Modelo Bayesiano Para Análise de Vazios Urbanos

Humberto Emmanuel Schmidt Oliveira
Aparecida D. P. Souza
Nilton Nobuhiro Imai
FCT/UNESP

unesp

O Problema

- Planejamento Urbano Municipal

  (breve histórico)

  - Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado (PDDI)

  - Descrédito em relação a um planejamento urbano municipal eficaz

  - Estatuto da Cidade (Lei 10.257/01)

  - Instrumentos Urbanísticos

unesp

O Problema

- Plano Diretor
- Diretrizes
- ONDE aplicar os instrumentos do Estatuto da Cidade?
- Como fazer com base na realidade local?
- Setembro de 2006.
- Desenvolvimento de uma Metodologia.

unesp

ESTATUTO DA CIDADE

- Instrumentos Urbanísticos:

  - interação entre regulação urbana e lógica de formação de preços no mercado

  - procuram coibir a retenção especulativa de terrenos

(Exemplo: IPTU progressivo no tempo)

unesp

ESTATUTO DA CIDADE

CUMPRIMENTO DA FUNÇÃO SOCIAL DA PROPRIEDADE

OU

COMBATE À ESPECULAÇÃO IMOBILIÁRIA

unesp

ANÁLISE ESPACIAL PARA O PLANEJAMENTO URBANO

- O Plano Diretor deve estabelecer diretrizes com base em informações com posição no espaço (análise espacial);
- A inclusão da Componente Espacial melhora a Tomada de Decisão.
- Fundamental para viabilizar a aplicação dos instrumentos urbanísticos do Estatuto da Cidade

unesp

ANÁLISE ESPACIAL PARA PLANEJAMENTO URBANO

- Análise Espacial dos dados que influenciam na questão da especulação imobiliária urbana;
- Crescimento urbano: loteamentos;
- Definição das áreas de intervenção;
- Definição de prioridades de intervenção;

unesp

ANÁLISE ESPACIAL PARA PLANEJAMENTO URBANO

- Modelo Estatístico que contemple:
- Dinâmica de Crescimento Urbano da Cidade;
- Posição espacial dos loteamentos;
- Outras variáveis relacionadas.

- Estabelecimento de ordem de prioridade

unesp

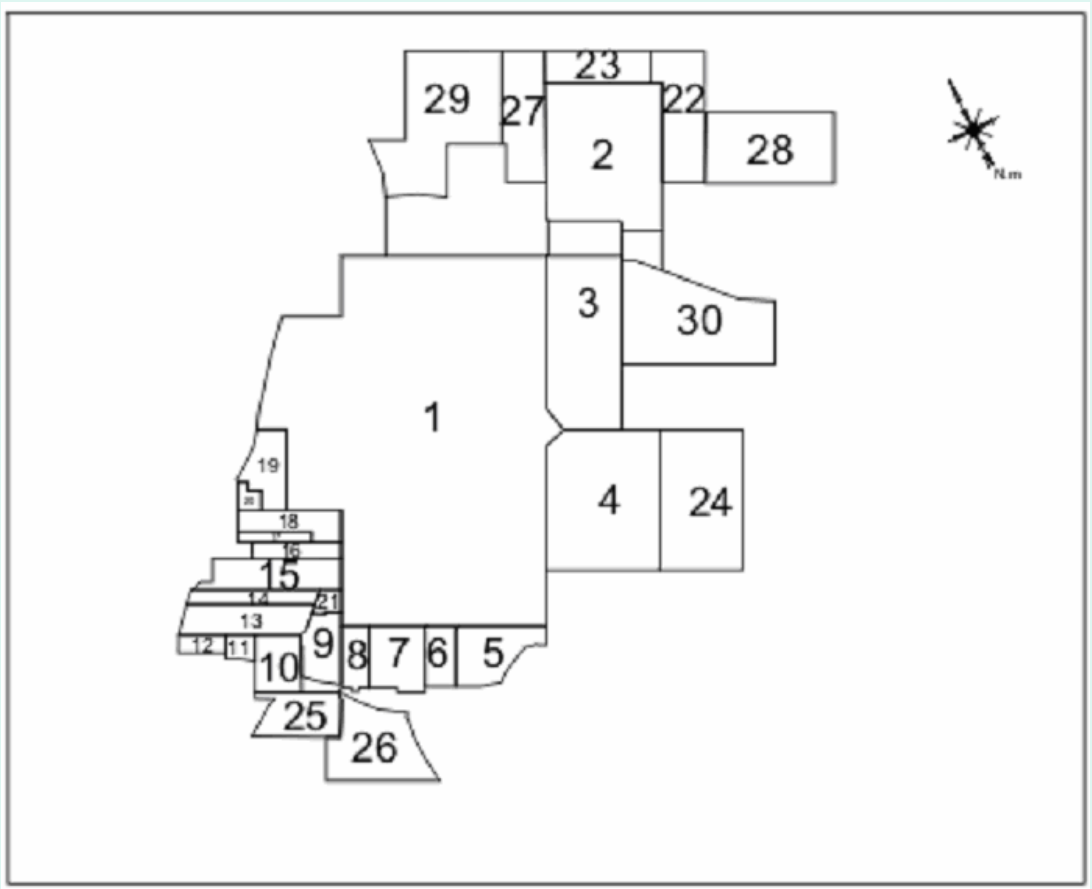
ÁREA DE ESTUDO: MUNICÍPIO DE BASTOS-SP

- Bastos – Região Administrativa de Marília – Nova Alta Paulista – Estado de São Paulo;
- 20.588 habitantes;
- Colonização Japonesa;
- Agricultura;
- Recursos advindos de brasileiros no Japão;

