



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

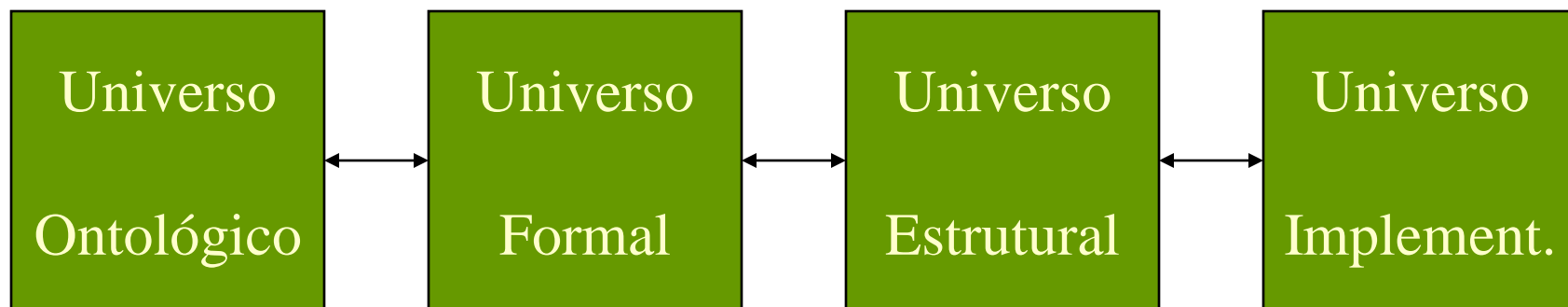


Integração de Dados de SR e Dados Sócio-Demográficos

Representação e compatibilização de dados e
abordagens

SER 300 - Introdução do Geoprocessamento

Processo de Representação Computacional



Níveis de abstração

Ontologias (conceitos do mundo real): lote, tipo de solos

Formal: entidades (objetos) x distribuições (campos)

Estruturas de dados: matrizes, vetores

Implementação: código em linguagem de computador

Dados Sócio-Demográficos - BR

www.ibge.gov.br/censo2010/

paper Burocra lingua kids RS SDM Urbs POP Caixa de Assistência ... util_tools

BRASIL

english español

IBGE



SOBRE

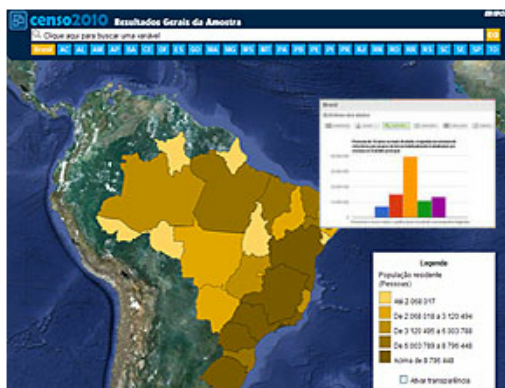
COLETA

MATERIAIS

RESULTADOS

RESULTADOS GERAIS DA AMOSTRA

Navegue pelos resultados definitivos da amostra do Censo Demográfico 2010 usando mapas temáticos e gráficos.



AGLOMERADOS SUBNORMAIS

Visualize através desta ferramenta os dados do censo para todos os aglomerados subnormais identificados pelo IBGE, através de mapas temáticos ou de forma tabular.

NOTÍCIAS DO CENSO 2010

Censo 2010: escolaridade e rendimento aumentam e cai mortalidade infantil

27/04/2012

O IBGE divulga os Resultados Gerais da Amostra do Censo 2010, que apresentam uma série de mudanças...

Censo 2010: 11,4 milhões de brasileiros (6,0%) vivem em aglomerados subnormais

21/12/2011

Em 2010, o país possuía 6.329 aglomerados subnormais (assentamentos irregulares conhecidos como favelas, invasões, grotas, baixadas...)

LEIA MAIS

PARTILHAR

CADASTRO NACIONAL DE ENDEREÇOS PARA FINS ESTATÍSTICOS

Consulte os endereços identificados para o Censo 2010 e diversas variáveis na forma de cartograma ou em tabelas.

CMGE - ÁREAS DE PONDERAÇÃO



Assista ao vídeo sobre áreas de ponderação

CALENDÁRIO DE DIVULGAÇÃO



Confira aqui as datas de divulgação dos resultados do Censo 2010

RESULTADOS



Acompanhe os últimos resultados do Censo 2010

VEJA A REVISTA VOU TE CONTAR

Dados Sócio-Demográficos - BR

www.ibge.gov.br/censo2010/

paper Burocra lingua kids RS SDM Urbs POP Caixa de Assistência ... util_tools

BRASIL

english español

IBGE



SOBRE

COLETA

MATERIAIS

RESULTADOS

RESULTADOS GERAIS DA AMOSTRA

Navegue pelos resultados definitivos da amostra do Censo Demográfico 2010 usando mapas temáticos e gráficos.



AGLOMERADOS SUBNORMAIS

Visualize através desta ferramenta os dados do censo para todos os aglomerados subnormais identificados pelo IBGE, através de mapas temáticos ou de forma tabular.

NOTÍCIAS DO CENSO 2010

Censo 2010: escolaridade e rendimento aumentam e cai mortalidade infantil

27/04/2012

O IBGE divulga os Resultados Gerais da Amostra do Censo 2010, que apresentam uma série de mudanças...

Censo 2010: 11,4 milhões de brasileiros (6,0%) vivem em aglomerados subnormais

21/12/2011

Em 2010, o país possuía 6.329 aglomerados subnormais (assentamentos irregulares conhecidos como favelas, invasões, grotas, baixadas...)

LEIA MAIS

PARTILHAR

CADASTRO NACIONAL DE ENDEREÇOS PARA FINS ESTATÍSTICOS

Consulte os endereços identificados para o Censo 2010 e diversas variáveis na forma de cartograma ou em tabelas.

CMGE - ÁREAS DE PONDERAÇÃO



Assista ao vídeo sobre áreas de ponderação

CALENDÁRIO DE DIVULGAÇÃO



Confira aqui as datas de divulgação dos resultados do Censo 2010

RESULTADOS



Acompanhe os últimos resultados do Censo 2010

VEJA A REVISTA VOU TE CONTAR

O Censo Demográfico

- ◆ Questionários: Universo e Amostra
- ◆ Dados: Domicílios & Pessoas
- ◆ Recortes: UF, macro, micro região, município, distrito, áreas de ponderação, setores censitários (urbanos e rurais)

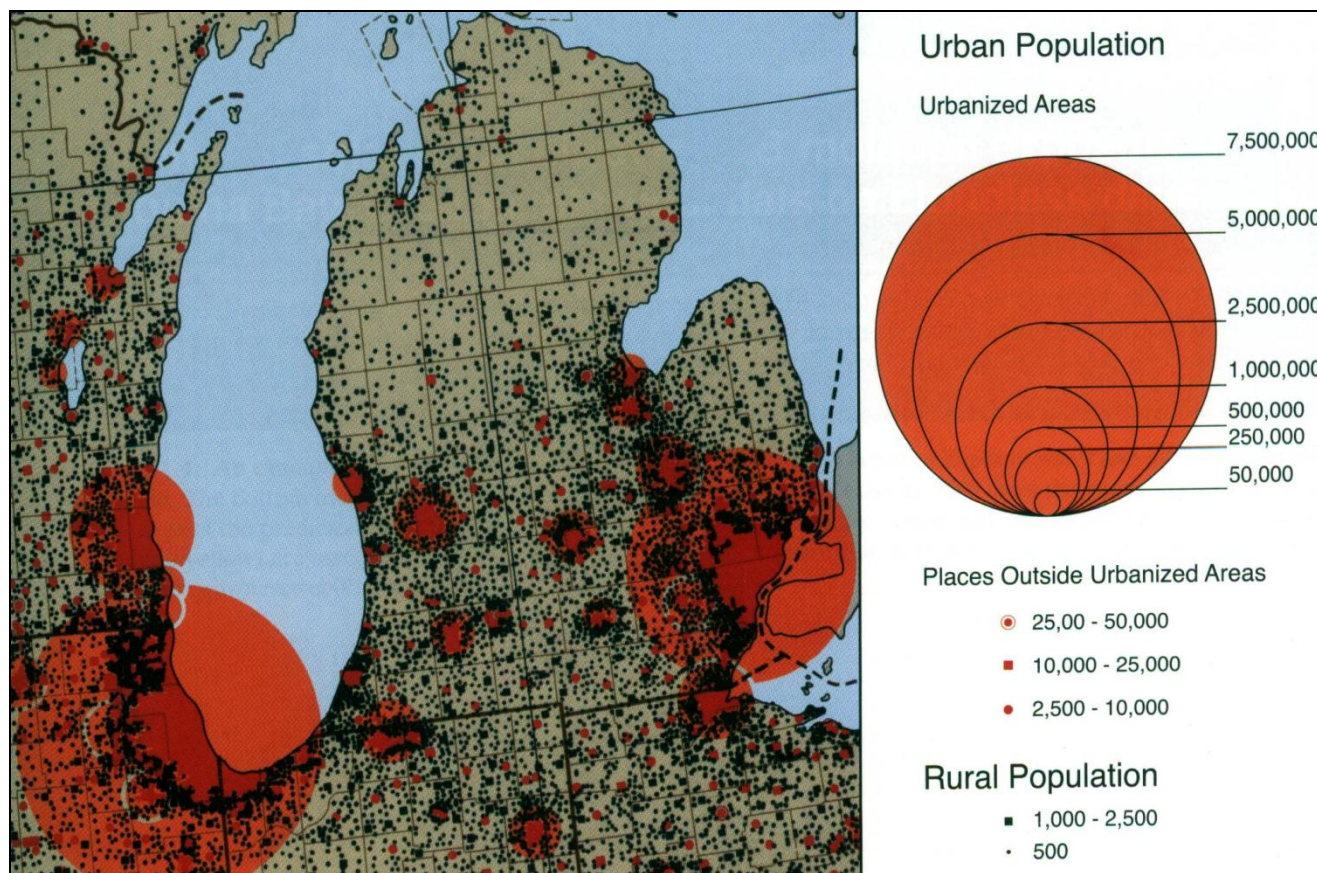
Dados sócio-demográficos

- ◆ Como representar e compatibilizar com dados de Sensoriamento Remoto??
 - A questão da representação
 - Como SR pode ser útil para representar a variabilidade sócio-demográfica espacial ?

Representações Cartográficas

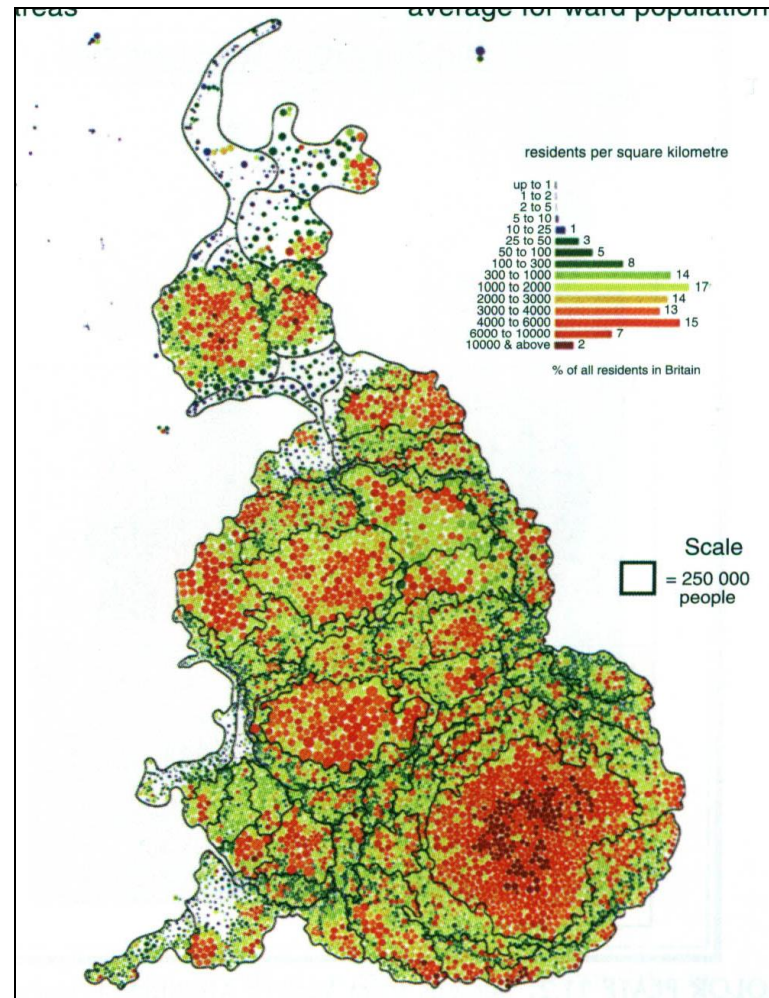
Dados de População:

- ◆ Mapas pontos - símbolos



Representações Cartográficas

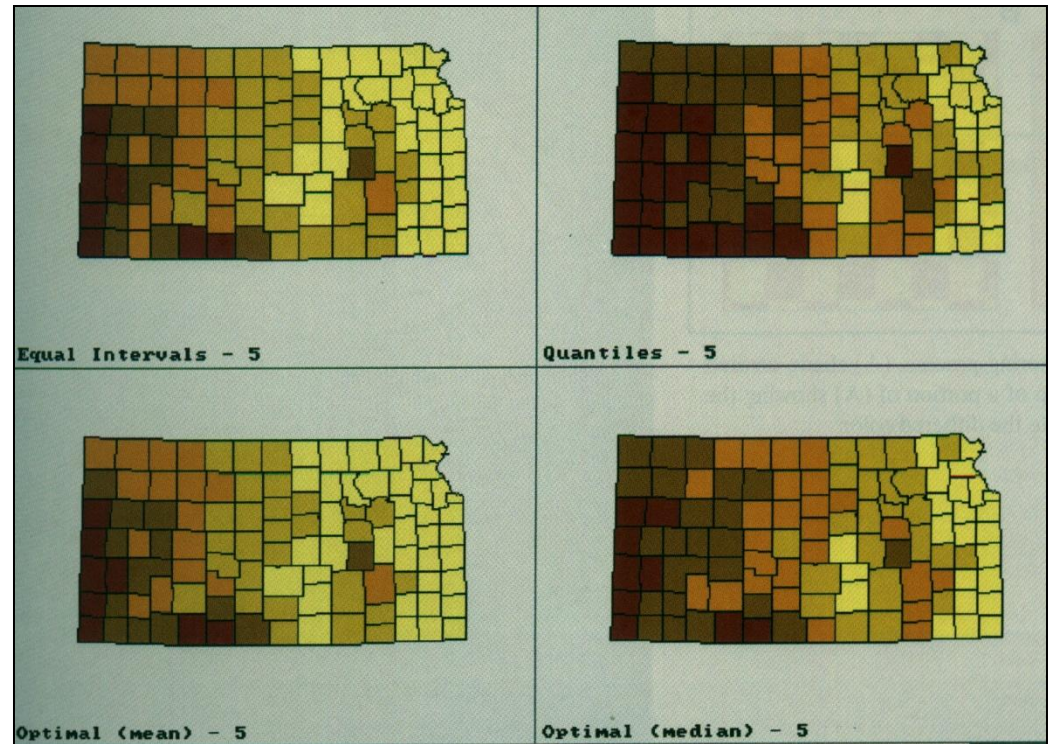
- ◆ Mapas pontos - *dots*
 - Superposição em áreas densas
 - Valores agregados
1pto= x pessoas



Representações Cartográficas

◆ Mapas Coropléticos

- Mapas temáticos
- Valores associados a áreas e diferenças de cores - intensidade do fenômeno
- Representa estrutura hierárquica dos dados
- Tamanho, forma das unidades, número de classes e definição de limites



Representação Computacional

- ◆ Representação digital de dados geográficos – modelos matricial e vetorial
- ◆ Modelos de representação computacional para dados sócio-econômicos:
 - Indivíduo
 - Área
 - Fenômeno contínuo no espaço
- ◆ Área – fenômeno em regiões discretas, unidades homogêneas
- ◆ Unidades – arbitrárias como setor censitário, não representam distribuição espacial da variável
- ◆ Problema de unidade de área modificável (MAUP) – séries temporais?

Superfície de Densidade

- ◆ Modelos de Superfície - alternativa a restrição das áreas
 - Densidade demográfica – fenômeno contínuo
 - Objetivo: estimar distribuição no maior detalhe possível
 - Vantagem: manipulação e análise independentes de área
 - Armazenar e disponibilizar dados em BD Globais

- ◆ Dados censitários – limite municipal ou do setor censitário

- ◆ Evolução de uso e cobertura na e.g. na Amazônia
 - divisões territoriais
 - grade regular para modelos espaciais
 - Pressão da população – gradiente da densidade populacional

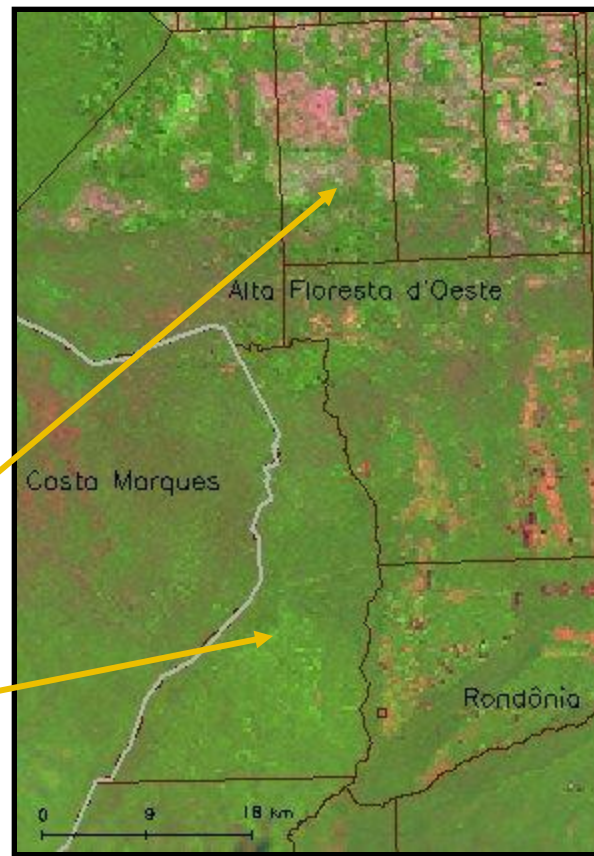
Para representar População na Amazônia...

- ◆ Disponibilidade de dados
 - Dados censitários (10 anos)
 - Contagens por amostragem intercensos
 - Estimativas estatísticas – PNAD (Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio) – UF, região metropolitana, no N incluiu população rural a partir de 2004 (RO, AC, AM, RR, PA e AM).

- ◆ Indexação Espacial
 - Limite municipal até censo 2000, dados coletados por setor censitário (mapas analógicos), limite territorial oficial IBGE - malha municipal
 - Censo 2000 – setor censitário digital (apenas para área urbana – mun>25000). Atualmente disponíveis desde 2000

Para representar População na Amazônia...

- ◆ Setor Censitário
 - Área visitada em 1 mês – 250 domicílios rurais, 350 urbanos
 - Na Amazônia – áreas extensas e heterogêneas
 - Alta Floresta d'Oeste (RO)
 - 165 km² e limites regulares – assentamentos
 - 435 km² em áreas de floresta



Para representar População na Amazônia...

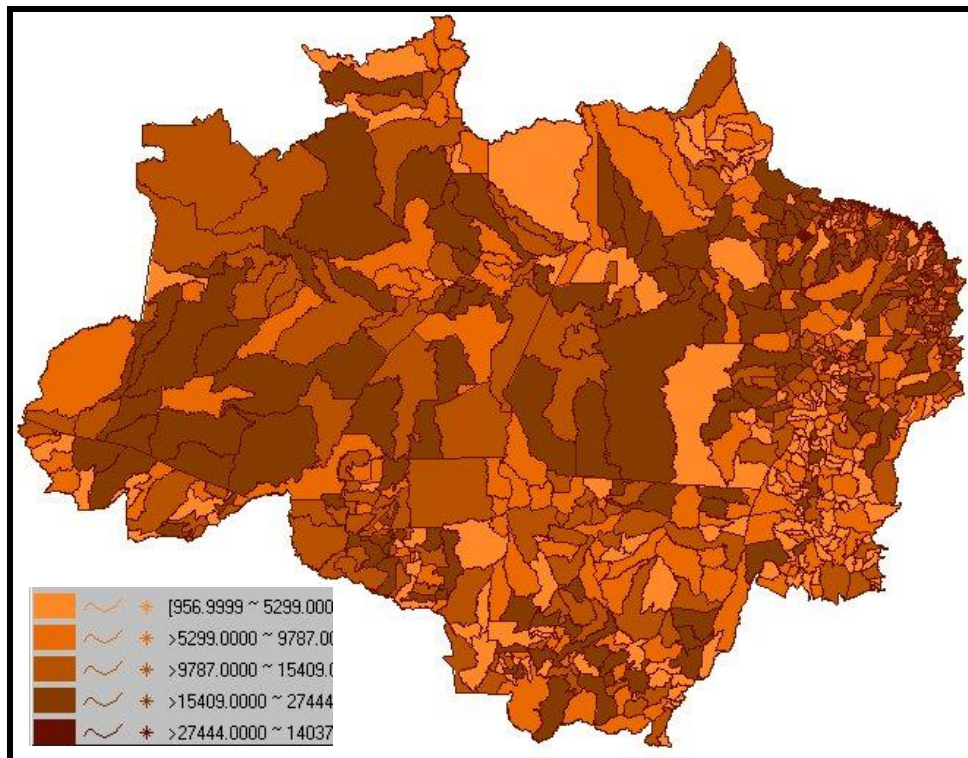
- ◆ Heterogeneidade da região
 - Tamanho de município: 64 km² – Raposa (MA), 160.000 km² – Altamira (PA)
 - Área dos municípios: 6.770 km² - média, 14.000 km² - desvio padrão
 - RO – 52 municípios com área média de 4.600 km²
 - AM - 62 municípios com área média de 25.800 km²
 - Área dos municípios determinam a dimensão dos setores censitários

Para representar População na Amazônia...

- ◆ Complexidade dos processos -> distribuição espacial
 - Rondônia: migrantes, assentamentos INCRA, núcleos urbanos ao longo de eixos viários e população na zona rural.
 - Amazonas: menor densidade de núcleos urbanos, concentração em Manaus.
 - Tendências:
 - desconcentração das metrópoles,
 - maior participação relativa das cidades de até 100.000 habitantes
 - crescimento da população nos núcleos de 20.000 habitantes
 - População dispersa na zona rural e ao longo dos rios
 - Contínuos de florestas – vazios demográficos

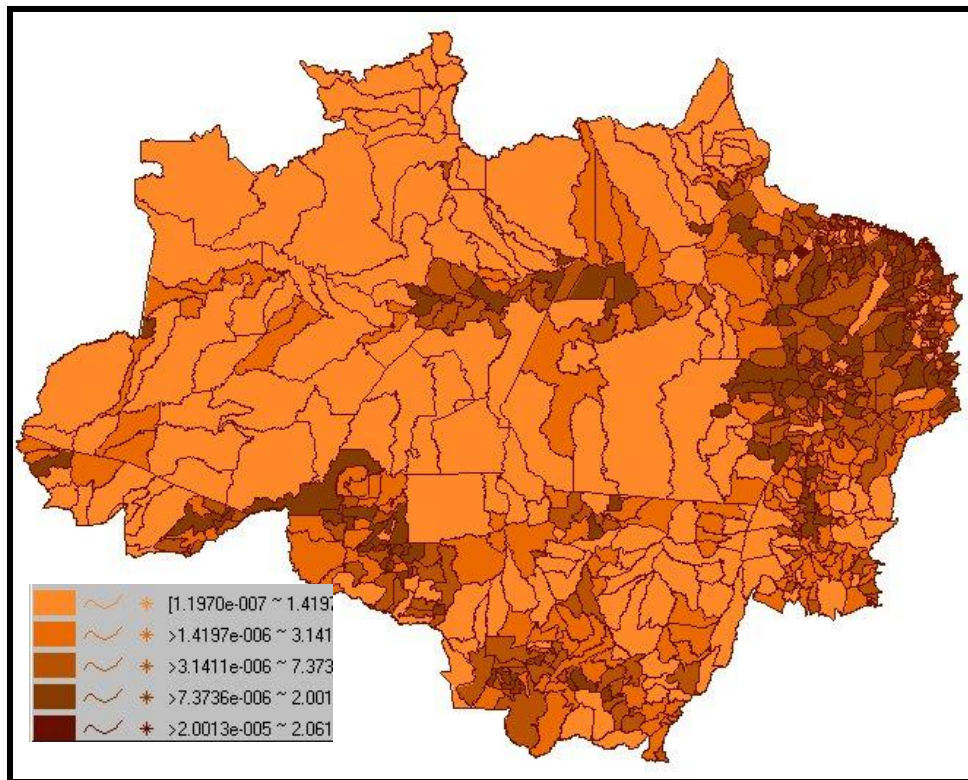
Modelos de População

- ◆ Dimensão Humana
– importância nos projetos da região como LBA e LUCC
- ◆ Representação mais freqüente: mapas temáticos



Modelos de População

- ◆ Densidade Demográfica ao invés de população total 2000
- ◆ Importância dos intervalos e critério para visualização
- ◆ Destaque das regiões mais populosas e vazios demográficos



Modelos de População

Técnicas de interpolação de Superfícies classificadas em dois grupos:

- Interpoladores que consideram apenas a variável população:
 - Superfície de Tendência, Ponderado pela área, Krigagem, Piconofilático de Tobler e Centróides Populacionais de Martim;

- Interpoladores que utilizam variáveis auxiliares, indicadoras da presença humana para distribuir população nas superfícies:
 - método Dasimétrico, Interpoladores Inteligentes e variantes

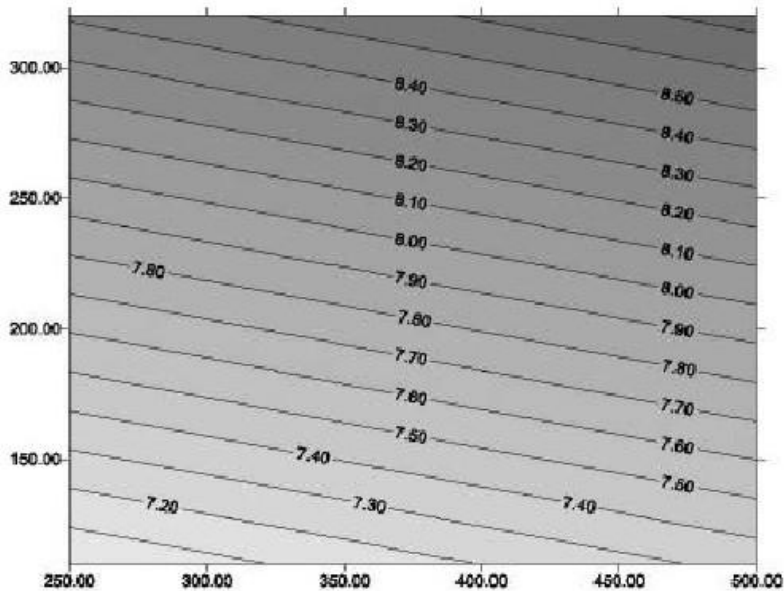
Modelos de População “Univariados”

- ◆ **Análise de Tendência**
 - Ajuste de um polinômio sobre os dados pontuais
 - Regressão múltipla dos valores do atributo em função da localização geográfica
 - O valor de Z é função da posição (X, Y): $Z = a + bX + cY$
 - Sensível à presença de *outliers*, são funções suaves
 - Superfícies arredondadas, incomum em aplicações físicas e humanas
 - Mais apropriada para superfícies com tendência linear, poucas inflexões - geofísica e características morfo-estruturais

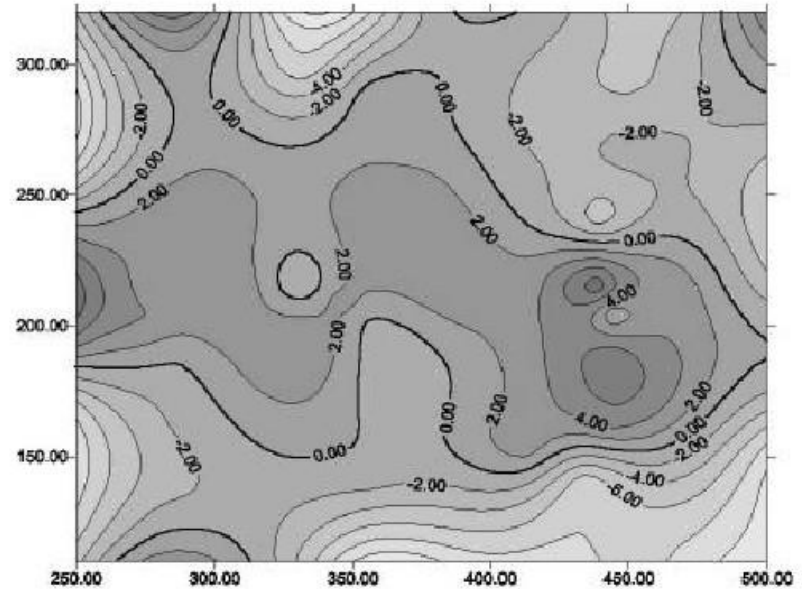
Modelos de População “Univariados”

