

**PÓS-GRADUAÇÃO EM SENSORIAMENTO REMOTO**

**SER-300 – Introdução ao Geoprocessamento**

Professores responsáveis: Dr. Claudio Barbosa

Dr. Antônio Miguel Vieira Monteiro



Ministério da  
**Ciência, Tecnologia  
e Inovação**

**GEOPROCESSAMENTO APLICADO À  
ANÁLISE DAS TRANSFORMAÇÕES INTRA-  
URBANAS EM ALTAMIRA (PA),  
ENTRE 2000 E 2010**

Mayumi Cursino de Moura Hirye

*Julho de 2015*

# Objetivos

---

1- Utilizar geoprocessamento para:

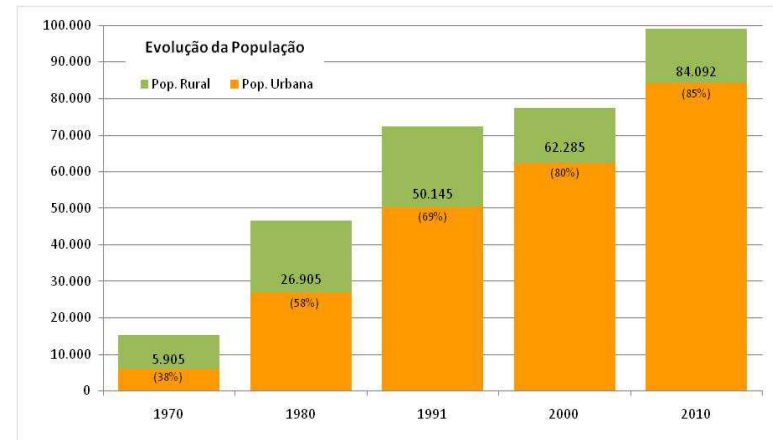
- integrar dados censitários e de sensoriamento remoto;
- analisar dados censitários em recortes territoriais diferentes dos setores censitários.

2- Avaliar a utilização da linguagem R para escrever scripts de geoprocessamento.

# Altamira

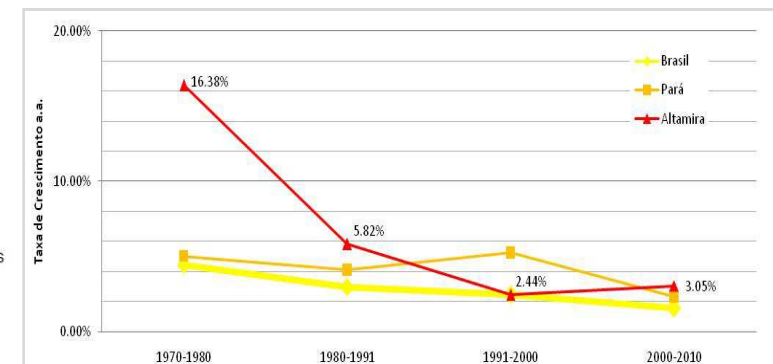


Localização de Altamira.



População total, população rural, população urbana e grau de urbanização.

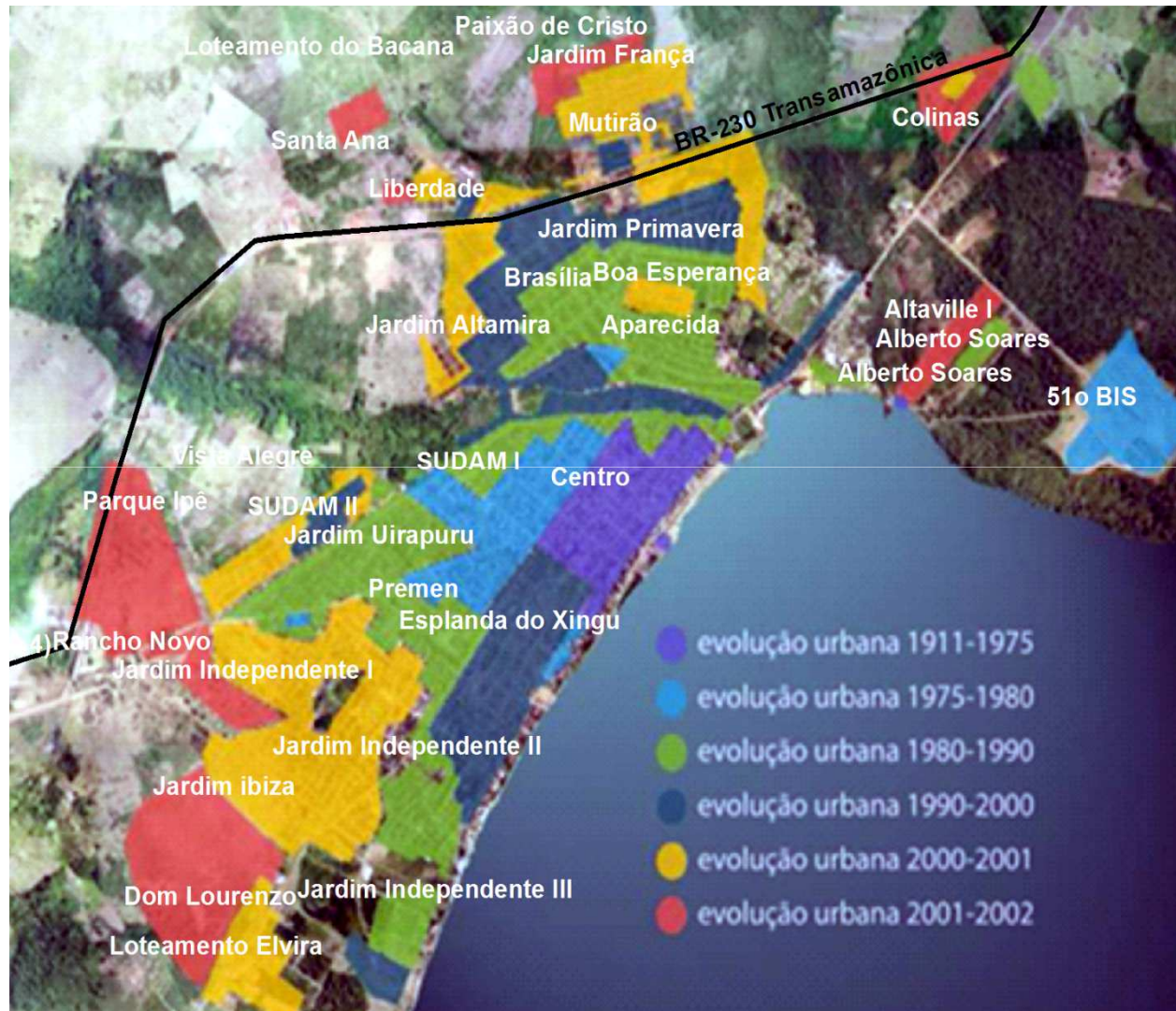
Fonte: Censos Demográficos 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010, IBGE, 2013.



Taxa de crescimento da população urbana.

Fonte: Censos Demográficos 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010, IBGE, 2013.

# Altamira



- Assentamentos planejados: Prefeitura Municipal, Prelazia do Xingu e empresas privadas.
- Ocupação das baixadas e áreas alagadiças, das áreas periféricas da cidade e dos morros.

*Expansão da mancha urbana.*

Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DE ALTAMIRA. 2003. Plano Diretor de Altamira. Volume 1, *apud* TECHNUM, 2010.

# Dados censitários

---

## Setores censitários

“É a unidade de controle cadastral formada por área contínua, situada em um único quadro urbano ou rural, com dimensão e número de domicílios ou de estabelecimentos que permitam o levantamento das informações por um único Agente Credenciado, segundo o cronograma estabelecido”.

## Setores censitários urbanos

- Conformam o perímetro urbano, definido por lei municipal em vigor em 1º de agosto de 2000 e em 31 de julho de 2010.
- Além dos *shapes* de setores censitários, o IBGE divulga planilha com a descrição dos setores para cada Unidade da Federação.

IBGE. *Metodologia do censo demográfico 2000. Série Relatórios Metodológicos, volume 25*. Rio de Janeiro: 2003a.

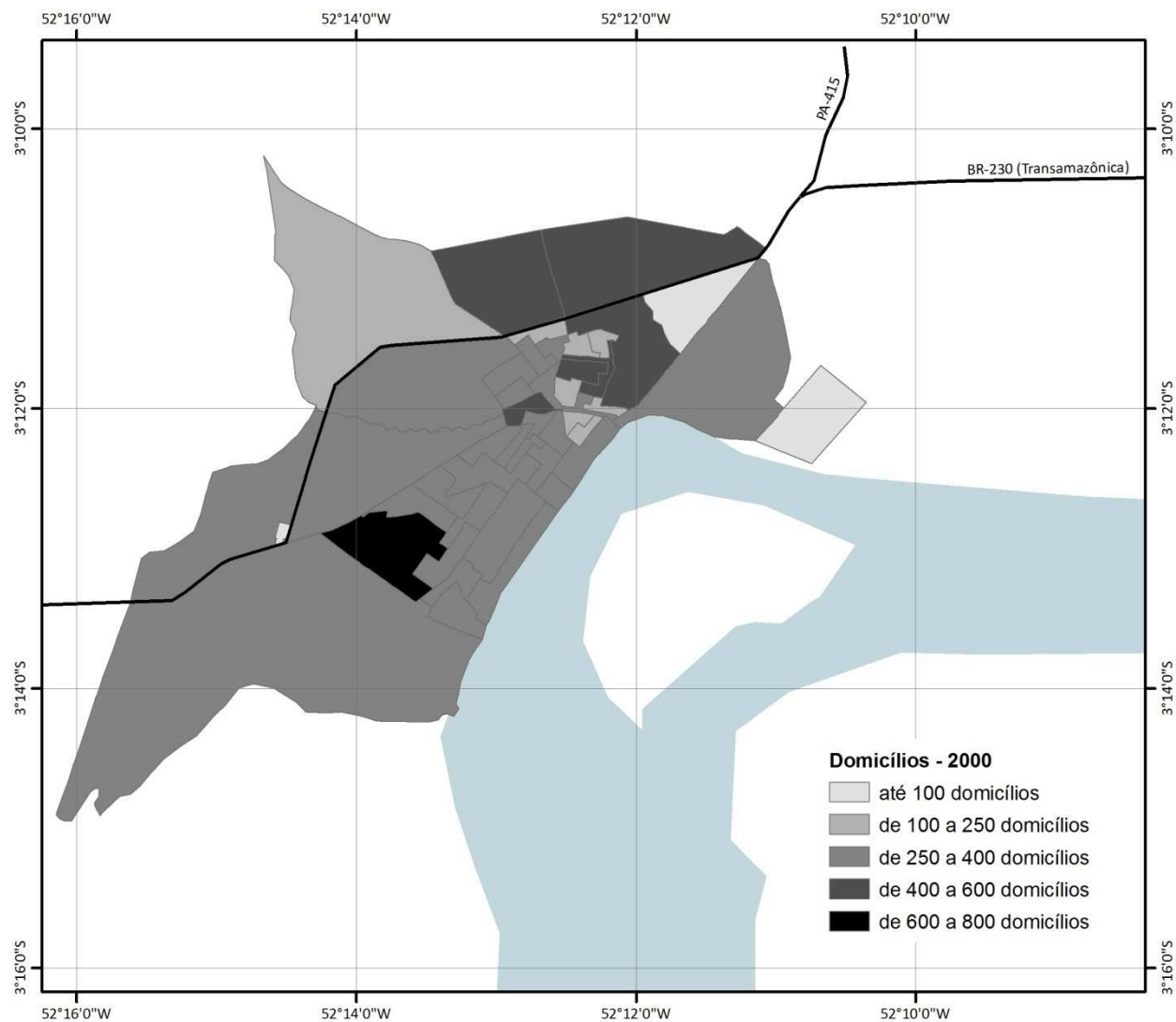
IBGE. *Censo Demográfico 2000: Agregado por Setores Censitários dos Resultados do Universo – 2ª edição. Documentação do Arquivo*. Rio de Janeiro: 2003b.