unesp

ÁREA DE ESTUDO: MUNICÍPIO DE BASTOS-SP

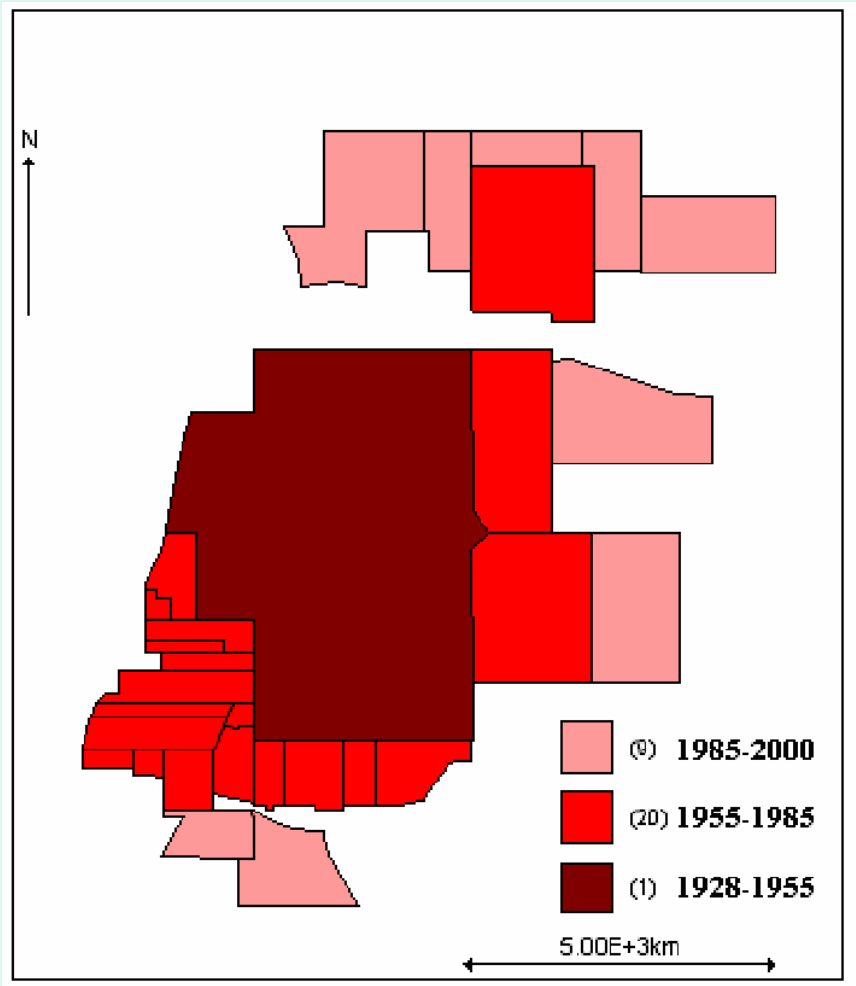
Espacialização dos Loteamentos de Bastos, ano 2000



unesp

ÁREA DE ESTUDO: MUNICÍPIO DE BASTOS-SP

Cronologia da Expansão Urbana de Bastos por Loteamentos.



unesp

ÁREA DE ESTUDO: MUNICÍPIO DE BASTOS-SP)

- A escolha do Município de Bastos
- Enquadramento no artigo 41-I do Estatuto da Cidade (+20.000 hab.);
- 5.478 imóveis cadastrados;
- Investimentos dos dekasseguis;
- Condições de comparação com a realidade;
- Governo facilitou acesso aos dados.

unesp

Dados Cadastrais (Ano 2000)

Nº lotes por loteamento;
Nº lotes vazios observados por loteamento;
Relação de Loteamentos adjacentes;

Definição das Covariáveis do estudo

- X1: Índice de Lotes Vazios (razão entre o no. lotes vazios e total do loteamento);
- X2:Tempo de Implantação do Loteamento em anos (data do cadastro menos a data da edificação);
- X3: Idade Média das Construções;
- X4: Índice de Presença de Infra-estrutura (calculado através da presença de cada tipo de infra-estrutura para cada um dos imóveis do loteamento) ;

unesp

Definição das Covariáveis do estudo

- X5: Índice de Proprietários com apenas 1(um) Imóvel (razão entre o no. de proprietários de um lote pelo total do loteamento);
- X6: Valor de Mercado do loteamento, por metro quadrado. (obtidos em pesquisa junto às imobiliárias e corretores de imóveis do Município);
- X7: Índice de Lotes de Propriedades do Loteador (razão entre o no. lotes de propriedade do loteador pelo total do loteamento);

