

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

Condicionantes da Área Urbana no Brasil: uma análise empírica

Catarina Vila Nova

Recife, 2014

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

Catarina Vila Nova¹

Condicionantes da Área Urbana no Brasil: uma análise empírica

Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Pós-graduação em Economia da Universidade Federal de Pernambuco /PIMES UFPE, sob orientação do professor Dr. Raul da Mota Silveira Neto, como pré-requisito para obtenção do título de mestre em Ciências Econômicas.

Orientador: Raul da Mota Silveira Neto

Recife, 2014

¹ E-mail: catarina.nova@yahoo.com.br

Catálogo na Fonte
Bibliotecária Ângela de Fátima Correia Simões, CRB4-773

V695c Vila Nova, Catarina
Condicionantes da área urbana no Brasil: uma análise empírica / Catarina
Vila Nova. - Recife : O Autor, 2014.
38 folhas : il. 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Raul da Mota Silveira Neto.
Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade Federal de
Pernambuco, CCSA, 2014.
Inclui referências e apêndice.

1. Área urbana. 2. Modelo monocêntrico. 3. Brasil. I. Silveira Neto,
Raul da Mota (Orientador). II. Título.

330.1 CDD (22.ed.) UFPE (CSA 2014– 079)

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

PARECER DA COMISSÃO EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO
DO MESTRADO EM ECONOMIA DE:

CATARINA VILA NOVA

A Comissão examinadora composta pelos professores abaixo, sob a presidência do primeiro, considera a Candidata Catarina Vila Nova **APROVADA**.

Recife, 10/03/2014.

Prof. Dr. Raul da Mota Silveira Neto
Orientador

Prof. Dr. Tatiane Almeida de Menezes
Examinador Interno

Prof. Dr. Circe Maria Gama Monteiro
Examinador Externo/UFPE/Departº de Arquitetura

Ao meu avô, Gileno Vila Nova (in memoriam)

AGRADECIMENTOS

A Deus, confiando sempre nos propósitos que tem na minha vida.

Aos meus pais, Gileno e Marilene, exemplos de honestidade, dedicação e força, pelo apoio integral na concretização dos meus sonhos.

Aos meus irmãos, os quais posso contar para qualquer coisa a qualquer hora, nos momentos difíceis e também nos de grande alegria.

Aos familiares pela união e gargalhadas aos domingos.

Aos amigos de escola, especialmente, Gabi, Mari, Tamis e Bebel.

Aos amigos economistas que conheci no primeiro dia de aula e me acompanham até hoje, Brunna e Malheiros.

Aos amigos do mestrado, pelas aulas, companheirismo e intermináveis dias de estudo e gargalhadas, Junior, Déborah, Sérgio, Edivaldo, Ricardo, Wagner, Guilherme, Eduardo, Julia e Flavius. Ao café de Botler.

A Gleidson Dantas pelo apoio na construção dos dados.

Aos professores do PIMES/UFPE e ao meu orientador Professor Dr. Raul da Mota Silveira Neto.

RESUMO

Buscou-se nesse estudo compreender o comportamento de alguns condicionantes da Área Urbana no Brasil, analisando empiricamente o país a partir do modelo tradicional de Economia Urbana da cidade monocêntrica. Foram utilizadas para isso amostras dos anos 2000 e 2010, as quais são compostas pela área urbana (dados de imagem de satélite e dos setores censitários urbanos, respectivamente) e valor da terra agrícola. Foi notado que o modelo monocêntrico mostrou-se robusto para população, renda, e valor da terra agrícola (esta apenas em 2010), sendo a elasticidade população (0,86 e 0,75) e a elasticidade renda (0,19 e 0,45) para 2000 e 2010, respectivamente. A elasticidade do valor da terra agrícola em 2010 foi de -0,10. Dito de outra forma, os dados corroboram essas variáveis como correlacionadas com área urbana no Brasil.

Palavras-chave: Área Urbana, modelo monocêntrico, Brasil

ABSTRACT

The point of this study was understand the behavior of some determinants of Urban Area based in the model of monocentric city, which is traditional in Urban Economics. Samples from 2000 and 2010 were used, which comprise the urban area (data from satellite imagery and urban sectors, respectively), urban population, income and value of agricultural land. The analysis for this model was robust to population, income and value of agricultural land (this only in 2010), population showed elasticity (0.86 and 0.75) and income (0.19 and 0.45) for 2000 and 2010, respectively. The elasticity of the value of agricultural land in 2010 was -0.10. In other words, the data corroborate these variables as correlated with urban area in Brazil.

Keywords: Urban Area, monocentric model, Brazil

Conteúdo

1. Introdução	9
2. Área Urbana na teoria econômica	11
3. Condicionantes da Área Urbana: evidências disponíveis.....	17
4. Metodologia e Base de Dados	20
5. Condicionantes da Área Urbana no Brasil: Resultados.....	23
5.1. Estatística descritiva para os anos de 2000 e 2010.....	23
5.2. Estimativas	25
5.2.1. Estimativas 2000 e 2010	25
5.2.2. Comparação com estudos de outros países	29
6. Considerações Finais.....	31
Referências	34
APÊNDICE	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Estatísticas descritivas dos dados 2000 e 2010	23
Tabela 2: Correlações das variáveis	25
Tabela 3: Condicionantes da extensão das cidades brasileiras – Variável dependente é o log. da área da cidade	27
Tabela 4: Resumo das evidências disponíveis - elasticidades.....	29
Tabela 5: 50 cidades com as maiores áreas urbanas do Brasil - amostra 2000	35
Tabela 6: 50 cidades com as maiores áreas urbanas do Brasil - amostra 2000	36

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

Figura 1: Configuração urbana dada uma alteração no aluguel agrícola	13
Figura 2: Configuração urbana dada uma alteração populacional	14
Figura 3: Configuração urbana dada uma alteração no custo de transporte	15
Figura 4: Gráfico de Distribuição da Amostra entre as macrorregiões do Brasil	21
Figura 5: Gráfico de normalidade para os modelos log-log (1) ano 2000 e (3) ano 2010	37
Figura 6: de normalidade para o modelo (2), ano 2000 log-log com <i>dummies</i> para capital e regiões	37
Figura 7: Gráfico de normalidade para o modelo (4), ano 2010 log-log com <i>dummies</i> para capital e regiões	38

1. Introdução

O estudo em Economia Urbana tem por objetivo observar problemas nas cidades sob a ótica econômica, isto é, como fatores econômicos se comportam e agem como determinantes da configuração da paisagem. No que diz respeito à área urbana, ou seja, à forma como são as cidades, seu tamanho, a fundamentação teórica mais utilizada é o Alonso-Mills-Muth (Alonso,1964; Mills,1972; Muth 1969) Model, modelo monocêntrico, o qual propõe que a escolha de moradia das famílias é condicionada pela acessibilidade ao local de trabalho, pelo espaço de habitação desejado e pelas amenidades locais.

É suposto nesse modelo a existência de um centro principal de negócios CBD, onde se concentra a demanda por trabalho e, também, custo de transporte até o emprego, gerando assim um *trade-off* entre acessibilidade e espaço (tamanho da residência). Em sua forma básica, a amenidade é deixada de fora do modelo.

As famílias maximizam a utilidade de consumir espaço e demais bens sujeitas à sua restrição orçamentária, podendo em seguida ser gerada a função *bid-rent*, a qual representa o aluguel máximo que a família está disposta a pagar dado um nível de utilidade u e distância r ao CBD. Os parâmetros econômicos apresentados nesse modelo, ou seja, aqueles relacionados à modificação do retrato urbano, são o tamanho da população urbana, a renda familiar, o valor da terra agrícola, os custos de transporte, os impostos sobre terra e o zoneamento.

No Brasil, país em que a população urbana vem crescendo durante os anos e de acordo com o IBGE, Censo Demográfico 2010 representa quase 85% da total, há poucas evidências a respeito dos condicionantes da área urbana, sendo, assim, interessante realizá-lo. Em adição, outro fator que motiva estudar esse tema no Brasil é a variação de parâmetros como a renda per capita e preço dos imóveis.

Quanto às evidências disponíveis acerca da área urbana, em países desenvolvidos a exemplo dos EUA, o modelo monocêntrico vem sendo utilizado em trabalhos empíricos desde Brueckner e Fansler (1983), os quais estimaram um OLS com dados cross-sectional de 1970 para 40 áreas urbanas americanas, até Paulsen (2012), que usou dados para quase toda área dos EUA. Os autores de trabalhos mais recentes continuam afirmando que os dados se ajustam bem ao modelo, mesmo com as mudanças que ocorreram nas cidades, isto é, os resultados corroboram as hipóteses esperadas do modelo.

“Dada a natureza mutável das cidades nas últimas décadas, especialmente o aumento policentralidade das cidades e os menos previsíveis padrões de mobilidade, pode-se ser cético de que o modelo de fato ainda detêm o poder preditivo substancial.” Spievy, 2008

Em relação aos países em desenvolvimento, há muito pouca evidência disponível a respeito dos condicionantes da área urbana. Segundo Deng et al (2008), cujo trabalho utilizou informações para algumas cidades da China, muitos dos trabalhos sobre os determinantes da área urbana foram realizados para países desenvolvidos e embora seja muito importante fazê-los em países em desenvolvimento, a falta e a qualidade de alguns dados limitam possíveis estudos para esses locais.

