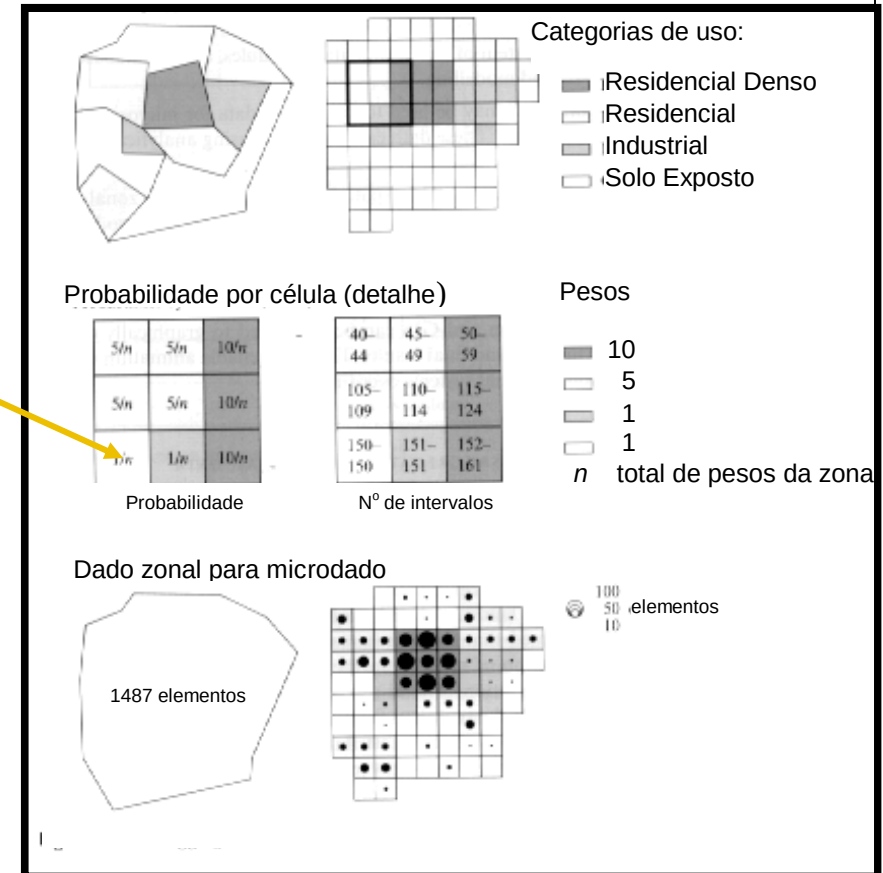


Modelos de População “Multivariados”

- 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



População, Espaço e Ambiente

Abordagens Espaciais em Estudos de População: Métodos Analíticos e Técnicas de Representação

Parte IV – Integração de Dados

Método Dasimétrico

Silvana Amaral

Antonio Miguel V. Monteiro

{Silvana.amaral@inpe.br, Miguel.monteiro@inpe.br}



Origem



- **dasymetry**

[física] s. dasimetria, f.; parte da Física que estuda a determinação da **densidade** do ar nas diferentes camadas da atmosfera

Mapeamento Dasimétrico

Termo criado por Benjamin (Veniamin) Petrovich Semenov-Tyan-Shansky e popularizado por Wright (1936).

Técnica cartográfica para a apresentação de dados, que podem ser conceituados e representados como variações contínuas, mas irregulares de dimensões como tempo, espaço, elevação ou temperatura (adaptado de Mennis, 2009).

Origem



- **dasymetry**

[física] s. dasimetria, f.; parte da Física que estuda a determinação da densidade do ar nas diferentes camadas da atmosfera

Mapeamento Dasimétrico

Pode ser definido como um tipo de interpolação para áreas que utiliza dados auxiliares (adicionais ou relacionados) para facilitar o processo de interpolação

IS NOT= to choropleth mapping:

- Os limites da representação cartográfica não são arbitrários, mas refletem a distribuição espacial da variável que está sendo mapeada (Eicher and Brewer 2001).

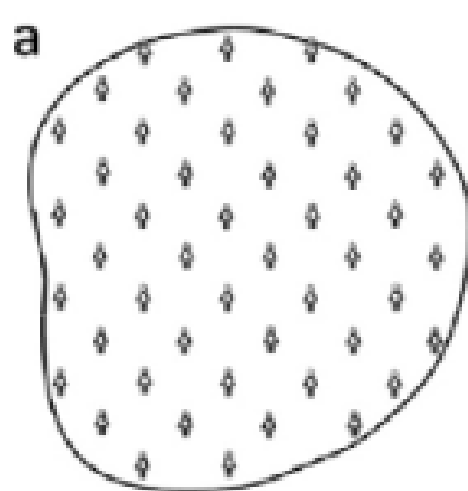
Objetivos - aplicações



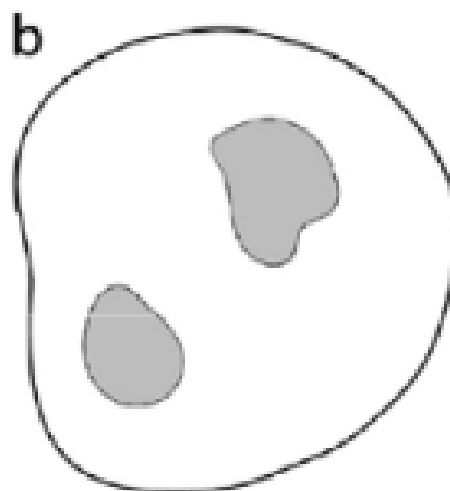
- Suporte para elaboração de superfícies de densidade populacional
- Levantamento de dados
- Reconhecimento dos processos e sua heterogeneidade espacial
- Interação com outros aspectos e interesses
- Suporte para Modelagem

Método de desagregação: dasimétrico

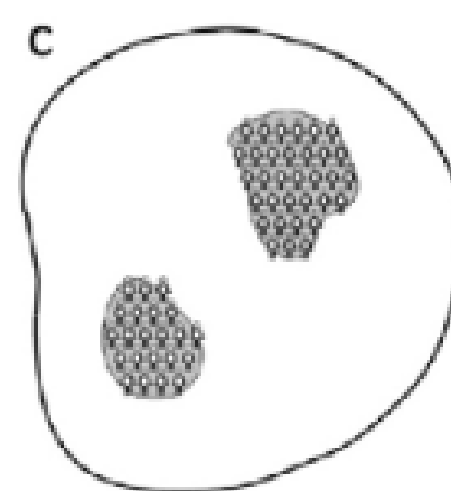
Recorre a informação geográfica auxiliar, fortemente correlacionada com a variável a representar, de forma a melhorar a sua representação cartográfica, limitando a distribuição às áreas em que de facto ela ocorre.



