



Dinâmica de Crescimento da Localização Comercial Intra-Urbana

Clarice Maraschin ¹
claricem@unisinors.br

1. Introdução

Este trabalho investiga os processos de crescimento e evolução das localizações comerciais no espaço urbano. A formação e o desenvolvimento de múltiplos núcleos comerciais é parte do cenário urbano contemporâneo, criando padrões espaciais e temporais heterogêneos, que desafiam a compreensão de teóricos e planejadores.

O estudo desses processos requer abordagens dinâmicas, compatíveis com a escala e a velocidade das mudanças. Nesse contexto, recorta-se como problema de pesquisa a modelagem do crescimento das localizações comerciais em setores urbanos, ao longo do tempo.

O objetivo do trabalho é propor a representação da dinâmica de crescimento quantitativo do comércio no espaço urbano através do modelo logístico, um modelo dinâmico e não-linear, originado nos estudos da ecologia de populações, capaz de descrever tipos de crescimento com capacidade limitada.

A seguir, discute-se a dinâmica da localização do comércio varejista e também é apresentada uma breve revisão sobre como tem sido tratado este tema pelos modelos urbanos.

Em seguida, o texto apresenta e caracteriza o modelo proposto, bem como a metodologia utilizada para as aplicações empíricas e validação do modelo. Por fim, são apresentados os principais resultados e conclusões sobre as potencialidades e limites do modelo proposto.

2. A Dinâmica da Localização Comercial

A organização da atividade comercial tem conseqüências espaciais explícitas no meio urbano. Segundo Longley et al (2003:213) a relação do comércio com a cidade pode ser pensada como um processo co-evolucionário, no qual, mudanças na

¹ Arquiteta, Doutora em Planejamento Urbano e Regional pelo PROPUR/UFRGS e professora da UNISINOS/RS. Este trabalho está baseado na tese de doutorado da autora (Maraschin, 2009).



estrutura interna das organizações varejistas afetam o ambiente e este, por sua vez, influencia mudanças na estrutura varejista.

A dinâmica seria então uma característica inerente à atividade comercial. Em termos do espaço urbano, essa dinâmica reflete-se no surgimento contínuo de diferentes formatos e tipologias comerciais e também em diferentes estratégias locacionais. Áreas comerciais surgem se desenvolvem e, com o tempo, irão competir com outras, mais eficientes no atendimento às necessidades do consumidor.

O surgimento de novas áreas comerciais dentro da cidade pode, em princípio, ser desencadeado a partir de diferentes fatores: a concentração de população numa nova zona da cidade, a abertura de novas vias de conexão, a localização pioneira de algum estabelecimento comercial que passa a atrair outros, a implantação de um grande equipamento atrator de viagens como um shopping center, etc.

A partir de sua formação inicial, as áreas comerciais podem ter um crescimento rápido ou mais lento. Também essas áreas podem abrigar um grande número de estabelecimentos ou estabilizarem-se com menores quantidades. Evidências empíricas revelam que algumas áreas comerciais atingem um nível de saturação bem antes do que outras, que crescem fortemente por longos períodos de tempo, com relação à evolução da cidade.

A dinâmica permanente da relação entre o comércio e o espaço urbano cria desafios de diferentes tipos à sua compreensão. Para as teorias e modelos urbanos, o comportamento do comércio parece não corresponder mais aos modelos clássicos de localização.

No âmbito do planejamento urbano, há dificuldade em identificar as regras que orientam a evolução do sistema comercial e interferir no processo de “movimento” das centralidades. Para o empresário, há o risco de uma decisão locacional inapropriada, de difícil reversão. (Longley et al, 2003:213).

Neste contexto, coloca-se a importância de estudos que abordem a dinâmica de crescimento das áreas comerciais no espaço urbano.

3. Modelos Urbanos e a Dinâmica das Atividades Comerciais

O desenvolvimento e aplicação de modelos urbanos tem sido uma linha de investigação extremamente útil aos estudos urbanos, a qual tem se renovado nos últimos tempos. Segundo Batty (2008) as cidades têm sido tratadas como sistemas há cerca de cinquenta anos, mas apenas nas duas últimas décadas o foco mudou dos sistemas agregados em equilíbrio para sistemas mais evolutivos, cuja estrutura emerge, de forma não coordenada.