É relevante para esses países que sejam realizados estudos sobre o padrão da área urbana, uma vez que nesses locais diversos problemas, tais como qualidade de transporte, baixa infraestrutura de saneamento e aumento de demandas sociais, estão, possivelmente, relacionados a um rápido aumento de variáveis como a população e renda, por exemplo. Além de economistas, por conseguinte, o padrão de expansão urbana é tema de interesse de profissionais ligados ao meio ambiente, patrimônio histórico, questões sociais, mobilidade, engenheiros sanitários entre outros.

Logo, este trabalho pretende investigar em que medida os condicionantes tradicionais da área urbana, ou seja, aqueles vinculados à Economia Urbana tradicional, são úteis para compreender o tamanho ou extensão das cidades brasileiras. Para tal, a investigação utiliza amostras dos anos 2000 e 2010, as quais são compostas pela área urbana (dados de imagem de satélite e dos setores censitários urbanos, respectivamente), renda média e valor da terra agrícola.

Esse estudo divide-se na introdução mais os 5 capítulos que seguem, discorrendo no capítulo 2 sobre a Expansão Urbana na teoria econômica, o três traz as evidências disponíveis, ou seja, trabalhos anteriores com foco nos condicionantes do aumento espacial urbano. Dando suporte instrumental ao estudo, o capítulo 4 é composto pela metodologia e base de dados. Adicionalmente, os resultados empíricos são explanados na parte 5, em seguida, esse trabalho apresenta suas considerações finais.

2. Área Urbana na teoria econômica

Dado o rápido processo de expansão urbana no mundo advinda, principalmente, com as oportunidades de emprego nos centros das cidades, diversas áreas de estudo buscaram e ainda buscam compreender como tal processo ocorre, isto é, o que está relacionado, condiciona a expansão e, também, o que ela provoca nas áreas. Por exemplo, é de fundamental importância para arquitetos urbanistas, sanitaristas, planejadores sociais, políticos, economistas e ambientalistas entenderem quais fatores influenciam a expansão urbana, a que agentes ela é mais sensível, a fim de estabelecer diretrizes em planos municipais de saneamento, planos diretores municipais, tais quais podem estar relacionadas ao zoneamento (definição de área ambiental, industrial, etc) e à mobilidade urbana.

É de interesse dos economistas entender como se dá o funcionamento e desenvolvimento espacial das cidades sob a perspectiva de fatores econômicos. Dito de outra forma, é relevante observar o comportamento do mercado de terra urbana dadas modificações em elementos econômicos tais quais população, renda, valor da terra agrícola e custos de transporte.

Como colocado na seção anterior, a fundamentação teórica mais utilizada em trabalhos que analisam o tamanho espacial das cidades e o padrão de expansão urbana é o Alonso Mills Muth Model AMM, modelo da cidade monocêntrica, desenvolvido por Alonso (1964), Muth (1969) e Mills (1972). Nesse modelo, as famílias determinam sua escolha locacional de acordo com o espaço de moradia almejado, com a acessibilidade ao local de trabalho e com as amenidades locais. Em princípio, por causa da dificuldade em tratar esses três condicionantes ao mesmo tempo, a análise é realizada levando em consideração apenas o espaço e a acessibilidade, gerando, assim, um *trade-off* entre eles.

De acordo com Fujita (1989), as suposições básicas desse modelo são: i) a existência de um centro principal de negócios CBD de tamanho limitado, no qual as oportunidades de empregos se localizam, ii) custos de transporte monetários que o trabalhador tem para se deslocar até esse centro e voltar para sua moradia. Pode-se supor, também, que os empregados auferem a mesma renda y no CBD e que consomem dois tipos de bens, sendo eles moradia e demais bens. Devido aos custos de transporte, é mais desejável para todos os trabalhadores morar em um raio r o mais perto possível do centro.

Em adição, a utilidade $U(z, s)$ das famílias é maximizada sujeita à restrição orçamentária dada por $z + R(r)s = Y - T(r)$, onde s representa o consumo de espaço, z é o consumo dos demais bens da economia, r é a distância ao CBD, $R(r)$ é o aluguel por unidade de espaço, y a renda e $T(r)$ o custo de transporte. Feitas essas assunções, é possível chegar a uma função dita *bid-rent*(1), a qual representa o aluguel máximo que a família está disposta a pagar dado um nível de utilidade u e distância r ao CBD. Apesar do modelo realizar predição do raio urbano, a variável dependente utilizada é área urbana “A”, de forma que $A = \pi r^2$.

$$\Psi(r, u) = \max_{z,s} \left\{ \frac{Y - T(r) - z}{s} \mid U(z, s) = u \right\} \quad (1)$$

É importante atentar que com preços constantes e mesma distância ao CBD, o nível de satisfação aumenta se houver aumento do consumo dos bens (espaço e demais bens), o qual está associado com uma diminuição do aluguel, como pode ser visto na equação (2).

$$\Psi(r, u) = \frac{Y - T(r) - Z(r, u)}{s}; \quad \frac{\partial \Psi(r, u)}{\partial u} = -\frac{1}{s} \frac{\partial Z(r, u)}{\partial u} < 0 \quad (2)$$

Em adição, o equilíbrio da escolha locacional ocorre na distância r^* na qual a curva da função *bid-rent* $\Psi(r, u^*)$ é tangente à curva de aluguel de mercado $R(r)$, o consumidor maximiza sua utilidade ao mesmo tempo em que paga o aluguel de mercado. Em termos de utilidade indireta, V , u^* é a utilidade máxima, a de equilíbrio, e r^* é a localização ótima, se e somente se as equações (3) e (4) forem válidas.

$$u^* = V(R(r^*), Y - T(r^*)) \rightarrow R(r^*) = \Psi(r^*, u^*) \quad (3)$$

$$u^* \geq V(R(r), Y - T(r)) \rightarrow R(r) \geq \Psi(r, u^*) \text{ para todo } r \quad (4)$$

Dado que $R(r)$ e $\Psi(r, u^*)$ são suaves em r^* , o fato de duas curvas serem tangentes em r^* implica em (5). Uma vez que $\frac{\partial \Psi(r, u)}{\partial r} = -\frac{T'(r)}{s}$ e S é a quantidade de espaço consumida, na identidade (6) ocorre a *Muth's Condition*, a qual sugere que no equilíbrio o custo marginal de transporte equivale ao custo marginal da poupança advinda do uso do espaço residencial dada uma variação da distância, dito de outra forma, a família poupa quando se distancia do CBD devido à diminuição do aluguel por unidade de espaço e na condição de Muth tal poupança deve ser igual ao aumento do custo de transporte ocorrido pelo distanciamento do CBD.

$$\frac{\partial \Psi(r^*, u^*)}{\partial r} = R'(r^*) \quad (5)$$

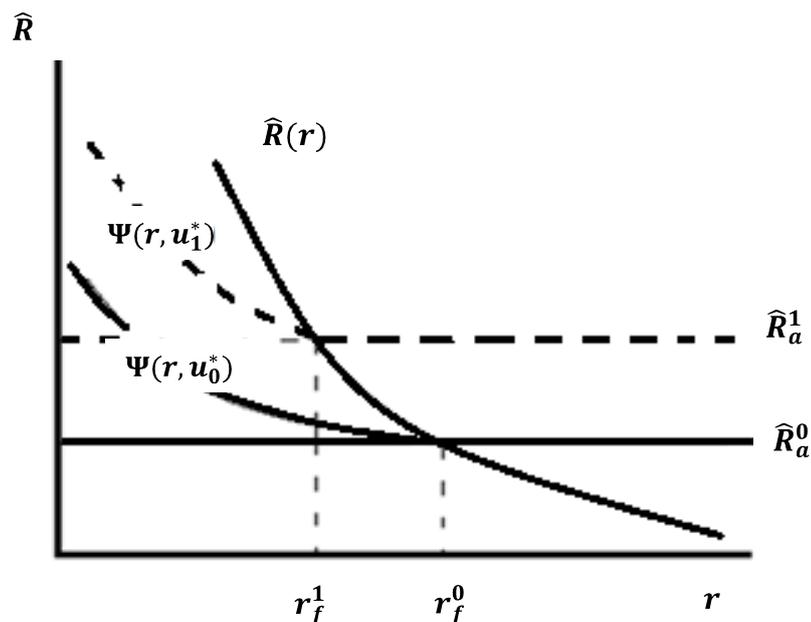
$$T'(r^*) = -R'(r^*)S(r^*, u^*) \quad (6)$$

Além do mais, é observado no Alonso Mills Muth Model o comportamento de parâmetros econômicos que influenciam a modificação do retrato urbano, sendo eles o tamanho da população urbana, a renda familiar, o valor da terra agrícola, os custos de transporte, os impostos sobre terra e o zoneamento. Assumindo as hipóteses de que a cidade é fechada, o proprietário de terra é ausente, a função $T(r)$ é contínua e crescente em r , o efeito-renda para a demanda por terra é positivo e que a distribuição de terra urbana, $L(r)$, é contínua para $r \geq 0$ e positiva para $r > 0$, podem ser realizadas as seguintes análises acerca da influência dos parâmetros. A fim de facilitar o estudo é usado, ainda, o conceito de curva de aluguel de fronteira CAF, a qual representa o aluguel que deveria ocorrer no equilíbrio a uma distância r se N famílias tivessem que ficar dentro desse raio (7). Na fronteira, $\hat{R}(rf) = Ra$.

$$u = U(r); \quad \hat{R}(r) = \Psi(Y - T(r), U(r)) \quad (7)$$

Feitas as suposições acima citadas, pode-se começar a análise do comportamento dos parâmetros. Partindo do aluguel agrícola, R_a , quando ocorre elevação desse e os demais parâmetros permanecerem inalterados, há indícios de que o agricultor está mais competitivo no mercado de terra, logo a fronteira urbana r_f seria menor (mesma população em menos espaço) e o aluguel de fronteira maior, já que $\hat{R}(rf) = Ra$, conforme pode ser observado na Figura 1.