População por unidade
administrativa



Áreas habitadas



População nas áreas
habitadas

Mapeamento Dasimétrico

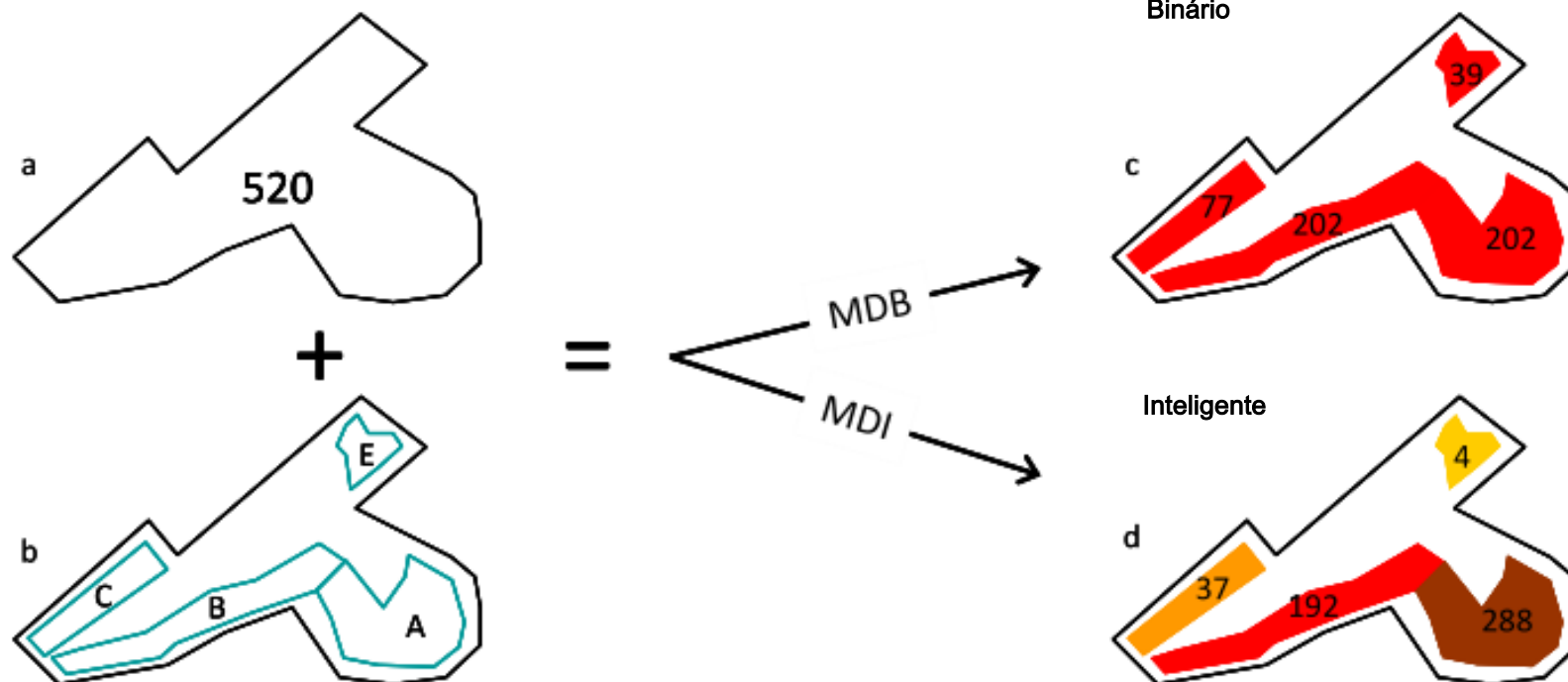


Figura 28. Tipos de Mapeamento Dasimétrico. (a) Unidade de enumeração hipotética com 520 residentes; (b) Classes de ocupação do solo hipotéticas existentes no interior da unidade de enumeração. (c) e (d) Modelos de distribuição da população produzidos por Mapeamento Dasimétrico Binário (c) e Inteligente (d).

- A – Área edificada compacta
- B – Área edificada linear contínua
- C – Área edificada linear descontínua
- D – Área edificada em espaço rural
- E – Área de edificação dispersa

Mapeamento Dasimétrico Binário (MDB)

