

PÓS-GRADUAÇÃO EM SENSORIAMENTO REMOTO



Ministério da
**Ciência, Tecnologia
e Inovação**

SER-301 – Análise Espacial

Professores responsáveis: Dr. Antônio Miguel Vieira Monteiro
Dr. Eduardo Camargo

LANÇAMENTOS RESIDENCIAIS NA CIDADE DE SÃO PAULO ENTRE 1985 E 2013: ANÁLISE DE PADRÕES ESPAÇO-TEMPORAIS

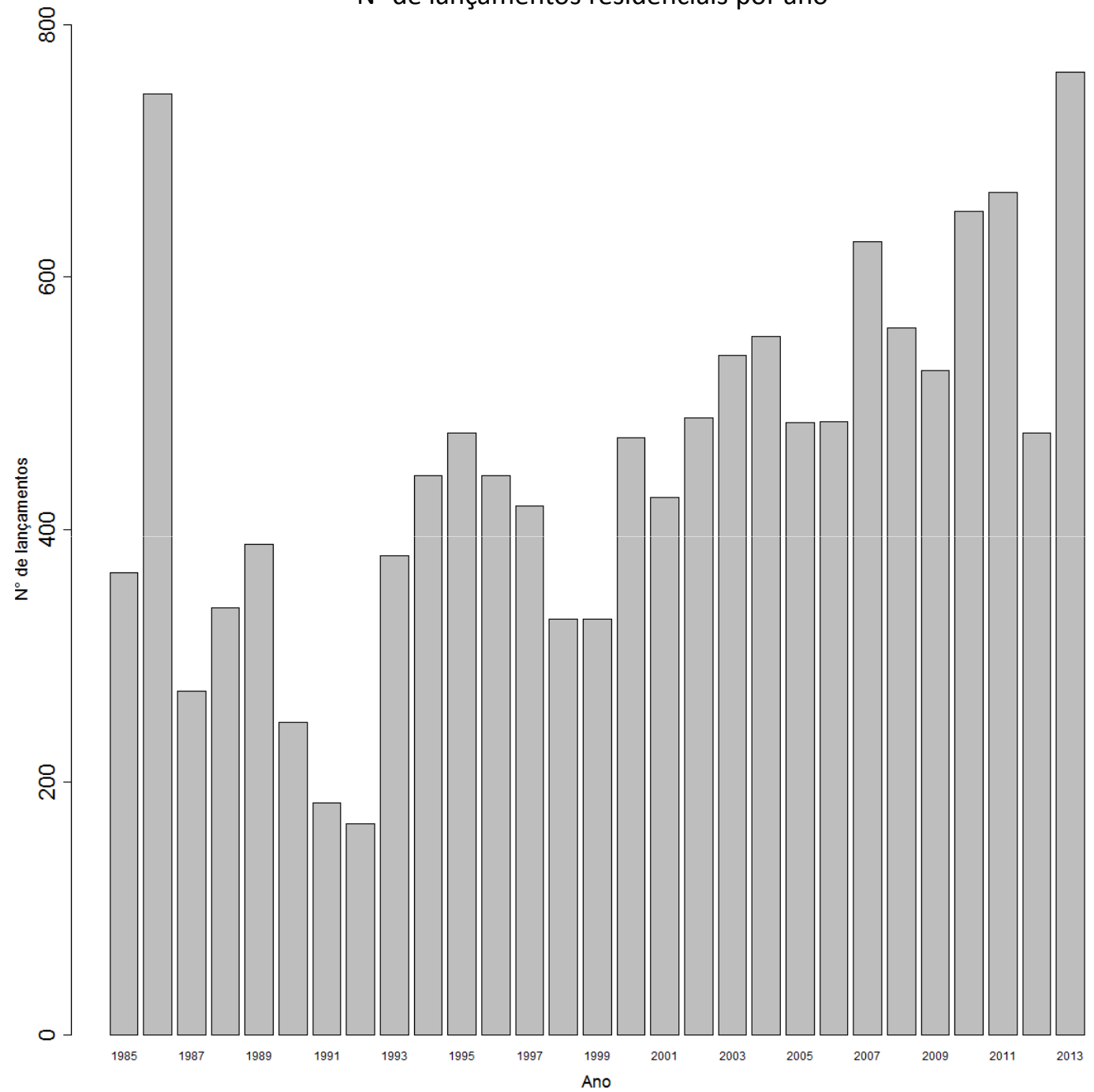
Mayumi Cursino de Moura Hirye

Dezembro de 2015

BASE DE DADOS

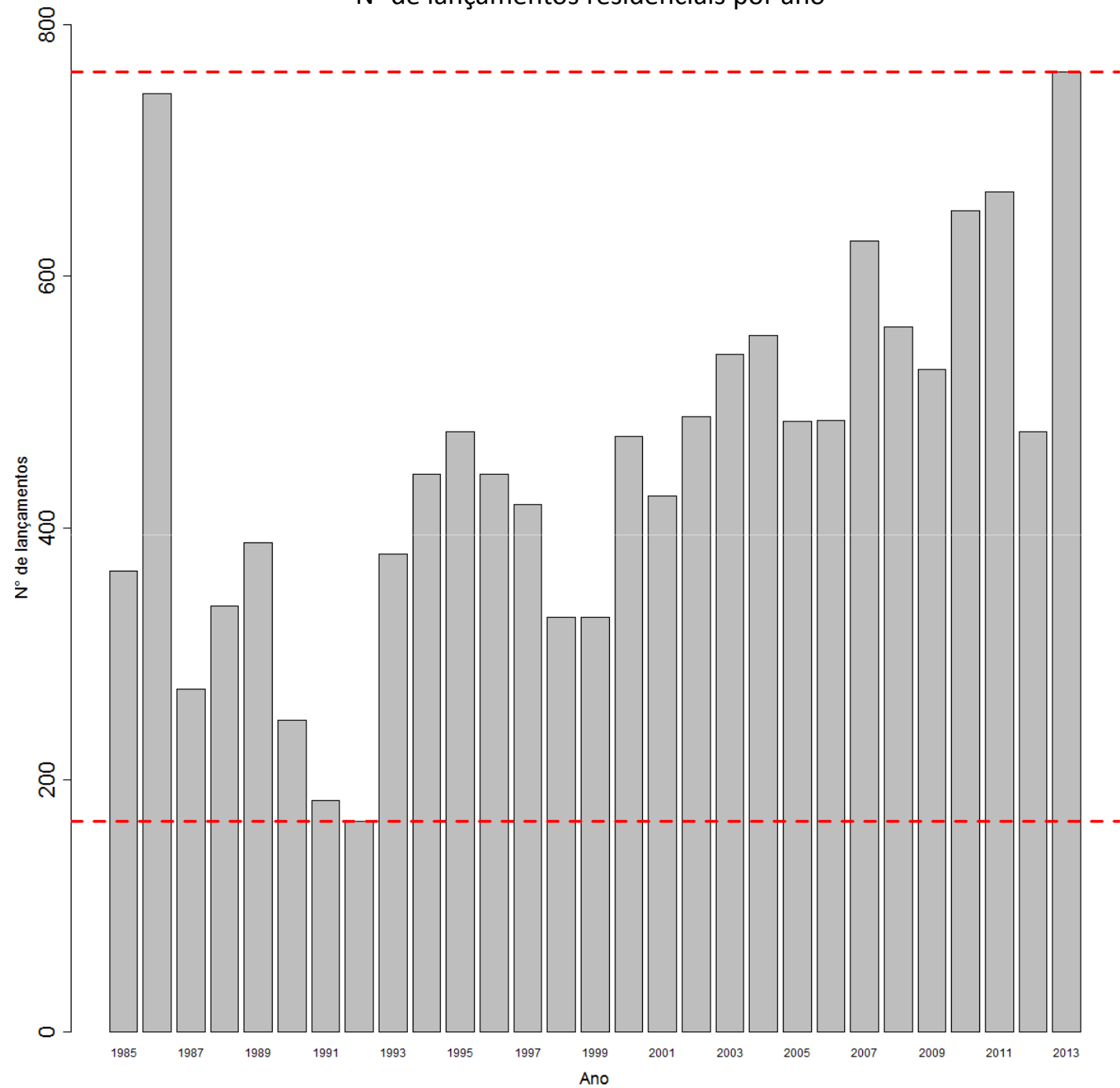
- **Lançamento residencial:** toda edificação ou parte dela com preço e/ou metragem e/ou endereço distintos, mesmo que isso signifique diferentes partes de um mesmo edifício.
- Base de sistematizada pela **Empresa Brasileira de Patrimônio (Embraesp)** e disponibilizada pelo **Centro de Estudos da Metrópole (CEM)**
- Constam nos registros **todos os empreendimentos lançados no mercado**, mesmo que não entregues.
- Total de 89 variáveis, com detalhes de localização do lançamento, data, características, preços e informações do empreendedor/incorporador.

Nº de lançamentos residenciais por ano



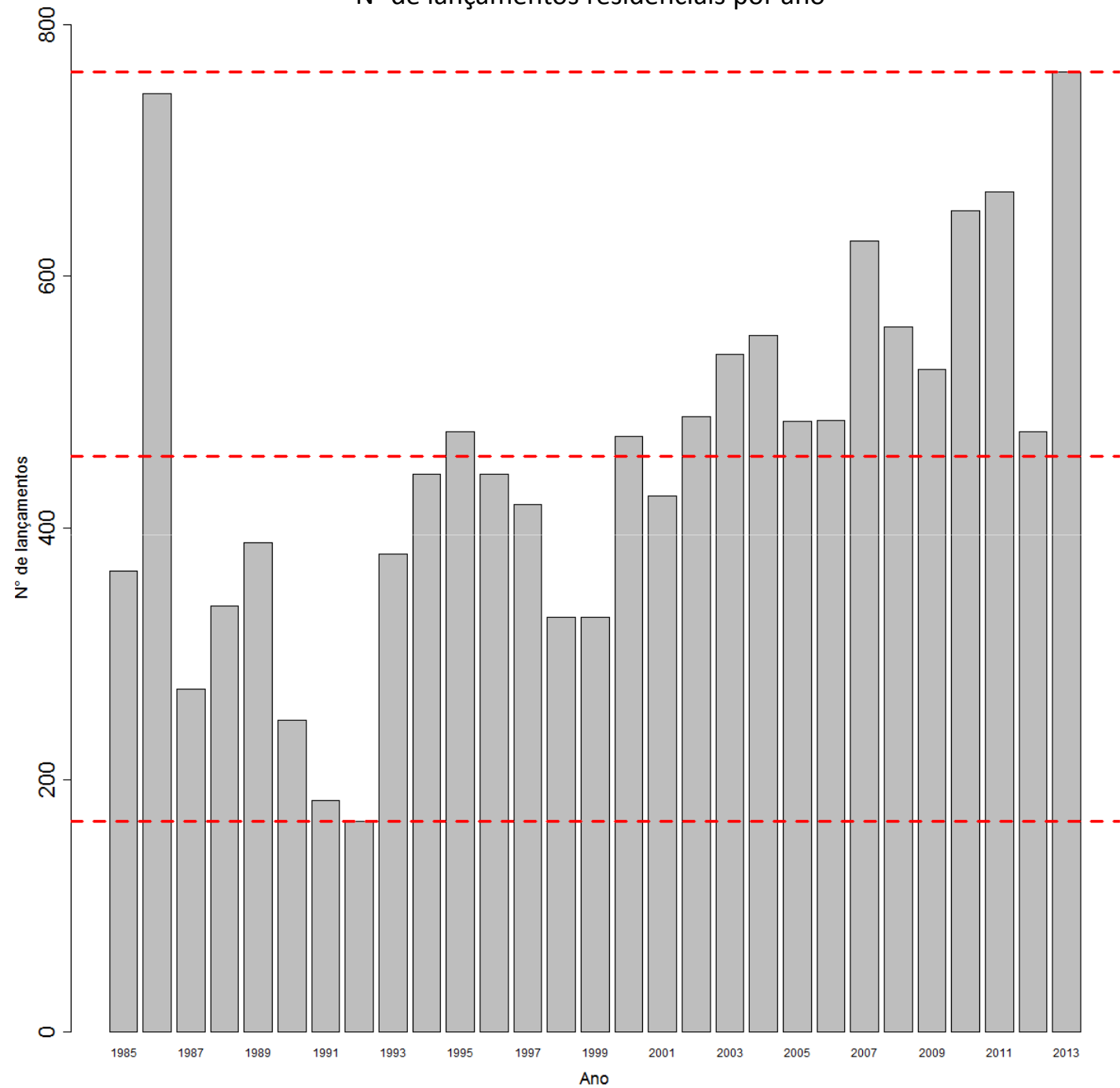
▪ **13.248** lançamentos entre 1985 e 2013.

Nº de lançamentos residenciais por ano



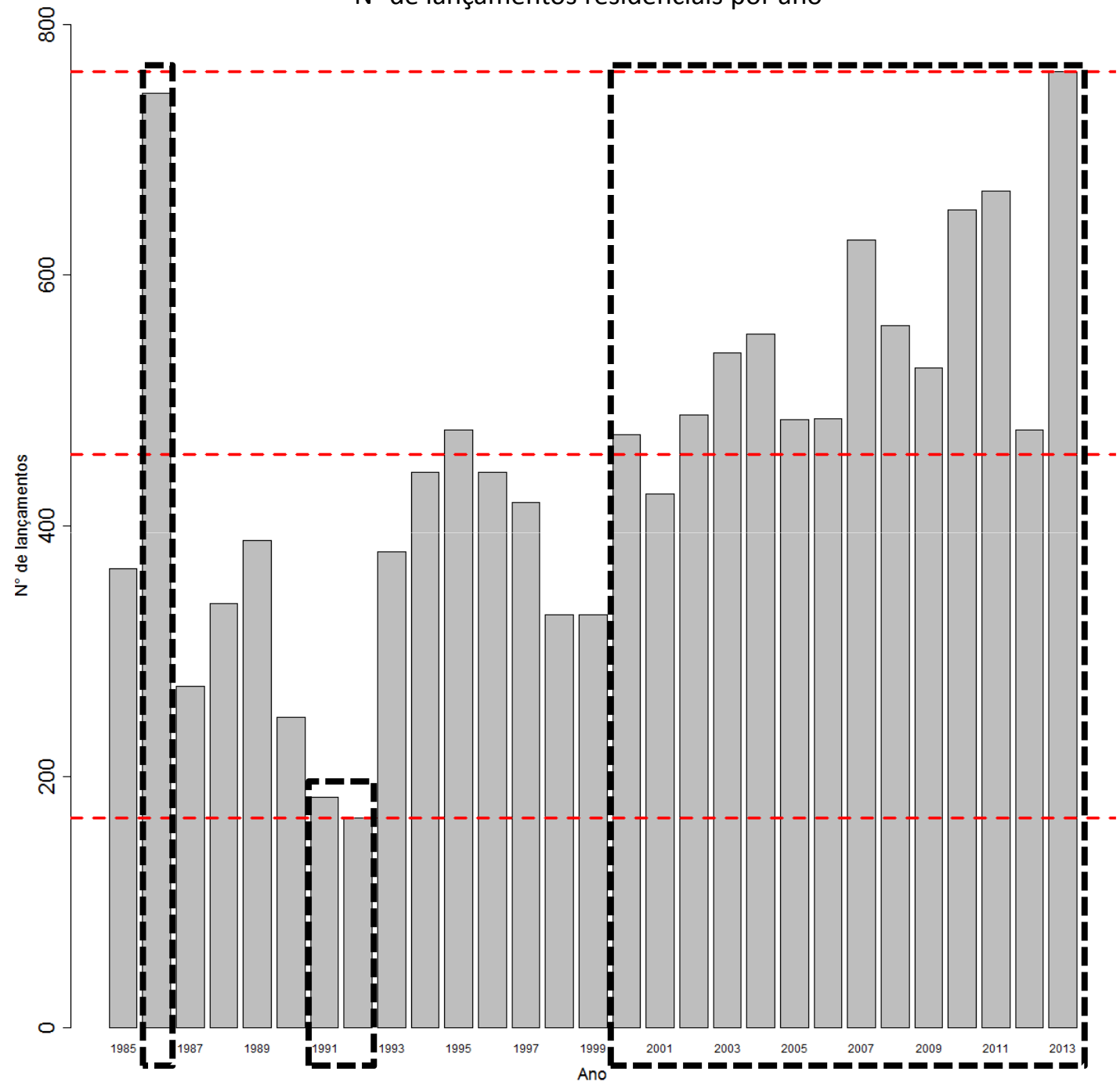
- **13.248** lançamentos entre 1985 e 2013;
- Nº de lançamentos variou entre **167** (1992) e **762** (2013);

Nº de lançamentos residenciais por ano



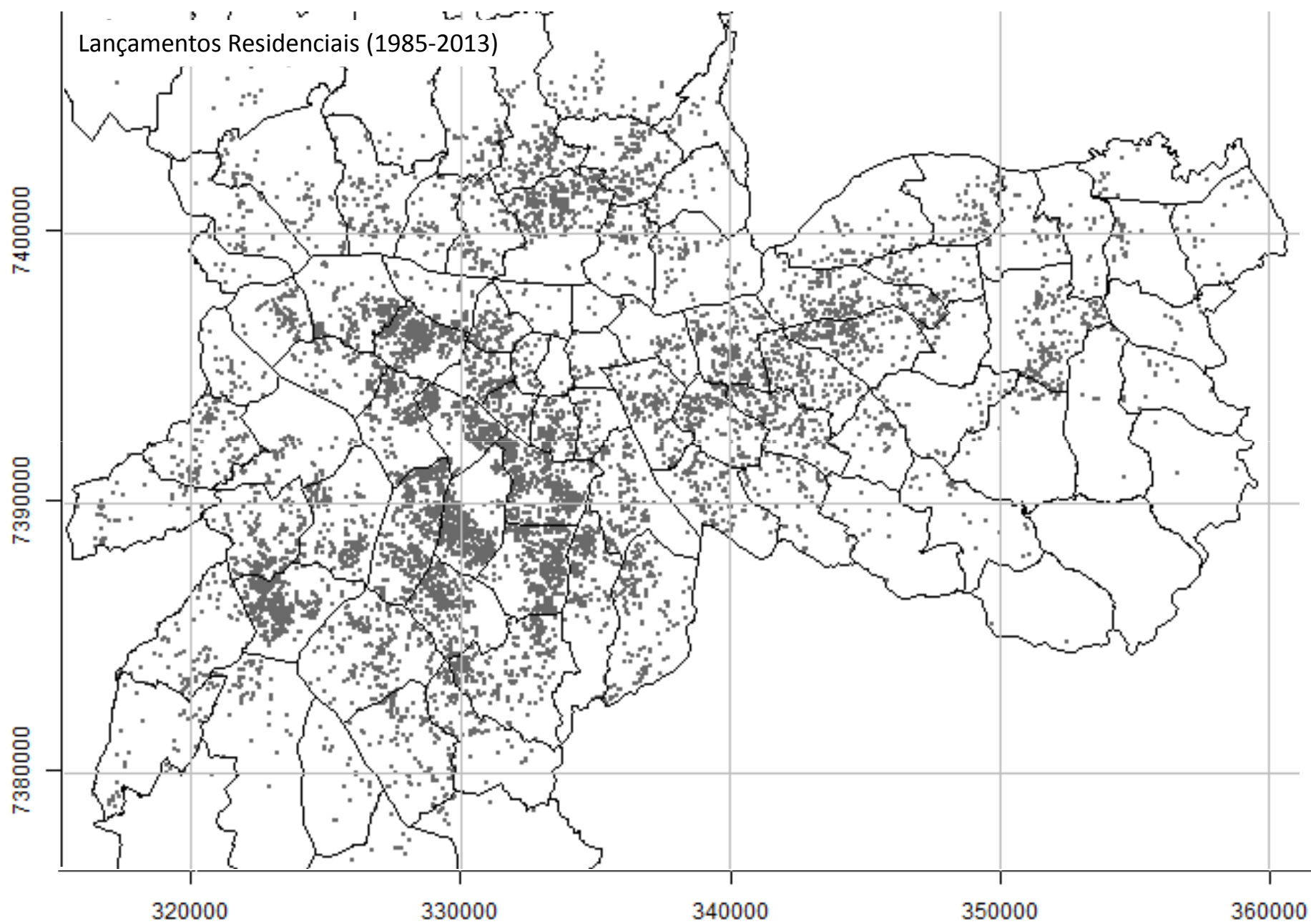
- **13.248** lançamentos entre 1985 e 2013;
- Nº de lançamentos variou entre **167** (1992) e **762** (2013);
- **457** lançamentos por ano em média.

Nº de lançamentos residenciais por ano

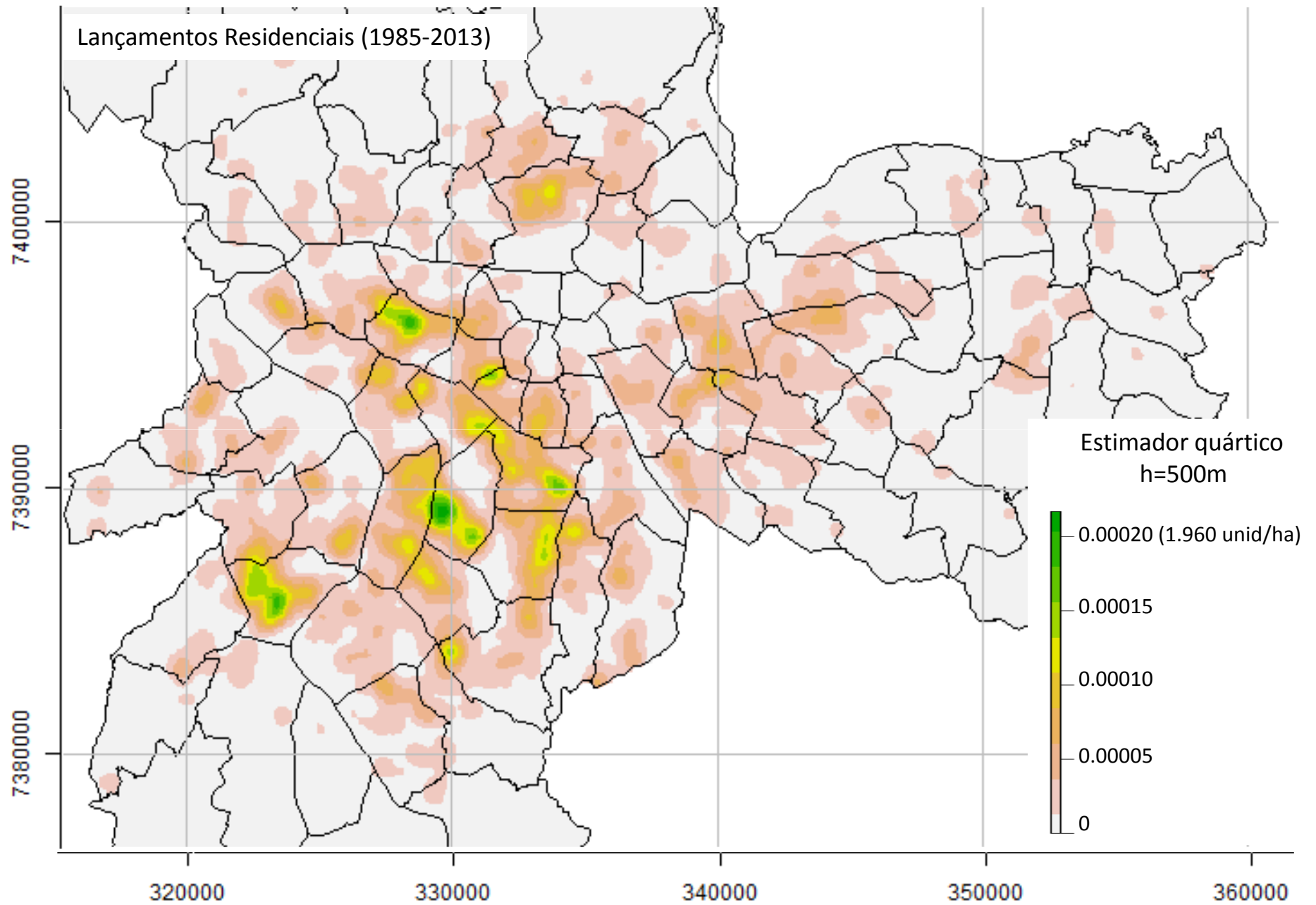


- **13.248** lançamentos entre 1985 e 2013;
- Nº de lançamentos variou entre **167** (1992) e **762** (2013);
- **457** lançamentos por ano em média.