• Análise de Tendência

$$Z = a + bX + cY$$



Superfície

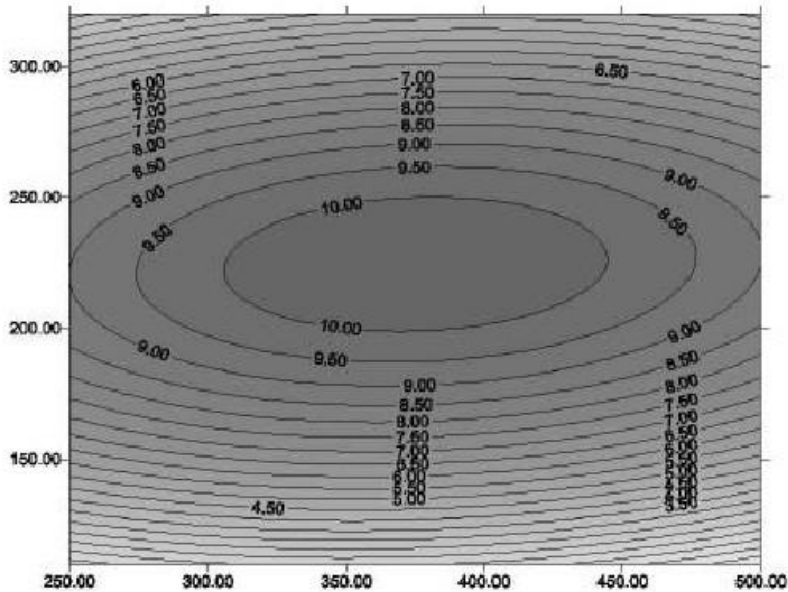


Resíduos

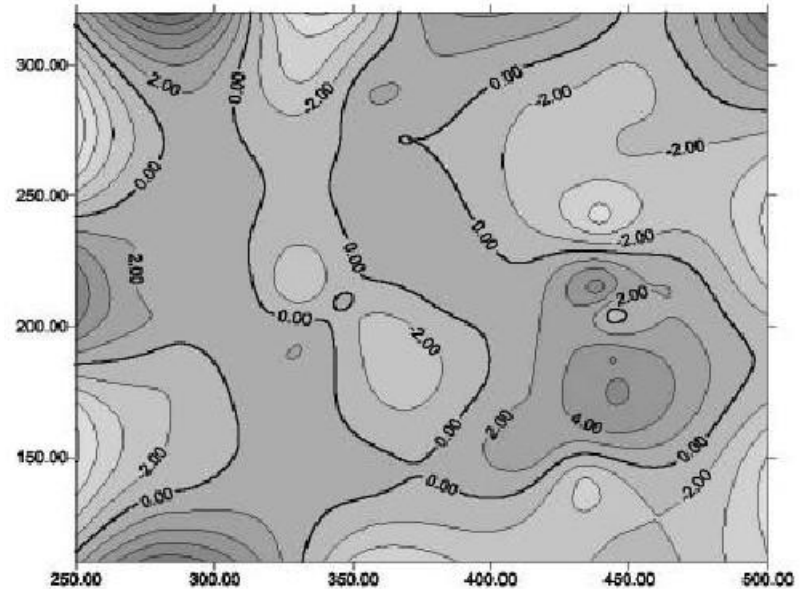
Modelos de População “Univariados”

- Análise de Tendência

$$Z = a + bX + cY + dX^2 + eXY + fY^2$$



Superfície

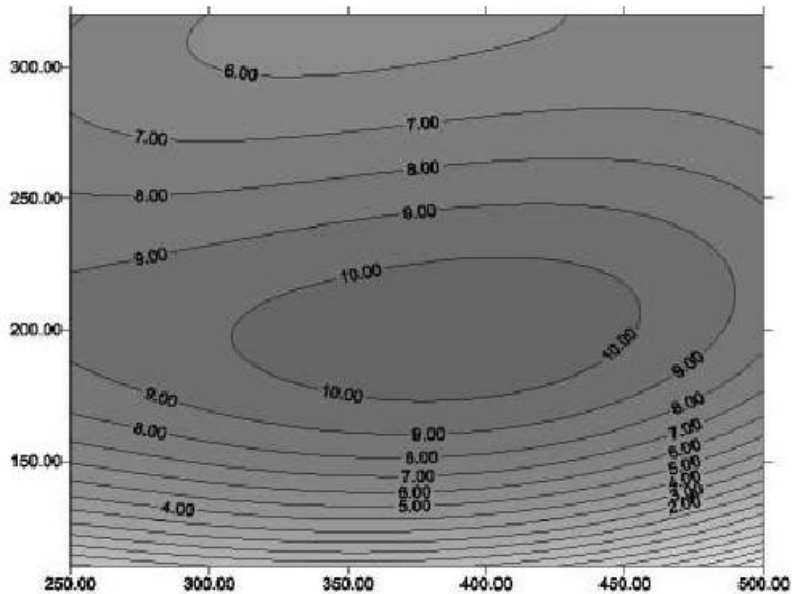


Resíduos

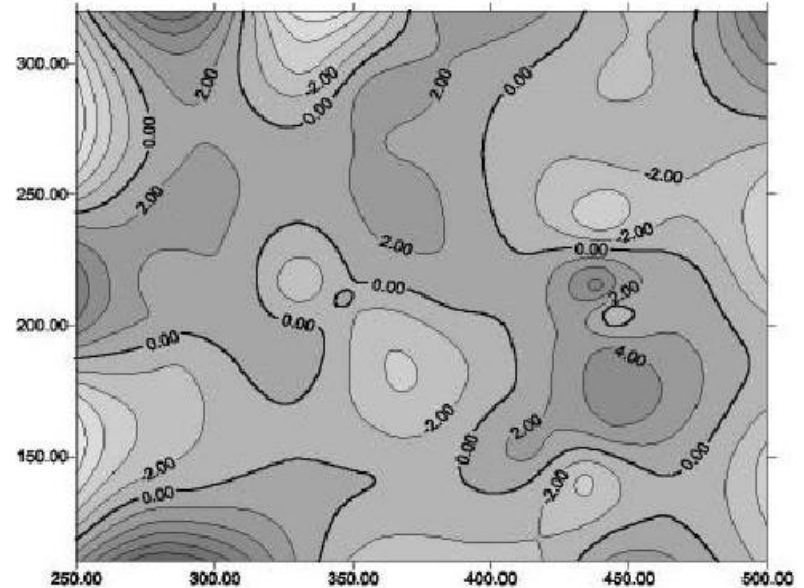
Modelos de População “Univariados”

- ◆ Análise de Tendência

$$Z = a + bX + cY + dX^2 + eXY + fY^2 + gX^3 + iXY^2 + jY^3$$



Superfície



Resíduos

Modelos de População “Univariados”

- ◆ Ponderado pela área
 - Valores de densidade de população proporcionais à área de intersecção das zonas com as células da grade.
 - Limites abruptos, nas regiões de fronteira e valores constantes no interior das unidades.
 - Os erros maiores quanto mais agrupada a distribuição da população e quanto menor as regiões de destino em relação às regiões de origem.
 - População agregada por município - representação matricial do mapa de densidade

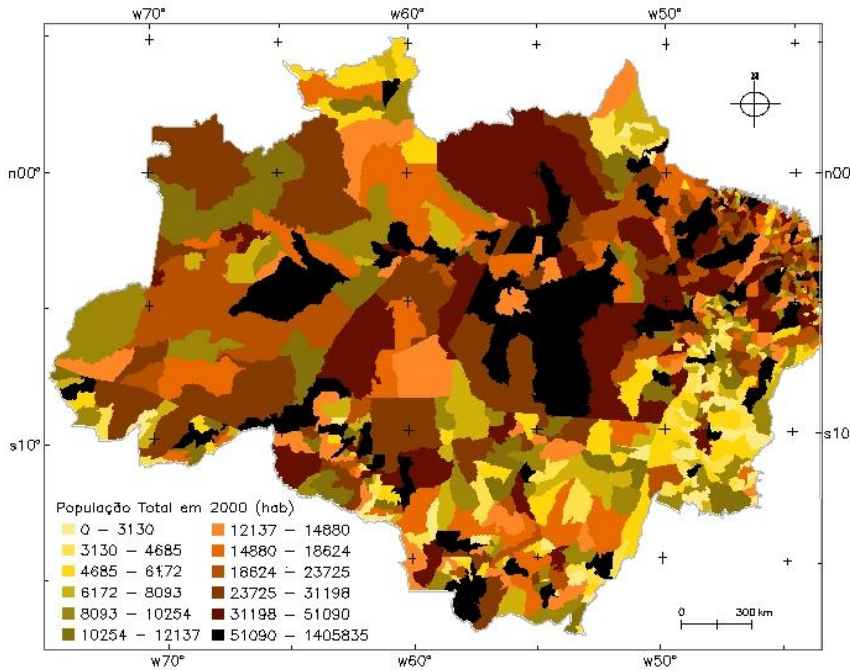
Modelos de População “Univariados”

- ◆ Ponderado pela área
 - População agregada por município
 - Matriz do mapa de densidade
 - PopTot 2000/MM97

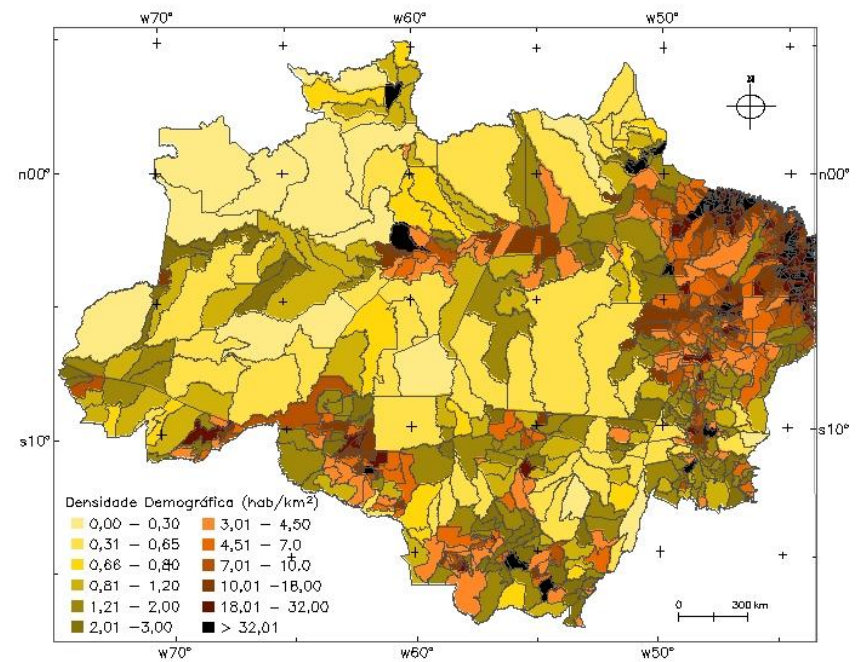


População na AmzL

Representações - Mapas Temáticos



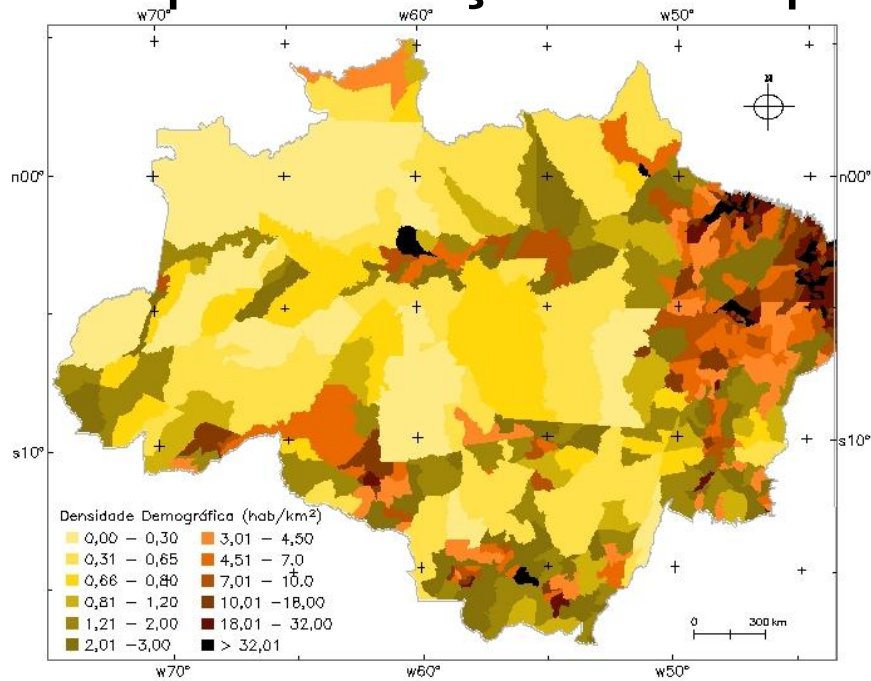
População Total - 2000



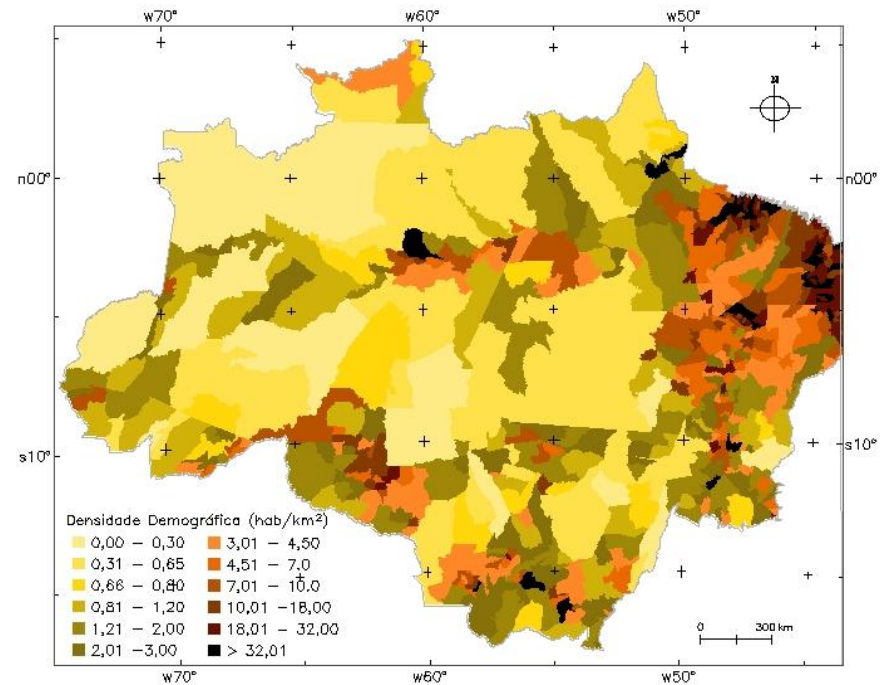
Densidade Demográfica - 2000

População na AmzL

Representações - Mapas Temáticos



Densidade Demográfica - 1991



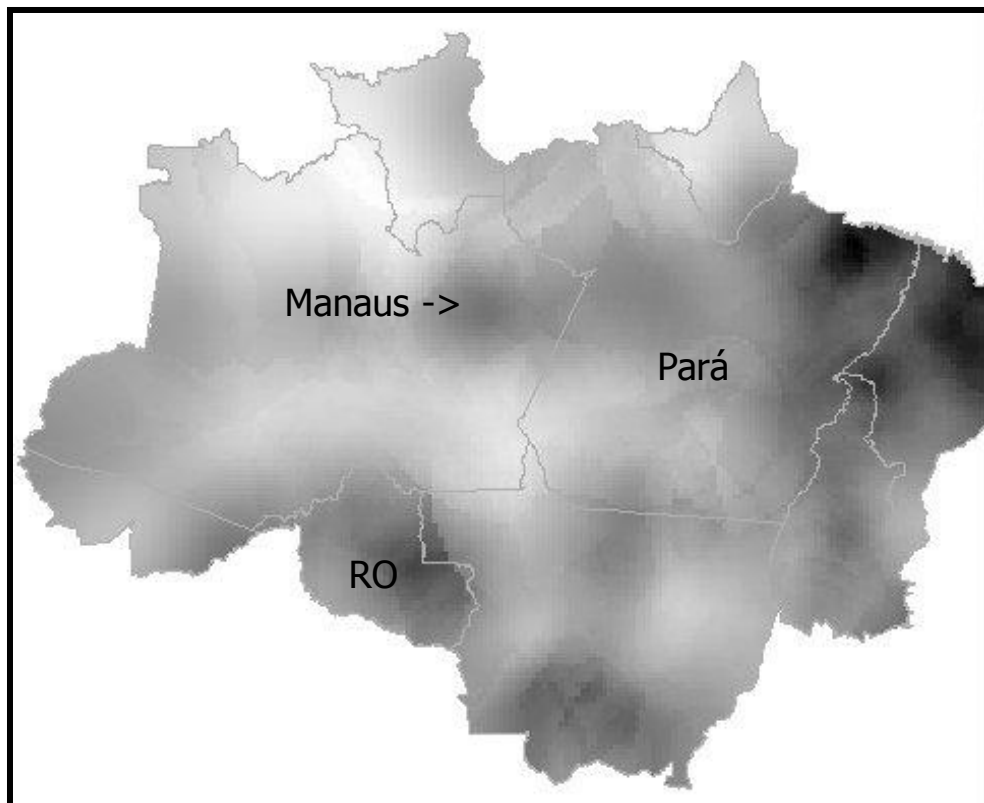
Densidade Demográfica - 1996

Modelos de População “Univariados”

- ◆ Krigeagem
 - Interpolação para processos espaciais aleatórios, estima a ocorrência de um processo a partir da observação em outros locais
 - Os valores da variável dependem da distância entre elas, uma função explica esta distribuição
 - Sedes de município – pontos amostrais, logaritmo da densidade populacional – função gaussiana

Modelos de População “Univariados”

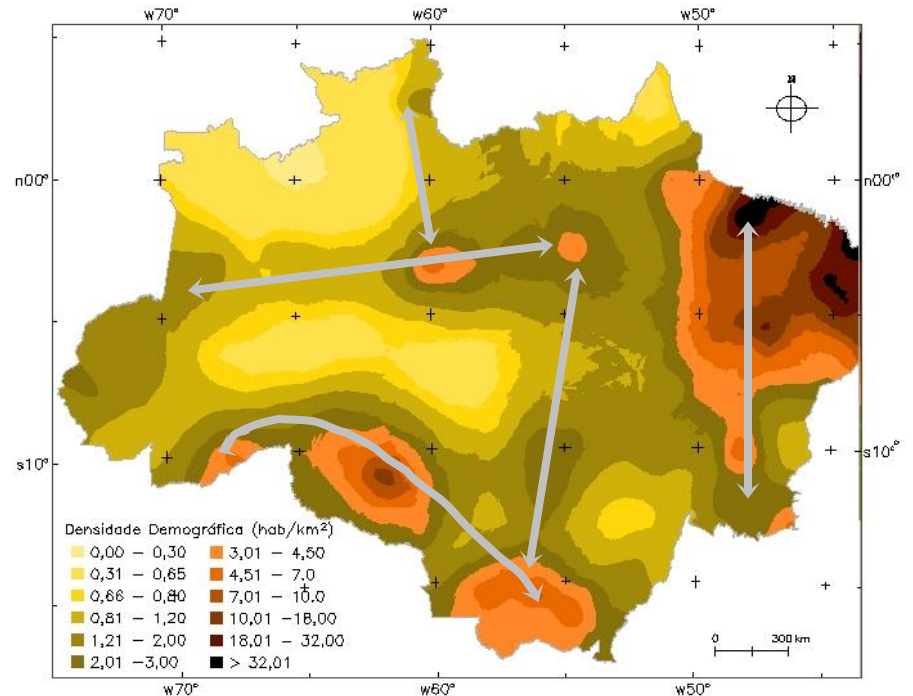
- ◆ Krigeagem
 - Visão sinóptica
 - Imprecisa para modelagem
 - Grandes tendências de distribuição
 - Não há locais sem população
 - Não preservam volume populacional



População na AmzL

Superfícies de Densidade - Krigeagem

- ◆ Densidade de População Total – sedes de município
- ◆ Das superfícies-> Mapas temáticos para análise
- ◆ Mapas de tendências, imprecisos e generalizados
- ◆ Evolução das superfícies -> tendências demográficas

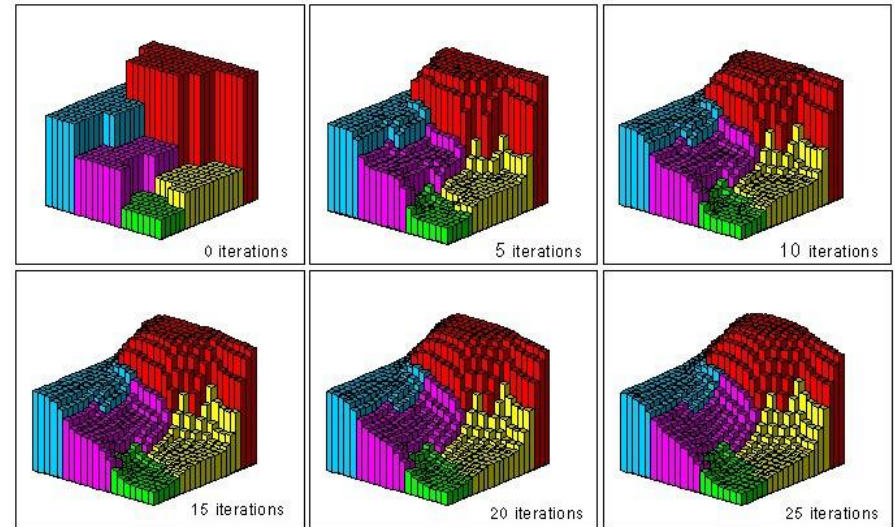


Densidade de População - 2000

Modelos de População “Univariados”

◆ Piconofilático de Tobler

- Superfície baseada nos centróides geométricos das unidades censitárias
- Superfície suave ~ “filtro de média”

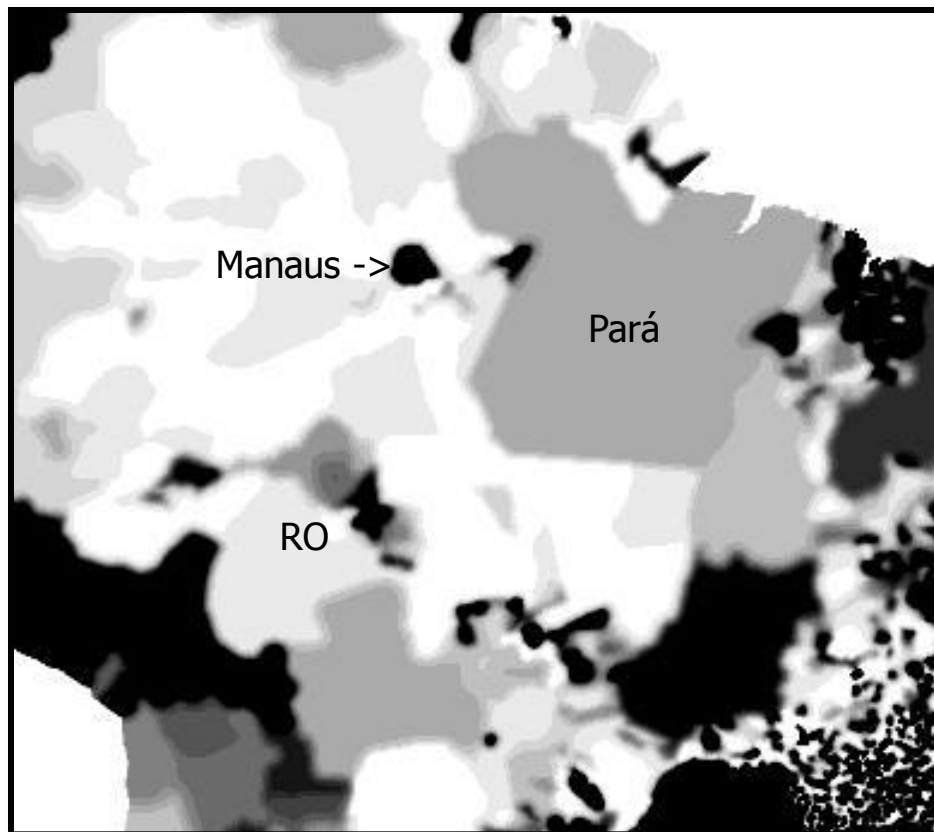


Pycnophylactic Interpolation

- Pondera pela distância ao centróide, função de densidade populacional concêntrica em torno do centróide geométrico
- Indica população em toda a superfície (não há zeros)
- Considera os valores das áreas adjacentes e mantém o total de população

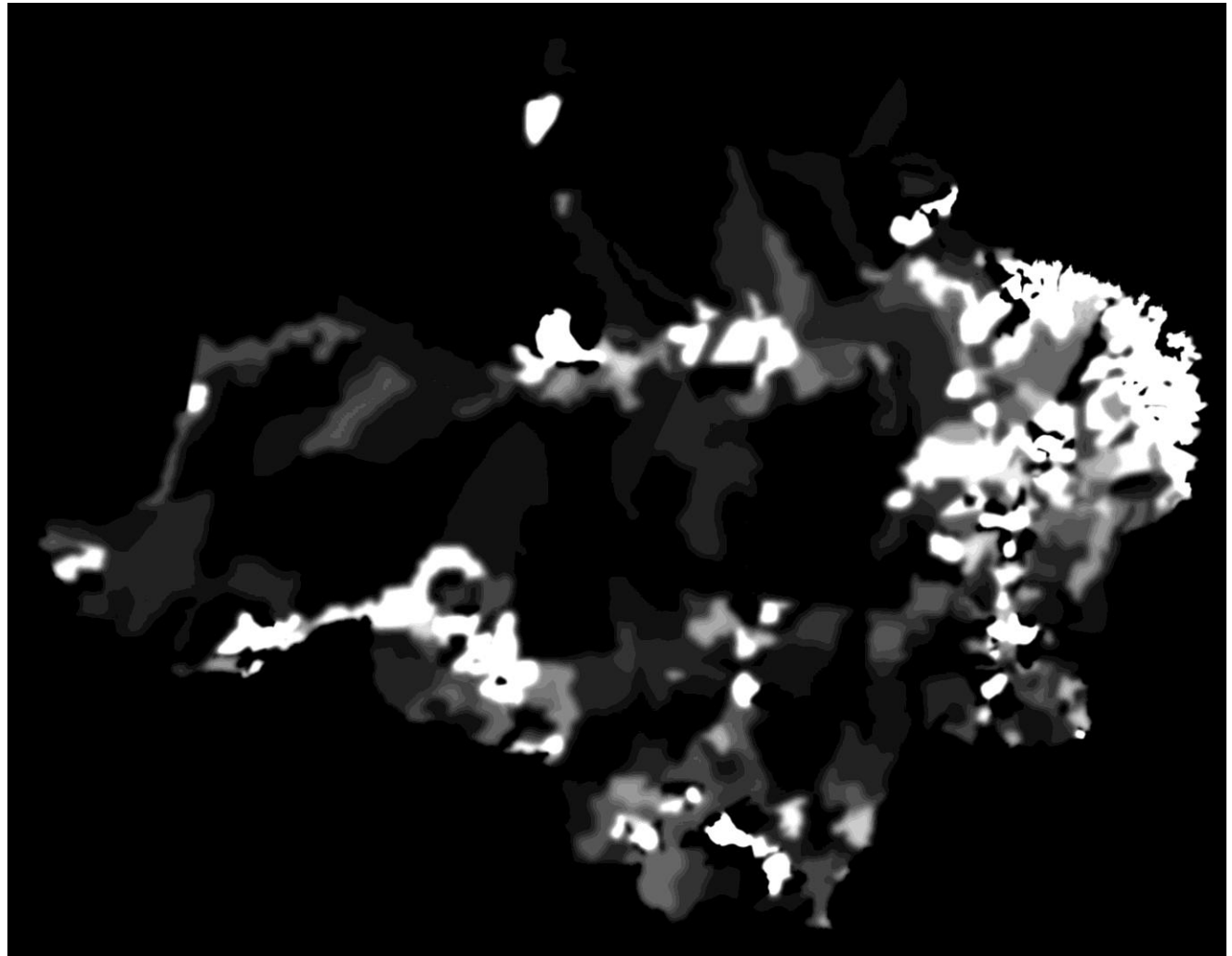
Modelos de População “Univariados”

- ◆ Piconofilático de Tobler
 - Exemplo: *Global Demography Project*, grade 9km, 1994.
 - Dados por município
 - Regiões homogêneas, bordas graduais
 - RO – municípios menores, efeito do interpolador
 - Melhores resultados para unidades menores (Setores Censitários) e densamente povoadas.