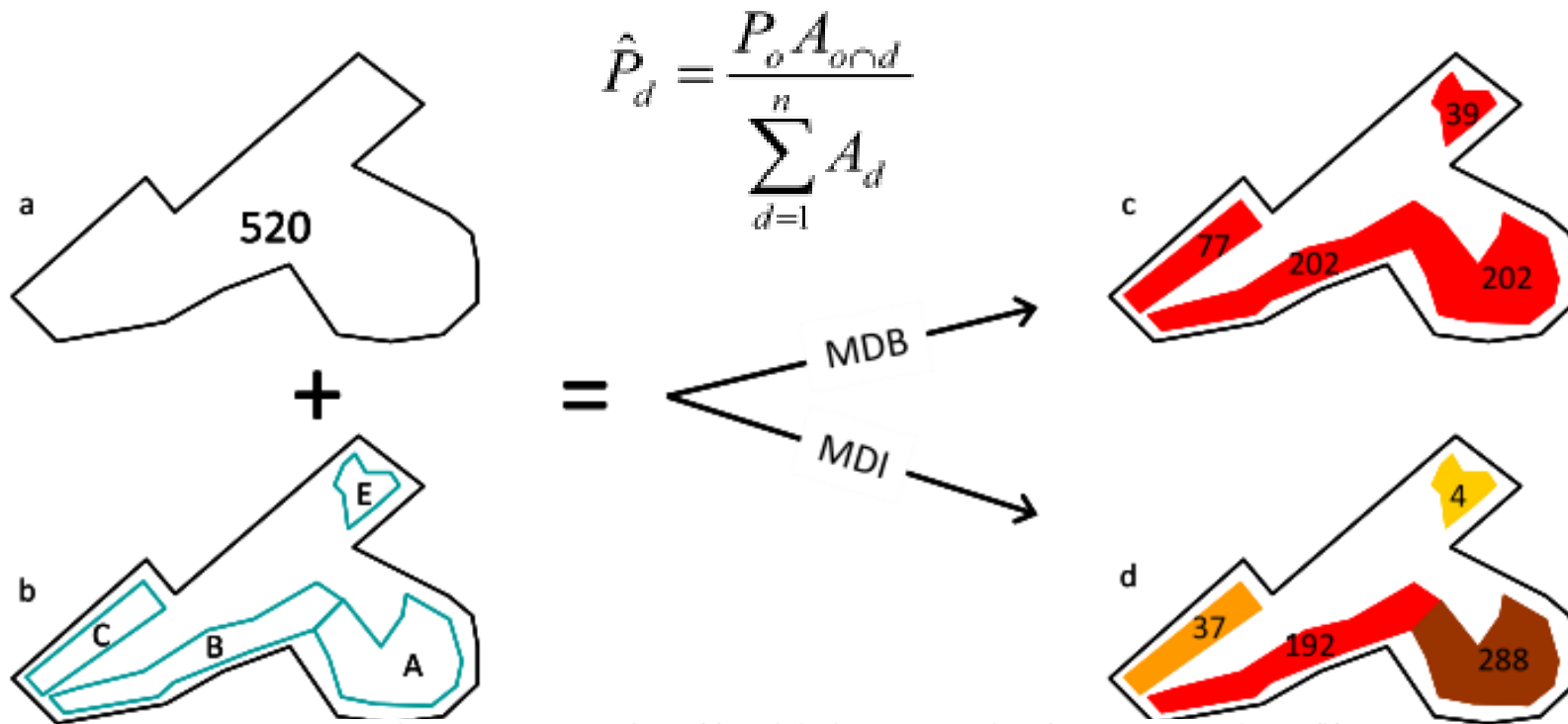


Figura 28. Tipos de Mapeamento Dasimétrico. (a) Unidade de enumeração hipotética com 520 residentes; (b) Classes de ocupação do solo hipotéticas existentes no interior da unidade de enumeração. (c) e (d) Modelos de distribuição da população produzidos por Mapeamento Dasimétrico Binário (c) e Inteligente (d).

$\hat{P}_d$ = população estimada para a zona de destino d

P_o = população conhecida na zona de origem o

$A_{o \cap d}$ = área zona de destino d

A_d = área da zona de destino d

n = número de zonas de destino

Mapeamento Dasimétrico Binário (MDB)

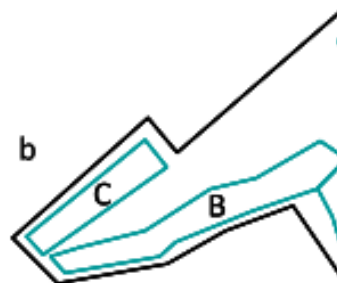
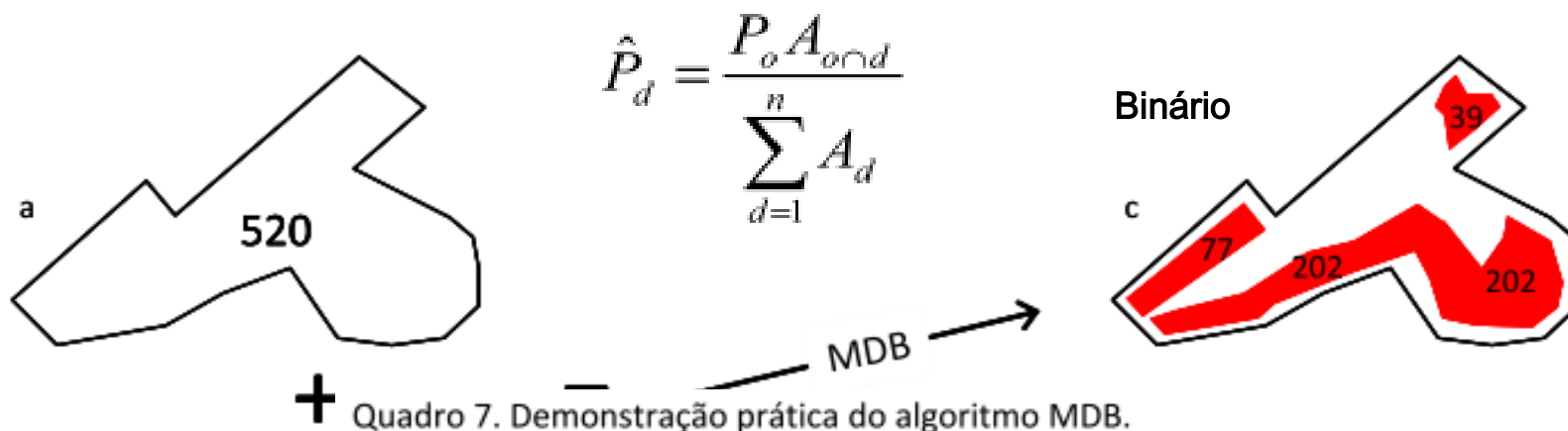


Figura 28.1
Classes de
distribuição

1	2	3	4	5	6	7	8
Classe de ocupação do solo	População agregada à secção	Nr. total de pixéis na secção	Nr. pixéis na secção	$\Sigma 4$	4 / 5	2 x 6	7 / 4
A	520	100	21	54	0.39	202	9.630
B			21		0.39	202	9.630
C			8		0.15	77	9.630
D			0		0.00	0	0.000
E			4		0.07	39	9.630

- 1 - Classes de ocupação do solo com presença de função residencial
- 2 - População agregada à secção estatística
- 3 - Número total de pixéis na secção (área total da secção)
- 4 - Número de pixéis de cada classe de ocupação do solo na secção estatística
- 5 - Número total de pixéis com função residencial
- 6 - Percentagem de população a alocar a cada classe de ocupação do solo
- 7 - População alocada por classe de ocupação do solo
- 8 - População atribuída a cada pixel

Método de desagregação: dasimétrico

População por
subsecção



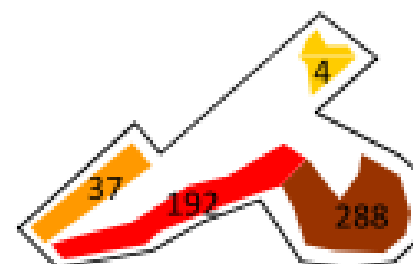
+

Informação
auxiliar



=

População
desagregada



- A – Área edificada compacta
- B – Área edificada linear contínua
- C – Área edificada linear descontínua
- D – Área edificada em espaço rural
- E – Área de edificação dispersa

$$\hat{P}_d = P_o \left(\frac{A_d \hat{D}_c}{\sum_{d \in o} (A_d \hat{D}_c)} \right)$$

D_c é um parâmetro obtido por amostragem;

Corresponde a uma **densidade populacional relativa** entre as classes do zoneamento auxiliar, ou **Fração de densidade**.