Lançamentos Residenciais (1985-2013)

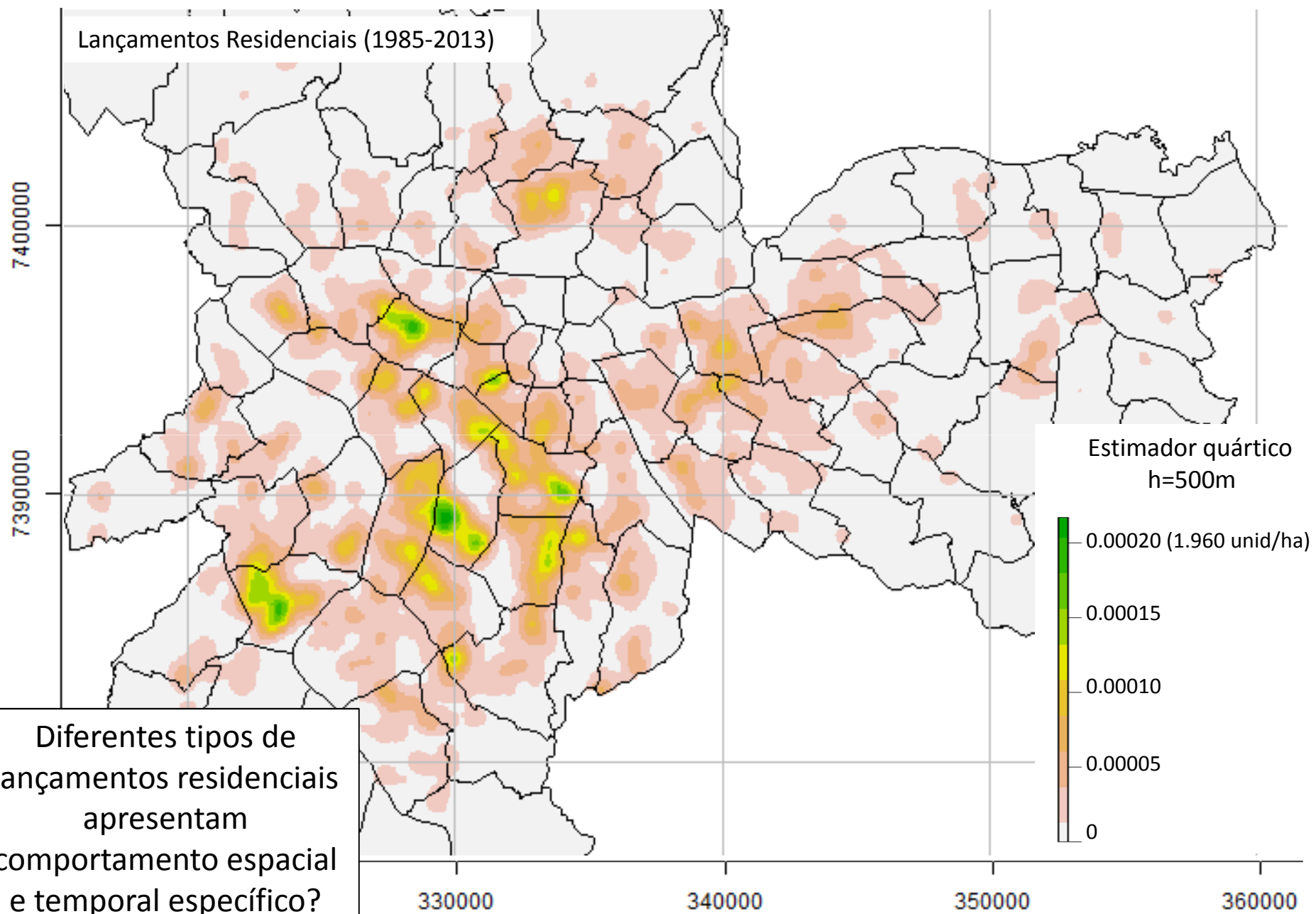


PROPRIEDADES DE 1° ORDEM
Intensidade de Kernel



PROPRIEDADES DE 1º ORDEM

Intensidade de Kernel

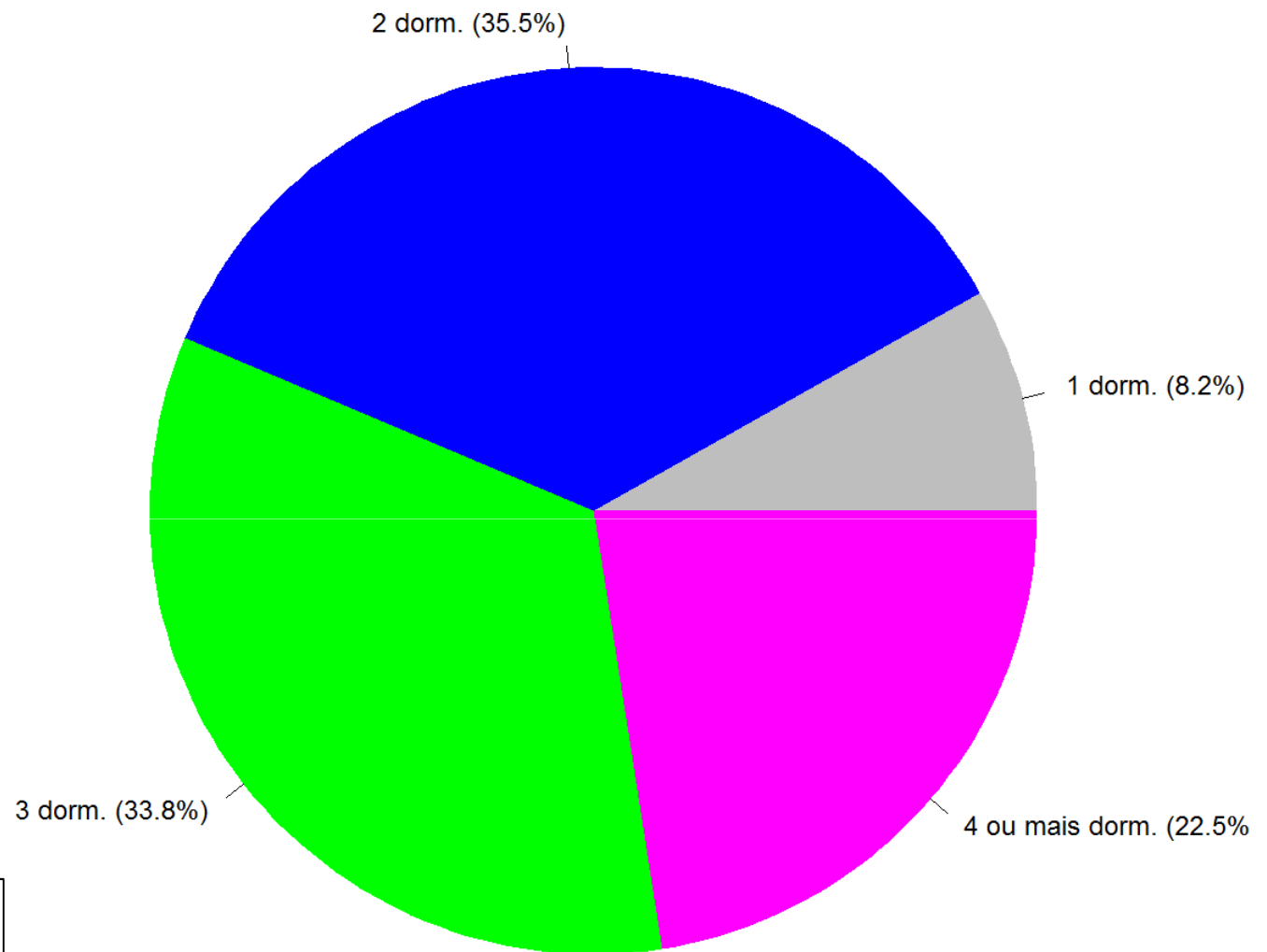


Diferentes tipos de lançamentos residenciais apresentam comportamento espacial e temporal específico?

TIPOLOGIAS DE LANÇAMENTOS
RESIDENCIAIS

% de lançamentos residenciais por ano por nº de dormitórios

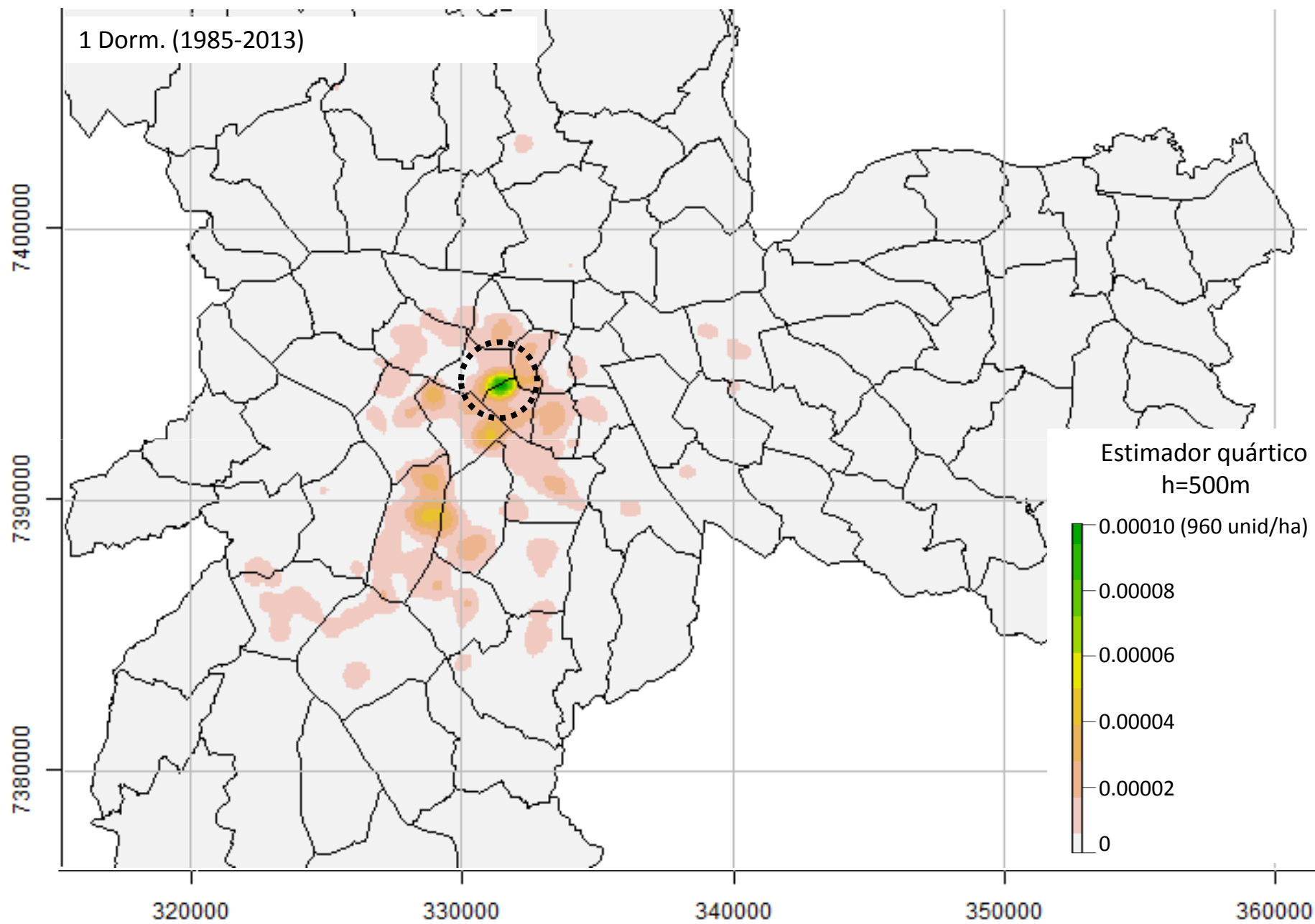
- Do total de lançamentos, a maior parte é de unidades com 2 e 3 dormitórios (35,5% e 33,8%, respectivamente).
- Os lançamentos de 4 ou mais dormitórios equivalem a 22,5%.
- Os de 1 dormitório são a menor parcela (8,2%).



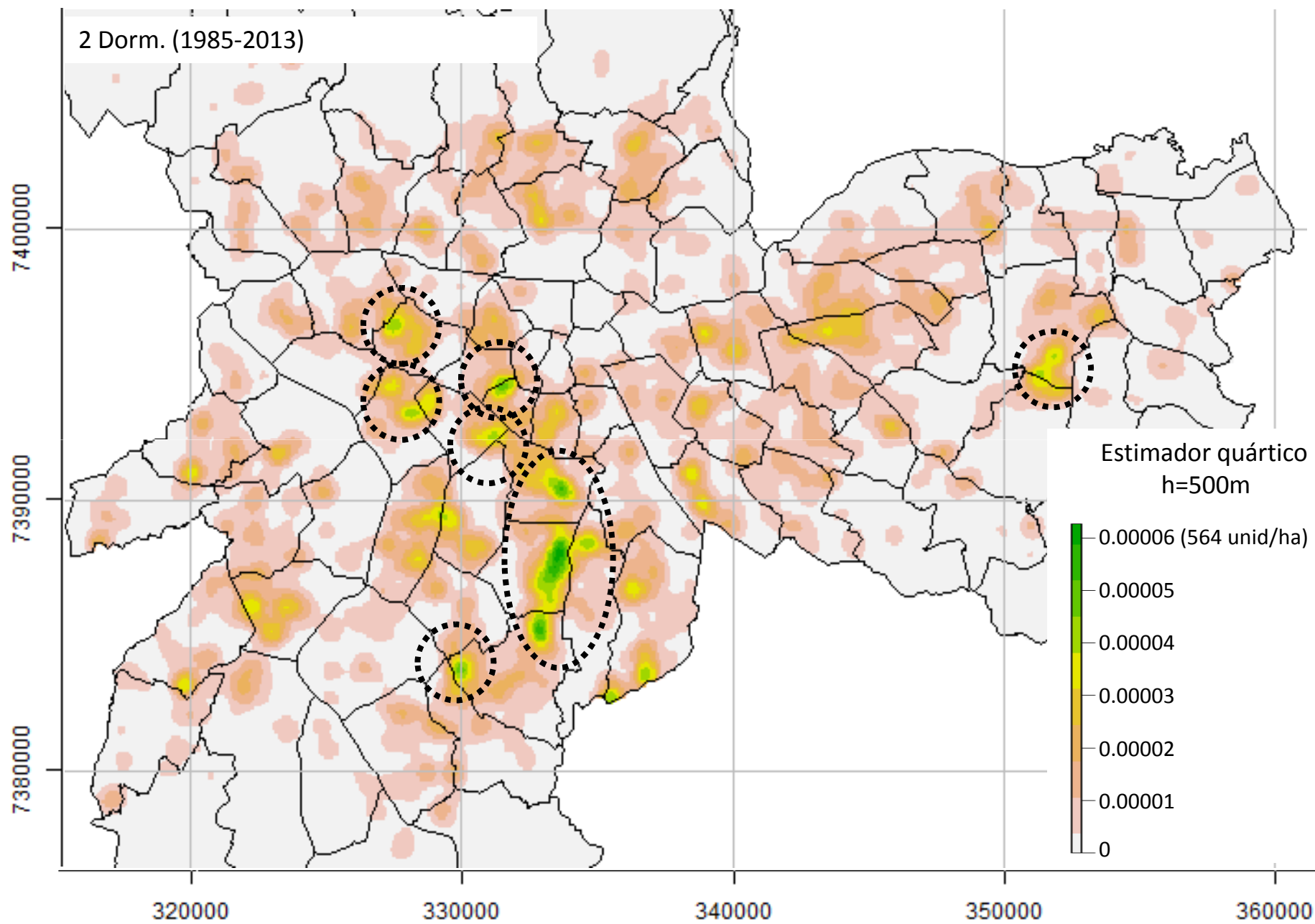
Diferentes tipos de lançamentos residenciais apresentam comportamento espacial e temporal específico?

ANÁLISE EXPLORATÓRIA

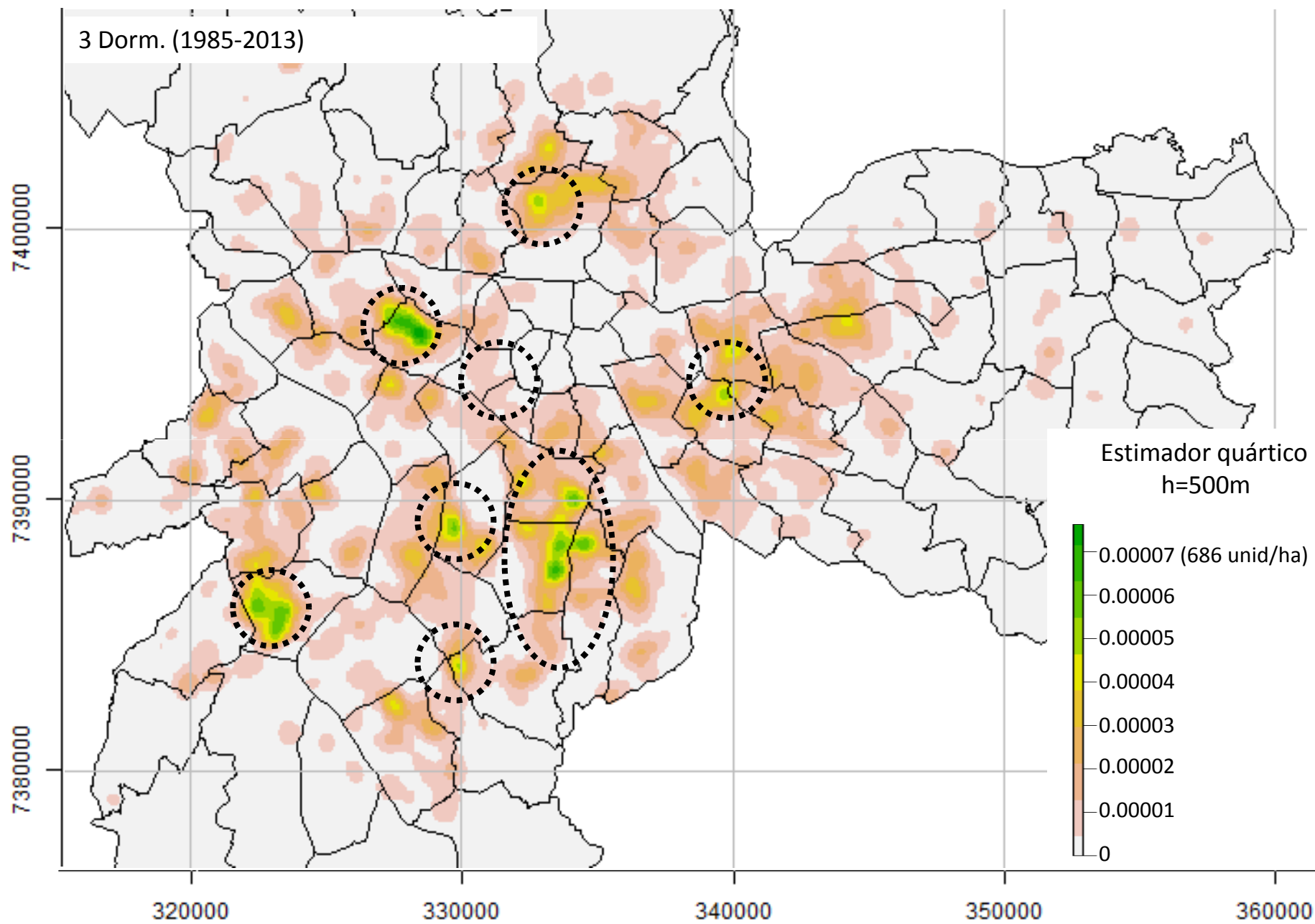
PROPRIEDADES DE 1° ORDEM
Intensidade de Kernel