Modelos de População “Univariados”

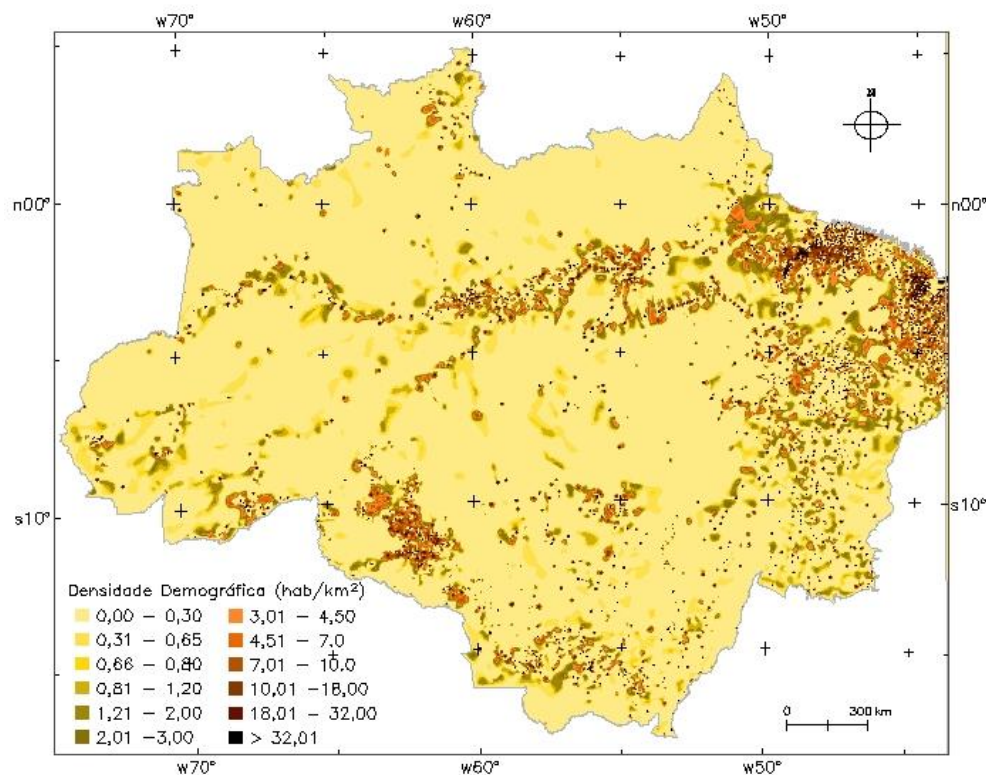
- ◆ Piconofilático
de Tobler
- ◆ MM97
- ◆ TobLux*



População na AmzL

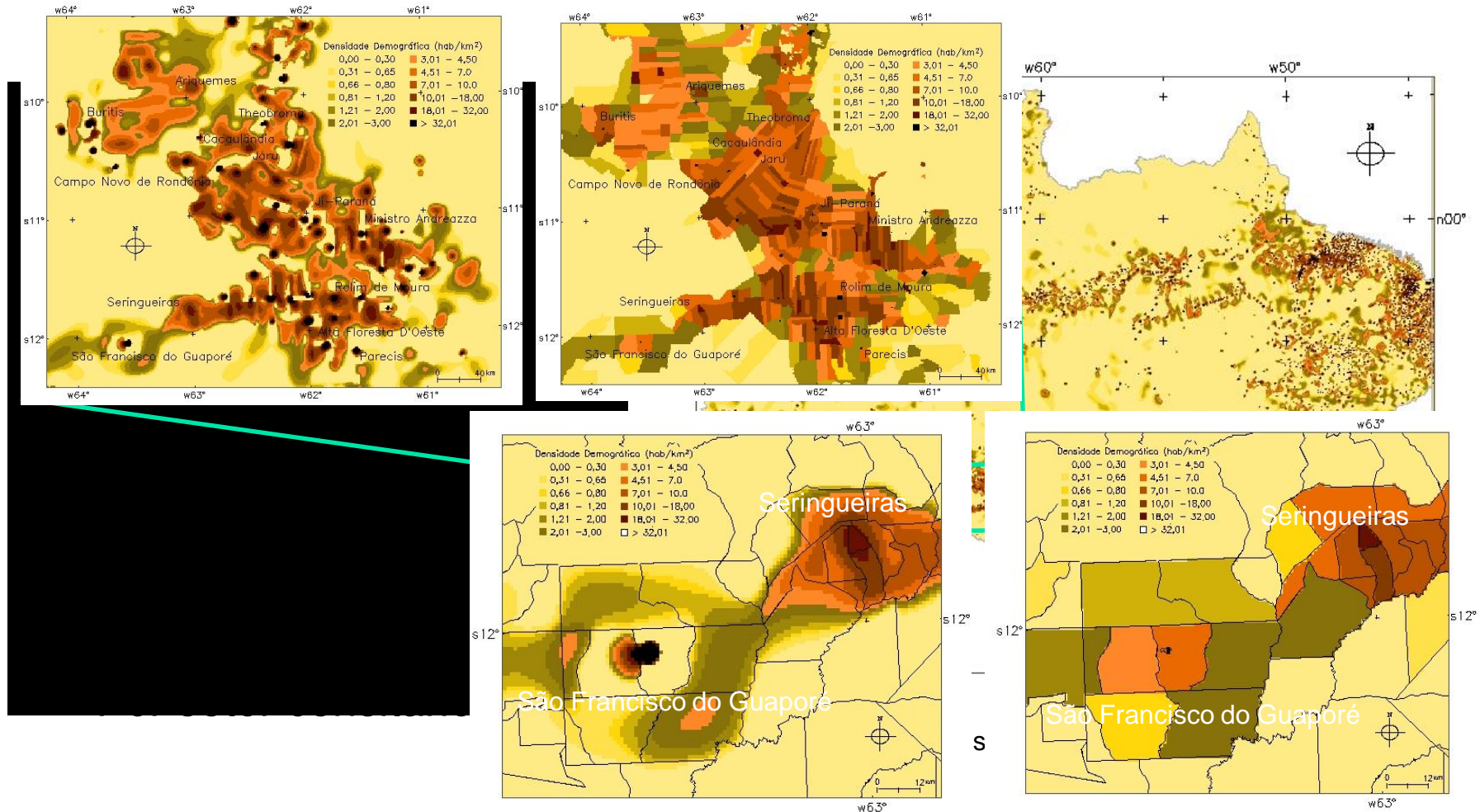
Superfícies de Densidade – Piconofilático de Tobler

- ◆ Preserva volumes, suaviza limites poligonais
- ◆ Malha municipal 1997, população total 2000
- ◆ Das superfícies-> Mapas temáticos para análise
- ◆ Continuidade para áreas pequenas e densidades similares
- ◆ Por setor censitário 2000



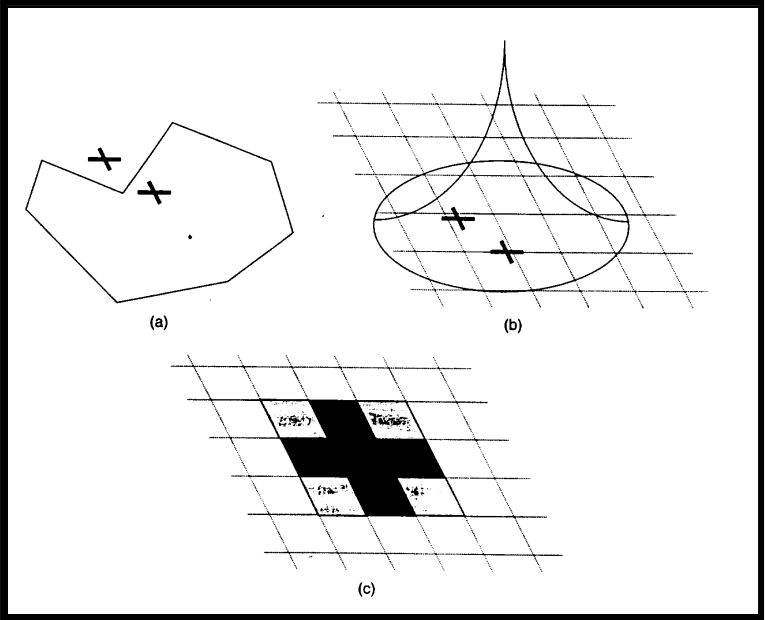
Densidade População Total 2000

Picnofilático de Tobler



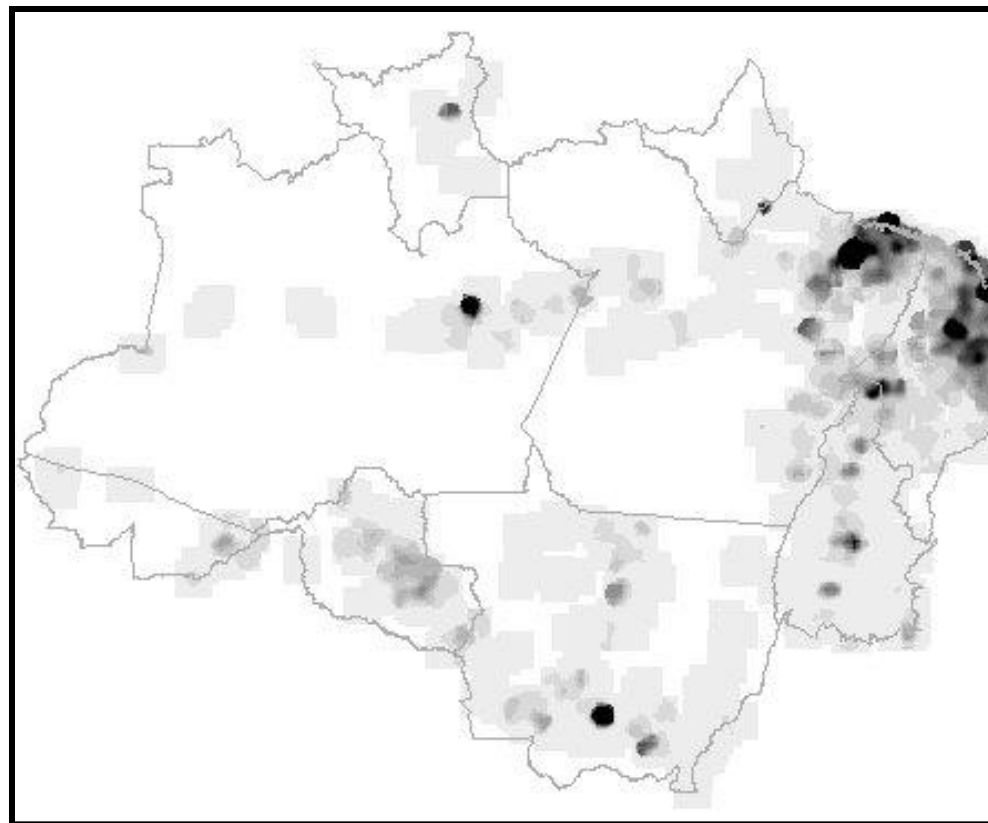
Modelos de População “Univariados”

Baseado em *Kernel*

- Centróides Ponderados de Martin – mapeamento censitário - UK
 - Kernel adaptativo: largura varia conforme a densidade de pontos – extensão das áreas com população
- 
- Função de decaimento com distância:
 - pesos para cada célula – redistribuem contagem total;
 - Forma da função – afeta a distribuição da população nas áreas
 - Reconstrói a geografia da distribuição, mantendo as áreas não populadas na superfície final

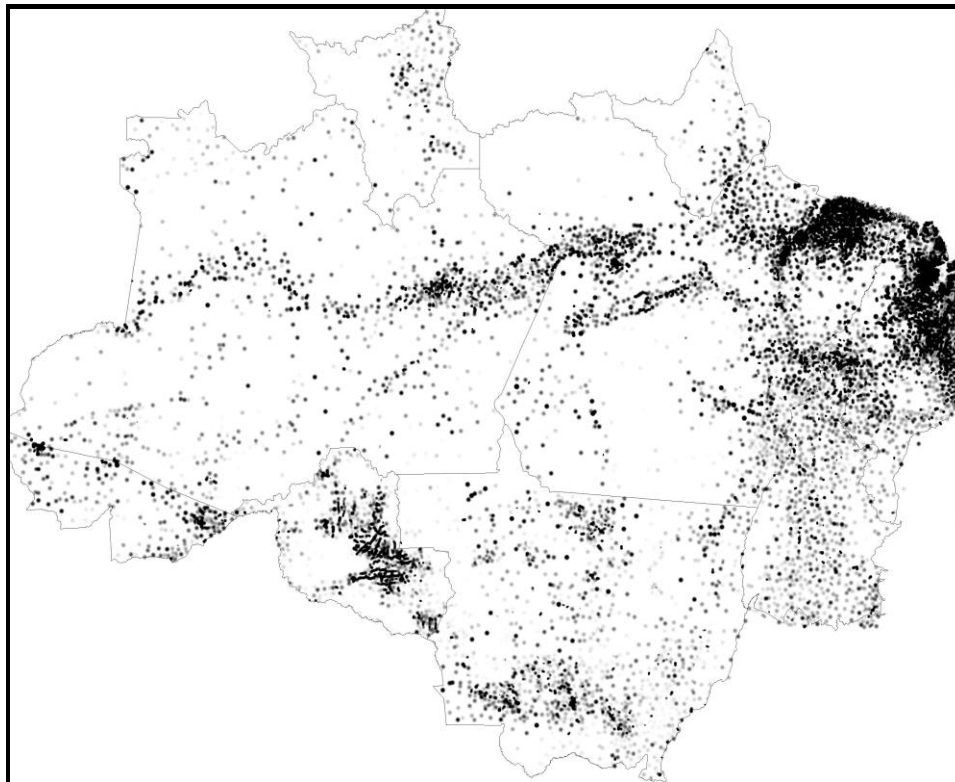
Modelos de População “Univariados”

- ◆ *Kernel* – densidade populacional 2000
 - Sedes de município consideradas centróides
 - Vazios preservados e gradientes nas regiões populosas
 - Melhores resultados com inclusão de centróides – distritos e imagens SR – e para unidades menores e densamente povoadas.
 - Surpop ; Spring_Pop



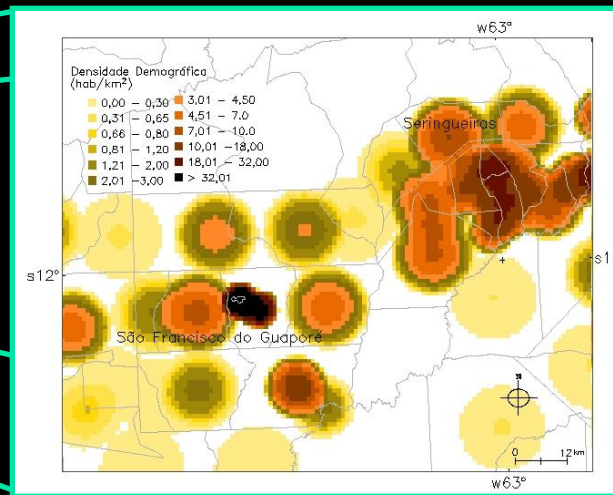
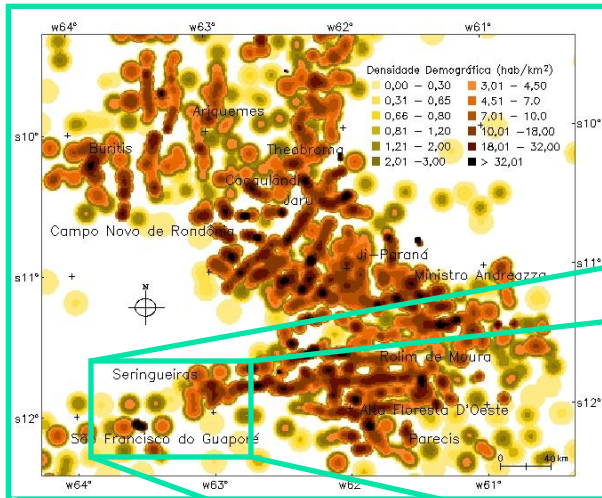
Superfícies de Densidade – Centróides Ponderados Martin

- ◆ Preserva volumes e vazios demográficos
- ◆ Kernel adaptativo a concentração de centróides
- ◆ População total distritos 2000
- ◆ Superfície “negativa”
- ◆ Depende da densidade de centróides
- ◆ Por setor censitário 2000



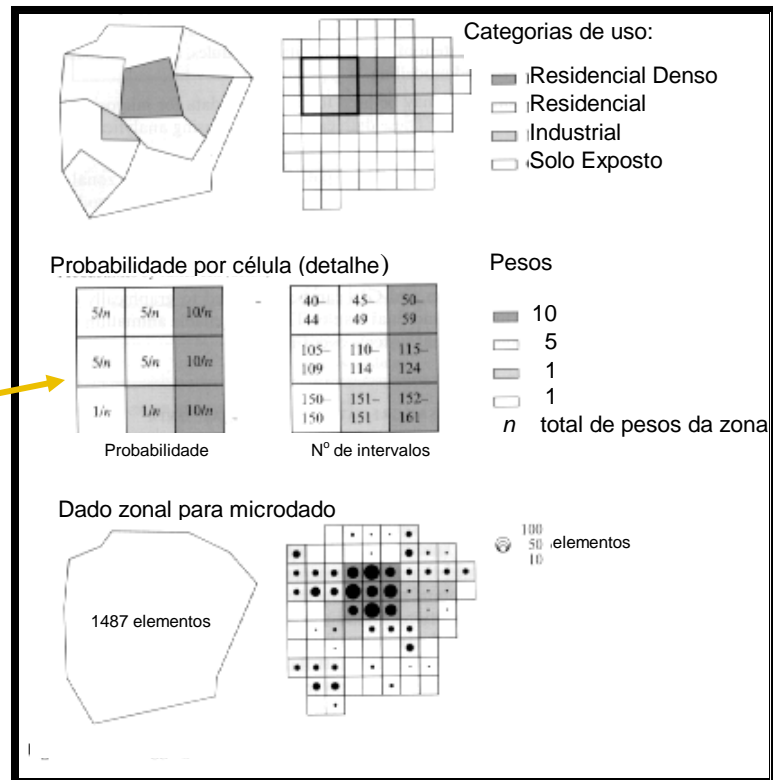
População Setores Censitários 2000

Superfícies de Densidade – Centróides Ponderados Martin



Modelos de População “Multivariados”

- ◆ Variáveis indicadoras da presença humana para distribuir a população nas superfícies de densidade.
- ◆ Método Dasimétrico – uso de classificações de imagens de SR: classes de uso do solo – pesos para desagregação
- ◆ Interpoladores Inteligentes: informação espacial de outras fontes para orientar interpolação:
 - superfície de ponderação “mapeia” dados originais na superfície de saída
 - Variáveis preditoras x var. de interesse



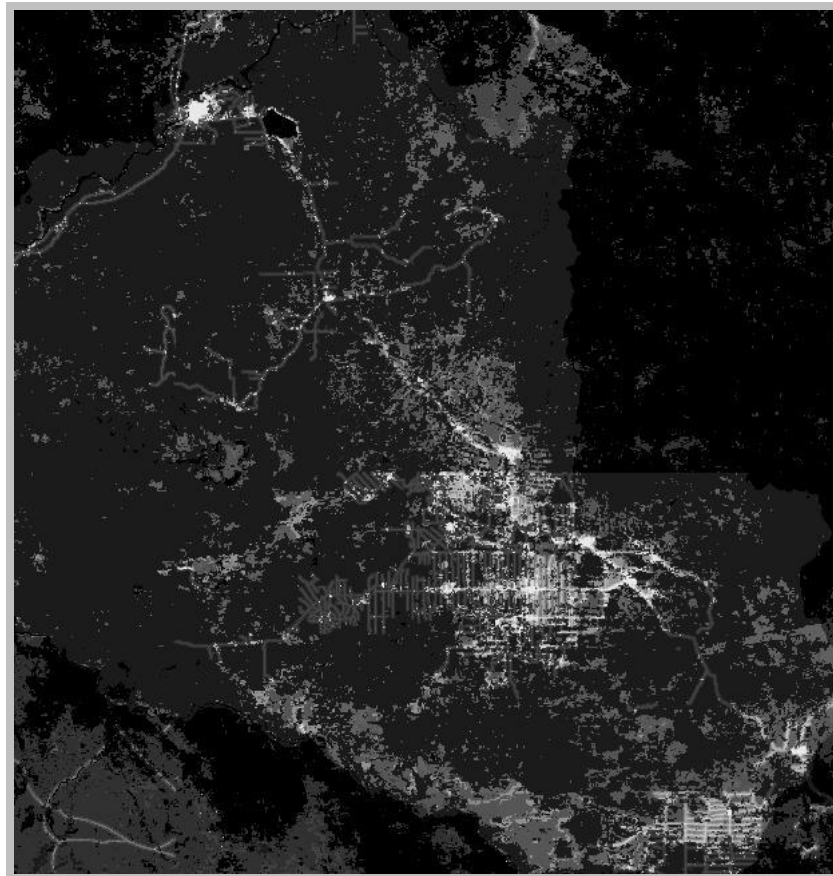
Modelos de População “Multivariados”

◆ Interpoladores Inteligentes:

- *Smarter SIM*
 - uso de var. de posição, densidade e distância como indicadoras de população
 - uso de redes neurais para mapear as var. preditoras de entrada nas var. de interesse
- *Clever SIM – Smart SIM* melhorado:
 - Pré-processamento mais sofisticado das variáveis espaciais preditoras
 - *Bootstrap* no treinamento- melhor resultado volta para o treinamento, recursivo
 - Treinamento: zero, alta e baixa densidade e combinando-as por inferência fuzzy.

Modelos de População “Multivariados”

- ◆ Interpoladores Inteligentes:
 - Exemplo: *LandScan* – grade 1km, 1995
 - Modelo de População: uso do solo, proximidade de estradas, luzes noturnas => **coeficiente de probabilidade**
 - População em risco: Informação para medidas emergenciais – desastres naturais ou antropogênicos



Modelos de População “Multivariados”

LandScan – grade 1km, 2007

General methodology - The LandScan global population distribution models are:

- ◆ a multi-layered, dasymetric, spatial modeling approach that is also referred to as a “smart interpolation” technique.
- ◆ In dasymetric mapping, a source layer is converted to a surface and an ancillary data layer is added to the surface with a weighting scheme applied to cells coinciding with identified or derived density level values in the ancillary data.
- ◆ In the LandScan models, the typical dasymetric modeling is improved by integrating and employing multiple ancillary or indicator data layers.
- ◆ The modeling process uses sub-national level census counts for each country and primary geospatial input or ancillary datasets, including land cover, roads, slope, urban areas, village locations, and high resolution imagery analysis; all of which are key indicators of population distribution.

Modelos de População “Multivariados”

LandScan – grade 1km, 2007

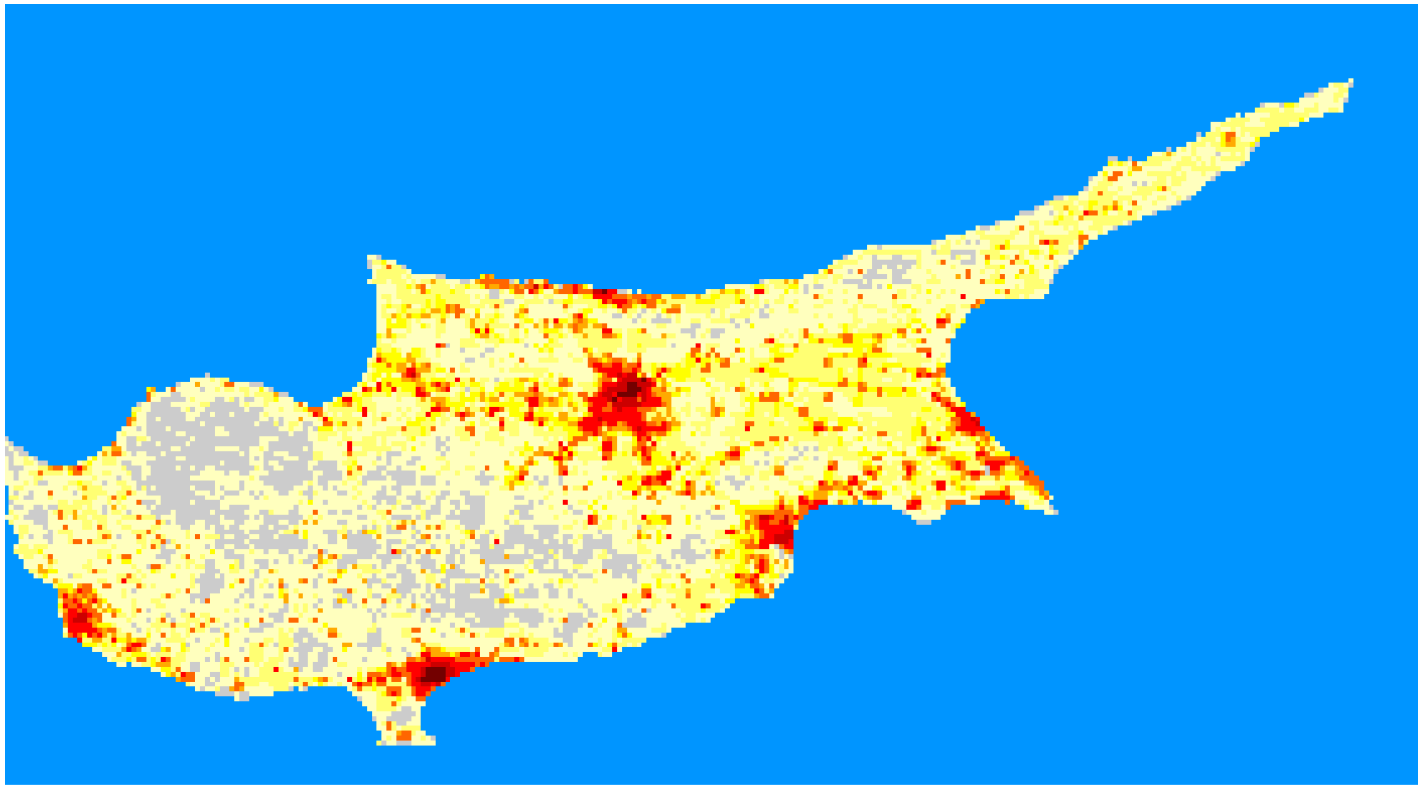
General methodology

- ◆ Based upon the spatial data and the socioeconomic and cultural understanding of an area, cells are preferentially weighted for the possible occurrence of population during a day.
- ◆ Within each country, the population distribution model calculates a “likelihood” coefficient for each cell and applies the coefficients to the census counts, which are employed as control totals for appropriate areas.
- ◆ The total population for that area is then allocated to each cell proportionally to the calculated population coefficient. The resultant population count is an ambient or average day/night population count.
 - http://www.ornl.gov/sci/landscan/landscan_documentation.shtml

Modelos de População “Multivariados”

LandScan – grade 1km, 2007

Exemplo – ilha de Chipre



- http://www.ornl.gov/sci/landscan/landscan2011_sample.shtml

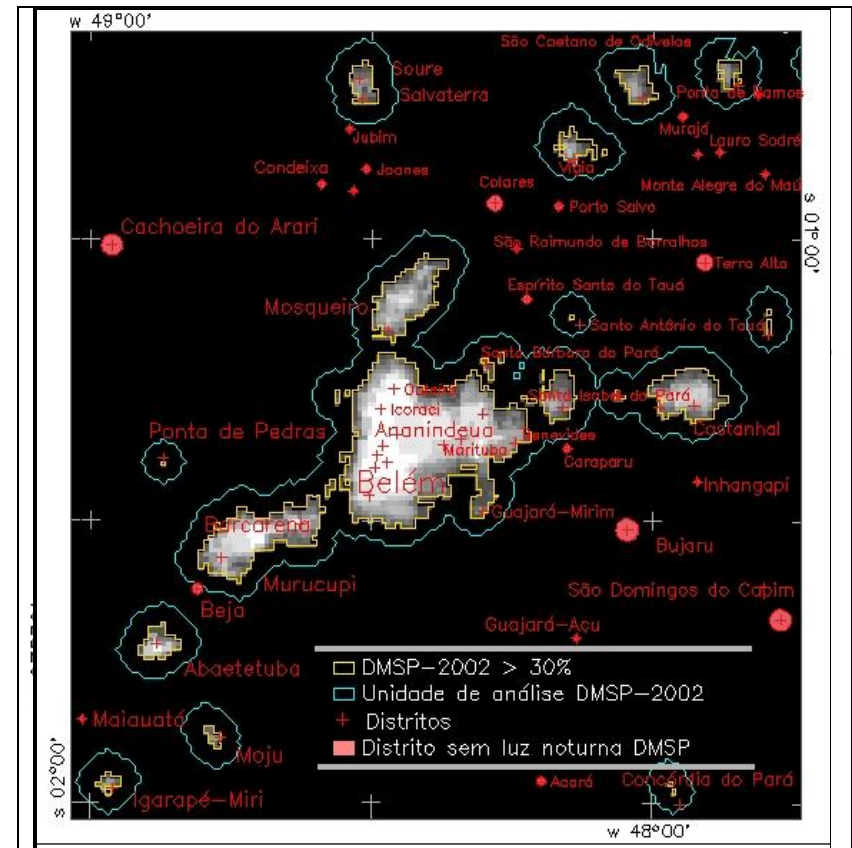
Modelos de População “Multivariados”

- ◆ Interpoladores Inteligentes e Variantes:
 - Importância da escolha de variáveis e conhecimento das inter-relações – “modelo”
 - Existência e qualidade dos dados auxiliares determinam a exatidão da superfície resultante.

