

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO

MODELO MONOCÊNTRICO DE URBANIZAÇÃO: TESTE NA REGIÃO DE
CURITIBA

CURITIBA

2013

PAULO RODOLFO GARDINI

MODELO MONOCÊNTRICO DE URBANIZAÇÃO: TESTE NA REGIÃO DE
CURITIBA

Artigo de conclusão de curso de
especialização do Programa de Pós-
Graduação em Desenvolvimento
Econômico, Setor de Ciências Sociais
Aplicadas, da Universidade Federal do
Paraná

Orientador: Prof. Dr. Luiz Alberto Esteves

CURITIBA

2013

RESUMO

O modelo monocêntrico de urbanização de Muth (1969) e Mills (1972) até hoje é o modelo dominante da estrutura espacial urbana. As previsões centrais desse modelo são que a densidade populacional, os valores da terra, e os preços das casas caem com a distância do centro da cidade. No entanto, muitas vezes as áreas urbanas modernas podem ser caracterizadas mais apropriadamente como policêntricas, em vez de monocêntricas. Nesse contexto testaremos a hipótese de monocentricidade na região de Curitiba, por meio do quantitativo de antenas de celular disponíveis no sítio da Anatel.

PALAVRAS-CHAVE

monocentricidade, modelo monocêntrico, teste de monocentricidade.

ABSTRACT

The monocentric model of urbanization of Muth (1969) and Mills (1972) to today's dominant model of urban spatial structure. The central predictions of this model are that the population density, land values and house prices fall with distance from the city center. Nevertheless, often the modern urban areas may be more appropriately characterized as polycentric rather than monocentric. In this context we test the hypothesis monocentricidade in Curitiba, through quantitative cellular antennas available on the Anatel website

KEY WORDS

monocentricity, monocentric model, monocentricity test

1 INTRODUÇÃO

O modelo monocêntrico de urbanização de Muth (1969) e Mills (1972) até hoje é o modelo dominante da estrutura espacial urbana. As previsões centrais desse modelo - que a densidade populacional, os valores da terra, e os preços das casas caem com a distância do centro da cidade - e têm sido objeto de testes empíricos. (MCMILLEN, 2006)

Um consenso parece ter desenvolvido que o modelo de cidade monocêntrica já não é uma descrição precisa da estrutura espacial urbana. Este ponto de vista é, em parte devido à natureza irrealista dos pressupostos do modelo. É evidente que nem todos trabalham no centro da cidade, e as áreas urbanas modernas podem ser caracterizadas mais apropriadamente como policêntricas, em vez de monocêntricas. (MCMILLEN, 2006)

Nos últimos anos, foi grande o desenvolvimento das telecomunicações, sobretudo da telefonia celular, nesse contexto a Anatel (Agência Nacional de Telecomunicações possui dados do número de antenas de Telefonia Celular em uso na região de Curitiba).

Para verificarmos qual é o padrão de urbanização presente em Curitiba, neste artigo vamos realizar um teste de monocentricidade, propondo o uso de uma nova base de dados, informações sobre as antenas de telefonia celular, úteis para melhor compreendermos o processo de suburbanização e descentralização.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Segundo Mcmillen (2006), o centro da cidade ainda domina padrões espaciais urbanos, e as ideias básicas do modelo monocêntrico também se aplicam a cidades policêntricas mais complexas. Grande parte do aparente declínio do poder explicativo do modelo de cidade monocêntrica é realmente um mal-entendido da evidência empírica.