PROPRIEDADES DE 1° ORDEM
Intensidade de Kernel

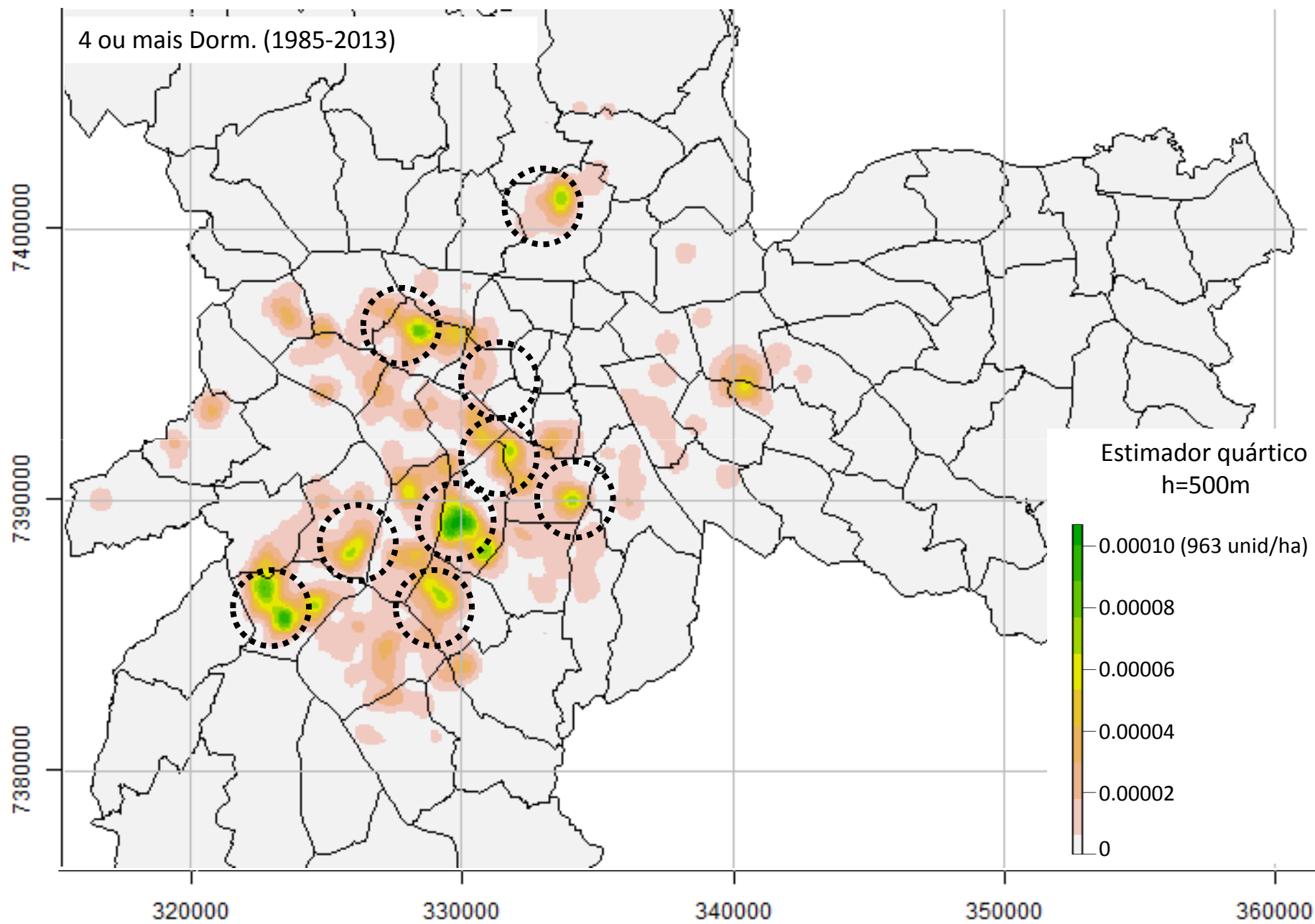


PROPRIEDADES DE 1° ORDEM
Intensidade de Kernel

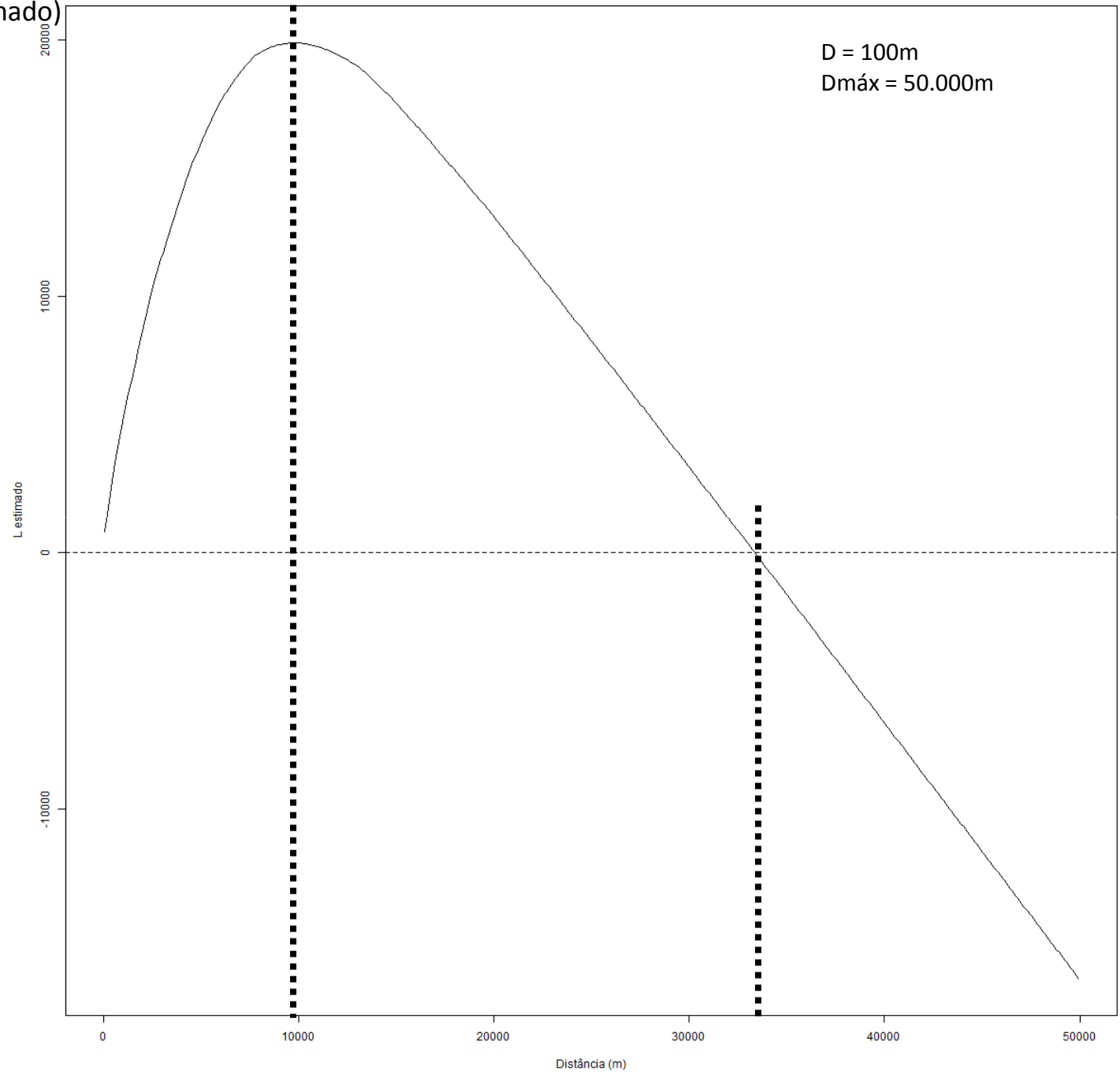


PROPRIEDADES DE 1° ORDEM

Intensidade de Kernel

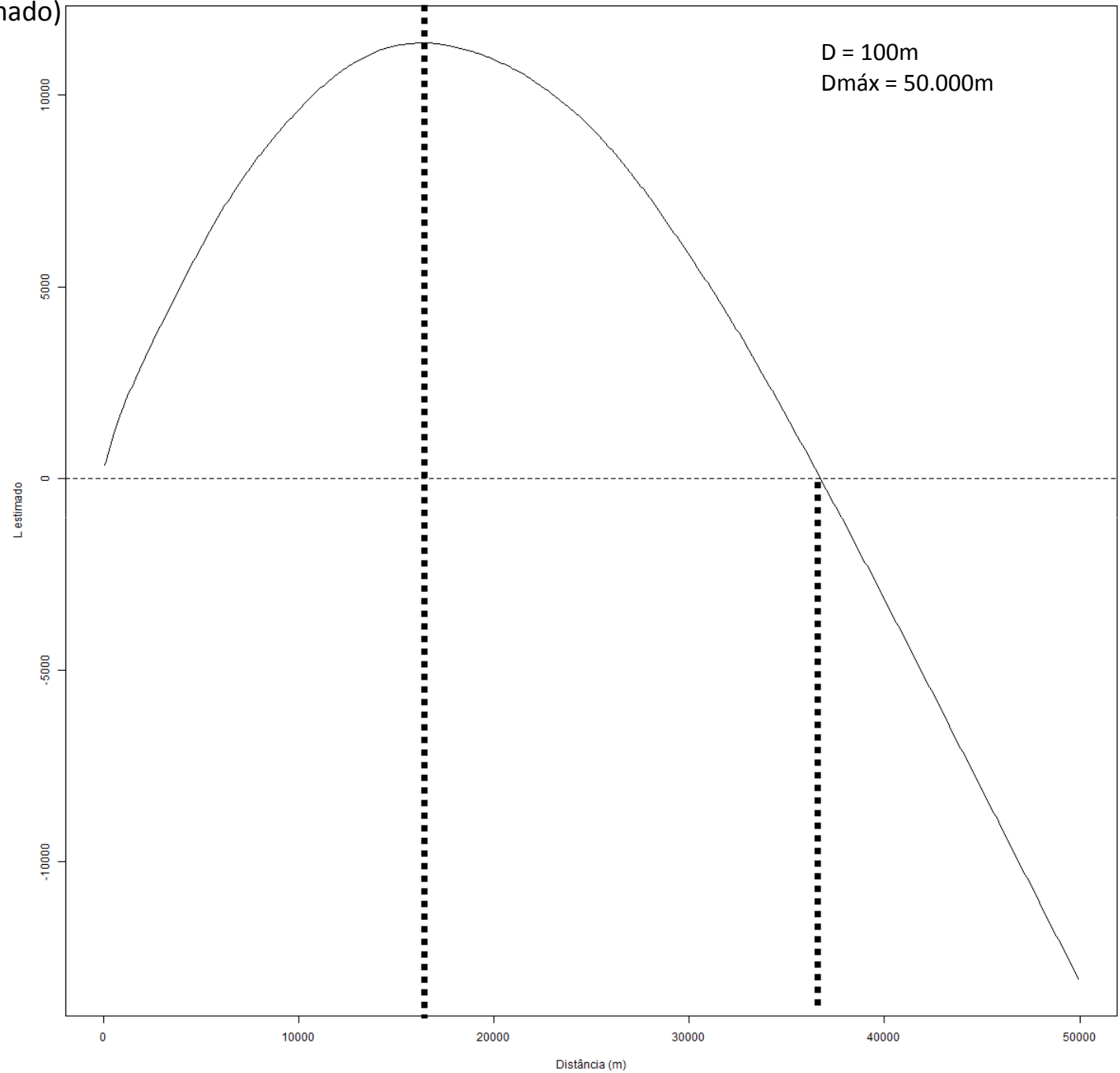


PROPRIEDADES DE 2° ORDEM
Função K de Ripley (L estimado)
1 Dorm. (1985-2013)



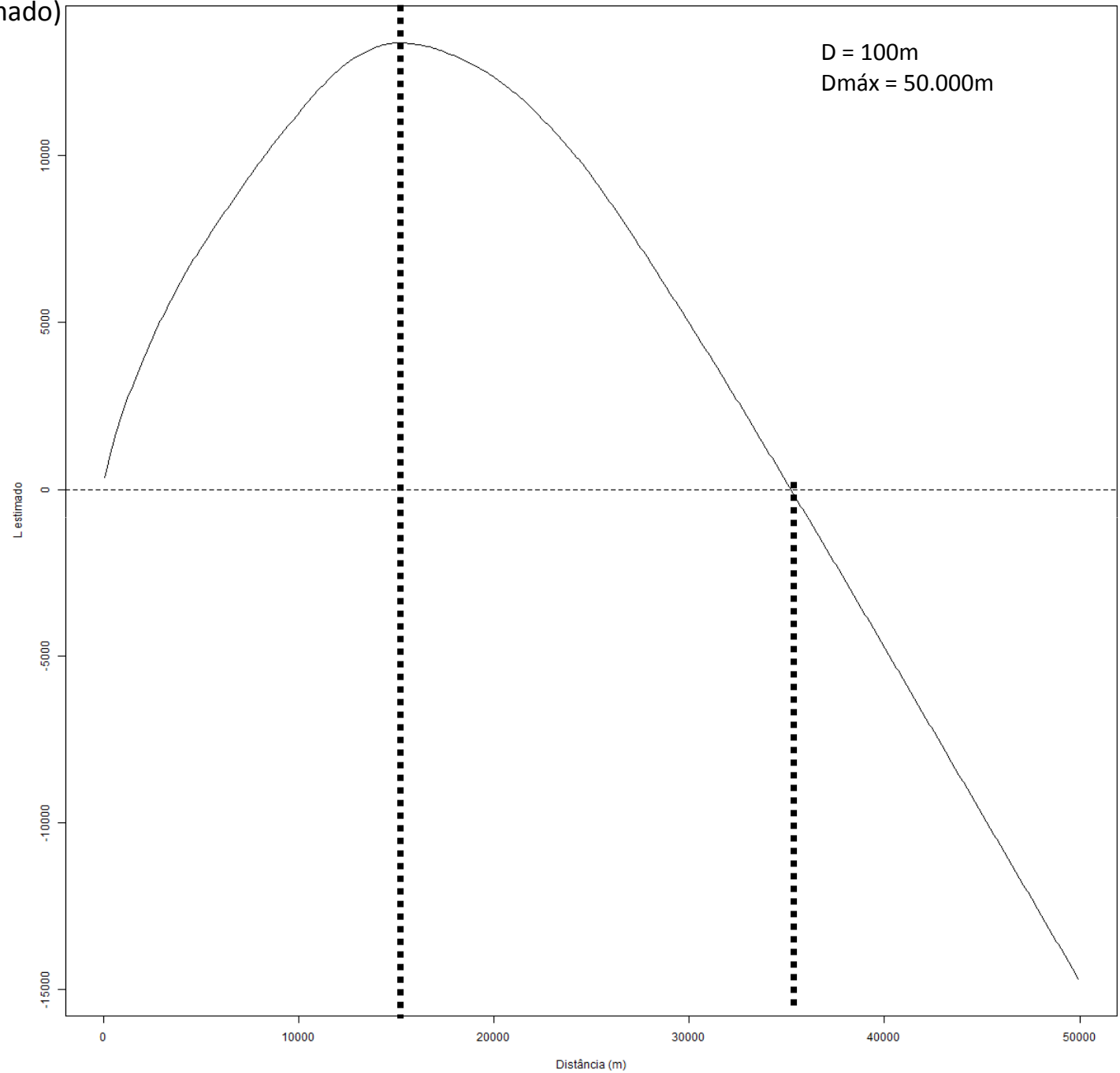
PROPRIEDADES DE 2° ORDEM
Função K de Ripley (L estimado)

2 Dorm. (1985-2013)



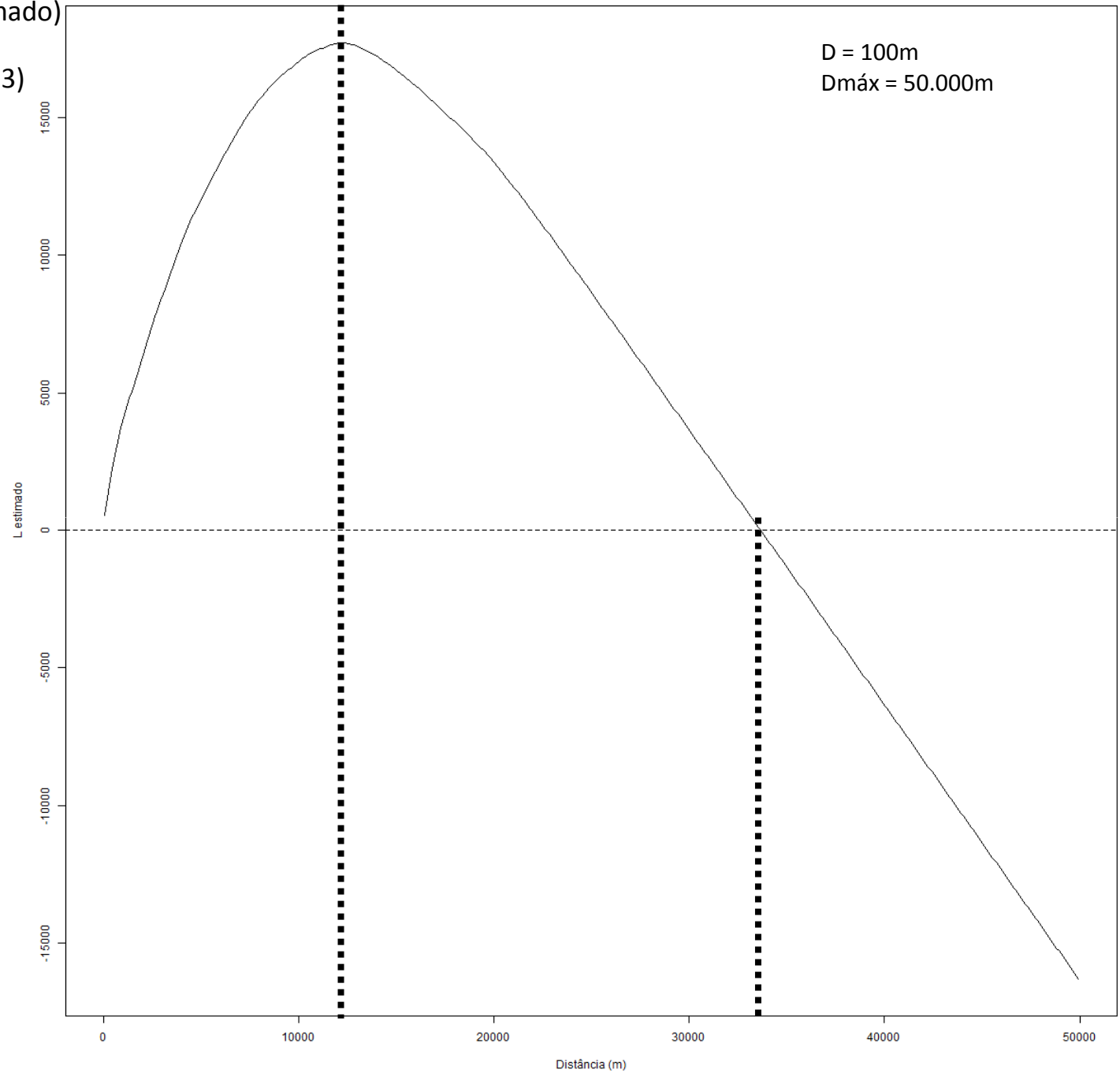
PROPRIEDADES DE 2° ORDEM
Função K de Ripley (L estimado)

3 Dorm. (1985-2013)



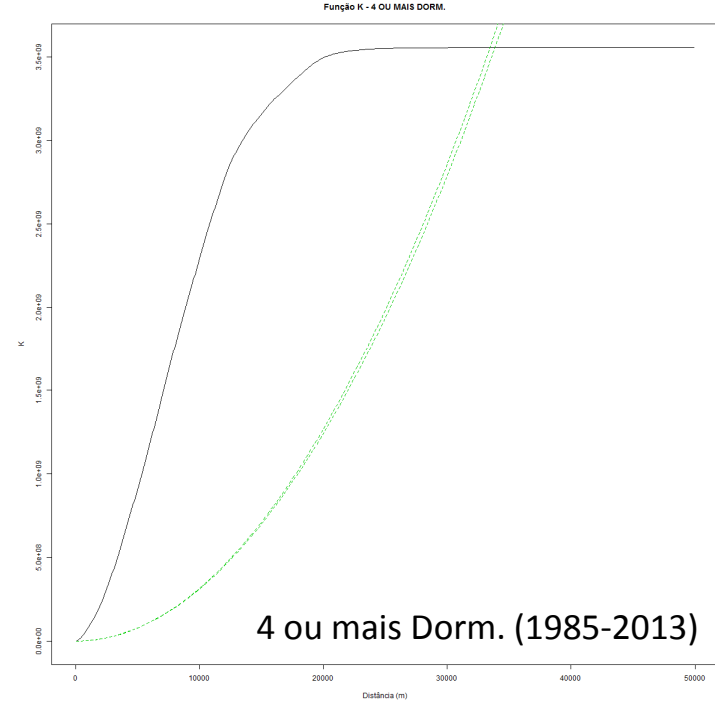
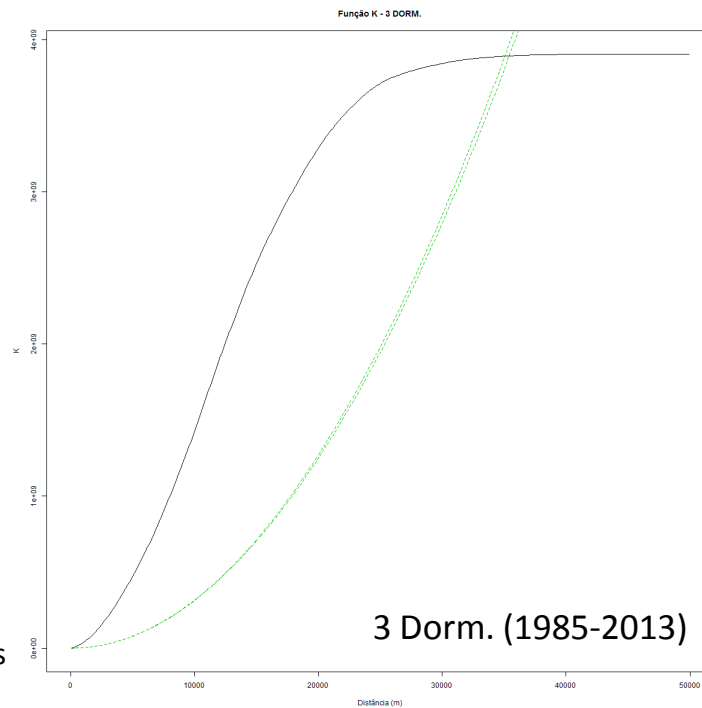
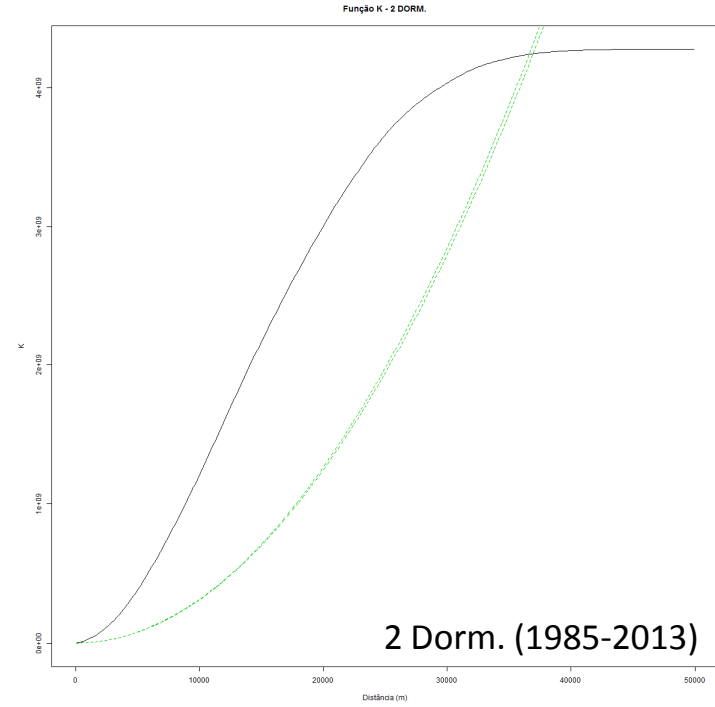
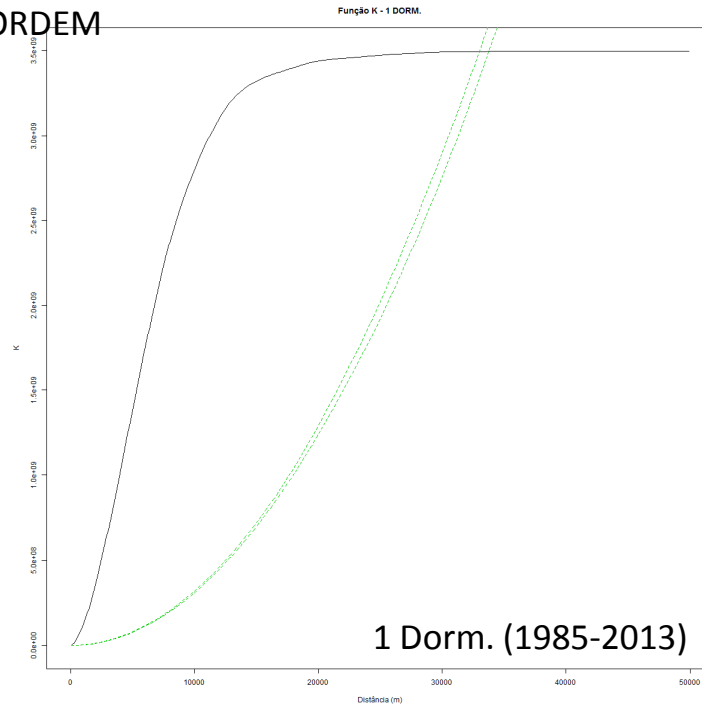
PROPRIEDADES DE 2° ORDEM
Função K de Ripley (L estimado)

4 ou mais Dorm. (1985-2013)



PROPRIEDADES DE 2° ORDEM

Função K de Ripley



Valores de K
— Dados reais
- - - Envelope de 99 simulações

PROPRIEDADES DE 2° ORDEM

Função K para agrupamento espaço-temporal

$K(h, t)$ é definida como o número esperado de eventos em uma distância h e intervalo de tempo t de um evento arbitrário, escalada pelo número esperado de eventos por unidade de área e por unidade de tempo.

Se os processos incidentes no tempo e no espaço são independentes, então $K(h, t)$ deve ser igual ao produto de duas funções K , uma no espaço $K_s(h)$ e outra no tempo $K_s(t)$.