IBGE. *Metodologia do censo demográfico 2010. Série Relatórios Metodológicos, volume 41*. Rio de Janeiro: 2011a.

IBGE. *Base de informações do Censo Demográfico 2010: Resultados do Universo por setor censitário. Documentação do Arquivo*. Rio de Janeiro: 2011b.

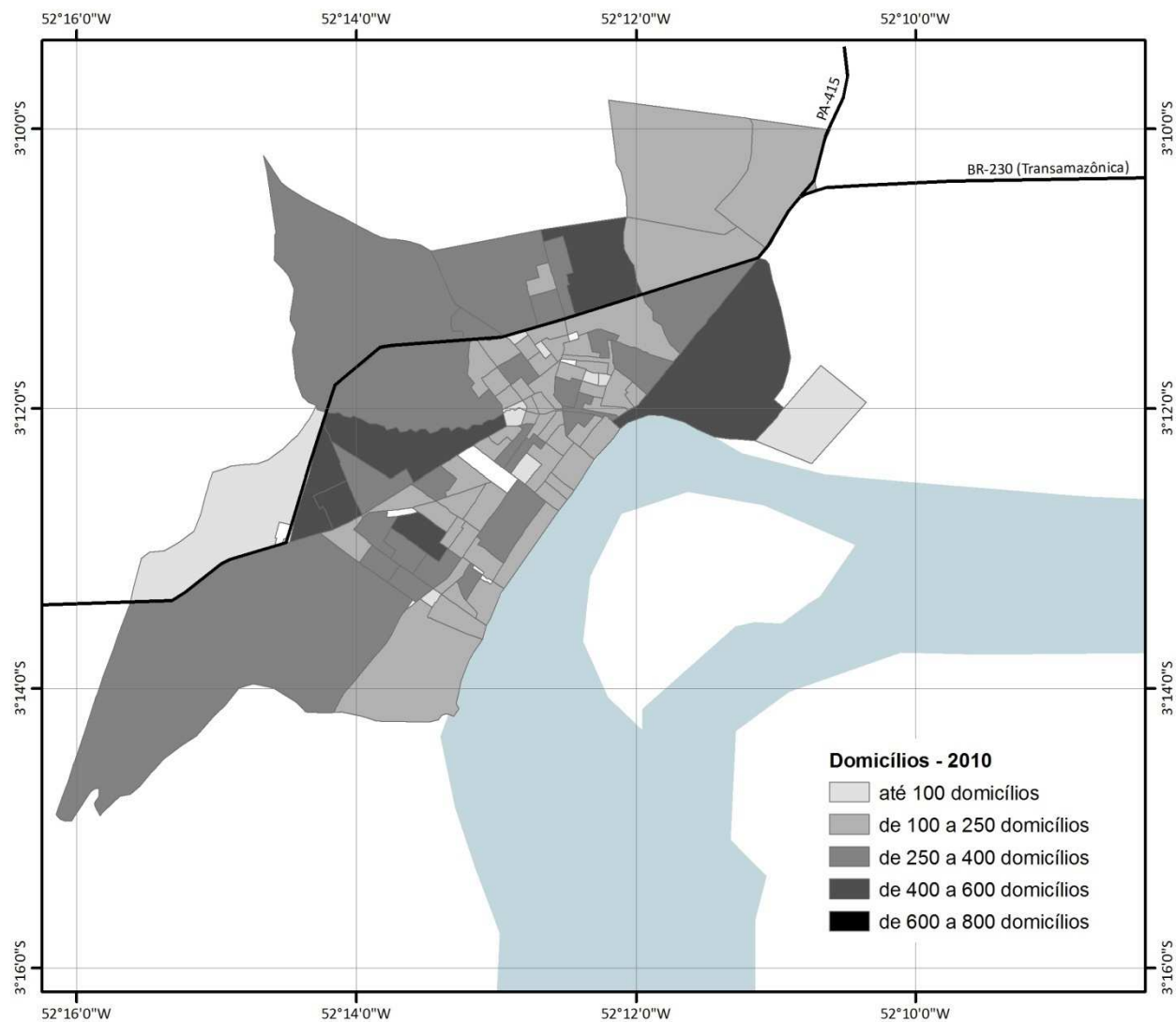
# Dados censitários - setores 2000

- Os mapas de setores censitários são mapas individuais, oriundos dos respectivos Mapas Municipais e de Localidades.
- Escalas diversas.
- Cidade de Altamira: **45 setores urbanos, com 14.326 domicílios e 61.893 habitantes.**



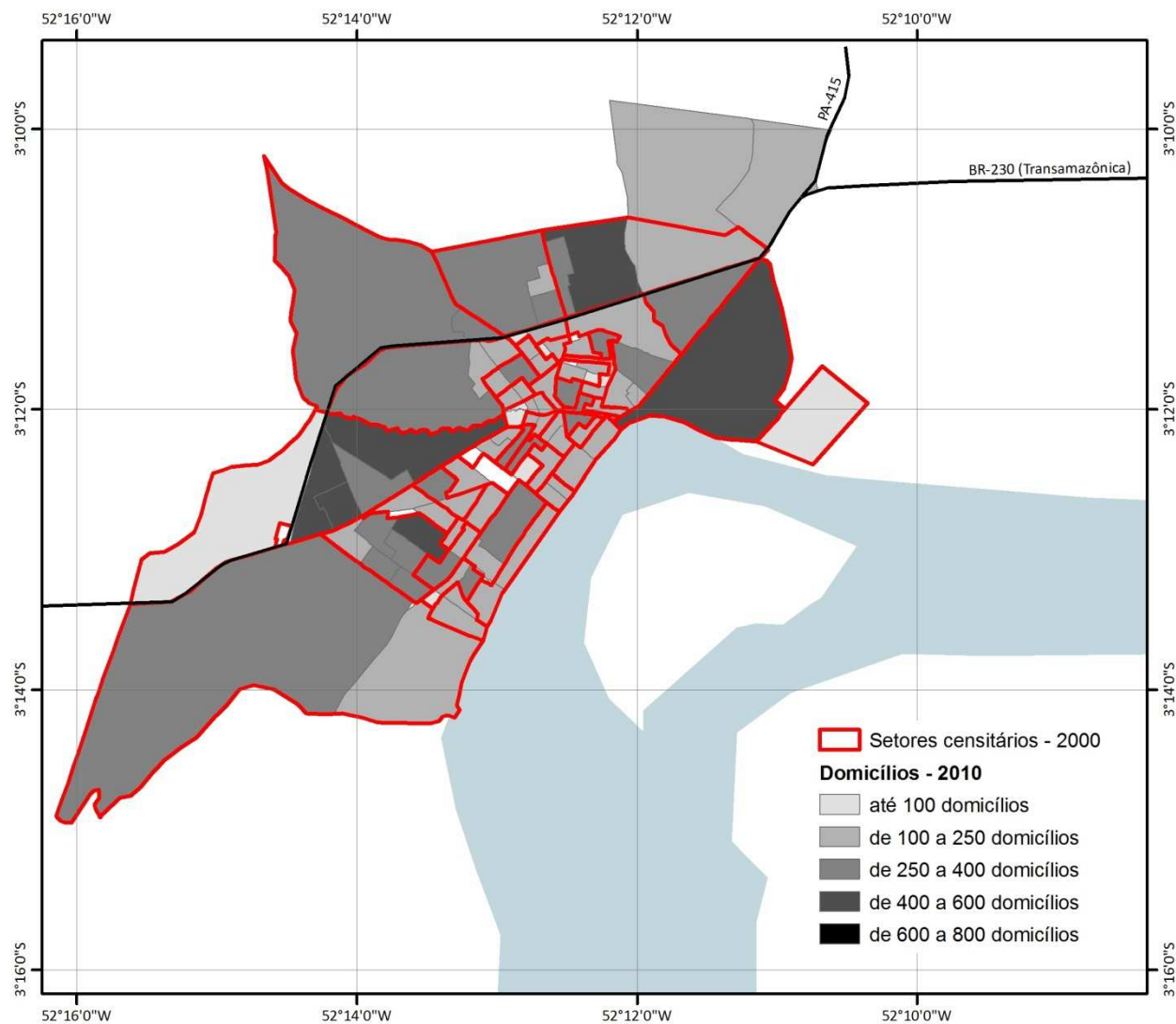
# Dados censitários - setores 2010

- Coordenadas Lat/Long, *datum* SIRGAS2000.
- Escala original de trabalho: 1:250.000.
- Ajuste da geometria dos setores urbanos (adaptação aos rurais) e da malha de arruamento urbano.
- Cidade de Altamira: **108 setores urbanos**, com **20.617 domicílios** e **76.695 habitantes**.



# Dados censitários - setores 2000 vs. 2010

- Ajuste dos setores com bases mais precisas (IBGE, 2011a).
- Subdivisão dos setores: *“o tamanho dos setores urbanos em áreas urbanizadas prevê de 250 a 400 domicílios, o que torna possível a cobertura desses setores no prazo de 30 dias”* (IBGE, 2011a, p. 378)
- Incorporação de novos setores: mudanças na definição do perímetro urbano (Lei Municipal 2.047/2009).