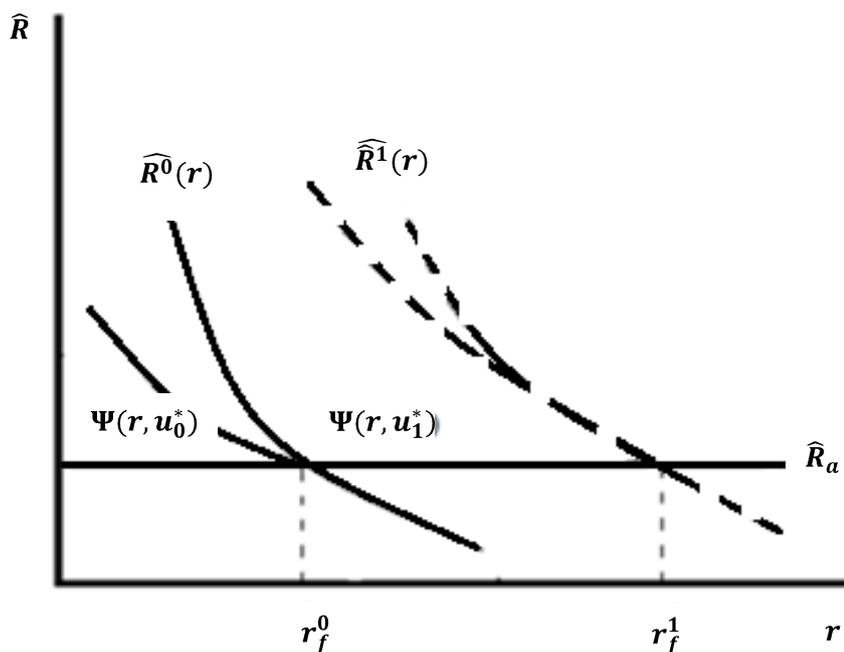
Figura 1: Configuração urbana dada uma alteração no aluguel agrícola



Fonte: Elaboração própria.

No que diz respeito ao parâmetro populacional, N , consoante a Figura 2, dado um aumento desse, à antiga fronteira o equilíbrio só seria possível com um nível de utilidade menor, visto que as pessoas teriam que consumir menos espaço e o aluguel por unidade de espaço seria maior para qualquer distância do CBD. Esse aumento populacional seria revertido em aumento do aluguel urbano, mas também haveria expansão do raio urbano.

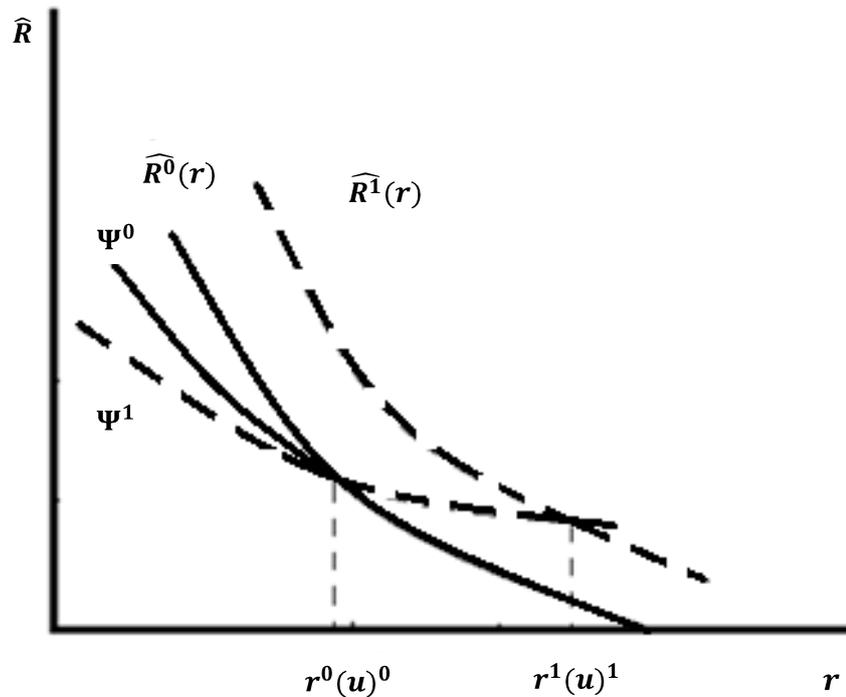
Figura 2: Configuração urbana dada uma alteração populacional



Fonte: Elaboração própria.

Já uma variação no custo de transporte abrange a renda disponível, afetando, dessa forma, a função *bid-rent* e o consumo de espaço. Se ocorrer uma diminuição de tal parâmetro, por exemplo, fica mais vantajoso morar longe do CBD e a renda disponível de quem mora fora do CBD será maior. Por conseguinte, há mudança no preço de moradia e consumo de espaço, os quais aumentarão a fronteira urbana, esse movimento pode ser observado na Figura 3.

Figura 3: Configuração urbana dada uma alteração no custo de transporte



Fonte: Elaboração própria.

Em relação à renda, um aumento dessa é semelhante ao ocorrido com uma diminuição do custo de transporte, uma vez que afeta os preços e níveis de consumo de espaço. A demanda por espaço aumenta em todos os lugares e torna a acessibilidade a lugares mais distantes menos importante. É relevante ressaltar que para as famílias que já moram no centro a renda também melhora, fazendo com que o aluguel nessa área dependa da distribuição de terra na cidade. Além de consumir mais espaço, as famílias em toda área urbana passam a poder pagar aluguéis mais altos, tornando o aluguel de fronteira maior que o aluguel agrícola $\widehat{R}(rf) = Ra$, provocando em seguida uma expansão da fronteira.

Consoante Wheaton (1974) a estática comparativa da área urbana em relação às citadas variáveis acontece da seguinte forma: a área varia positivamente com um aumento da população “P” e da renda “Y” e varia negativamente com um aumento do

custo de transporte monetário “T” e com um aumento do aluguel agrícola “ r_a ”. Em resumo: $\frac{\partial A}{\partial P} > 0$; $\frac{\partial A}{\partial Y} > 0$; $\frac{\partial A}{\partial T} < 0$; $\frac{\partial A}{\partial r_a} > 0$, sendo essas as hipóteses frequentemente testadas nos trabalhos empíricos.

3. Condicionantes da Área Urbana: evidências disponíveis

Conforme já mencionado nesse estudo, a teoria econômica urbana supõe que a expansão não é um processo desordenado, mas sim condicionado ao comportamento de variáveis econômicas e, ainda, a outros fatores de difícil observação cuja influência importa, todavia, não parece ser a principal. Os parágrafos anteriores trouxeram à questão os principais agentes relacionados ao crescimento da área urbana e suas supostas condutas, sendo eles população, renda, valor da terra agrícola e custos de transporte. Com o propósito de observar e ratificar a visão econômica da expansão, utilizando o modelo monocêntrico como base teórica, alguns trabalhos empíricos foram realizados, os quais testaram tal modelo, principalmente para os EUA, devido à maior disponibilidade de dados.

Ao longo dos anos as abordagens empíricas utilizaram dados *cross-sectional*, séries temporais e dados em painel. Em geral, os estudos que são referências em testar o modelo monocêntrico foram feitos para países desenvolvidos, em especial para os EUA. Brueckner e Fansler (1983) foram os primeiros a realizarem trabalho empírico nessa área, seus dados *cross-sectional* foram uma amostra de áreas urbanizadas definidas em 1970 pelo Censo composta por 40 áreas urbanizadas com a população entre 52.000 e 257.000. Os resultados empíricos de Brueckner e Fansler (1983) sugerem que a expansão urbana é mais enfatizada num processo ordenado de mercado que em um sistema fora de controle, uma vez que terras de alta qualidade para a agricultura são mais resistentes à expansão que aquelas de má qualidade. Os resultados deste estudo confirmam uma evidência de robustez empírica do modelo urbano Alonso-Muth-Mills, uma vez que todas as variáveis testeadas foram significantes e congruentes com a teoria, apresentando, ainda, um R^2 por volta de 0,78.

Dando continuidade aos estudos para os EUA, McGrath (2005) examina Brueckner e Fansler (1983) utilizando mais informações do *metropolitan statistical areas* ao longo do tempo. A variável de interesse é o total de área urbanizada em milhas quadradas para as 33 maiores áreas metropolitanas do censo decenal americano de 1950 a 1990 (*cross-sectional* e dados em painel). Os resultados desse autor corroboram Brueckner e Fansler (1983) quando dizem que “expansão é mais o resultado de um processo de mercado ordenado do que um sistema fora de controle”, mas não se pode dizer que o tamanho espacial urbano é socialmente ótimo. A significância da variável tempo utilizada no painel de McGrath(2005) indica que há algo além do usual contribuindo para o tamanho espacial das áreas urbanas. Os resultados também trazem à

questão o fato de algumas variáveis serem afetadas por políticas ao longo do tempo; custos de transporte, por exemplo, tem influência da adoção de políticas na taxação de combustíveis e congestionamentos. Em geral, o trabalho de McGrath (2005) apresentou variáveis significantes e consistentes, com exceção para custos de transporte, e, inclusive, exibiu R^2 de 0,871 e 0,879 para corte temporal e dados em painel, respectivamente.