2.1 A VERSÃO MUTH-MILLS DE CIDADE MONOCÊNTRICA¹

Segundo Mcmillen (2006), na versão Muth-Mills do modelo de cidade monocêntrica, os consumidores recebem utilitário de habitação e outros bens. A habitação é um bem abstrato neste modelo. Ele combina terra, metragem quadrada, e todas as outras características da habitação em uma única medida. A durabilidade da habitação é ignorada porque a natureza estática do modelo é projetado para se concentrar nos resultados de equilíbrio de longo prazo. Cada família tem um trabalhador que viaja todos os dias para o distrito central de negócios, em inglês central business district (CBD). A versão mais simples do modelo não inclui nem os custos de congestionamento nem tempo de deslocamento. Em vez disso, cada ida e volta para a CDB custa R \$ t por quilômetro. Uma vez que os consumidores não têm preferências diretas para um local em detrimento de outro, todos iriam tentar viver no CBD, a fim de minimizar os seus custos de transporte, a menos que os preços das casas ajustar para mantê-los indiferentes entre os locais. Em equilíbrio, o preço da habitação deve cair com a distância do CBD:

$$\frac{\partial Ph(d)}{\partial d} = -t \quad , \quad (1)$$

em que $Ph(d)$ é o preço (ou aluguel, uma vez que a distinção é irrelevante em um mundo estático) e $H(d)$ é a quantidade de moradias em um site d quilômetros do CBD.

A equação (1) é simplesmente uma fórmula para a inclinação de uma função que descreve a relação entre o preço da habitação e da distância do CBD. Se as quantidades de habitações não variam conforme a localização, a equação (1) prevê que o preço da habitação é uma função linear da distância. No entanto, o modelo prevê que $H(d)$ é menor perto do CBD do que em locais mais distantes, porque os consumidores substituem habitação por outros bens quando o Ph é elevado.

¹ Nesta seção, foram utilizadas basicamente as idéias de Mcmillen (2006)

Essa substituição implica uma forma particular para a função de preço de casa: o declive é acentuado quando H é baixa, o que significa que os preços sobem rapidamente quando se aproxima a CBD.

A primeira grande implicação do modelo monocêntrico, então, é que, para um grupo de famílias idênticas, os preços das casas declinam com a distância do CBD de acordo com uma função suave, convexa.

2.2 MODELOS MONOCÊNTRICO E POLICENTRICOS DE ECONOMIA URBANA

Segundo Yannis (2013) O modelo de Alonso-Muth-Mills têm como base à suposição de que o CBD é predeterminado, mas continua claramente a ser útil, mesmo quando as interações sociais são introduzidas e a localização da CBD torna-se endógena. Forças econômicas e sociais se combinam para produzir resultados das alternativas de uso da terra. Em geral, pode haver múltiplos equilíbrios. Fujita (1989) sugere que a auto-organização das aglomerações urbanas depende de três características básicas: a heterogeneidade do espaço, interações sociais na produção e / ou consumo e mercados imperfeitamente competitivos. A métrica de custos de transporte em relação a um centro está presente em qualquer configuração e gera heterogeneidade espacial. Interações sociais ligam os agentes em conjunto para sustentar mutuamente. Uma vez devidamente modeladas, as forças que determinam a CBD endogenamente pode de fato determinar vários centros.

Segundo Yannis (2013) o primeiro modelo de uma cidade policêntrica por Fujita e Ogawa (1982) utiliza conceitos de um artigo de Ogawa e Fujita (1980). Estes autores assumem que o benefício de interações entre quaisquer duas empresas é uma função exponencial negativa da distância entre elas. Portanto, os agentes desejam estar perto um dos outros. A aglomeração de empresas aumenta a média da distância de deslocamento para os seus trabalhadores, que por sua vez empurra para cima a taxa de salário e renda da terra em torno da aglomeração, e este custo mais elevado para trabalho e terra desencoraja uma segunda aglomeração de empresas. Quando os custos de deslocamento são suficientemente altos, várias áreas de negócios são

possíveis de optar, os diferentes agentes irão escolher a opção menos onerosa de suas escolhas. E facilmente se conclui que o número de subcentros de equilíbrio tende a aumentar devido aos os custos de deslocamento da população.