O teste de interação espaço-temporal é realizado com base nas diferenças observadas:

$$\hat{K}(h, t) - \hat{K}_s(h) \hat{K}_s(t)$$

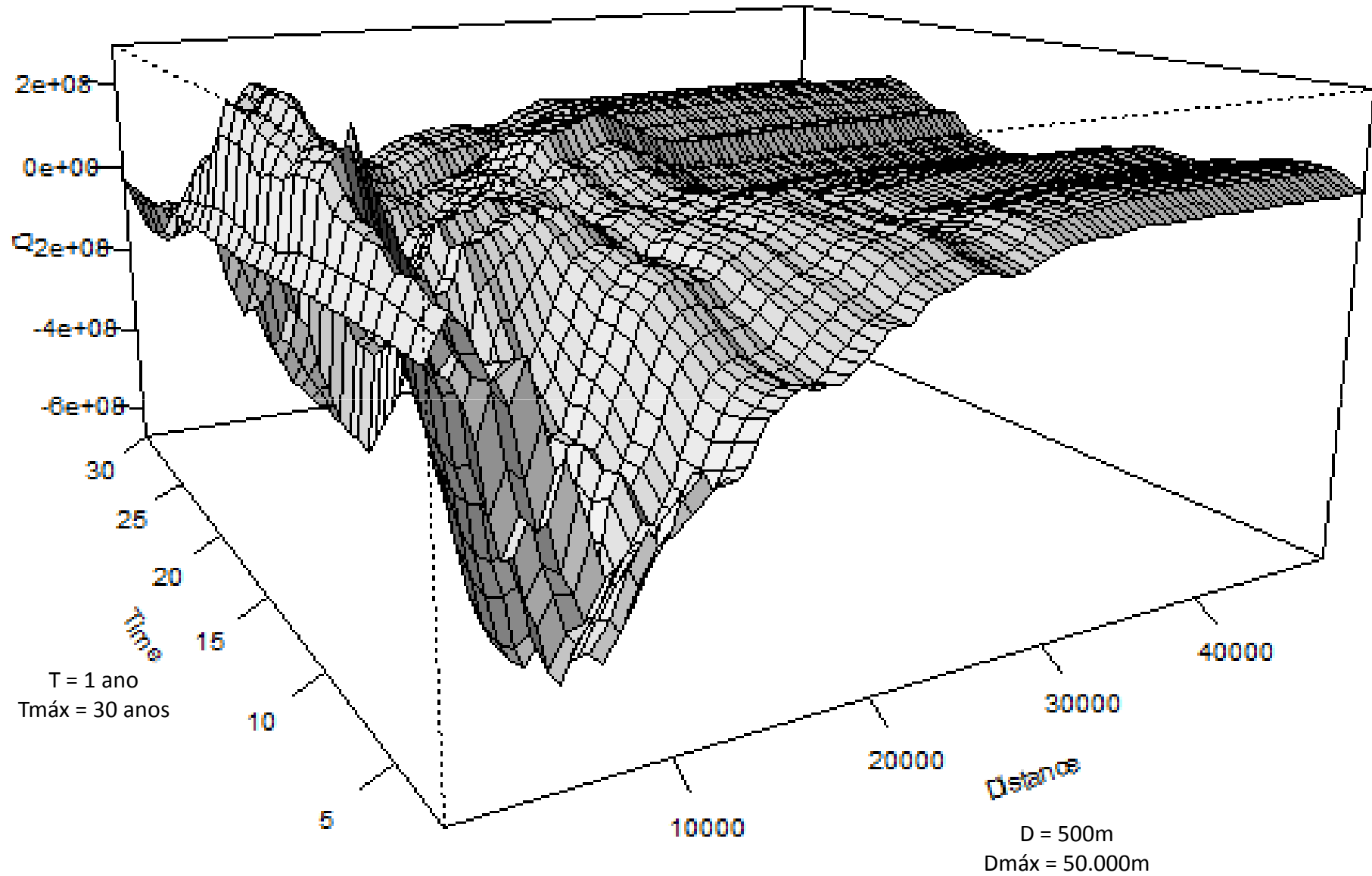
$$D(h, t) = \hat{K}(h, t) - \hat{K}_s(h) \hat{K}_s(t)$$

(BAYLEY; GATRELL, 1995)

BAILEY, T. C.; GATRELL, A. C.
**Interactive Spatial Data
Analysis.** London: Longman
Scientific and Technical, 1995

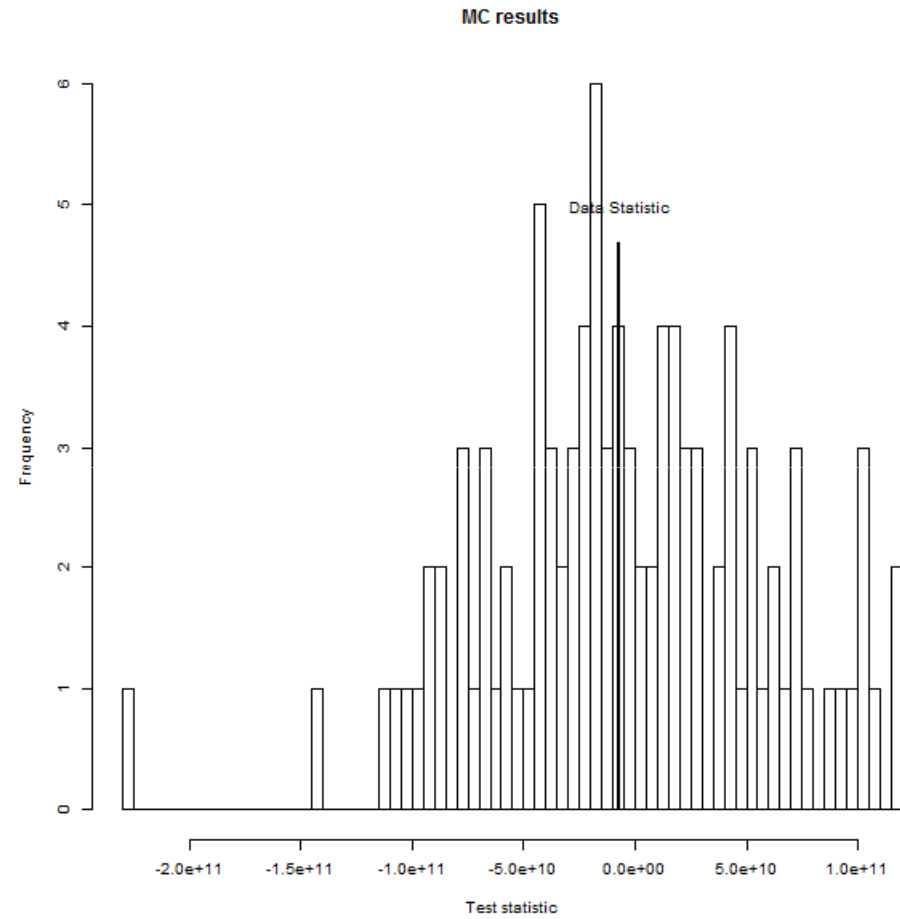
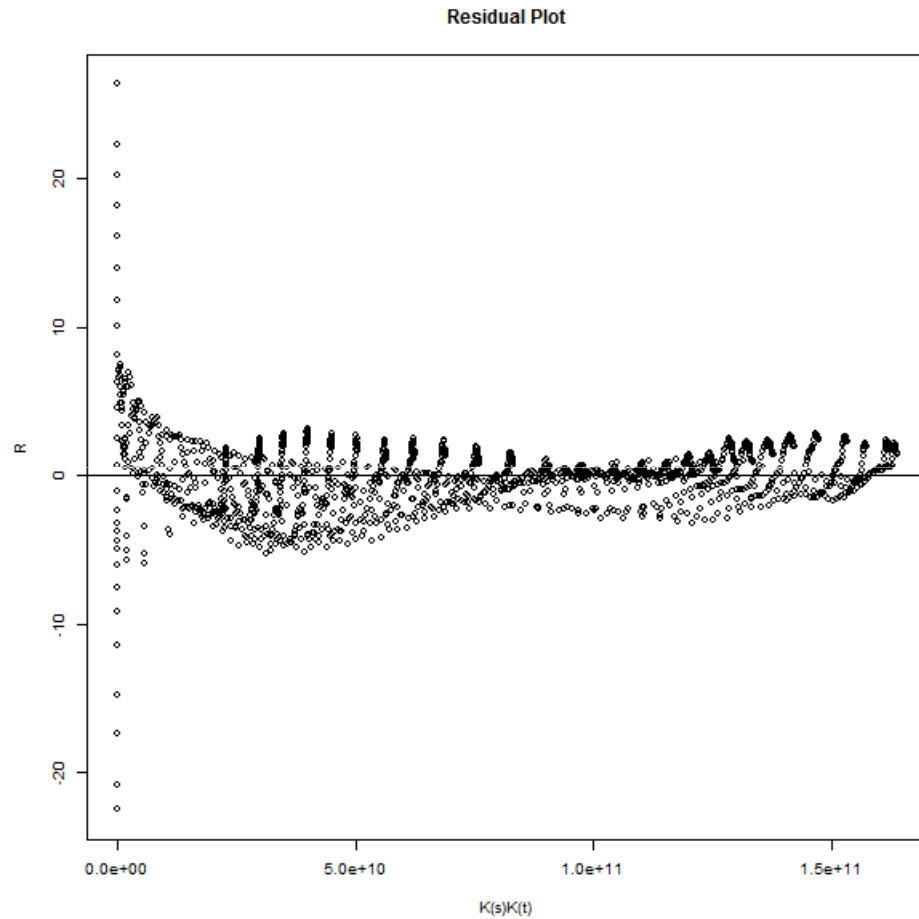
PROPRIEDADES DE 2° ORDEM
Função K para agrupamento espaço-temporal

1 Dorm. (1985-2013)



PROPRIEDADES DE 2° ORDEM
Função K para agrupamento espaço-temporal

1 Dorm. (1985-2013)



Não há agrupamento espaço-temporal significativo.

PROPRIEDADES DE 2° ORDEM
Função K de Ripley (L estimado)

In seeking to understand 'pattern' in observed spatial data, it is important to appreciate that this might arise either from region-wide 'trends' (first-order variation) or from correlation structures (second-order variation), or from a mixture of both.

(GATRELL *et al.*, 1996, p. 259)

K function characterizes the second-order properties of a stationary point process.

However, if we estimate a K function in a situation where there are large-scale first-order effects – in other words, where **intensity varies greatly across the study region** – then any spatial dependence indicated by the estimated K function could be due more to these first-order effects rather than to interaction between the events themselves.

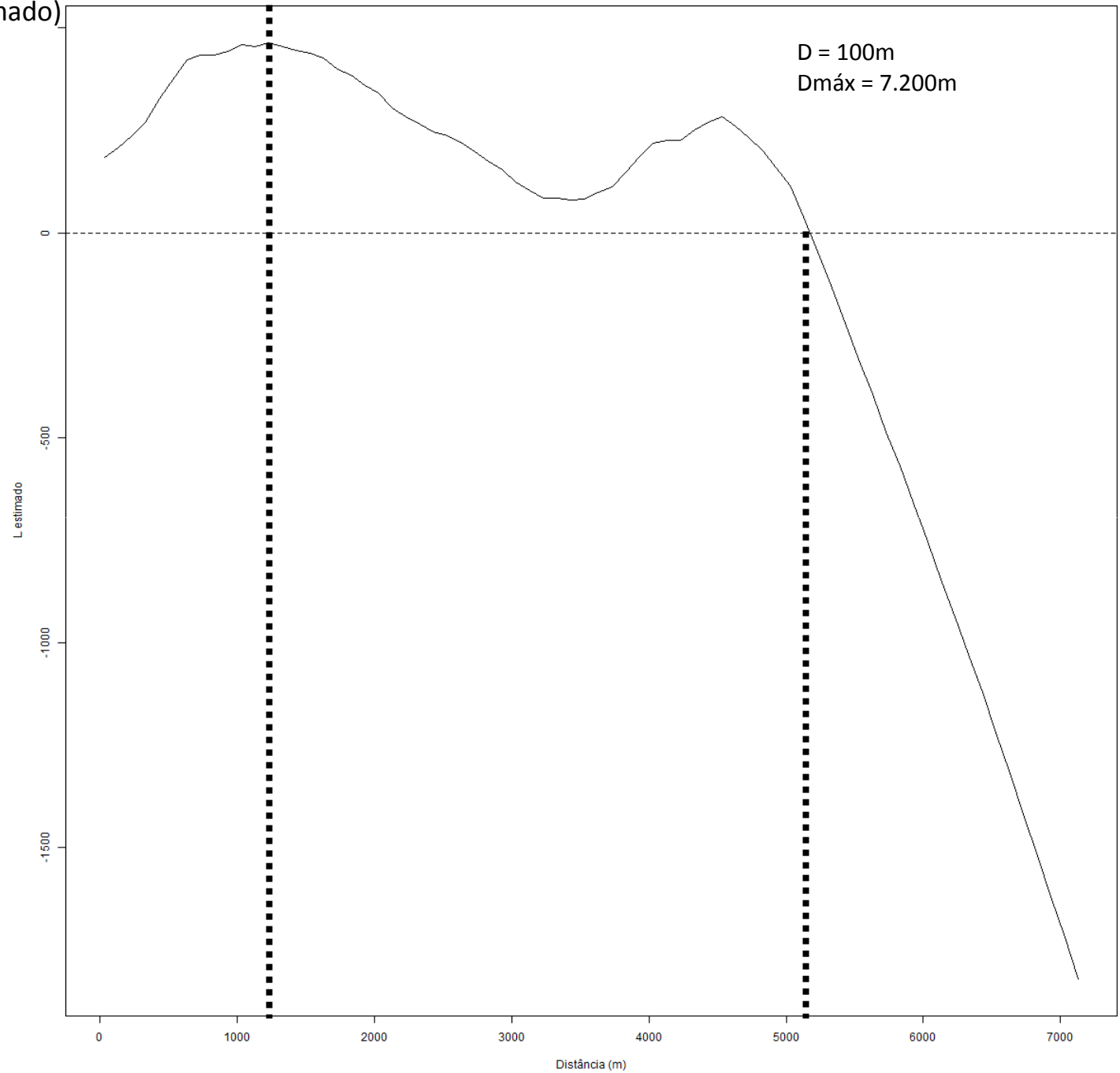
We may have to adopt an explanation which acknowledges some overall first-order heterogeneity and then proceed to **examine smaller sub-regions of R** for possible additional second-order effects.

(GATRELL *et al.*, 1996, p. 269)

GATRELL, A. C.; BAILEY, T. C.; DIGGLE, P. J.; ROWLINGSON, B. S. Spatial point pattern analysis and its application in geographical epidemiology. **Transactions of the Institute of British Geographers**, v. 21, p. 256–274, 1996.

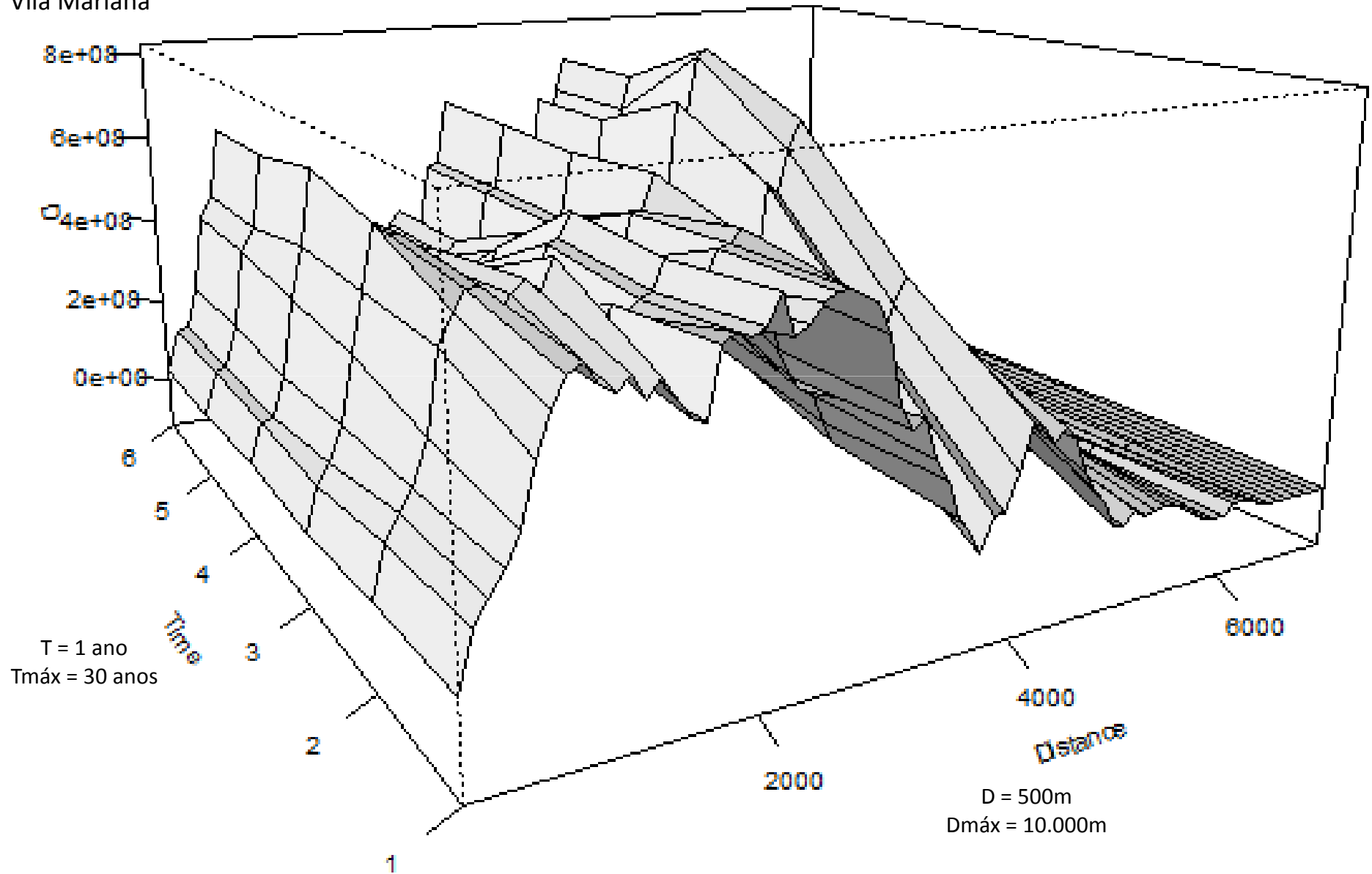
PROPRIEDADES DE 2° ORDEM
Função K de Ripley (L estimado)

1 Dorm. (1985-2013)
Vila Mariana



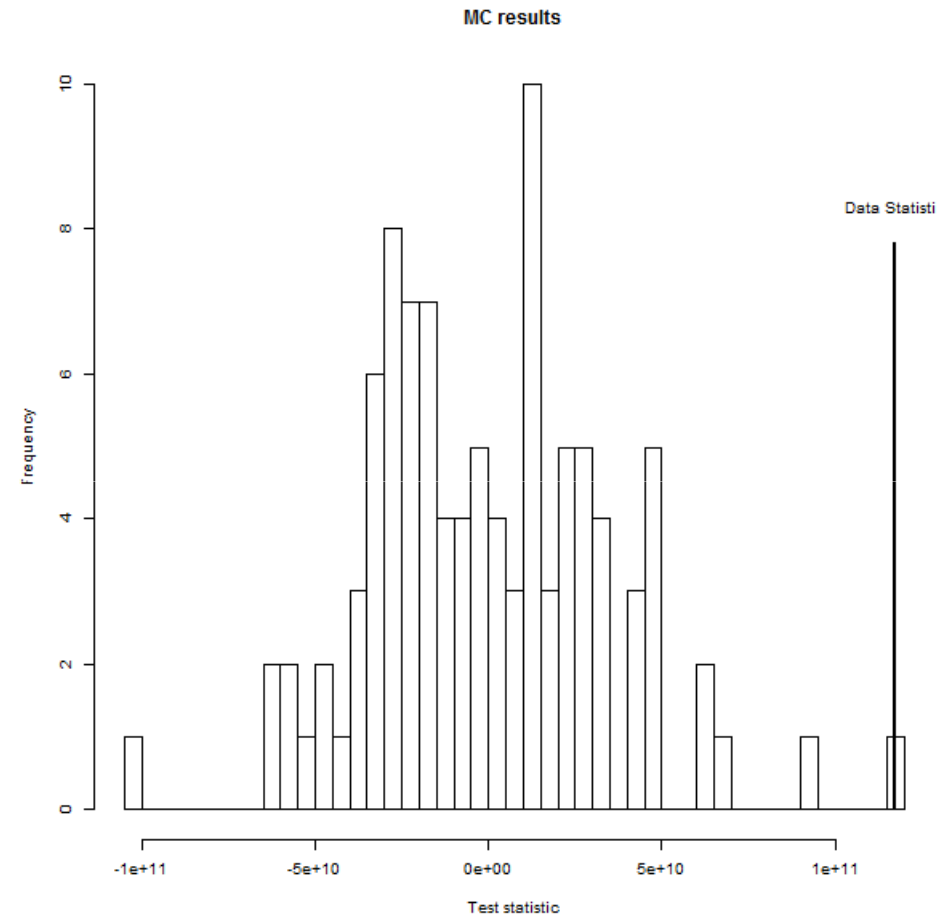
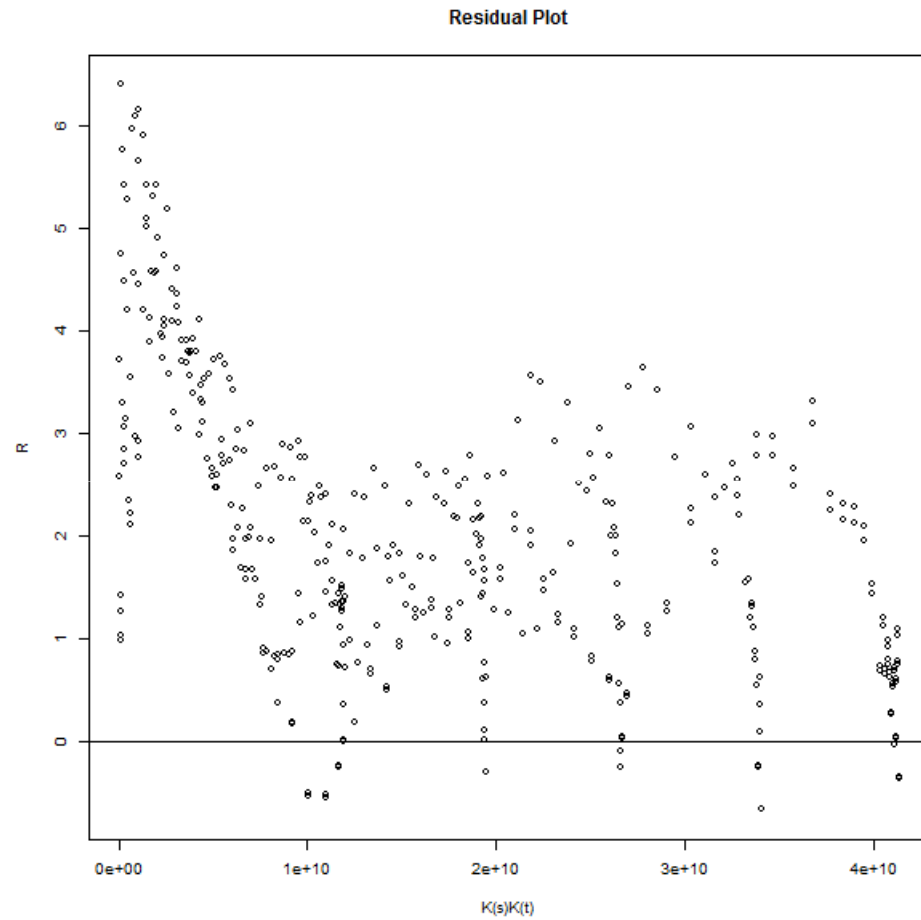
PROPRIEDADES DE 2° ORDEM
Função K para agrupamento espaço-temporal

1 Dorm. (1985-2013)
Vila Mariana



PROPRIEDADES DE 2° ORDEM
Função K para agrupamento espaço-temporal

1 Dorm. (1985-2013)
Vila Mariana



Há evidências de agrupamento espaço-temporal significativo.