Em adição, a fim de examinar a viabilidade de alguns preditores básicos do Alonso-Muth-Mills model em cidades modernas, Spievy (2008) utilizou uma estratégia de estimação similar a de Brueckner e Fansler(1983), todavia, usou diferentes medidas de valor da terra e custos de transporte (percentual de proprietários com pelo menos um carro e custos de congestionamento) dadas as possibilidades e uma medida de policentricidade (sub-centros) para estimar um modelo um tanto modificado. Apesar de obter elasticidade renda negativa em algumas de suas especificações, os resultados de Sipevy (2008) sugerem que as informações para as cidades modernas americanas continuam ratificando as estáticas comparativas do Mills-Muth model.

Inovando os testes de modelo monocêntrico aplicados para os EUA, Paulsen (2012) realiza estimações com um conjunto de dados que cobre quase todas as regiões metropolitanas dos EUA para 1980, 1990 e 2000(*cross-sectional* e dados em painel). O autor diferencia a variável dependente entre área urbana e área desenvolvida advindas do censo e imagens de satélite, respectivamente. Paulsen questiona, em adição, se os determinantes da expansão variam de acordo com o tamanho das cidades e sua policentricidade. Seu estudo indica que o modelo monocêntrico continua proporcionando resultados robustos e identifica diferença em padrão de crescimento espacial dada a estrutura das cidades.

Em resumo, as principais abordagens realizadas para os EUA seguiram o passo de testar o modelo monocêntrico com diferentes formas de coletar as informações, isto é, utilizando dados de corte temporal e dados em painel, os quais possuem diversas origens, US Census Bureau e Landsat (recursos geoespaciais), por exemplo. Além do mais, cidades modernas foram testadas, seu tamanho e estrutura. Tais dados cobriram o período de 1950 a 2000. Mesmo com todas essas particularidades testadas, de certa forma, os dados continuaram a corroborar modelo, logo, é interessante observar, agora, o que acontece ao aplicar esse modelo com informações de países em desenvolvimento.

A este respeito aos países em desenvolvimento, embora seja muito relevante fazer trabalhos no tema da expansão urbana, a falta e a qualidade de algumas

informações limitam possíveis estudos para esses locais. Com foco na China, Deng et al (2008) buscaram responder alguns questionamentos acerca da expansão urbana (por exemplo durante a reforma chinesa), testando uma série de hipóteses do modelo monocêntrico e utilizando um amplo conjunto de dados para mais de 2000 unidades de observação ao longo dos anos. Por conseguinte, chegaram à conclusão de que as hipóteses do modelo monocêntrico utilizadas para os EUA são válidas para a China. Além do mais, a decomposição dos resultados sugeriu que algum fator exceto os econômicos usuais incluídos no modelo desacelerou o crescimento do núcleo urbano. Para o Brasil, o teste do modelo monocêntrico com abrangência em quase todo território ainda não havia sido realizado.

4. Metodologia e Base de Dados

Basicamente, a estratégia empírica para as estimativas faz uso do estimador de Mínimos Quadrados Ordinários (OLS), aplicados a dados em cross section para as definidas áreas metropolitanas brasileiras com dados de 2000 e 2010. Área urbana é a variável dependente em questão, o conjunto de variáveis explicativas é composto por população urbana, renda média e valor da terra agrícola por área destinada à colheita. O custo de transporte não foi aqui utilizado devido à pouca disponibilidade de dados para ele, além do mais, em trabalhos anteriores, *proxy* utilizadas para essa variável apresentaram problemas na estimação, sinal discrepante com a teoria, por exemplo.

Através do Censo 2010 e de um estudo urbano da Empraba (2001) foram obtidas as informações para a variável dependente área urbana. A medida obtida pelo Censo 2010 leva em consideração a classificação urbana/rural dos setores censitários. Tal medição foi realizada em duas etapas por um especialista em geoprocessamento. Primeiro, foram isolados todos os setores urbanos dos municípios das regiões metropolitanas brasileira. Em seguida, foram agrupados todos os setores em um único arquivo e realizada a transformação Geodésica de Sistema de Referencia, passando do DATUM SIRGAS 2000 em Coordenadas Geográficas para o DATUM SAD_69, usando coordenadas projetadas². Esta última conversão possibilitou o cálculo da área em metros quadrados de cada setor e, por fim, através de sua soma foi obtida a área urbana dos municípios. O método utilizado para calcular a variável dependente em 2010 buscou uma medida inédita e mais acurada do que é classificado oficialmente como área urbana em cada cidade das regiões metropolitanas do Brasil presentes na amostra, tornando um trabalho extenso e demorado a montagem da base de dados.

O método realizado pela Embrapa aplicado aos dados de Censo 2000 consiste, também, em duas etapas. Primeiro, foi feito um estudo exploratório sobre a distribuição da população urbana nas unidades da federação e regiões de governo, o qual ajudou a decidir sobre que área mapear e sobre qual estimar e quais regiões de governo e intervalos de população priorizar. Em segundo, com a existência desses resultados, foram definidos os estratos de população a serem estudados, ou seja, para os quais seria feito o monitoramento com uso de imagens de satélite LANDSAT. Foram usadas como base de informações: dados censitários de população urbana do Brasil de 2000, em base municipal do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia Estatística, 2003); sedes

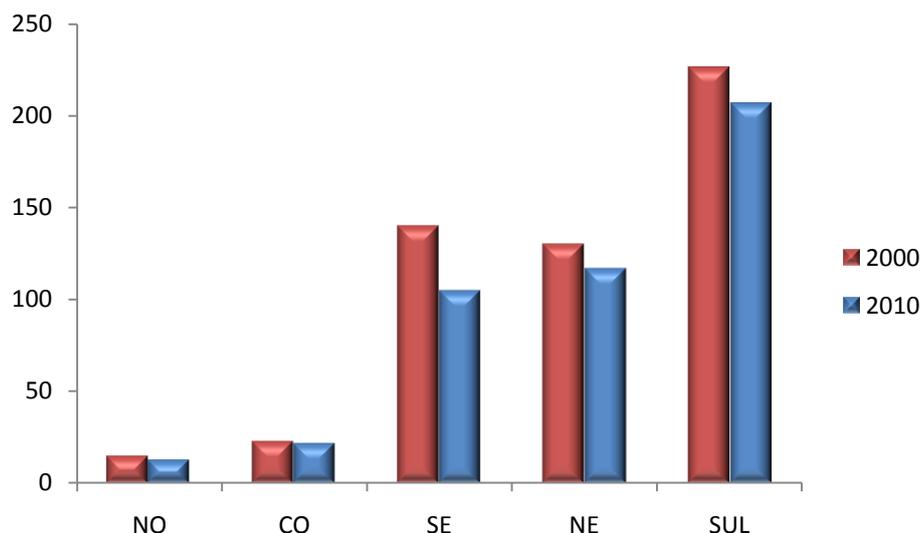
² Método de projeção no ArcGis:

<http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.1/index.html#//003r0000001n000000>

municipais georreferenciadas a partir dos dados do IBGE; imagens do satélite LANDSAT ETM de todo o país. No caso específico das imagens de satélite foi usado o acervo da Embrapa Monitoramento por Satélite, composto de 375 cenas LANDSAT ETM, referentes ao período compreendido entre os anos de 2000 e 2001. As imagens foram georreferenciadas banda por banda e mosaicadas, em metodologia semelhante à usada no projeto “Brasil Visto do Espaço” (MIRANDA; COUTINHO, 2004). A estratificação principal ocorreu considerando o tamanho de população, resultando em quatro casos: população urbana inferior a 5.000 habitantes; população urbana entre 5.000 a 100.000 habitantes; população urbana entre 100.000 a 400.000 habitantes e população urbana superior a 400.000 habitantes.

Seria interessante que o mesmo método utilizado para a amostra de 2010 fosse usado na montagem da variável dependente da amostra 2000, todavia, devido à falta de informação de muitos setores censitários para este ano, ou seja, à ausência do insumo necessário ao uso do método de cálculo dos setores urbanos com software de georreferenciamento, não foi factível o mesmo método e, por conseguinte, impossibilitou a utilização de dados em painel. Tal forma teria ofertado uma gama maior de possibilidades de manipular os dados.

Figura 4: Gráfico de Distribuição da Amostra entre as macrorregiões do Brasil



Fonte: Elaboração própria.

O gráfico 1 traz a distribuição das amostras 2000 e 2010 entre as macrorregiões brasileiras, nele observa-se que a maioria das cidades localizam-se no sudeste, nordeste e sul, com ênfase para esta última com 226 e 207 municípios para 2000 e 2010, respectivamente. Tanto para 2000 quanto para 2010 todas as capitais da amostra encontram-se entre as cidades com maiores áreas. Destacam-se, em 2010, entre elas Manaus, Salvador e Porto Alegre com 859,87, 679,68 e 496,69 km², respectivamente. No que diz respeito às cidades com menor área da amostra em 2010, Careiro da Várzea, Pail e Matinha apresentam áreas de 0,31, 0,43 e 0,5km²; essas localizam-se no Amazonas, em Santa Catarina e na Paraíba. Encontram-se no apêndice tabelas com as 50 maiores cidades das amostras 2000 e 2010.