Mapeamento Dasimétrico Inteligente

$$\hat{P}_d = P_o \left(\frac{A_d \hat{D}_c}{\sum_{d \in o} (A_d \hat{D}_c)} \right)$$



Quadro 8. Demonstração prática do algoritmo MDI.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Classe de ocupação do solo	População agregada à secção	Nr. total de pixéis na secção	Fracção de densidade	Nr. pixéis na secção	$\sum 5$	$4 * 5$	$\sum 7$	$7 / 8$	$2 * 9$	$10 / 5$
A	520	100	0.45	21	54	9.45	17.07	0.55	288	13.708
B			0.3	21		6.3		0.37	192	9.139
C			0.15	8		1.2		0.07	37	4.569
D			0.07	0		0		0.00	0	0.000
E			0.03	4		0.12		0.01	4	0.914

1 - Classes de ocupação do solo com presença de função residencial

2 - População agregada à secção estatística

3 - Número total de pixéis na secção (área total da secção)

4 - Densidade populacional relativa amostrada para cada classe de ocupação do solo

5 - Número de pixéis de cada classe de ocupação do solo na secção estatística

6 - Número total de pixéis com função residencial

7 - Ponderação da área de cada classe de ocupação do solo pela fracção de densidade

8 - Somatório de 7

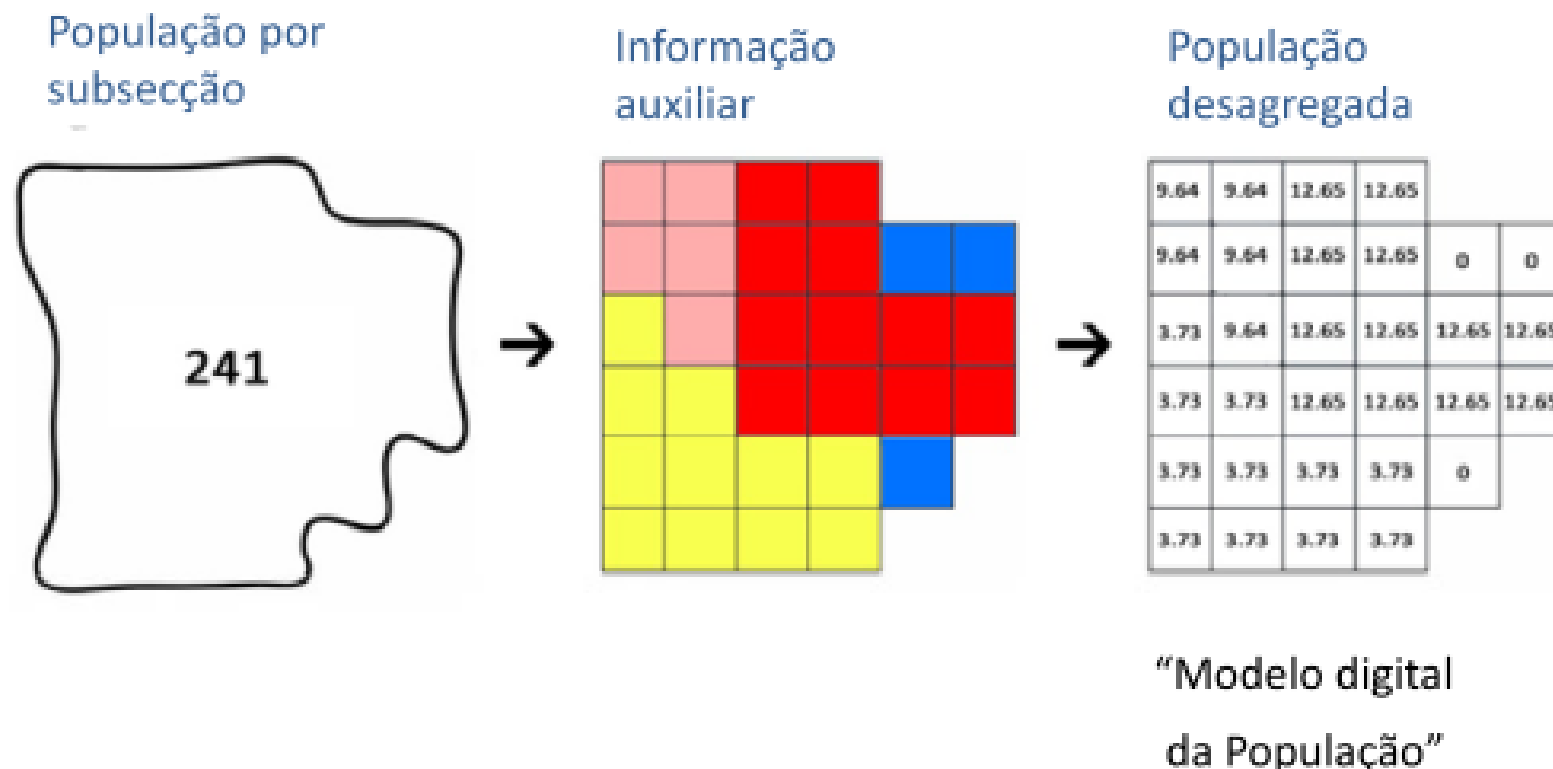
9 - Percentagem de população a alocar a cada classe de ocupação do solo