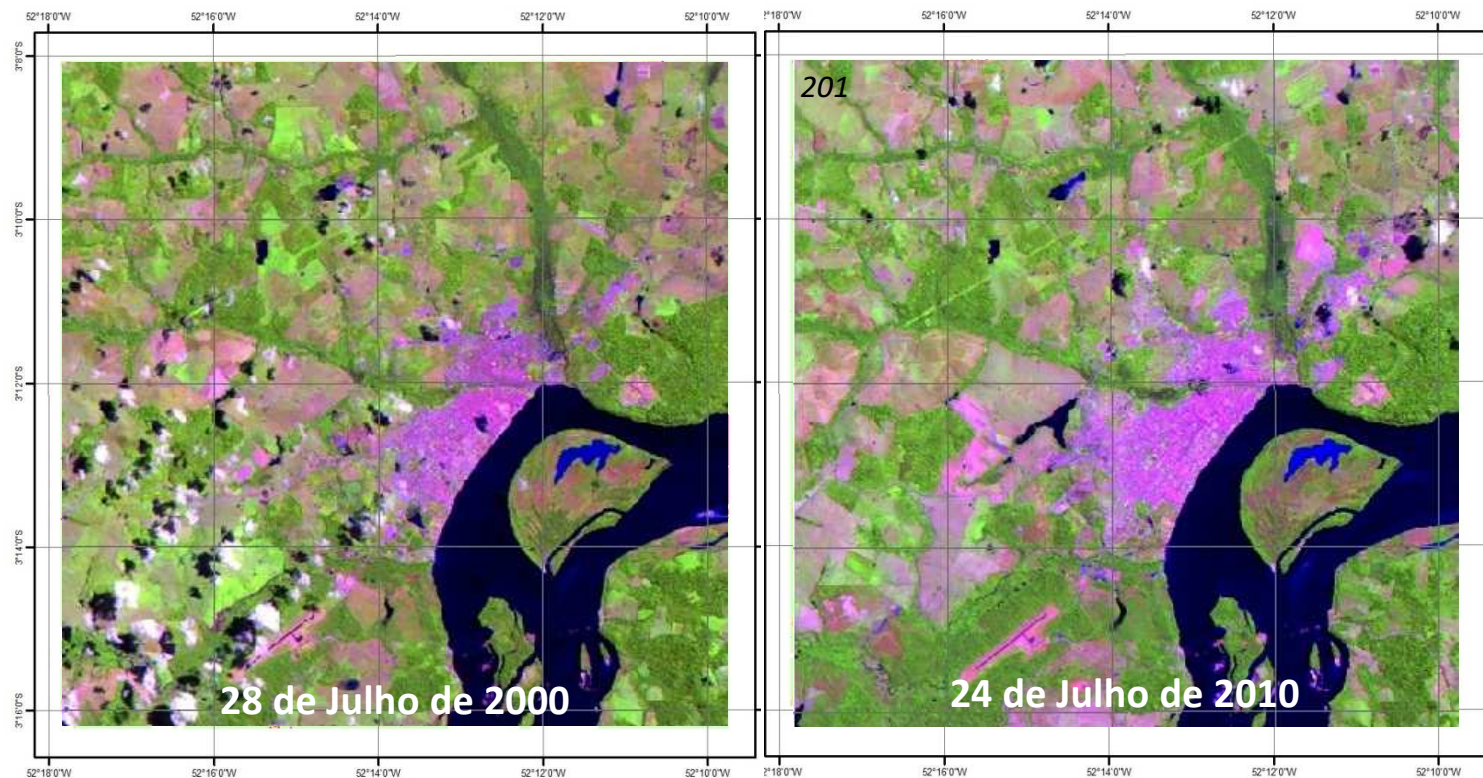
# Dados censitários de interesse

Planilha	Var2000	Var2010	Descrição
Básico	Var01	V001	Domicílios particulares permanentes ou pessoas responsáveis por domicílios particulares permanentes
Básico	Var12	V002	Moradores em domicílios particulares permanentes ou população residente em domicílios particulares permanentes
Básico	Var03	V005	Rendimento nominal mensal por pessoa responsável por domicílio particular permanente
Básico	Var04	V006	Variância do rendimento nominal mensal das pessoas responsáveis por domicílios particulares permanentes, considerando os casos de rendimento nulo
Domicílios	V0006	V003	Domicílios particulares permanentes do tipo casa
Domicílios	V0007	V005	Domicílios particulares permanentes do tipo apartamento
Domicílios	V0018	V012	Domicílios particulares permanentes com abastecimento de água da rede geral
Domicílios	V0030	V017	Domicílios particulares permanentes com banheiro ou sanitário e esgotamento sanitário via rede geral de esgoto ou pluvial
Domicílios	V0036	V023	Domicílios particulares permanentes sem banheiro, nem sanitário
Domicílios	V0048	V035	Domicílios particulares permanentes com lixo coletado

# Dados censitários de interesse

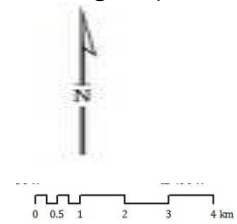
Planilha	Var2000	Var2010	Descrição
Renda	V0612 a V0620	V011 a V019	<p>Total do rendimento nominal mensal dos responsáveis por domicílios particulares permanentes com rendimento nominal mensal:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- de até ½ salário mínimo;</li> <li>- de mais de ½ a 1 salários mínimos;</li> <li>- de mais de 1 a 2 salários mínimos;</li> <li>- de mais de 2 a 3 salários mínimos;</li> <li>- de mais de 3 a 5 salários mínimos;</li> <li>- de mais de 5 a 10 salários mínimos;</li> <li>- de mais de 10 a 15 salários mínimos;</li> <li>- de mais de 15 a 20 salários mínimos;</li> <li>- de mais 20 salários mínimos.</li> </ul> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin-left: 20px;"> <p>S.M. Censo de 2000 = R\$ 151,00</p> <p>S.M. Censo de 2010 = R\$ 510,00</p> </div>
Renda	V0602 a V0611	V067 a V076	<p>Responsáveis por domicílios particulares permanentes com rendimento nominal mensal:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- de até ½ salário mínimo;</li> <li>- de mais de ½ a 1 salários mínimos;</li> <li>- de mais de 1 a 2 salários mínimos;</li> <li>- de mais de 2 a 3 salários mínimos;</li> <li>- de mais de 3 a 5 salários mínimos;</li> <li>- de mais de 5 a 10 salários mínimos;</li> <li>- de mais de 10 a 15 salários mínimos;</li> <li>- de mais de 15 a 20 salários mínimos;</li> <li>- de mais 20 salários mínimos.</li> </ul> <p>Responsáveis por domicílios particulares permanentes sem rendimento nominal mensal.</p>

# Dados de sensoriamento remoto



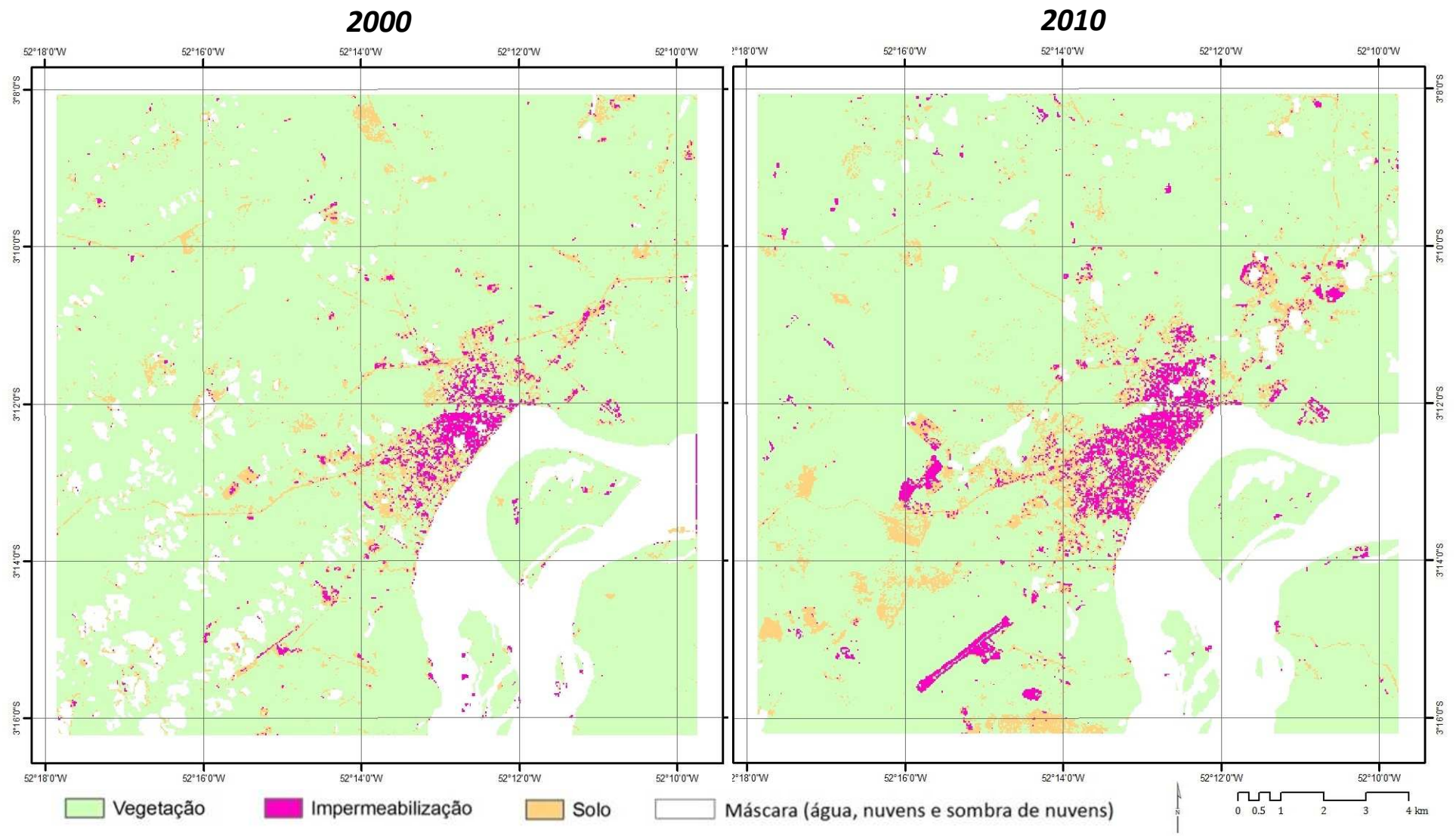
Sistema adotado para os dados de sensoriamento remoto: UTM, fuso 22, datum WGS-84.

Cena 226/062 do sensor TM na composição RGB das bandas 5, 4 e 3.  
 Fonte: Divisão de Geração de Imagens (DGI/INPE).



Ano	Tipo	Escala / Resolução	Formato Original	Órgão Cedente
1979	Foto Aérea	1:5.000	Impressas	Eletronorte
1987	Foto Aérea	1:8.000	Impressas	Eletronorte
1999	Ortofoto	1:8.000	Digital	Eletronorte / CDHU-PA
2005	Quickbird	0,60m	Digital	IBAMA
2010	Ortofoto	0,30m	Digital	Eletronorte

# Dados de sensoriamento remoto: classificação da cobertura da terra (MLME)



*Geoprocessamento aplicado à análise das transformações intra-urbanas em Altamira (PA), entre 2000 e 2010*

*Junho / 2015*

# Dados de sensoriamento remoto: classificação da cobertura da terra (MLME)

---

- Matriz de confusão e matriz de confusão normalizada:
  - Exatidão Global;
  - Exatidão Global Normalizada;
  - *Kappa*.
- Amostras aleatórias.
- Tamanho: 3x3 pixels (90m x 90m).
- Quantificação da área de cada cobertura do solo nas ortofotos e soma dos pixels por classe no mapa de cobertura.
- Eliminação de amostras: áreas de máscaras, empate e dúvidas na interpretação.

# Dados de sensoriamento remoto: classificação da cobertura da terra (MLME)

	<b>Ano 2000</b>	<b>Ano 2010</b>
N° de Amostras	169	193
Exatidão Global	0,852	0,881
<i>Kappa</i>	0,668	0,751
Intervalo de Confiança (95%)	± 0,120	± 0,09
p-Value	310 <sup>-15</sup>	210 <sup>-16</sup>
Exatidão Global Normalizada	0,767	0,852

**SATISFATÓRIO**  
maior que 0,80  
(FOODY, 2002)

**SUBSTANCIAL**  
entre 0,60 e 0,80  
(LANDIS; KOCH, 1977)

		Amostras de Referência		
<b>Ano 2000</b>		Impermeabilização	Solo	Vegetação
Mapa de Cobertura da Terra	Impermeabilização	0,8439	0,1531	0,0037
	Solo	0,0461	0,7072	0,2464
	Vegetação	0,1100	0,1397	0,7499


**SATISFATÓRIO**  
maior que 0,70  
(FOODY, 2002)


		Amostras de Referência		
<b>Ano 2010</b>		Impermeabilização	Solo	Vegetação
Mapa de Cobertura da Terra	Impermeabilização	0,8320	0,1448	0,0237
	Solo	0,1165	0,8151	0,0687
	Vegetação	0,0515	0,0401	0,9076

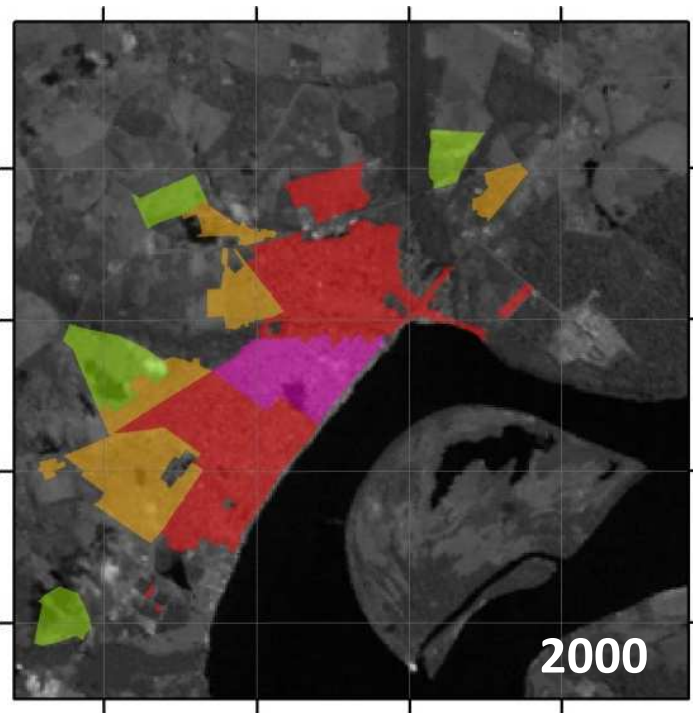
FOODY, G. M. Status of land cover classification accuracy assessment. *Rem. Sens. of Environ.*, v. 80, n° 1, p. 185-201, 2002.

