram praticamente estagnadas no período 2011-2014. Estagnação que reflete o baixo dinamismo da arrecadação nas esferas superiores de governo, que foi influenciada tanto pela desaceleração econômica quanto pela malsucedida política anticíclica de desonerações tributárias. Devido à elevada dependência em relação aos repasses de transferências (em média, 70% das receitas disponíveis municipais), o ritmo de expansão das receitas disponíveis municipais desacelerou-se para 1,5% a.a. entre 2011 e 2014, e deve cair ainda mais no biênio 2015-2016. Assim, a combinação de desaceleração das receitas com elevada rigidez orçamentária acabou fazendo com que os obstáculos ao financiamento das políticas públicas retornassem com rapidez e intensidade.

Mais ainda, a estagnação das receitas de transferências ocorreu em uma conjuntura econômica adversa que dificultava a arrecadação própria municipal, cujas taxas de crescimento também caíram dos 7,7%, de 2003 a 2011, para 4,1%, no período 2011-2014. Sobre este último ponto, vale destacar o contraste nas trajetórias de três dos principais

impostos arrecadados na esfera municipal: o Imposto Sobre Serviços de Qualquer Natureza (ISS), o Imposto sobre a Transmissão de Bens Imóveis e de Direitos a Eles Relativos (ITBI) e o Imposto sobre a Propriedade Predial e Territorial Urbana (IPTU). Os dois primeiros mostraram-se mais suscetíveis às oscilações na atividade econômica: o forte dinamismo no período de *boom*, quando crescia a taxas de dois dígitos (10,7% e 11,6% a.a., no período 2003-2011, respectivamente), foi sucedido por uma desaceleração mais abrupta, cujas taxas de crescimento caíram para menos da metade (4,2% e 5,0% a.a., no período 2011-2014). O IPTU, por seu turno, cresceu a taxas mais baixas e estáveis, pouco se modificando antes ou durante o período de desaceleração (3,8% a.a., entre 2003 e 2011, e 3,0% a.a., no período 2011-2014). Isto sugere uma menor volatilidade cíclica e a existência de um potencial de arrecadação que ficou relegado a segundo plano.¹

Diante desse quadro, é razoável que se busquem alternativas de fontes de financiamento menos voláteis e que não ampliem ainda mais o grau de dependência dos municípios em relação às transferências. Evita-se, assim, um fenômeno tratado na literatura teórica do federalismo fiscal: a possibilidade de as transferências se converterem em um mecanismo de socialização dos custos da provisão de bens públicos locais para o conjunto da Federação. Isto porque exercem um efeito de desincentivo da *performance* fiscal dos governos locais, na medida em que se inibem esforços de arrecadação própria ou melhorias nas instituições fiscais, e se proveem estímulos à expansão de despesas, sob a crença de que os governos nos níveis de governo superiores proverão auxílio financeiro nos momentos de dificuldade.²

Nesse contexto, um caminho natural para contornar os obstáculos ao financiamento das políticas públicas passa por fortalecer a arrecadação municipal, ampliando-se o esforço fiscal sobre o IPTU. Além de constituir uma fonte de receitas menos volátil, a tributação recorrente sobre a propriedade imobiliária é considerada uma das mais justas do ponto de vista social e menos maléfica em termos de impactos sobre o crescimento econômico, e pode dotar as administrações locais de um instrumento adicional de política urbana para fins de ordenamento territorial. Razões pelas quais o IPTU é considerado, por inúmeros especialistas, como o tributo ideal para fins de financiamento dos governos locais, como discutido em Bahl (2009) e Norregaard (2013).

1. Como será visto na próxima seção, a hipótese de que o Imposto sobre a Propriedade Predial e Territorial Urbana (IPTU) é insuficientemente explorado como fonte de receita municipal está amparada por uma ampla literatura no Brasil, que remonta a estudos realizados pelo menos desde a década de 1980.

2. Ver Gamkhar e Shah (2007), para uma resenha da literatura conceitual sobre os impactos das transferências intergovernamentais.

O propósito deste texto é avaliar se há margem para um melhor aproveitamento do IPTU pelos municípios brasileiros, a partir de um exercício de estimação da sua capacidade de arrecadação. Há uma ampla literatura empírica dedicada a apresentar técnicas de estimação da capacidade de arrecadação dos governos. Conceitualmente, a capacidade de arrecadação pode ser definida como o montante de recursos que os governos podem obter a partir das bases tributáveis sob sua competência. Outro conceito relacionado é o de esforço fiscal, que corresponde ao grau em que o governo faz uso de sua capacidade de arrecadação. A literatura dedicada à estimação destas variáveis não observáveis pode ser dividida em duas principais abordagens: sistema fiscal padronizado e métodos multivariados.

A abordagem do sistema fiscal padronizado propõe estimar a capacidade de arrecadação da unidade de governo, aplicando níveis padronizados de alíquotas e de regras tributárias sobre a base de incidência do tributo. Essas estimativas podem ser consideradas uma aproximação para a capacidade de arrecadação, que independe da eficiência técnica e da política tributária da localidade. Ainda que seja bastante intuitiva, a aplicação dessa abordagem de sistema padronizado é muito restrita, devido aos exigentes requisitos informacionais. Seu uso exige medidas precisas das bases de incidência dos tributos locais e conhecimento detalhado da institucionalidade do sistema tributário, que dificilmente estão disponíveis nos países em desenvolvimento e em federações complexas e heterogêneas como o Brasil. Na prática, o uso da estimação pelo sistema fiscal padronizado – ou suas variantes – acaba circunscrito a alguns poucos países ou a estudos de caso.

Os métodos multivariados fornecem um arcabouço mais flexível para obter estimativas da arrecadação a partir de uma ou mais variáveis, que são aproximações ou apenas estão correlacionadas com as bases tributáveis locais. Esta abordagem também permite explorar fatores institucionais, regionais e socioeconômicos que estão correlacionados com a capacidade de arrecadação dos governos. Por estes motivos, a aplicação de métodos multivariados está mais disseminada na literatura pelo método tradicional de regressão multivariada ou pelas análises de eficiência com métodos paramétricos de fronteira estocástica ou não paramétricos de análise de envoltório de dados.

Mais comumente, os modelos multivariados tradicionais especificam uma regressão com uma variável explicada relacionada à arrecadação das unidades de governo (receitas tributárias, carga tributária, impostos específicos etc.), em função de variáveis

explicativas que incluem aproximações das bases tributáveis e outras variáveis de controle. A partir destes modelos, é possível obter uma estimativa da esperança condicional da arrecadação da unidade local, que pode ser interpretada, de maneira simplificada, como aquela que, controlando-se pelos demais fatores, seria obtida caso se apresentasse um esforço correspondente à “média” das localidades. De posse dessas estimativas, a medida de esforço fiscal pode ser calculada tomando-se o quociente entre a arrecadação observada e sua esperança condicional, que indica as unidades que estão abaixo ou acima do “esforço médio”. Ressalte-se, entretanto, que este indicador se assemelha mais a um índice comparativo do que a uma medida do esforço fiscal propriamente dita.

O enfoque das análises de eficiência se mostra mais adequado, porque provê estimativas dos níveis potenciais de arrecadação e das medidas de eficiência técnica derivadas das práticas nas unidades com melhor *performance* – e não as médias nacionais –, que, por conseguinte, são aproximações mais compatíveis com os conceitos de capacidade de arrecadação e esforço fiscal. Este será o enfoque seguido neste texto para se proceder a um exercício de estimação da capacidade de arrecadação do IPTU, a partir da técnica de fronteira estocástica com dados em painel dos municípios brasileiros no período 2002-2014.

O uso de modelos econométricos para estimar a capacidade de arrecadação remonta pelo menos aos estudos de Bahl (1971) e Lotz e Morss (1970), que efetuam comparações de esforço fiscal entre países. A literatura do período mais recente ampliou-se em diversas direções, ao incorporar novas técnicas estatísticas e análises dos governos subnacionais. Na literatura brasileira, por exemplo, o método tradicional de regressão multivariada foi utilizado em Vasconcelos, Piancastelli e Miranda (2006), para estimar o esforço fiscal dos estados, e em Orair e Alencar (2010), para os municípios. A capacidade de arrecadação e o esforço fiscal dos estados brasileiros são estimados por métodos de fronteira estocástica por Reis e Blanco (1996), Ribeiro (1998) e Boueri, Carvalho e Silva (2009). Blanco (1998) também utiliza fronteiras estocásticas para obter a arrecadação potencial em cada um dos três níveis de governo, e Varsano *et al.* (1998), para a carga tributária do governo consolidado. Gasparini e Melo (2004) e Sousa, Araújo e Tannuri-Pianto (2012) analisam a eficiência da arrecadação municipal por modelos de análise de envoltório de dados.

O único desses trabalhos aplicados para as prefeituras brasileiras que faz uso de dados em painel é Blanco (1998), que estima funções fiscais para as capitais e para o

agregado da arrecadação dos municípios do interior em cada Unidade da Federação (UF) durante os quinquênios do período 1970-1990. Orair e Alencar (2010) e Souza, Araújo e Tannuri-Pianto (2012) fazem uso de dados longitudinais e consideram as unidades individuais de governo, sendo que o primeiro trabalho adota o enfoque tradicional de regressão multivariada para a arrecadação de 5.385 municípios em 2007 e o segundo trabalho utiliza a metodologia de análise de envoltório de dados estimada em dois estágios em 2004, com informações de 2.902 municípios.