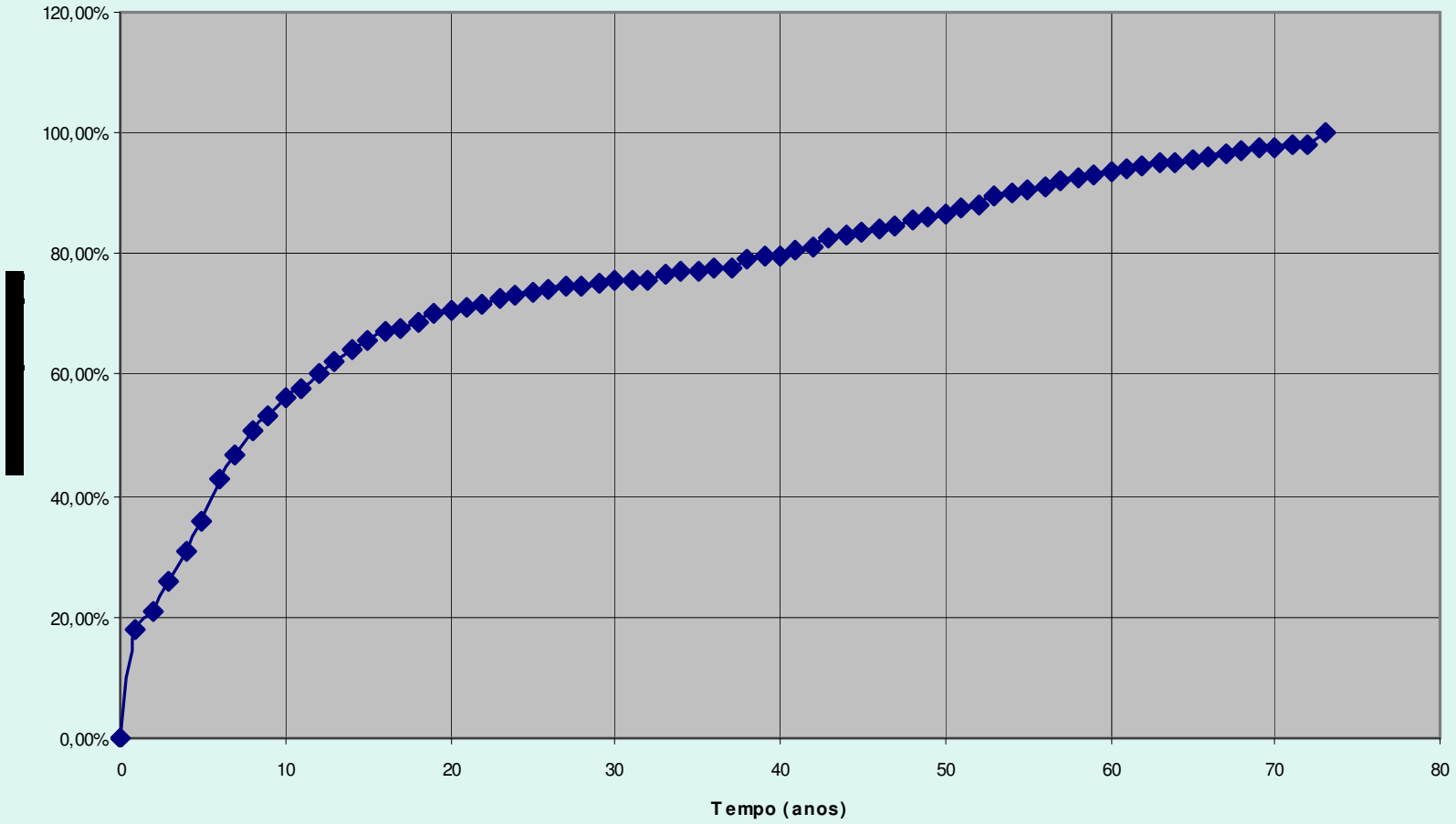
unesp

No. Esperado de Vazios por Loteamento

- Toda propriedade deve ter sua função social cumprida (ideal da Lei);
- Realidade: lotes não utilizados (vazios);
- Observar lotes já utilizados (construídos);
- Tempo que o lote levou para ser utilizado, em anos;
- Porcentagem de lote por quantidade de anos;
- Função de Distribuição acumulada de ocupação da cidade;
- Reflete a dinâmica de ocupação dos lotes da cidade;
- Projeta-se para os lotes vazios;
- Cada cidade deve ter a sua função de distribuição acumulada de ocupação.

unesp

Função de distribuição acumulada observada para a dinâmica de ocupação do Município de Bastos