A variável explicativa “população urbana” foi obtida no estudo da Embrapa (2001) e através do censo 2010 com a soma da população dos setores censitários urbanos de cada cidade. A renda *per capita* e o aluguel agrícola advêm dos Censos 2000 e 2010, sendo esta última uma *proxy*, elaborada a partir da divisão do valor da produção agrícola pela área destinada à colheita (hectare) da lavoura permanente. Ao final foi possível obter uma amostra de 534 cidades para o ano de 2000 e 464 cidades para o ano de 2010. Dadas essas variáveis, a especificação do modelo seria a seguinte:

$$A = \beta_0 + \beta_1 P + \beta_2 y + \beta_3 r_a + \varepsilon$$

Onde A é a variável dependente *área urbana*, P é a população, y é a renda, r_a é o aluguel agrícola, β_n são os coeficientes das variáveis independentes e ε é o termo de erro. A estimação do modelo foi realizada com o auxílio do pacote estatístico *R-project*.

5. Condicionantes da Área Urbana no Brasil: Resultados

Nos capítulos anteriores explanou-se sobre a teoria econômica do tamanho da área urbana, que esta não seria um processo desordenado, mas que estaria relacionada a alterações de parâmetros tais quais população, aluguel agrícola, renda e custos de transporte. Trouxe a conhecimento, também, os estudos empíricos disponíveis para esse tema, para onde foram realizados, seus resultados e, por conseguinte, de que forma eles corroboraram a teoria. Como instrumental, ainda, foram apresentadas metodologia e base de dados. Essas três partes dão arcabouço ao capítulo de resultados que aqui se inicia.

Dando sequência a este trabalho para o Brasil, esse capítulo objetiva explorar as amostras no sentido de conhecê-las e analisar os resultados empíricos, sendo, para isso, dividido entre a estatística descritiva dos dados, os resultados para 2000 e 2010 e, por fim, a comparação com as evidências disponíveis para outros países. Dessa forma, ficando plausível observar o comportamento dos possíveis condicionantes do tamanho espacial para as cidades brasileiras.

5.1. Estatística descritiva para os anos de 2000 e 2010

A análise exploratória dos dados é iniciada com uma estatística descritiva das amostras, as quais são compostas por área, população, renda e valor da terra agrícola de 534 (2000) e 464 (2010) municípios de regiões metropolitanas brasileiras. A tabela 1 traz essa estatística.

Variável	Mínimo	Mediana	Média	Máximo
2000				
Área (km ²)	0,09	2,395	15,635	968,32
População	259	13022	110165	9813187
Renda per capita (R\$)	47,94	214,28	224,66	762,05
Valor da Terra agrícola (R\$ 1 mil/ha)	0,07	2,055	2,956	26,35
2010				
Área (km ²)	0,31	15,86	50,87	859,87
População	336	15030	86703	2663478
Renda per capita (R\$)	262,1	745,3	748,8	2135,4
Valor da Terra agrícola (R\$ 1 mil/ha)	0,18	5,91	7,44	51,84

Fonte: Elaboração própria. Dados Embrapa 2000, Censos 2000 e 2010.

Conforme visto na Tabela 1, para 2000 através do resumo das variáveis, a variável depende em questão, “Área Urbana”, apresenta em média de 15,635 km², sendo o valor mínimo encontrado de 0,09km² e mediana de 2,395km², ou seja, metade dos municípios possuindo área menor que a média, fato que pode apontar assimetria na distribuição. Infere-se, em adição, que há poucos municípios cujas áreas urbanas são realmente grandes e muitos com área de certa forma pequena, sugerindo a presença de informações atípicas. Esta variável apresenta um desvio padrão de 57, 785.

Acerca as variáveis explicativas, “População Urbana” apresenta comportamento um tanto similar ao de “Área Urbana”, isto é, média bem acima da mediana 110165 e 13022 , respectivamente, e poucos municípios com população muito maior que os demais, fato que aumenta a suspeita da presença de pontos de influência na amostra. O desvio padrão encontrado da população foi de 537349,9. Já os dados de “Renda” e “Valor da Terra Agrícola” não são tão díspares quando leva-se em consideração a proximidade entre a média e a mediana , para o primeiro os valores são de 224,66 e 214,28 e para o segundo de 2,95 e 2,05. No entanto, deve-se atentar que o máximo é alto para as duas. O valor da renda varia de 47,94 a 762,05 sendo seu desvio-padrão de 115,8 e o da Terra Agrícola entre 0,07 e 26,35 com desvio-padrão de 2,87.

Para o ano de 2010, a variável Área Urbana para o ano em questão, como já citado, foi calculada através da soma dos setores censitário classificados como urbanos pelo IBGE, sendo o software ArcGis o instrumento utilizado nessa computação. Consoante a Tabela 2, a qual traz o resumo das variáveis, pode ser notado que a amplitude da amostra da “Área Urbana” dos municípios é um pouco menor (0,31 a 859,87) que a obtida com o método de medição utilizado em 2000. Todavia, a média continua sendo maior que a mediana e o valor máximo sugere a possível existência de informações atípicas. Seu desvio-padrão é de 90,09.

Ao observar as variáveis explicativas de 2010 ocorre, também, comportamento um tanto semelhante ao da amostra de 2000, dito de outra forma, para “População Urbana” a média está bem acima da mediana, e para “Renda” e “Valor da Terra agrícola” a média está próxima da mediana, sugerindo pouca assimetria destas. Ainda em População, nota-se valor mínimo de 336, máximo de 2.663.478 e desvio-padrão de 253.509,4. Em adição, a amostra da Renda traz valores entre 262,1 e 2.135,4 com desvio-padrão de 301,63 e a do Valor da Terra agrícola apresenta amplitude de 0,18 a 51,84, sendo seu desvio de 6,33. É interessante notar, ainda, o aumento da área urbana média de 15,6(2000) para 50,9(2010), fato que pode ser explicado por amostras

diferentes ou pela própria expansão urbana no período. O capítulo seguinte traz os resultados empíricos para as duas amostras.

5.2. Estimativas

5.2.1. Estimativas 2000 e 2010

A amostra do ano 2000 é composta por 534 municípios das regiões metropolitanas brasileira, utilizando como fonte de coleta das variáveis um estudo da Embrapa (2001) e o Censo 2000. Consoante a Tabela 2, quase todas as variáveis possuem correlação congruente com a teoria da área urbana. Destaque para área e população, as quais são altamente correlacionadas, 0,9559, além do mais, todas as variáveis explicativas apresentam baixa correlação, o que não indica haver problema de multicolinearidade para a amostra do ano 2000. Ainda na tabela 2, 2010 tem uma amostra com 464 municípios também das regiões metropolitanas brasileiras formadas a partir do Censo 2010 e, diferentemente do ano 2000, todas as variáveis explicativas apresentam congruência com a teoria de Economia urbana Tradicional, inclusive o valor da terra agrícola, cuja correlação com a área urbana é negativa. Em adição, todas as variáveis também mostraram baixa correlação, sugerindo não haver presença de multicolinearidade.

Tabela 2: Correlações das variáveis

Variável	Área	População	Renda	Valor da Terra agrícola
2000				
Área	1	0,9559	0,3817	0,1612
População	0,9559	1	0,3154	0,1297
Renda	0,3817	0,3154	1	0,2501
Valor da Terra agrícola	0,1612	0,1297	0,2501	1
2010				
Área	1	0,6552	0,3615	-0,0332
População	0,6552	1	0,3262	-0,0306
Renda	0,3615	0,3262	1	0,2805
Valor da Terra agrícola	-0,0332	-0,0306	0,2805	1

Fonte: Elaboração própria. Dados Embrapa, Censos 2000 e 2010.

A fim de obter modelos cujos ajustes econômicos e estatísticos fossem os melhores possíveis, foram realizadas diversas tentativas com as amostras de 2000 e

2010. Foram testados modelos em nível e log-log. Em adição, para conhecer a forma funcional mais apropriada para a amostra, verificou-se a especificação via boxcox e, através do λ tanto para 2000 (-0,0606) quanto para 2010 (0,0606), o modelo log-log foi identificado como a melhor alternativa.

Além do mais, foram incluídas *dummies* de capital e regiões, sendo a justificativa para a primeira de que o tamanho da cidade é afetado por outras variáveis que não apenas as econômicas do modelo (parte da área é utilizada, por exemplo, para alocação e administração das instituições do governo dos respectivos estados). Para a segunda, justifica-se que o modelo assume espaço homogêneo, o que na realidade não é o caso. Assim, tais *dummies* captam as diferenças regionais em relação ao espaço físico e em relação à geografia.

A tabela 3 traz os resultados para 4 modelos, sendo 2 para 2000 e 2 para 2010, o modelo (1) corresponde a um log-log 2000 sem observações influentes, o (2) a um log-log 2000 com *dummies* para capital e regiões, o (3) a um log-log para 2010 e o (4) é relacionado a um log-log para 2010 com *dummies* de capital e regiões. A região omitida nesse estudo foi a Nordeste. Além dos primeiros resultados, tal tabela 3 apresenta os testes para os modelos e seus respectivos R^2 ajustados.

O modelo (1) apresentou duas variáveis independentes ratificando a teoria econômica e com consistência estatística, sendo elas renda per capita (0,422) e população urbana (0,849). O valor da terra agrícola teve sinal positivo. Tal tentativa para 2000 não passou no Reset teste, o qual busca verificar a boa especificação do modelo, fato que já era de certa forma esperado, devido à não inclusão da variável explicativa custo de transporte. Em adição, o exame (1) não apresentou erros homoscedásticos, estes foram corrigidos via a matriz robusta HC3 proposta por Davidson e MacKinnon (1993). O gráfico de normalidade encontra-se no apêndice do presente trabalho. Ainda na tentativa (1), o R^2 ajustado obtido foi bem elevado, 0,9119.