CLUSTERS ESPAÇO-TEMPORAIS

CLUSTERS ESPAÇO-TEMPORAIS

The space-time scan statistic is defined by a cylindrical window with a circular (or elliptic) geographic base and with height corresponding to time.

The cylindrical window is then moved in space and time, so that for each possible geographical location and size, it also visits each possible time period.

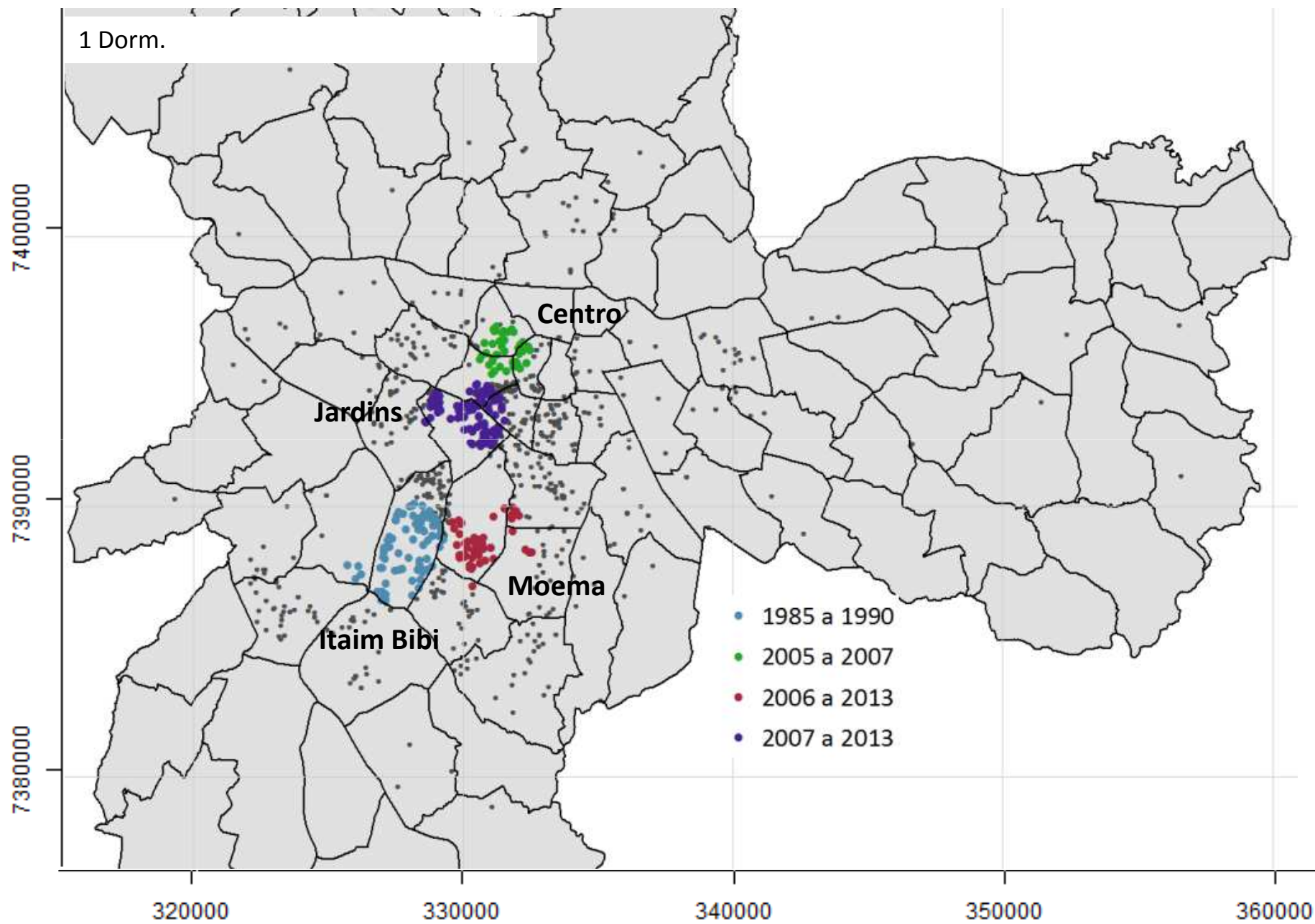
In effect, we obtain an infinite number of overlapping cylinders of different size and shape, jointly covering the entire study region, where each cylinder reflects a possible cluster.

(KULLDORFF, 2010)

KULLDORFF, M. (2010),
SaTScan™ User Guide
for version 9.0. Available at
<<http://www.satscan.org>>

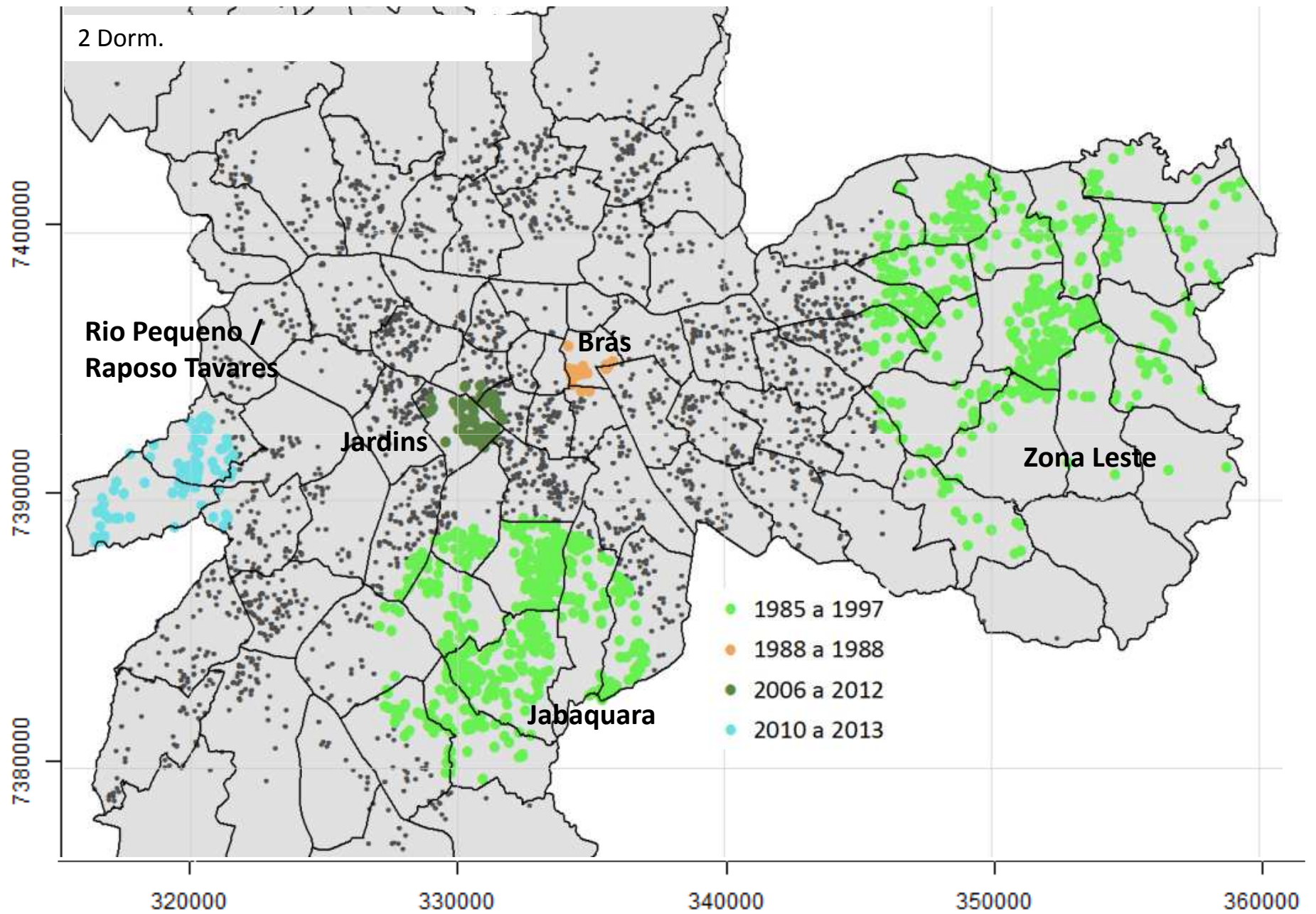
CLUSTERS ESPAÇO-TEMPORAIS

p-Value > 0,005



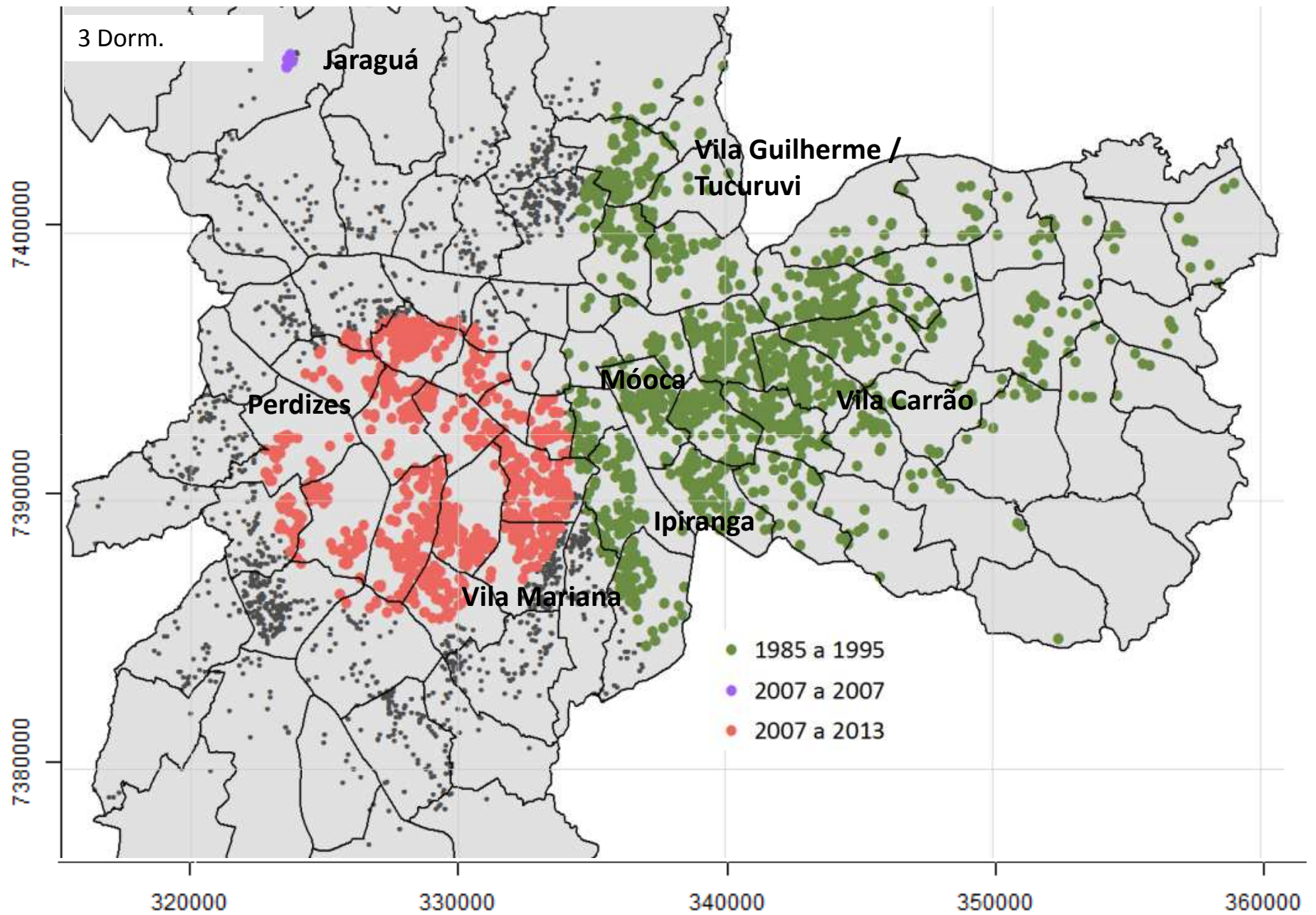
CLUSTERS ESPAÇO-TEMPORAIS

p-Value > 0,005



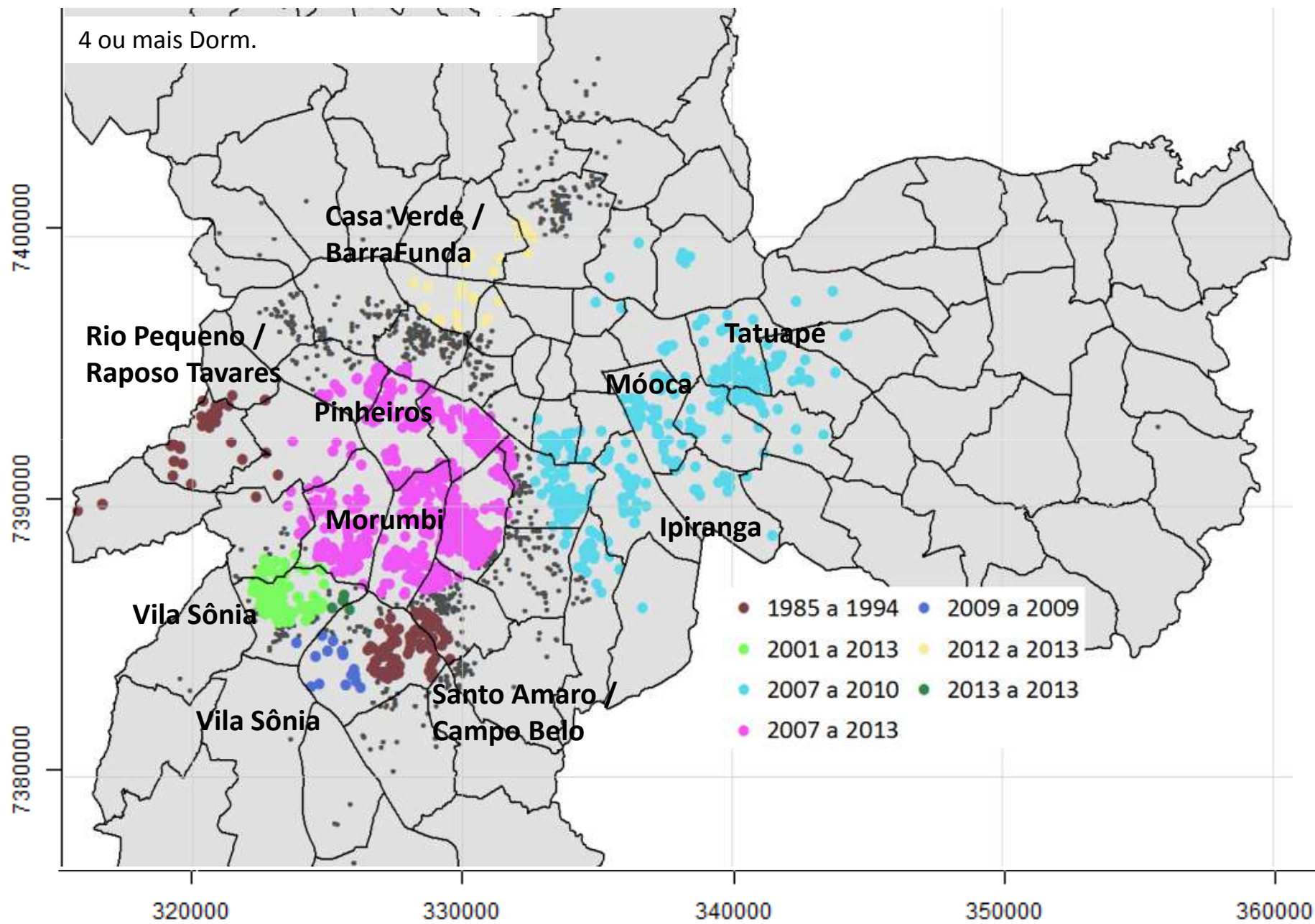
CLUSTERS ESPAÇO-TEMPORAIS

p-Value > 0,005



CLUSTERS ESPAÇO-TEMPORAIS

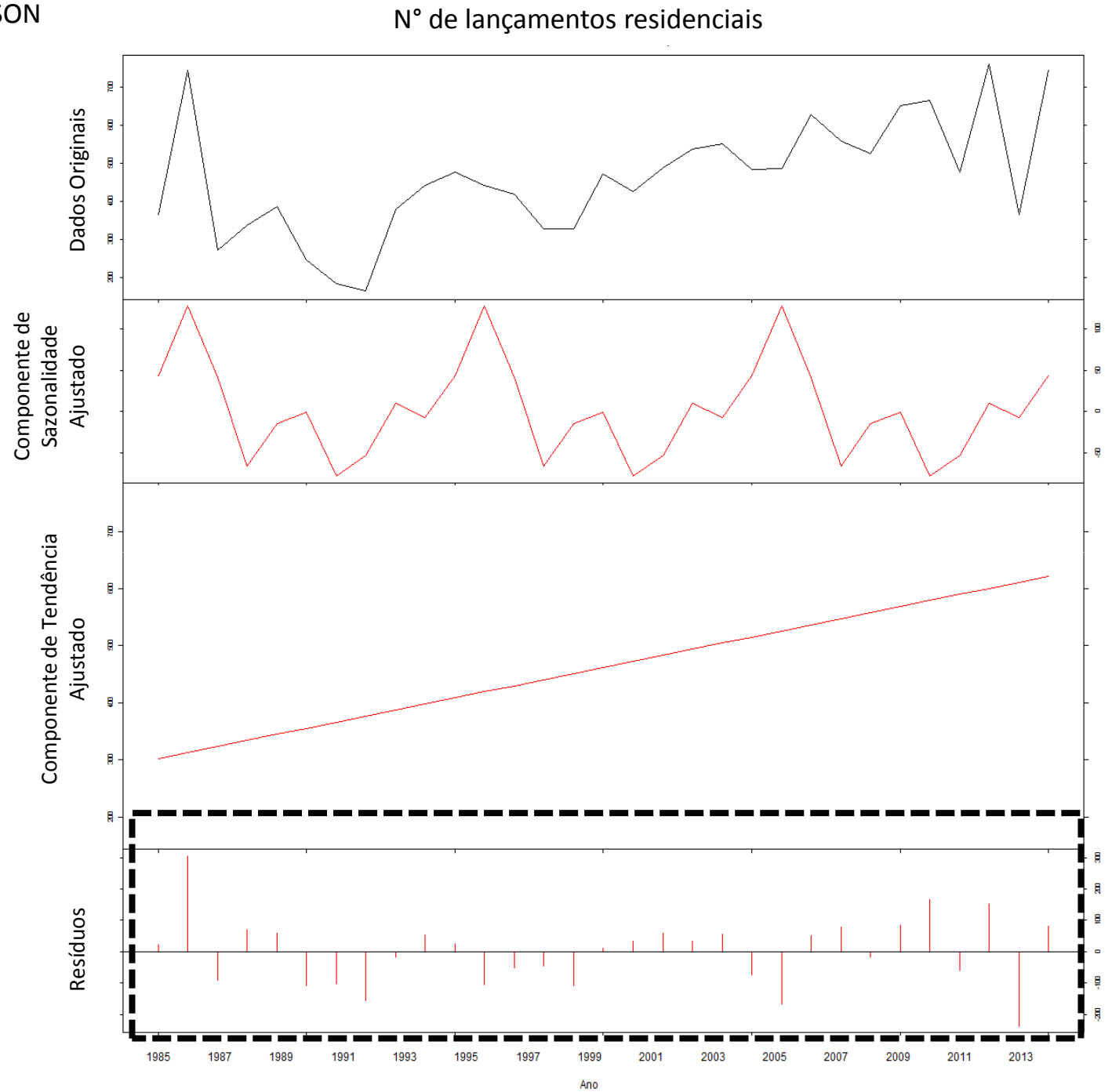
p-Value > 0,005



IDENTIFICAÇÃO DE TENDÊNCIAS TEMPORAIS

BREAKS FOR ADDITIVE SEASON AND TREND

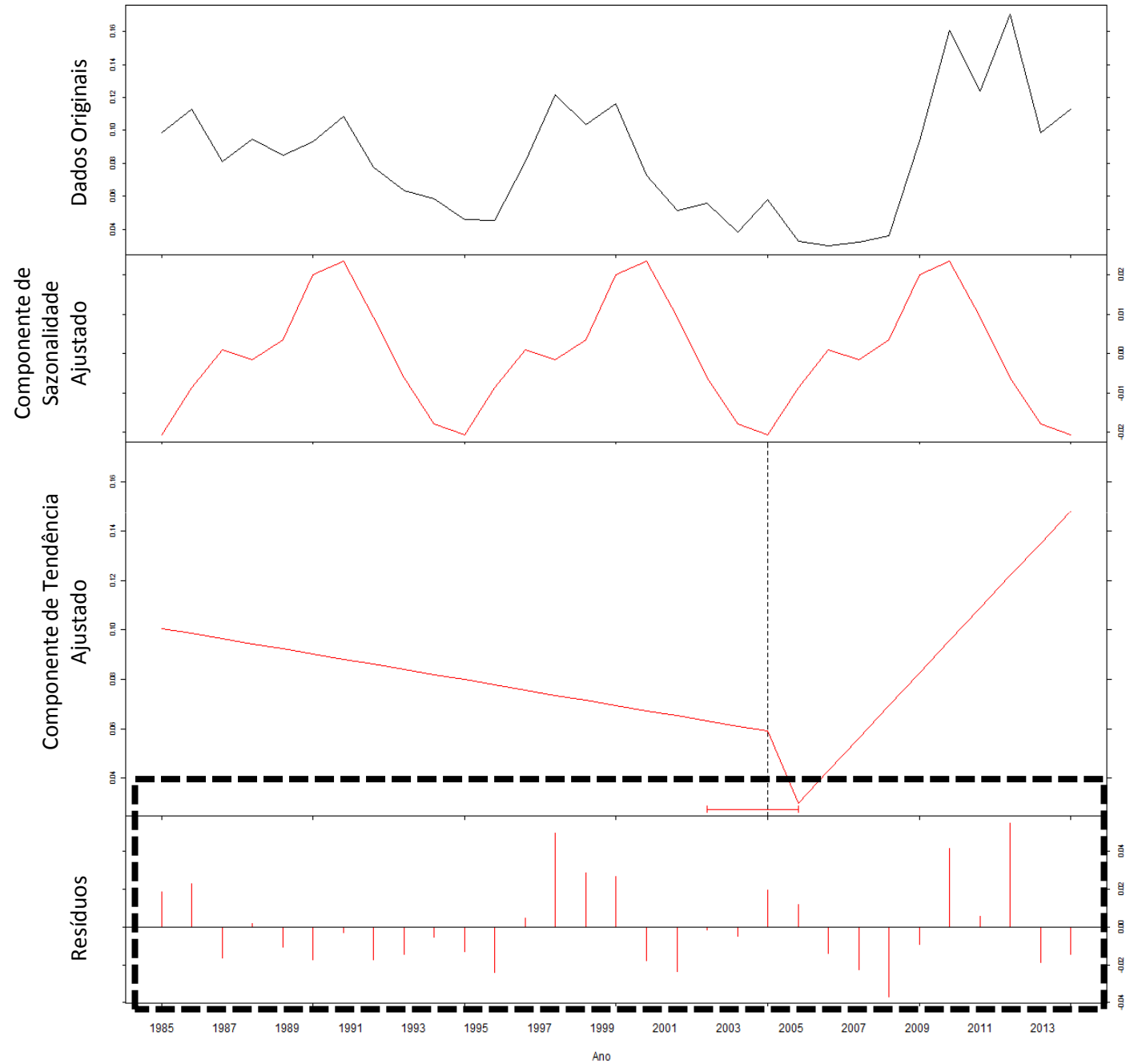
Não há sazonalidade no total de lançamentos residenciais.