unesp

Análise Exploratória de Dados

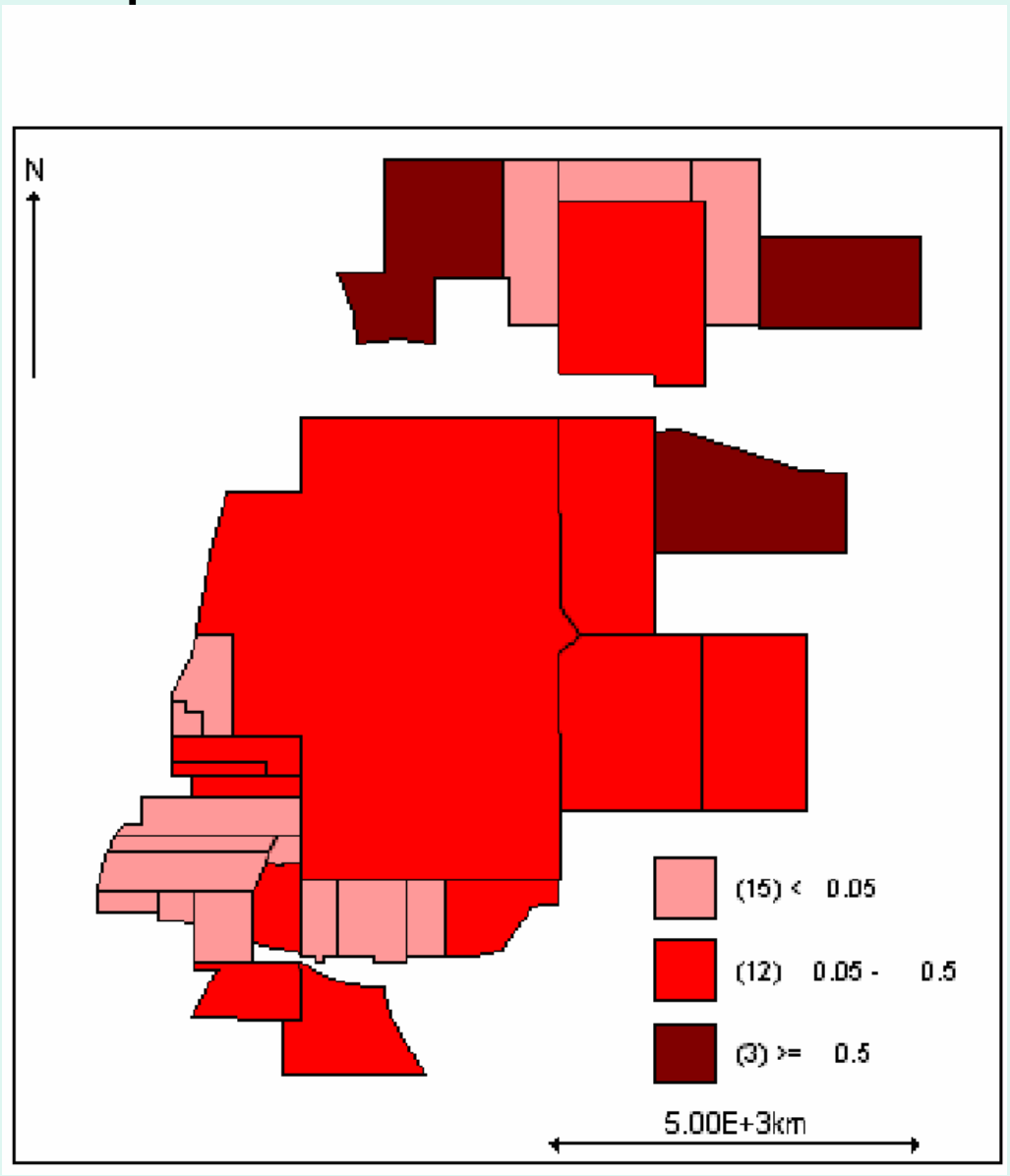
Indíce de Vazios

Adotando como pontos de cortes 0,05 e 0,5

- ALTO ÍNDICE DE VAZIOS: 28,29,30;
- MÉDIO ÍNDICE DE VAZIOS: 01,02,03,04,05,09,16,17,18,24,25,26;
- BAIXO ÍNDICE DE VAZIOS: 06,07,08,10,11,12,13,14,15,19,20,21,22, 23,27.

unesp

Análise Exploratória - Indíce de Vazios



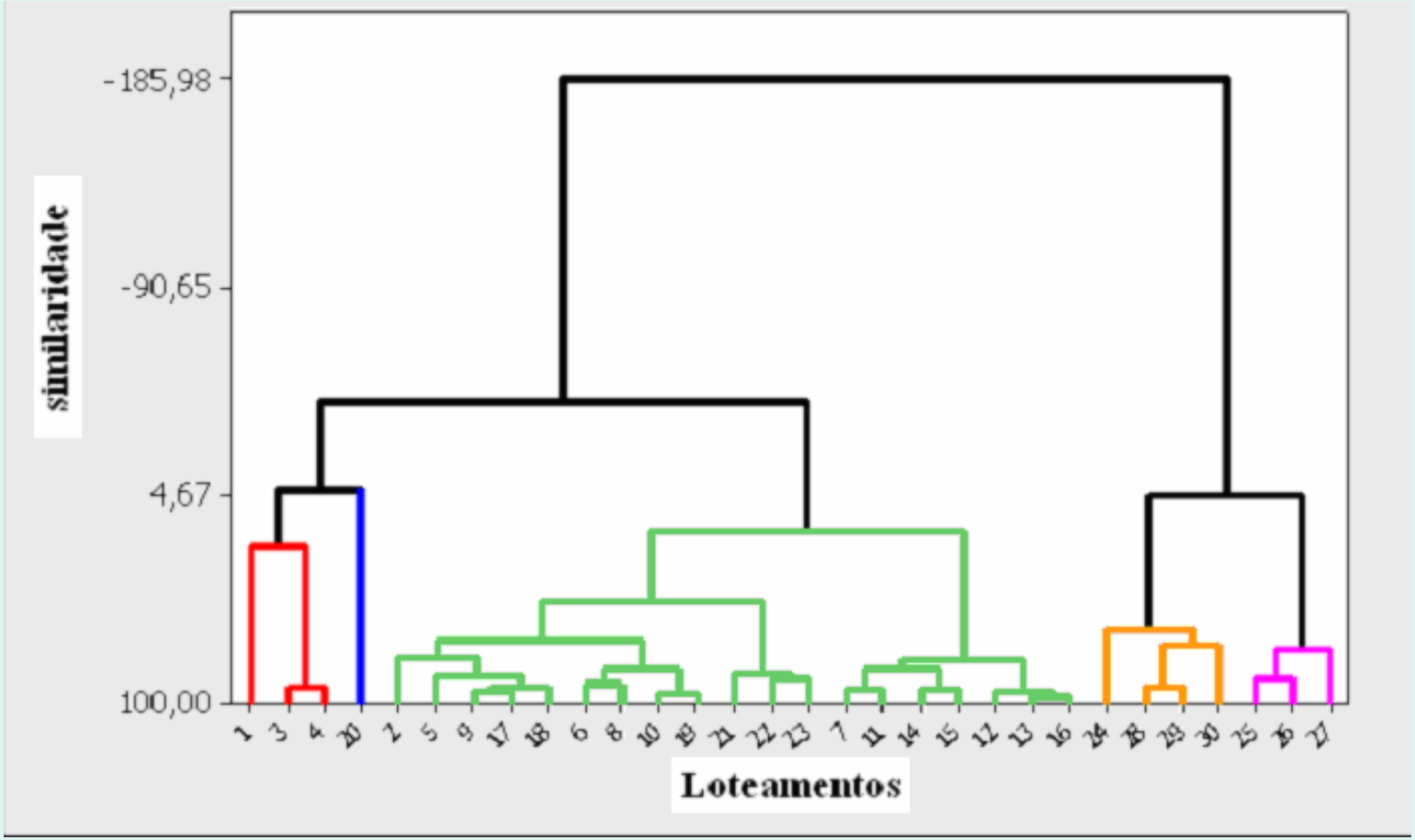
unesp

Análise Exploratória Preliminar

- Agrupamento dos Loteamentos por similaridade com base nas covariáveis;
- Método hierárquico (mais comum)
  - Ligação de Ward (a distância entre dois clusters é baseada na soma do quadrado dos desvios dos pontos em relação ao centróides.
- Dendrograma (Minitab)

unesp

Dendrograma



unesp

Resultado para os Agrupamentos

- Agrupamento 1: 01, 03, 04;
- Agrupamento 2: 20;
- Agrupamento 3: 02, 05, 06, 07, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 23;
- Agrupamento 4: 24, 28, 29, 30;
- Agrupamento 5: 25, 26, 27.