Este trabalho pode ser considerado uma extensão de Blanco (1998), porque estima a capacidade de arrecadação pela metodologia de fronteira estocástica com dados em painel dos municípios brasileiros no período 2002-2014. Porém, há uma série de distinções em relação ao trabalho supracitado. Primeiramente, o foco será exclusivo sobre o IPTU, e não sobre a arrecadação agregada. Em segundo lugar, a análise considera um painel não balanceado com a totalidade dos municípios brasileiros (5.565) que possuem alguma informação disponível no período 2002-2014. Além disso, são adotados dois procedimentos para lidar com a heterogeneidade das observações, que se origina das grandes disparidades entre os municípios brasileiros e que pode enviesar as estimativas de eficiência técnica.

O primeiro procedimento é uma adaptação para dados em painel da abordagem de Sousa, Cribari-Neto e Stosic (2005) para identificação de observações extremas por métodos de reamostragem.³ Em segundo lugar, são realizadas estimações em separado para grupos de municípios mais comparáveis entre si, seguindo a tipologia de hierarquia dos centros urbanos. Este procedimento assegura observações mais homogêneas, que conferem melhores propriedades ao processo de estimação – por exemplo, estimando uma regressão para os pequenos centros urbanos (centros locais), outra para os centros de médio porte (centros sub-regionais e de zona) e uma terceira para os grandes centros (metrópoles e capitais regionais, incluindo os municípios das suas regiões metropolitanas). Ou seja, serão estimadas três regressões distintas com grupos mais homogêneos, que variam de 366 a 4.478 municípios, com informações disponíveis de 2002 a 2014.

3. Esta adaptação foi programada em rotina computacional do programa R e pode ser disponibilizada para quaisquer interessados, mediante contato por *e-mail* com os autores.

O texto está organizado em mais cinco seções, além desta introdução. A próxima seção apresenta uma breve literatura sobre os determinantes e o potencial de arrecadação do IPTU. As três seções subsequentes apresentam os aspectos metodológicos, as fontes de dados e os resultados empíricos do exercício de estimação da capacidade de arrecadação do IPTU. Seguem-se, por fim, as considerações finais.

2 RESENHA DA LITERATURA

A constatação de que o IPTU é insuficientemente explorado como fonte de receita está amparada por uma ampla literatura no Brasil, que remonta a estudos realizados pelo menos desde a década de 1980 – como são os casos de Giffoni e Villela (1987), Villela (2001), De Cesare (2005), Carvalho Júnior (2006), Afonso, Araújo e Nóbrega (2013), entre tantos outros. À primeira vista, uma breve análise dos números do período recente sugere que não houve mudança significativa nesse quadro. No decorrer dos últimos anos, o IPTU vem perdendo importância no orçamento dos municípios e seu espaço orçamentário sendo ocupado pelos avanços do ISS e do ITBI. Na média do país, entre 2002 e 2014, o IPTU caiu de quase um terço do total da arrecadação própria municipal para cerca de um quinto, sendo que essa queda ocorreu de maneira generalizada por todos os agrupamentos de municípios constantes do gráfico 1. Em termos *per capita*, a média nacional do IPTU saiu de R\$ 96, em 2002, para R\$ 140, o que corresponde a uma taxa de crescimento de 3,2% a.a., a qual é inclusive inferior à taxa de crescimento do produto interno bruto (PIB) *per capita*, de aproximadamente 4% a.a.⁴ A título de comparação, o valor de imóveis nas declarações de imposto de renda das pessoas físicas (casas, apartamentos, terrenos, prédios e salas), o qual tende a estar subavaliado porque os imóveis são declarados pelo valor histórico de aquisição, cresceu 4,4% a.a. no período 2007-2014, ao passar de R\$ 1,67 trilhão para R\$ 2,26 trilhões.

Se é verdade que há um potencial pouco explorado do IPTU, qual seria a arrecadação adicional caso as administrações ampliassem o esforço fiscal? Infelizmente, não é possível obter estimativas precisas, devido à carência de informações sobre as bases de incidência e as políticas tributárias municipais. Ainda assim, existem alguns exercícios

4. Todos os valores monetários neste trabalho foram convertidos para reais de 2014 pela média aritmética do Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA).

na literatura que indicam o tamanho desse potencial. O primeiro exercício, presente em estudos de organismos multilaterais como Norregaard (2013), toma como referência a arrecadação dos 20% países de melhor *performance* entre aqueles com níveis de renda semelhantes ao brasileiro.⁵ Este exercício simples sugere uma arrecadação adicional em torno de 0,4% ou 0,5% do PIB, caso se desejasse aproximar o Brasil, cuja arrecadação vem oscilando na faixa entre 0,4% e 0,5% do PIB por mais de uma década, da média de 0,9% do PIB nos países de melhor *performance* – por exemplo, Rússia e Ucrânia.

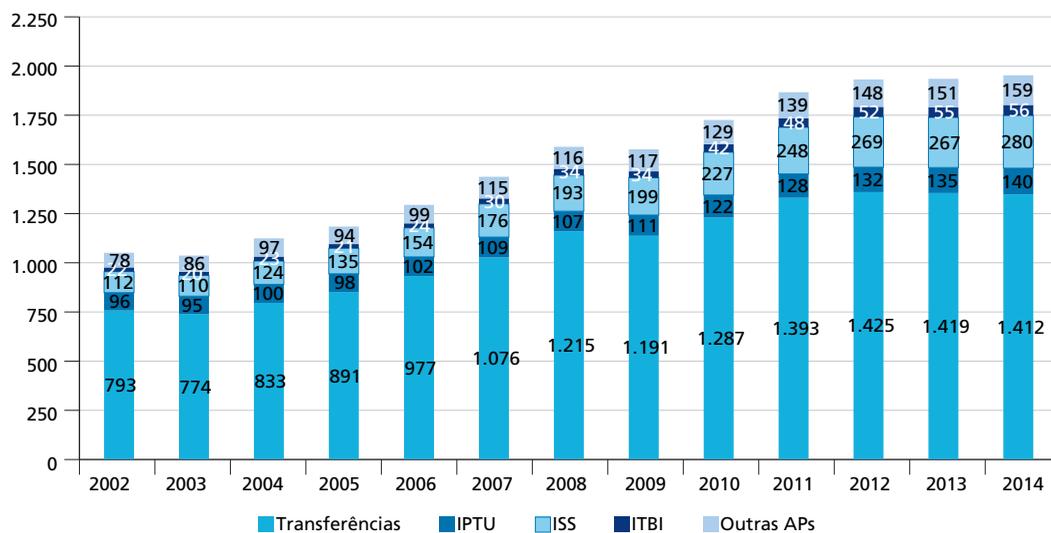
A grande limitação desse exercício é que desconsidera uma série de condicionantes do potencial de arrecadação das distintas localidades não captados pelo nível do PIB nacional, e que são essenciais em países com grandes disparidades regionais como o Brasil. Talvez o principal desses condicionantes seja a densidade dos centros urbanos. Não somente porque a base tributável (imóveis formalizados e valorizados) tende a se concentrar nos grandes centros, como também por se tratar de um tributo de administração complexa, que demanda recursos (financeiros, técnicos e humanos) nem sempre disponíveis nos menores centros. A análise do gráfico 1 provê indícios nessa direção, sendo verificadas médias de IPTU muito díspares: o montante *per capita* cresce de acordo com a hierarquia dos centros urbanos e chega a ser quase sete vezes superior nas metrópoles (R\$ 251) em comparação aos centros locais (R\$ 37). Não por acaso, estudos como Ipea (2009) e Afonso, Araújo e Nóbrega (2013) argumentam que é mais apropriado fazer as análises por agrupamentos de municípios que considerem estas heterogeneidades do que se basear em resultados nacionais. Ipea (2009) chega a realizar um exercício para estimar o potencial de arrecadação do IPTU que toma como referência os quocientes entre esse imposto e a renda nos municípios de melhor *performance* em agrupamentos homogêneos baseados na hierarquia das cidades e no estado de localização.

5. Isto é, a média dos seis países de melhor *performance* (20%) entre os trinta classificados como países de renda média e com informações disponíveis no banco de dados do Fundo Monetário Internacional (FMI). Ver Norregaard (2013).

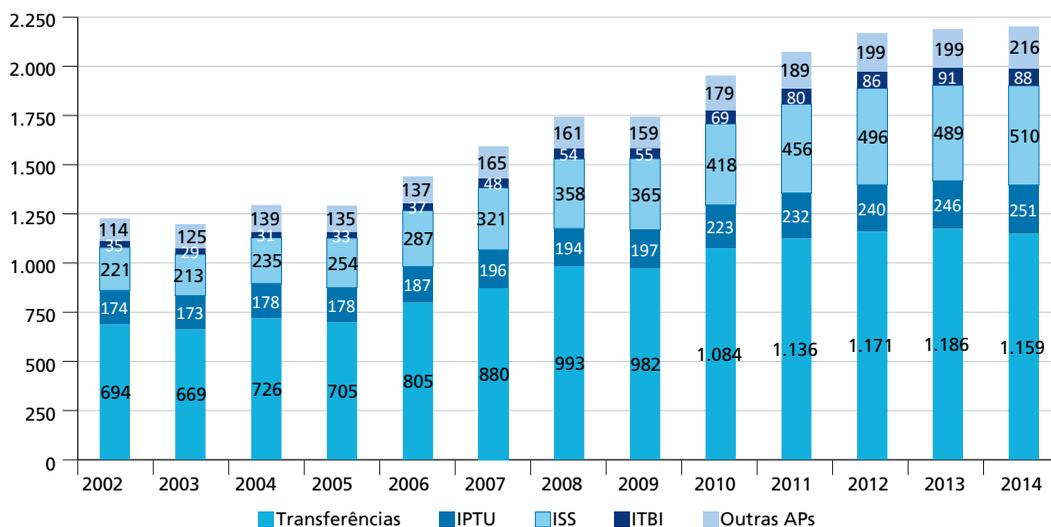
GRÁFICO 1
Receita disponível de acordo com a tipologia de hierarquia dos centros urbanos (2002-2014)

(Média *per capita* em R\$)