BREAKS FOR ADDITIVE SEASON AND TREND

Não há sazonalidade no total de lançamentos residenciais.

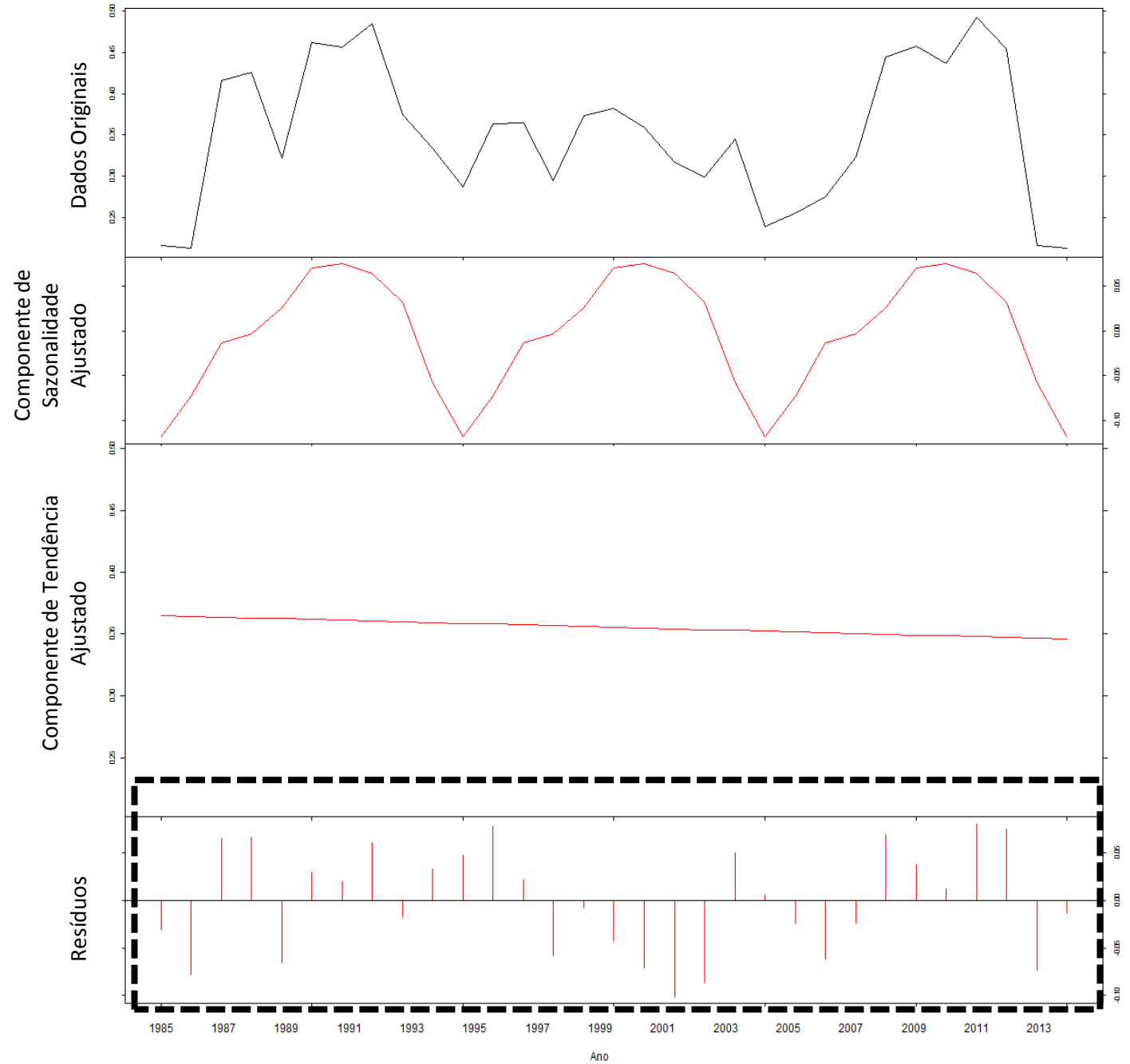
% de lançamentos residenciais de 1 dorm.



BREAKS FOR ADDITIVE SEASON
AND TREND

Não há sazonalidade no
total de lançamentos
residenciais.

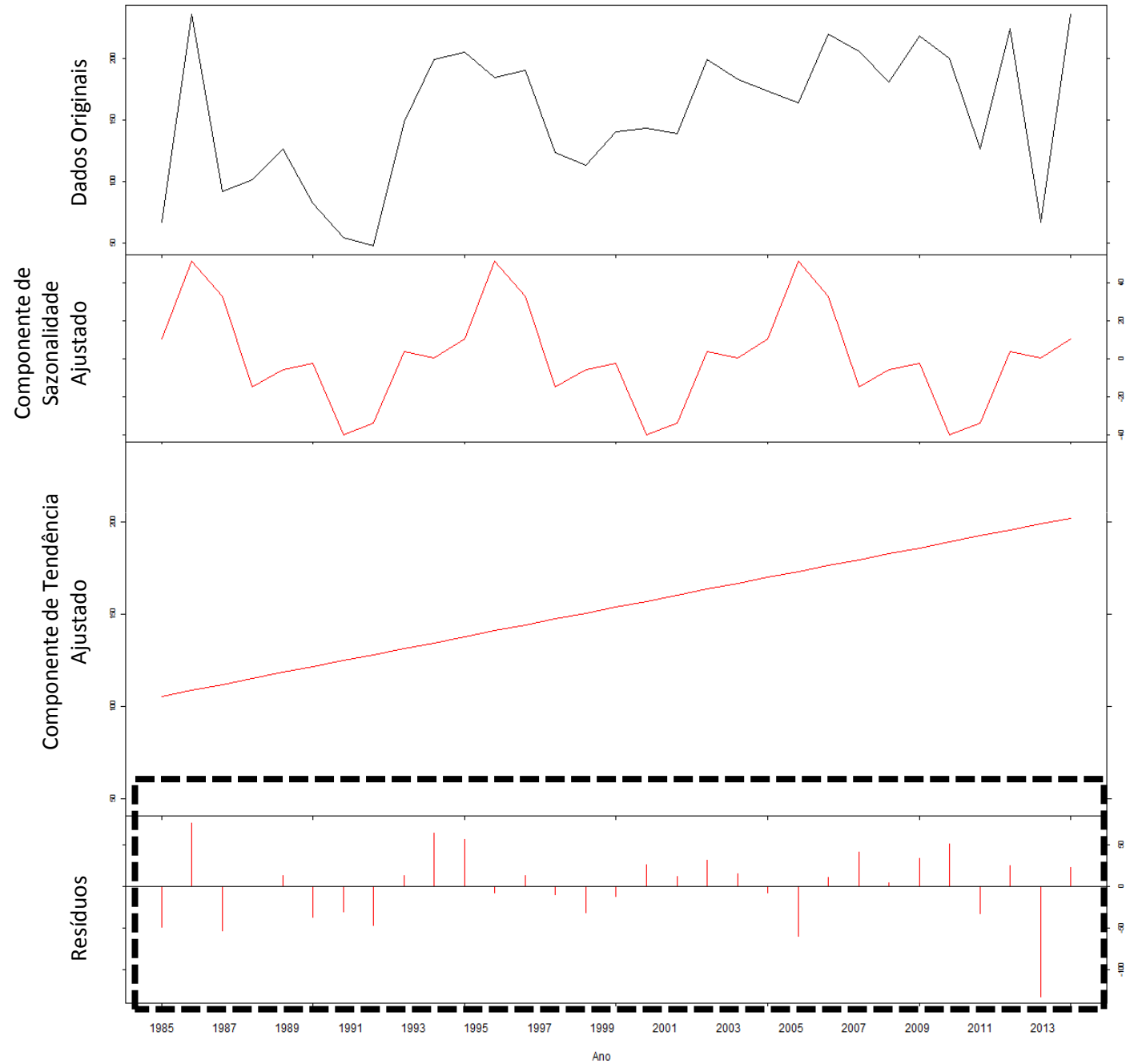
% de lançamentos residenciais de 2 dorm.



BREAKS FOR ADDITIVE SEASON
AND TREND

Não há sazonalidade no
total de lançamentos
residenciais.

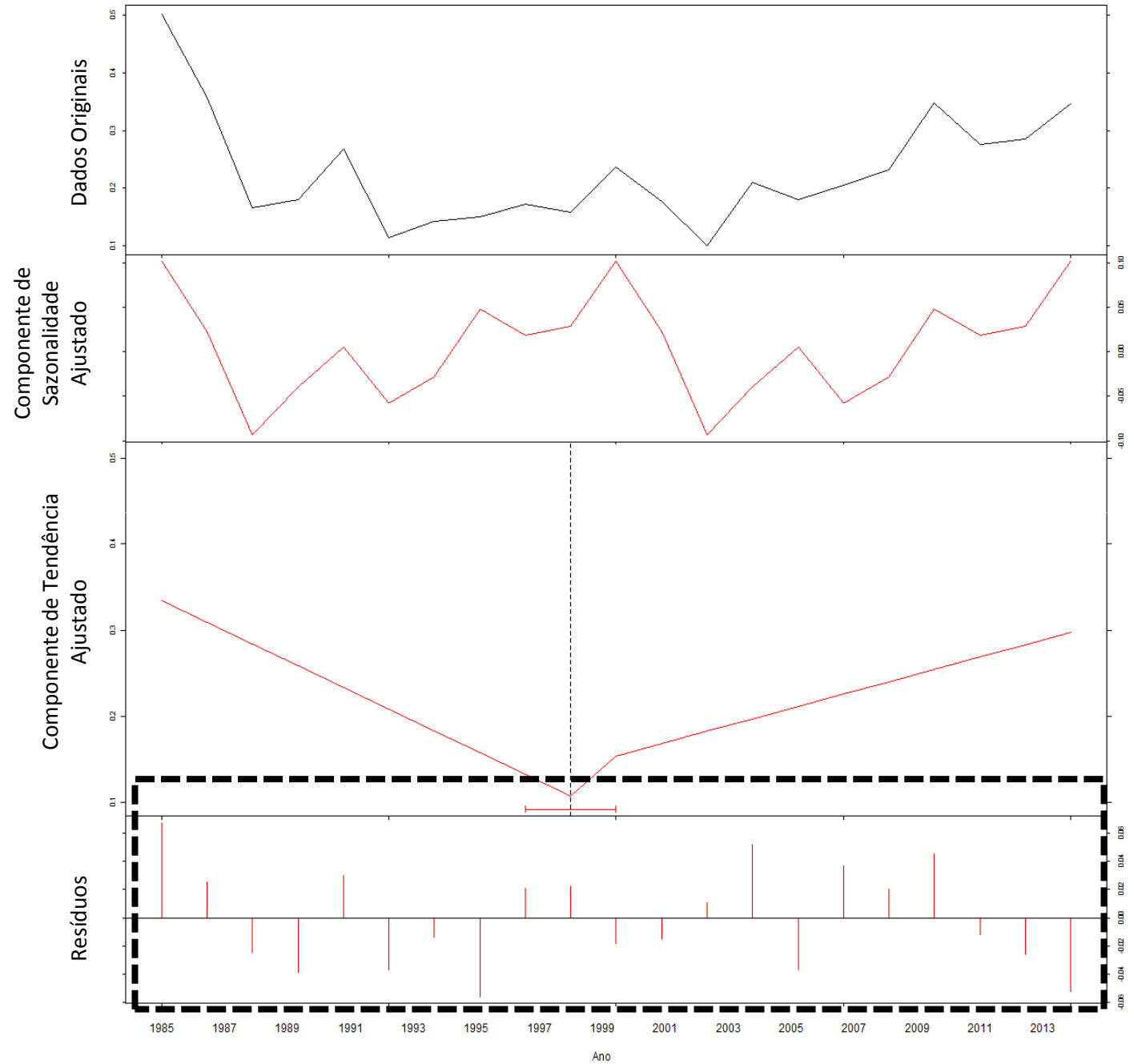
% de lançamentos residenciais de 3 dorm.



BREAKS FOR ADDITIVE SEASON AND TREND

Não há sazonalidade no total de lançamentos residenciais.

% de lançamentos residenciais de 4 ou mais dorm.



1 Dormitório

- Total = 1.082 unid.
- Mín. = 13 em 1992
- Máx. = 130 em 2013
- Média = 37,3 unid./ano
- Mediana = 28 unid.
- Desvio padrão = 27,6 unid.

2 Dormitórios

- Total = 4.699 unid.
- Mín. = 79 em 1985
- Máx. = 346 em 2013
- Média = 162,0 unid./ano
- Mediana = 153 unid.
- Desvio padrão = 64,9 unid.

3 Dormitórios

- Total = 4.484 unid.
- Mín. = 48 em 1992
- Máx. = 236 em 1986
- Média = 154,6 unid./ano
- Mediana = 164 unid.
- Desvio padrão = 53,8 unid.

4 Dormitórios

- Total = 2.983 unid.
- Mín. = 25 em 1992
- Máx. = 266 em 1986
- Média = 102,9 unid./ano
- Mediana = 78 unid.
- Desvio padrão = 61,9 unid.

Nº de lançamentos residenciais por ano por nº de dormitórios

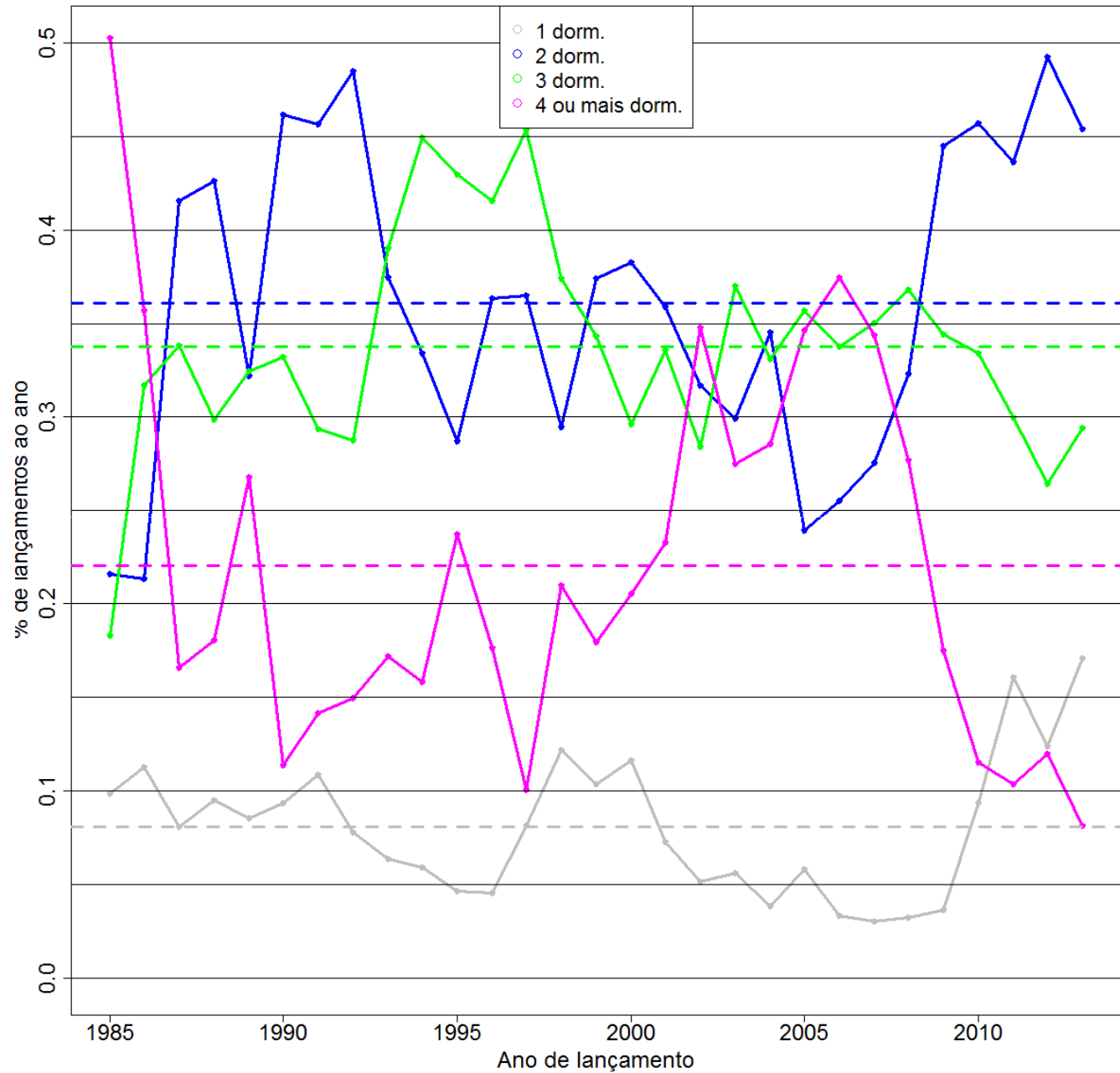


% de lançamentos residenciais por ano por nº de dormitórios

Admitindo que o padrão geral é:

- maior número de lançamentos de 2 dormitórios;
- lançamentos de 3 dormitórios ligeiramente inferior;
- lançamentos de 4 ou mais dormitórios estão na 3ª posição;
- lançamentos de 1 dormitório em menor número,

quando esse padrão é desobedecido?



STRUCTURAL CHANGES

Procedure to test or assess deviations from stability in the classical linear regression model.

In many applications it is reasonable to assume that there are m breakpoints, where the coefficients shift from one stable regression relationship to a different one. Thus, there are $m+1$ segments in which the regression coefficients are constant.

Breakpoints are estimated by minimizing the residual sum of squares (RSS).

(ZELEIS et al., 2002)

ZEILEIS, ACHIM; LEISCH, FRIEDRICH; HORNIK, KURT; KLEIBER, CHRISTIAN.
Strucchange: An R Package for Testing for Structural Change in Linear Regression Models. **Journal of Statistical Software**, 7(2), 1-38. URL <http://www.jstatsoft.org/v07/i02/>. 2002.

STRUCTURAL CHANGE

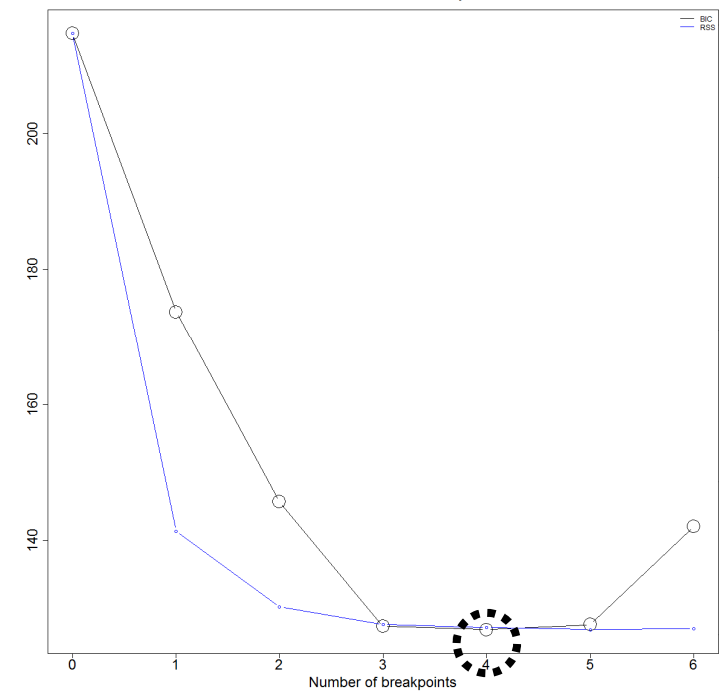
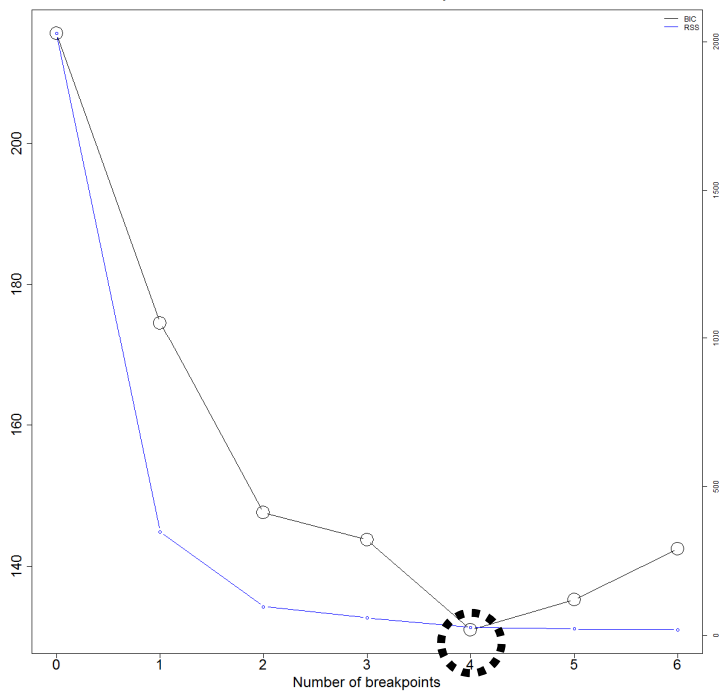
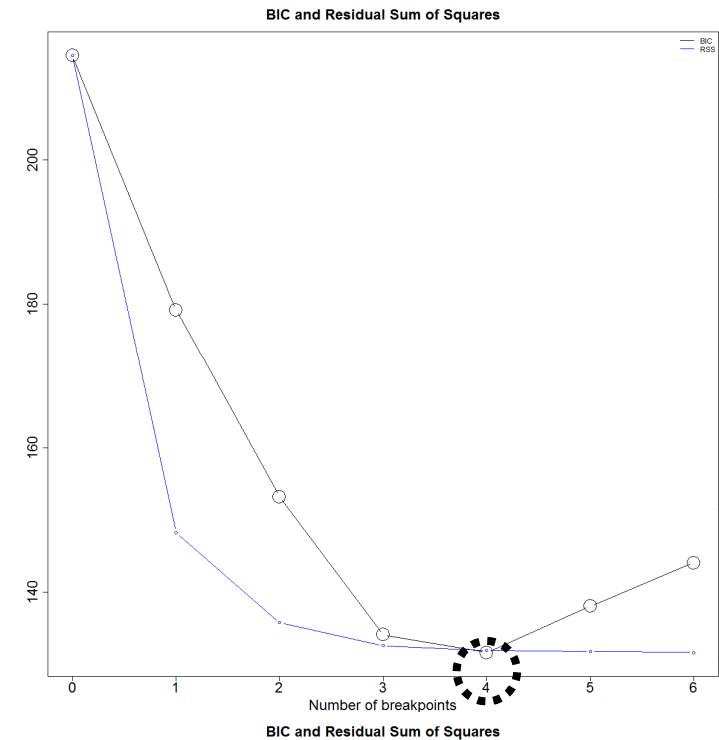
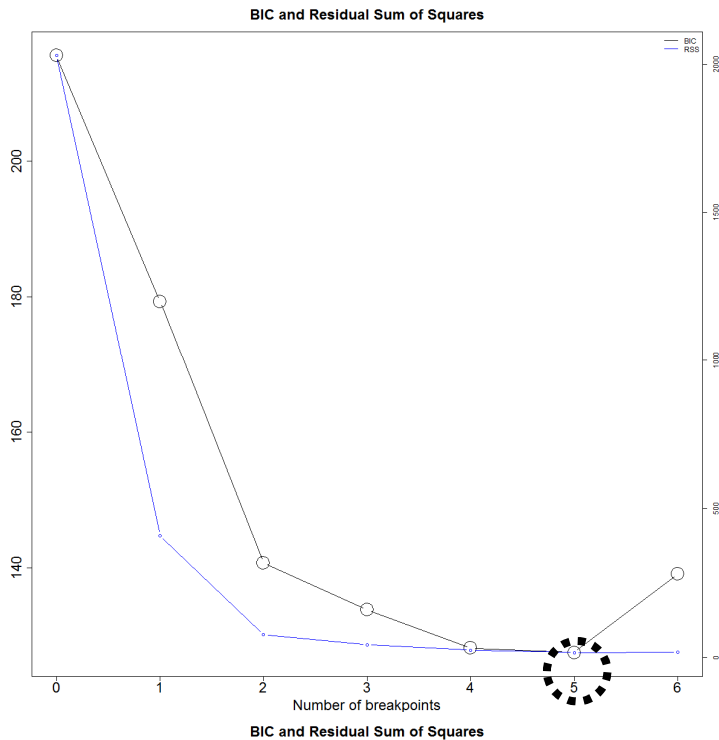
Determinação do nº de *breakpoints* pelo **Bayesian information criterion (BIC)**.