2.2.1 Funções do Teste de Monocentricidade

O teste de monocentricidade é relevante no contexto de melhor identificarmos aspectos da dicotomia cidade-subúrbio. Mills (1972), aponta três aspectos dessa dicotomia:

Primeiro e mais importante, a fundamental dicotomia cidade-subúrbio não fornece uma medida fixa de suburbanização, já que a parte da área metropolitana Central é muito diferente de uma região metropolitana para outra. O significado de uma mudança de cinco pontos no percentual de moradores que vivem no centro da cidade depende se o centro da cidade contém um terço ou três quartos dos moradores da área. É desejável ter uma medida de suburbanização que não dependem dos acidentes históricos de locais centrais de contorno da cidade. (MILLS, 1972)

Segundo e intimamente relacionados, alguns limites centrais da cidade mudam com o tempo, principalmente devido que as cidades centrais são adjacentes com os subúrbios. Apesar que correções possam ser feitas para mudanças de fronteira, elas são trabalhosas e aproximadas na melhor das hipóteses. Na medida de suburbanização é necessário que não dependa da mudança de localização dos limites centrais da cidade. (MILLS, 1972)

Em terceiro lugar, com respeito à população é possível, com algum custo de tempo e esforço, obter dados em uma base menos agregadora, uma vez que a maioria dos dados sobre a população são publicados por setores censitários, dos quais há várias dezenas em uma grande área metropolitana. Já na questão do emprego, os dados do censo são altamente agregados através do espaço, no que se refere a emprego fornecendo apenas duas observações sobre cada uma das variáveis para uma determinada região metropolitana em um determinado ponto no tempo. (MILLS, 1972)

A disponibilidade de uma medida “proxy” para testarmos a monocentricidade pode ser útil para melhor estudarmos as limitações descritas acima.

2.3 MODELOS DE DENSIDADE ANTERIORMENTE UTILIZADOS

Vários estudos, alguns a serem mencionados nesse artigo, forneceram evidências que a densidade populacional cai suavemente e em uma taxa decrescente à medida que se move para fora do centro da cidade. Estes estudos revelaram que a função densidade exponencial negativa proporciona uma boa aproximação. (MILLS, 1972)

$$D(u) = D_0 e^{-\gamma \cdot u} \quad (2)$$

em que $D(u)$ é a densidade u km do centro, e é a base do logaritmo natural, e D_0 e γ são parâmetros que devem ser estimadas a partir dos dados. D_0 é a medida da densidade no centro da cidade e γ é uma medida da velocidade a que a densidade diminui com a distância a partir do centro. Se γ é grande, a densidade diminui rapidamente e, se ele for pequeno, a densidade desce lentamente. (MILLS, 1972)

O insight básico é que, se (2) é uma representação exata da função de densidade, a sua estimativa não depende de onde o limite central da cidade é desenhado ou se a sua localização muda de tempos em tempos. Além disso, uma vez que (2) é de uma família de dois parâmetros de curvas, pode ser estimada com as duas observações fornecidas pelos dados da localidade central. (MILLS, 1972)

Se aceita que a exponencial é a função de densidade correta, os dados da cidade-subúrbio centrais fornecem uma maneira perfeitamente aceitável para estimar a função de densidade, a partir de outros estudos se apresentou que a função exponencial fornece como uma boa aproximação para os dados de densidade de população urbana como qualquer outra função. A função exponencial é portanto aqui utilizado como hipótese. Essa premissa faz com que seja relativamente fácil de estimar funções de densidade para os tempos e lugares que de outra forma seria praticamente impossível. (MILLS, 1972)

Funções de densidade de emprego são, no entanto, uma outra questão. Não há praticamente nenhuma evidência de que a função de densidade exponencial fornece uma descrição precisa da variação da densidade de emprego com a distância do centro da cidade. Há grande concentração do emprego na área central de negócios (CDBs). Na melhor das hipóteses, a função exponencial pode fornecer uma ampla estatística de resumo para medir a concentração de emprego perto dos centros de áreas metropolitanas. (MILLS, 1972)