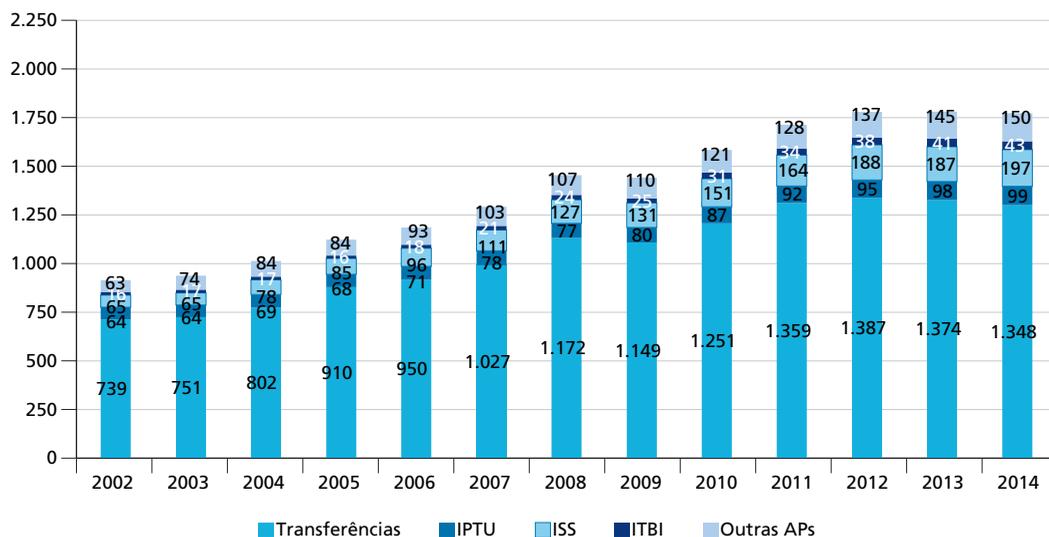
1A – Brasil



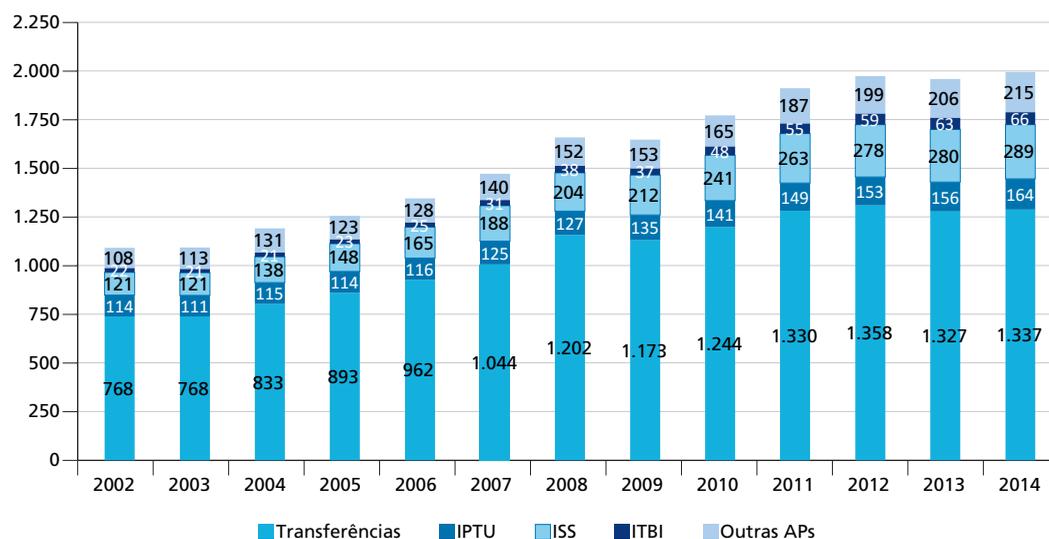
1B – Metrôpole

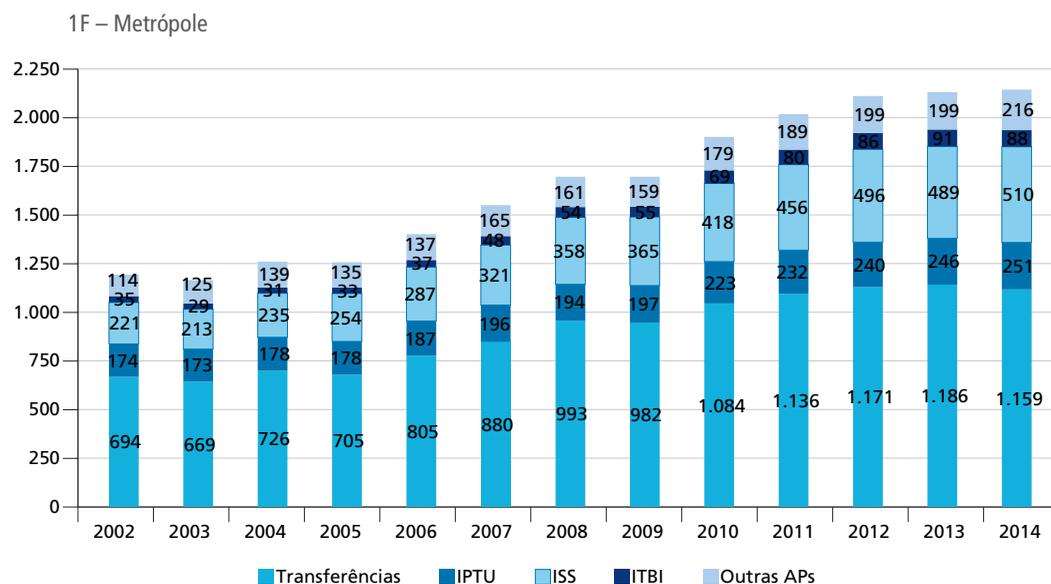
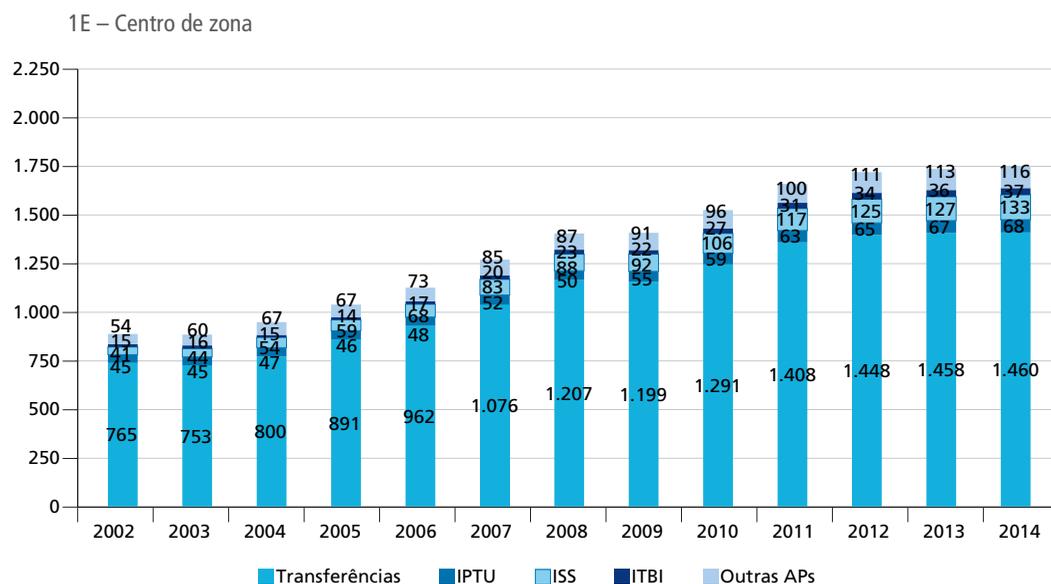


1C – Centro sub-regional



1D – Capital regional





Fonte: Secretaria do Tesouro Nacional (STF), 2002-2014.
Elaboração dos autores.

Obs.: 1. MetrÓpóles e capitais regionais incluem os municípios das respectivas áreas de abrangência.
2. Receitas disponíveis consideram a soma da arrecadação própria e das transferências legais e constitucionais.

No entanto, há de se reconhecer que esse expediente tampouco é suficiente para capturar todas as disparidades de fatores regionais, socioeconômicos e administrativos que influenciam a arrecadação no interior de cada um dos grupos. Uma análise mais completa deve procurar incluir uma multiplicidade de variáveis (porte dos municípios,

densidade demográfica, grau de desenvolvimento humano, importância das transferências no orçamento etc.) que condicionam a capacidade de arrecadação e que estão presentes tanto nas análises da literatura descritiva (Carvalho Júnior, 2006; Afonso, Araújo e Nóbrega, 2013) quanto na literatura empírica (Blanco, 1998; Orair e Alencar, 2010; Souza, Araújo e Tannuri-Pianto, 2012).

Por exemplo, Blanco (1998), Orair e Alencar (2010) e Souza, Araújo e Tannuri-Pianto (2012) são unânimes em relação às evidências de correlação positiva da capacidade de arrecadação com o nível de renda e o grau de urbanização, assim como no que concerne às evidências de impacto negativo das transferências sobre o esforço fiscal dos municípios. Blanco (1998) explora a presença de ganhos de escala da concentração municipal e encontra evidências de retornos crescentes nos municípios das capitais e da relação inversa de retornos decrescentes no agregado dos municípios do interior. Orair e Alencar (2010) e Souza, Araújo e Tannuri-Pianto (2012) descobrem uma relação positiva entre tamanho do município e eficiência da arrecadação.

Seguindo esses estudos empíricos, as próximas seções serão dedicadas a estimar uma função de arrecadação que permite incluir variáveis de controle para os condicionantes da arrecadação. Em seguida, será realizado um exercício que simula o quanto a arrecadação aumentaria caso o esforço fiscal dos municípios brasileiros se aproximasse daqueles de melhor *performance*, controlando-se pela influência das diversas variáveis consideradas na regressão.