Fornece classificação de similaridade, mas não fornece classificação de prioridade.

unesp

Modelo Bayesiano

- Definição da Variável resposta:

- Número de lotes vazios em cada loteamento;
- Distribuição de Poisson;

$$O_i \sim \text{Poisson}(\mu_i) \qquad i = 1, 2, ..., n$$

$$\ln(\mu_i) = \ln E_i + \alpha_0 + \alpha_1 x_{i1} + \alpha_2 x_{i2} + ... + \alpha_q x_{iq} + b_i$$

$$\mu_i = E_i e^{\alpha_0 + \alpha_1 x_{i1} + \alpha_2 x_{i2} + ... + \alpha_q x_{iq} + b_i}$$

unesp

Modelo Bayesiano

- O fator $e^{\alpha_0+\alpha_1 x_{i1}+\alpha_2 x_{i2}+.....+\alpha_q x_{iq}+b_i}$ modifica o valor esperado de vazios E_i, em função das características do loteamento).

- TAXA DE PRIORIDADE DE INTERVENÇÃO (TPI)

$$TPI_{(i)} = 100 \times \frac{\mu_i}{E_i}$$

unesp

Modelo Bayesiano

Especificação de Prioris

- Assume-se para $\alpha_0, \alpha_1, ..., \alpha_q$ distribuições a priori normal centrada em 0 (zero) com baixa precisão.

unesp

- Para os efeitos aleatórios bi's assume-se uma priori auto-regressiva condicional intrínseca.

  - A estrutura dessa priori é

$$\left(b_i \middle| b_j, j \neq i\right) \sim N\left(m_i, \upsilon_i\right)$$

onde $m_i = \dfrac{\sum_{j \in N_i} W_{ij} b_j}{\sum_{j \in N_i} W_{ij}}$ e $\upsilon_i = \dfrac{\upsilon^*}{\sum_{j \in N_i} W_{ij}}$

unesp

- A distribuição a priori conjunta de b é dada por

$$\left(b\middle|\upsilon^{*}\right)\propto\frac{1}{\upsilon^{*n}}\exp\left\{-\frac{1}{2\upsilon^{*2}}\sum_{i=1}^{n}\sum_{j<i}W_{ij}\left(b_i-b_j\right)^2\right\}$$

- É comum assumir que Wij = 1 se i ~ j (onde ~ indica vizinho de) e 0 (zero) caso contrário. Nesse caso, temos que

$$m_i=\frac{\sum_{j\in N_i}b_j}{\left|N_i\right|}\qquad\text{e}\qquad\upsilon_i=\frac{\upsilon^{*}}{\left|N_i\right|}$$

unesp

- Software WinBUGS

- Direcionado para a aplicação da Inferência Bayesiana, usando o amostrador de Gibbs

- permite especificação do modelo e das distribuições de probabilidade para os componentes aleatórios (obs. e param.)

- Mapa Temático (MAP/GeoBUGS/WinBUGS)

unesp

Seleção do Modelo

Critério de Informação de “Deviance” – DIC
- Modelo só com E e b;
- Modelo com E, b e só X1, outro só X2.....;
- Ao modelo de menor DIC acrescenta-se a variável cujo modelo obteve o segundo menor DIC, e assim sucessivamente;
- Respectivamente para 2, 3,..., q variáveis;

unesp

Verificação da Convergência

- Para cada modelo ajustado é preciso analisar a convergência do Amostrador de Gibbs

  - Diagnóstico de Gelman & Rubin;

  - Trajetória das Cadeias ao longo das iterações.

unesp

Classificação pela TPI;

- Intervenção Corretiva [TPI>100]
- Intervenção Preventiva [60<TPI<100]
- Intervenção não necessária [TPI<60]

Mapa Temático (MAP/GeoBUGS/WinBUGS)

Comparação com a realidade, para verificar coerência da classificação.

unesp

- Correlação entre covariáveis

	[X1]	[X2]	[X3]	[X4]	[X5]	[X6]
[X2]	-0,476					
[X3]	-0,706	0,797				
[X4]	-0,676	0,619	0,627			
[X5]	-0,197	-0,036	-0,050	0,223		
[X6]	0,561	0,174	-0,316	-0,024	-0,200	
[X7]	0,087	-0,051	0,090	-0,220	**-0,963**	0,016

RESULTADOS E ANÁLISES

- Modelos Ajustados

- software WinBUGS/GeoBUGS, aquecimento inicial de 5.000 iterações (descartadas) e mais 5.000 iterações posteriores (armazenadas).
- 3 (três) cadeias, portanto as 5.000 iterações posteriores ao aquecimento geram um conjunto de 15.000 amostras para cada um dos parâmetros dos modelos

unesp

RESULTADOS E ANÁLISES

- Modelos Ajustados

MODELO	VARIÁVEIS	DIC
I	E, VIZINHANÇA (VIZ)	242,011
II	E, VIZ, X1	253,314
III	E, VIZ, X2	207,264
IV	E, VIZ, X3	238,482
V	E, VIZ, X4	241,915
VI	E, VIZ, X5	189,743
VII	E, VIZ, X6	246,252
VIII	E, VIZ, X5,X2	202,391
IX	E, VIZ, X5,X6	195,183
X	E, VIZ, X5,X3	187,381
XI	E, VIZ, X5,X4	187,075
XII	E, VIZ, X5,X1	190,814
XIII	E, VIZ, X5,X4,X3	191,734
XIV	E, VIZ, X5,X4,X1	186,520
XV	E, VIZ, X5,X4,X6	189,125
XVI	E, VIZ, X5,X4,X2	198,137
XVII	E, VIZ, X5,X4,X1,X6	187,641
XVIII	E, VIZ, X5,X4,X1,X3	186,215
XIX	E, VIZ, X5,X4,X1,X2	189,592
XX	E, VIZ, X5,X4,X1,X3,X6	187,837
XXI	E, VIZ, X5,X4,X1,X3,X2	183,179
XXII	**E, VIZ, X5,X4,X1,X3,X2,X6**	**182,621**

unesp

RESULTADOS E ANÁLISES

Importância das Variáveis

- X5: Índice de Proprietários com apenas 1(um) Imóvel (razão entre o no. de proprietários de um lote pelo total do loteamento);