LANDIS, J. R.; KOCH, G. G. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, v. 33, n° 1, p. 159-174, 1977.

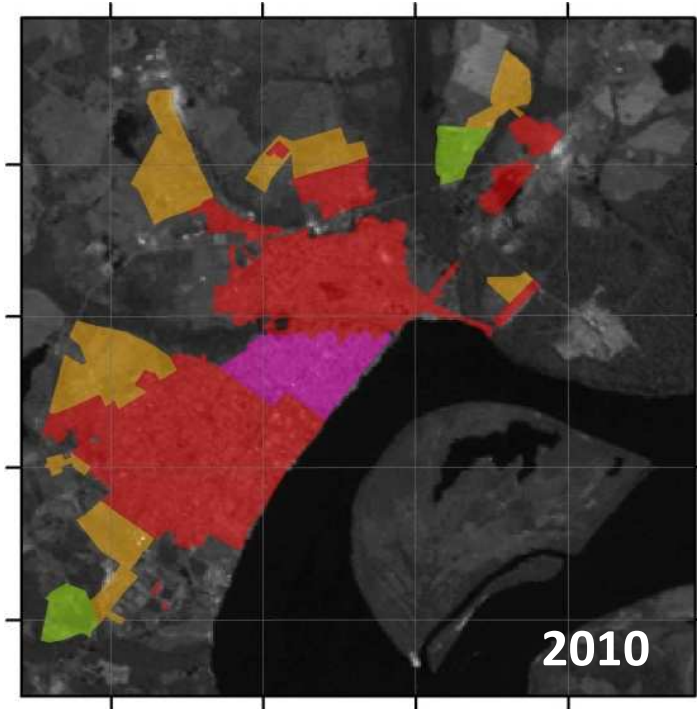
# Dados de sensoriamento remoto, campo e bibliografia: classificação dos bairros de Altamira

 **Centro:** área de ocupação mais antiga da cidade (igreja da matriz, mercado municipal, rodoviária, cemitério, órgãos públicos e instituições) e a maior concentração de comércio e serviços;

 **Chácaras,** bairros próximos à mancha urbana com lotes de maiores dimensões (com área mínima de 2.500 m<sup>2</sup> - Lei n° 1.518/2003).



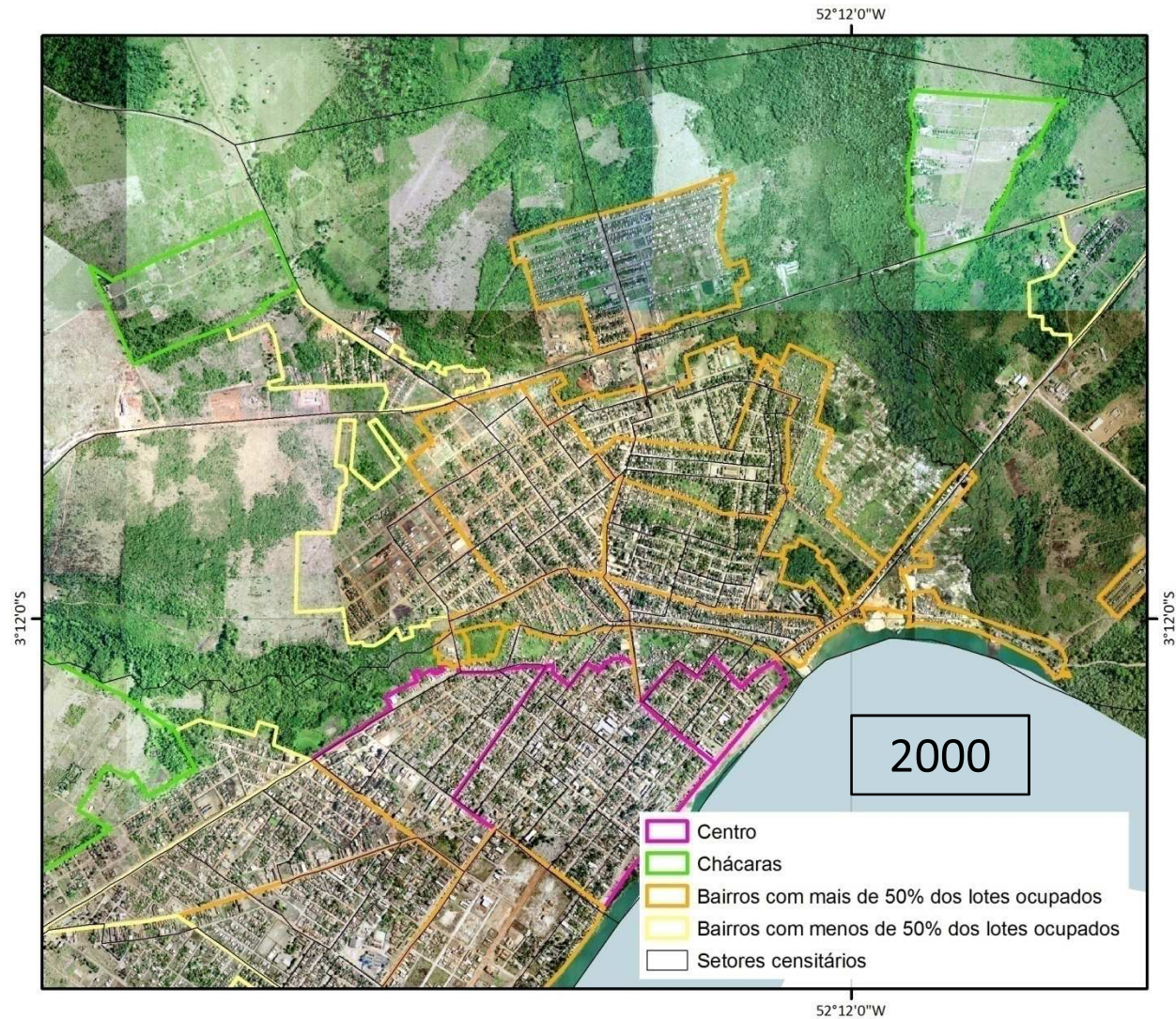
Bairros são subdivisões intra-urbanas legalmente estabelecidas através de leis ordinárias das Câmaras Municipais e sancionadas pelo Prefeito.



 **Bairros com mais de 50% dos lotes ocupados em 2000 e em 2010;**

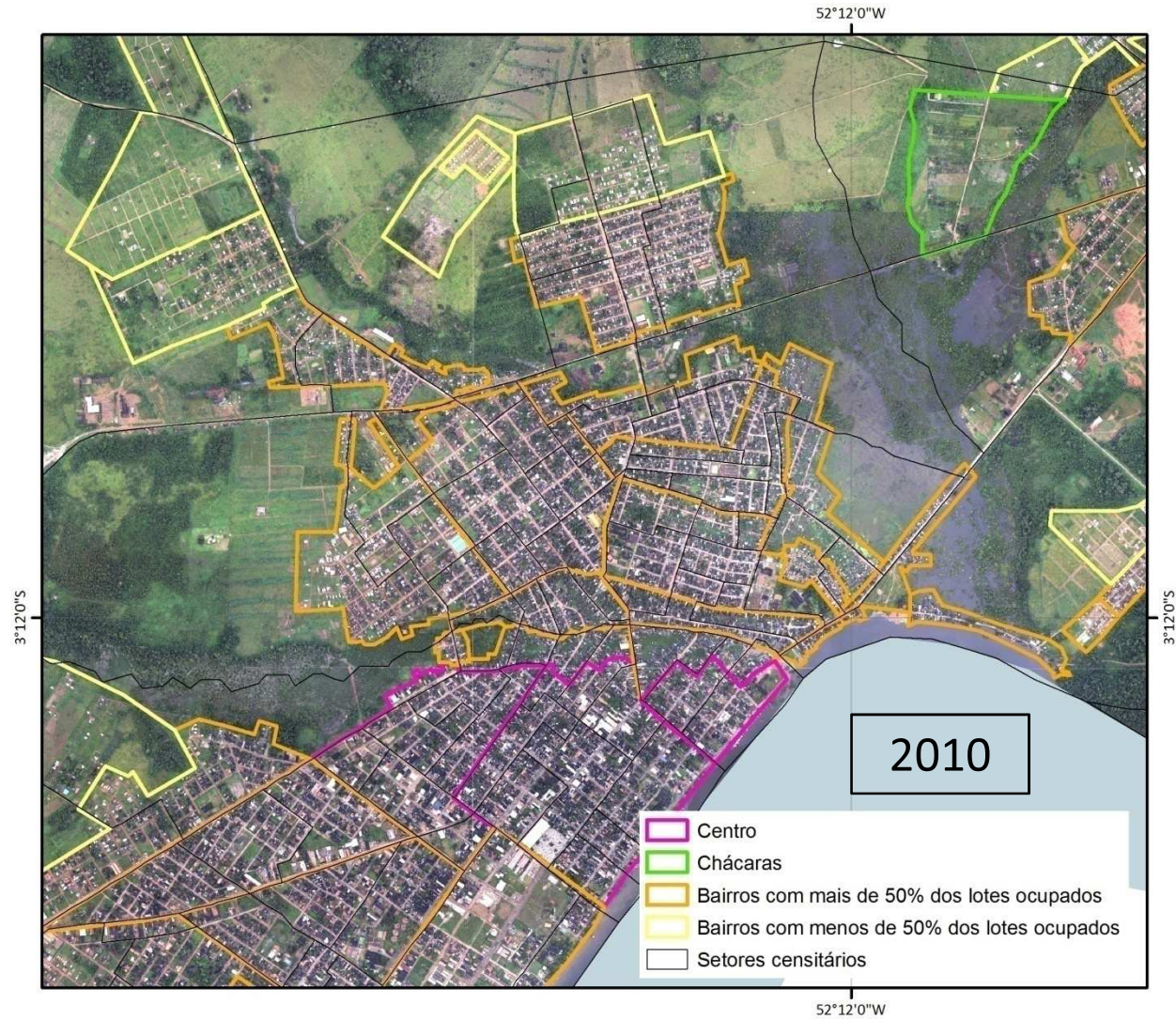
 **Bairros com menos de 50% dos lotes ocupados em 2000 e em 2010;**

# Diferentes recortes territoriais





# Diferentes recortes territoriais



# Linguagem R

---

- Linguagem e ambiente para análises estatísticas e gráficas.
- Disponível como software livre.
- Expansível para outras aplicações a partir da instalação de “pacotes” (“*packages*”).
- A linguagem de programação é simples, já bastante desenvolvida e inclui condicionais, “*loops*” funções recursivas definidas pelos usuários e ferramentas para a importação de exportação de um grande número de tipos de arquivos (textos, tabelas, matrizes, imagens, dados vetoriais).