3 ESTIMAÇÃO DA FUNÇÃO DE ARRECADAÇÃO: ASPECTOS METODOLÓGICOS

O desenvolvimento da função de arrecadação é uma variante da abordagem de fronteira estocástica de função produção, que foi proposta de maneira independente por Aigner, Lovell e Schmidt (1977) e Meeusen e van den Broeck (1977). O argumento básico é que a fronteira estocástica deve ser estimada como um modelo de regressão tradicional, mas contendo um componente no termo de erro que considera explicitamente a ineficiência técnica, bem como a dependência temporal (Coelli, 1996) ou até mesmo a espacial (Barrios e Lavado, 2010). A especificação mais difundida envolve uma função de produção do tipo Cobb-Douglas, que associa a produção da *i*-ésima

unidade (y_i) aos k insumos ($x_{i,j}$), a partir dos parâmetros técnicos desconhecidos (β_i) a serem estimados, com $i = 1, \dots, n$ e $j = 1, \dots, k$. O termo de erro possui dois componentes. Um primeiro componente usual de variáveis aleatórias (v_i) independente e identicamente distribuídas (i.i.d). Este componente será independente do segundo, que capta a ineficiência técnica por variáveis aleatórias não negativas (u_i), para as quais são admitidos os supostos usuais (i.i.d). Este modelo básico pode ser expresso em logaritmos da seguinte maneira:

$$\ln y_i = \beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j \ln x_{i,j} + (v_i - u_i) \quad (1)$$

A especificação foi modificada de inúmeras maneiras para considerar supostos mais gerais.⁶ Battese e Coelli (1992) propõem um modelo para dados em painel, coeficiente de ineficiência técnica variável ao longo do tempo e distribuição normal truncada. Assim, a expressão (1) pode ser reformulada para considerar os períodos $t = 1, \dots, T$:

$$\ln y_{it} = \beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j \ln x_{it,j} + (v_{it} - u_{it}) \quad (2)$$

e as ineficiências técnicas variáveis ao longo do tempo:

$$u_{it} = u_i \exp\{-\rho(t - T)\} \quad (3)$$

Na expressão, u_i corresponde a variáveis aleatórias que seguem os supostos usuais (i.i.d) na distribuição normal truncada em zero com parâmetros $N(\mu, \sigma^2)$. O parâmetro ρ deve ser estimado e capta o aumento – ou a redução – na eficiência técnica ao longo do tempo quando se mostrar positivo – ou negativo – e estatisticamente significativo.

Inúmeros estudos empíricos adotam uma abordagem de dois estágios para explorar os determinantes das divergências nas eficiências técnicas entre unidades – como são os casos de Simar e Wilson (2011), Ruggiero (2007), Wanke e Barros (2014), entre

6. Uma resenha da literatura disponível pode ser encontrada em Greene (1993) e Kumbhakar e Knox (2000).

outros atores. A estimação das eficiências técnicas pelo modelo de fronteira estocástica ocorre no primeiro estágio; no segundo estágio, realiza-se uma análise de regressão com variáveis explicativas específicas às unidades. Uma alternativa mais consistente corresponde ao procedimento de estimação de fronteira estocástica por único estágio, no qual o termo de ineficiência técnica é uma função explícita de um conjunto de r variáveis que podem influenciar a eficiência da unidade $z_{it,s}$, com $s = 1, \dots, r$. Battese e Coelli (1995) argumentam que, mesmo sendo um exercício útil, a estimação em dois estágios será inconsistente em relação aos supostos de independência dos efeitos de ineficiência nos dois estágios da estimação. Por isso, não provê estimativas tão eficientes quanto aquelas obtidas na estimação por único estágio.

A especificação apresentada em Battese e Coelli (1995) é um exemplo de estimação por único estágio que considera a expressão (2) e um termo u_{it} definido por variáveis aleatórias não negativas independentemente distribuídas com distribuição truncada em zero que segue $N(\mu_{it}, \sigma^2)$, sendo que μ_{it} é representado pelo preditor linear

$$\mu_{it} = \alpha_0 + \sum_{s=1}^r \alpha_s z_{it,s} \quad (4)$$

e α_s são parâmetros a serem estimados. A estimação se faz por máxima verossimilhança, cujos valores iniciais do processo iterativo são obtidos a partir da parametrização para a decomposição da variância dos resíduos que está apresentada em Coelli (1996).

Os modelos de fronteira estocástica também fornecem uma estimativa do grau de eficiência técnica das unidades individuais em relação à fronteira de produção, que pode ser definida, a partir da expressão (2), como

$$\frac{E(y_{it}|u_{it})}{E(y_{it}|u_{it} = 0)} = E(\exp -u_{it}) \quad (5)$$

A expressão (5) depende de que o valor não observável u_{it} seja previsto, o que pode ser obtido pela derivação de expressões para a expectativa desta função de u_{it} condicional ao valor observado de $(v_{it} - u_{it})$. O indicador será igual à unidade quando a estimativa de ineficiência técnica for nula, que corresponde à situação em que se está no nível eficiente de produção na fronteira, e se aproximará de zero quanto maior a ineficiência técnica, dada a imposição de que o termo u_{it} é não negativo.

A adaptação para uma função de arrecadação pode ser realizada de maneira direta: considera-se que a expressão (2) relaciona a arrecadação da i -ésima unidade de governo no t -ésimo período y_{it} com k variáveis $x_{it,j}$ correspondentes às bases de incidência dos tributos – ou a suas aproximações e variáveis correlacionadas –, a partir das elasticidades da arrecadação β_j , que são parâmetros desconhecidos a serem estimados, com $i = 1, \dots, n$, $t = 1, \dots, T$ e $j = 1, \dots, k$.

O nível eficiente de arrecadação na fronteira pode ser considerado uma aproximação para a capacidade de arrecadação e a medida de eficiência técnica em (5) será uma aproximação para o esforço fiscal, conforme discutido anteriormente. A principal distinção é que a medida de esforço fiscal não necessariamente capta a eficiência técnica da arrecadação, mas pode ser reflexo de decisões locais sobre a política tributária. Dito de outro modo, não nos parece razoável assumir que o objetivo de uma unidade governamental seja maximizar a arrecadação a partir das suas bases tributáveis, diferentemente do enfoque usual, que assume uma função de produção na qual a firma busca maximizar sua produção a partir dos insumos.

Outro aspecto a ser considerado é que a estimação da fronteira fiscal provê uma aproximação para o potencial de arrecadação não explorado pelas unidades de governo, definida como a diferença entre o nível eficiente e a arrecadação da unidade. A expressão para esta aproximação pode ser obtida manipulando algebricamente (5):

$$E(y_{it}|u_{it} = 0) - E(y_{it}|u_{it}) = E(y_{it}|u_{it}) \left(\frac{1}{E(\exp -u_{it})} - 1 \right) \quad (6)$$

Contudo, uma das maiores limitações das análises de eficiência é sua elevada sensibilidade aos problemas de informações atípicas, erros de medida ou omissão de variáveis, principalmente quando a base de dados apresenta grande heterogeneidade entre as observações. A presença destes problemas conduz muitas vezes à subestimação das medidas de eficiência técnica, porque o processo de estimação será bastante influenciado por um pequeno número de unidades que apresentam as melhores *performances*, sendo recomendável fazer uso de procedimentos auxiliares para lidar com informações extremas.

Sousa, Cribari-Neto e Stosic (2005) propuseram uma abordagem não paramétrica para a identificação de observações extremas em modelos de estimação de eficiência técnica,

como a análise envoltória de dados ou as fronteiras estocásticas, baseando-se em métodos de reamostragem. Especificamente, os autores consideram que a inclusão de observações extremas (*outliers*) pode afetar consideravelmente as estimativas dos parâmetros produzidos e, dessa forma, enviesar as estimativas para a eficiência técnica das unidades.

Para evitar esse problema, o algoritmo proposto por Sousa, Cribari-Neto e Stosic (2005) e adaptado neste trabalho para considerar uma estrutura de dados em painel é sumarizado da seguinte forma.

1. Obtenha as estimativas da eficiência técnica para todas as observações. Armazene os resultados em uma matriz θ_{it} para cada unidade observacional $i = 1, \dots, n$ e cada período de tempo avaliado $t = 1, \dots, T$.
2. Para cada observação, faça $i = 1, \dots, n$:
 - a) remova a i -ésima observação e todos os seus registros no tempo; e
 - b) estime a eficiência técnica das demais unidades e armazene na matriz θ_{-i} .
3. Calcule a medida de alavancagem proposta por Sousa, Cribari-Neto e Stosic (2005) da seguinte forma:

$$l = \sqrt{\frac{(\theta_{it} - \theta_{-i}^*)^2}{N - 1}}$$

Na equação, θ_{-i}^* é a matriz de eficiência técnica com valores zero na linha referente à observação i . Note que a matriz l captura o efeito de alavancagem das observações para todos os períodos de tempo, e, então, observações com maiores níveis de alavancagem influenciam mais o cálculo da eficiência técnica das demais e deveriam ser eliminadas.

4. Calcule a média de cada valor de alavancagem no tempo para as observações individualmente. Sousa, Cribari-Neto e Stosic (2005) sugerem como *thumb-rule* eliminar as observações que apresentem alavancagem superior a 2.

Neste trabalho, no entanto, em vez de remover cada uma das observações (abordagem *jackknife*), fez-se a opção por modificar estes procedimentos, adotando-se um método de reamostragem (abordagem *bootstrap*), com probabilidade proporcional à importância da observação selecionada (Holmberg, 1998). Esta opção se justifica porque a abordagem *jackknife* apresenta vasto esforço computacional, uma vez que cada

observação precisa ser removida para se computar um novo modelo, e essa operação deve ser repetida para cada uma das observações disponíveis. No caso específico da função de arrecadação do IPTU, a base de dados apresenta um grande número de observações (milhares de municípios em um período de treze anos) e o modelo de fronteira estocástica para dados em painel é computacionalmente muito extensivo.