Dando continuidade às estimativas com a amostra para o ano 2000, na tabela 3, o modelo (2) acrescenta agora *dummies* para capital e regiões, conforme citado, a região omitida foi a nordeste. Essa tentativa obteve, tal qual a (1), apenas duas variáveis independentes com consistência estatística (renda per capita e população), todavia, todas elas corroboraram as hipóteses da teoria econômica urbana tradicional. Sendo os coeficientes estimados da renda per capita (0,190), população urbana (0,861) e valor da terra agrícola (-0,003).

No que diz respeito às *dummies*, é possível notar que o resultado (2) para 2000 para dummies de regiões em relação às cidades da região Nordeste que as cidades das demais regiões tendem a ser maiores, mesmo controladas as influências das variáveis econômicas. O resultado indica que o meio físico regional importa para o tamanho urbano da cidade, mas é difícil saber exatamente os motivos do NE apresentar cidades menores. Uma possibilidade é que o meio físico da região seja menos propício à vida urbana (clima) ou que sua infraestrutura seja mais precária. Em adição, essa tentativa também não passou no Reset teste, mas apresentou erros homoscedásticos. O gráfico de normalidade encontra-se no apêndice do presente trabalho. O R² ajustado alcançado foi de 0,9236.

Tabela 3: Condicionantes da extensão das cidades brasileiras – Variável dependente é o log. da área da cidade

	2000		2010	
	(1)	(2)	(3)	(4)
Constante	-9,486 (0,000)***	-8,687 (0,000)***	-8,862 (0,000)***	-7,754 (0,000)***
Log(renda per capita)	0,422 (0,000)***	0,190 (0,010)*	0,680 (0,000)***	0,458 0,000***
Log(popul.)	0,849 (0,000)***	0,861 (0,000)***	0,73932 (0,000)***	0,753 (0,000)***
Log(val. área agr.)	0,063 (0,026)*	-0,003 (0,910)	-0,017 (0,734)	-0,105 (0,044)*
Capital	-	0,291 (0,062)*	-	0,200 (0,46)
Norte	-	0,753 (0,000)***	-	0,759 (0,002)**
Sudeste	-	0,397 (0,000)***	-	0,406 (0,002)**
Sul	-	0,500 (0,000)***	-	0,472 (0,000)***
Centro-Oeste	-	0,686 (0,009)**	-	0,539 (0,002)**
R ² ajustado	0,9119	0,9236	0,7295	0,7373
Breusch-Pagan	18,83	5,44	1,15	5,44
Jarque Bera	0,028	3773,77	89,18	78,94
Reset	46,84	37,81	17,02	27,2
N. observações	498	510	464	464

P-valor em parênteses

Significâncias: 0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 '.' 0,1 '.' 1

Fonte: Dados Embrapa, Censos 2000 e 2010. Elaboração própria.

Ao trabalhar-se com a amostra de 2010, as estimativas em geral foram melhores. Partindo do modelo (3), vê-se na tabela 3 que as três variáveis explicativas apresentaram sinais equivalentes com a teoria em questão, os quais apresentaram elasticidade população (0,739), renda per capita (0,680) e valor da terra agrícola (-0,017), entretanto, esta última não foi consistente no teste t. Em relação aos testes, este modelo, como é de se esperar para todos, não passou no Reset, em adição, apresentou erros homoscedásticos. Por fim, o R^2 ajustado obtido foi de 0,7295.

Quando acrescentadas as *dummies* de capital e região na amostra 2010, foi realizada a tentativa (4). Neste modelo todas as variáveis independentes foram consistentes com a teoria da Economia Urbana Tradicional e estatisticamente. As elasticidades apresentadas, consoante a tabela 3, para população urbana, renda per capita e valor da terra agrícola foram 0,753, 0,458 e -0,105, respectivamente. Além do mais, notou-se que o resultado 2010 para dummy de capital não é significativo, indicando que o fator capital, quando controladas as demais influências, não influencia a dimensão dos municípios. Da mesma forma, também, foi visto que, em relação aos municípios nordestinos, os municípios das demais regiões tendem a ser maiores, mesmo controladas as influências das variáveis econômicas. Em respeito aos testes, não passou no Reset, e, adicionalmente, apresentou erros homoscedásticos, o gráfico de normalidade encontra-se no apêndice. Por fim, o R^2 ajustado apresentado foi de 0,7373. Por conseguinte, o modelo (4) forneceu uma especificação muito boa tanto do ponto de vista estatístico quanto econômico.

Explanados os resultados de todas as tentativas, pode-se escolher duas delas como representantes das amostras. Escolhido o modelo (2) para o ano 2000, é possível observar em suas elasticidades que o aumento em 1% na população urbana está correlacionado com o aumento da demanda por área urbana em 0,86% e que uma variação positiva de 1% na renda correlaciona-se com o aumento da demanda por área urbana em 0,19% e para valor da terra agrícola essa correlação com a variação da área é de -0,003%. Em adição, o modelo (4) pode representar bem a amostra 2010 e o trabalho como um todo para a investigação dos condicionantes da expansão urbana no Brasil. Escolhido o modelo (4), nota-se em suas elasticidades que o aumento em 1% na população urbana está correlacionado com o aumento da demanda por área urbana em 0,75%, que uma variação positiva de 1% na renda correlaciona-se com o aumento da demanda por área urbana em 0,45% e que essa relação com a elasticidade do valor da terra agrícola é de -01%.

5.2.2. Comparação com estudos de outros países

Dando continuidade ao estudo dos condicionantes da expansão urbana brasileira, é interessante, nesse momento, que já foram escolhidos os modelos para os anos de 2000 e 2010, trazer ao debate as evidências disponíveis anteriores de outros países, com finalidade de comparação. Para tal, a seguinte tabela 4 é composta pelas elasticidades de estudos antecedentes com variáveis similares de população, renda e valor da terra agrícola, sendo a maioria dos trabalhos realizados para os Estados Unidos da América, o qual é um país desenvolvido e apenas um representando um país em desenvolvimento, Deng et al (2008) para a China.

A amostra com área urbana de satélite 2000 apresenta elasticidade positiva para população urbana, sendo seu valor expressivamente maior que o de Deng (0,373), maior que o de Paulsen (0,635 e 0,588), próximo ao de McGrath (0,76) e Spivey (0,91) e menor que o de Brueckner e Fansler (1,086). Ao utilizar os dados do censo 2010, a resposta de população é de certa forma similar à de 2000, estando, contudo, bem próxima à elasticidade de McGrath. Em relação às elasticidades da variável renda, a de 2000 é consistente com o valor de MacGrath (0,33), mas significativamente distante das respostas obtidas por Brueckner e Fansler (1,497) e área urbana de Paulsen (1,48). Já o coeficiente da renda de 2010 é mais que o dobro do de 2000, sendo a elasticidade renda de McGrath a mais próxima da elasticidade renda 2010 do presente estudo.

Tabela 4: Resumo das evidências disponíveis - elasticidades

	Brueckner and Fansler (1983)	McGrath (2005)	Spivey (2008)	Deng et al (2008)	Paulsen (2012)		AURB satélite 2014	AURB censo 2014
	1970	1950-1990	2000	1988	Urban 2000	Developed 2001	2000	2010
População	1,086	0,76	0,91	0,373	0,635	0,588	0,861	0,753
Renda	1,497	0,33	-0,39	0,091	1,48	0,83	0,190	0,458
Valor da terra agrícola	-0,231	-0,1	-0,03	-0,017	-0,245	-0,257	-0,003(n.s.)	-0,105

Fonte: Elaboração própria. Dados 2010. ns=não significativo no teste t.

É interessante atentar que ao comparar os valores para as amostras baseadas em imagens de satélite de Paulsen (Developed) com a desse presente estudo, as elasticidades obtidas são bem diferentes. Por fim, observa-se, ainda na tabela 4, as

elasticidades para valor da terra agrícola, lembrando que apenas para a amostra 2010, com um modelo envolvendo *dummies* de capital e região, essa variável foi congruente com a teoria da Economia Urbana tradicional (sinal negativo) e consistente estatisticamente. Ao compará-la com as evidências disponíveis, percebe-se a elasticidade obtida dela é, em módulo, maior que o de Spivey (-0,03) e Deng et al (-0,017), menor que os de Paulsen (-0,245 e -0,257) e Brueckner e Fansler (-0,231), todavia, bem próxima à elasticidade de McGrath(-0,1). De modo geral, os valores para 2010 desse trabalho tiveram maior semelhança com as evidências apresentadas por McGrath.

6. Considerações Finais

Buscou-se nesse estudo compreender o comportamento do Tamanho da Área Urbana no Brasil a partir da análise empírica da importância dos condicionantes dessa área sugeridos pela Economia Urbana tradicional. Especificamente, o trabalho procurou estimar a influência das variáveis independentes do modelo e analisou em que medida as evidências encontradas para o Brasil são congruentes com as hipóteses do modelo e se são similares àqueles obtidos em estudos de outros países.

Foi colocada a relevância da realização de estudos sobre o padrão da área urbana, já que em países em desenvolvimento há maior ocorrência de problemas relacionados ao crescimento das cidades, tais como habitação, infraestrutura de saneamento, maior demanda social de saúde, educação e lazer entre outros.