Superfícies de Densidade

Método *DMSPop_M*

- ◆ Método Multivariado
- ◆ População urbana dos distritos 2000 e população rural dos municípios 2000
- ◆ Densidade de população urbana - Mosaico DMSP-2002
- ◆ Abordagem diferenciada
 - Distritos sem luzes noturnas
 - Capitais Região Metropolitana
- ◆ Superfície de densidade de população urbana e rural – grade 1km

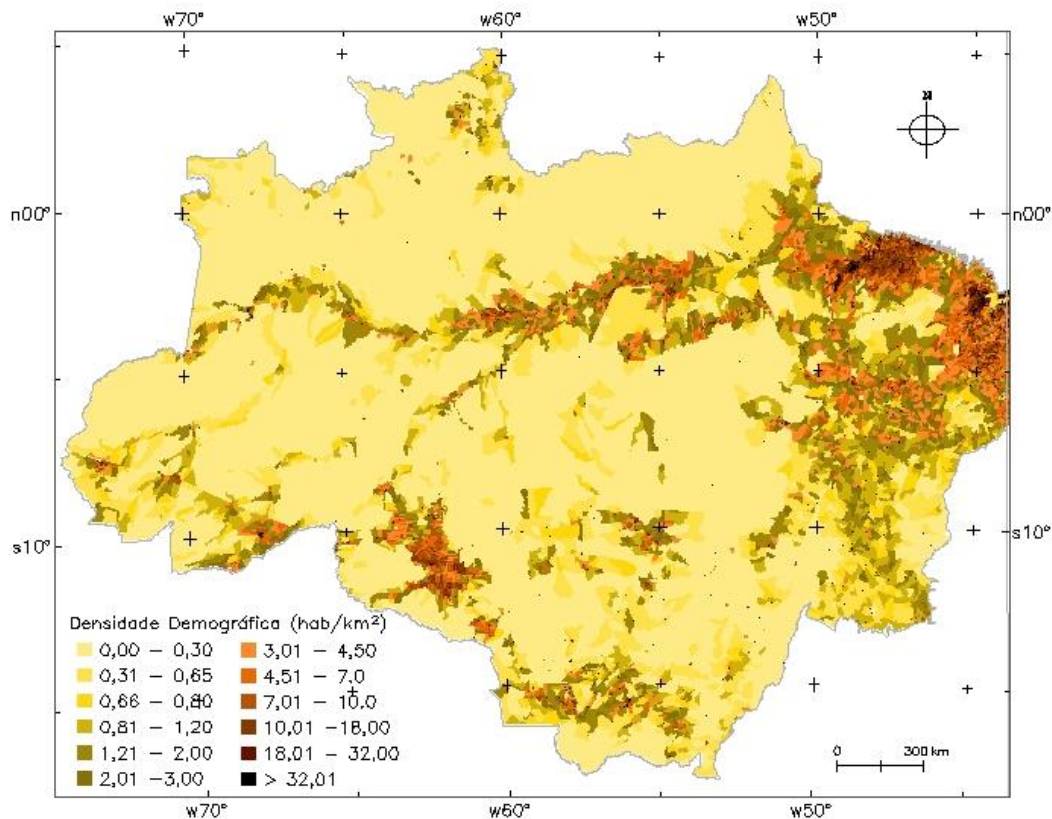


Luzes DSMP e distritos

Superfícies de Densidade

Método *DMSPop_M*

- ◆ Superfície de densidade -> Mapa Temático
- ◆ Informações em escala intermediária entre as superfícies dos setores censitários e dos limites municipais
- ◆ Comparação com setores censitários – classes de densidade

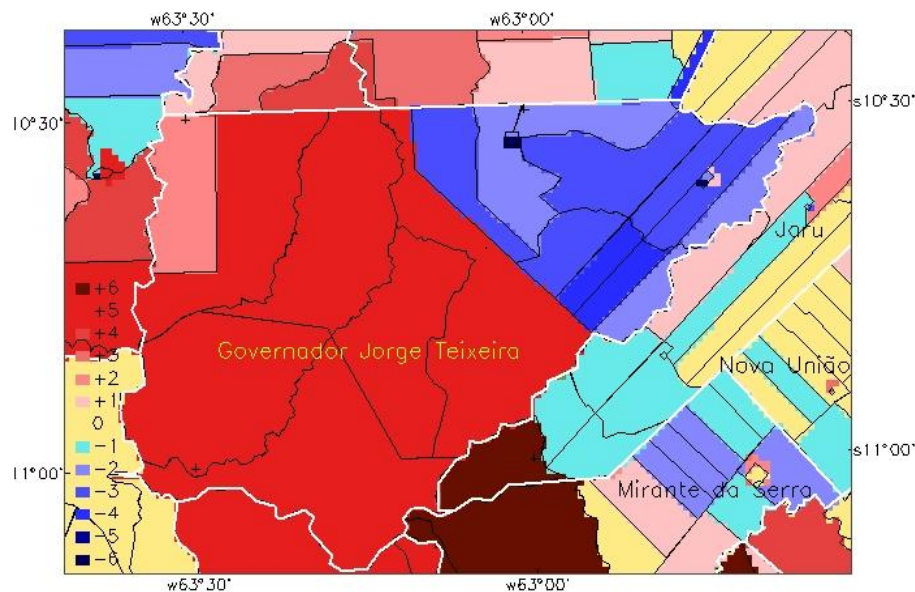


Densidade de População urbana e rural
Método *DMSPop_M*

Superfícies de Densidade

Método *DMSPop_M*

- ◆ Superestimativa na área rural
- ◆ Subestimativa na calha do Amazonas, ao longo dos rios
- ◆ Superestimativa áreas de floresta (detalhe)
- ◆ Apenas luzes DSMP para desagregar
- ◆ Exatidão global = 78%
- ◆ Kappa = 0,64

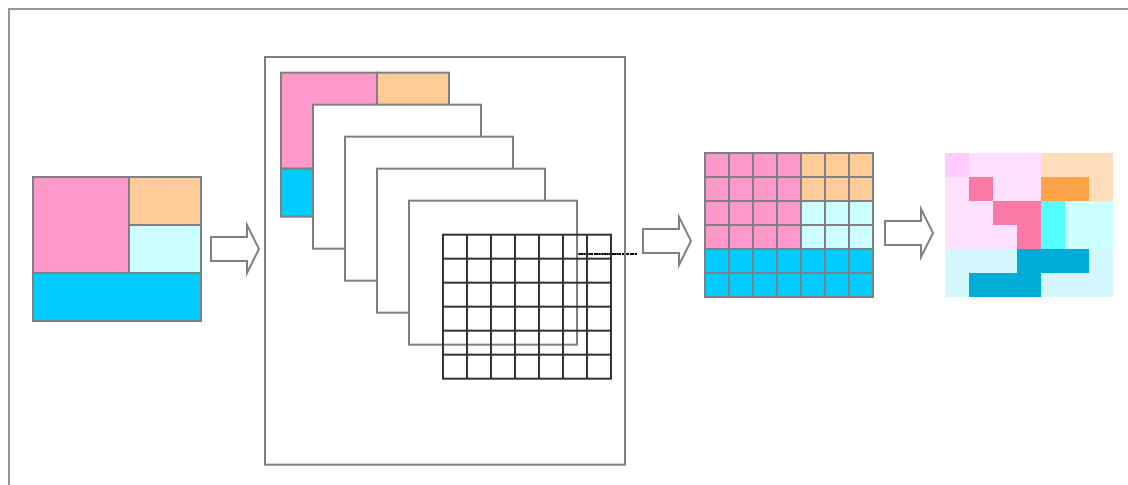


DMSPop_M em relação aos Setores Censitários

SR para desagregar dados

População em Marabá

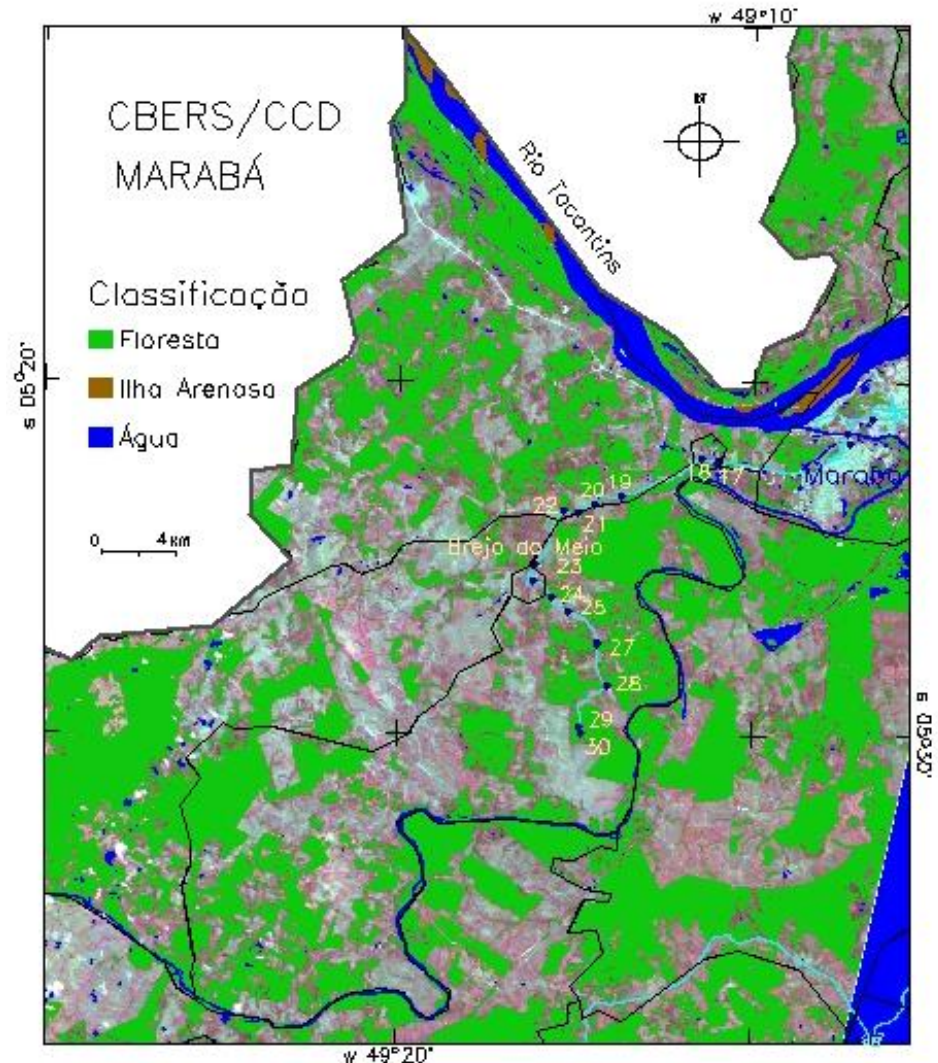
- ◆ Incluir heterogeneidade
- ◆ Setores Censitários de um município
- ◆ Considerações / Método
 - Água e floresta
Restrição de células
 - Variáveis para indicar presença -> Superfície de população
 - Relação entre as variáveis -> Redistribuição



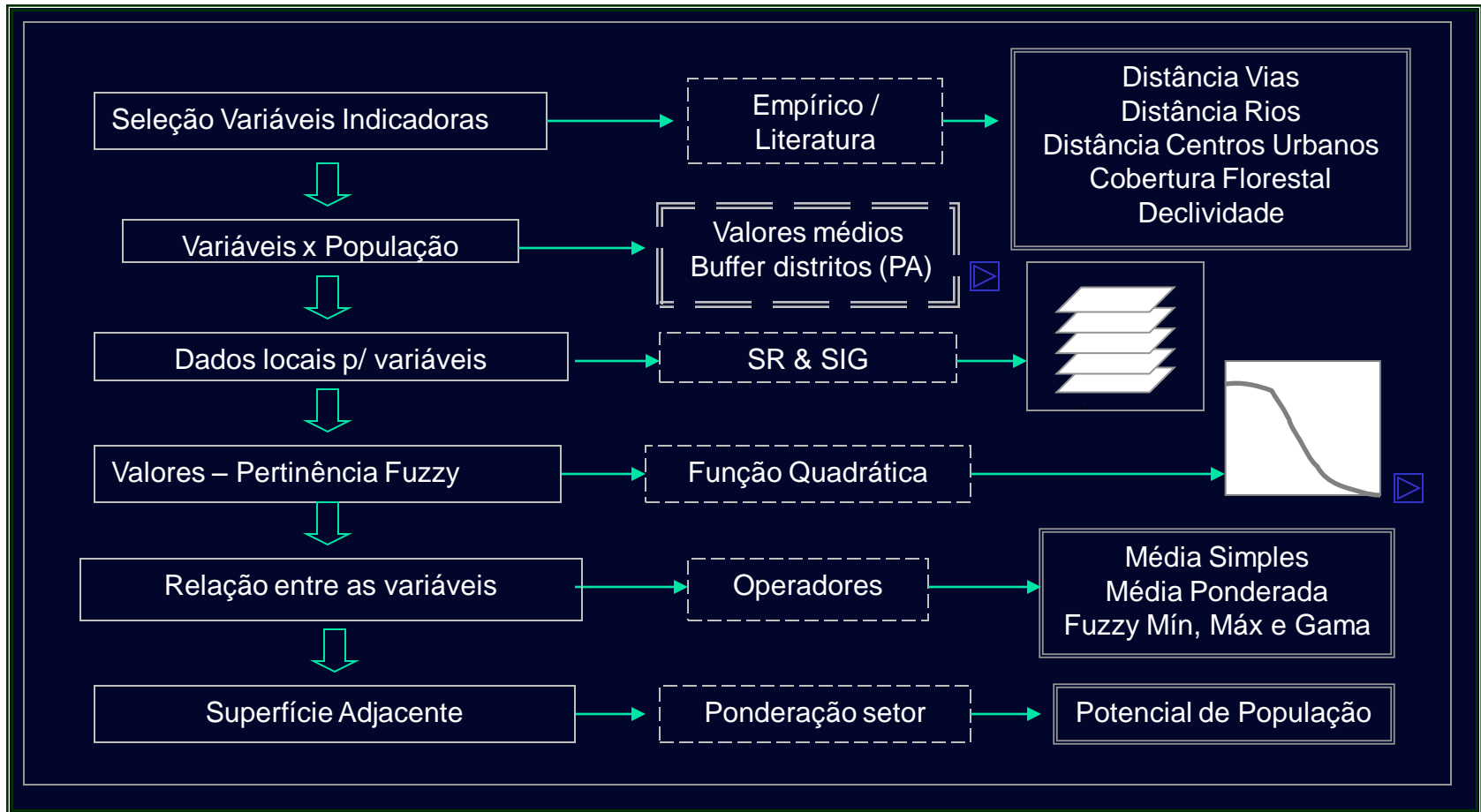
Redistribuição de setores censitários para células

Método Dasimétrico

- ◆ Imagens de satélite
- ◆ Classes Água e Floresta
- ◆ CBERS para região
- ◆ Landsat para município
- ◆ Técnicas simples de classificação digital
- ◆ Células 95%



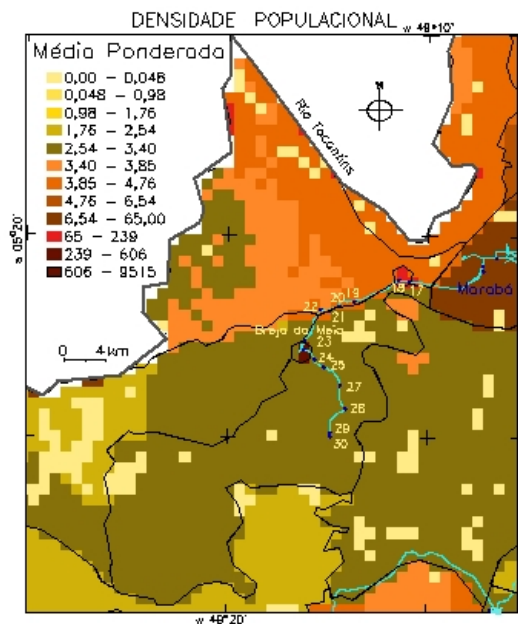
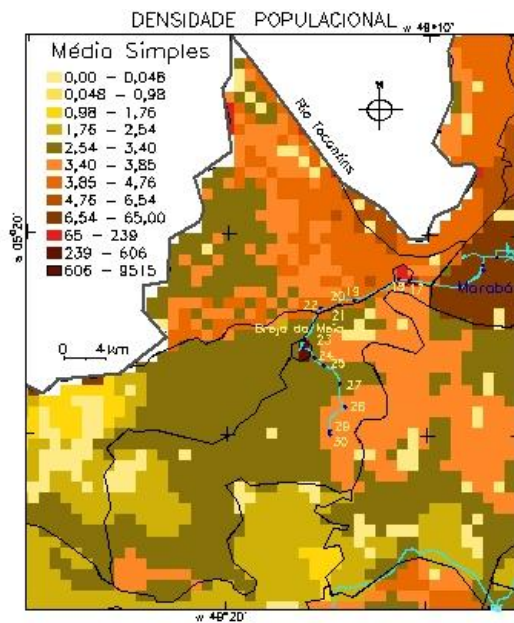
Método Multivariado - Inferir superfície que descreva distribuição



População em Marabá

Redistribuição – Superfícies resultantes - Região

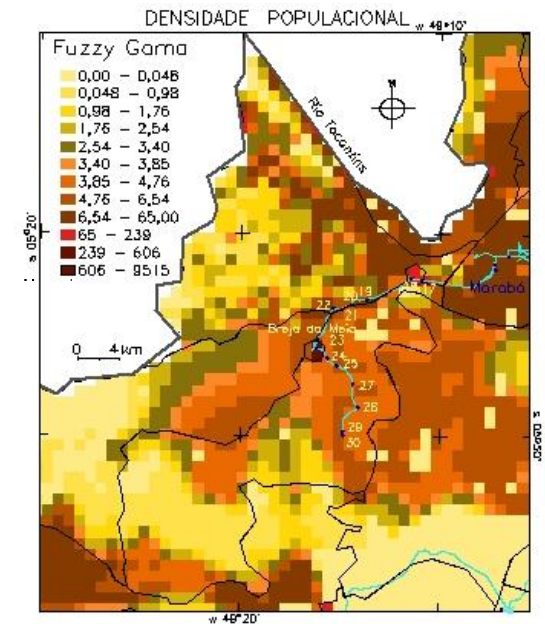
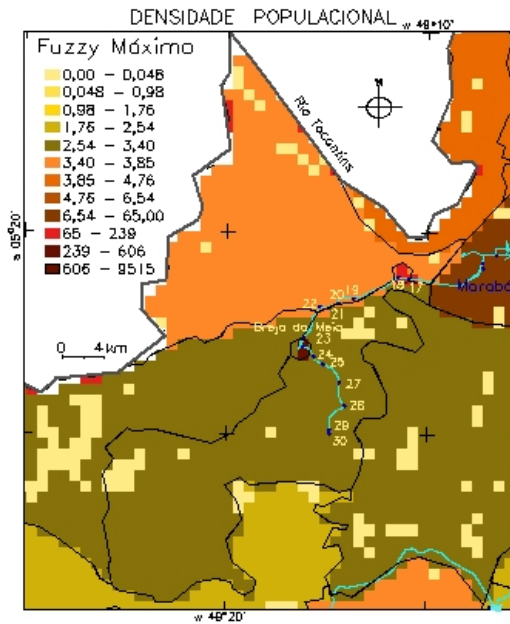
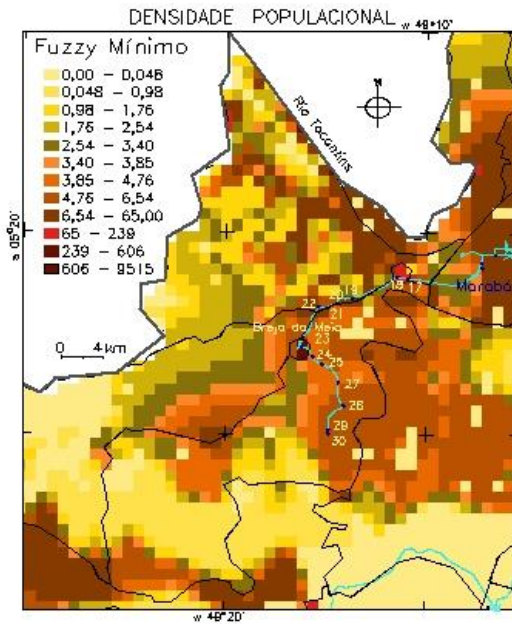
- ◆ Restrição floresta e água ineficiente
- ◆ Percurso de campo
- ◆ Média Simples – mais variabilidade
- ◆ Média Ponderada superfície mais suave