Por isso, optou-se por uma abordagem do tipo *bootstrap* com amostra direcionada, em que foram selecionados 30% dos municípios com probabilidade proporcional a uma variável síntese que corresponde à razão entre a arrecadação e o seu insumo mais importante, que é o indicador da base tributável (IPTU/PIB). Assim, as observações com baixo valor dessa variável síntese, as quais se espera que não afetem muito o resultado global da análise de fronteira estocástica, porque sua participação na fronteira é irrelevante, têm menor chance de serem selecionadas no procedimento de identificação de *outliers*. Em contrapartida, as observações com maior valor dessa variável síntese, que potencialmente impactam mais a fronteira, têm maior chance de serem consideradas.

Em suma, o procedimento alterado consistiu em:

1. Calcular a variável síntese que corresponde à razão entre IPTU e PIB.
2. Amostrar 30% dos municípios com probabilidade proporcional à razão do passo 1.
3. Para cada município amostrado, calcular as métricas *leverage* apontadas anteriormente neste texto.
4. Após obtidas as métricas de alavancagem (*leverage*), remover os *outliers* com base na *thumb-rule*.

A adaptação para dados em painel desse procedimento de identificação de observações extremas (*outliers*) foi programada em R, e pode ser disponibilizada para quaisquer interessados mediante contato com os autores por *e-mail*. Os resultados das fronteiras estocásticas foram obtidos no programa computacional R, e os detalhes sobre o processo de estimação podem ser consultados em Coelli e Henningsen (2013).

4 ESTIMAÇÃO DA FUNÇÃO DE ARRECADAÇÃO: DESCRIÇÃO DAS FONTES DE DADOS E DA ESPECIFICAÇÃO DOS MODELOS

A estimação da função de arrecadação envolve um conjunto de desafios. O primeiro deles é a maneira como lidar com as heterogeneidades nas observações, originadas das enormes disparidades entre os municípios brasileiros, e com a baixa qualidade de algumas informações, que podem enviesar as estimativas de eficiência técnica. Além do procedimento de identificação das informações extremas, outro recurso que será utilizado para reduzir esses problemas é a realização de regressões distintas para agrupamentos de municípios, de acordo com as tipologias da hierarquia de densidade urbana. Essa classificação advém da publicação de IBGE (2008) e está listada na tabela 1. O argumento subjacente é que somente municípios das escalas mais elevadas da hierarquia urbana, com perfil produtivo mais diversificado e que concentram as atividades urbanas das suas regiões de influência, dispõem de bases tributáveis mais abrangentes e recursos financeiros, técnicos e humanos que são pré-requisitos para se estabelecer uma estrutura eficiente de arrecadação e fiscalização. Ao estimar regressões para grupos de municípios mais comparáveis entre si, são asseguradas observações mais homogêneas, que conferem melhores propriedades ao processo de estimação.

TABELA 1
Tipologia dos municípios segundo a classificação por hierarquia urbana

Classificação	Municípios
Metrópoles (inclusive área de abrangência)	178
Grande metrópole nacional – sede	1
Grande metrópole nacional – área de abrangência	46
Metrópole nacional – sede	2
Metrópole nacional – área de abrangência	28
Metrópole – sede	9
Metrópole – área de abrangência	92
Capital regional (inclusive área de abrangência)	189
Capital regional A – sede	11
Capital regional A – área de abrangência	49
Capital regional B – sede	20
Capital regional B – área de abrangência	26
Capital regional C – sede	39
Capital regional C – área de abrangência	44
Centro sub-regional	164
Centro sub-regional A	85
Centro sub-regional B	79
Centro de zona	561

(Continua)

(Continuação)

Classificação	Municípios
Centro de zona A	197
Centro de zona B	364
Centro local	4.478
Brasil	5.570

Fonte: IBGE (2008).
Elaboração dos autores.

Um segundo desafio no processo de estimação está em eleger as variáveis explicativas a serem introduzidas na regressão. Normalmente, não existem informações precisas sobre as bases de incidência dos tributos locais ou sobre a totalidade dos fatores econômicos, sociais, regionais e institucionais que influenciam a arrecadação e que não estão sob controle das autoridades tributárias. A principal variável candidata é o PIB municipal, porque possui elevada correlação com a base tributável. Esta variável reflete imperfeitamente as múltiplas bases de incidência dos tributos locais e pode ser melhor aproximada pela inserção de controles para o peso das atividades não urbanas na dinâmica local. Na medida em que as bases de incidência dos tributos sob competência municipal são eminentemente urbanas, tal qual o valor venal dos imóveis urbanos, que serve de base de cálculo para o IPTU, espera-se que a arrecadação seja tão menor quanto maior for o peso das atividades não urbanas. Por isso, se buscará controlar a influência destas atividades, mediante a inclusão de variáveis, com as participações da agropecuária no valor adicionado municipal e dos domicílios em situação rural.

Duas variáveis comumente utilizadas na literatura para captar eventuais ganhos de escala e de aglomeração sobre a arrecadação são o porte do município e sua densidade populacional. Por um lado, argumenta-se que a existência de certa escala e densidade são pré-requisitos para que o município estabeleça uma estrutura eficiente de arrecadação e fiscalização. Por outro lado, há a possibilidade de se originarem ineficiências a partir de um certo patamar de tamanho ou densidade populacional, em função de deseconomias de aglomeração e custos de congestionamento na administração tributária. Por isso, as relações da arrecadação com o porte do município e com sua densidade populacional serão, *a priori*, ambíguas.

Outra prática comum é incluir o nível de renda domiciliar ou indicadores compostos como o índice de desenvolvimento humano municipal (IDHM), que considera as dimensões de renda, saúde e educação da população municipal. O argumento básico é que, entre outras imperfeições, o PIB capta apenas o valor adicionado pelas

atividades produtivas, e não necessariamente a renda apropriada pela população ou as condições socioeconômicas da localidade. A opção neste trabalho é utilizar o índice de vulnerabilidade social (IVS) do Ipea; um indicador composto que possui a vantagem de ser sido desenhado para refletir as condições de vulnerabilidade dos municípios – e não da população residente –, captando as dimensões de infraestrutura urbana, de capital humano, e de renda e trabalho.

As regressões incluem também variáveis de controle para fatores regionais, como as grandes regiões do país (Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul) e se o município está localizado – ou não – no litoral e/ou numa região turística. No caso dos modelos das metrópoles e capitais regionais, há ainda uma variável que diferencia as metrópoles ou capitais propriamente ditas daqueles municípios situados nas suas áreas de abrangência (regiões metropolitanas).

Essas regressões serão estimadas com duas especificações alternativas. A primeira especificação é o modelo com coeficiente de ineficiência técnica variável ao longo do tempo, definido pelas expressões (2) e (3) apresentadas na seção 3, que nos permite avaliar a hipótese de ter havido incremento no esforço fiscal sobre o IPTU durante o período 2002-2014. A segunda especificação explora determinantes das ineficiências técnicas individuais a partir do procedimento de estimação da fronteira estocástica por único estágio, definido conjuntamente pelas expressões (2) e (4) da seção 3. Nessa última especificação, são adicionados dois tipos de variáveis explicativas. Primeiramente, uma variável de caráter institucional, que busca captar a influência sobre o esforço fiscal de atualizações na Planta Genérica de Valores (PGV), que serve de referência para a apuração da base de cálculo do tributo. Esta variável considera atualizações completas na PGV a partir de 2013, que é o ano de início do mais recente mandato de prefeitos no período compreendido pelo painel de dados. Em seguida, são adicionadas variáveis com o grau de dependência do orçamento municipal em relação às transferências legais e constitucionais repassadas pelas esferas superiores de governo. O objetivo aqui é avaliar o efeito de desincentivo das transferências sobre o esforço fiscal, e a opção foi por subdividir essas transferências em quatro componentes: redistributivas, vinculadas, devolutivas e compensatórias.⁷ Todas as regressões tomarão como variável explicada o logaritmo do valor *per capita* do IPTU, e a descrição completa das variáveis está sintetizada no quadro 1.

7. Segue-se a classificação utilizada em Orair, Lima e Teixeira (2013).

QUADRO 1
Descrição das variáveis utilizadas nos modelos de regressão

Variável	Descrição
IPTU	Variável contínua: valor do IPTU <i>per capita</i> .
PIB	Variável contínua: PIB <i>per capita</i> .
Área de abrangência	Variável categórica: diferencia os municípios das áreas de abrangência (regiões metropolitanas) das suas metrópoles ou capitais regionais.
Agricultura	Variável contínua: proporção do valor adicionado na agricultura em relação ao valor adicionado municipal.
Domicílio rural	Variável contínua: proporção de domicílios em situação rural no total.
Região	Variáveis categóricas: discrimina as grandes regiões (Nordeste, Norte, Sudeste, Sul e Centro-Oeste).
Turístico	Variável categórica: identifica os municípios caracterizados como destinos indutores do desenvolvimento turístico regional e os demais que se encontram nas regiões turísticas.
Litoral	Variável categórica: identifica municípios na costa litorânea.
IVS	Variável contínua: valores do IVS.
Densidade	Variável contínua: razão entre população e área municipal (habitantes/km ²).
População	Variável contínua: população municipal.
PGV	Variável categórica: identifica municípios que não procederam à atualização completa na PGV desde 2013.
Transferências redistributivas	Variável contínua: participação das transferências redistributivas (por exemplo: Fundo de Participação dos Municípios – FPM) no total das receitas disponíveis municipais.
Transferências vinculadas	Variável contínua: participação das transferências vinculadas (por exemplo: Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação – FNDE, Fundo Nacional de Saúde – FNS e Fundo Nacional de Assistência Social – FNAS) no total das receitas disponíveis municipais.
Transferências devolutivas	Variável contínua: participação das transferências devolutivas (por exemplo: cota-parte do Imposto sobre Operações Relativas à Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação – ICMS) no total das receitas disponíveis municipais.
Transferências compensatórias	Variável contínua: participação das transferências compensatórias (por exemplo: <i>royalties</i> do petróleo) no total das receitas disponíveis municipais.