O menor valor do BIC determina o valor ótimo.

Ao adicionar parâmetros a uma relação de regressão, o ajuste do modelo tende a melhorar, às custas de uma sobre-estimação.

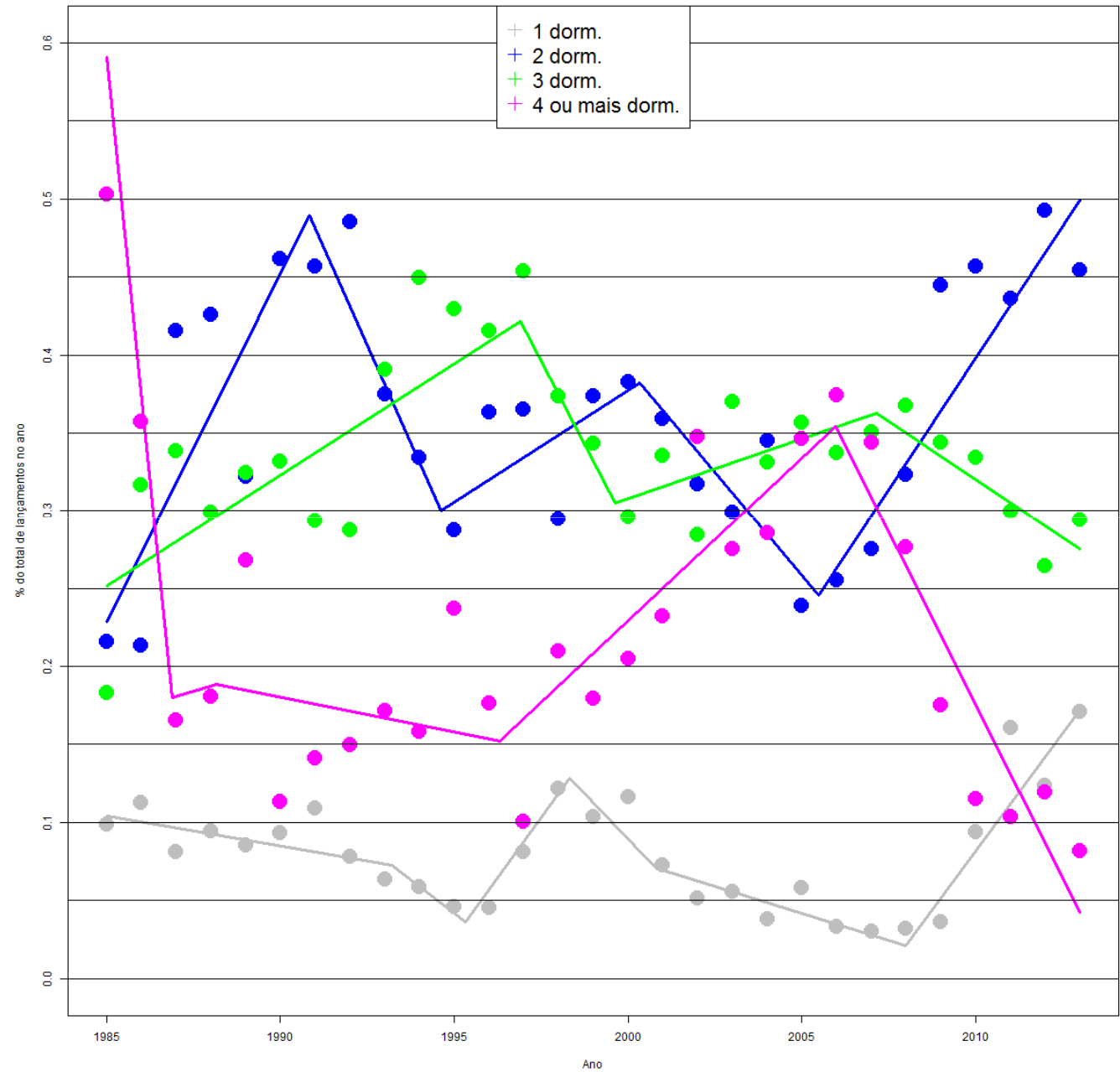
O BIC introduz um termo de penalidade para o aumento do número de parâmetros.

É um critério similar ao Akaike information criterion (AIC), com uma penalidade maior.



STRUCTURAL CHANGES

Linhas de tendência do % de lançamentos residenciais por nº de dormitórios.



STRUCTURAL CHANGES

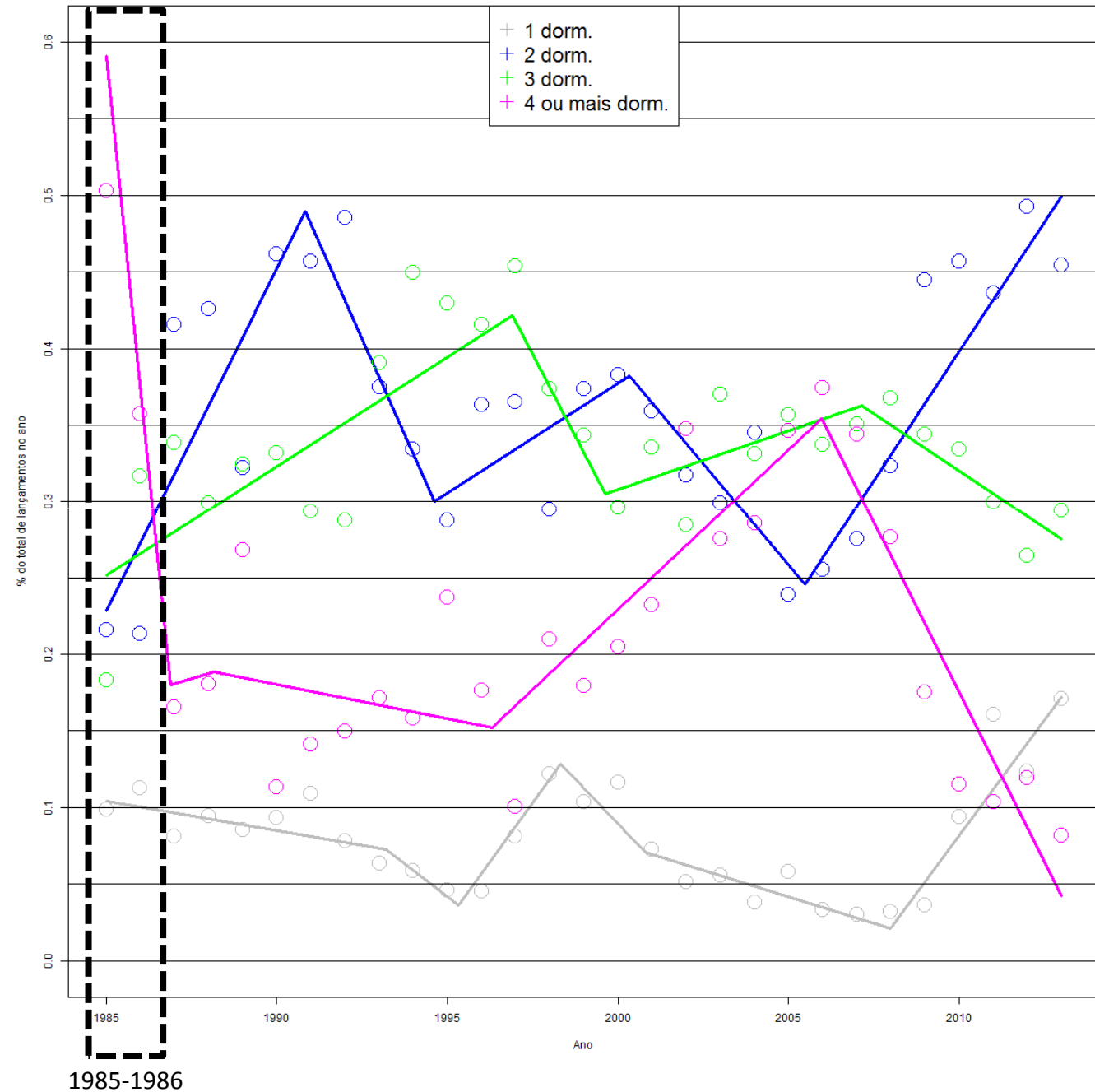
1985 - 1986

- Maior quantidade de lançamentos: 4 ou mais dormitórios.

1986

- 2a maior contingente de lançamentos: 3 dormitórios.

Linhas de tendência do % de lançamentos residenciais por nº de dormitórios.

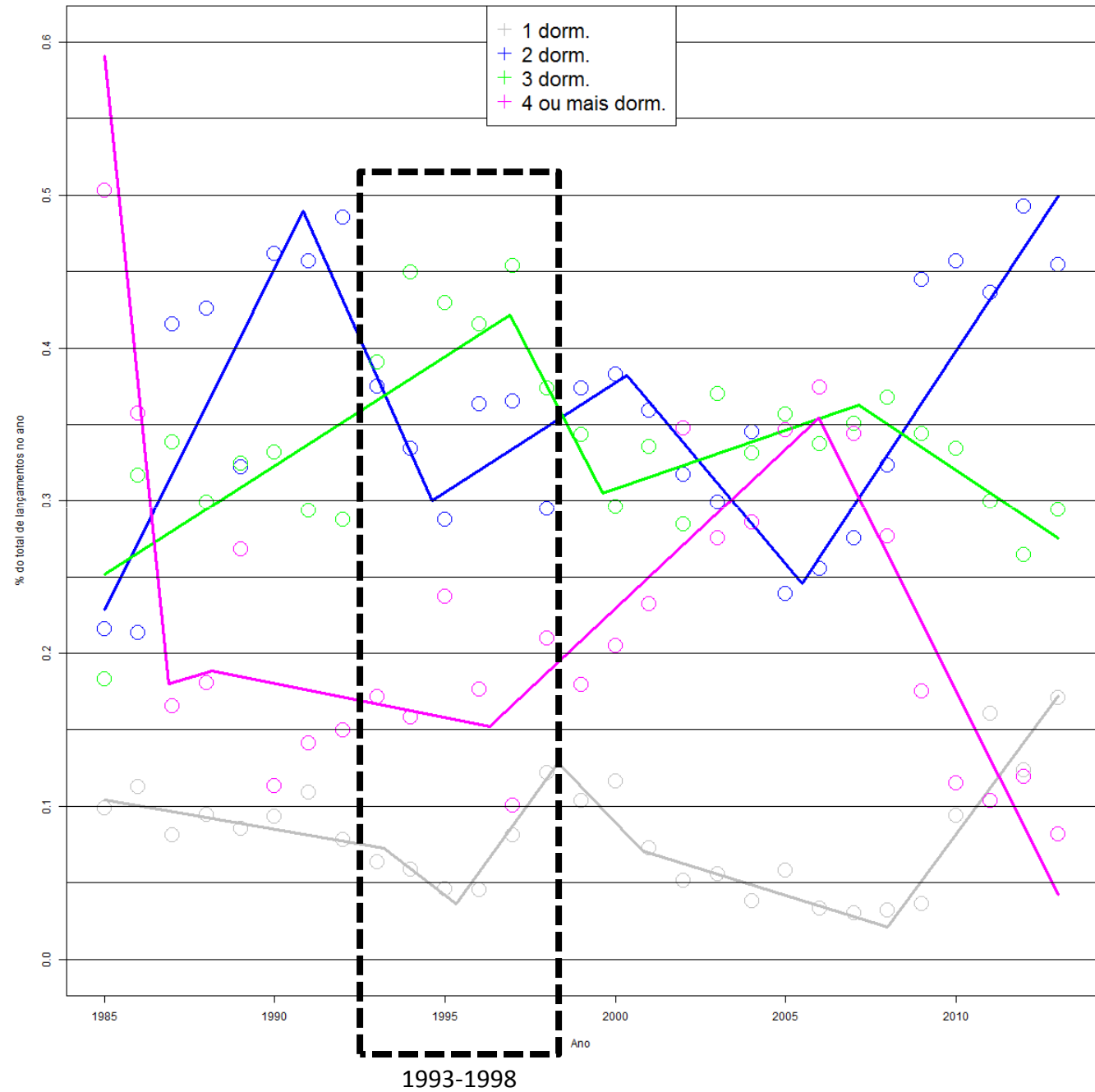


STRUCTURAL CHANGES

Linhas de tendência do % de lançamentos residenciais por nº de dormitórios.

1993 - 1998

- Maior quantidade de lançamentos : 3 dormitórios.



STRUCTURAL CHANGES

2002

- Maior quantidade de lançamentos : 4 ou mais dormitórios.

2003 e 2008

- Maior quantidade de lançamentos : 3 dormitórios.

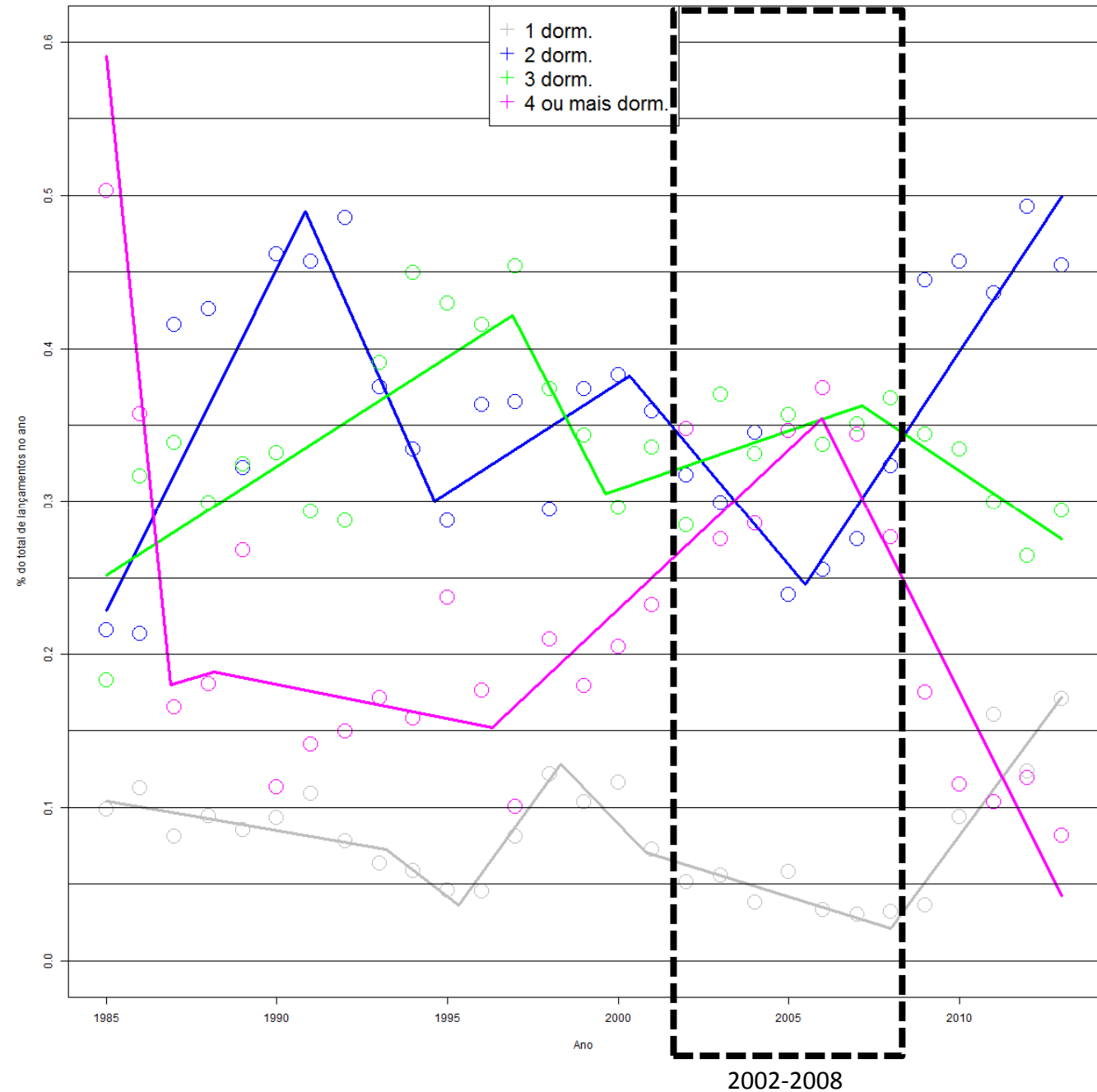
2004

- Maiores quantidade de lançamentos : 2 e 3 dormitórios.

2005, 2006, 2007

- Maiores quantidade de lançamentos : 3 e 4 ou mais dormitórios.

Linhas de tendência do % de lançamentos residenciais por nº de dormitórios.

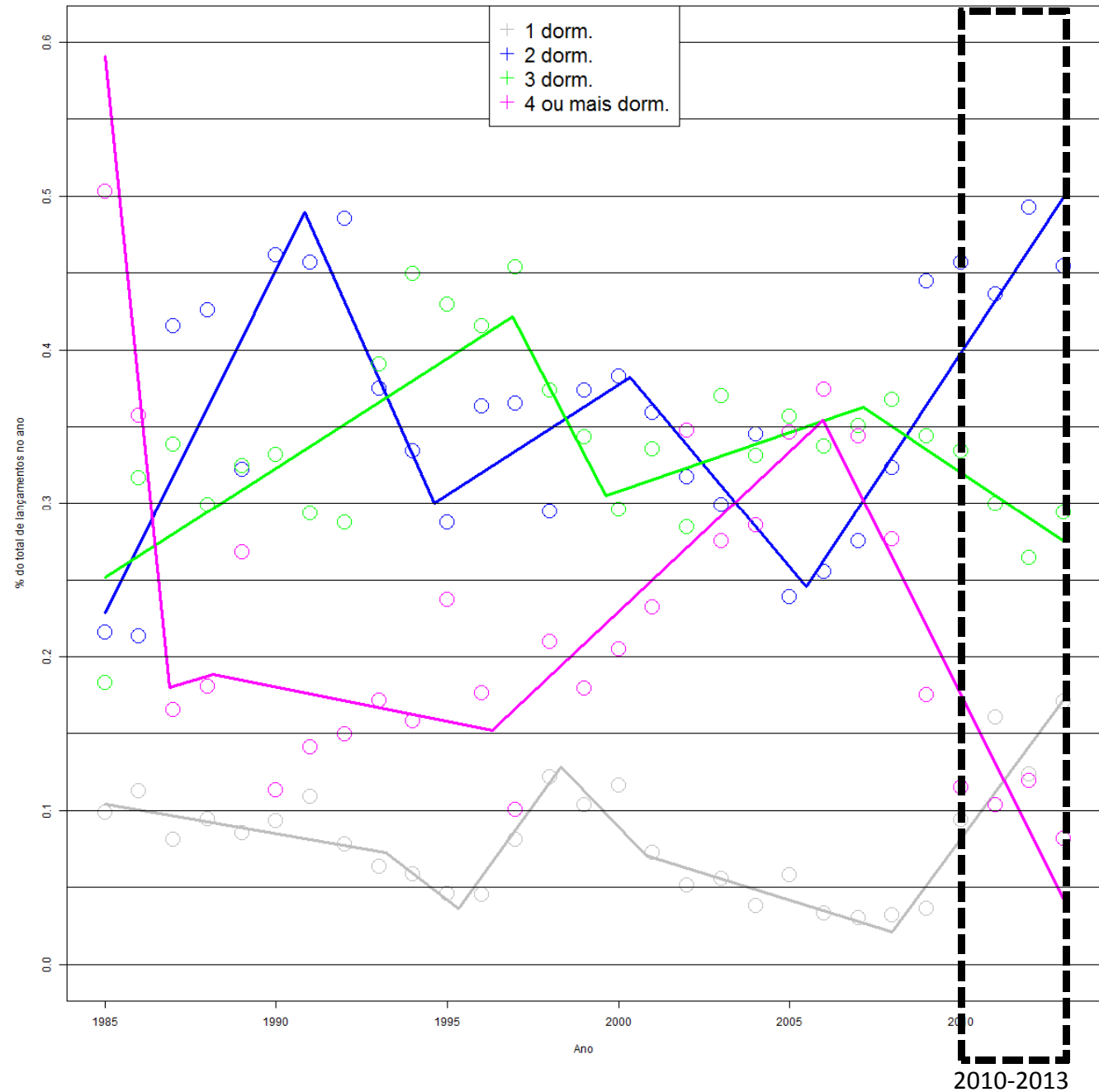


STRUCTURAL CHANGES

Linhas de tendência do % de lançamentos residenciais por nº de dormitórios.