A cidade passou a ser tratada como fenômeno emergente, gerado a partir da combinação de níveis hierárquicos de decisão, dirigido a partir de decisões espaciais descentralizadas. Esta visão é consistente com a teoria da complexidade que tem influenciado a simulação da forma e da função urbana.

As teorias e modelos de localização varejista tem tradicionalmente tratado o tema numa perspectiva estática, ou seja, em situações de equilíbrio, como por exemplo em Christaller (1966), Berry (1967), Hotelling (1929) e nas teorias de comportamento espacial do consumidor (Huff, 1964).

No caso dos modelos que tratam a *dinâmica das atividades comerciais* no espaço urbano, verifica-se que esta abordagem vem sendo tratada desde a década de 1970. Trabalhos pioneiros como o de Harris e Wilson (1978) exploram a relação entre modelos de interação espacial (gravitacionais) e o crescimento logístico. Mais recentemente, Allen (1997) também explorou essa relação, no entanto não trabalha especificamente o comércio, mas considera o crescimento das atividades econômicas em geral.

Outra linha de ação são os modelos de *dinâmica desagregada* (Batty, 2008), aqueles em que a dinâmica é descentralizada, ou seja, gerada a partir da ação de agentes localizados em células (porções de espaço) e que seguem determinadas regras de comportamento. Nessa linha, também existem desenvolvimentos voltados para o comércio. Pode-se citar os trabalhos de Benati (1997), Penn e Turner (2004) e Lombardo *et al* (2004), entre outros.

Todos esses últimos modelos são espaciais e, como se tratam de trabalhos ainda experimentais, simulam o ambiente e os agentes de maneira bastante simplificada e idealizada.

No Brasil, existem diversos desenvolvimentos de modelos urbanos dinâmicos, abordados através de muitas metodologias como celular autômata (Soares Filho et al, 2007; Almeida et al, 2003), teoria de grafos (Krafta, 1996), sistema de multi-agentes (Krafta, Oliveira e Bordini, 2003), celular autômata e teoria de grafos (Polidori, 2004), entre outros. Nesses trabalhos, não há ênfase específica na modelagem da dinâmica das localizações comerciais no espaço.

O modelo desenvolvido pelo presente trabalho pode ser considerado de *dinâmica agregada*, que aborda o crescimento de uma atividade econômica específica: o comércio. Simula o comportamento agregado dos agentes, embora não modele explicitamente a ação individualizada desses agentes. Nesse sentido se aproxima mais do enfoque praticado por Allen (1997).



4. O modelo de crescimento das localizações comerciais

4.1. Diretrizes para a modelagem

A seguir são apresentadas as três diretrizes que embasaram a proposição do modelo de análise.

Modelar o crescimento das localizações comerciais pressupõe modelar um processo descentralizado de tomada de decisões individuais por parte dos agentes, geralmente condicionado pelas decisões dos demais. A localização dos agentes, nesse caso, os lojistas, em determinados setores da cidade é um processo que ocorre de forma descentralizada, sendo que as decisões têm lugar no tempo e no espaço.

As teorias urbanas informam sobre a tendência geral do comércio a se aglomerar no espaço, formando diferentes núcleos ou sub-centros. Essa aglomeração se deve a diferentes fatores como a redução dos custos de deslocamento para o consumidor (Christaller, 1966), a redução dos custos de procura e o risco de não encontrar o produto (Eppli e Benjamin, 1994), a uma atração cumulativa (Nelson, 1958). Dessa forma, nesses núcleos o comércio tende a crescer quantitativamente pelo efeito dessas vantagens locacionais.

No entanto, esse crescimento quantitativo não dura para sempre, ele é limitado. A estrutura espacial urbana impõe restrições ao crescimento do comércio nesses núcleos, sendo que fatores sócio-econômicos e espaciais limitam a quantidade de lojas. Esse limite pode ocorrer em função do pleno atendimento da demanda disponível, da indisponibilidade de áreas/terrenos para a localização comercial, das restrições legais de zoneamento e porte, da deterioração das condições de acessibilidade, entre outros. Batty (2005) denomina tais situações de feedbacks positivos e negativos. Os positivos tendem a acelerar o crescimento e os negativos tendem a freá-lo.

Diretriz 1: O modelo da dinâmica do crescimento do comércio a ser proposto deverá contemplar ambas as forças, de aceleração e desaceleração do crescimento.