# Linguagem R - dados espaciais

---

**Classes** e **métodos** para dados espaciais constam do **pacote 'sp'**.

Classes specify a structure and define how spatial data are organised and stored.

- SpatialPoints
- SpatialLines
- SpatialPolygons
- SpatialPointsDataFrame
- SpatialPixels
- SpatialGrid
- SpatialPixelsDataFrame
- SpatialGridDataFrame
- SpatialLinesDataFrame
- SpatialPolygonsDataFrame

(BIVAND; PEBESMA; GÓMEZ-RUBIO, 2008)

Methods are instances of functions specialised for a particular data class.

(BIVAND; PEBESMA; GÓMEZ-RUBIO, 2008)

Outros pacotes para dados espaciais:

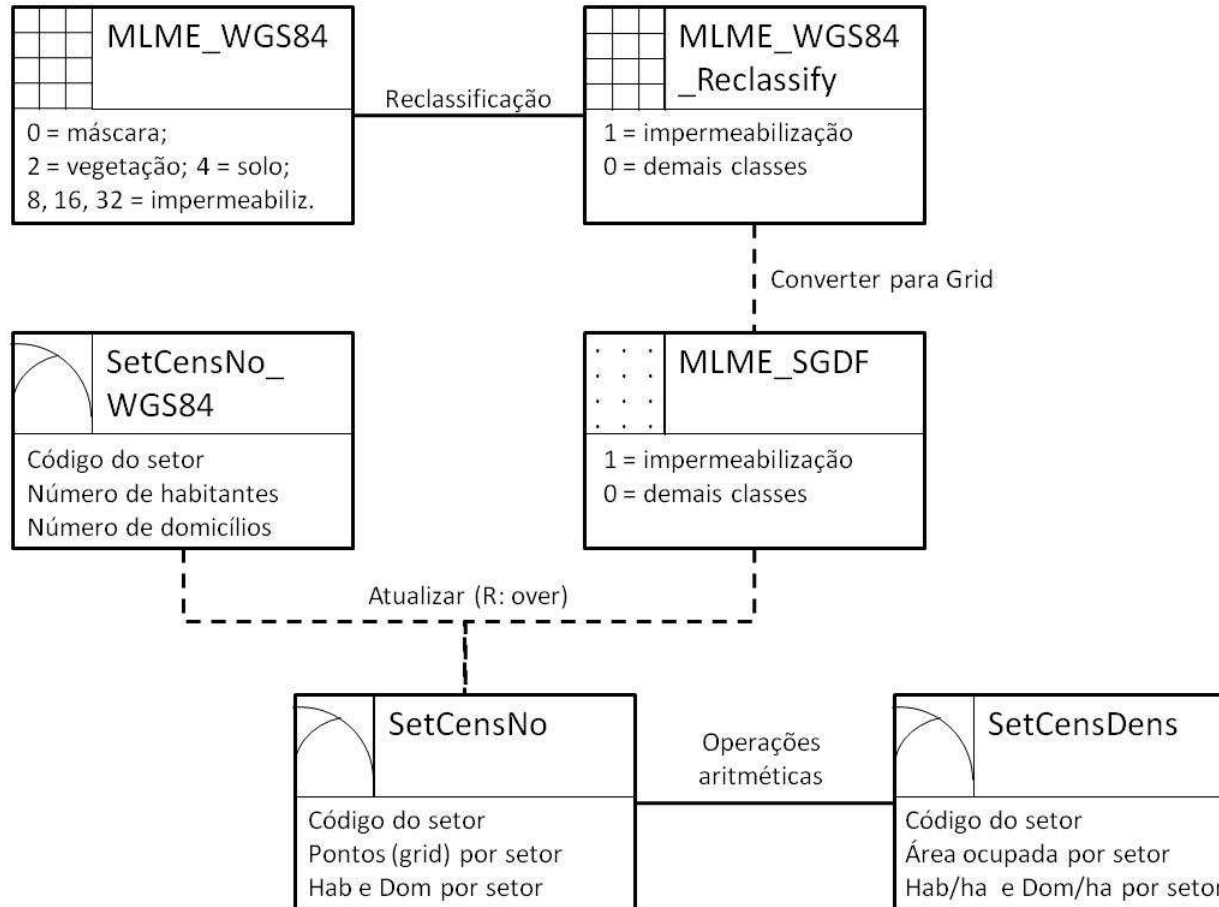
- importar e exportar: rgdal;
- manipular dados: raster, gdistance;
- análises de pontos: spatial, spatstat;
- geoestatística: gstat, geoR (UFPR);
- análise de áreas : dcluster, spdep;
- regressão espacial: nlme, spdep.

BIVAND, Roger S. ; PEBESMA, Edzer J., GÓMEZ-RUBIO, Virgilio . *Applied Spatial Data Analysis with R*. Springer, New York, 2008.

BIVAND, Roger S. *CRAN Task View: Analysis of Spatial Data*. 2009. Disponível em: <<http://cran.r-project.org/web/views/Spatial.html>>. Acesso em junho-2015.