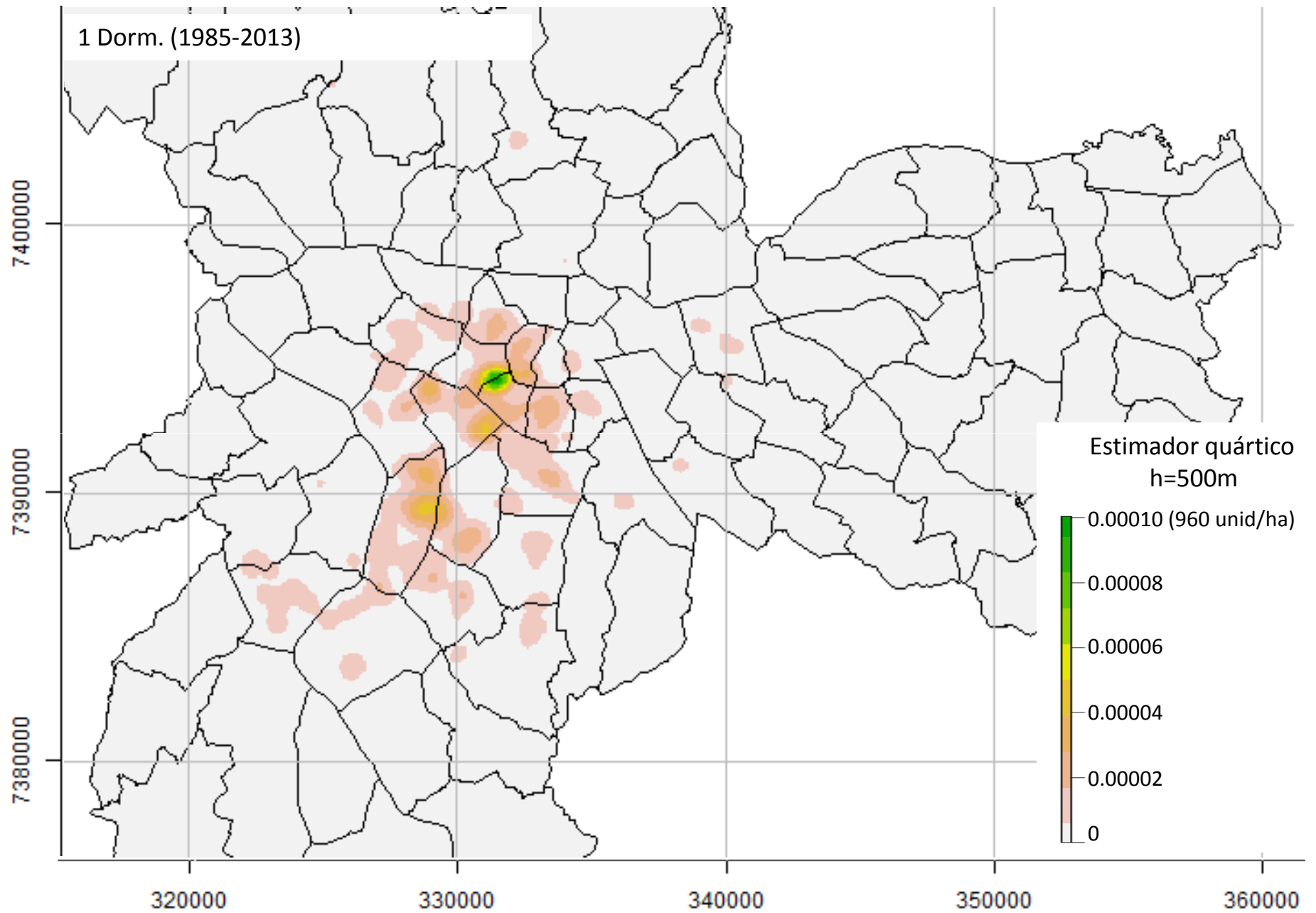
2010-2013

- Número de lançamentos de 1 dormitório é maior ou equivalente aos lançamentos de 4 ou mais dormitórios.

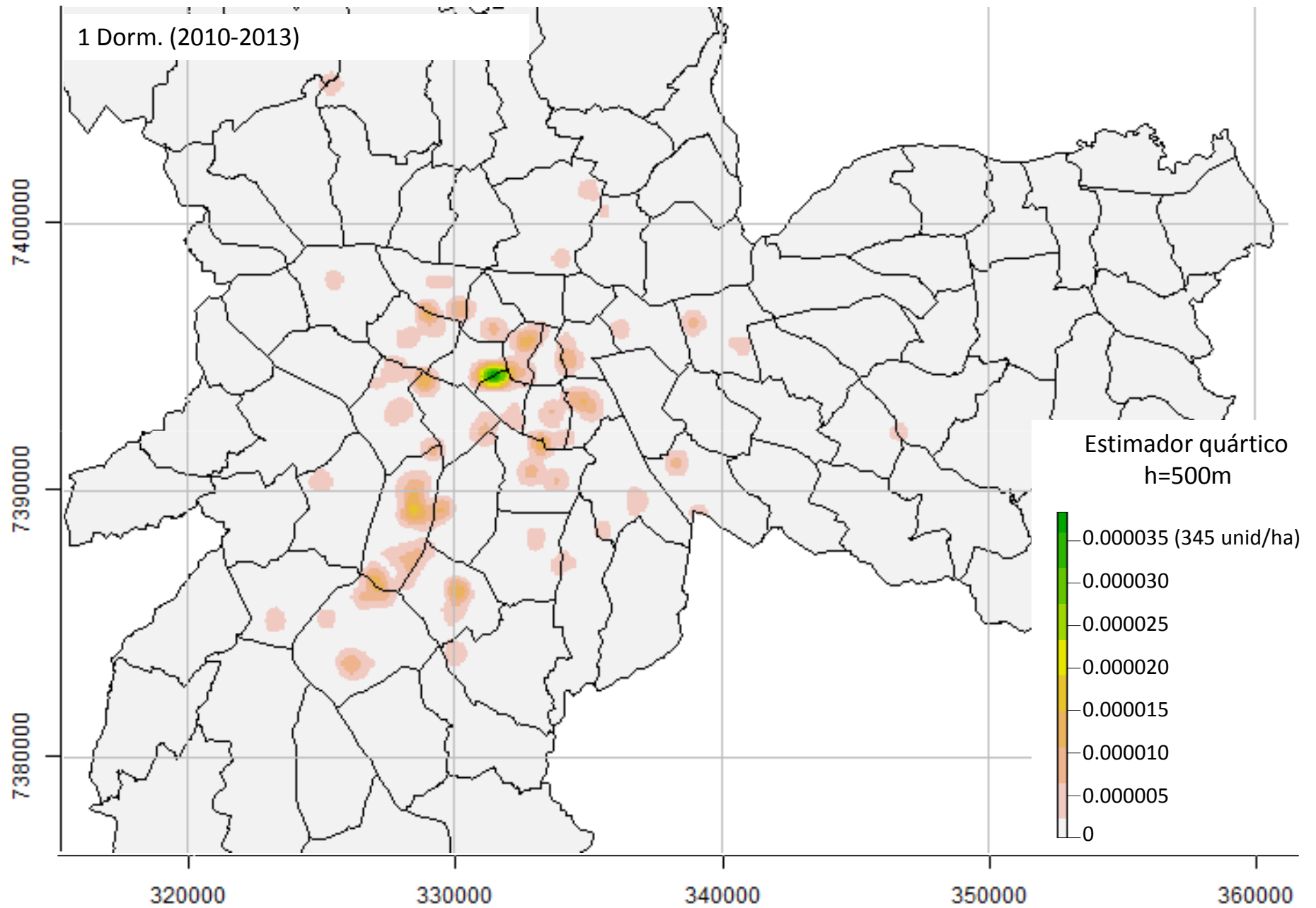


2010-2013

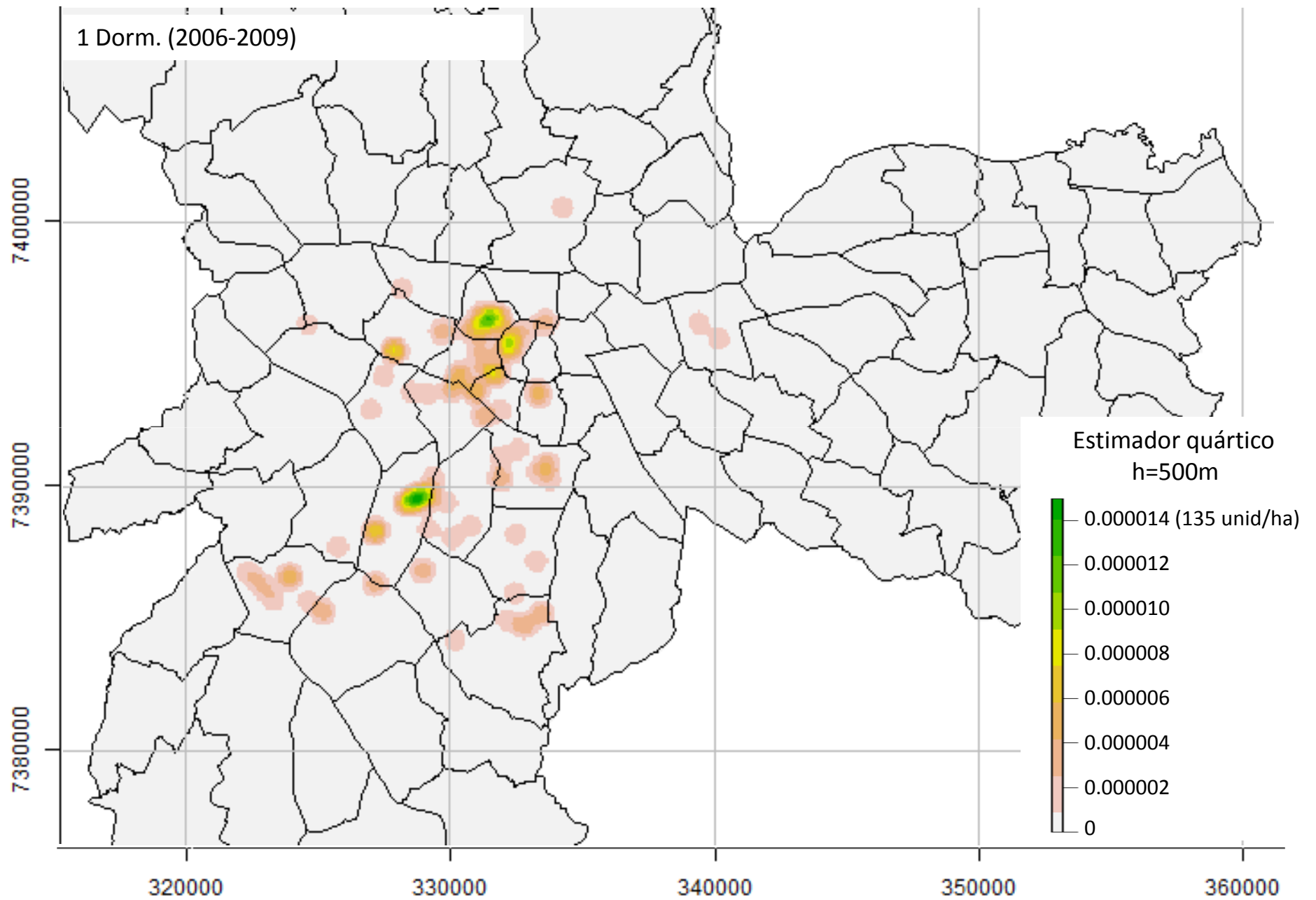
PROPRIEDADES DE 1° ORDEM
Intensidade de Kernel



PROPRIEDADES DE 1° ORDEM
Intensidade de Kernel



PROPRIEDADES DE 1° ORDEM
Intensidade de Kernel



CONCLUSÕES

CONCLUSÕES

Análise exploratória

- A análise das propriedades de 1ª ordem permitiu formar uma idéia geral da distribuição espacial dos lançamentos no período todo. Essa distribuição é diferente para cada tipo de lançamento:
 - 1 dorm – concentrados na área central e vetor sudoeste;
 - 2 dorm e 3 dorm – dispersos pela cidade (2 dorm mais disperso, 3 dorm mais restrito);
 - 4 dorm – concentrados no vetor sudoeste .
- As propriedades de 2ª ordem podem servir para verificar a presença de clusters em determinadas distâncias e intervalos de tempo. Para os dados utilizados aqui, a análise deve ser feita em recortes espaciais menores.

Clusters Espaço-temporais

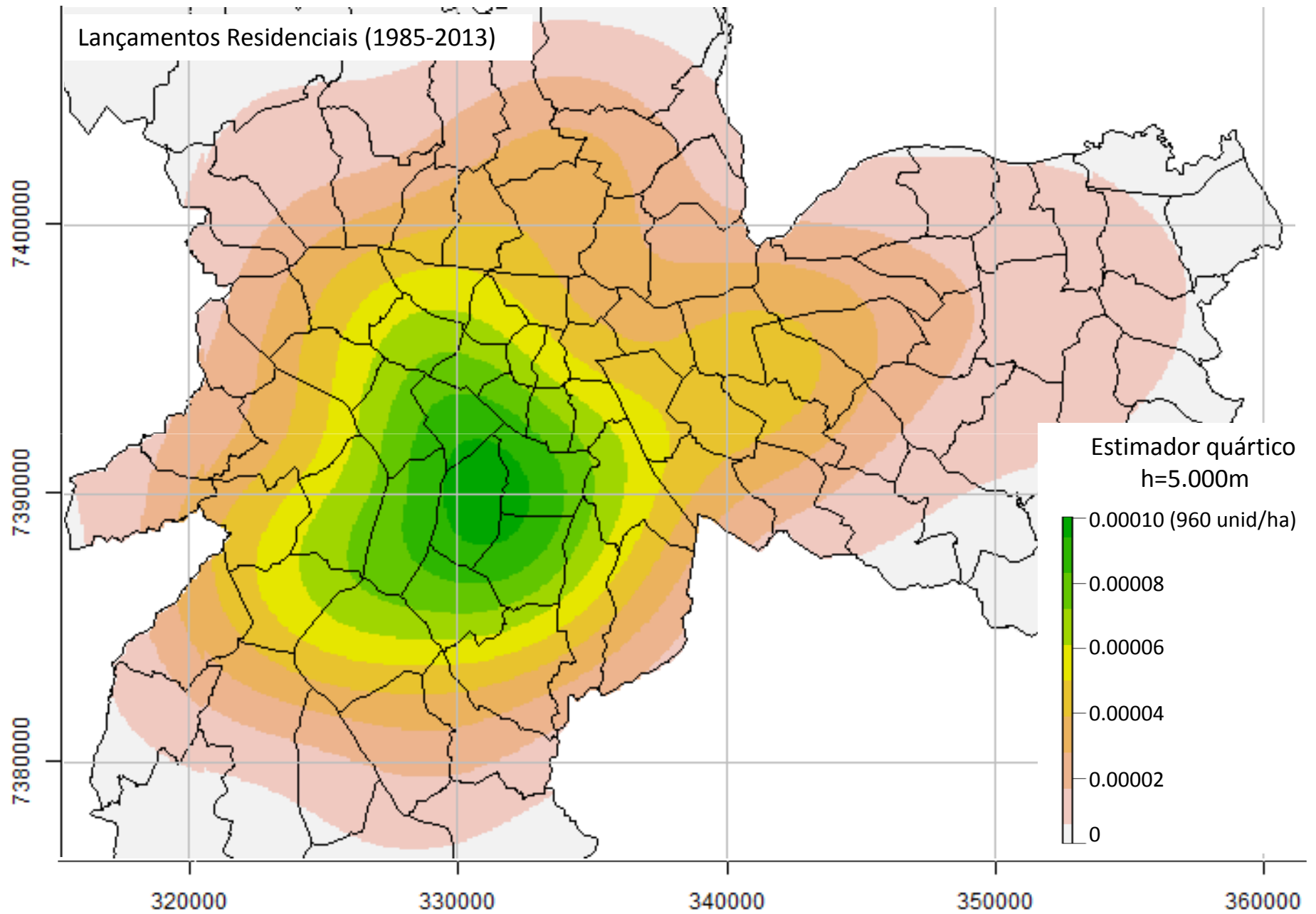
- Indicam os locais e os anos em que houve agrupamento, estatisticamente significativo, de lançamentos de determinado tipo:
 - para lançamentos de 1 e 4 ou mais dormitórios, foram identificados um maior número de clusters, mais restritos no tempo e espaço;
 - Para lançamentos de 2 e 3 dormitórios, os clusters são maiores e ocupam regiões distintas da cidade.

Identificação de tendências temporais

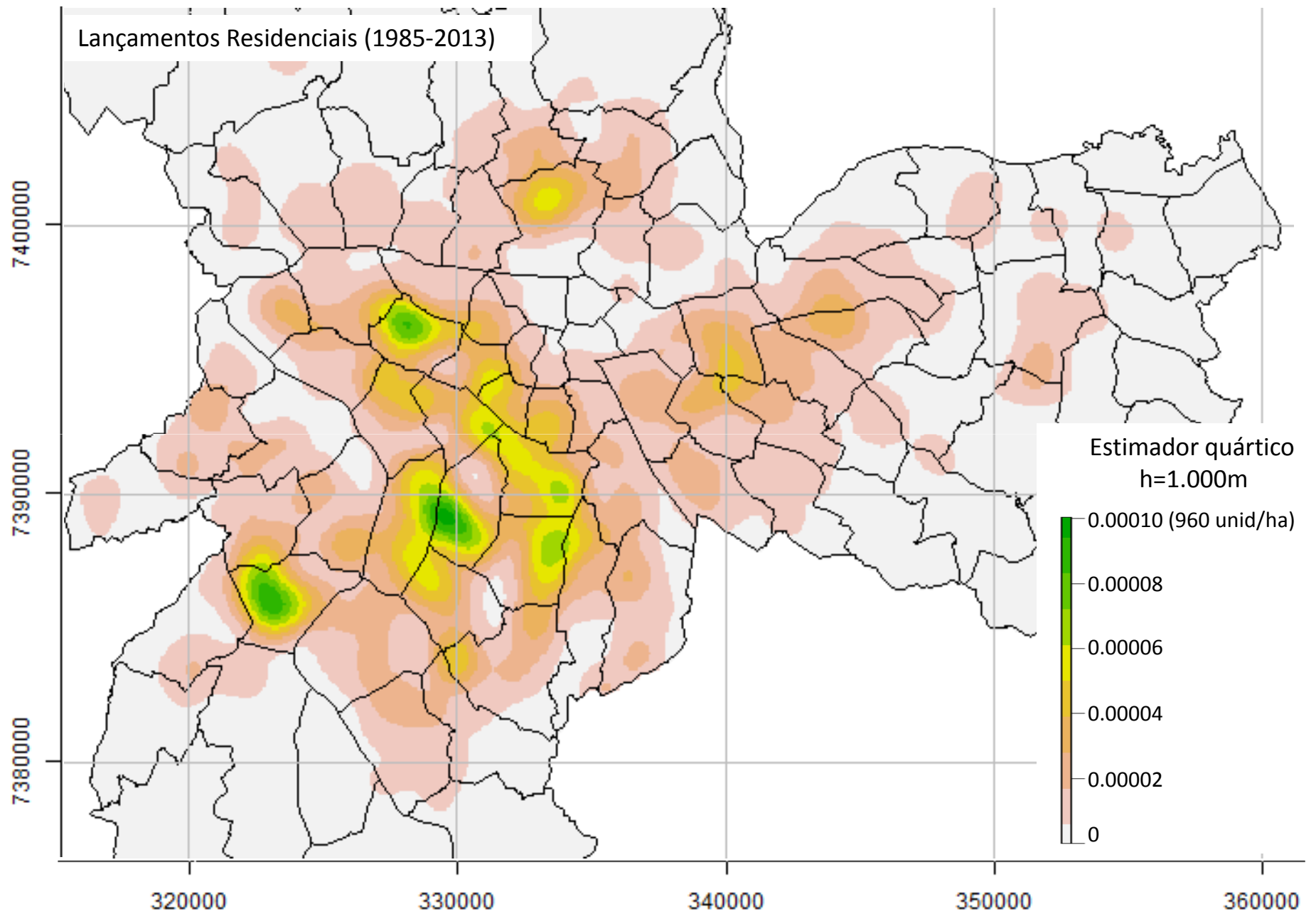
- Não há indícios estatísticos significativos da existência de sazonalidade – também não há evidências nas teorias sobre o funcionamento do mercado imobiliário que sinalize a sazonalidade.
- A flutuação no número de lançamentos, entretanto, pode ser analisada com a técnica de *structural change*, testando os desvios de uma situação de estabilidade.
- Considerando um padrão geral para o comportamento do mercado em relação aos tipos de lançamento, foi possível analisar quando esse padrão geral foi quebrado:
 - 1985 – 1986: pico de lançamentos de 4 ou mais dormitórios;
 - 1993 – 1998: pico de lançamentos de 3 dormitórios;
 - 2002 – 2008: baixa de lançamentos de 2 dormitórios e alta de 4 ou mais dormitórios;
 - 2010 – 2013: pico de lançamentos de 1 dormitório.

Mas.... as rupturas nas tendências temporais são também rupturas nos padrões espaciais?

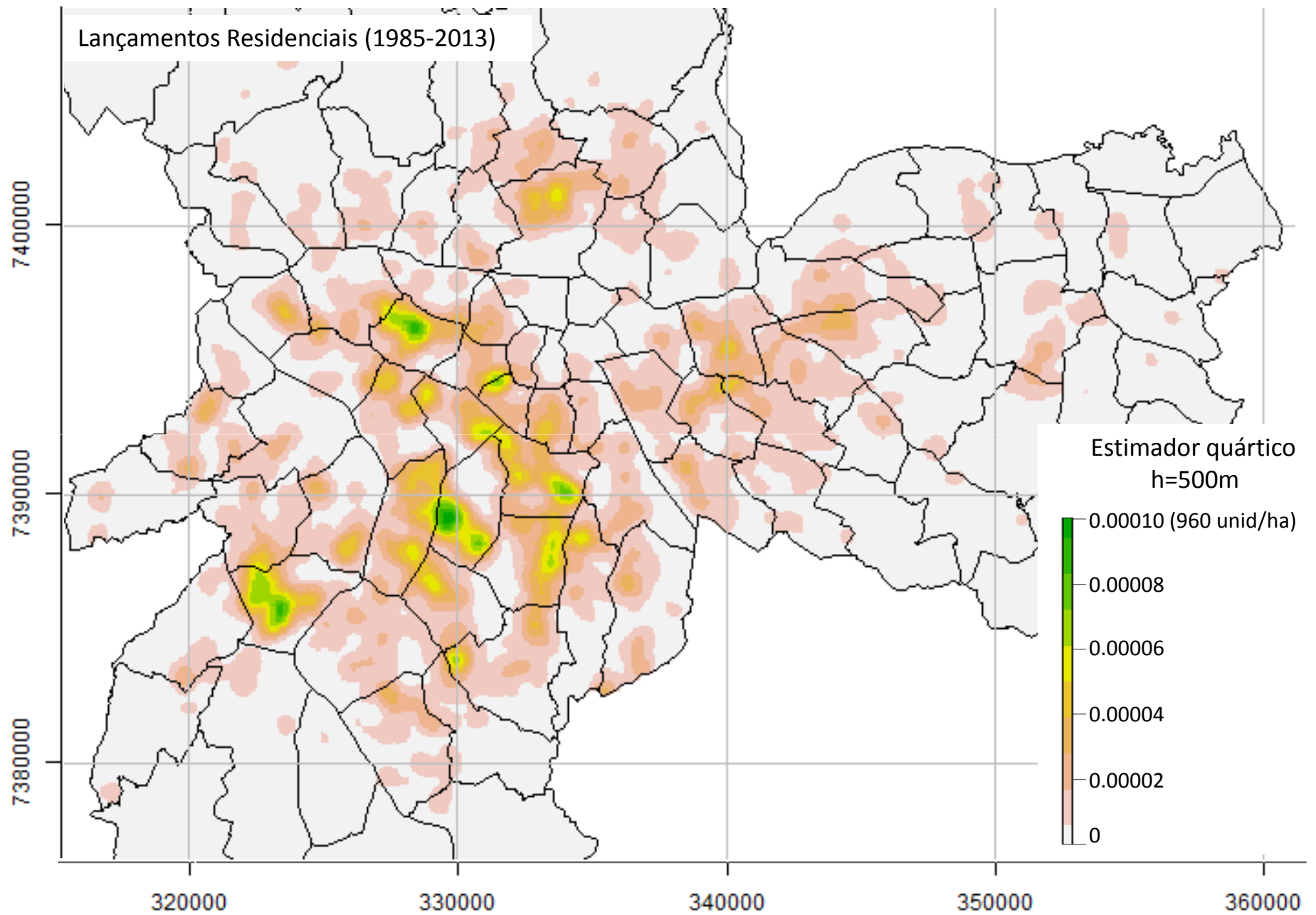
PROPRIEDADES DE 1° ORDEM
Intensidade de Kernel



PROPRIEDADES DE 1° ORDEM
Intensidade de Kernel



PROPRIEDADES DE 1° ORDEM
Intensidade de Kernel



PROPRIEDADES DE 1° ORDEM
Intensidade de Kernel