População em Marabá

Redistribuição – Superfícies resultantes - Região

- Fuzzy Mínimo representou melhor a heterogeneidade espacial



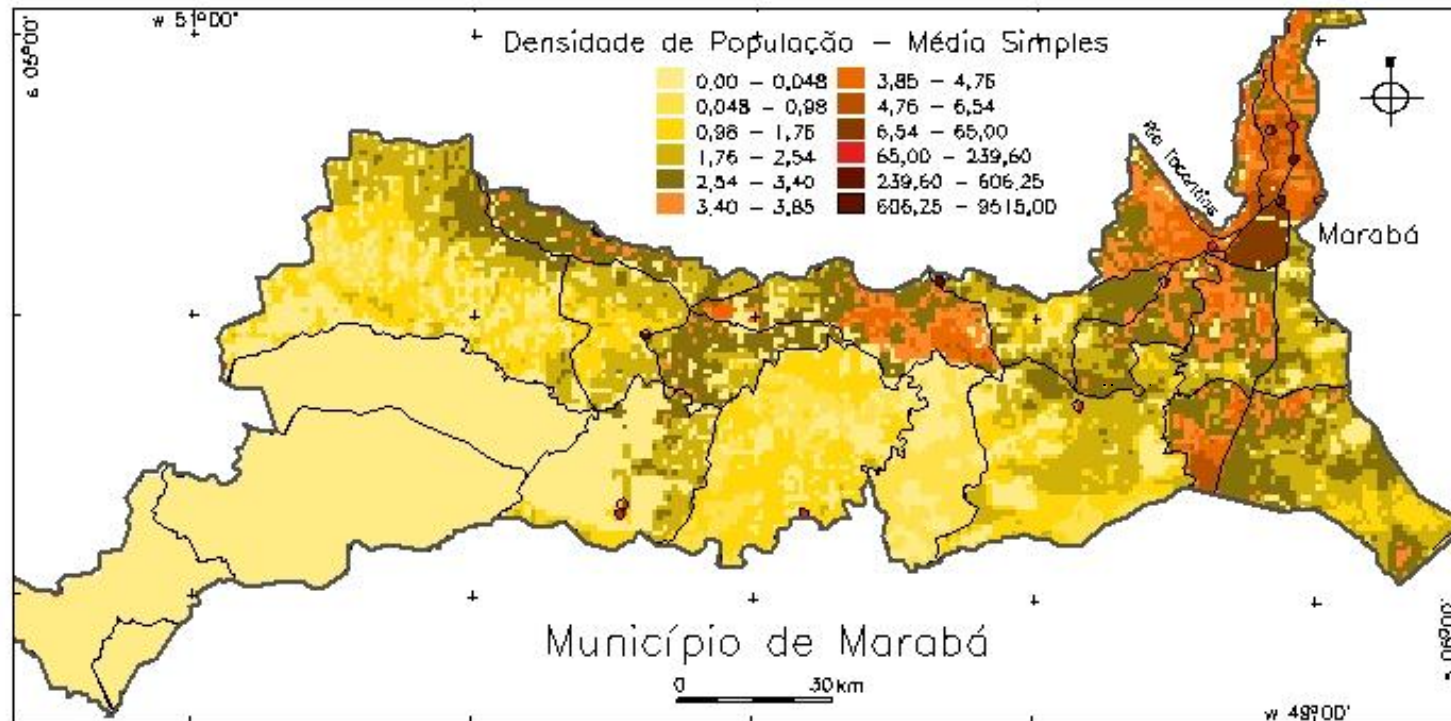
População em Marabá

Redistribuição – Superfícies resultantes – Município



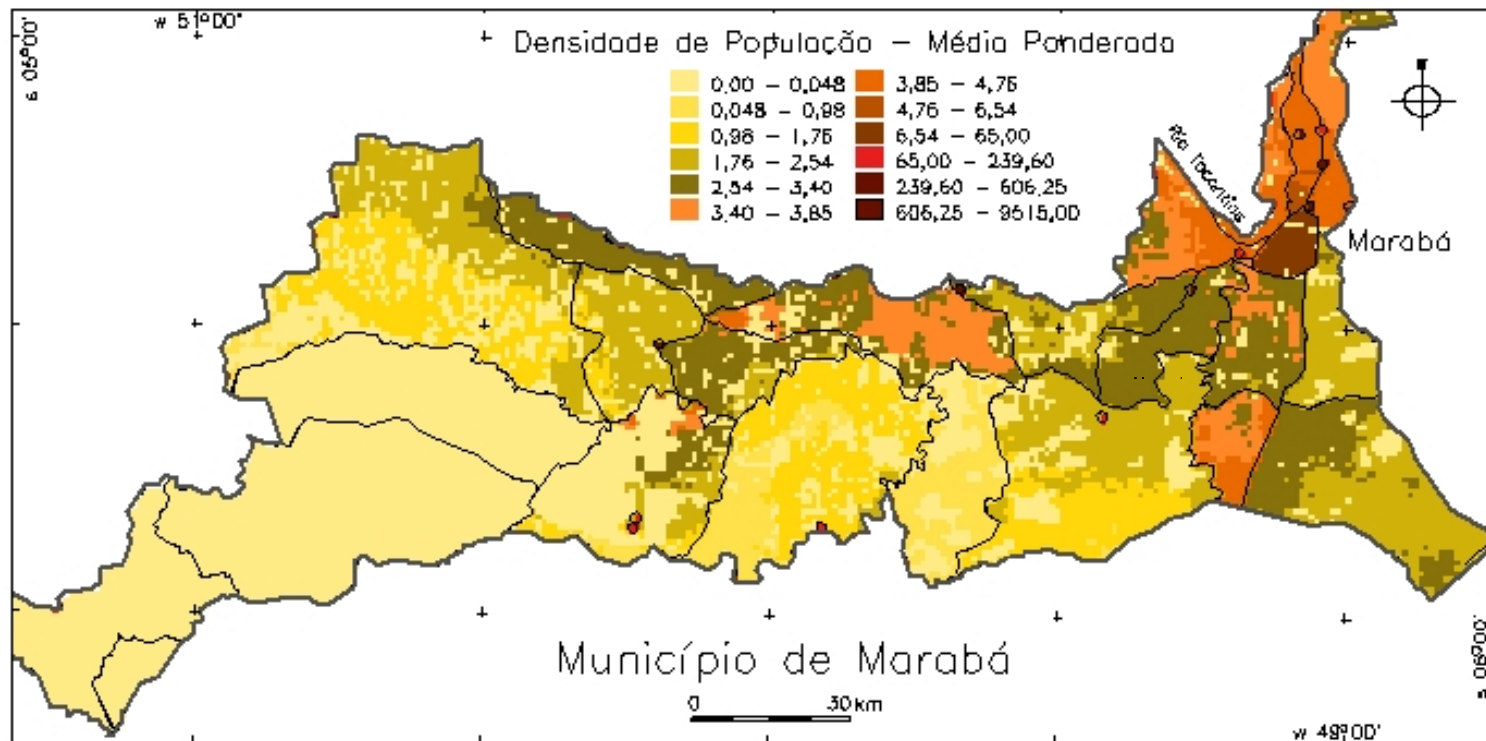
População em Marabá

Redistribuição – Superfícies resultantes – Município



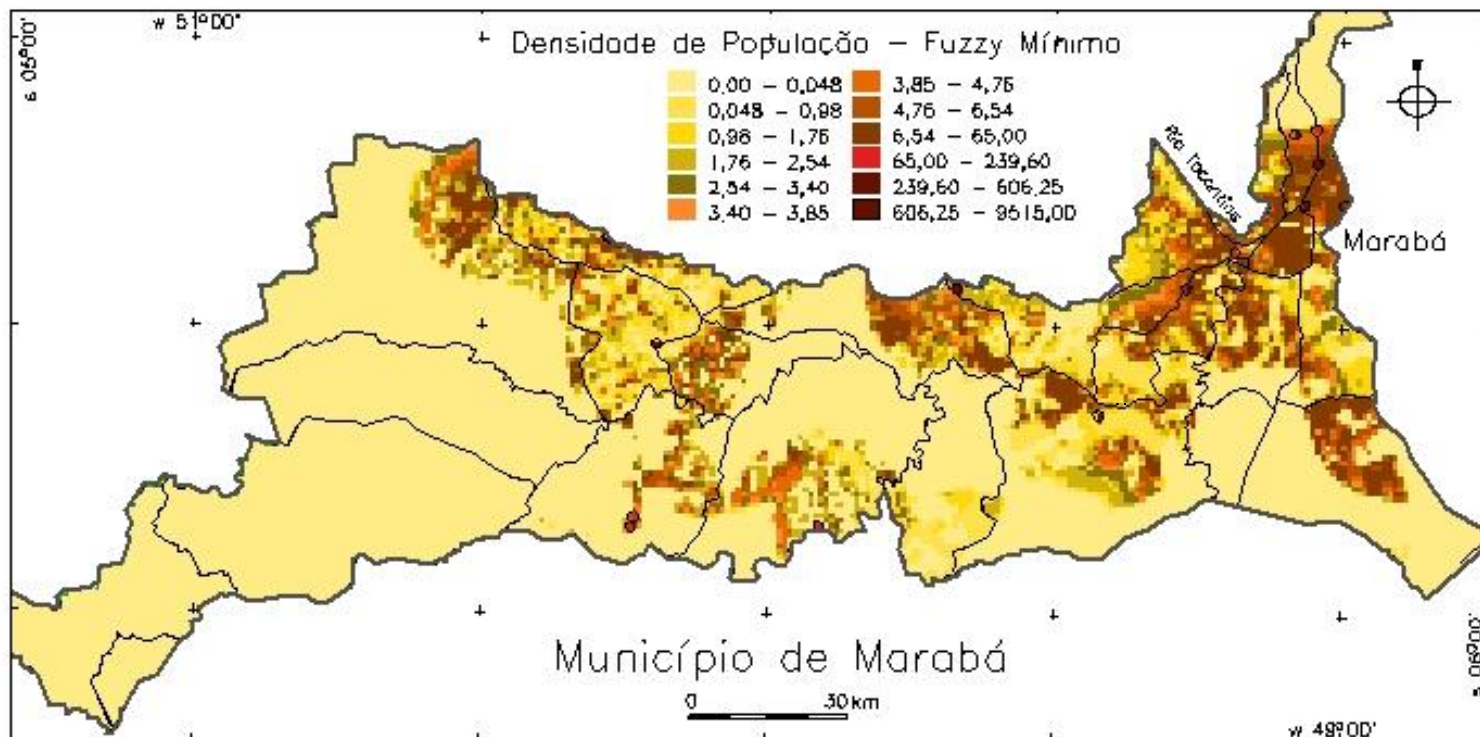
População em Marabá

Redistribuição – Superfícies resultantes – Município



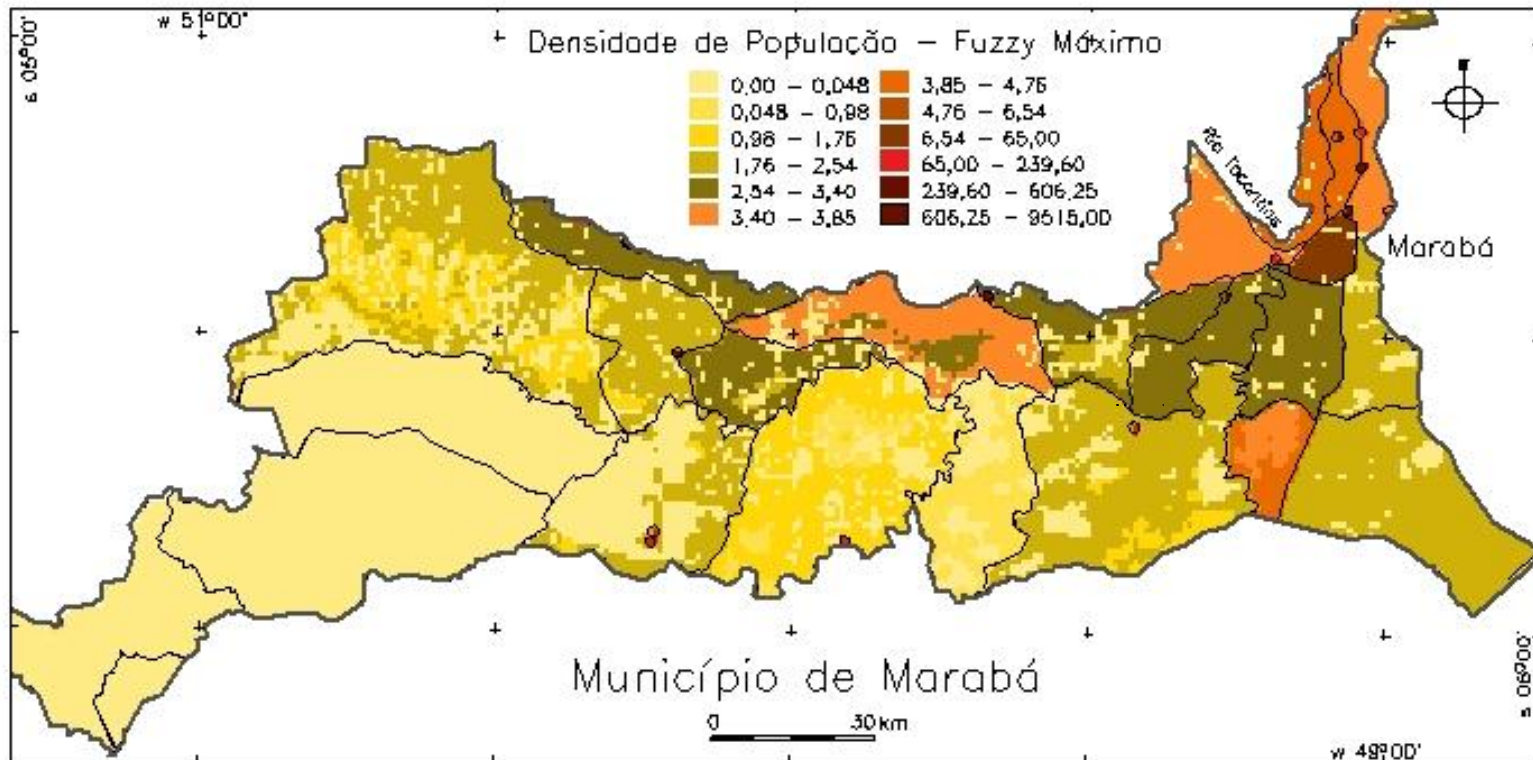
População em Marabá

Redistribuição – Superfícies resultantes – Município



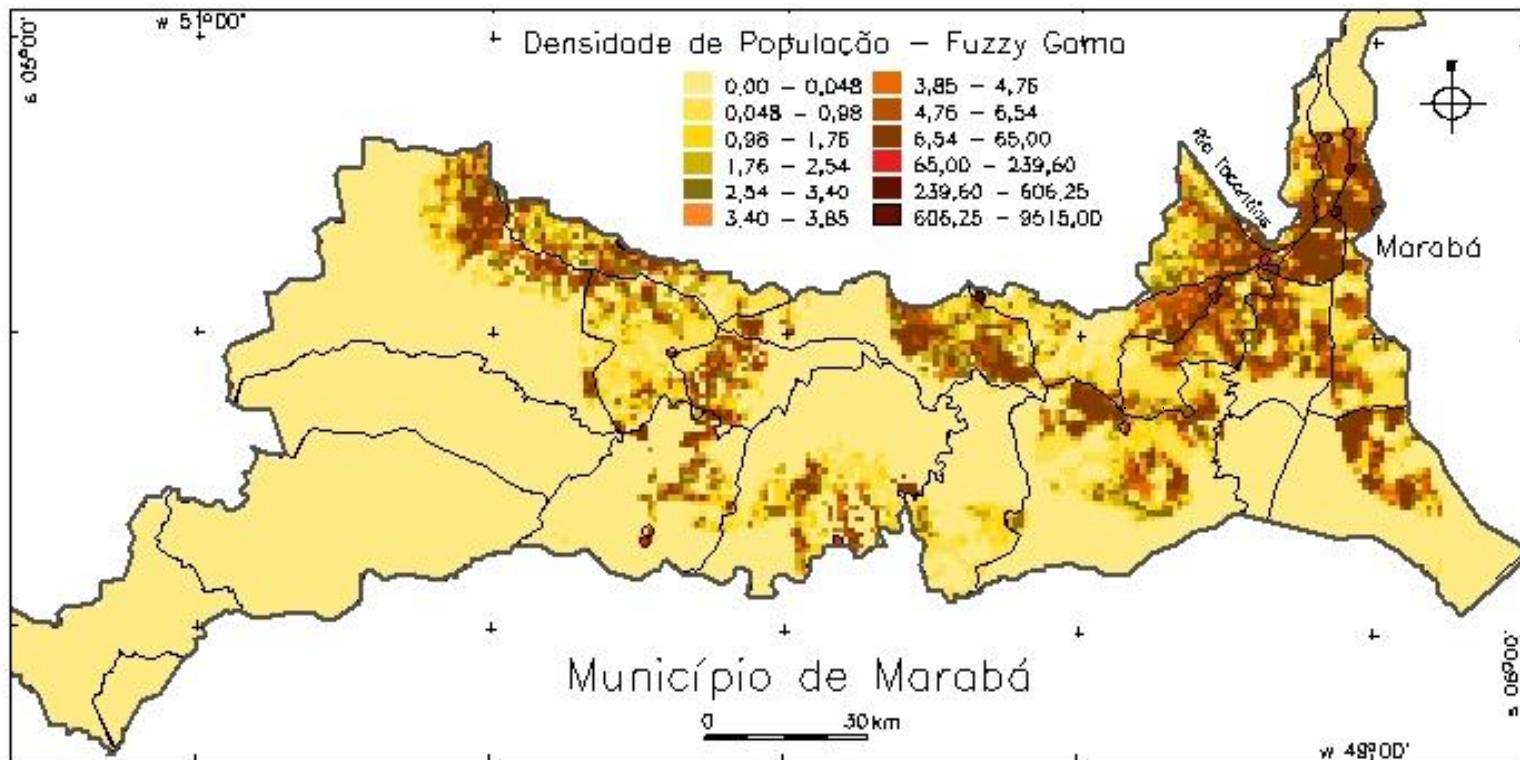
População em Marabá

Redistribuição – Superfícies resultantes – Município



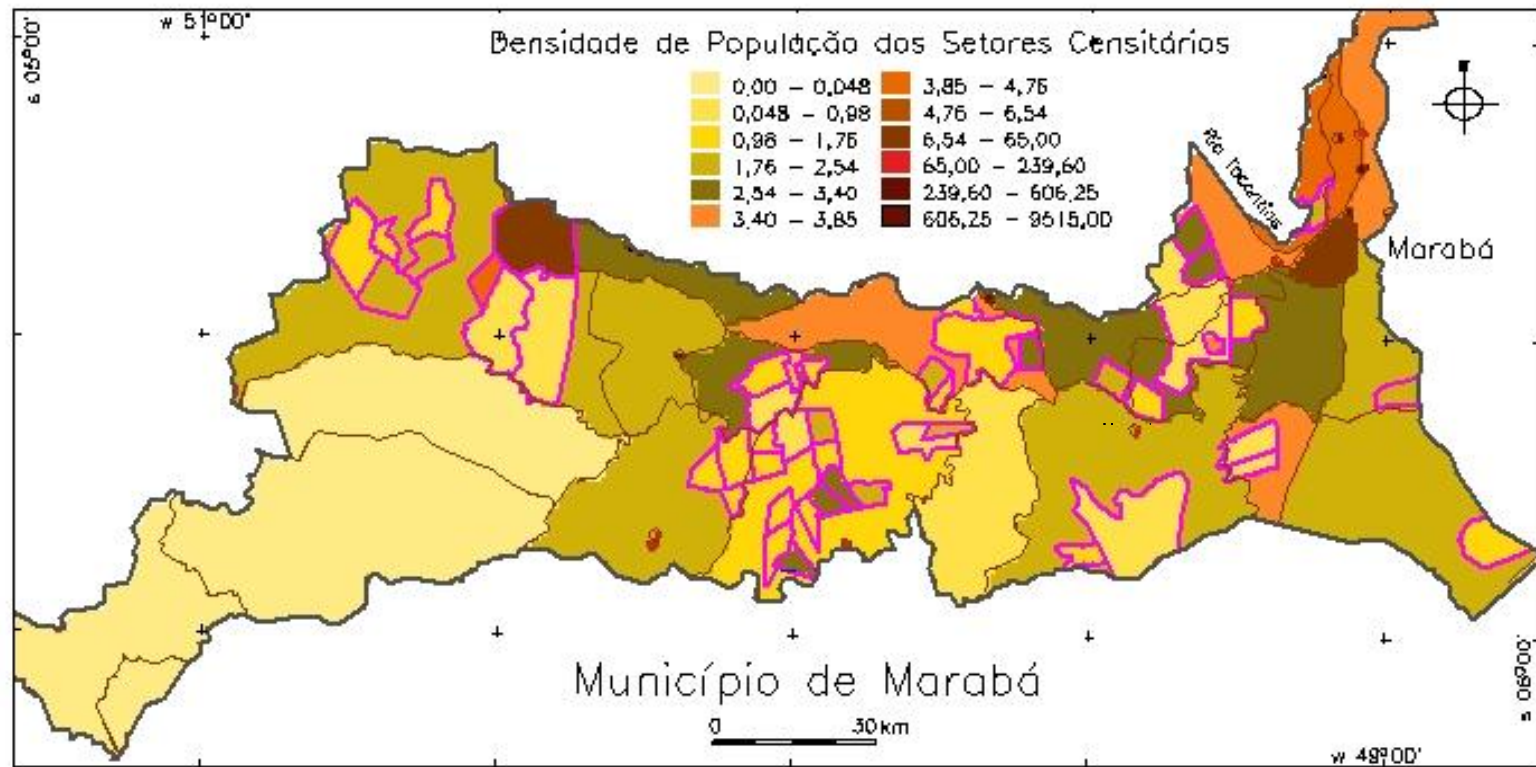
População em Marabá

Redistribuição – Superfícies resultantes – Município



População em Marabá

Redistribuição – Superfícies resultantes – Município



População em Marabá

Redistribuição – Superfícies resultantes – Município

- ◆ Restrição floresta e água – setores sem população
- ◆ Média Simples – mais variabilidade que Média Ponderada (peso para % floresta)
- ◆ *Fuzzy* Mín e Gama similares
- ◆ *Fuzzy* Máx semelhante Setores com restrição inicial
- ◆ Dados de pessoas nos PAs do INCRA para análise global

Superfície de Densidade	Exatidão Global (%)
Média Simples	14,3
Média Ponderada	10,4
<i>Fuzzy</i> Mínimo	10,4
<i>Fuzzy</i> Máximo	9,5
<i>Fuzzy</i> Gama	18,8
Setores Censitários	11,8

- ◆ *Fuzzy* gama – acertos nas classes de densidade extremas
- ◆ Média Simples – acerto nas classes intermediárias

População no DFS

Using remote sensing and census tract data to improve representation of population spatial distribution: case studies in the Brazilian Amazon

Silvana Amaral · André Augusto Gavlak ·
Maria Isabel Sobral Escada ·
Antônio Miguel Vieira Monteiro

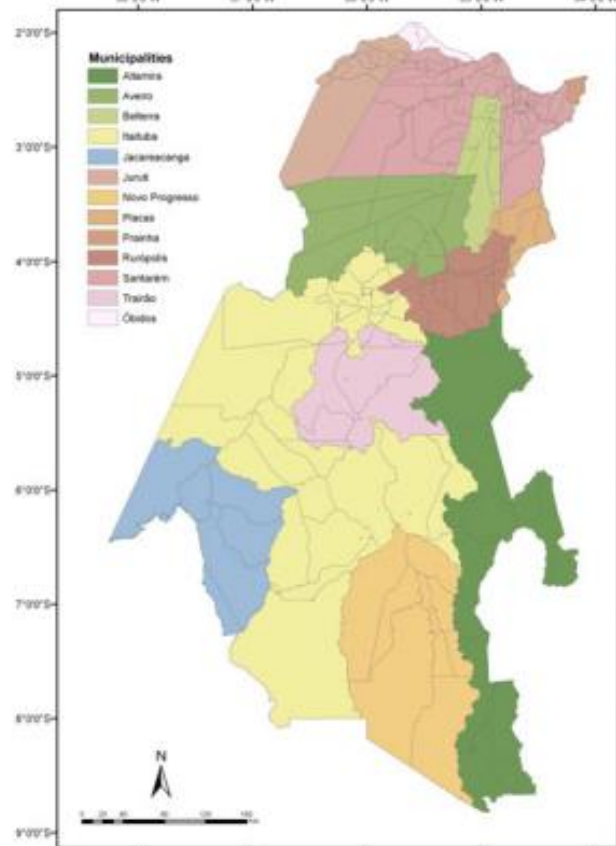


Table 3 Fuzzy inference values for the indicator variables identified for Marabá and SFD-BR163 study sites

Indicator variable	Marabá values	SFD-BR163 values	$f(z)$	Marabá alfa	SFD-BR163 alfa	Marabá beta	SFD-BR163 beta
Distance to roads (m)							
\leq	1,000	900	1	1.48E - 09	1.98E - 08	1,000	900
$=$	27,000	9,702	0.5				
$>$	40,000	29,900	0				
Distance to rivers (m)							
\leq	1,000	900	1	2.96E - 08	5.95E - 08	1,000	900
$=$	6,810	7,686	0.5				
$>$	17,000	30,300	0				
Distance (m) to districts—Marabá; communities—SFD							
\leq	1,500	2,000	1	1.89E - 09	1.28E - 09	1,500	2,000
$=$	24,500	30,000	0.5				
$>$	140,000	100,000	0				
Forest cover (%)							
\leq	5	3	1	16	2.50E + 01	0.05	3.00E - 01
$=$	30	5	0.5				
$>$	99	99	0				
Average slope (%) Marabá distance to hillside (m) SFD-BR163							
\leq	0.27	1,000	1	10.4,058	4.00E - 06	0.27	1,000
$=$	0.58	500	0.5				
$>$	3.5	200	0				

População no DFS

Using remote sensing and census tract data to improve representation of population spatial distribution: case studies in the Brazilian Amazon

Silvana Amaral · André Augusto Gavlak ·
Maria Isabel Sobral Escada ·
Antônio Miguel Vieira Monteiro

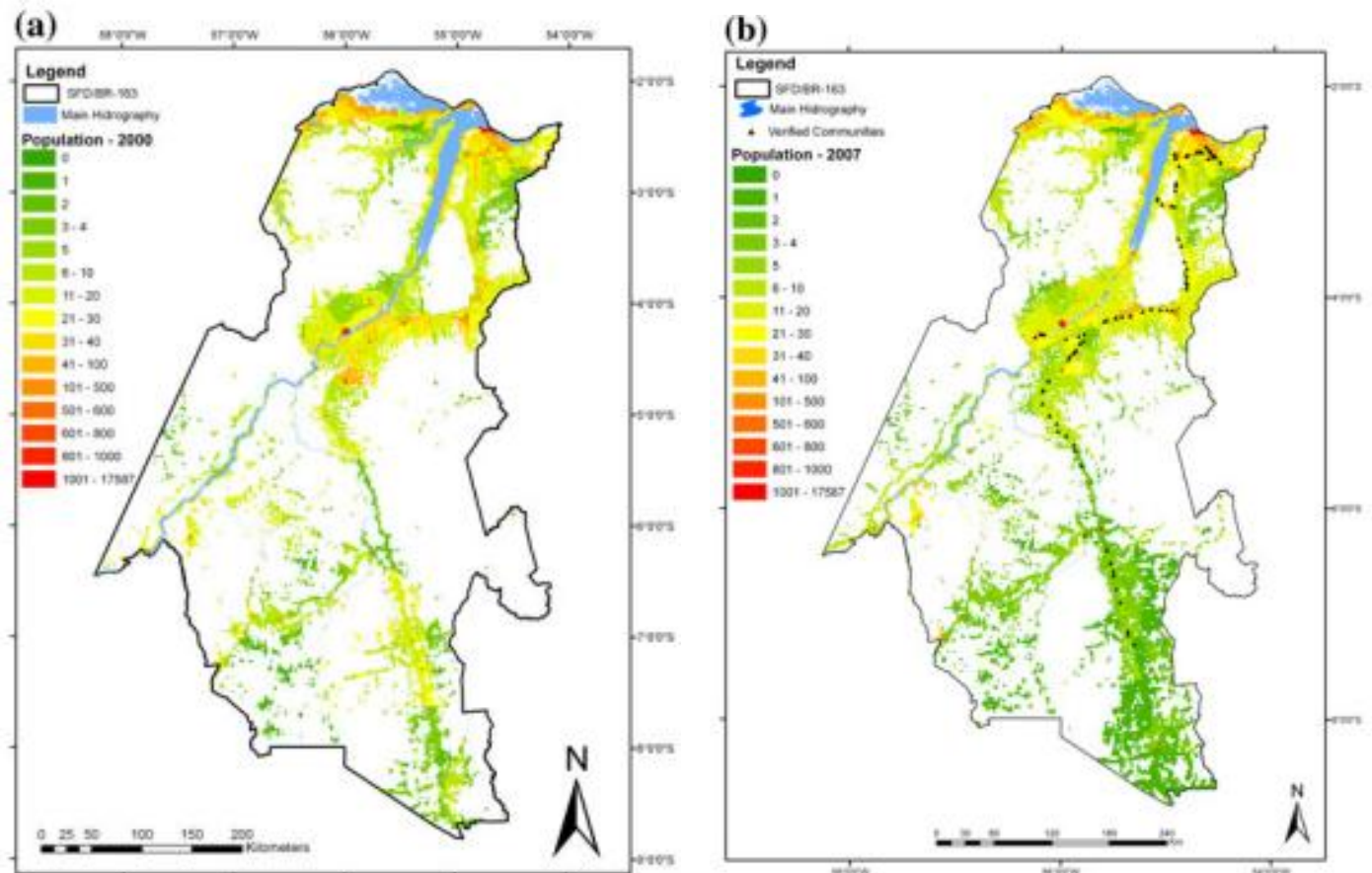


Fig. 8 Spatial distribution of population on SFD-BR163 for 2000 (a) and 2007 (b) with the location of communities verified during fieldwork (*black points*)

População & SR – Média resolução

**Compatibilização de dados censitários
para análises temporais com o auxílio
de imagens Landsat.**

População & SR – Média resolução

- ◆ Problema – compatibilização das geometrias dos setores censitários e seus dados para viabilizar análise multi-temporal.
- ◆ Dados censitários de 1991 e 2000 relativos à área urbana do município de São José dos Campos – SP.
- ◆ Área de estudo passou de 347 para 739 setores entre 1991-2000
 - Censos demográficos 1991 e 2000
 - Tabelas de compatibilidade entre os setores 1991-1996 e 1996-2000
 - Imagens Landsat-5/TM (1990) e Landsat-7/TM (2000) – bandas 3, 4 e 5
 - Mosaico digital orto-retificado (1:30.000)
 - Dados complementares, sistema viário, quadras (1:2.000)

População & SR – média resolução

- ◆ Registro das imagens – referência mosaico ortorretificado de 2000
- ◆ Interpretação visual das imagens composições coloridas para extrair as áreas de ocupação urbana

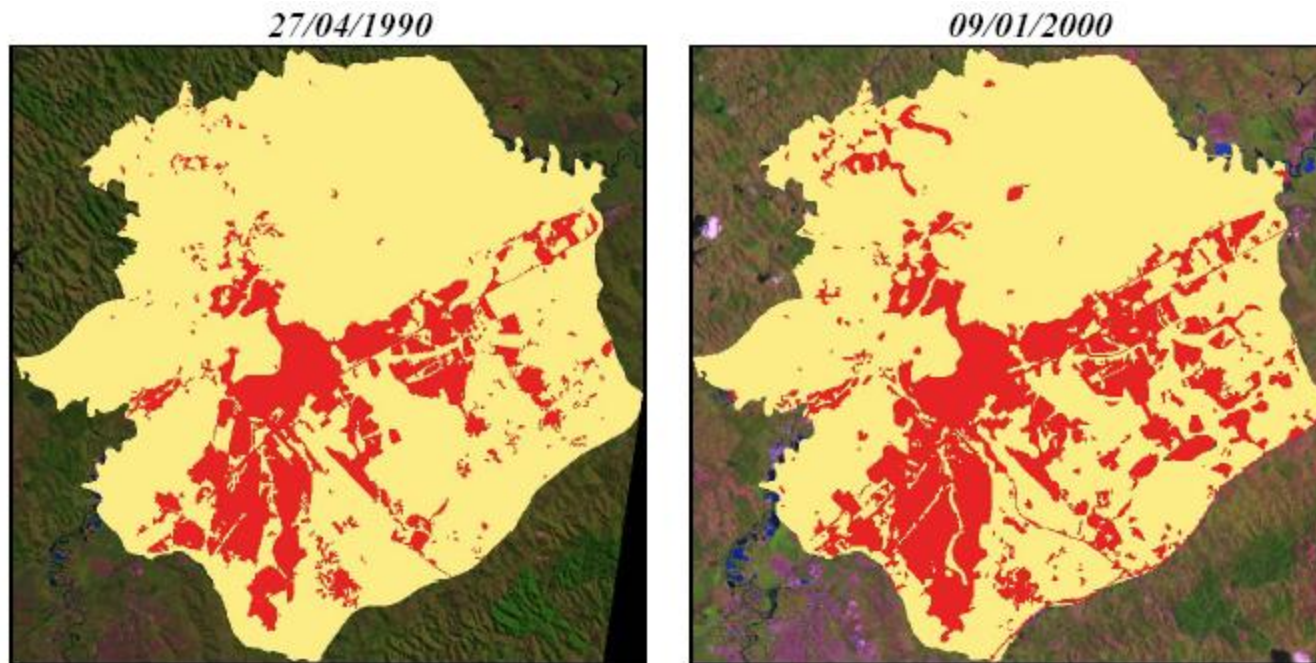


Figura 2 - Delimitação das manchas urbanas (em vermelho) sobre as imagens Landsat-5/TM (27/04/90) e Landsat-7/ETM+ (09/01/00).
Fonte: INPE (1990, 2000).

População & SR – média resolução

- ◆ Compatibilização das bases geográficas dos setores censitários
 - 1991=> áreas urbanas consolidadas
 - Demais áreas => setores 2000
 - Edição vetorial

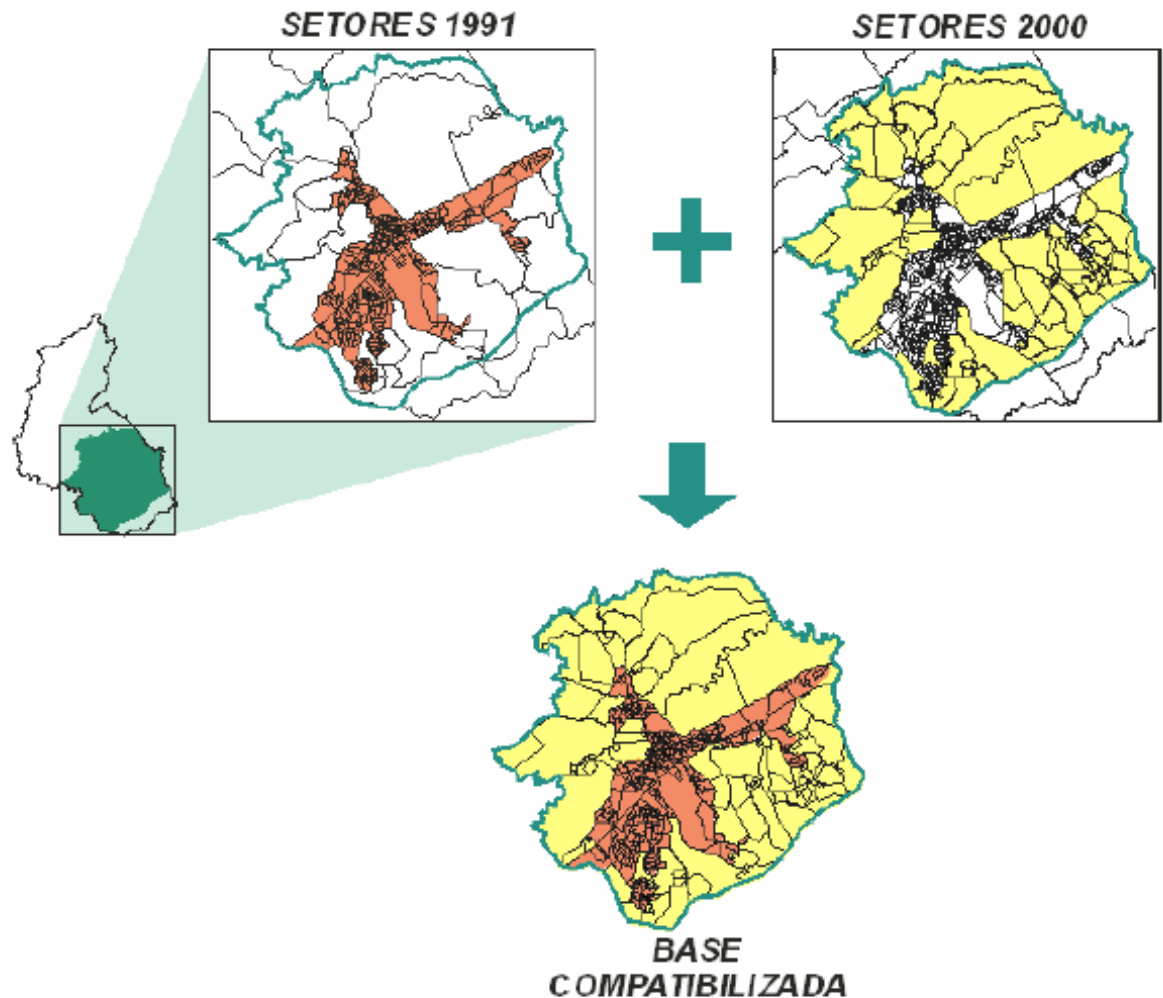


Figura 3 – Processo de elaboração da base geográfica compatibilizada.