Um aspecto fundamental a ser destacado é que tais vantagens ou desvantagens locacionais não se constituem num valor em si. Elas adquirem sentido através da percepção dos agentes que têm que tomar a decisão de localização, no caso, os comerciantes que pensam em abrir lojas em determinadas áreas. Nesse sentido, coloca-se a noção de que os padrões macroscópicos de um sistema urbano emergem a partir das interações entre os agentes, no nível microscópico (Allen, 1997; Batty, 2005).

No caso do comércio, os principais agentes envolvidos são os lojistas e os consumidores. Em termos genéricos, os lojistas tomam decisões de localização no ambiente visando atender seus objetivos, relacionados à maximização do lucro. Já os consumidores visam atender suas necessidades e anseios, tentando minimizar custos e desvantagens.

A decisão de localização dos lojistas é mediada pela sua percepção do ambiente, pela comunicação que adquire e também pelas suas características e habilidades próprias. (Lombardo et al, 2004). As decisões tomadas pelos agentes afetam o próprio ambiente e as decisões dos demais agentes.

Diretriz 2: A dinâmica de crescimento do comércio é resultante da decisão de inúmeros lojistas, atuando a partir das suas próprias percepções, sem coordenação central. As forças de aceleração e desaceleração do crescimento passam, portanto, através de um processo de leitura e percepção por parte desses lojistas.

Neste ponto, a argumentação refere-se à *teoria da difusão de inovações* (Rogers, 1995), a qual traz a idéia de que, uma *inovação* (nesse caso, nova área comercial) se difunde a partir do processo de comunicação que se estabelece entre os agentes. No contexto deste trabalho, o lojista deverá tomar uma decisão de localização com certo grau de incerteza. Também nesse caso se estabelece um processo de comunicação a respeito da localização em questão.

Considera-se que a informação interna (entre agentes) será a informação sobre o número de lojas que já se implantaram na área em questão. Esta informação é aberta e pública, pois provém do efeito da aglomeração das lojas, visível no espaço físico da cidade. A par da quantidade de lojas já existentes, a informação interna implica uma estimativa do grau de saturação da área em questão.

Poderia se afirmar que, quanto maior for o número de lojistas que já adotaram a localização, maior a redução de incertezas e riscos para os que ainda não adotaram e maior é a imitação (contágio) esperada, até atingir o equilíbrio. É importante frisar que essa decisão passará pelo filtro da disposição do agente em correr riscos, apostando na nova localização.

Diretriz 3: Baseado na analogia com a teoria da difusão de inovações, assume-se que o lojista, ao decidir sobre a abertura de uma loja em determinada área, vai considerar o número de lojas já existentes e também o estado de saturação do local. A forma de comunicação dessas informações dá-se através da leitura e percepção do ambiente por parte do lojista.

4.2.0 modelo logístico

O modelo logístico, formulado originalmente por Verhulst (1839), é definido pela equação diferencial:

$$\frac{dN}{dt} = aN \cdot \left(1 - \frac{N}{N_*}\right)$$

Onde:

N = número cumulativo de uma quantidade que cresce

t = instante de tempo

a = coeficiente intrínseco de crescimento

N_* = capacidade de carregamento, ou seja, número máximo que a quantidade N assumirá

Na equação, o termo $\frac{dN}{dt}$ define a taxa de crescimento de N no tempo. A expressão $(a \cdot N)$ representa o termo de aceleração do crescimento, diretamente proporcional à quantidade N já existente. A expressão $\left(1 - \frac{N}{N_*}\right)$ representa o termo de desaceleração do crescimento, que aumenta à medida que N se aproxima de N_* .

A solução da equação diferencial é a distribuição logística dada pela expressão:

$$N = N_* \left[1 + \left(\frac{N_*}{N_0} - 1 \right) e^{-at} \right]^{-1}$$

Sendo N_0 o valor de N no instante de tempo $t=0$.

A Figura 1 apresenta o gráfico $(N \times tempo)$ de uma família de curvas logísticas com $a=1,0$ e $N_* = 100$ que ilustra algumas das possíveis soluções da equação diferencial para diferentes valores de N_0 .