Fontes: STN, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Ipea e Ministério do Turismo.
 Elaboração dos autores.

Obs.: Todos os valores monetários foram convertidos para reais de 2014 pela média aritmética do Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA).

5 ESTIMAÇÃO DA FUNÇÃO DE ARRECADAÇÃO: RESULTADOS EMPÍRICOS

Esta seção apresenta os resultados da estimação de funções de arrecadação com dados em painel dos municípios brasileiros no período 2002-2014. São estimados modelos para três agrupamentos baseados nas tipologias da hierarquia de densidade urbana, cujas amostras variam de 366 municípios classificados como *metrópoles* ou *capitais* – inclusive suas áreas de abrangência –, 725 que são *centros sub-regionais* ou *centros de zona* e 4.469 que consistem em *centros locais*. A tabela 2 apresenta as estimativas dos coeficientes de máxima verossimilhança das funções de arrecadação, as quais consideram tanto a especificação de modelo com coeficiente de ineficiência técnica variável ao longo do tempo quanto o modelo que contém variáveis explicativas adicionais para explorar os determinantes das ineficiências técnicas individuais.

Sob uma perspectiva mais geral, os resultados na tabela 2 mostraram-se em conformidade com nossas expectativas. Os coeficientes do PIB são positivos e significativos em todos os modelos, ao passo que os coeficientes para as variáveis que captam o grau de influência das atividades não urbanas na dinâmica local – isto é, as participações da agropecuária no valor adicionado municipal e dos domicílios em situação rural – são quase sempre negativos e significativos.⁸ Chega-se a uma conclusão semelhante analisando-se os coeficientes negativos e significativos do IVS dos municípios, que apresentam o sinal esperado e indicam que quanto maior a vulnerabilidade do município menor será sua arrecadação.

A maioria dos coeficientes das variáveis regionais também corroborou as expectativas. Os resultados apontam para efeitos diferenciais sobre a arrecadação que são positivos nos municípios litorâneos – em relação aos não litorâneos – e que são negativos nos municípios das áreas de abrangência – no que concerne às suas capitais e metrópoles – e nas regiões Norte e Nordeste – em relação às demais regiões do país.

Porém, as variáveis de localização em regiões turísticas mostraram resultados ambíguos. Tais localidades, usualmente, estão associadas a empreendimentos turísticos e imóveis de propriedade de não residentes, e esperava-se que estas características favorecessem

8. A única exceção ocorreu nos modelos dos maiores centros (capitais/metrópoles), caracterizados pelo elevado peso das atividades urbanas, nos quais a variável relacionada aos domicílios rurais não se mostrou significativa.

a arrecadação do IPTU. Ao contrário do esperado, entretanto, as variáveis turísticas mostraram inúmeros coeficientes não significativos e/ou negativos. Uma hipótese explicativa para estes resultados é a possibilidade de as variáveis explicativas não estarem captando apropriadamente as regiões onde as atividades turísticas estão mais desenvolvidas. As variáveis fazem uso da tipologia de uma pesquisa do Ministério do Turismo que identifica regiões de interesse com potencial para desenvolvimento do turismo. Logo, estas regiões englobam não somente municípios em que as atividades turísticas já estão mais desenvolvidas, como também aqueles onde esse potencial ainda é pouco explorado – algo que pode explicar a ambiguidade dos resultados. Adicionalmente, é provável que parte do efeito das atividades turísticas esteja sendo captado por outras variáveis com as quais apresenta certo grau de multicolinearidade, a exemplo do PIB *per capita*.

Os resultados mais interessantes estão relacionados às variáveis que exploram os efeitos do porte do município e sua densidade populacional. Nos modelos ajustados para os menores centros (centros locais e centros sub-regionais ou de zona), os resultados sugerem uma relação linear positiva e significativa da arrecadação, tanto com a população quanto com a densidade demográfica. Por sua vez, nos modelos dos maiores centros (capitais/metrópoles), não foram encontradas evidências claras de que tais relações são lineares e positivas. Os dois primeiros modelos das capitais/metrópoles estimaram coeficientes não significativos, ou até mesmo com sinal negativo, para as variáveis de população e de densidade demográfica.

Para avançar nessa análise, optou-se por estimar um modelo adicional com uma variável correspondente ao quadrado da densidade demográfica e que permite explorar a hipótese de uma relação não linear com formato de “U” invertido. Após a inclusão dessa variável, os parâmetros das variáveis de densidade demográfica tornaram-se significativos, e seus valores indicam que a arrecadação cresce inicialmente de acordo com a densidade demográfica, até alcançar um máximo estimado em 982,6 habitantes por quilômetro quadrado (km^2), e, a partir daí, passa a cair ligeiramente, enquanto o coeficiente da variável populacional permaneceu ligeiramente positivo.⁹

9. A robustez dos resultados foi avaliada a partir de modelos com variáveis categóricas para as faixas com os décimos da distribuição da variável de população e de densidade demográfica, os quais levaram a conclusões muito semelhantes. Mais precisamente, os resultados com variáveis categóricas em metrópoles/capitais sugerem uma relação crescente entre densidade demográfica e capacidade de arrecadação para municípios com até 693 habitantes por quilômetro quadrado (km^2) e queda gradual nas últimas três faixas (de 693 a 1.360 habitantes/ km^2 ; de 1.360 a 2.989 habitantes/ km^2 ; e de mais de 2.989 habitantes/ km^2).

Por um lado, os resultados nos centros de menor hierarquia urbana (centros locais e centros sub-regionais ou de zona) dão suporte à hipótese de que existem ganhos de escala e aglomeração sobre a arrecadação. Por outro lado, a evidência de uma relação com formato de “U” invertido no modelo das capitais/metrópoles parece indicar que, simultaneamente, nos centros de maior densidade urbana, há evidências de ineficiências a partir de um certo patamar de densidade demográfica, que possivelmente refletem de-seconomias de aglomeração e custos de congestionamento na administração tributária.

Outro resultado relevante diz respeito às estimativas positivas e significativas para os coeficientes temporais (*time*) nos modelos com ineficiências técnicas variáveis, que são indicativos de ampliação do esforço fiscal do IPTU ao longo do período 2002-2014, que sucedeu a um conjunto de mudanças institucionais no bojo da promulgação da Lei de Responsabilidade Fiscal – LRF (Lei Complementar nº 100/2000). Contudo, a magnitude destes coeficientes indica que a ampliação do esforço fiscal ocorreu com maior intensidade nas capitais/metrópoles e de maneira muito mais modesta nos centros locais. Um aspecto adicional a ser avaliado em próximos estudos é comparar o ritmo dessa evolução do esforço fiscal do IPTU com o que ocorreu entre os demais tributos arrecadados na esfera municipal.

Em relação às variáveis explicativas que exploram os determinantes das ineficiências técnicas individuais, chama atenção a evidência de menor esforço fiscal – isto é, maior ineficiência técnica – nos municípios de menor porte (centros locais) que não procederam a atualizações completas da PGV no último mandato de prefeito. Ao contrário dos demais modelos (centros sub-regionais ou de zona e capitais/metrópoles), cujos efeitos da atualização da PGV se mostraram pouco significativos. Esse resultado é relevante porque sugere que instrumentos destinados a ampliar a frequência das atualizações na PGV, a exemplo de projetos de lei atualmente discutidos no Congresso Nacional, podem lograr êxito apenas modesto no que concerne à ampliação do esforço fiscal – ao menos nos centros de maior densidade urbana.

Por fim, os resultados das variáveis introduzidas para captar o efeito das transferências intergovernamentais são unânimes ao apontarem uma relação significativa entre maior dependência de transferências e menor esforço fiscal – isto é, maior ineficiência técnica. Relação esta que foi obtida para quaisquer componentes das transferências, fossem elas redistributivas, vinculadas, devolutivas ou compensatórias, provendo-se novas evidências empíricas do efeito de desincentivo das transferências sobre o esforço fiscal dos municípios.

De posse dos indicadores estimados pelas funções de arrecadação, pode-se simular quanto a arrecadação aumentaria caso o esforço fiscal da maioria dos municípios brasileiros se aproximasse daqueles de melhor *performance*. Um primeiro exercício indica que a arrecadação agregada do IPTU mais que dobraria, evoluindo de 0,51% para 1,16% do PIB, caso todos os municípios estivessem no nível eficiente de arrecadação na fronteira, tomando como referência 2014.¹⁰ É claro que esta hipótese em que todos os municípios exploram plenamente sua estimativa de capacidade fiscal é muito rigorosa.

Uma alternativa mais flexível é realizar um exercício em que o esforço fiscal convirja para a mediana dos 20% de municípios com melhor *performance* em cada um dos três agrupamentos homogêneos. Esse segundo exercício, curiosamente, chega a um resultado agregado semelhante àquele das comparações internacionais apresentado na seção 2. Os resultados a partir dos indicadores de esforço fiscal dos municípios estimam uma arrecadação adicional da ordem de 0,34% do PIB – ou seja, uma ampliação dos atuais 0,51% para 0,85% do PIB –, distribuída desigualmente entre os diferentes centros urbanos. Em números de 2014, tal esforço equivaleria a aumentar a arrecadação *per capita* do IPTU de R\$ 140 para R\$ 233, da seguinte maneira: de R\$ 37 para R\$ 58 na média dos centros locais; de R\$ 82 para R\$ 129 nos centros sub-regionais e de zona; e, por fim, de R\$ 218 para R\$ 369 nas metrópoles e capitais regionais – e suas áreas de influência. Sem dúvida, esses resultados devem ser tomados com ressalva, devido às ineficiências dos dados. Ainda assim, fornecem evidências adicionais que corroboram outros trabalhos na literatura que concluem que há baixo grau de aproveitamento do IPTU mesmo em municípios de menor porte.