Segundo Mills, (1972) o primeiro estudo extensivo de funções de densidade de população foi realizado por Colin Clark. Clark apresenta estimativas de um grande número de europeus, Estados Unidos e cidades australianas para uma série de anos, nos séculos XIX e XX, aparentemente usando todos os dados que estavam disponíveis. Para cada cidade, ele fez uma série de anéis concêntricos, espaçados em intervalos de uma milha, centrada no centro da cidade. Usando dados de setores censitários, e excluindo os distritos centrais de negócios, ele calculou a densidade média em cada círculo concêntrico e regrediu o log natural da densidade da distância do centro da cidade. Ele concluiu que a densidade cai exponencialmente em todas as cidades em todos os momentos e que as funções de densidade se tornam mais planas ao longo do tempo. Este último fenômeno é atribuído ao declínio custo real do transporte através do tempo. (MILLS, 1972)

Segundo Mills (1972) o estudo de Clark é deficiente em várias formas. Ele não discute as características de seus dados, como ele lida com corpos de água e outras irregularidades topográficas, e como ele identifica distritos centrais de negócios. Seu procedimento estatístico deixa algo a desejar em que ele não apresenta vários coeficientes de correlação, testes de significância de seus coeficientes de regressão, ou testes para a linearidade de suas equações de regressão logarítmica. No entanto, a generalização histórica de Clark foi confirmada por estudos posteriores, e ele foi um dos primeiros a perceber o padrão.

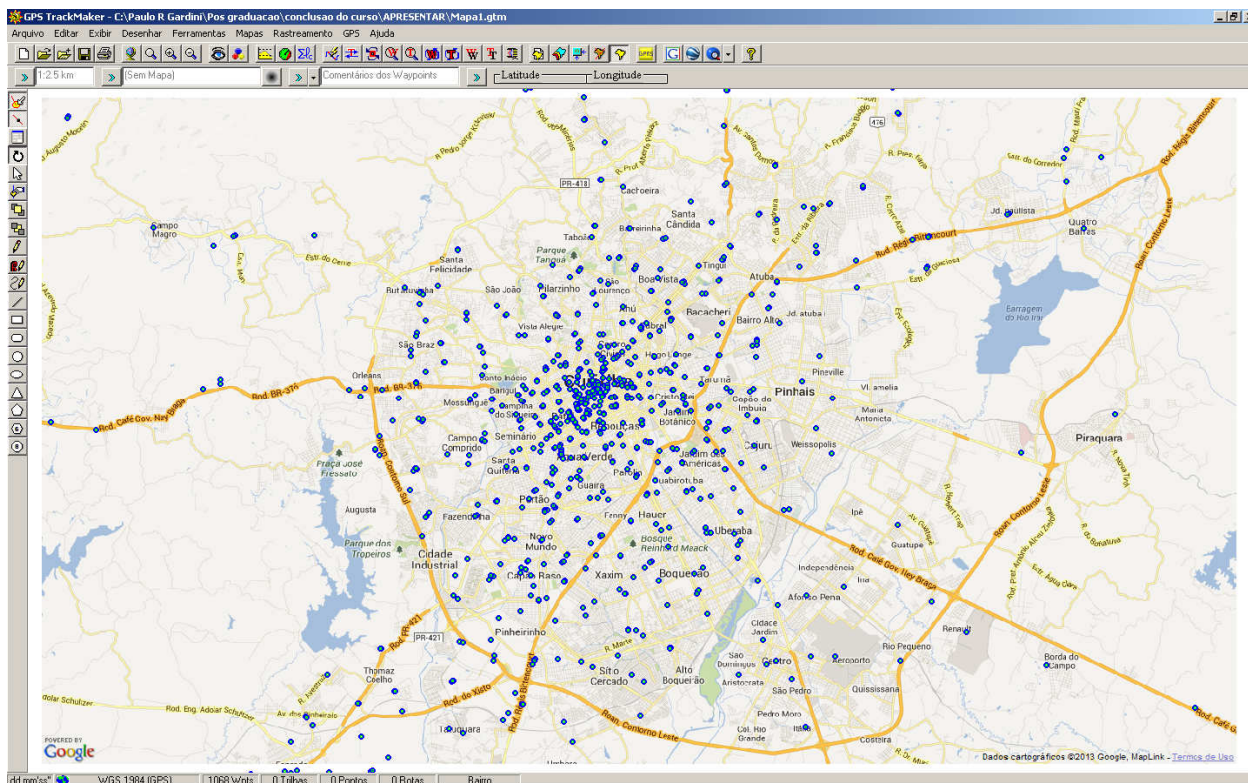
3 DADOS UTILIZADOS

Os dados utilizados nesse estudo utilizam as informações das antenas de telefonia celular (Estação Rádio Base ou ERB), de junho de 2013, disponíveis nos sistemas interativos do sitio da Anatel (Agência Nacional de Telecomunicações).