- X4: Índice de Presença de Infra-estrutura (calculado através da presença de cada tipo de infra-estrutura para cada um dos imóveis do loteamento) ;

- X3: Idade Média das Construções;

Não aparece com peso importante

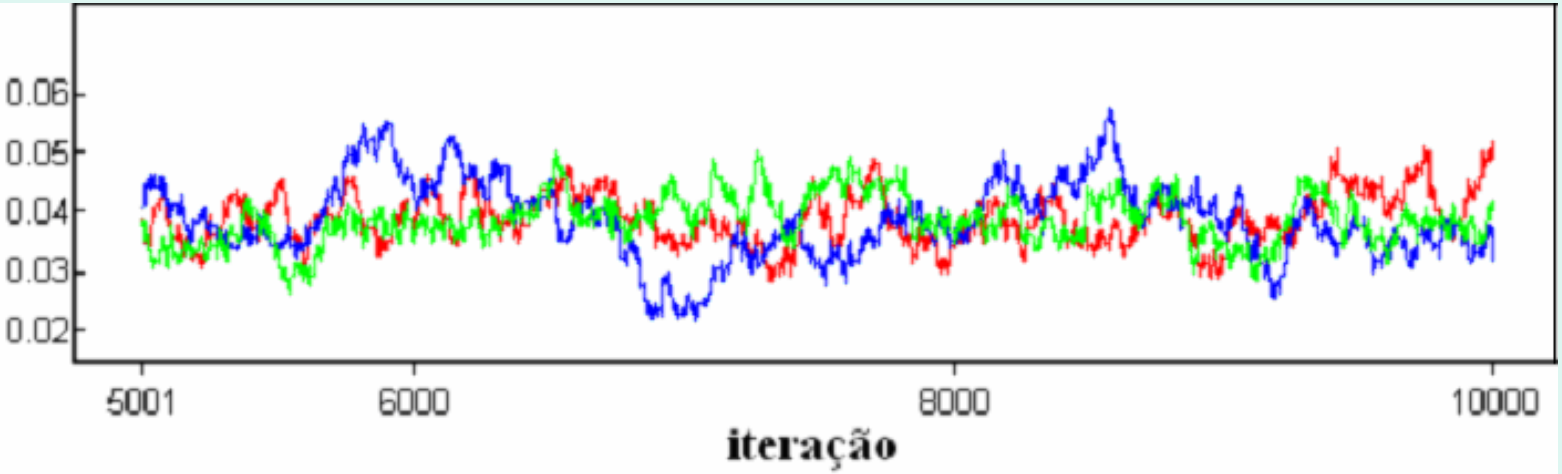
- X6: Valor de Mercado do loteamento, por metro quadrado. (obtidos em pesquisa junto às imobiliárias e corretores de imóveis do Município)

unesp

RESULTADOS E ANÁLISES

- Modelos Ajustados;

  Para os ajustes dos modelos XXII, XXI, XVIII, XIV, XI, VI, as cadeias geradas para diversos parâmetros não obtiveram indicação de convergência.

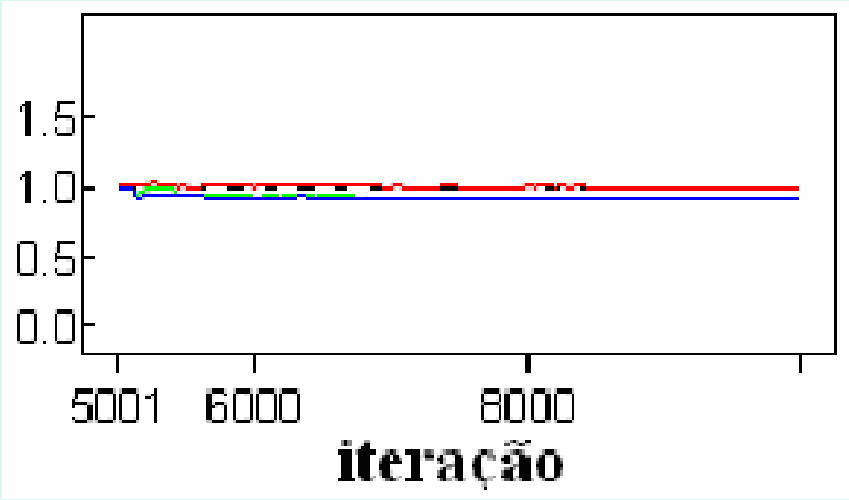


unesp

RESULTADOS E ANÁLISES

- Modelos Ajustados;

  O diagnóstico de convergência no ajuste do modelo I pode ser ilustrado no gráfico do diagnóstico de Gelman & Rubin para as cadeias geradas para o parâmetro α_0.