População & SR – média resolução

- ◆ Tabelas de equivalência entre os polígonos da base compatibilizada e os setores originais
 - Pesos proporcionais às áreas

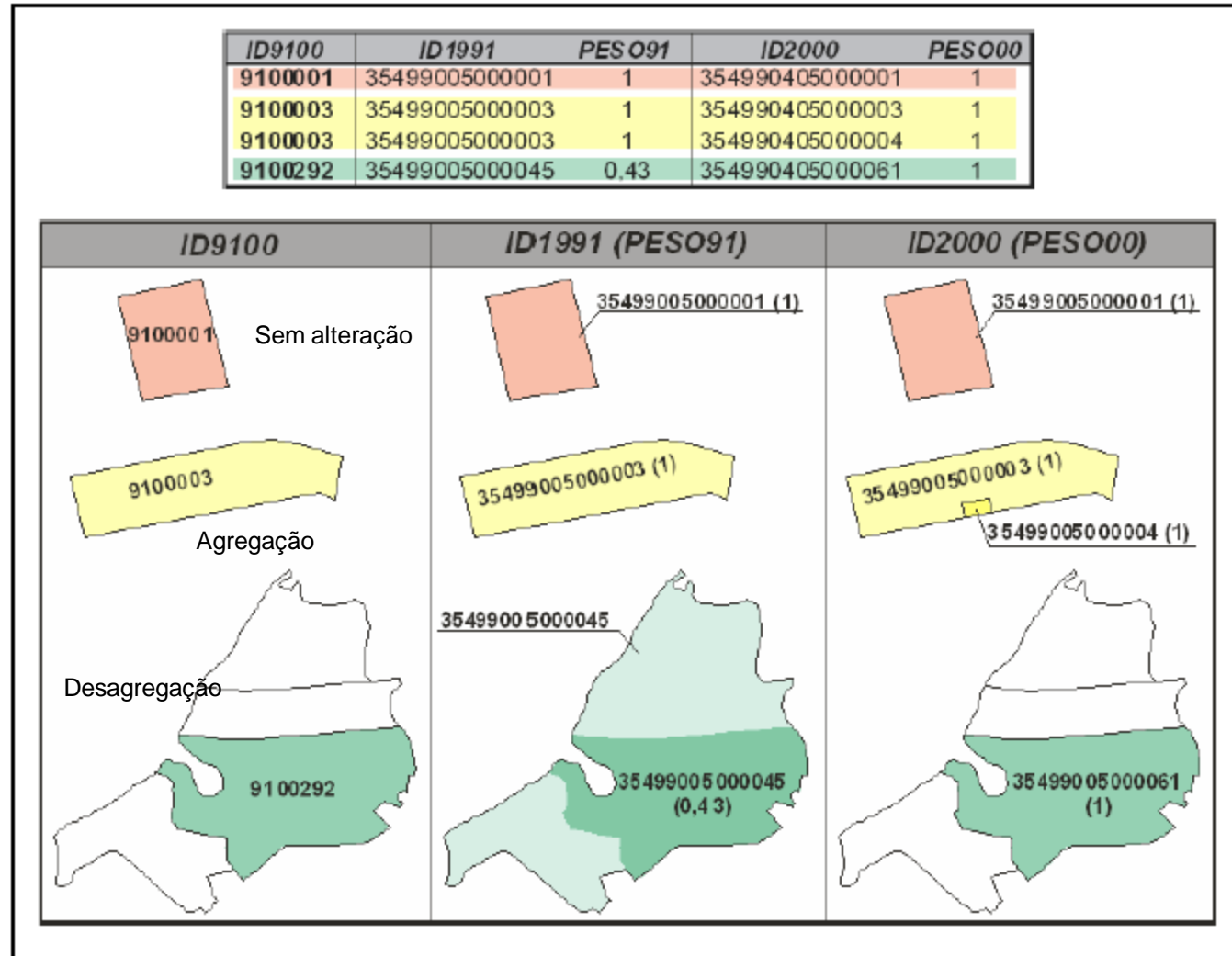


Figura 4 – Exemplos de registros da tabela de equivalência e geometria dos polígonos

População & SR – média resolução

- ◆ 421 polígonos na base compatibilizada
- ◆ Resultado: tabela com ID dos polígonos, dados censitários para 1991 e 2000 associada a base compatibilizada

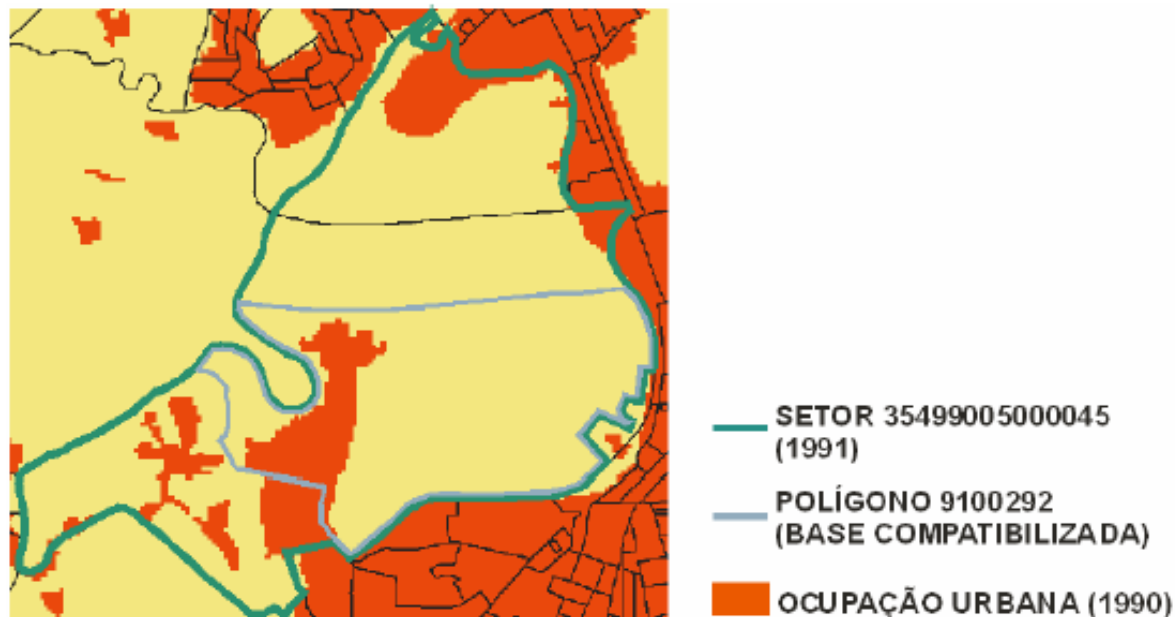


Figura 5 - Setor 35499005000045 (1991) sobre a mancha urbana de 1990.

População & SR – média resolução

Considerações:

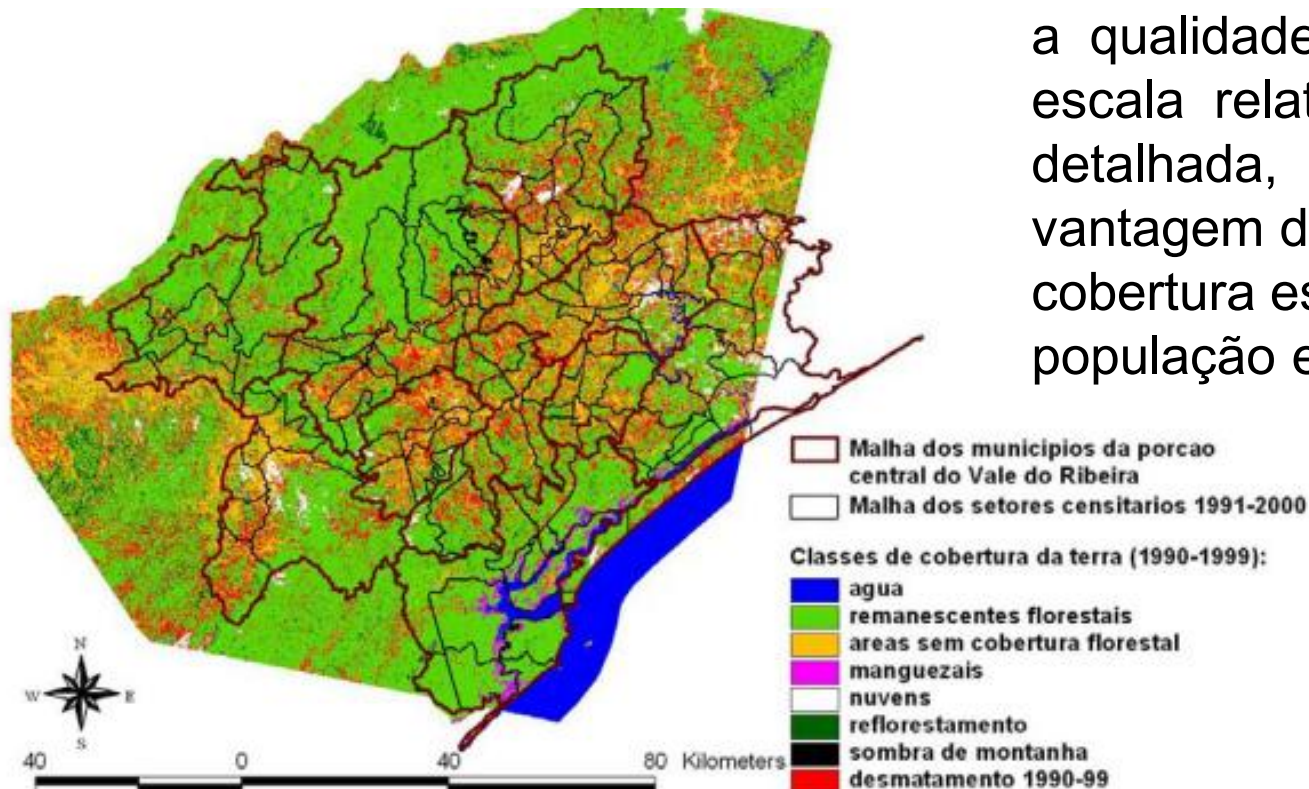
- ◆ O procedimento de Desagregação
 - considerou apenas área ocupada por usos urbanos em geral e os dados censitários referem-se apenas às áreas com domicílios;
 - Foi definida em função da área ocupada, desconsiderando diferenças de densidade.
- ◆ Ideal seria incorporar dados auxiliares como mapas de uso do solo identificando áreas residenciais e cadastro de imóveis com identificação de domicílios
- ◆ O procedimento minimiza o efeito das geometrias para estudos multi-temporais mas não resolve problema de MAUP, inerente ao processo de aquisição do dado (setores censitários)

A visão social... Construção de variáveis

Fatores demográficos e sócio-econômicos associados às mudanças na cobertura da terra no Vale do Ribeira: discussão dos resultados de uma análise integrada de dados censitários e de sensoriamento remoto, através de um sistema de informação geográfica*

Humberto Prates da Fonseca Alves*

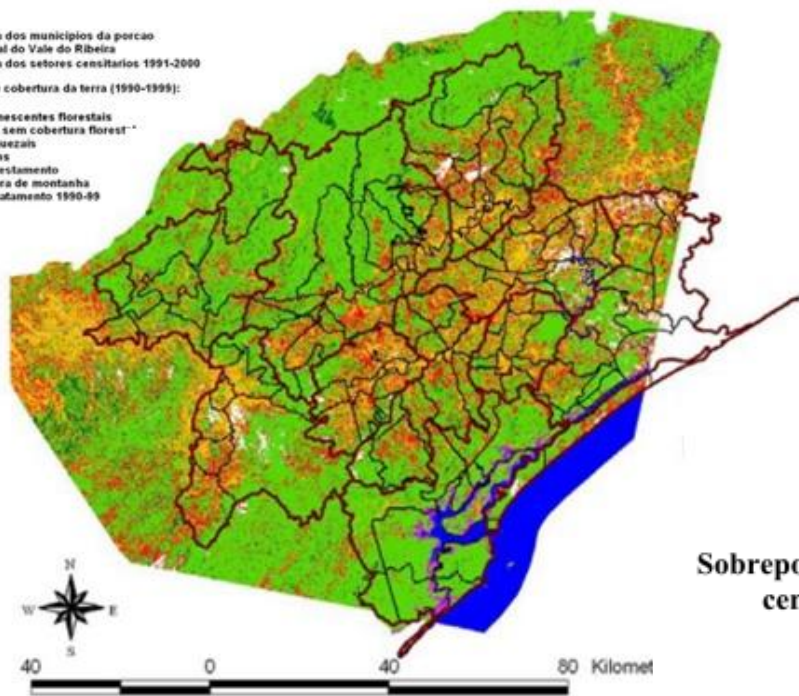
- ◆ O setor censitário é a menor unidade espacial de agregação da informação censitária e, portanto, possui a qualidade de ser uma escala relativamente detalhada, além da grande vantagem de possuir total cobertura espacial da população e do território.



- Malha dos municípios da porcao central do Vale do Ribeira
- Malha dos setores censitarios 1991-2000

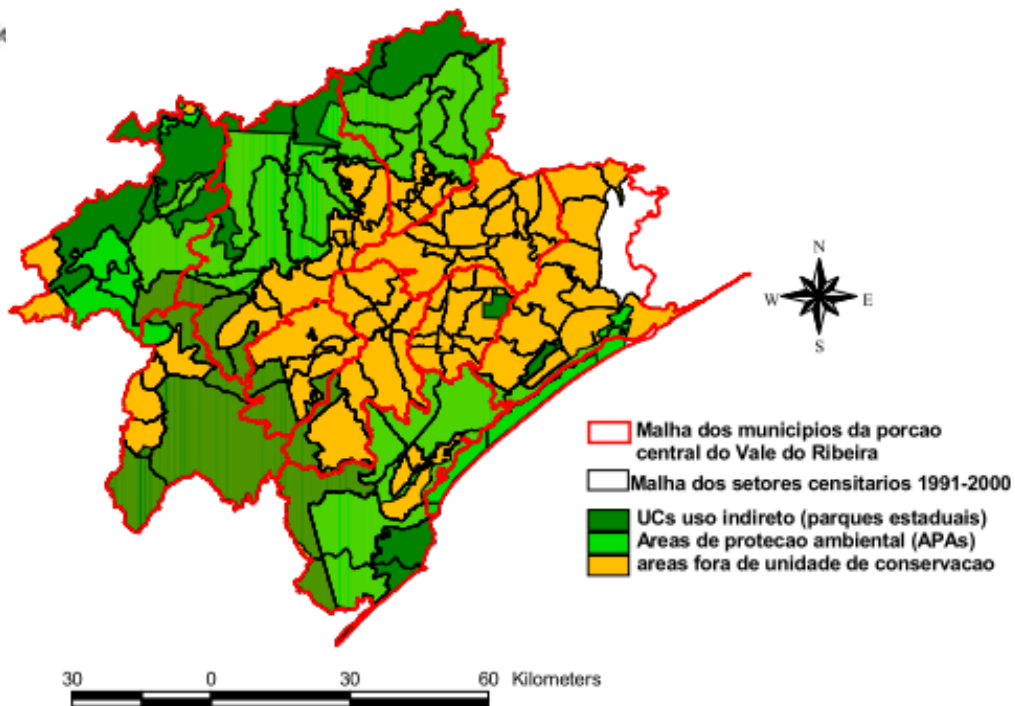
Classes de cobertura da terra (1990-1995):

- agua
- remanescentes florestais
- areas sem cobertura florestal
- manguezais
- nuvens
- reflorestamento
- sombra de montanha
- desmatamento 1990-99



Mapa 2

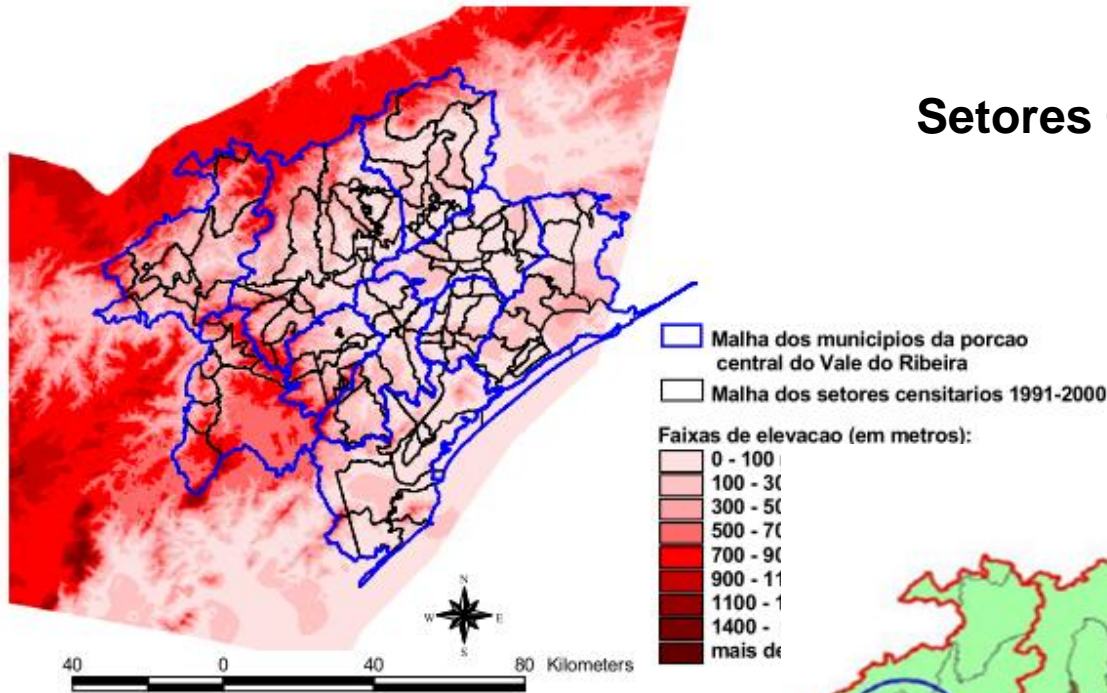
Sobreposição do *layer* de unidades de conservacao às malhas dos municípios e setores censitarios para geração das variáveis relativas às unidades de conservacao



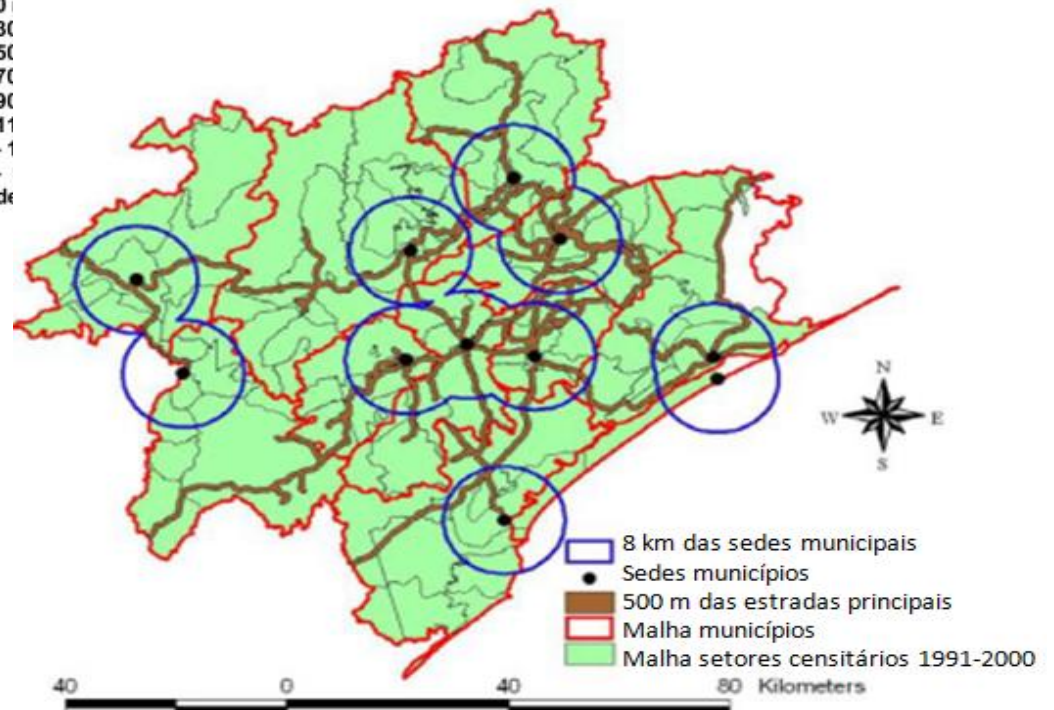
- Malha dos municípios da porcao central do Vale do Ribeira
- Malha dos setores censitarios 1991-2000
- UCs uso indireto (parques estaduais)
- Areas de protecao ambiental (APAs)
- areas fora de unidade de conservacao

Mapa 3

Sobreposição (*overlay*) das malhas dos municípios e setores censitários ao modelo digital de elevação do Vale do Ribeira para geração das variáveis de topografia



Setores Censitários x var ambientais



Construção de variáveis

Tendo gerado um conjunto de variáveis, base de dados do Vale do Ribeira paulista: para cada município e setor censitário, estão associados os seguintes grupos de variáveis:

- i. variáveis censitárias (demográficas e sócio-econômicas) de 1991 e 2000;
- ii. variáveis de cobertura da terra de 1981, 1990 e 1999;
- iii. variáveis de categoria de restrição ao uso da terra (unidades de conservação);
- iv. variáveis de topografia;
- v. variáveis de acesso a infraestrutura viária e urbana.

Tabela 1
Coefficientes de correlação linear entre a taxa de desmatamento recente e variáveis independentes selecionadas. Setores censitários rurais do Vale do Ribeira.

	Taxa de desmatamento recente	
	Correlação linear (todos os setores)	Correlação linear (exclusive setores <i>outliers</i>)
Densidade demográfica em 2000	0,486(**)	
Porcentagem da área setor censitário nos raios de 10 km das sedes municipais	0,452(**)	
Porcentagem de domicílios com banheiro ou sanitário (em 2000)	0,391(**)	0,405(**) ⁽²⁾
População residente em 2000	0,362(**)	
Porcentagem da área do setor censitário nos <i>buffers</i> de 1 quilômetro das estradas	0,361(**)	
Número médio de anos de estudo dos chefes de domicílios do setor (em 2000)	0,355(**)	0,395(**) ⁽²⁾
Crescimento populacional 1991-2000	0,324(**)	
Renda média dos chefes de domicílios do setor em sal. min. (em 2000)	0,195(*)	0,356(**) ⁽³⁾
Variação da elevação do setor censitário	-0,490(**)	
Porcentagem de chefes de domicílios pobres (em 2000)	-0,349(**)	-0,382(**) ⁽²⁾
Categoria de restrição ao uso da terra (presença ou não de unidades de conservação)	(0,452) ⁽¹⁾	

** Correlação é significativa ($p < 0,01$).

* Correlação é significativa ($p < 0,05$).

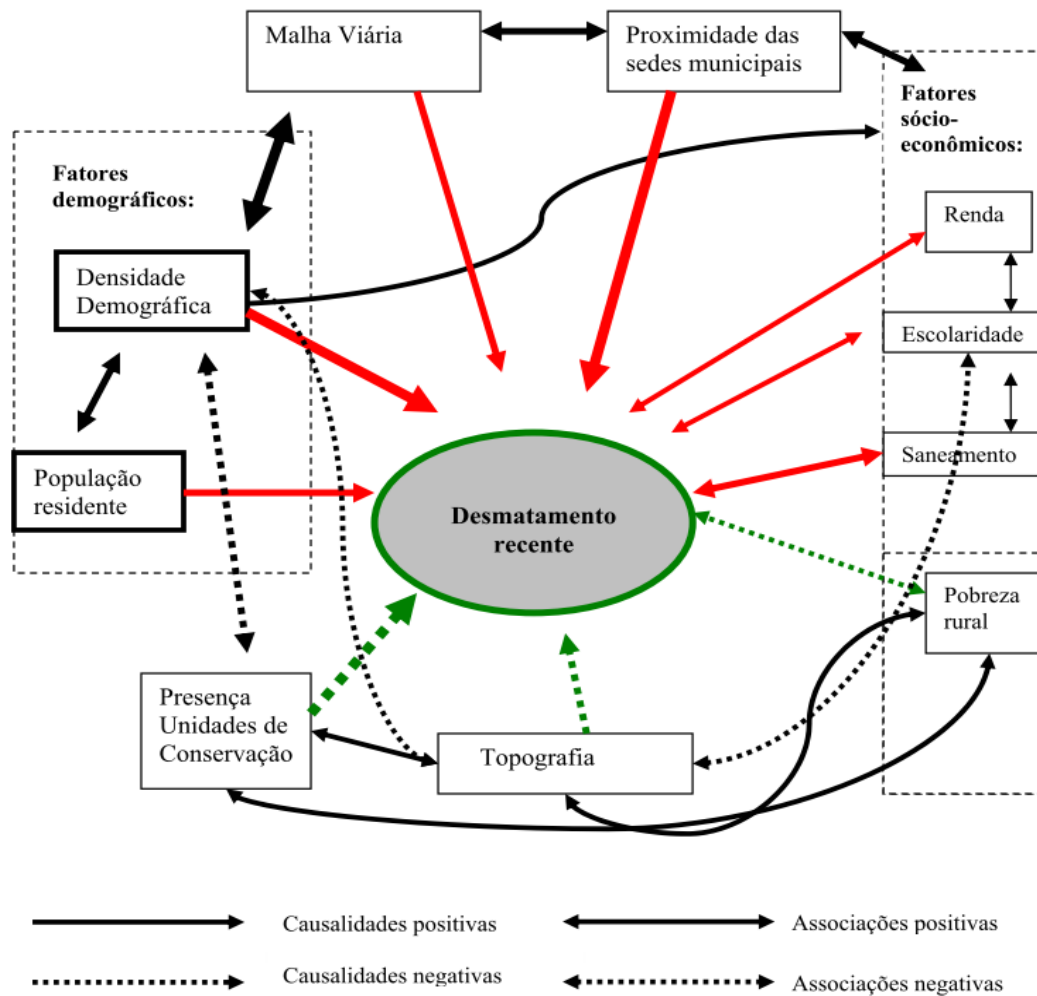
(1) Coeficiente de determinação (R^2) da análise de variância

(2) Excluído um setor censitário *outlier* do município de Eldorado

(3) Excluídos dois setores censitários *outliers* com renda média superior a 6 salários mínimos

Fonte: IBGE. Censos Demográficos 1991 e 2000 e Imagens Landsat TM de 1990 e 1999 (cena 220/77)

Modelo qualitativo de correlação e causalidade entre fatores sócio-demográficos, topografia, acesso a infraestrutura, unidades de conservação e o desmatamento recente da porção central do Vale do Ribeira" (Alves, 2004)





MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS



Estimativas de População a partir de dados de sensoriamento remoto e geoprocessamento

SER 300 0 Introdução ao Geoprocessamento

Inferência de População por SR

- ◆ Estimativas de população por SR - Escalas possíveis:
 - Global ou generalizada: modelos de relação entre a área urbana (imagens orbitais) e população
 - Semi-detalhado: imagens de resolução média (SPOT, TM) e tipologias de ocupação baseadas na densidade demográfica dos bairros
 - Detalhado: unidade residencial para cálculo da população

- ◆ Exemplos:
 - Sensoriamento remoto orbital de alta resolução e o ambiente residencial urbano - IKONOS*
 - Estimação de população do setor censitário através de imagens Landsat ***

*Gonçalves *et al.*, 2004

***Reis 2005

Análise do ambiente residencial urbano visando a inferência populacional a partir do uso de dados de sensoriamento remoto orbital de alta resolução

Contextualização









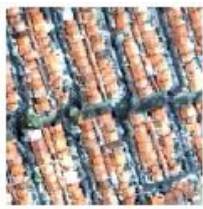




- ◆ Objetivo: avaliar a inferência de população a partir de dados de sensoriamento remoto orbital de alta resolução
- ◆ São José dos Campos – 539.313 habitantes, 532.717 urbana, 6.596 rural (Censo 2000)
 - Crescimento populacional em função do crescimento econômico industrial
- ◆ Base de Dados:
 - Imagem IKONOS-2 (2000), fusão multi-espectral (4 m) e pancromática (1 m), fotos aéreas para correção geométrica
 - Base de informação dos setores censitários + atributos para 77% da área urbana (cobertura imagens)
 - Estratificação em zonas residenciais unifamiliares homogêneas (ZRUFs)

Contextualização

- ◆ Estratificação em zonas residenciais unifamiliares homogêneas (ZRUFs)
 - relação entre uso residencial unifamiliar e padrão construtivo – condições sócio-econômicas e padrões de textura nas imagens
 - Interpretação visual, escala 1:10.000, chaves de interpretação
 - ZRUFs associadas às classes sócio-econômicas
 - para área urbana consolidada: alta, média, baixa e favela,
 - para área urbana não consolidada: expansão

Zonas residenciais unifamiliares homogêneas

- Classificação e subdivisões:

	Alta 1		Média 3		Baixa 1		Favela
	Alta 2		Média 4		Baixa 2		Expansão 1
	Média 1		Média 5		Baixa 3		Expansão 2
	Média 2		Média 6		Baixa 4		Expansão 3

Zonas residenciais unifamiliares homogêneas

♦ Classificação e subdivisões - exemplos:

Alta 1 - Próxima do centro / lotes e quadras bem definidos / arborização urbana de grande porte / presença de áreas verdes intralotes / lotes inteiros (12x30m ou maiores) / um domicílio por lote com construções secundárias, incluindo piscinas / recuos laterais e de fundos identificáveis na imagem / predomínio de cobertura cerâmica.

Média 1 - Localização específica em uma região da cidade / lotes e quadras padronizados / arborização urbana de pequeno porte / predominância de lotes inteiros (10x25m) / taxa de ocupação alta, sendo os lotes quase totalmente construídos, mas com predomínio de uma única unidade por lote / predominância de telhados cerâmicos (ocupação nova).

BAIXA 1-Lotes e quadras padronizados/em áreas de ocupação antiga há arborização urbana; nas mais recentes, há áreas criadas para tal;vegetação intralote ausente/porcentagens equivalentes de lotes inteiros (10x25m) e meios lotes (5x25m)/alta taxa de ocupação e ausência de recuos obrigatórios devido à presença de coabitação/coberturas predominantemente cerâmicas.

Expansão 1 -Área urbana não-consolidada, com características de ocupação tipo classe média alta. Lotes (12x30m) e quadras padronizados/vegetação urbana de pequeno porte ou inexistente (loteamentos novos)/um domicílio por lote com construções secundárias, incluindo piscinas/coberturas bastante variadas (grande diferença na resposta espectral)/classe presente em única localização da cidade (distante do centro e com relevo pouco acidentado).