Foram incluídas todas as ERBs até uma distância de até 55 km de distância do centro de Curitiba (Marco 0). Com base nas coordenadas geográficas das ERBs, foram calculadas a distância do marco 0 (Praça Tiradentes) até cada ERB.

Veja na figura 3 a distribuição das ERBs em Curitiba e região:

FIGURA 1 – DISTRIBUIÇÃO DE ERBS EM CURITIBA E REGIÃO



Fonte dos dados: Anatel (2013), fonte do mapa: Google Maps (2013), Gráfico plotado no software GPS Trackmaker

Com base nesses dados, as observações foram determinadas dividindo a área total em diversas amostras, compostas por coroas circulares, e calculando o número de ERBs em cada área delimitada e calculando a densidade de ERB/área, conforme a figura (2).

FIGURA 2 – COROA CIRCULAR



Fonte da figura: <http://www.brasilecola.com/matematica/area-coroa-circular.htm>

Pela figura podemos dizer que a área da coroa circular será igual à diferença da área dos dois círculos que formam a coroa:

$$A_{\text{coroa}} = A_{\text{círculo maior}} - A_{\text{círculo menor}}$$

$$A_{\text{coroa}} = \pi \text{ vezes } R \text{ ao quadrado} - \pi \text{ vezes } r \text{ ao quadrado}$$

$$A_{\text{coroa}} = (\pi \cdot R^2) - (\pi \cdot r^2)$$

$$A_{\text{coroa}} = \pi \cdot (R^2 - r^2)$$

Observação, somente no primeiro extrato, não foi utilizada essa fórmula, uma vez que no extrato 1 se trata de uma circunferência, sendo utilizada apenas a fórmula $\pi \cdot R^2$ ou seja, π vezes R ao quadrado.

4. TESTE ECONOMETRICO

Com base nos dados disponíveis, o modelo de equação estimada especificada econometricamente foi:

$$\text{ERBs} = \text{constante} + X \cdot \text{quinhentos} + X \cdot \text{quinhentos}^2$$

Nesse estudo a Região de Curitiba foi dividida em 111 observações, a primeira corresponde ao círculo central com 500 metros de raio, a segunda corresponde a coroa circular (anel) com 500 metros de raio no círculo interno e 1km de raio o círculo externo. A terceira observação seria também uma coroa circular com 1km de raio no círculo interno e 1,5km a área no círculo externo e assim sucessivamente.

Após gerarmos a regressão, a partir do software Stata, chegamos aos seguintes resultados:

TABELA 1. ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS

Variáveis	Obs.	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Erbs	111	10.27	14.38	0	62
erbskm2	111	1.018	3.437	.0059	26.84