A fim de conhecer o comportamento das variáveis explicativas da expansão urbana no Brasil, foram utilizadas amostras dos anos 2000 e 2010, as quais trazem informações sobre área urbana (dados de imagem de satélite e dos setores censitários urbanos, respectivamente), valor da terra agrícola e renda média. É importante salientar que a construção da variável dependente merece destaque nesse estudo, uma vez que, a fim de obter medidas mais acuradas para essa variável, foi realizado para o ano 2010, o esforço de calcular a área urbana de cada município da amostra, sendo necessário o uso de instrumento geoespacial e tornando esta uma medida inédita de medição desta variável no Brasil. O mesmo método não foi realizado para a amostra 2000 devido à falta de informação de muitos setores censitários para este ano, ou seja, não havia o insumo necessário ao uso do método de cálculo dos setores urbanos.

Dos principais resultados dos modelos gerados com base nos dados do ano 2000, o primeiro ponto a ser observado é o fato de que as variáveis de população e renda mostraram consistência no teste t e congruência com a teoria da expansão urbana. O valor da terra agrícola, todavia, não foi consistente no teste t. Os resultados de certa forma sugeriram que o modelo que melhor pode representar o teste empírico do tamanho da área urbana no ano 2000 é o (2), log-log com dummies para capital e regiões. Escolhido o modelo (2) para o ano 2000, é possível observar em suas elasticidades que o aumento em 1% na população urbana está correlacionado com o aumento da demanda por área urbana em 0,86%, que uma variação positiva de 1% na renda correlaciona-se com o aumento da demanda por área urbana em 0,19% e que essa

mesma oscilação no valor da terra agrícola relaciona-se com uma área urbana 0,003 menor.

Similarmente ao ocorrido com os dados 2000, ao resumir os principais resultados dos modelos gerados com base nos dados do ano 2010, a primeira questão a ser observada é o fato de que para todas as tentativas as variáveis de população e renda mostraram consistência no teste t e congruência com a teoria urbana.

Escolhido o modelo (4) para 2010, foi observado em suas elasticidades que o aumento em 1% na população urbana está correlacionado com o aumento da demanda por área urbana em 0,75% e que uma variação positiva de 1% na renda correlaciona-se com o aumento da demanda por área urbana em 0,45%. Em adição, este modelo conseguiu obter elasticidade do valor agrícola de -0,105, a qual é congruente com a teoria e consistente estatisticamente.

Depois de obtidos os resultados empíricos para os anos de 2000 e 2010, foi notado que a amostra com área urbana de satélite 2000 apresentou elasticidade positiva para população urbana, sendo seu valor expressivamente maior que o de Deng (0,373), maior que o de Paulsen (0,635 e 0,588), próximo ao de McGrath (0,76) e Spivey (0,91) e menor que o de Brueckner e Fansler (1,086). Quando utilizados os dados do censo 2010, a resposta de população foi de certa forma similar à de 2000, estando, entretanto, bem próxima à elasticidade de McGrath. No que diz respeito às elasticidades da variável renda, a de 2000 mostrou-se consistente com o valor de MacGrath (0,33), mas significativamente distante das respostas obtidas por Brueckner e Fansler (1,497) e área urbana de Paulsen (1,48). Já o coeficiente da renda de 2010 é mais que o dobro do de 2000, sendo a elasticidade renda de McGrath a mais próxima da elasticidade renda 2010 do presente estudo.

Ao comparar o valor da terra agrícola do modelo (4) 2010 com as evidências disponíveis, percebe-se que a elasticidade obtida dela é, em módulo, maior que o de Spivey (-0,03) e Deng et al (-0,017), menor que os de Paulsen (-0,245 e -0,257) e Brueckner e Fansler (-0,231), todavia, bem próxima à elasticidade de McGrath(-0,1). Foi interessante atentar que ao comparar os valores para as amostras baseadas em imagens de satélite de Paulsen (Developed) com a desse presente estudo (amostra 2000), as elasticidades obtidas foram bem diferentes. De modo geral, os valores para 2010 desse trabalho tiveram maior semelhança com as evidências apresentadas por McGrath.

Por fim, obteve-se uma especificação muito boa, tanto do ponto de vista estatístico, quanto econômico para 2010, todas as variáveis apresentaram sinal esperado e a variável referente ao valor da terra agrícola foi significativa. Os gráficos de normalidade desse estudo estão disponíveis no apêndice. O conjunto de evidências gerado neste trabalho, portanto, sugere que o modelo monocêntrico tradicional é consistente com o tamanho da área urbana brasileira dos últimos anos. Especificamente, tais evidências indicam que a dinâmica da renda, da população e, do valor da terra agrícola são variáveis que parecem se associar ao tamanho das cidades brasileiras consoante a forma prevista pela teoria. Assim, a experiência brasileira parece consistente com a ideia de Brueckner e Fansley (1985) de que a racionalidade econômica ajuda a entender a dimensão das cidades, sendo, portanto, um elemento essencial a ser considerado nas políticas públicas.

Transformar terra urbana em terra urbanizada é um dos deveres das cidades brasileiras. Isso representa, de um modo geral, fornecer um ambiente apropriado à população, o qual deve levar em consideração habitação suficiente, ampla cobertura de infraestrutura de saneamento e mobilidade adequada, por exemplo. É interessante que os indivíduos tenham acesso à igualdade urbana, isto é, que os municípios sejam inclusivos e integrados. Assim, planejamento urbano bem estruturado é fundamental, sendo indispensável conhecer para intervir, entender como algumas variáveis se relacionam com o tamanho da área urbana.

Referências

- BERA, A. K., JARQUE, C. M. **Model specification tests: a simultaneous approach.** *Journal of Econometrics*, 20, 59{82}. 1982
- BOX, G. E. P., COX, D. R. **An analysis of transformations (with Discussion).** *J. R. Statist. Soc. B26*, 211{52}. 1964
- BREUSCH, T.S., PAGAN, A. R. **A simple test for heteroscedasticity and random coefficient variation.** *Econometrica*, 1287{1294}, 1979.
- BRUECKNER, Jan K; FANSLER, David A. **The Economics of Urban Sprawl: Theory and Evidence on the Spatial Sizes of Cities.** 1983
- DENG, Xiangzheng; HUANG, Jikun; ROZELL, Scott; UCHIDA, Emi. **Growth, population and industrialization, and urban land expansion of China.** 2006
- FIPE ZAP INDICE. Disponível em: < <http://www.zap.com.br/imoveis/fipe-zap/>>. Acesso em: 23 jul. 2013.
- FUJITA, Masahisa. **Urban economic theory. Land use and city size.** 1989
- MCGRATH, Daniel T. **More evidence on the spatial size of cities.** 2005
- MIRANDA, E. E. de; GOMES, E. G. GUIMARÃES, M. **Mapeamento e estimativa da área urbanizada do Brasil com base em imagens orbitais e modelos estatísticos.** Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.urbanizacao.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 23 jul. 2013.
- PALSEN, Kurt. **Yet even more evidence on the spatial size of cities: Urban spatial expansions in the US, 1980 – 2000.** 2012
- RAMSEY, J. B. **Tests for specification errors in classical linear least-squares regression analysis.** *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, 350{371}. 1969
- SPIEVY, Christy. **The Mills-Muth Model of Urban Spatial Structure: Surviving the Teste of Time?** 2005
- WHEATON, W.C. **A comparative static analysis of urban spatial structure.** *J. Econ. Theory* 9, 223–237, 1974

APÊNDICE

Tabela 5: 50 cidades com as maiores áreas urbanas do Brasil - amostra 2000

Amostra 2000			
Município	Área (km ²)	Município	Área (km ²)
1 São Paulo	968,32	26 Itaquaquecetuba	70,99
2 Rio de Janeiro	557,38	27 Ananindeua	70,55
3 Curitiba	319,47	28 Santo André	65,01
4 Goiânia	256,82	29 Belford Roxo	64,77
5 Campinas	238,32	30 Moji das Cruzes	55,18
6 Manaus	229,5	31 Vila Velha	54,58
7 Fortaleza	193,49	32 Maringá	54,36
8 Guarulhos	179,67	33 Novo Hamburgo	52,77
9 Porto Alegre	160,75	34 Americana	50,75
10 Salvador	159,35	35 Aracaju	48,17
11 São Luís	157,57	36 Ribeirão das Neves	47,34
12 Aparecida de Goiânia	137,05	37 São Leopoldo	45,43
13 Cuiabá	126,95	38 São José de Ribamar	45,21
14 Londrina	117,82	39 Blumenau	44,08
15 Joinville	114,5	40 Santa Bárbara d'Oeste	43,11
16 Natal	108,58	41 Campina Grande	42,92
17 Nova Iguaçu	95,34	42 Suzano	42,29
18 Canoas	94,4	43 Santos	42,27
19 João Pessoa	93,3	44 Cariacica	41,16
20 São Gonçalo	93,3	45 Gravataí	40,27
21 Maceió	87,99	46 Itanhaém	39,24
22 Duque de Caxias	85,15	47 Colombo	36,72
23 Serra	81,6	48 Imbituba	36,27
24 Várzea Grande	81,46	49 Chapecó	36,18
25 Betim	77,99	50 Sumaré	35,92