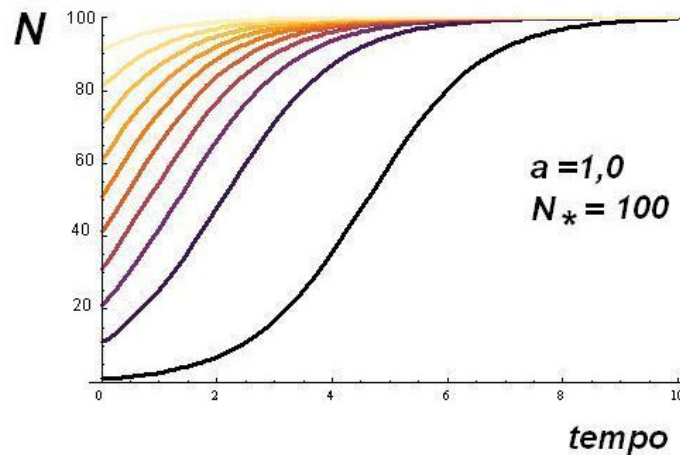


Figura 1 – Gráficos da equação logística para diferentes valores de N_0 .

Fonte: <http://demonstrations.wolfram.com/LogisticEquation/>

Para ajustar uma curva logística a dados empíricos, deve-se determinar os valores numéricos para os três parâmetros: a , N_0 e N_* . Para muitos problemas, o valor de N_* , valor máximo que a quantidade N assumirá, não é conhecido. Também não é conhecido o valor do coeficiente de crescimento a .

Existem vários métodos para estimar os parâmetros da equação (Banks, 1994:46). Neste trabalho foi utilizado o *método das diferenças finitas*, que se constitui numa maneira simples e engenhosa de estimar os parâmetros da equação logística, utilizando-se da equação da reta como recurso de cálculo.

4.3.0 modelo de crescimento das localizações comerciais

O modelo de crescimento do comércio em setores urbanos é então proposto como sendo a equação diferencial logística, que atende às três diretrizes já enunciadas. A Figura 2 define o esquema interpretativo adotado para o caso em estudo.

Equação diferencial logística:

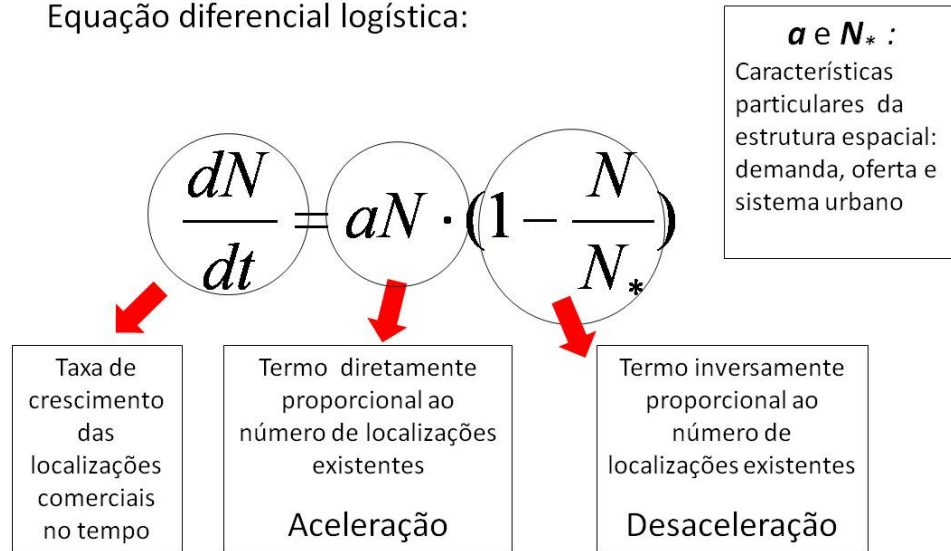


Figura 2 – Esquema interpretativo do modelo logístico aplicado à representação da dinâmica da localização comercial

Sendo:

N = número cumulativo de estabelecimentos varejistas existentes

t = instante de tempo

a = coeficiente intrínseco de crescimento

N_* = capacidade de carregamento, ou seja, número máximo de estabelecimentos varejistas

Vários pressupostos estão na base do modelo de crescimento acima enunciado. Destacam-se os principais:

- O crescimento do número de lojas num setor urbano é limitado pelo valor máximo de lojas (N_*), que permanece constante ao longo do tempo. É, portanto um valor fixo, finito e passível de ser estimado;
- O valor de (N_*), depende das características da estrutura espacial urbana;
- O número de lojas (N) tende para o valor de (N_*), ou seja, em algum instante do tempo, a área irá atingir seu nível de saturação ou equilíbrio no número de lojas;
- O valor do coeficiente intrínseco de crescimento do número de lojas (a) é constante, depende das características da estrutura espacial urbana e vai influenciar a velocidade de crescimento do comércio nesse setor;
- A taxa de crescimento do número de lojas em cada área (dN/dt) depende não apenas do número de lojas já existentes, mas também da proporção do número máximo de lojas ainda não implantadas;



- No processo de decisão de abrir uma loja em determinada área, todos os lojistas decidem levando em conta a decisão dos seus pares (imitação);
- Todos os lojistas têm acesso às informações sobre o crescimento do comércio na área, necessárias à decisão. Portanto, a informação é a mesma e está disponível para todos os lojistas;
- Os limites geográficos do sistema social não mudam ao longo do processo de crescimento, que está confinado a uma área geográfica.

5. Metodologia

Neste trabalho, o crescimento das *localizações comerciais* será representado pela variação na quantidade de *estabelecimentos varejistas* (lojas) existentes em diferentes anos. Serão considerados dados de endereço e quantidade de estabelecimentos varejistas ao longo de uma série temporal de 23 anos, de 1983 a 2006.

Os dados primários provêm de duas fontes: JUCERGS (Junta Comercial do RGS) para os anos de 1983 a 2002; e Base CEE (Cadastro do Estabelecimento Empregador – Ministério do Trabalho) para os anos de 2003 a 2006.

O modelo será aplicado e validado em quatro áreas bem distintas na cidade de Porto Alegre:

- Centro Histórico;
- Azenha;
- Menino Deus;
- Iguatemi.

A área do Centro Histórico apresenta interesse de análise por ser o local de maior concentração do comércio desde os primórdios da evolução urbana. A Azenha foi um dos primeiros pólos comerciais a surgir fora do Centro, ainda na década de 1930. É uma área de comércio bem consolidada, no entanto, vem perdendo importância como local de compras ao longo do tempo.

As outras duas áreas são compostas por setores de bairros da cidade e têm diferenças fundamentais. O setor Iguatemi envolve algumas áreas tradicionais de comércio nas suas bordas. Mas a maior parte de sua área é de ocupação recente, antes um grande vazio urbano, onde se implantou o Shopping Center Iguatemi, em 1983. Tal vazio é atualmente parte de uma forte centralidade comercial e de serviços.

O setor do Menino Deus compreende um bairro antigo e tradicional, de mesmo nome, que conta com uma estrutura de comércio consolidada. Atualmente esta área constitui uma centralidade de menor porte do que o setor Iguatemi. A Figura 3 ilustra essas quatro áreas.