10 - População alocada por classe de ocupação do solo

11 - População atribuída a cada pixel

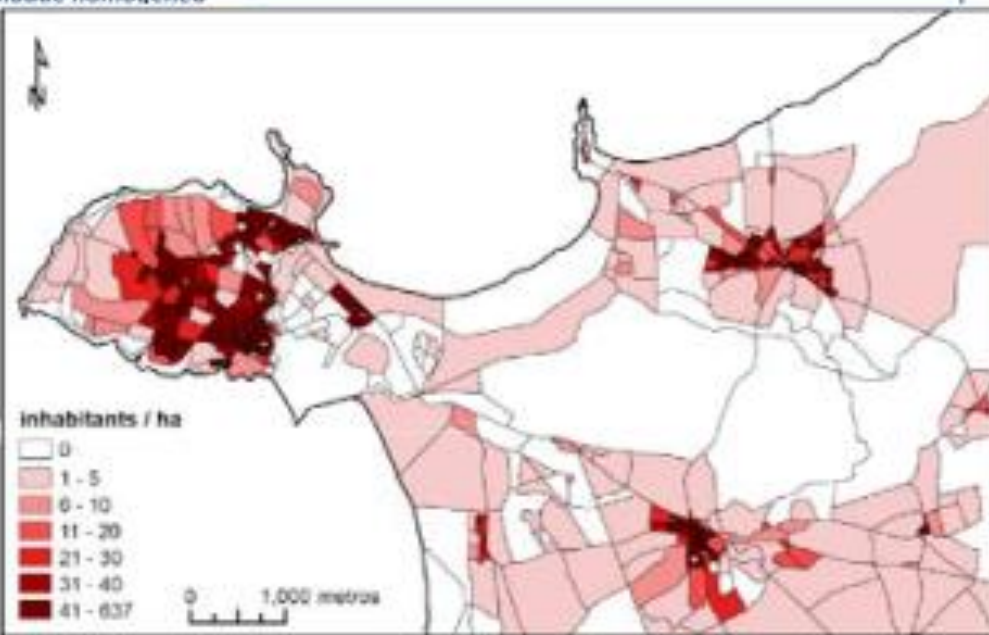
- A – Área edificada compacta
- B – Área edificada linear contínua
- C – Área edificada linear descontínua
- D – Área edificada em espaço rural
- E – Área de edificação dispersa