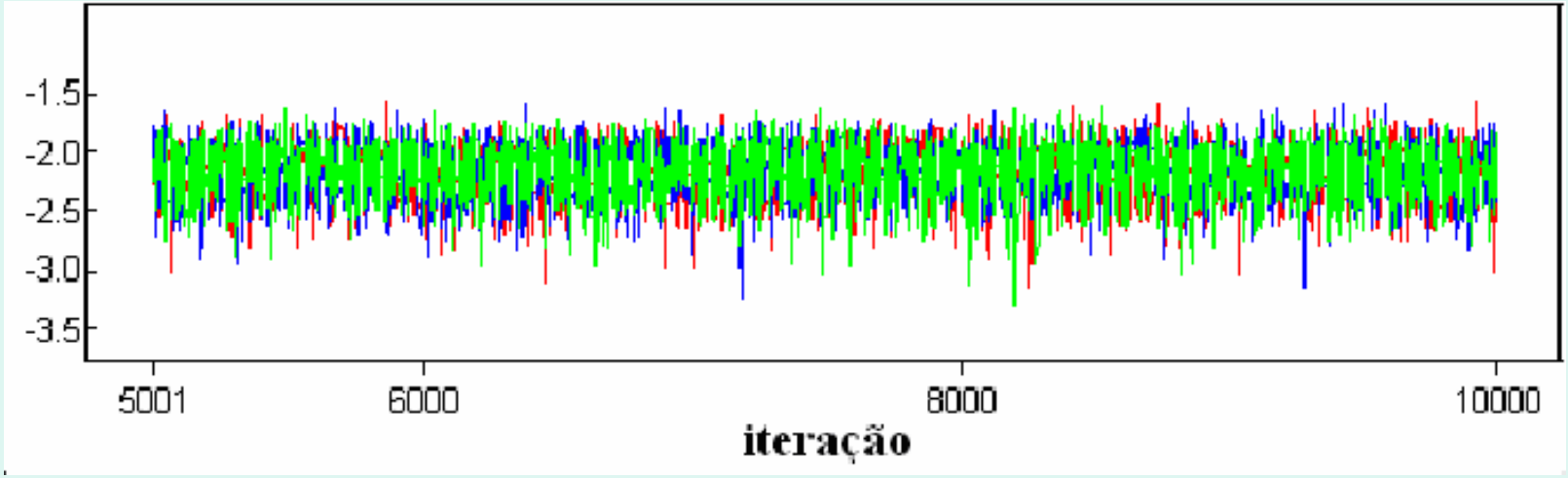


unesp

RESULTADOS E ANÁLISES

- Modelos Ajustados;

  E ainda pela trajetória das cadeias geradas para o parâmetro α_0.



unesp

RESULTADOS E ANÁLISES

- Classificação com base no Modelo I

- INTEVENÇÃO CORRETIVA:

  01, 28, 29, 30.

- INTERVENÇÃO PREVENTIVA:

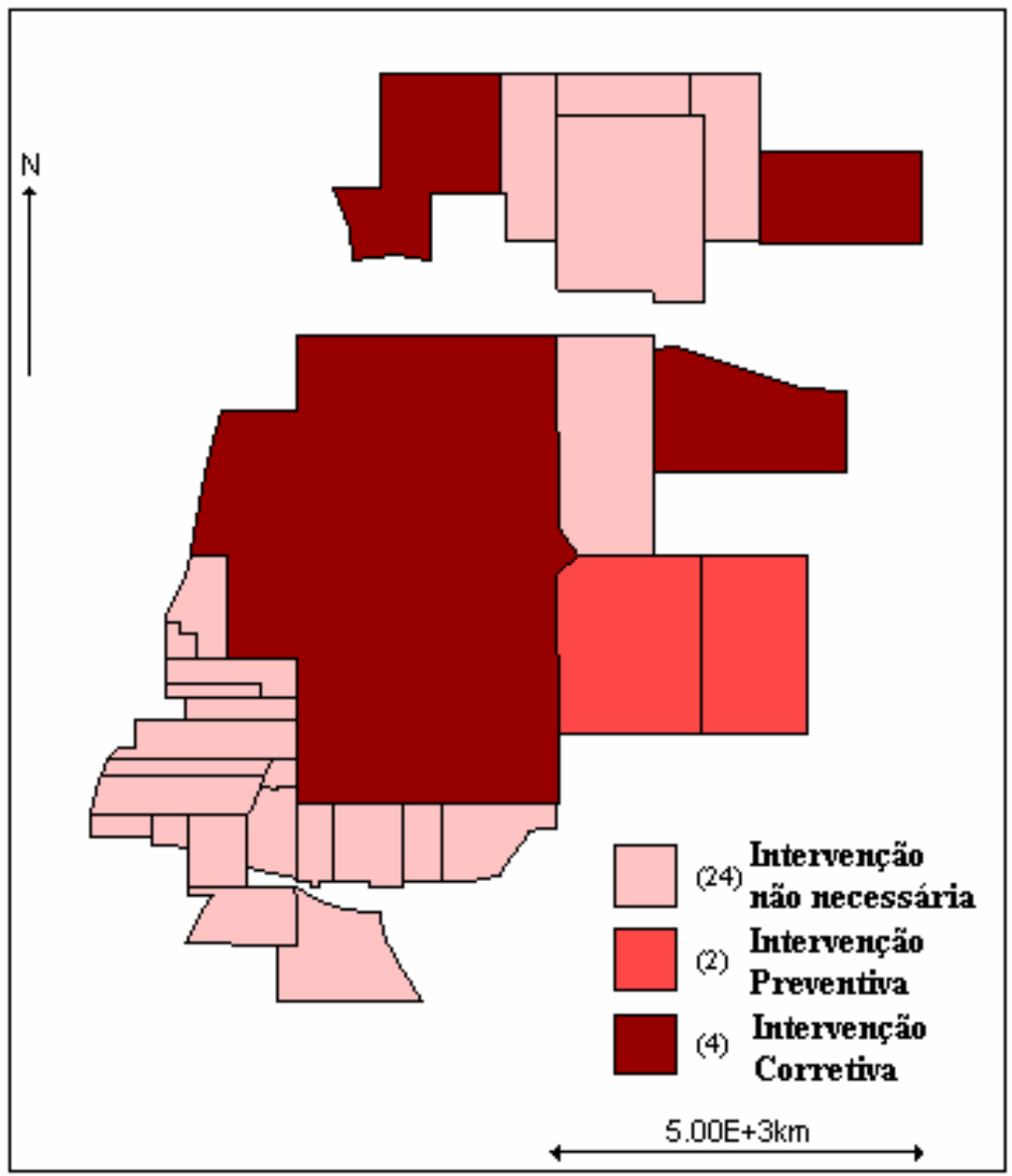
  04, 24.