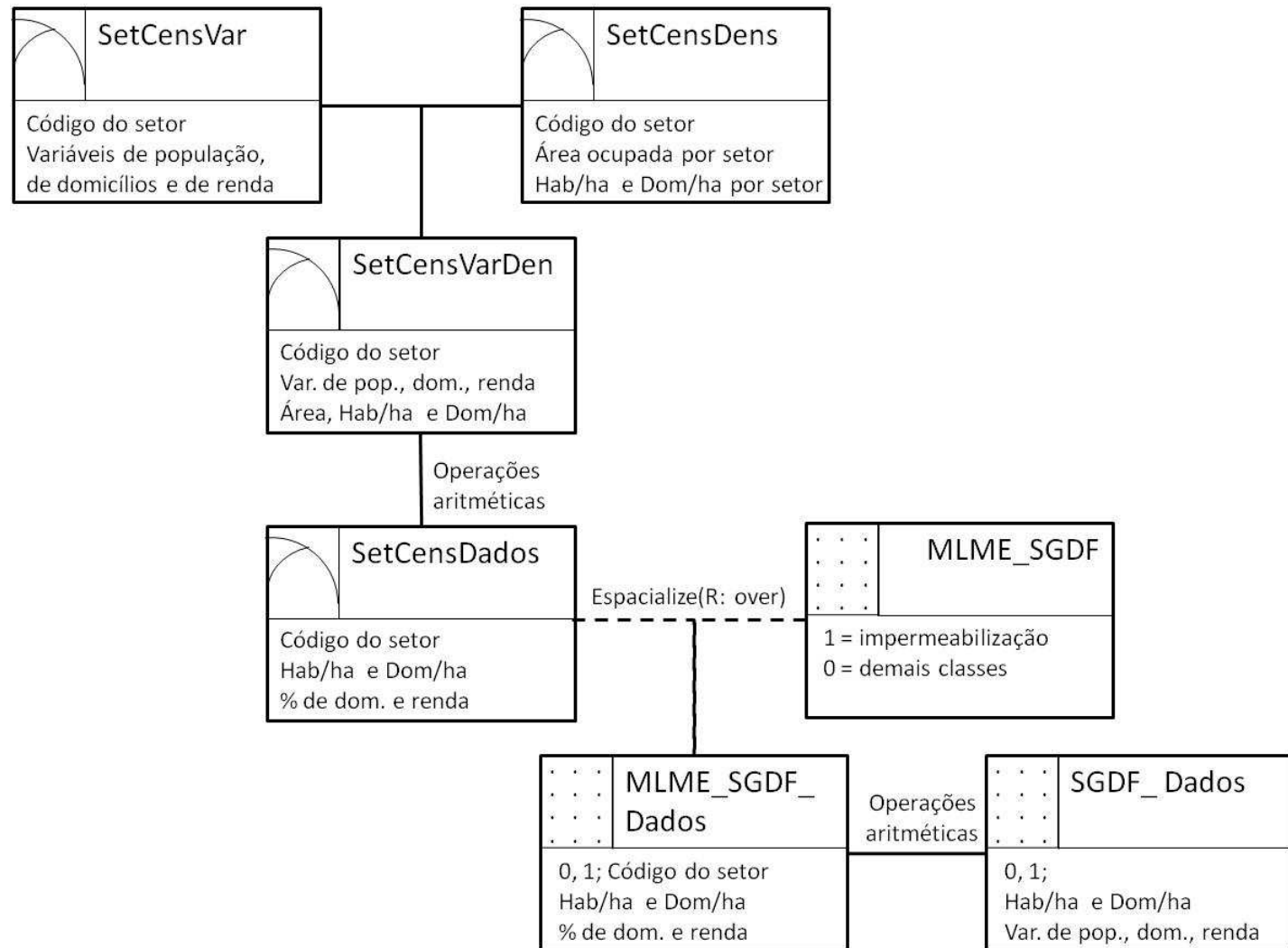
# Modelo conceitual de dados

## Densidade – método dasimétrico



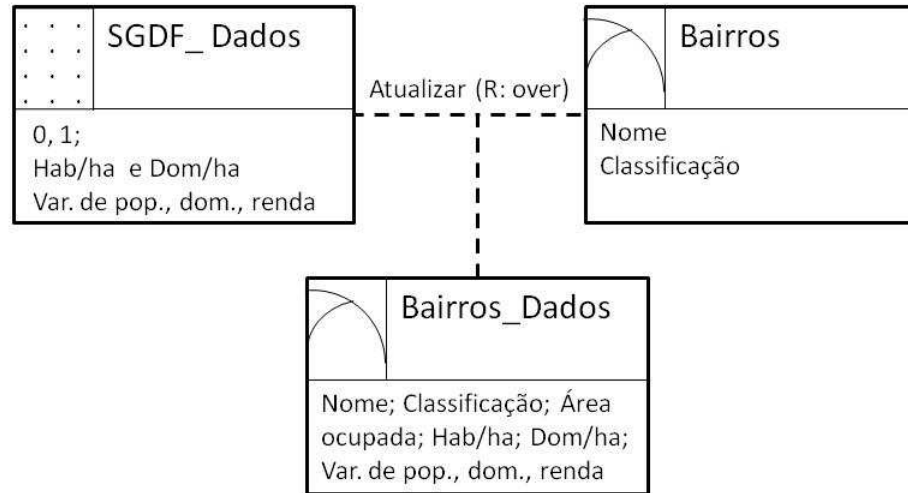
# Modelo conceitual de dados

## Geração de Grid com dados censitários

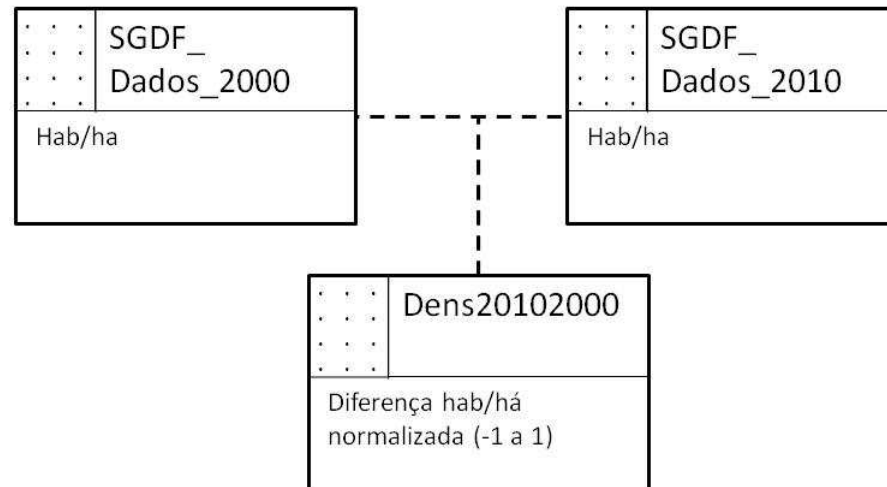


# Modelo conceitual de dados

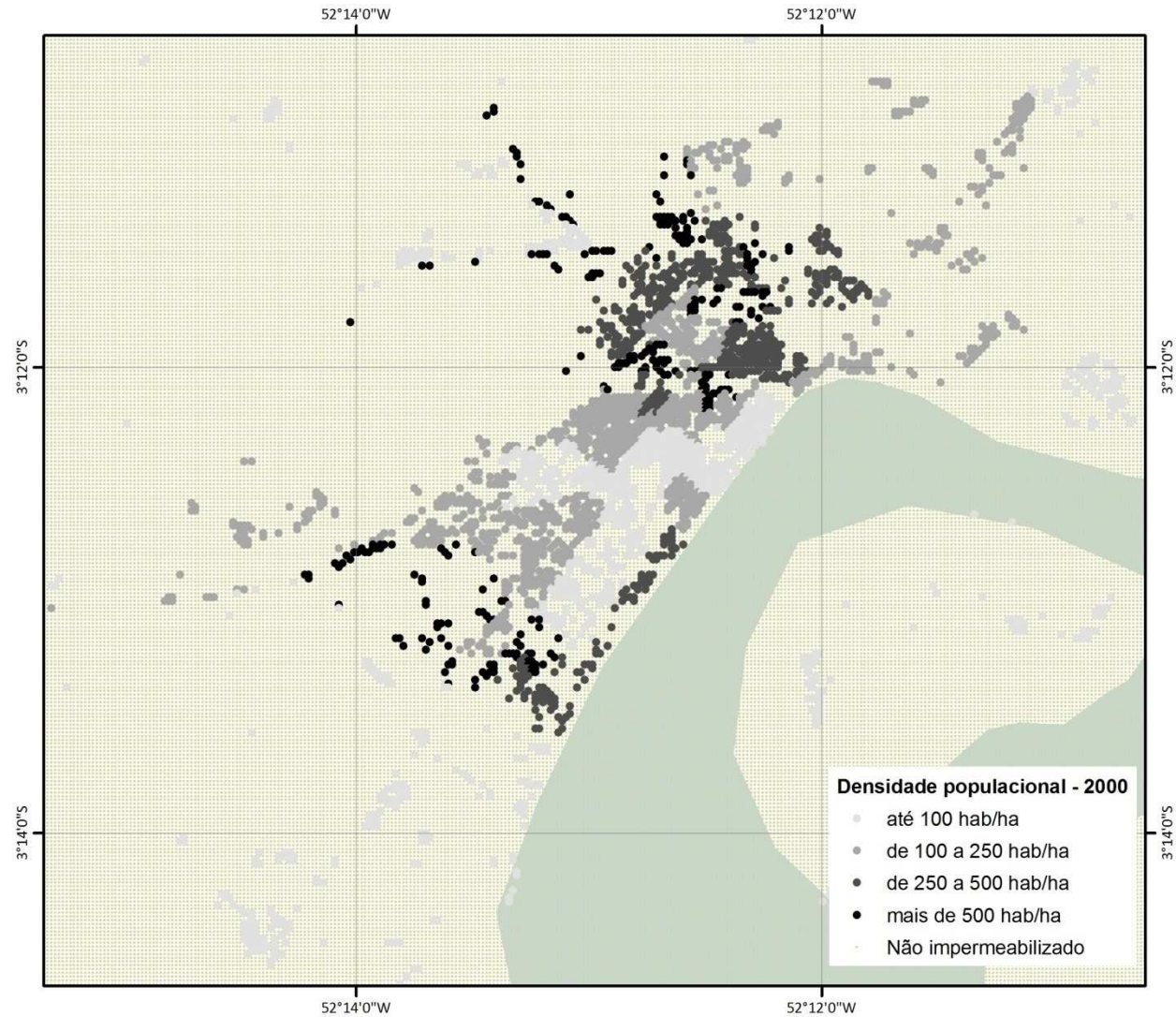
## Estimativas de dados censitários por bairros



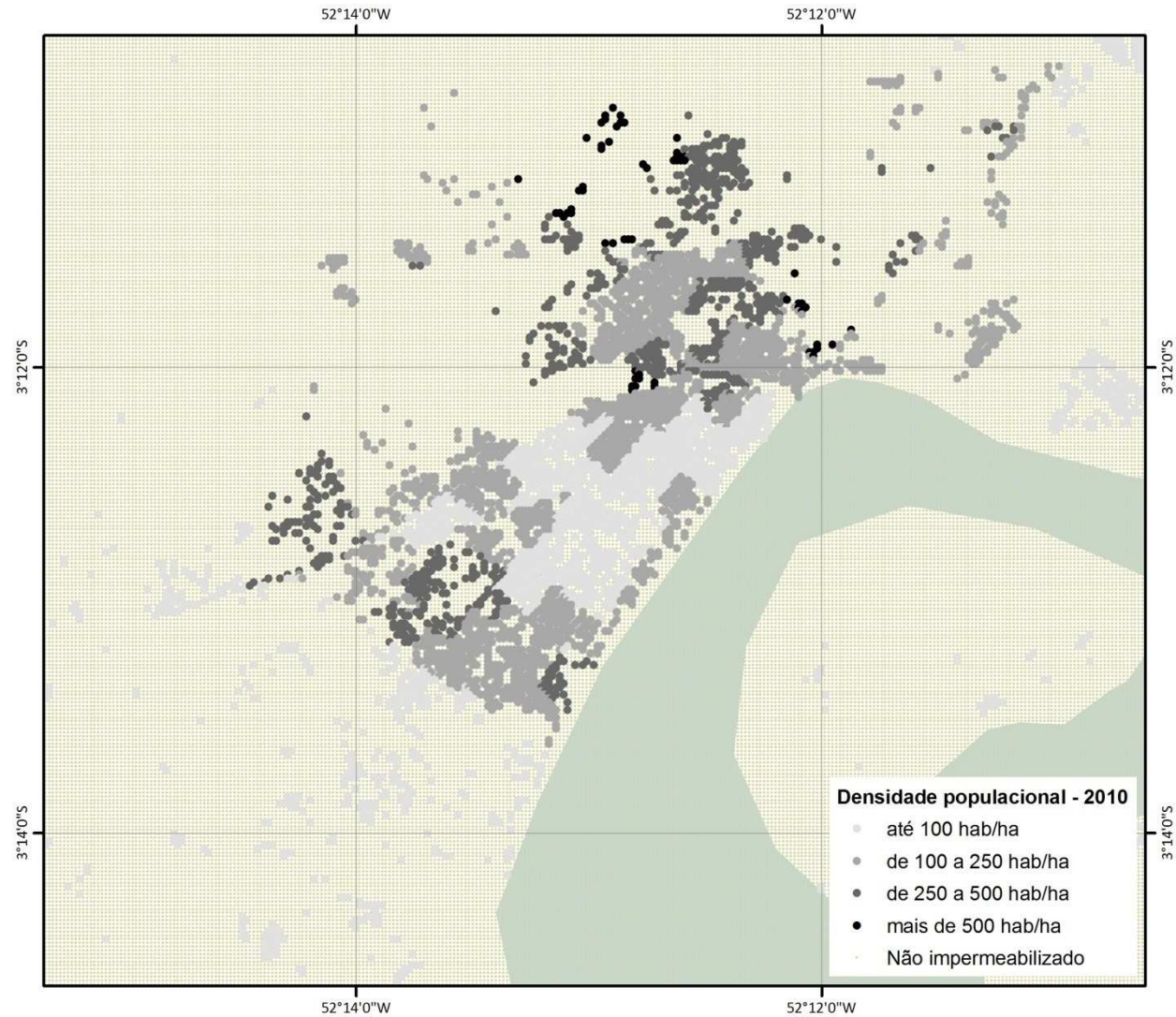
## Dinâmica da densidade populacional 2010-2000