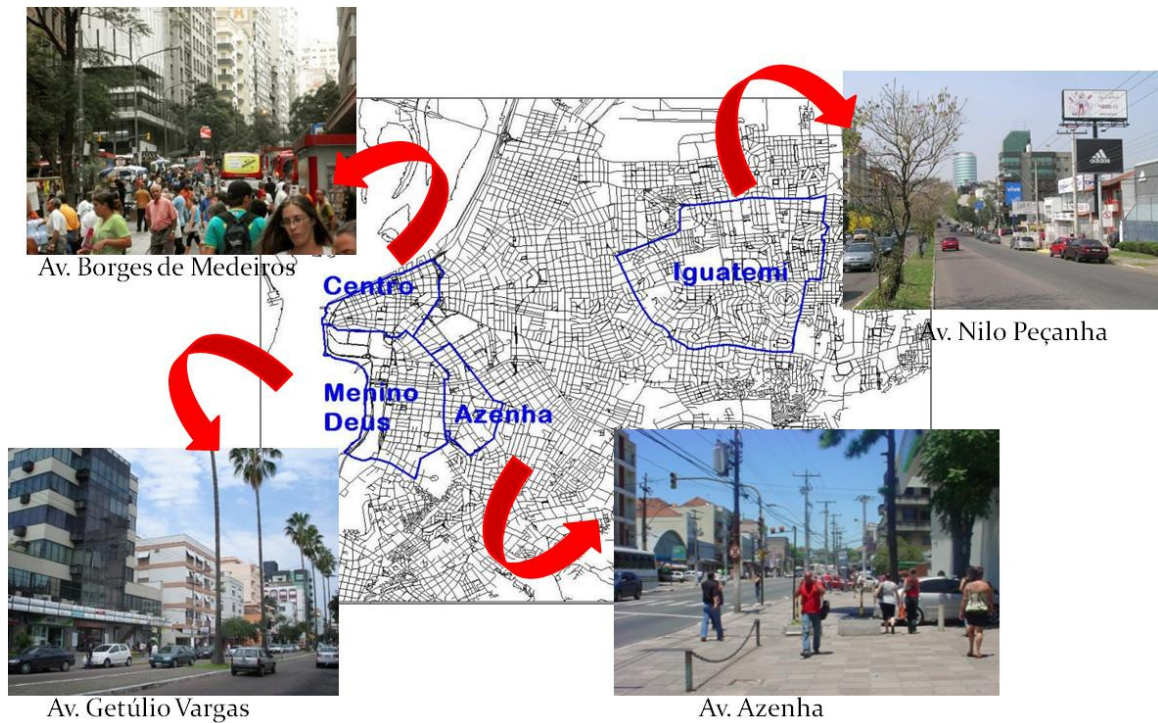
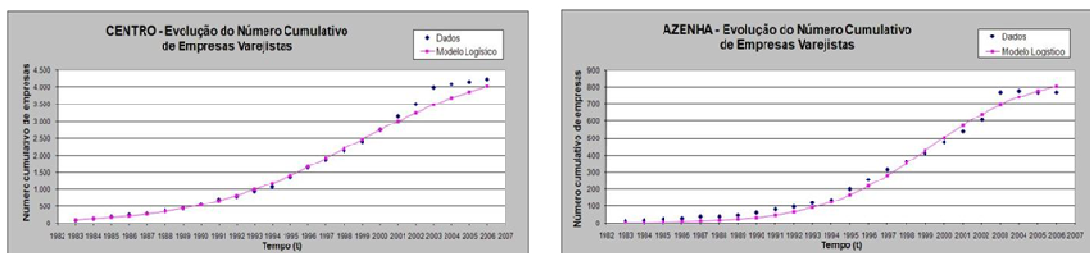


Figura 3 – Localização das quatro áreas de estudo em Porto Alegre

6. Aplicação e validação do modelo

O processo de ajuste do modelo aos dados empíricos envolveu diferentes etapas, onde foram determinados os parâmetros da equação para cada caso. A Figura 4 apresenta o resultado da aplicação do modelo para as quatro áreas.



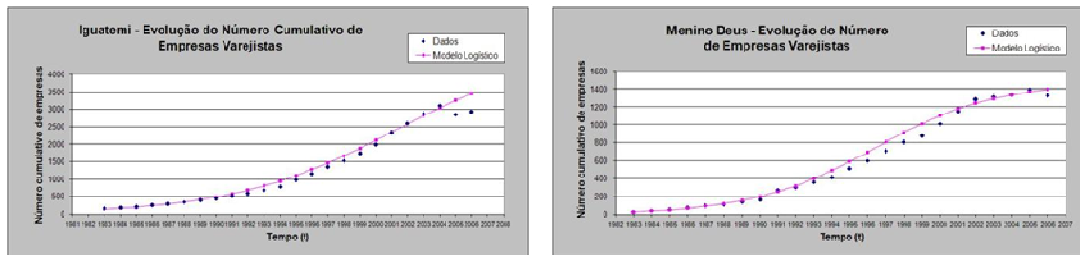


Figura 4 – Gráficos comparativos dos valores de N (número cumulativo de lojas) levantados e modelados, nas quatro áreas de estudo.

A Tabela 1 apresenta os resultados dos parâmetros das equações logísticas ajustados para cada área de estudo.

Área	Origem do crescimento		Coeficiente de crescimento a	Limite do crescimento N_*	Correlações obtidas r	Signif. estatística p
	t_0	N_0				
Centro	1983	116	0,2357	4.714	0,9971	0,0001
Menino Deus	1983	28	0,2958	1.479	0,9952	0,0001
Iguatemi	1983	134	0,1942	4.855	0,9930	0,0001
Azenha	1983	3	0,3507	877	0,9962	0,0001

Tabela 1 – Parâmetros das equações logísticas ajustadas para cada área de estudo

As duas últimas colunas da tabela apresentam os resultados estatísticos das correlações entre os dados e o modelo. Deve-se destacar que os valores de r (correlação de Pearson) foram todos extremamente altos, associados a valores de p (significância da hipótese nula) extremamente baixos.