Método de desagregação: dasimétrico matricial

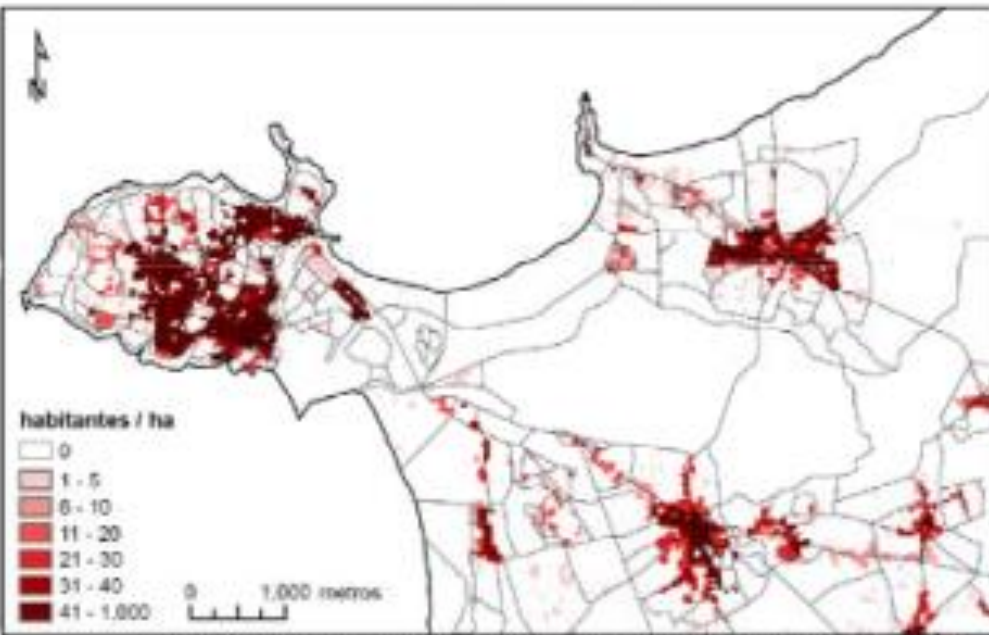


Resultados: distribuição populacional

Mapa
coropletico



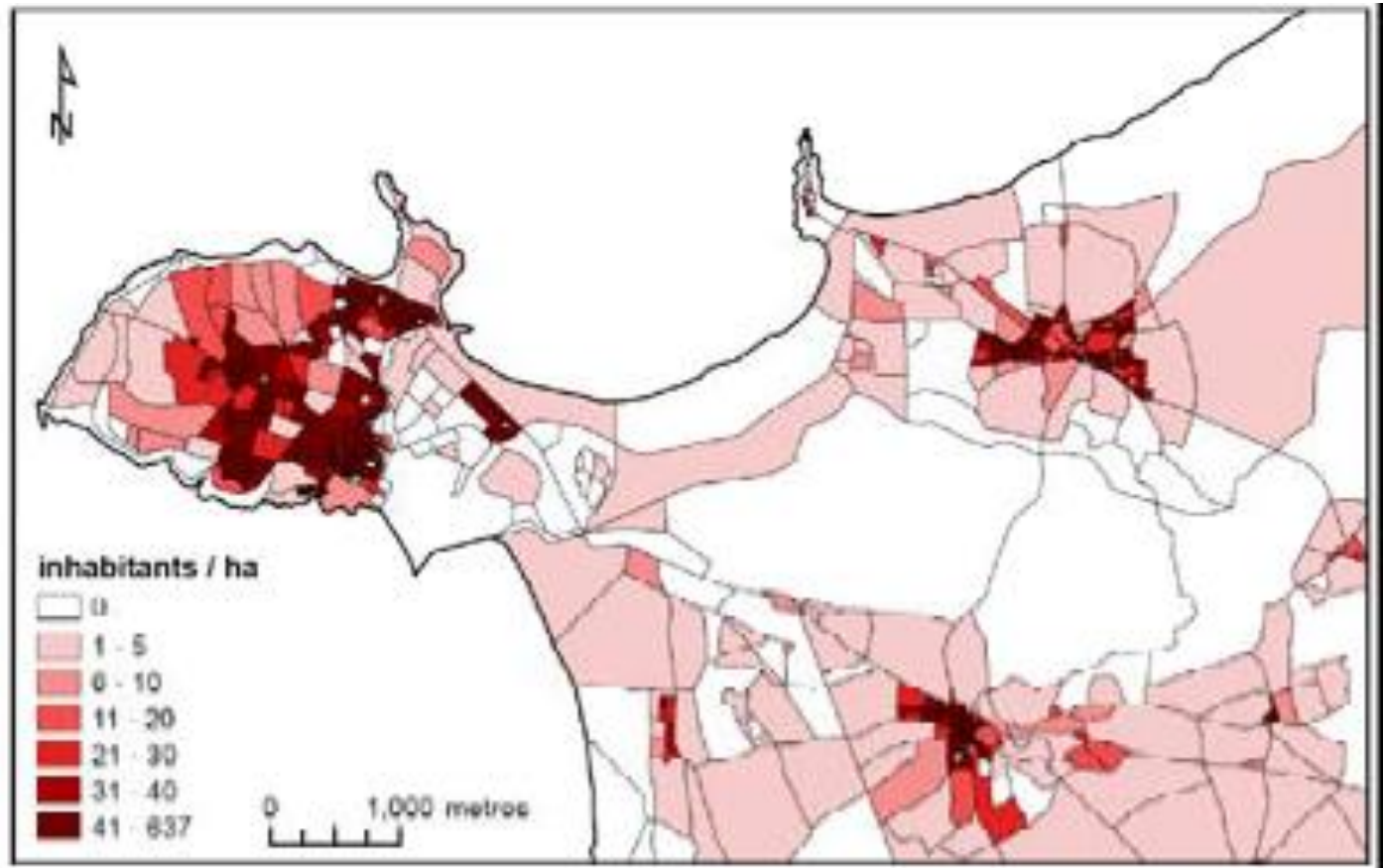
Mapa
dasimétrico



Marques, Silva & Delgado - A ocupação edificada: delimitação de áreas de densidade homogênea – Seminário “A ocupação dispersa no quadro das

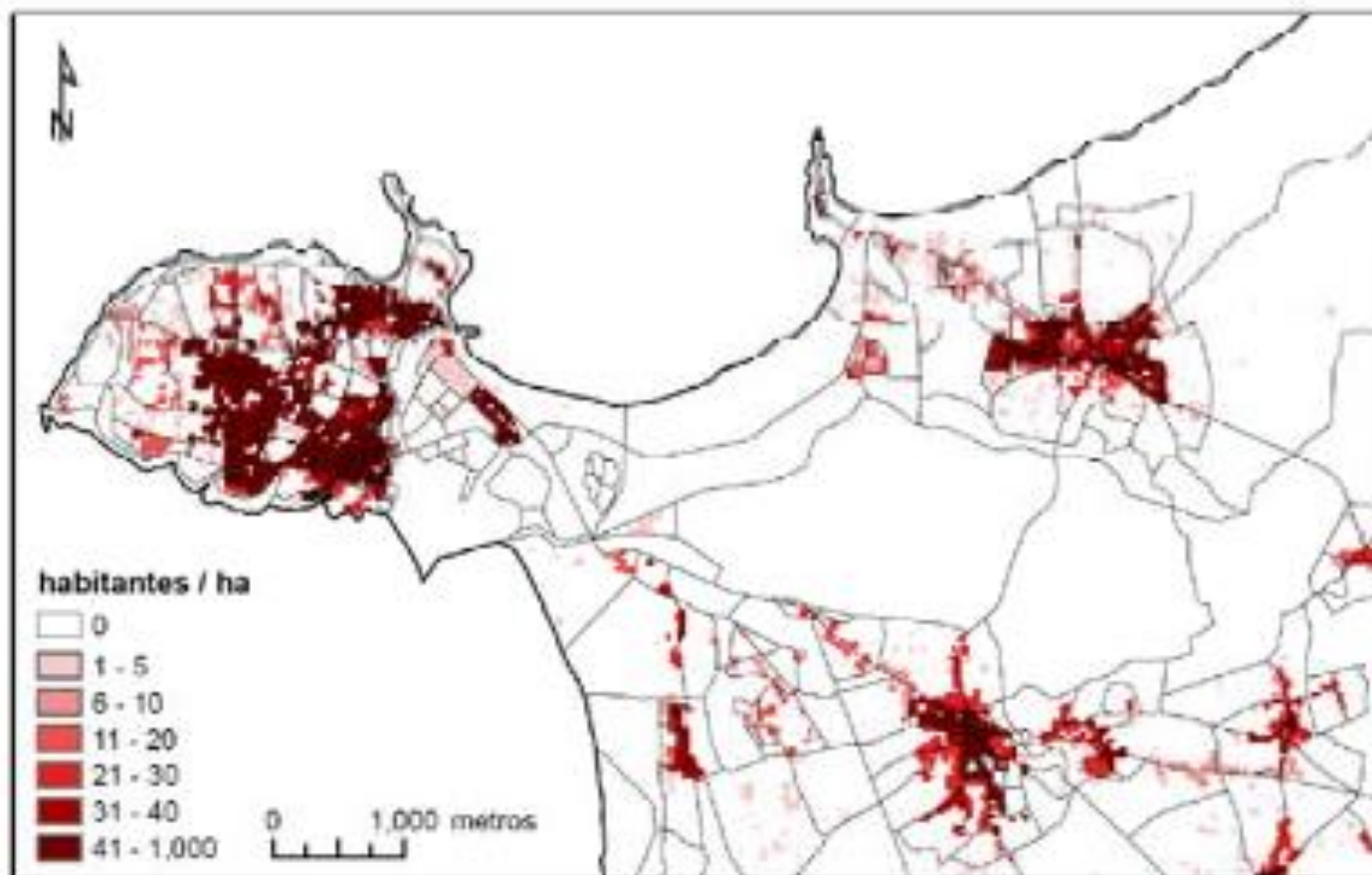
Resultados – Distribuição populacional

Mapa coroplético



Resultados – Distribuição populacional

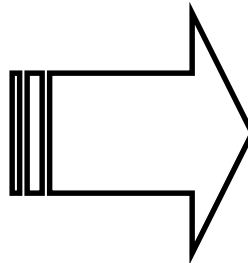
Mapa Dasimétrico



Exemplo didático...