Procedimentos

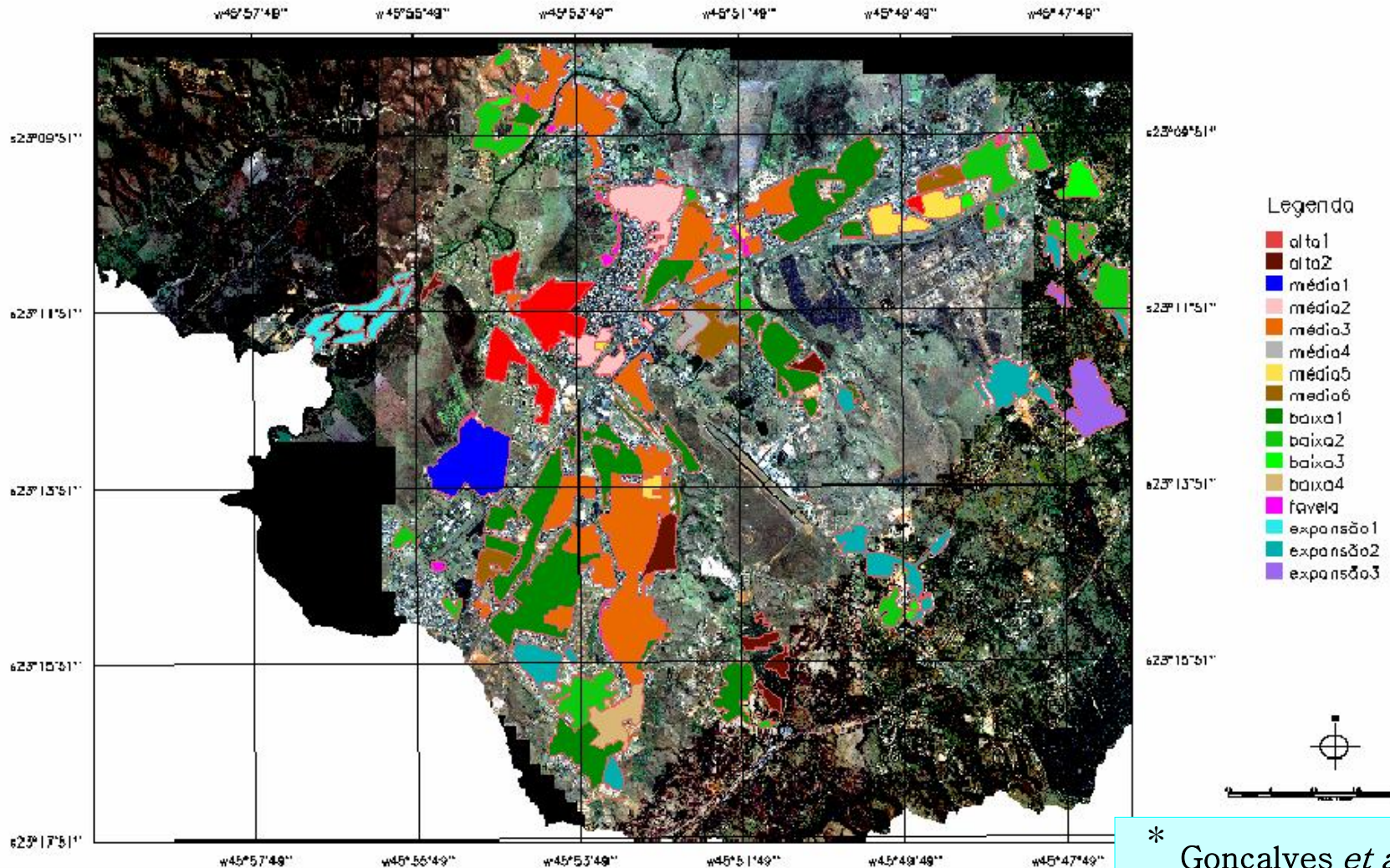
- ◆ Base de dados amostrais:
 - Setores censitários pertencentes a uma única ZRUFs (sobreposição de mapas)
 - 328 setores homogêneos (classe socioeconômica) de referência
- ◆ Seleção das amostras:
 - para inferência da população foram escolhidos 24 setores representativos do universo amostral,
 - centro de massa das ZRUFs e atributos dos setores – *núm. méd. moradores/dom; renda média responsável; méd. anos estudo responsável e núm. méd. banheiros/dom.*
- ◆ Chaves de interpretação unidades domiciliares
 - definidas por critérios de localização, organização, áreas verdes, características de construção, etc.

Inferência e Análise

- ◆ Identificação das unidades domiciliares:
 - para todos os 24 setores selecionados – contagem de domicílios ocupados
- ◆ Inferência de população:
 - População setor = n. de domicílios * n. médio de residentes por domicílio
- ◆ Precisão da estimativa de população: correlação entre população IBGE 2000 e a estimativa IKONOS. Erros de omissão e inclusão:
 - Erro de Estimativa =
$$\frac{(\text{População IBGE} - \text{População IKONOS})}{\text{População IBGE}}$$

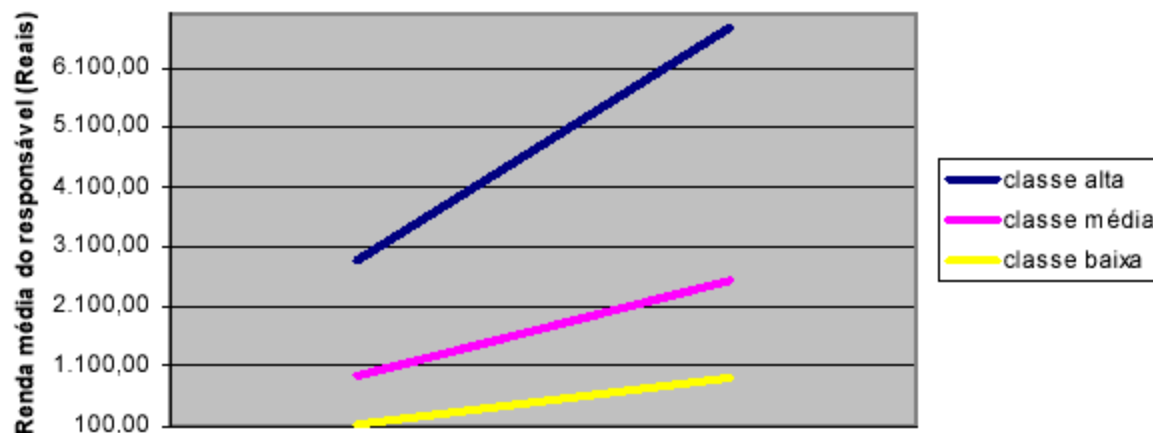
Resultados

Zonas Residenciais Unifamiliares Homogêneas (ZRUFs) obtidas na interpretação visual das imagens IKONOS 2



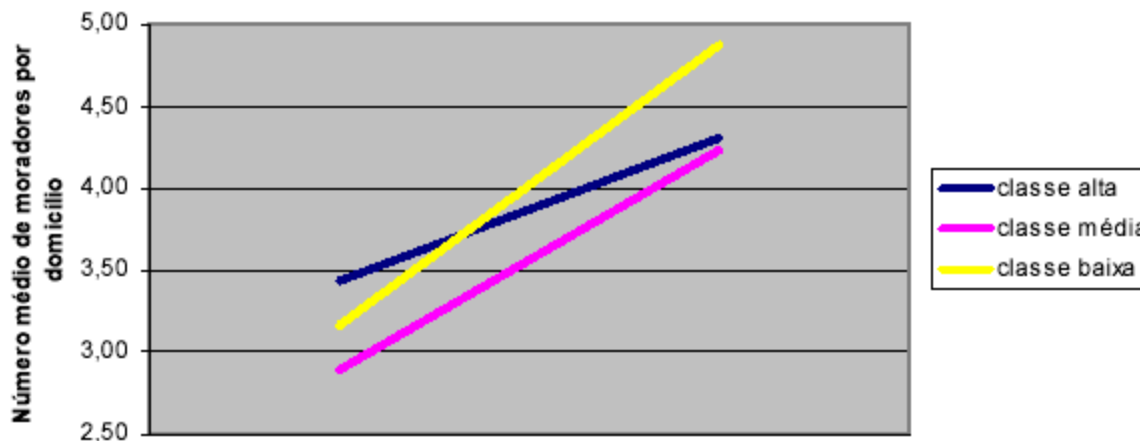
Resultados

Distribuição da variável *renda média do responsável*, por classe sócio-econômica



- Correlação entre média de salários e padrão de ocupação (SR)

Distribuição da variável *nº médio de moradores por domicílio*, por classe sócio-econômica

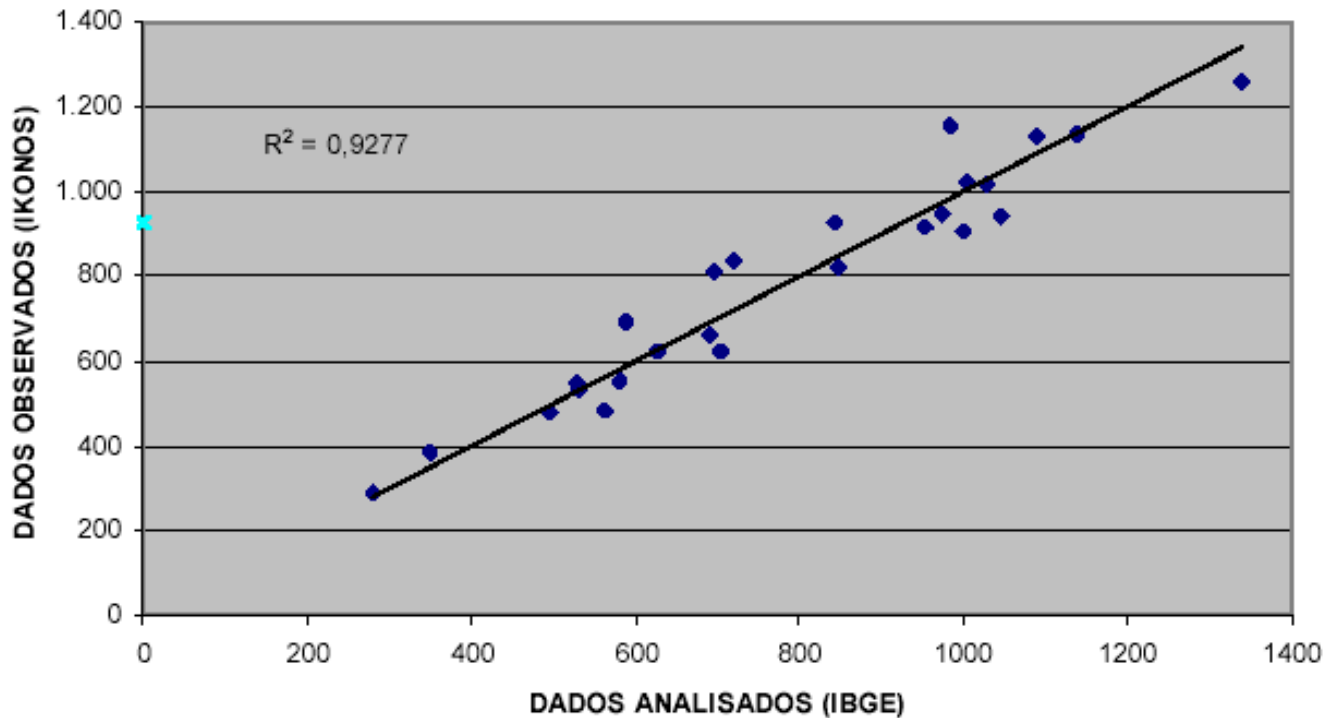


- Maior superposição de classes - número médio de moradores por domicílio

Resultados

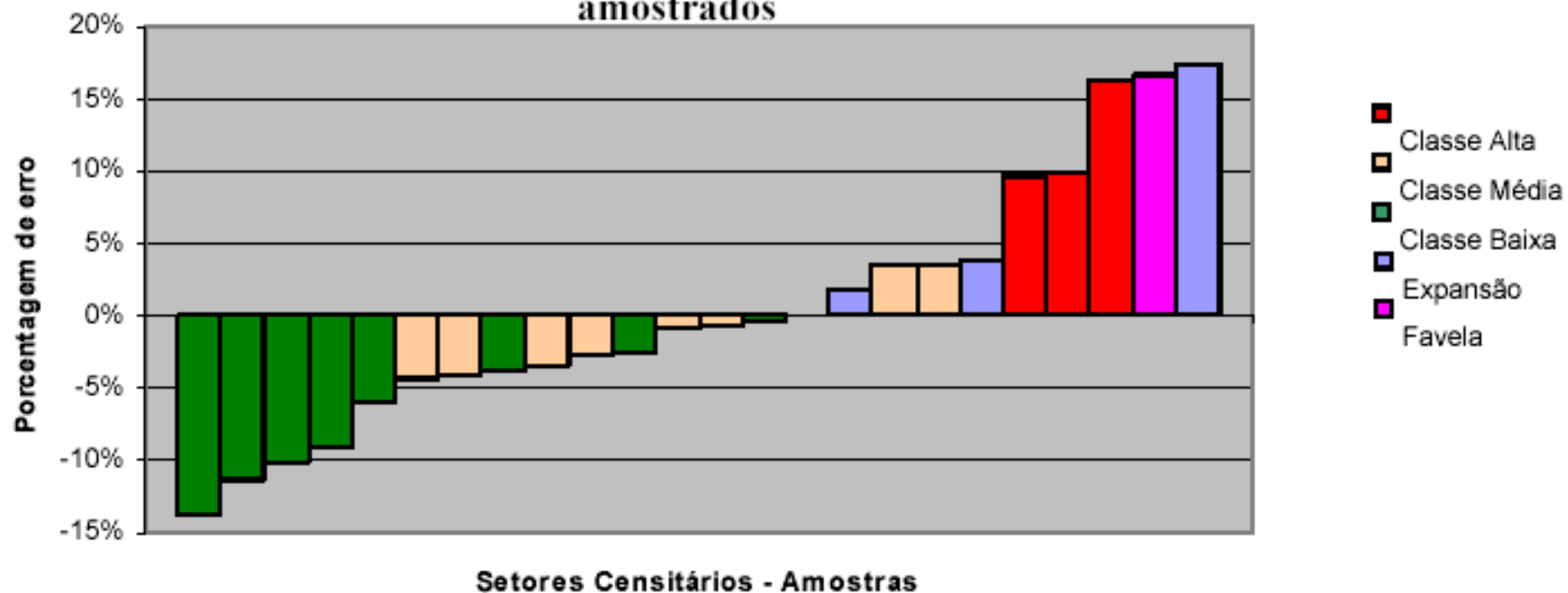
- ◆ Análise da estimativa

Correlação linear entre a população inferida e a população real (IBGE)



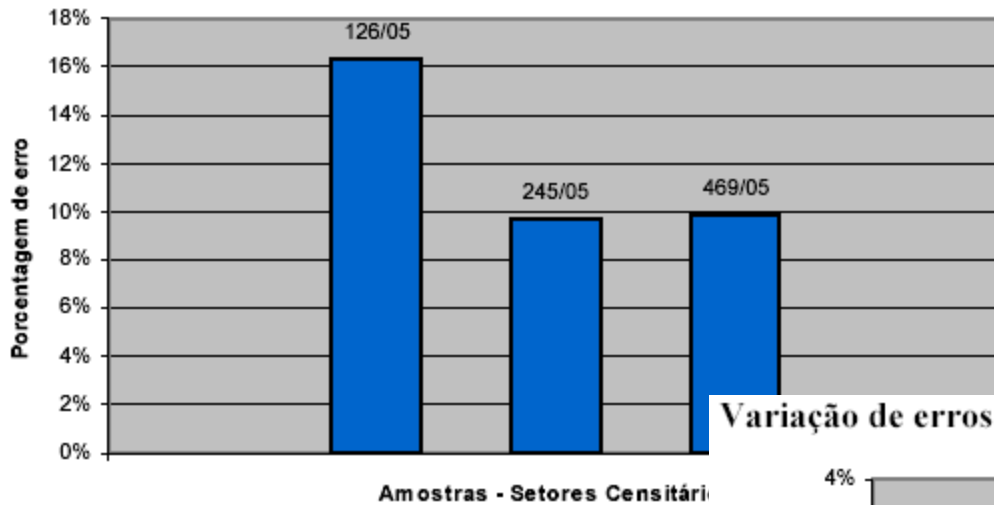
Resultados

Variação de erros na estimativa da população associada aos setores censitários amostrados

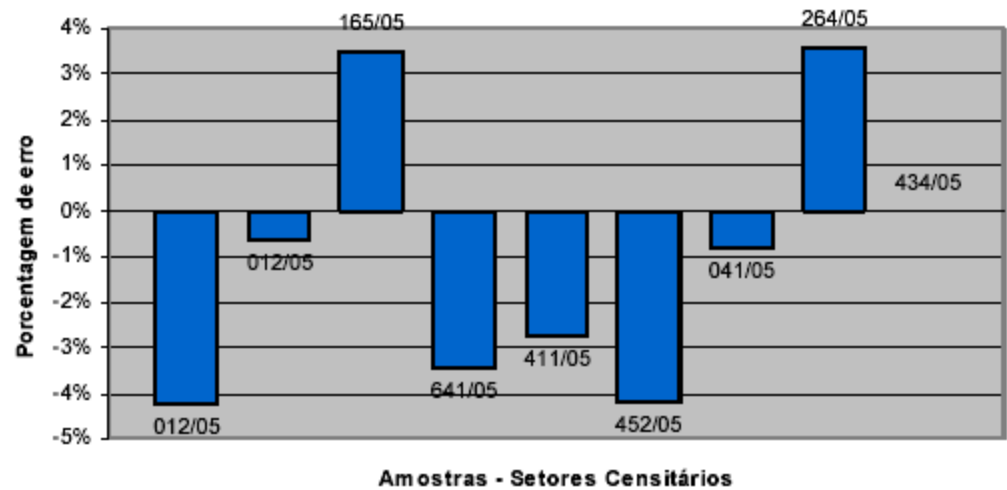


Resultados – Erros/amostra

Varição de erros na estimativa da população associada à Classe Alta

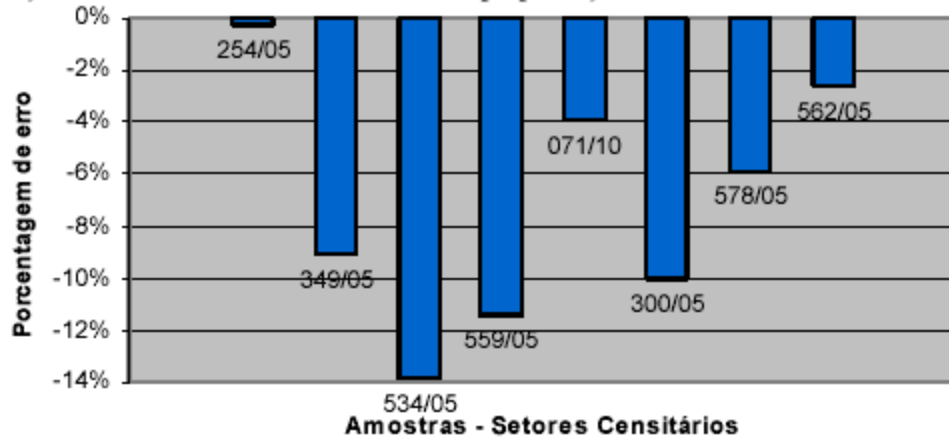


Varição de erros na estimativa da população associada à Classe Média

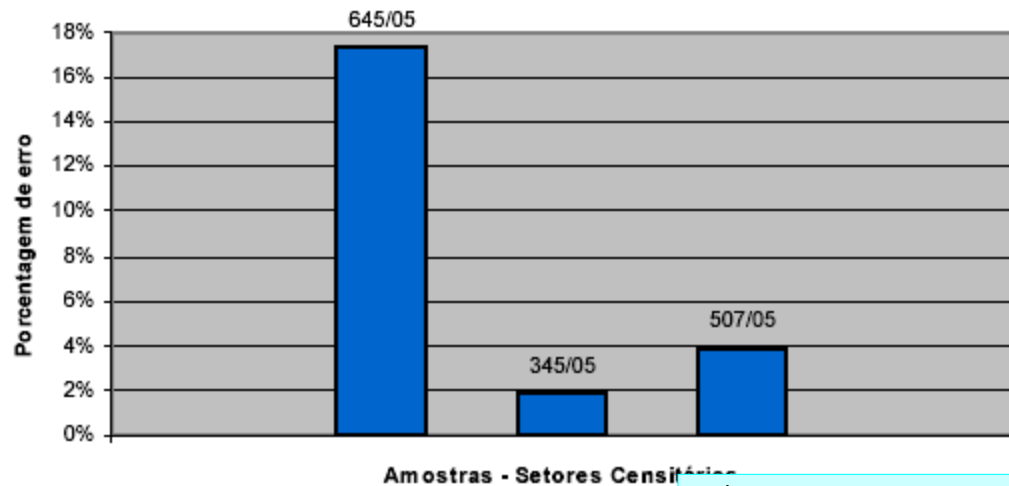


Resultados – Erros/amostra

Varição de erros na estimativa da população associada à Classe Baixa



Varição de erros de estimativa da população associada a áreas não consolidadas



Considerações

- ♦ Erro médio de inferência da população - intervalo de $0,41 \pm 4,51 \%$, com 99% de confiança
 - 24 setores censitários, erro médio de inferência populacional de +0,41%, e desvio padrão de 8,58
- ♦ Dados populacionais inferidos semelhantes aos dados populacionais do Censo Demográfico (teste “t” de Student, 99% d.f.)
- ♦ Viabilidade do uso de imagens orbitais de alta resolução espacial para a estimativa de dados populacionais a partir do método detalhado, em períodos intercensitários.
- ♦ Dados úteis para auxiliar a delimitação e definição dos setores censitários para a realização dos censos demográficos decenais, o que aumentaria a precisão dos dados levantados pelos recenseadores.

Estimando Populações

Estimação da população dos setores censitários de Belo Horizonte usando imagens de satélite

- ◆ Censo Demográfico (IBGE)
 - a cada 10 anos.
- ◆ Contagem Populacional :
 - entre dois censos.
- ◆ Projeções demográficas.



Estimando Populações

- ◆ Modelo de regressão linear

Reflectâncias nas bandas do sensor

$$P = \beta_0 + \beta_1 R_1 + \beta_2 R_2 + \dots + \beta_7 R_7 + \varepsilon$$

População

Setores Censitários (Harvey, 2002a)

- ◆ Duas abordagens

Pixels (Harvey, 2002b)

Modelo de Regressão por Pixels

- ◆ **Problema:** não existem dados de população associados aos pixels e sim aos setores censitários.
- ◆ **Solução** (Harvey, 2002b): regressão iterada
- ◆ **Idéia da regressão iterada** : redistribuir a população do setor em seus pixels através de sucessivas regressões.

Regressão Iterada

População redistribuída igualmente no setor censitário:

- População pixel $i = \text{Pop setor} / n$. pixels
- ♦ Modelo de regressão ajustado e as estimativas de população são calculadas (P_i - estimado);
- ♦ Para cada setor, as estimativas são corrigidas de modo que a população total do setor se mantenha igual ao valor conhecido

$$\bar{r} = \frac{\sum_{i=1}^n (p_i - p_{i(\text{estim})})}{n}$$

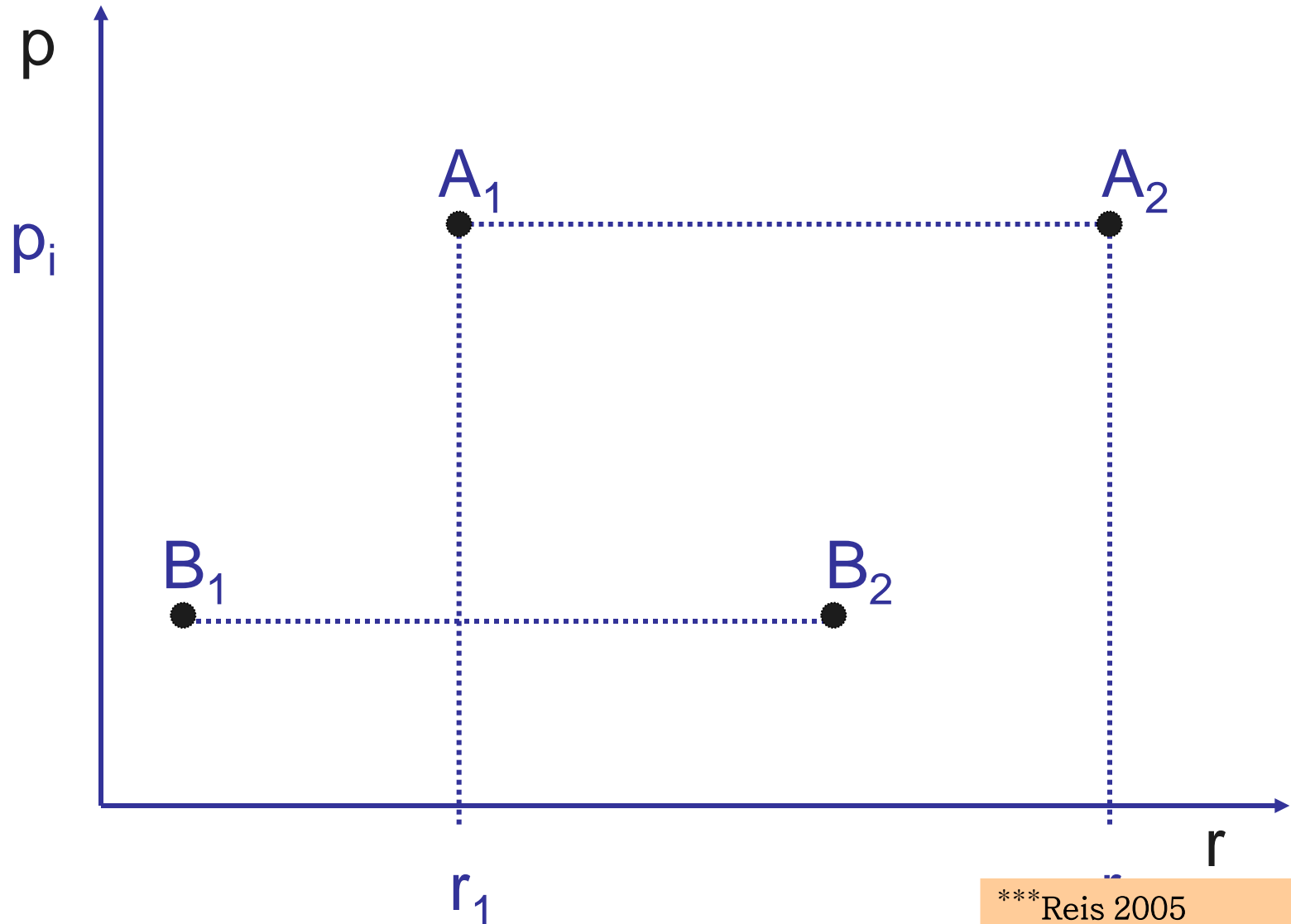
$$P_{i(\text{ajust})} = P_{i(\text{estim})} + \bar{r}$$

\bar{r} é a média dos resíduos em cada setor.

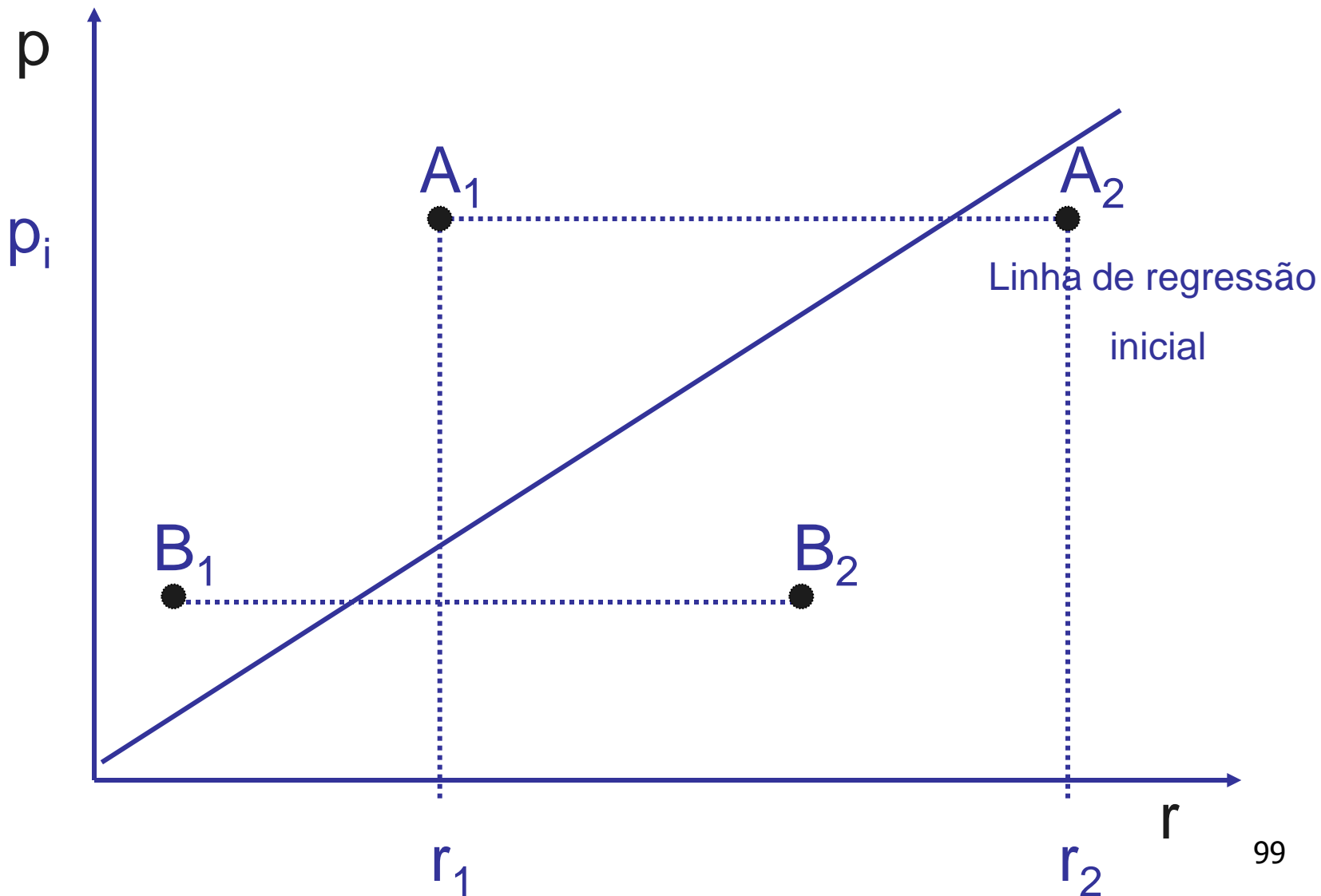
Regressão Iterada

- ◆ Ou seja, a população ajustada para o píxel i é:
 - População ajustada pixel i = Pop est pixel i + média dos resíduos do setor.
- ◆ Na próxima iteração, os valores ajustados substituem as estimativas iniciais de população, e a regressão roda novamente
- ◆ O procedimento pára quando o incremento no valor de coeficiente de determinação (R^2) passa a ser muito pequeno;
- ◆ A última equação é utilizada para fazer as estimativas de população.