Para uma visualização conjunta dos resultados obtidos para as quatro situações, a Figura 5 apresenta os modelos logísticos de crescimento do número de lojas ajustados para cada área de estudo.

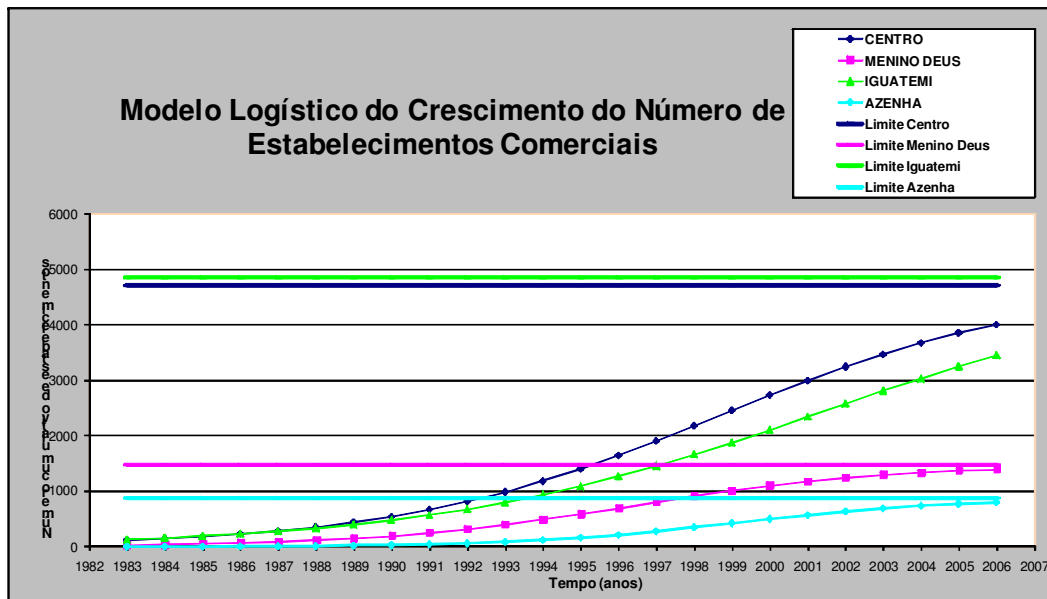


Figura 5 – Gráfico comparativo dos valores de N (número cumulativo de lojas) modelados nas quatro áreas de estudo.

7. Conclusões: potencialidades e limites do modelo

O trabalho demonstrou que o modelo proposto descreve o crescimento das localizações comerciais com alto grau de correlação com os dados empíricos. Isto foi verificado para quatro áreas com características bastante diferentes, em termos de seu processo histórico e de estruturação espacial urbana.

O modelo permitiu, além de estimar o valor de saturação ou equilíbrio no número de lojas em cada área, também prever quando esse limite será alcançado. Identificou-se também a velocidade de crescimento do comércio em cada área e também todos os pontos críticos de interesse ao estudo do percurso de crescimento (instantes de maior aceleração e de inflexão da curva de crescimento, entre outros).

Cabe ressaltar ainda alguns aspectos sobre o modelo proposto:

- Modela explicitamente a dinâmica temporal. A dinâmica espacial fica apenas implícita e agregada dentro dos recortes espaciais definidos para análise;
- O crescimento analisado é quantitativo e não qualitativo: os diferentes tipos e portes de comércio não foram considerados;
- Facilidade de encontrar a solução analítica da equação diferencial e também de estimar seus parâmetros;



- Apresenta flexibilidade e potencialidade de representar situações complexas, como a intervenção de agentes externos, por exemplo, o poder público criando incentivos para a localização comercial em determinada área. Para levar em conta esse tipo de situações, existem expressões algébricas que podem ser associadas ao modelo logístico;
- O modelo logístico também pode ser aplicado para a análise e identificação das diferenças entre os processos de crescimento do comércio em áreas urbanas distintas. Para isso, podem ser estabelecidas correlações entre os parâmetros do modelo logístico com indicadores da estrutura espacial urbana em diferentes áreas;
- O modelo permite analisar a influência da inserção de um grande equipamento comercial, do tipo Shopping Center, e seu impacto no crescimento quantitativo das localizações comerciais no seu entorno.