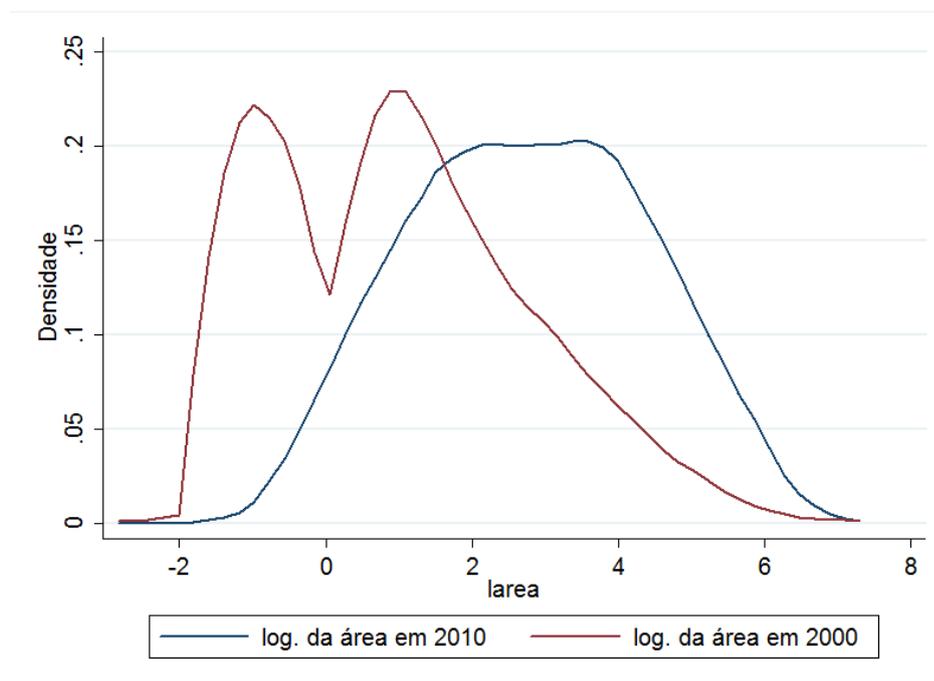
Elaboração: Própria

Tabela 6: 50 cidades com as maiores áreas urbanas do Brasil - amostra 2000

Amostra 2010			
Município	Área (km ²)	Município	Área (km ²)
1 Manaus	859,87	26 Itaboraí	215,89
2 Salvador	679,68	27 Lages	213,36
3 Porto Alegre	496,69	28 São Gonçalo	210,33
4 São Luís	448,01	29 Caucaia	209,23
5 Curitiba	435,04	30 Blumenau	206,73
6 Goiânia	423,96	31 Indaiatuba	202,96
7 Nova Iguaçu	399,07	32 Itanhaém	201,16
8 Campinas	385,9	33 Santa Luzia	193,73
9 Aquiraz	361,52	34 São Gonçalo do Amarante	190,91
10 Macapá	318,88	35 Palhoça	188,14
11 Fortaleza	314,94	36 Imbituba	182,93
12 Camaçari	298,91	37 Aracaju	181,86
13 Cascavel	285,42	38 Santo André	175,78
14 Cuiabá	269,63	39 Viamão	175,33
15 Duque De Caxias	267,34	40 Senador Canedo	173,47
16 Guarapari	259,53	41 Várzea Grande	170,54
17 Florianópolis	257,94	42 Criciúma	168,14
18 Londrina	249,03	43 João Pessoa	165,37
19 Maricá	243,45	44 Magé	159,91
20 Aparecida de Goiânia	226,96	45 Gravataí	158,47
21 Serra	226,61	46 Montenegro	146,54
22 Maceió	221,01	47 Esmeraldas	145,85
23 Mogi das Cruzes	219,83	48 Içara	140,4
24 Joinville	218,39	49 Brusque	139,07
25 Peruíbe	216,27	50 Maringá	134,89

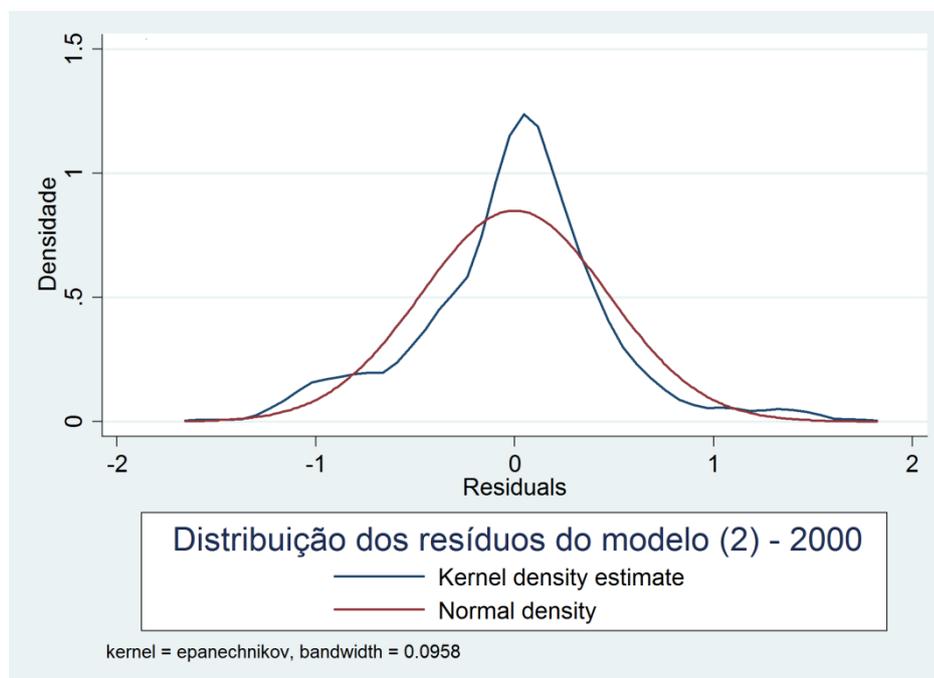
Elaboração: Própria

Figura 5: Gráfico de normalidade para os modelos log-log (1) ano 2000 e (3) ano 2010



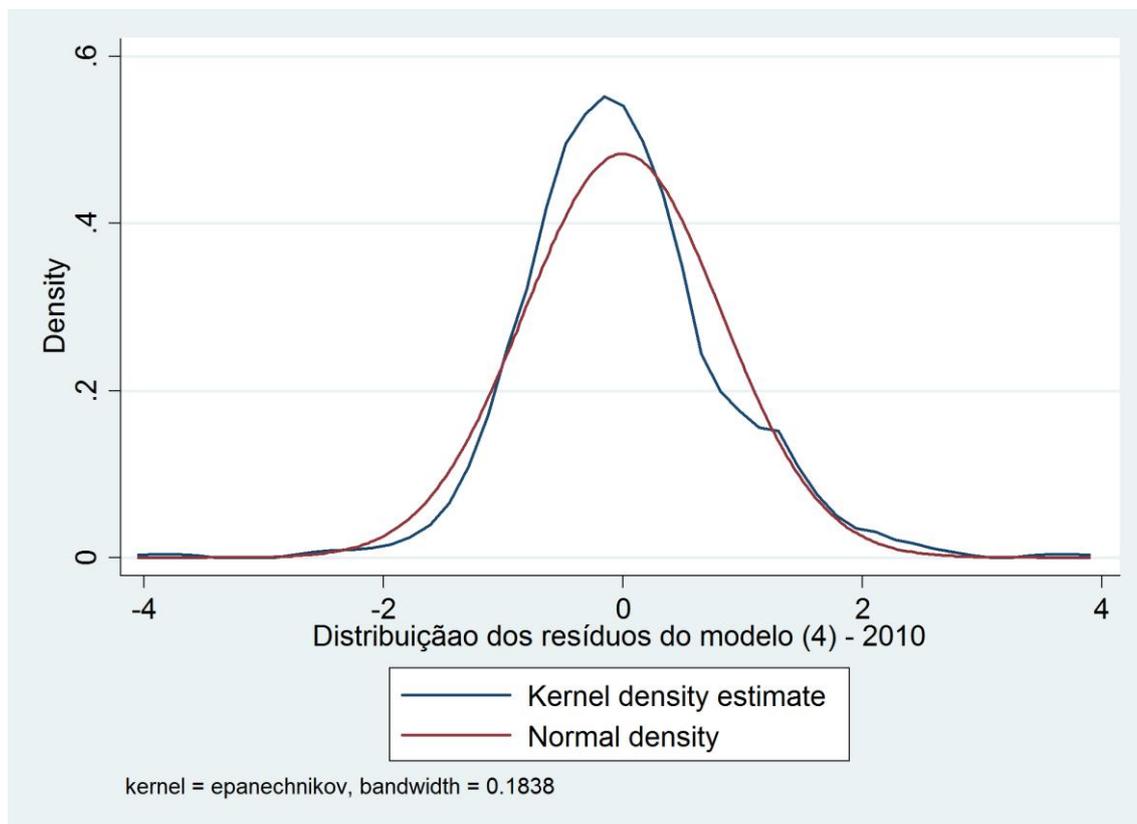
Fonte: Dados Censo (2000) e Embrapa (2001). Elaboração própria.

Figura 6: de normalidade para o modelo (2), ano 2000 log-log com *dummies* para capital e regiões



Fonte: Dados Censo (2000) e Embrapa (2001). Elaboração própria.

Figura 7: **Gráfico de normalidade para o modelo (4), ano 2010 log-log com *dummies* para capital e regiões.**



Fonte: Dados Censo (2010). Elaboração própria.