- INTERVENÇÃO NÃO NECESSÁRIA:

  02, 03, 05, 06, 07, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 27.

unesp

RESULTADOS E ANÁLISES



Classificação dos Loteamentos da Cidade de Bastos, pelo modelo Bayesiano

unesp

RESULTADOS E ANÁLISES

Verificação da coerência da classificação com a realidade.

- A comparação da classificação com as características observadas dos loteamentos demonstra a coerência da classificação obtida.
- Interessante observar como os agrupamentos (multivariada) também são coerentes com a classificação.

unesp

RESULTADOS E ANÁLISES

Verificação da coerência da classificação com a realidade.

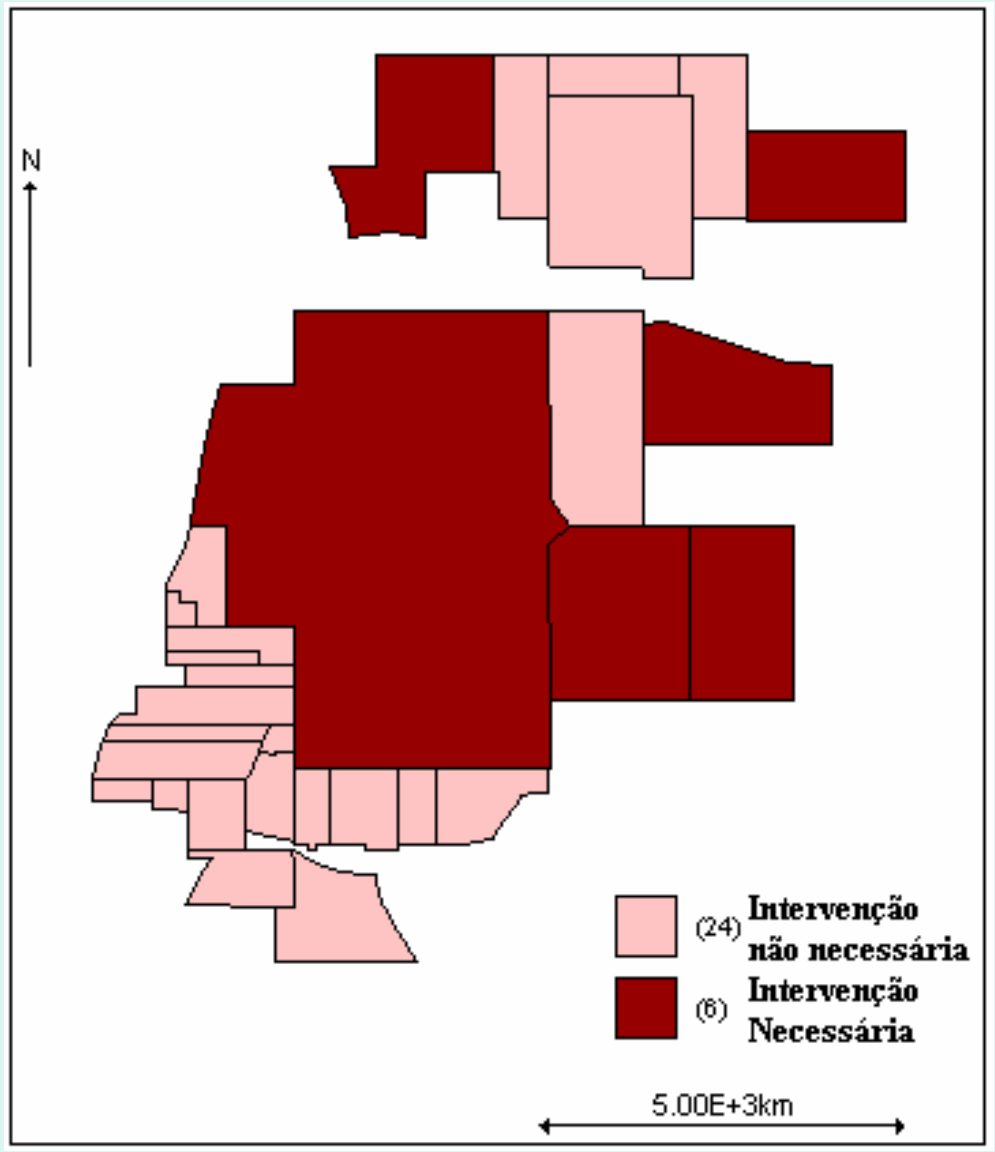
- Dos 5 agrupamentos obtidos na análise multivariada dois deles deverão receber intervenção dos instrumentos do Estatuto da Cidade de combate à especulação

  agrupamento 1 (01, 03 e 04) e

  agrupamento 4 (24, 28, 29, 30)

unesp

RESULTADOS E ANÁLISES



Classificação dos Loteamentos da Cidade de Bastos, pelo modelo Bayesiano. Diretriz para suporte a elaboração do Plano Diretor de Bastos.

Intervenção nos loteamentos: 01, 04, 24, 28, 29, 30

unesp

CONCLUSÕES

- Possível espacialização das áreas de aplicação do Instrumento do Estatuto da Cidade de combate à especulação.

- Escolha de um modelo bayesiano estruturado considerando a posição espacial de cada loteamento fornece classificação coerente.

unesp

CONCLUSÕES

- Definição do valor esperado de lotes vazios (importância).
- Grande importância da posição espacial dos loteamentos.
- Potencial da modelagem estatística com abordagem bayesiana.
- Necessário aprofundamento relativo a reparametrização das covariáveis, para se verificar qual a melhoria que se iria obter com tal procedimento.

unesp

Modelo Bayesiano Para Análise de Vazios Urbanos

Humberto Emmanuel Schmidt Oliveira
Aparecida D. P. Souza
Nilton Nobuhiro Imai
FCT/UNESP

unesp