TABELA 2. REGRESSÃO

reg lnerbskm2 quinhentos quinhentos2

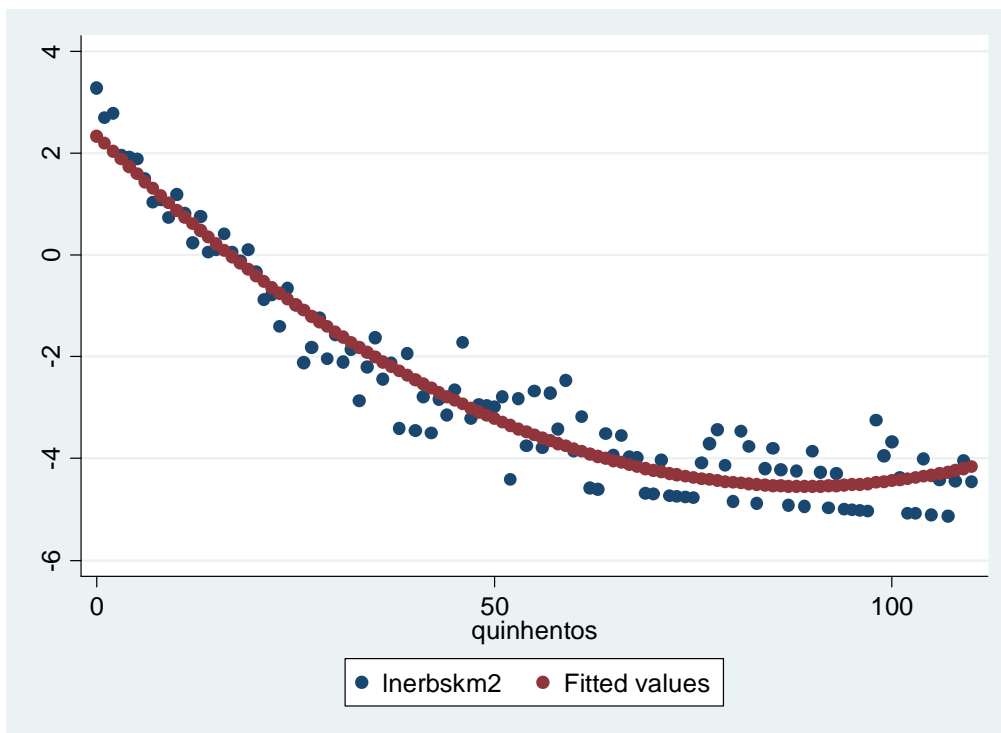
Source	SS	df MS	Number of obs	= 111	
		F(2, 108)	= 794.77		
Model	469.675	2 234.837701	Prob > F	= 0.0000	
Residual	31.911	108 .295479943	R-squared	= 0.9364	
		Adj R-squared	= 0.9352		
Total	501.587235	110 4.55988395	Root MSE	= .54358	
lnerbskm2	Coef.	Std. Err.	P>t	[95% Conf.	Interval]
quinhentos	-0.15468	0.00638	0.000	-0.167346	-0.142024
quinhentos ²	0.00086	0.00005	0.000	0.000756	0.000979
_cons	2.34513	0.15203	0.000	2.043776	2.646498

Observamos que os resultados encontrados foram bastante satisfatórios, uma vez que a medida R-squared (R^2) resultou em 0,9364, os valores das variáveis quinhentos e quinhentos2 são significativos.

Se verifica que os coeficiente quinhentos é negativo e o coeficiente quinhentos² é positivo o que significa que o número de ERBS cai a taxas crescentes, com o aumento da distância em relação ao marco 0.

No gráfico abaixo, observamos o formato de curva estimada.

GRÁFICO 1. AJUSTE DA CURVA DE REGRESSÃO DO MODELO 1



5 CONCLUSÃO

Após os resultados apresentados na seção anterior fortalecem os argumentos que em Curitiba o modelo dominante da estrutura espacial urbana é o monocêntrico.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES (ANATEL) , disponível em <http://sistemas.anatel.gov.br/sis/SistemasInterativos.asp>

BRASIL ESCOLA, disponível em: <http://www.brasilecola.com/matematica/area-coroa-circular.htm>

KRAUS, Marvin. Monocentric Cities, Disponível em: <http://fmwww.bc.edu/ecp/wp559.pdf>

MCMILLEN, Daniel P. Testing for Monocentricity. (Blackwell Publishing Ltd , 2006, disponível em: <http://dosen.narotama.ac.id/wp-content/uploads/2013/02/Chapter-8-Testing-for-Monocentricity.pdf>

MILLS, Edwin S. *Studies in the Structure of the Urban Economy* (Baltimore, MD: Johns Hopkins Press, 1972), p.34-37, disponível em: <http://www.questia.com/read/85987932>

YANNIS M. Ioannides, *From Neighborhoods to Nations: The Economics of Social Interactions* (Princeton, NJ: Princeton University Press, 2013), 219, disponível em: <http://www.questia.com/read/120887582>