- Perspectiva e Objeto de estudo

**Dinâmica
Populacional e
Assentamentos
Humanos**



Geração de
Território

- Para entender mobilidade:
 - Núcleos urbanos - ocorrência e conectividade
 - Informações demográficas (migração) – INCRA, ONGs?
 - Estradas a acessos / vicinais
 - População ribeirinha
 - Indicadores das redes técnicas, físicas e sociais
 - Energia elétrica – produção e consumo (*)

DP&AHA – O que temos...

- Marabá

- 15.137,4 km² município

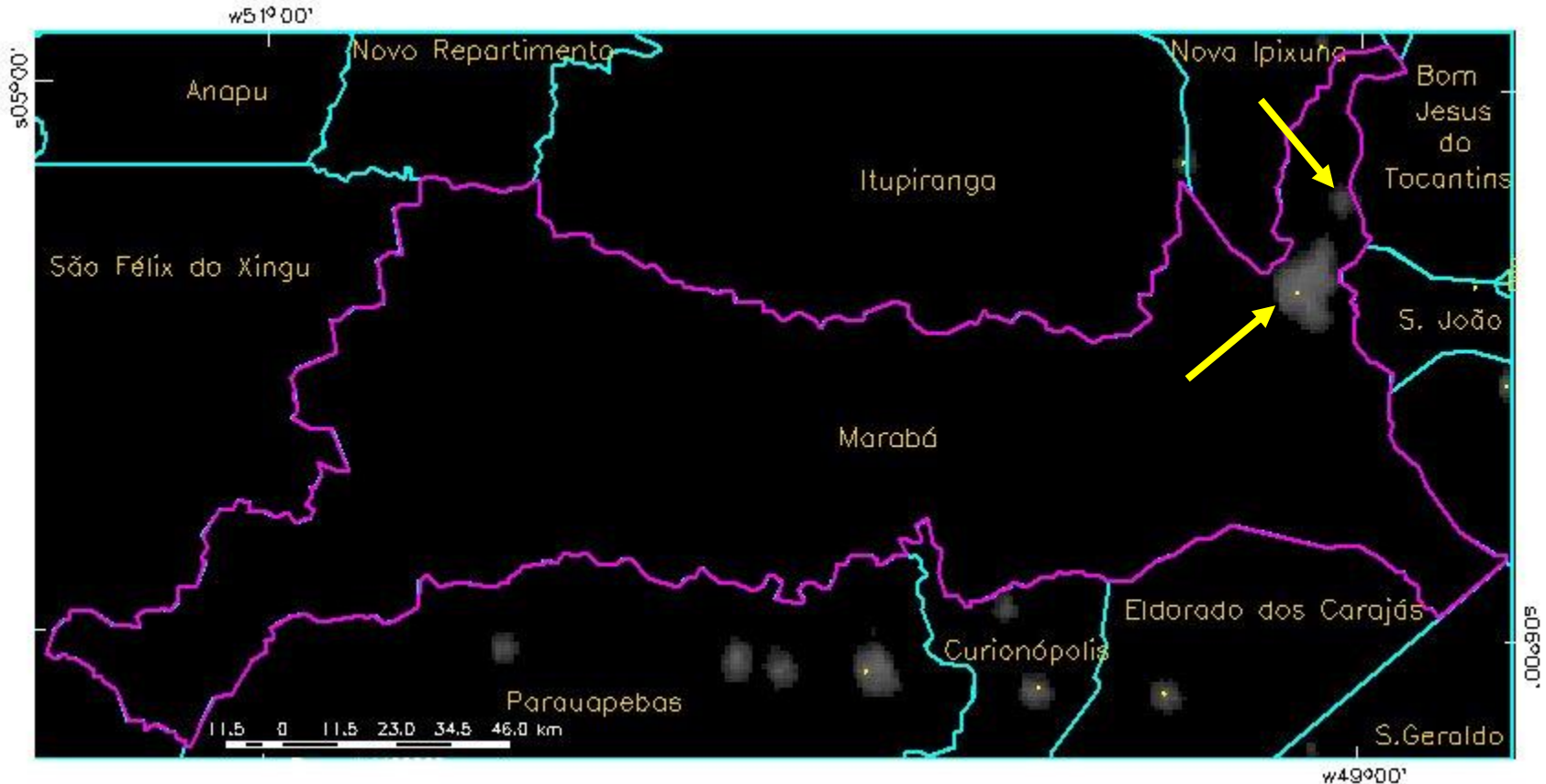
- População

	Pop Urbana	Pop Rural	Pop Total
1991	102.435	21.233	123.668
1996	123.378	26.717	150.095
2000	134.258	33.615	167.873
2000*	134.373	33.647	168.020

- Como encontra-se distribuída esta população?