# Densidade - método dasimétrico

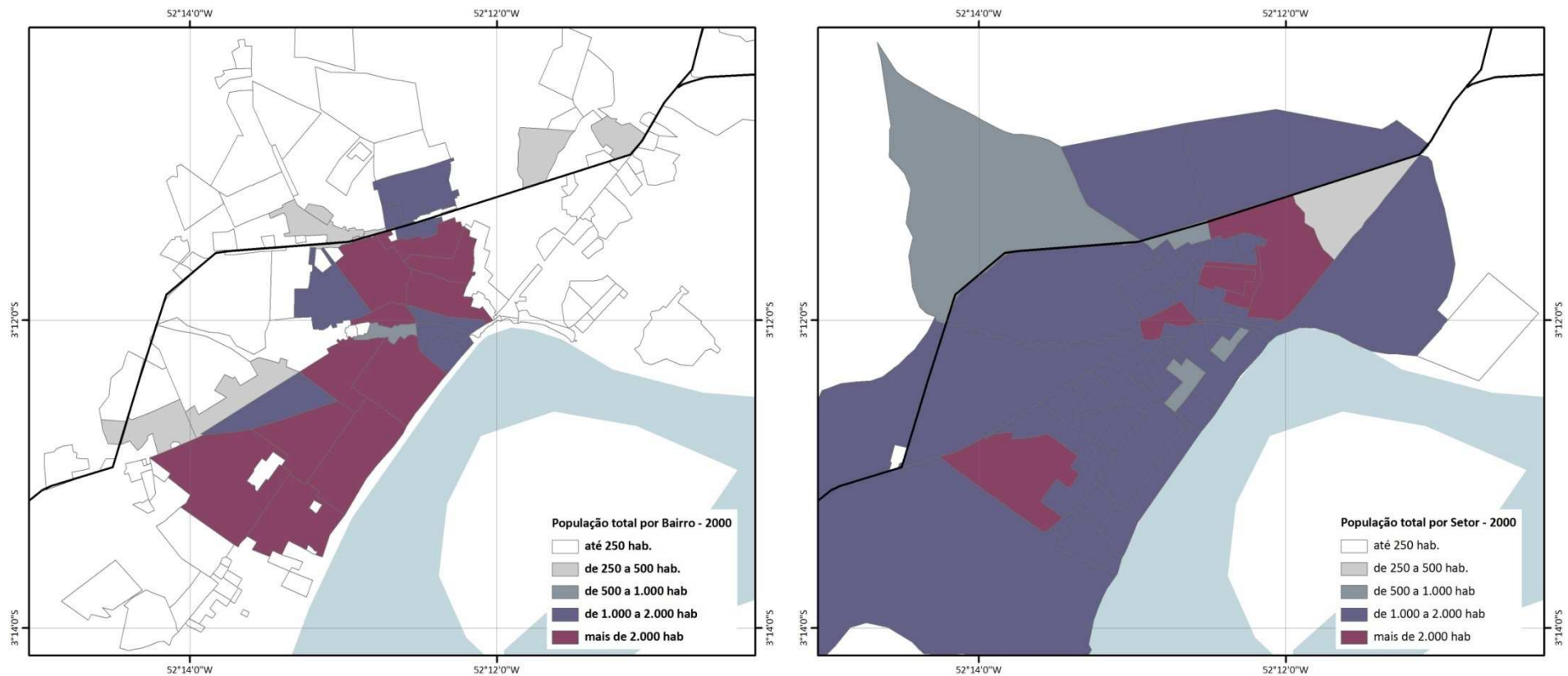


# Densidade - método dasimétrico

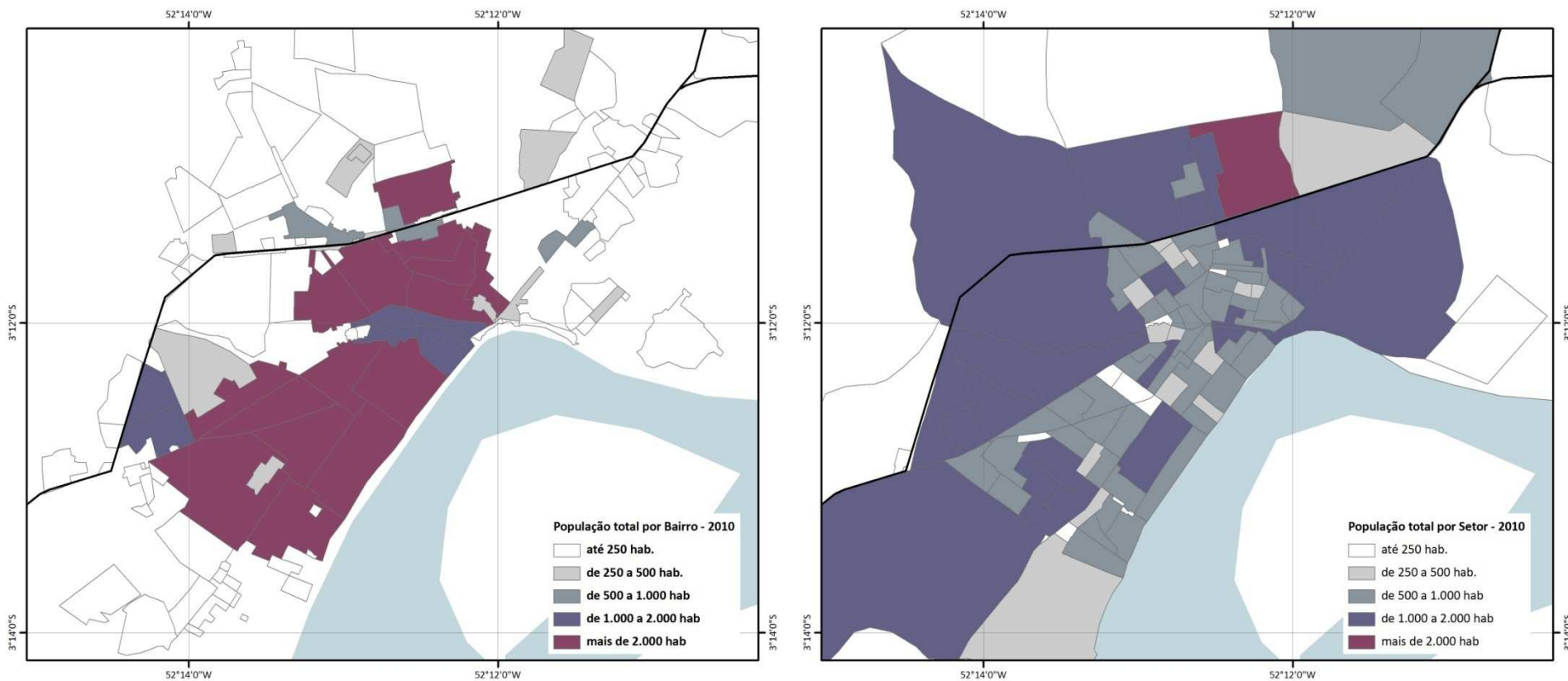




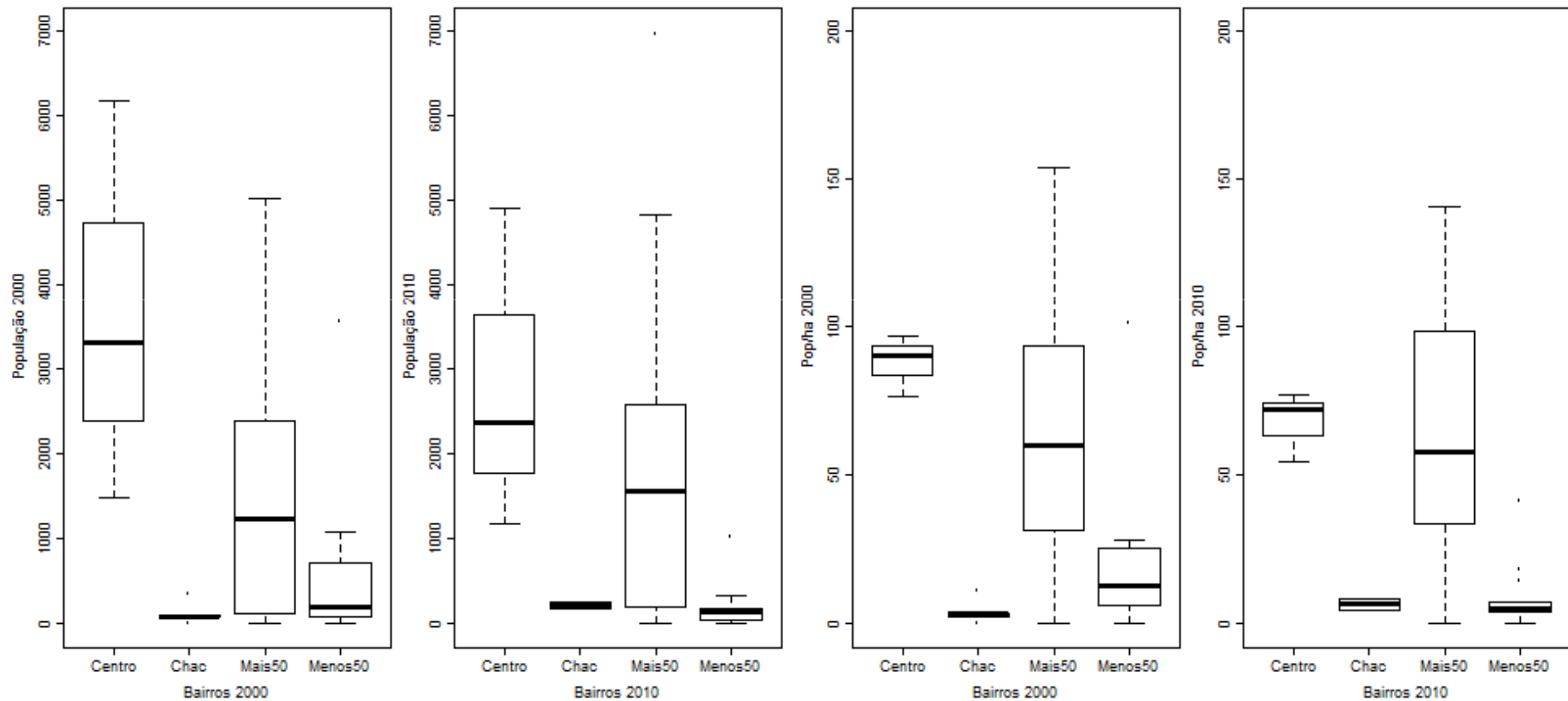
# Estimativas de dados por bairros vs. por setores



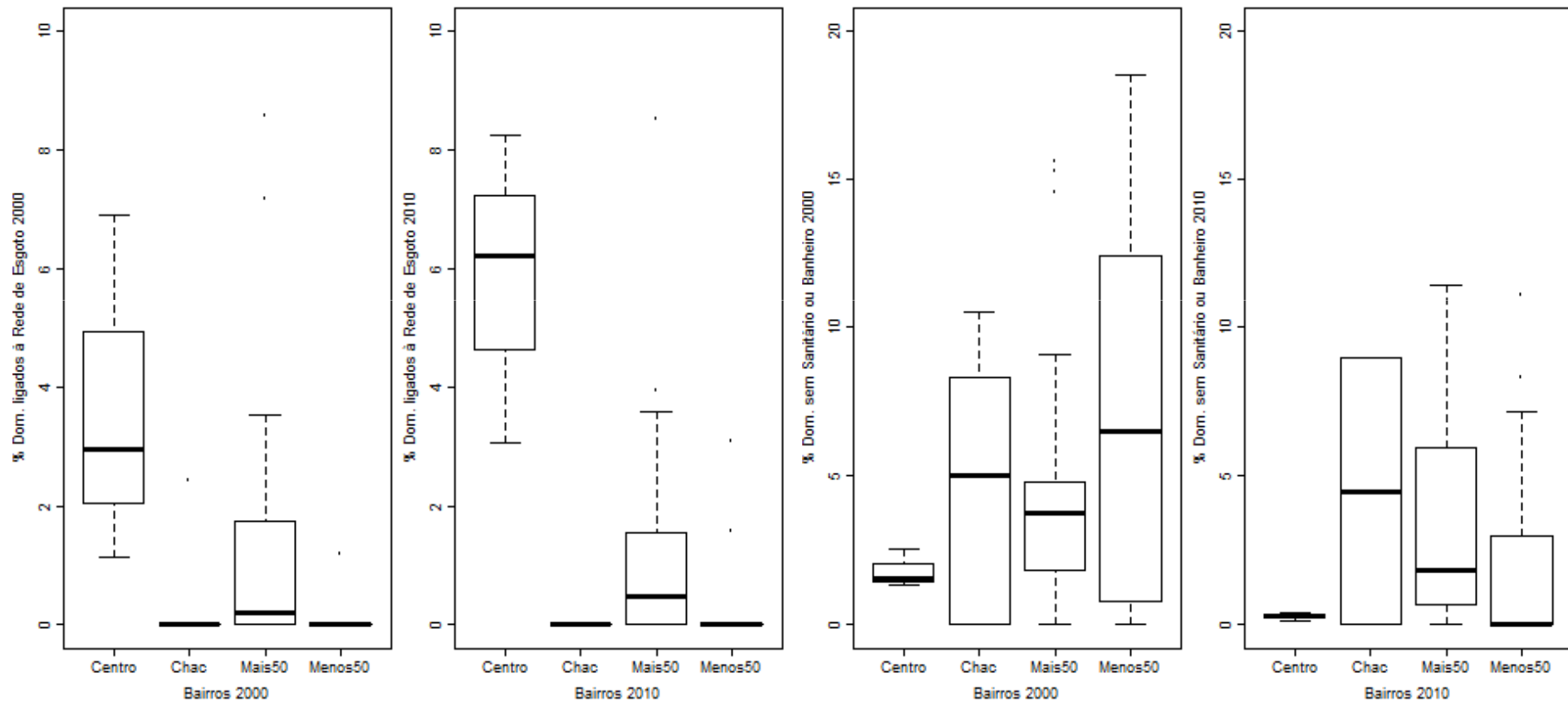
# Estimativas de dados por bairros vs. por setores