8. Referências bibliográficas

ALLEN, Peter M. **Cities and Regions as Self-Organizing Systems**. Models of Complexity. OPA, Amsterdam, 1997.

ALMEIDA, Cláudia Maria de, MONTEIRO, Antonio Miguel Vieira e CÂMARA, Gilberto. **Modelos de Dinâmica Urbana**. XI Simpósio Bras. de Sensoriamento Remoto, Belo Horizonte, abril de 2003.

BANKS, Robert. **Growth and Diffusion Phenomena**. Mathematical Frameworks and Applications. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1994.

BATTY, Michael. **Cities as Complex Systems**. CASA Paper 131, Londres, 2008.

BATTY, Michael. **Cities and Complexity**. Understanding Cities with Cellular Automata, Agent-Based Models and Fractals. MIT Press, Cambridge, Londres, 2005.

BENATI, S. **A Cellular Automaton for the Simulation of Competitive Location**. Environment and Planning B, Planning and Design, 1997, vol. 24, pgs. 205-218.

BERRY, Brian. **Geografía de los Centros de Mercado y Distribución al por Menor**. Ed. Vicens-Vives, Barcelona, 1967.

CHRISTALLER, Walter. **Central Places in Southern Germany**. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1966.

EPPLI, Mark e BENJAMIN, John. **The Evolution of Shopping center Research: A Review and Analysis**. The Journal of Real Estate Research 9:1, 1994.

HARRIS B. e WILSON A.G. **Equilibrium Values and Dynamics of Attractiveness Terms in Production-Constrained Spatial Interaction Models**. Environment and Planning A, 1978.



HOTELLING, H. **Stability in Competition**. Economic Journal, 1929, 39.

HUFF, David L., **Defining and Estimating a Trading Area**. Journal of Marketing, Vol 28, Jul 1964.

KRAFTA, Romulo, OLIVEIRA Denise de, BORDINI Rafael H. **The City as Object of Human Agency**. Proceedings – 4th International Space Syntax Symposium, Londres, 2003.

KRAFTA, Romulo. **Urban Convergence: Morphology and Attraction**. Environment and Planning B, Planning and Design, vol 23, n.1, 1996.

LOMBARDO, S., Petri M. e Zotta D. **Intelligent Gis and Retail Location Dynamics**. Lecture Notes in Computer Science. Springer Berlin / Heidelberg. Volume 3044, 2004.

LONGLEY, Paul; BOULTON, Charles; GREATBATCH, Ian e BATTY, Michael. **Strategies for Integrated Retail Management Using GIS**. In: LONGLEY, Paul e BATTY, Michael. Advanced Spatial Analysis – The CASA Book of GIS. ESRI Press, 2003.

MARASCHIN, Clarice. **Localização Comercial Intra-Urbana. Análise de Crescimento Através do Modelo Logístico**. Tese de Doutorado. Programa de Pós Graduação em Planejamento Urbano e Regional. PROPUR/UFRGS, nov. 2009.

NELSON, R. **The Selection of Retail Locations**. Nova Iorque: F.W. Dodge Corp., 1958.

PENN, Allan e TURNER, Alasdair. **Movement-generated land-use agglomeration**. Urban Design International, 2004.

POLIDORI, Maurício C. **Crescimento Urbano e Ambiente**. Tese de Doutorado. Programa de Pós Graduação em Ecologia. Instituto de Biociências, UFRGS, dez. 2004.

ROGERS Everett. **Diffusion of Innovations**. 4th edition. Nova Iorque: The Free Press, 1995.

SOARES FILHO, Britaldo S., CERQUEIRA Gustavo, ARAÚJO, William Leite e VOLL, Eliane. **Modelagem de dinâmica de paisagem**. Megadiversidade, Volume 3, Nº 1-2, Dez. 2007.

VERHULST, P.F. **Notice sur la Loi que la Population Suit dans son Acroissement**. Correspondance Mathématique e Physique, A. Quetelet, Bruxelas, 1838.

WOLFRAM MATHEMATICA PLAYER 7,0. Modelo Logístico. Disponível para download em : <http://demonstrations.wolfram.com/LogisticEquation/>, consulta em fevereiro de 2010.