TABELA 2
Estimativas de máxima verossimilhança dos coeficientes das funções de arrecadação

Coeficientes	Centros locais		Centros sub-regionais ou de zona		Capitais/metrópoles		
(Intercept)	-0,342	-0,606**	-2,998*	-0,261	1,082**	5,75**	-7,54**
ln(PIB)	0,381**	0,333**	0,547**	0,395**	0,327**	0,169**	0,327**
Área de abrangência	-	-	-	-	-0,53**	-0,155**	-0,444**

(Continua)

10. Os resultados foram obtidos pelas especificações de modelos com coeficiente de ineficiência técnica variável ao longo do tempo (tabela 2). Nas metrópoles/capitais, foi utilizado o modelo com relação quadrática para a variável de densidade demográfica, mas seus resultados são praticamente idênticos aos obtidos com a relação linear para a densidade demográfica.

(Continuação)

Coeficientes	Centros locais		Centros sub-regionais ou de zona		Capitais/metrópoles		
Agricultura	-0,004**	-0,003**	-0,003**	-0,004**	-0,016**	-0,009**	-0,014**
Domicílio rural	-0,013**	-0,011**	-0,011**	-0,012**	-0,005	0,002	-0,004
Região – Nordeste	-1,359**	-0,936**	-1,219**	-0,886**	-0,973**	-0,661**	-1,381**
Região – Norte	-0,833**	-0,67**	-0,526**	-0,505**	-0,934**	-0,828**	-1,275**
Região – Sudeste	0,164**	0,182**	0,074**	0,106**	-0,013	-0,013	-0,334
Região – Sul	0,514**	0,539**	0,136**	0,151**	-0,403**	-0,331**	-0,562**
Turístico – destino indutor	0,834**	0,631**	0,207	-0,099**	0,553**	0,292**	0,592**
Turístico – região turística	-0,007	0,034*	0,034	-0,007	-0,264**	-0,238**	-0,377**
Litoral	1,521**	1,047**	0,754**	0,61**	1,203**	0,405**	1,207**
IVS	-5,103**	-4,258**	-4,419**	-3,672**	-4,213**	-2,499**	-3,34**
ln(1000*Densidade)	0,038**	0,069**	0,0901**	0,0892**	0,0803*	0,0172	1,411**
ln(1000*Densidade)^2	-	-	-	-	-	-	-0,051**
ln(Pop)	0,207**	0,17**	0,233**	0,067**	0,124**	-0,112**	0,135**
Z_(Intercept)	-	-315,166**	-	-78,452**	-	-5,809**	-
PGV	-	2,978**	-	-0,177	-	0,061*	-
Transferências redistributivas	-	2,946**	-	0,786**	-	0,102**	-
Transferências vinculadas	-	3,162**	-	0,813**	-	0,091**	-
Transferências devolutivas	-	2,824**	-	0,802**	-	0,082**	-
Transferências compensatórias	-	3,213**	-	0,959**	-	0,084**	-
sigmaSq	2,676**	28,517**	1,448**	5,959**	2,02**	0,707**	2,056**
Gamma	0,688**	0,98**	0,713**	0,957**	0,892**	0,67**	0,896**
Time	0,005**		0,01**		0,018**		0,018**

Elaboração dos autores.

Obs.: * Valores significativos ao nível de 10% de confiança; ** valores significativos a 5%.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este texto se dedicou a realizar um exercício de estimação de uma função de arrecadação que permite estimar o potencial de arrecadação do IPTU, caso os municípios brasileiros se aproximassem daqueles de melhor *performance*. Nosso exercício sugere que não seria irrealista traçar uma meta de arrecadação adicional da ordem de 0,34% do PIB, a qual se distribuiria desigualmente, de acordo com a densidade urbana e outras especificidades das localidades.

A função de arrecadação também permite explorar os determinantes da arrecadação e do esforço fiscal do IPTU e chegar às conclusões a seguir explicitadas.

1. A arrecadação está fortemente e positivamente relacionada com o PIB *per capita* da localidade. Porém, o PIB está longe de esgotar todos os seus determinantes.
2. Entre os fatores adicionais relevantes, foram encontradas relações negativas e significativas da arrecadação com o grau de importância das atividades não urbanas na dinâmica local e com a vulnerabilidade do município.
3. As variáveis regionais são relevantes e indicam efeitos diferenciais sobre a arrecadação, que são positivos nos municípios litorâneos e que são negativos nos municípios das regiões metropolitanas – em relação às suas metrópoles e capitais – e nas regiões Norte e Nordeste.
4. Há evidências de ganhos de escala e de aglomeração sobre a arrecadação, no sentido de que esta aumenta conforme o porte do município e sua densidade populacional. Entretanto, nos centros de maior hierarquia urbana – isto é, nas metrópoles, capitais e suas áreas de abrangência –, os indícios são de uma relação com a densidade demográfica em formato de “U” invertido, segundo a qual a arrecadação cresce inicialmente, e passa a cair após um máximo estimado em 982,6 habitantes por quilômetros quadrado. Isto pode ser reflexo de ineficiências que se originam a partir de certo patamar de densidade demográfica, em função de deseconomias de aglomeração e custos de congestionamento.
5. Houve ampliação do esforço fiscal do IPTU no período pós-LRF, que ocorreu com maior intensidade nas capitais e metrópoles, e de maneira mais modesta nos centros locais.
6. Pequenos municípios (centros locais) que procederam a atualizações recentes na PGV estão associados com maior esforço fiscal, mas este mesmo efeito se mostrou pouco significativo nos demais municípios de maior hierarquia urbana. Isso é um indicativo de que instrumentos destinados a ampliar a frequência das atualizações na PGV, a exemplo de projetos de lei atualmente discutidos no Congresso Nacional, não garantam, por si sós, ampliações expressivas do esforço fiscal nos maiores centros urbanos.
7. São providas evidências adicionais do efeito de desincentivo das transferências sobre o esforço fiscal, no sentido de que municípios que mais dependem de transferências estão vinculados a um menor esforço fiscal.

É claro que os resultados sempre devem ser tomados com ressalvas, devido às ineficiências dos dados. Não obstante, fornecem novas evidências as quais corroboram outros trabalhos na literatura que concluem haver baixo grau de aproveitamento do IPTU, mesmo em municípios de menor porte. Além disso, não se deseja esgotar o tema, e uma importante e necessária linha de complementação desta pesquisa pode ser realizada, por meio de estudos de caso que avancem no conhecimento das

particularidades das localidades. De todo modo, o mais importante é trilhar um caminho de fortalecimento fiscal dos municípios no atual momento de crise que não passe por ampliar ainda mais algumas distorções do sistema fiscal brasileiro, seja no sistema tributário que penaliza excessivamente a produção e o lucro das empresas, seja no sistema de transferências, que está pleno de deficiências nos critérios de rateio e que induz excessiva dependência das prefeituras. Sem dúvida, um dos principais resultados encontrados no texto são as evidências empíricas adicionais do efeito de desincentivo das transferências sobre o esforço fiscal do IPTU.

Nesse contexto, o maior aproveitamento do IPTU surge como uma solução natural, por este ser considerado o tributo ideal para fins de financiamento dos governos locais (Bahl, 2009; Norregaard, 2013) e que pode abrir espaço para a redução da dependência em relação às transferências e aos tributos com efeitos mais perniciosos sobre o crescimento econômico. Se é verdade que há espaço para explorar melhor o IPTU, a questão crucial que se coloca é sobre como fazê-lo. Em primeiro lugar, existem desafios administrativos não triviais, porque se trata de um imposto cuja administração é complexa. A ampliação da arrecadação demanda muitas vezes um esforço de modernização das estruturas tributárias locais, e seus requisitos (financeiros, técnicos e humanos) podem ser proibitivos, sobretudo nas menores localidades, quando exigem procedimentos mais sofisticados, como a criação de um cadastro informatizado de imóveis ou a definição de metodologias de avaliação do valor do imóvel. Contudo, esse nem sempre é o caso. Existem várias iniciativas mais simples e menos onerosas que podem lograr avanços – por exemplo, quando se está apenas atualizando parâmetros (revisão da cobertura do cadastro de imóveis, correção das defasagens das plantas genéricas de valores etc.) ou promovendo pequenas mudanças na política tributária (revisão de isenções e outros benefícios fiscais, reforço na cobrança da dívida ativa pelo não pagamento do imposto, instituição de progressividade das alíquotas etc.).

A dificuldade de se implementar tais iniciativas remete a uma segunda natureza de desafios na esfera da economia política. Se a alta visibilidade é uma das principais virtudes do imposto sobre a propriedade imobiliária, essa transparência também é sua maior fraqueza, por torná-lo politicamente muito impopular. Some-se a isso a notória resistência política, legislativa e jurídica à tributação da renda e da propriedade no Brasil. Por estas razões, mesmo iniciativas simples de correção parcial das defasagens nos valores dos imóveis acabam esbarrando em intensa oposição popular.