# Caracterização de população e domicílios por bairros

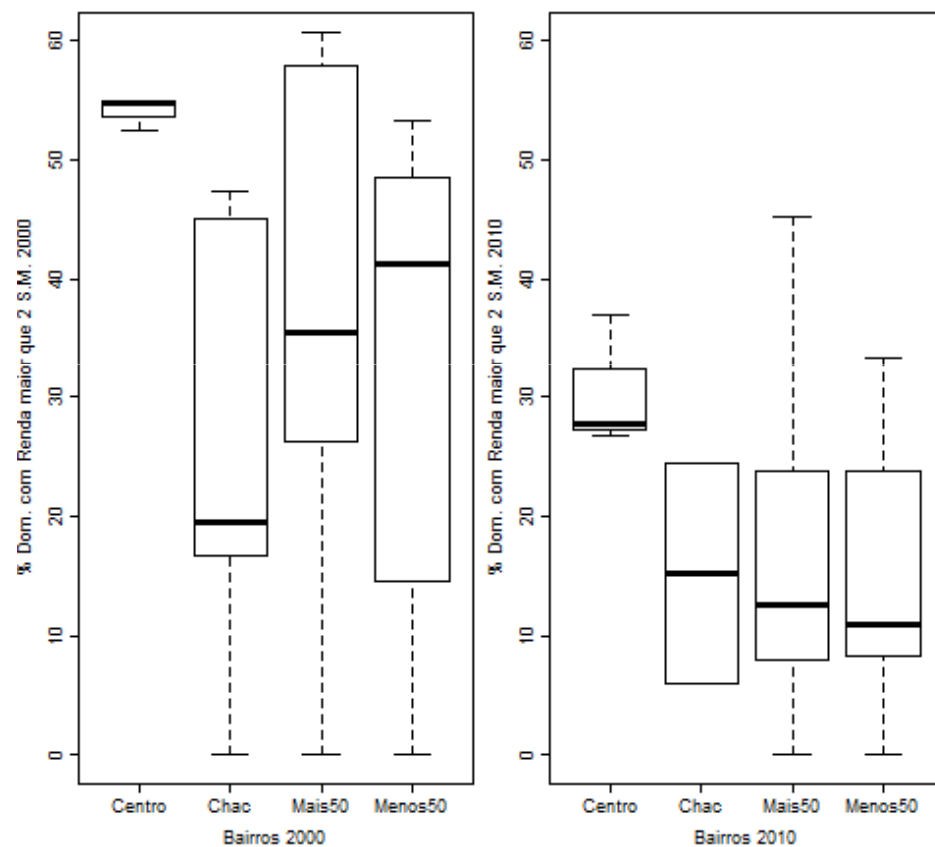


# Caracterização de população e domicílios por bairros

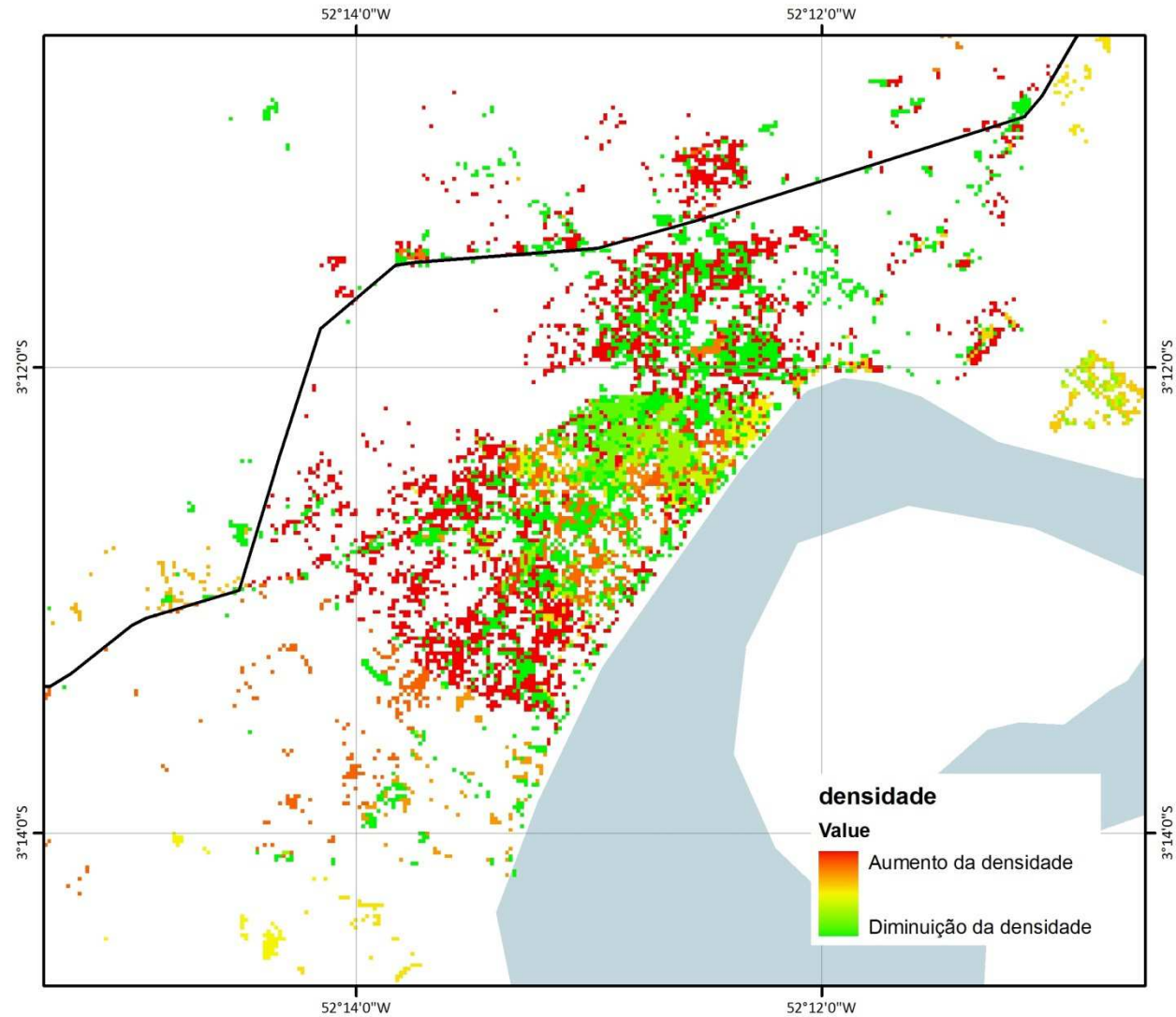


# Caracterização de população e domicílios por bairros

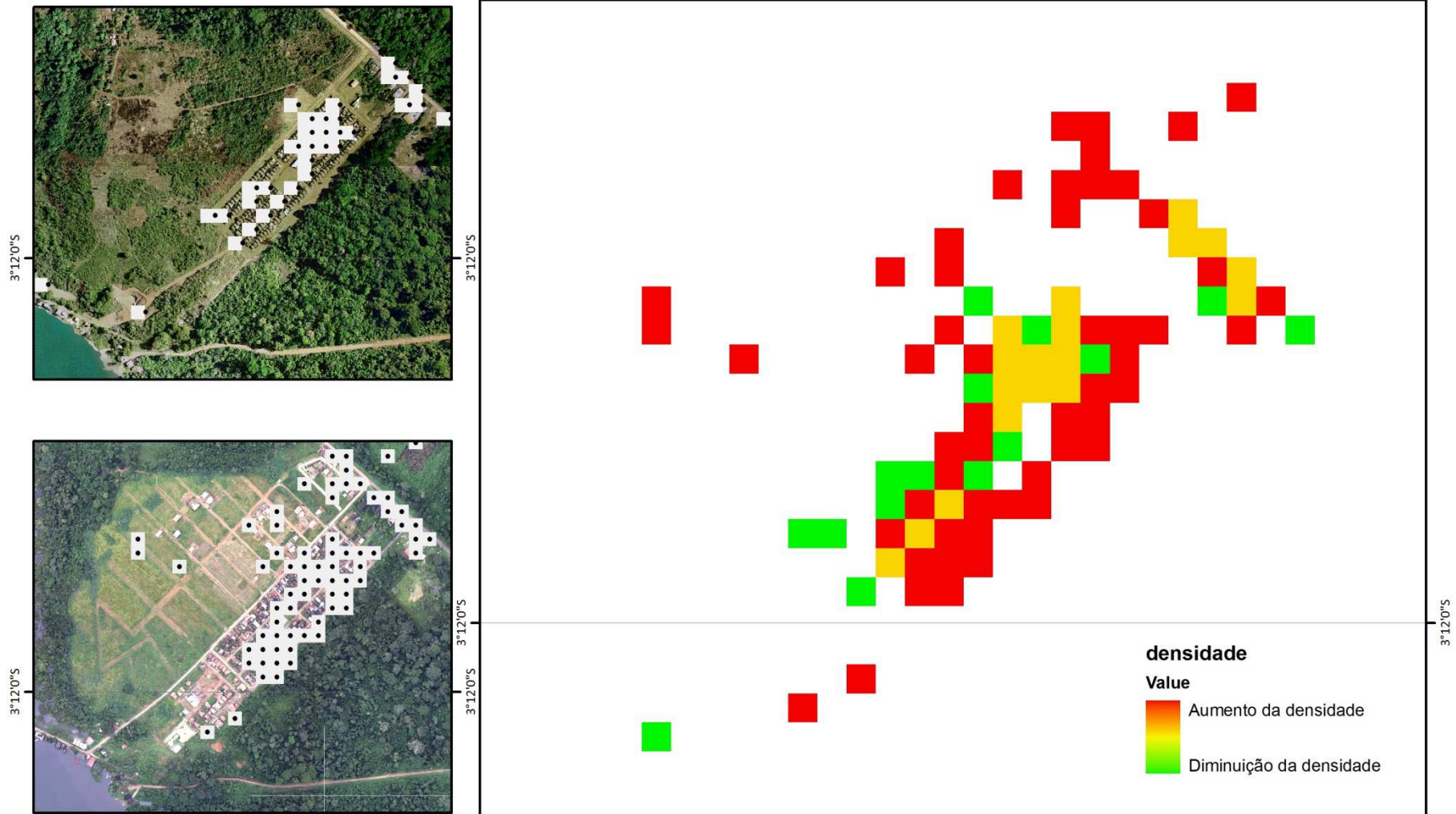
---



# Dinâmica da densidade populacional 2010-2000



# Dinâmica da densidade populacional 2010-2000



# Conclusões

---

- As técnicas de geoprocessamento para a inferência de dados a partir das informações do Censo Demográfico são simples e podem ser aplicadas a partir de muitos softwares, com variações no tempo de processamento e no consumo de memória.
- A análise dos dados a partir do recorte territorial dos setores censitários é prejudicada pelas mudanças nos setores e pelo critério (operacional) adotado para a delimitação.
- O método escolhido para o cálculo da densidade (dasimétrico) é muito dependente dos dados de entrada (áreas ocupadas / áreas impermeabilizadas). Não houve nenhuma correção da classificação feita com o Modelo Linear de Mistura Espectral (MLME) – a exatidão global dos mapeamentos está entre 85 e 90%.
- Áreas de solo exposto são indicativos de ocupação em cidades como Altamira (ruas de terra, áreas públicas e privadas não pavimentadas) e poderiam ser exploradas para o cálculo da densidade.



# Conclusões

---

## Sobre o R:

- As operações foram realizadas com efetividade e rapidez.
- A classe `spatial grid data frame` permite associar mais de uma variável (`dataframe` + `spatial grid`) ao grid de pontos.
- A linguagem oferece grande flexibilidade de utilização. Existem fóruns e grande quantidade de informação que podem ser acessados.
- A manipulação de dados projetados apresentou problemas – ao importar e exportar dados projetados no R, observou-se deslocamento espacial da ordem de centímetros.
- Embora os dados sejam armazenados no *environment* do R, não há a materialização de um banco de dados que possa, por exemplo, ser exportado como tal para fora do R. Cada dado, com formato definido pelo usuário (vetor, raster, tabela, texto etc.), pode ser exportado.