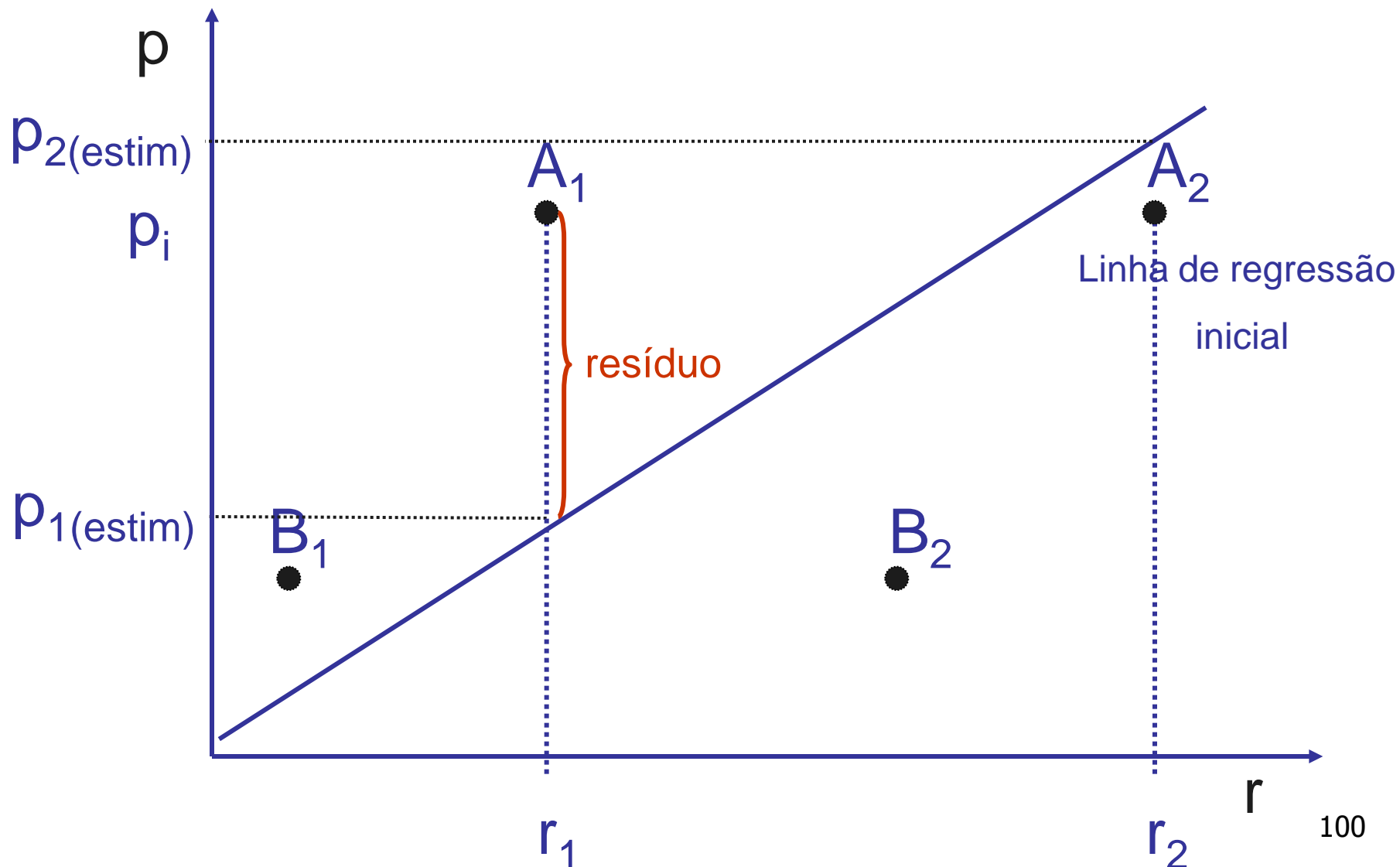
Regressão Iterada



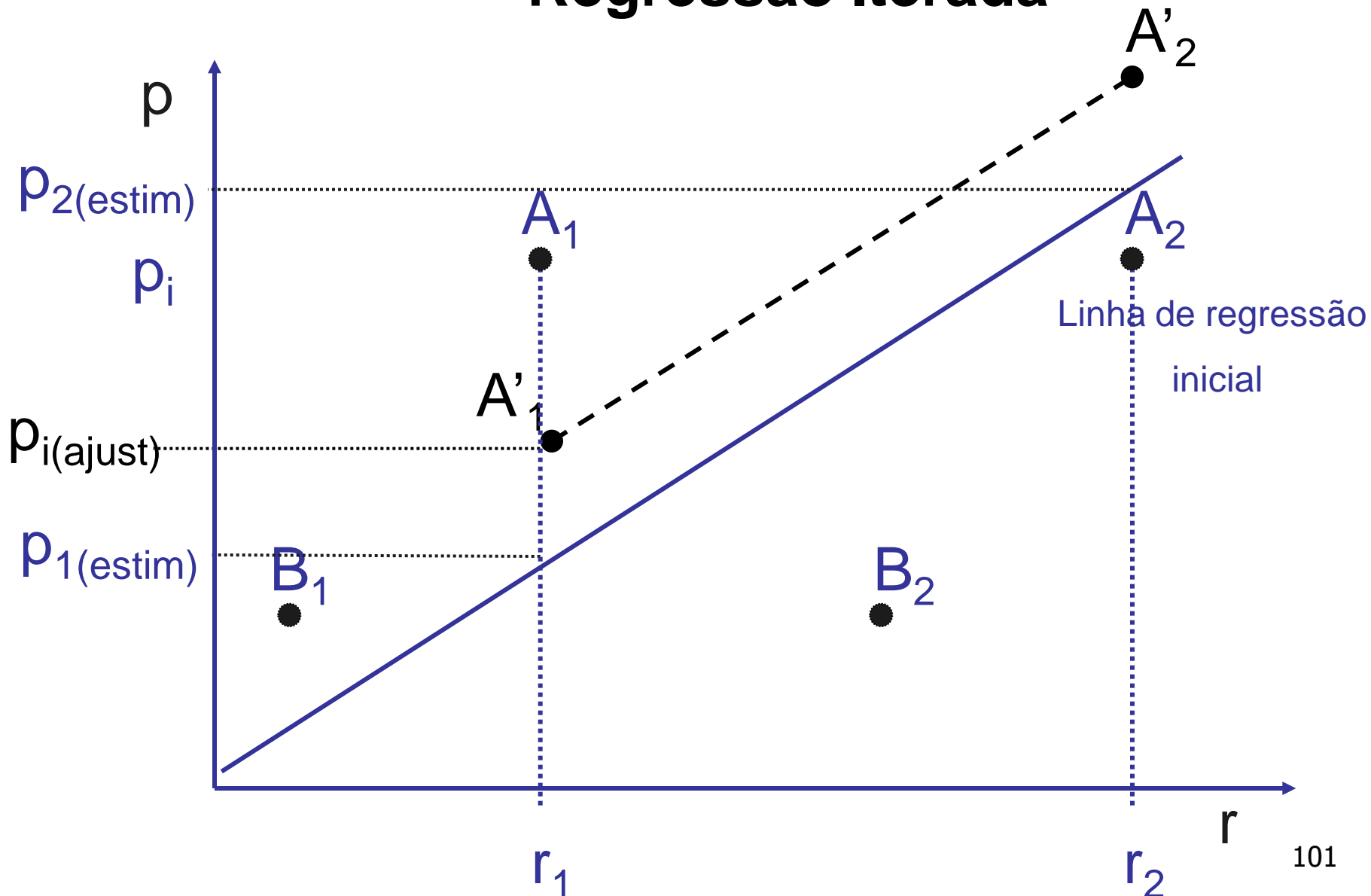
Regressão Iterada



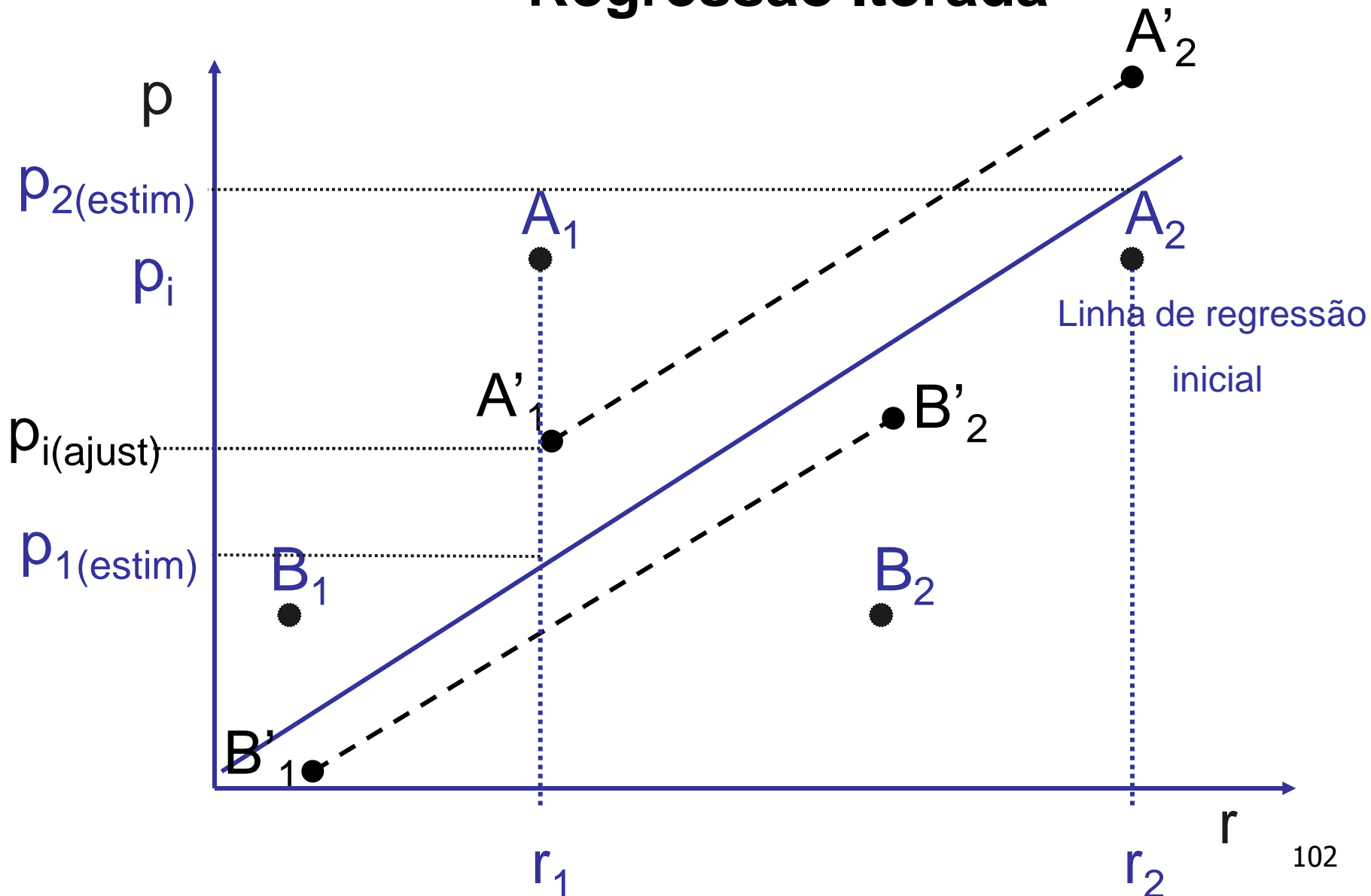
Regressão Iterada



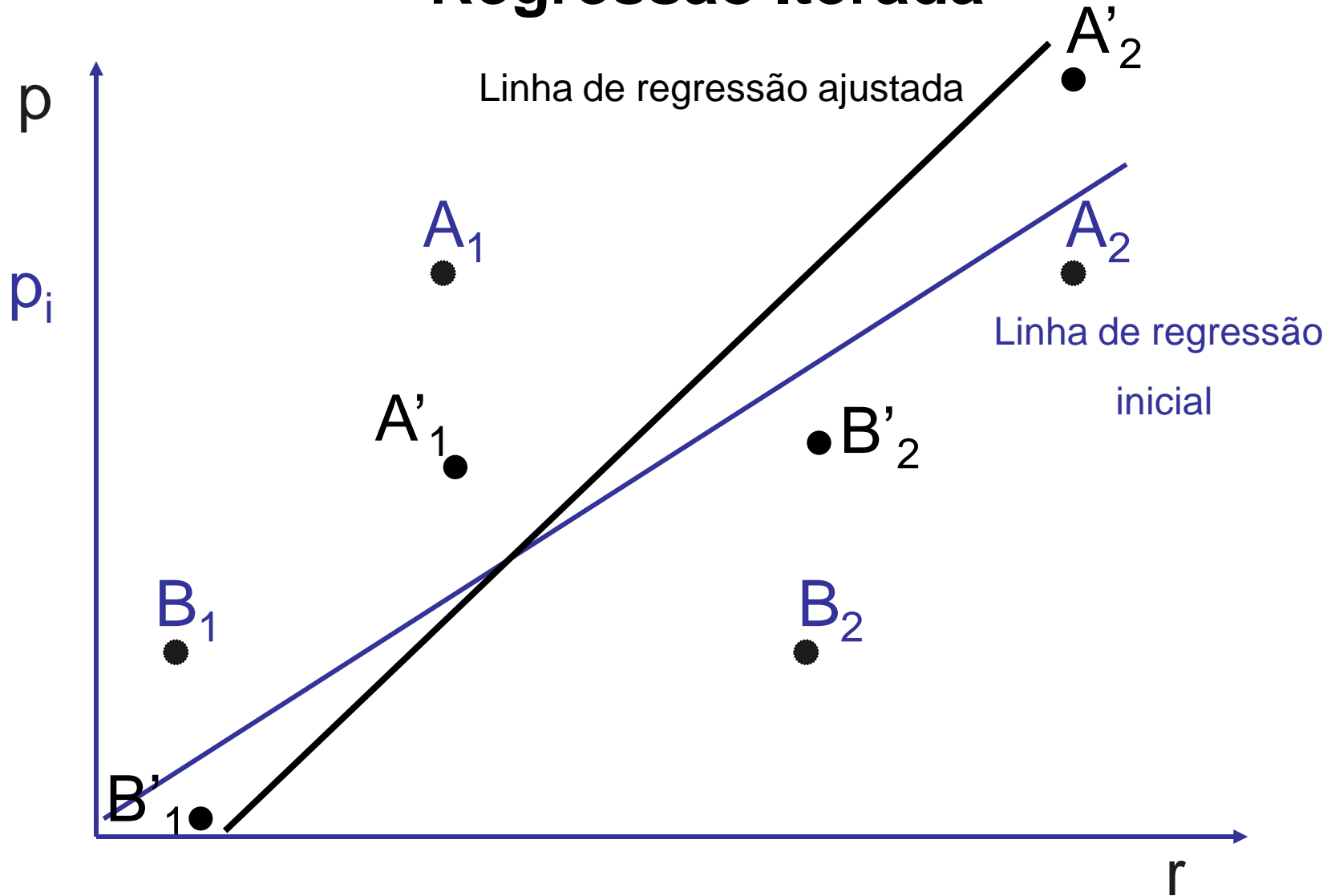
Regressão Iterada



Regressão Iterada



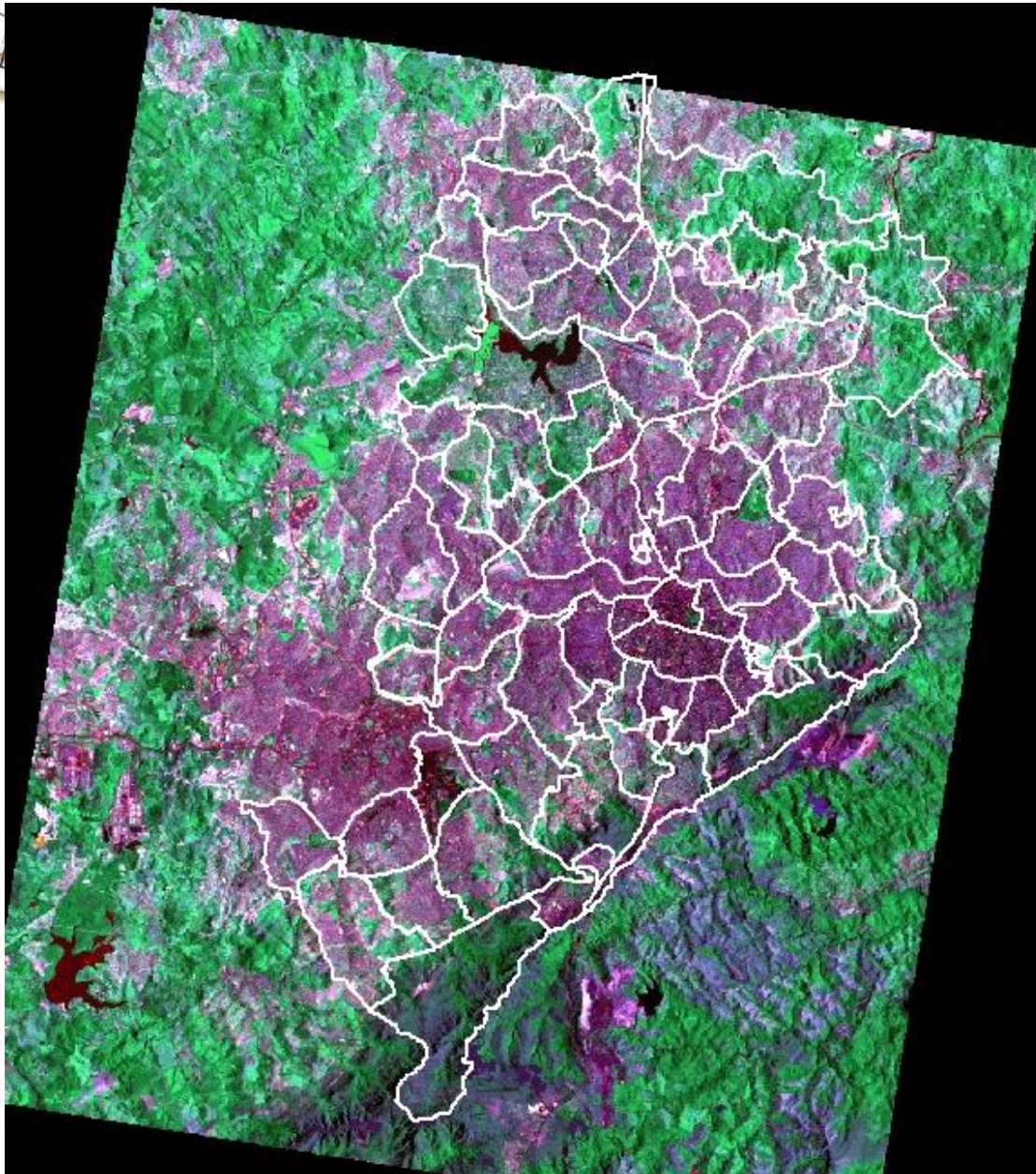
Regressão Iterada



Aplicação

Regressão por pixels para estimação da população dos setores censitários de Belo Horizonte (MG) com imagens TM/LANDSAT

- Landsat5-TM 218/74, 31/01/1996
- Bandas 1 a 5 e 7
- Setores censitários Contagem IBGE 1996



TM3 (R) TM4 (G) TM5 (B)

Procedimento

1. Transformação das imagens ND para reflectância de superfície
2. Classificação dos pixels em urbanos e não-urbanos ;
3. Associação dos pixels urbanos aos setores censitários ;
4. Regressão iterada (amostra de pixels = 25% dos pixels dos setores) ;
5. Aplicação do modelo estimado a todos os pixels ;
6. Combinação das estimativas de população para os setores

Avaliação dos Modelos

- ◆ Nível micro: erro na estimação da população do setor

$$\text{Erro relativo} = \frac{\text{observado} - \text{estimado}}{\text{observado}}$$

- ◆ Nível macro: erro na estimação da população total

$$\text{Erro relativo total} = \frac{\text{total observado} - \text{total estimado}}{\text{total observado}}$$

Resultados (modelo completo)

Este trabalho

Harvey (2002b)*

0.257	R² Iterada (amostra)	0.855
0.193	R² "back" (total)	0.822
30.43	Erro Relativo Mediano (%) (pop. Setor)	14.0
0.47	Erro Relativo Total (%)	-4.8
Negativo	Sinal do coeficiente da banda 4	Negativo
Negativo	Sinal do coeficiente da banda 4	Negativo
Positivo	Sinal do coeficiente da banda 4	Positivo

* Área urbana

Resultados

- ◆ Modelo escolhido :

$$\hat{p} = 13.243 + 0.011 r_1 - 0.020 r_4 - 0.102 r_5 + 0.132 r_7$$

- Erro relativo total : **-0.06%** (Harvey, **-4.8%**)
 - Erro relativo mediano : **31.57%** (Harvey, **14.0%**)
-
- ◆ Tendências : (também observadas por Harvey)
 - Superestimação em setores pouco densos
 - Subestimação em setores muito densos

Considerações Finais

- ◆ Os modelos de estimação de população usando imagens de satélite via modelos de regressão conseguem a **bons resultados** no **nível macro**, mas os resultados no nível micro são pobres.
- ◆ A **densidade populacional** do setor parece ter grande influência na **super** ou **subestimação** de sua população.
- ◆ O modelo foi **validado** apenas **internamente**.

Considerações Finais

Alternativas para melhoria dos resultados no nível micro:

- ◆ Incorporar **indicadores indiretos** de densidade populacional, como zonas de ocupação e uso do solo ;
- ◆ Agrupar as estimativas de população em um **nível superior** ao dos setores (agrupamentos deles). Ex: UP (Unidade de Planejamento) no caso de Belo Horizonte.

A mensagem

- ◆ Considerar a “dimensão humana” nos estudos de observação da Terra;
- ◆ Independentemente da abordagem – SR ou demográfica/social → compatibilizar as bases com critério para representar corretamente o fenômeno
- ◆ IBGE – fonte preciosa de dados !
- ◆ Maiores interessados... CST310

Referências

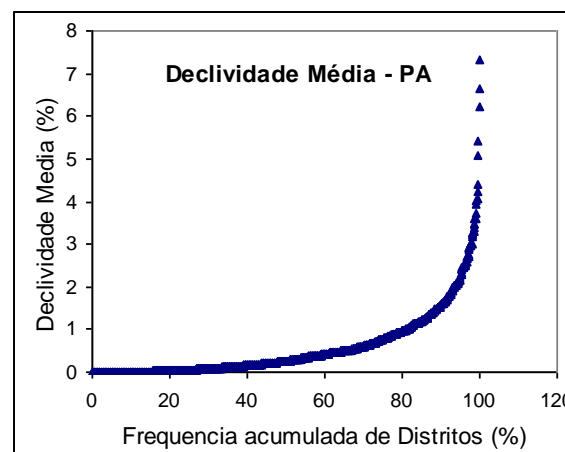
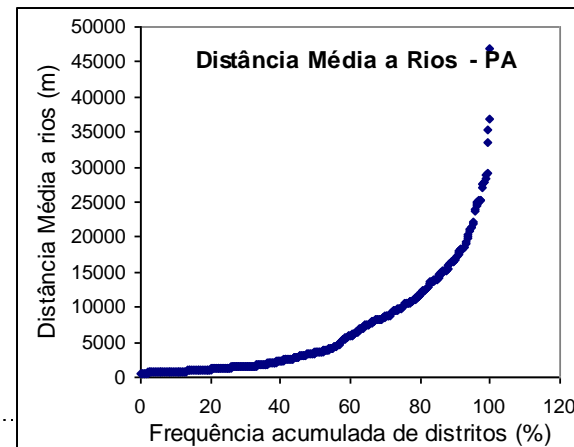
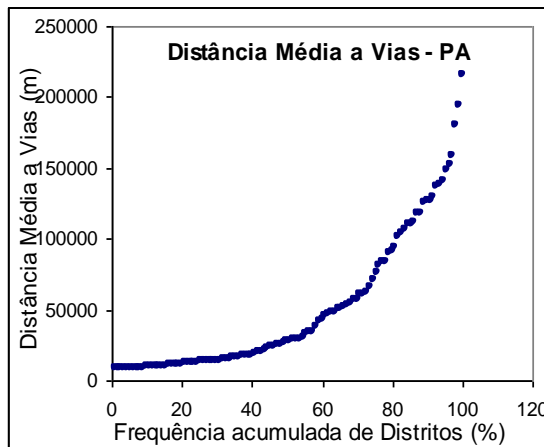
- AFONSO, I. Estimação da população dos setores censitários de Belo Horizonte usando imagens de satélite. 2005 In: **XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Proceedings. Goiânia (GO). p.2741-2748.
- ALVES, H. P. D. F. 2004. Fatores demográficos e sócio-econômicos associados às mudanças na cobertura da terra no Vale do Ribeira: discussão dos resultados de uma análise integrada de dados censitários e de sensoriamento remoto, através de um sistema de informação geográfica. In **XIV Encontro Nacional de Estudos Populacionais**, ABEP, Caxambú, MG – Brasil.
- Amaral, S., A.A. Gavlak, M.I.S. Escada, and A.M.V. Monteiro. 2012. "Using remote sensing and census tract data to improve representation of population spatial distribution: case studies in the Brazilian Amazon." **Population and Environment** 27(4):on line.
- FEITOSA, F.; MONTEIRO, A. M. V.; CÂMARA, G. Compatibilização de dados censitários para análises temporais com o auxílio de imagens Landsat. In: **XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Proceedings. Goiânia (GO), 2005. p.2657-2664.
- GONÇALVES, C. D. A. B., Í. D. M. E. SOUZA, M. N. PEREIRA, AND C. D. C. FREITAS. Análise do ambiente residencial urbano visando a inferência populacional a partir do uso de dados de sensoriamento remoto orbital de alta resolução. In: **XIV Encontro Nacional de Estudos Populacionais - ABEP**, Proceedings. Caxambu (MG), 2004.

Referências

- ♦ Tobler, W.R. (1979). Smooth pycnophylactic interpolation for geographical regions. *Journal of the American Statistical Association*, 74, 519-530.
- ♦ Tobler, W.R., Deichmann, U., Gottsegen, J.& Maloy, K. (1995). *The Global Demography Project*. Santa Barbara, CA: National Center for Geographic Information and Analysis.
- ♦ Martin, D (1989). Mapping population data from zone centroid locations. *Transactions of the Institute of British Geographers NS*, 14, 90-97.
- ♦ Martin, D. (1996). *Geographic Information Systems and their Socioeconomic Applications*, London: Routledge.
- ♦ Martin, D. (2002). Census Population Surfaces. In Rees, P., Martin, D., Williamson, P. (Eds.), *The Census Data System* (pp. 139-148). Chichester - England: John Wiley & Sons.
- ♦ Martin, D., Langford, M.& Tate, N.J. (2000). Refining Population Surface Models: Experiments with Northern Ireland Census Data. *Transactions in GIS*, 4, 343-360.
- ♦ Deichmann, U., Balk, D.& Yetman, G. (2001). *Transforming Population Data for Interdisciplinary Usages: From census do grid*. Palisades, N.Y.: Center for International Earth Science Information Network (CIESIN) - Columbia University.
- ♦ Dobson, J.E., Bright, E.A., Coleman, P.R., Duree, R.C.& Worley, B.A. (2000). LandScan: A Global Population Database for Estimating Populations at Risk. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 66, 849-857.
- ♦ Faure, J.F., Tran, A., Gardel, A.& Polidori, L. (2003). *Sensoriamento remoto das formas de urbanização em aglomerações do litoral Amazônico: elaboração de um índice de densidade populacional*. Paper presented at XI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Belo Horizonte, 5-10 Abril 2003.

Método Multivariado – Contribuição relativa das variáveis preditoras

- ◆ Distritos do PA
- ◆ Área de Influência
- ◆ Média das distâncias a vias, distância a rios, declividade
- ◆ Distância a centros urbanos – Viz + Próx.
- ◆ Percentagem Floresta
 $5\% < x < 99\%$



Método Multivariado – Função de Pertinência Fuzzy