Explorar melhor a tributação sobre a propriedade imobiliária exige uma estratégia para lidar simultaneamente com desafios administrativos e de economia política. Por um lado, requer um conjunto de ações com intuito de profissionalizar as administrações tributárias locais e, mais especificamente, dotá-las de instrumentos técnicos e legais que lhes permitam proceder adequadamente às atividades de fiscalização e de apuração da base de cálculo. Além disso, é importante pensar em legislações que livrem de influências políticas tanto as iniciativas do Poder Executivo quanto os processos que tramitam pelos legislativos municipais. A questão central a se perseguir é a despolitização do processo de estimação da base de cálculo do imposto, buscando-se minimizar os atuais problemas, como as excessivas defasagens, a baixa cobertura cadastral e o excesso de isenções. Idealmente, também se poderiam explorar mais instrumentos, como a progressividade das alíquotas para fins de justiça tributária e/ou a função extrafiscal de ordenamento territorial. Mas esse é um passo adicional.

REFERÊNCIAS

- AFONSO, J. R.; ARAÚJO, E.; NÓBREGA, M. **IPU no Brasil: um diagnóstico abrangente**. Brasília: FVG, 2013.
- AIGNER, D.; LOVELL, C. K.; SCHMIDT, P. Formulation and estimation of stochastic frontier production function models. **Journal of Econometrics**, v. 6, n. 1, p. 21-37, 1977.
- BAHL, R. W. A regression approach to tax effort and tax ratio analysis. **IMF Staff Papers**, v. 18, n. 3, p. 570-607, Nov. 1971.
- _____. **Property tax reform in developing and transition countries**. New York: Usaid, 2009.
- BATTESE, G. E.; COELLI, T. J. Frontier production functions, technical efficiency and panel data: with application to paddy farmers in India. **Journal of Productivity Analysis**, v. 3, n. 1, p. 153-169, Jun. 1992.
- _____. A model for technical inefficiency effects in a stochastic frontier production for panel data. **Empirical Economics**, v. 20, n. 2, p. 325-332, Jun. 1995.
- BARRIOS, E. B.; LAVADO, R. F. **Spatial stochastic frontier models**. Makati City: PIDS, 2010.
- BLANCO, F. A. **Disparidades inter-regionais, capacidade de obtenção de recursos tributários, esforço fiscal e gasto público no federalismo brasileiro**. 1998. Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1998.
- BOUERI, R.; CARVALHO, A. X. Y.; SILVA, F. R. G. **Eficiência tributária dos estados**

brasileiros mensurada com um modelo de fronteira estocástica geograficamente ponderada. Brasília: Ipea, 2009. (Texto para Discussão, n. 1444).

CARVALHO JÚNIOR, P. H. **O IPTU no Brasil:** progressividade, arrecadação e aspectos extrafiscais. Brasília: Ipea, 2006. (Texto para Discussão, n. 1251).

COELLI, T. J. **A guide to FRONTIER version 4.1:** a computer program for stochastic frontier production and cost function estimation. Armidale: Cepa, 1996. (Cepa Working Paper, n. 96/07).

COELLI, T. J.; HENNINGSEN, A. **Frontier:** stochastic frontier analysis. R package version 1.1-0. 2013. Available in: <<http://CRAN.R-Project.org/package=frontier>>.

DE CESARE, C. O cadastro como instrumento de política fiscal. *In:* ERBA, D. A.; OLIVEIRA, F.; LIMA JUNIOR, P. (Orgs.). **Cadastro multifinalitário como instrumento de política fiscal e urbana.** Rio de Janeiro: [s.n.], 2005.

GAMKHAR, M.; SHAH, A. The impact of intergovernmental fiscal transfers: a synthesis of the conceptual and empirical literature. *In:* BOADWAY, R.; SHAH, A. **Intergovernmental fiscal transfers: principles and practice.** Washington: The World Bank, 2007. chap. 8. p. 225-258. Available in: <<http://goo.gl/9EyKl3>>.

GASPARINI, C. E.; MELO, C. **Equidade e eficiência municipal:** uma avaliação do Fundo de Participação dos Municípios – FPM. Brasília: Esaf, 2004.

GIFFONI, F.; VILLELA, L. **Tributação da renda e do patrimônio.** Brasília: Ipea, 1987. (Texto para Discussão, n. 105).

GREENE, W. H. The econometric approach to efficiency analysis. *In:* FRIED, H. O.; LOVELL, C. A. K.; SCHMIDT, S. S. (Eds.). **The measurement of productive efficiency:** techniques and applications. New Iorque: Oxford University Press, 1993. p. 68-119.

HOLMBERG, A. A bootstrap approach to probability proportional-to-size sampling. *In:* ASA – AMERICAN STATISTICAL ASSOCIATION. **Proceedings of the survey research methods section of the American Statistical Association.** Washington: ASA, 1998, p. 378-383.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Regiões de Influência das Cidades** – Regic 2007. Rio de Janeiro: IBGE, 2008.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Política fiscal e justiça social no Brasil:** o caso do IPTU. Brasília: Ipea, 2009. (Comunicado da Presidência, n. 28).

KUMBHAKAR, S. C.; KNOX, C. A. **Stochastic frontier analysis.** New York: Cambridge University Press, 2000.

LOTZ, J. R.; MORSS, E. A theory of the tax level determinants for developing countries. **Economic Development and Cultural Change,** Chicago, n. 18, n. 3, p. 328- 341, Apr. 1970.

MEEUSEN, W.; VAN DEN BROECK, J. Efficiency estimation from Cobb-Douglas production functions with composed error. **International Economic Review**, v. 18, n. 2, p. 435-444, Jun. 1977.

NORREGAARD, J. **Taxing immovable property**: revenue potential and implementation challenges. New York: FMI, 2013. (IMF Working Paper, n. 13/129).

ORAIR, R. C.; ALENCAR, A. A. **Esforço fiscal dos municípios**: indicadores de condicionalidade para o sistema de transferências intergovernamentais. Brasília: Esaf, 2010.

ORAIR, R.; LIMA, L.; TEIXEIRA, T. Sistema de transferências para os municípios brasileiros: avaliação dos impactos redistributivos. *In*: BOUERI, R.; COSTA, M. A. (Eds.) **Brasil em desenvolvimento 2003**: Estado, planejamento e políticas públicas. Brasília: Ipea, 2013.

REIS, E.; BLANCO, F. A. Capacidade tributária dos estados brasileiros – 1970/90. *In*: **Economia Brasileira em Perspectiva**. Rio de Janeiro: Ipea, 1996. v. 2.

RIBEIRO, E. P. Transferências intergovernamentais e esforço fiscal dos estados brasileiros. *In*: ENCONTRO BRASILEIRO DE ECONOMETRIA, 21., 1998. **Anais...**1998.

RUGGIERO, J. A comparison of DEA and the stochastic frontier model using panel data. **International Transactions in Operational Research**, v. 14, n. 3, p. 259-266, 2007.

SIMAR, L. E.; WILSON, P. W. Two-stage DEA: caveat emptor. **Journal of Productivity Analysis**, v. 36, n. 2, p. 205-218, 2011.

SOUSA, M. C. S.; ARAÚJO, P. L.; TANNURI-PIANTO, M. E. Residual and technical tax efficiency scores for Brazilian municipalities: a two-stage approach. **Estudos Econômicos**, São Paulo, v. 42, n. 1, p. 43-74, jan./mar. 2012.

SOUSA, M. C. S.; CRIBARI-NETO, F.; STOSIC, B. D. Explaining DEA technical efficiency scores in an outlier corrected environment: the case of public services in Brazilian municipalities. **Brazilian Review of Econometrics**, v. 25, n. 2, p. 287-313, 2005.

VARSANO, R. *et al.* **Uma análise da carga tributária do Brasil**. Rio de Janeiro: Ipea, 1998. (Texto para Discussão, n. 583).

VASCONCELOS, J.; PIANCASTELLI, M.; MIRANDA, R. B. Esforço fiscal dos estados brasileiros. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 37, n. 1, p. 7-36. 2006.

VILLELA, L. **A tributação subnacional, o imposto predial e os desafios para modernizá-lo**. Porto Alegre, mar. 2001. Mimeografado.

WANKE, P.; E BARROS, C. Two-stage DEA: an application to major Brazilian banks. **Expert Systems with Applications**, v. 41, n. 5, p. 2337-2344, 2014.

Ipea – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

Assessoria de Imprensa e Comunicação

EDITORIAL

Coordenação

Cláudio Passos de Oliveira

Supervisão

Everson da Silva Moura

Leonardo Moreira Vallejo

Revisão

Clícia Silveira Rodrigues

Idalina Barbara de Castro

Marcelo Araujo de Sales Aguiar

Marco Aurélio Dias Pires

Olavo Mesquita de Carvalho

Regina Marta de Aguiar

Reginaldo da Silva Domingos

Alessandra Farias da Silva (estagiária)

Lilian de Lima Gonçalves (estagiária)

Luiz Gustavo Campos de Araújo Souza (estagiário)

Paulo Ubiratan Araujo Sobrinho (estagiário)

Pedro Henrique Ximendes Aragão (estagiário)

Editoração

Bernar José Vieira

Cristiano Ferreira de Araújo

Danilo Leite de Macedo Tavares

Herllyson da Silva Souza

Jeovah Herculano Szervinsk Junior

Leonardo Hideki Higa

Capa

Danielle de Oliveira Ayres

Flaviane Dias de Sant'ana

Projeto Gráfico

Renato Rodrigues Bueno

The manuscripts in languages other than Portuguese published herein have not been proofread.

Livraria Ipea

SBS – Quadra 1 - Bloco J - Ed. BNDES, Térreo.

70076-900 – Brasília – DF

Fone: (61) 2026-5336

Correio eletrônico: livraria@ipea.gov.br

Missão do Ipea

Aprimorar as políticas públicas essenciais ao desenvolvimento brasileiro por meio da produção e disseminação de conhecimentos e da assessoria ao Estado nas suas decisões estratégicas.

ipea Instituto de Pesquisa
Econômica Aplicada

MINISTÉRIO DO
**PLANEJAMENTO,
DESENVOLVIMENTO E GESTÃO**



ISSN 1415-4765