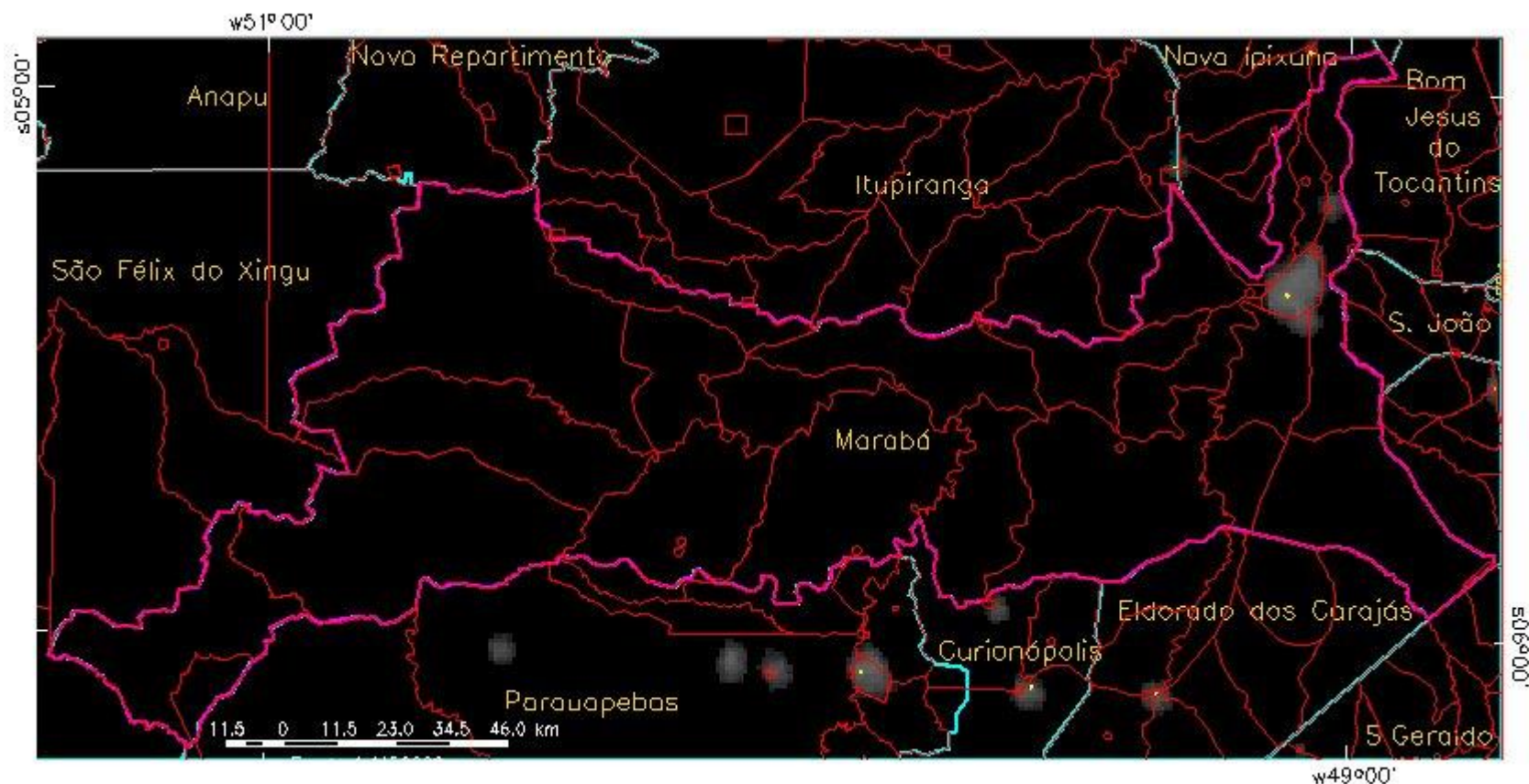
DP&AHA – O que temos...

- Luzes Noturnas – Escala Global



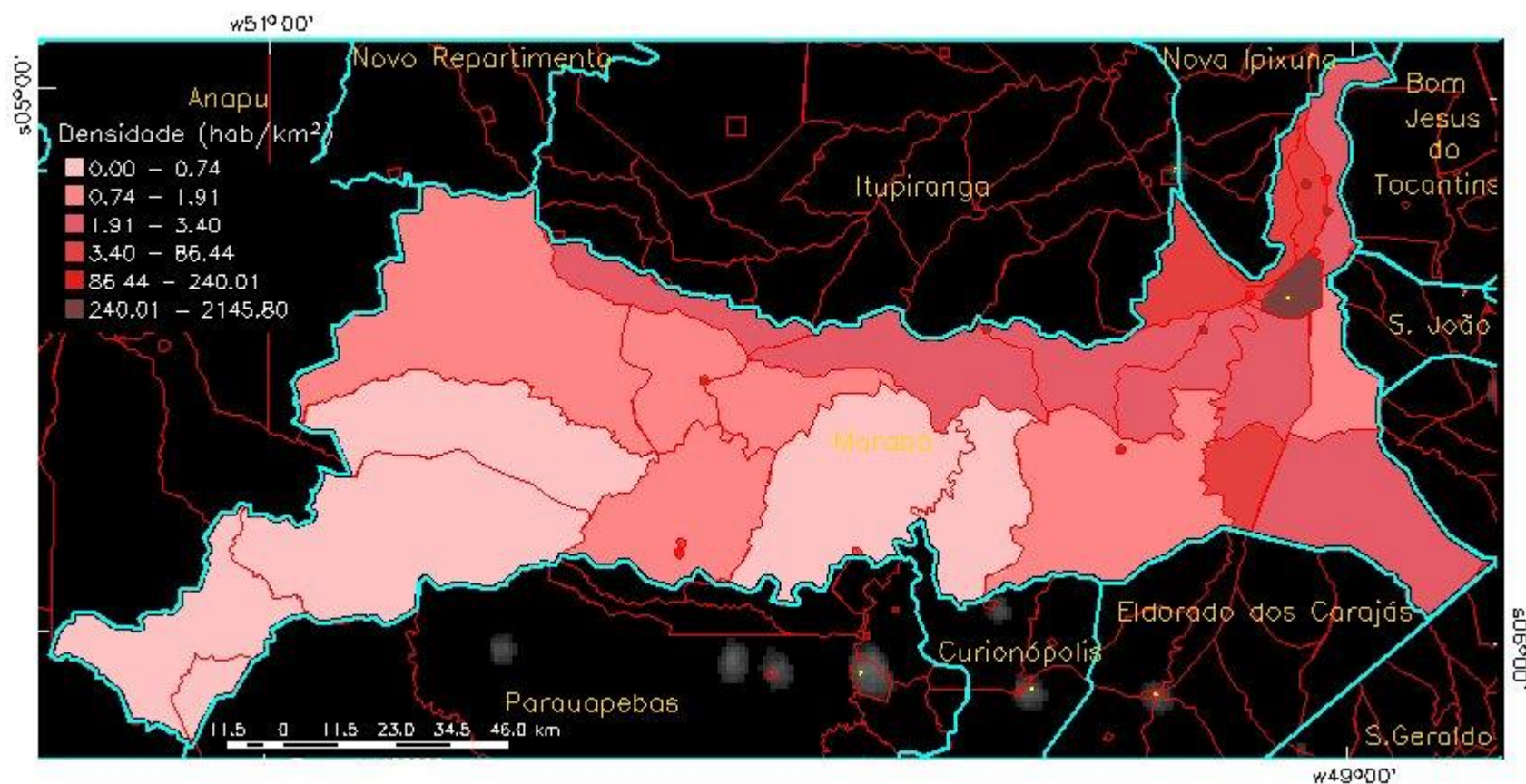
DP&AHA – O que temos...

- Setores Censitários 2000 *



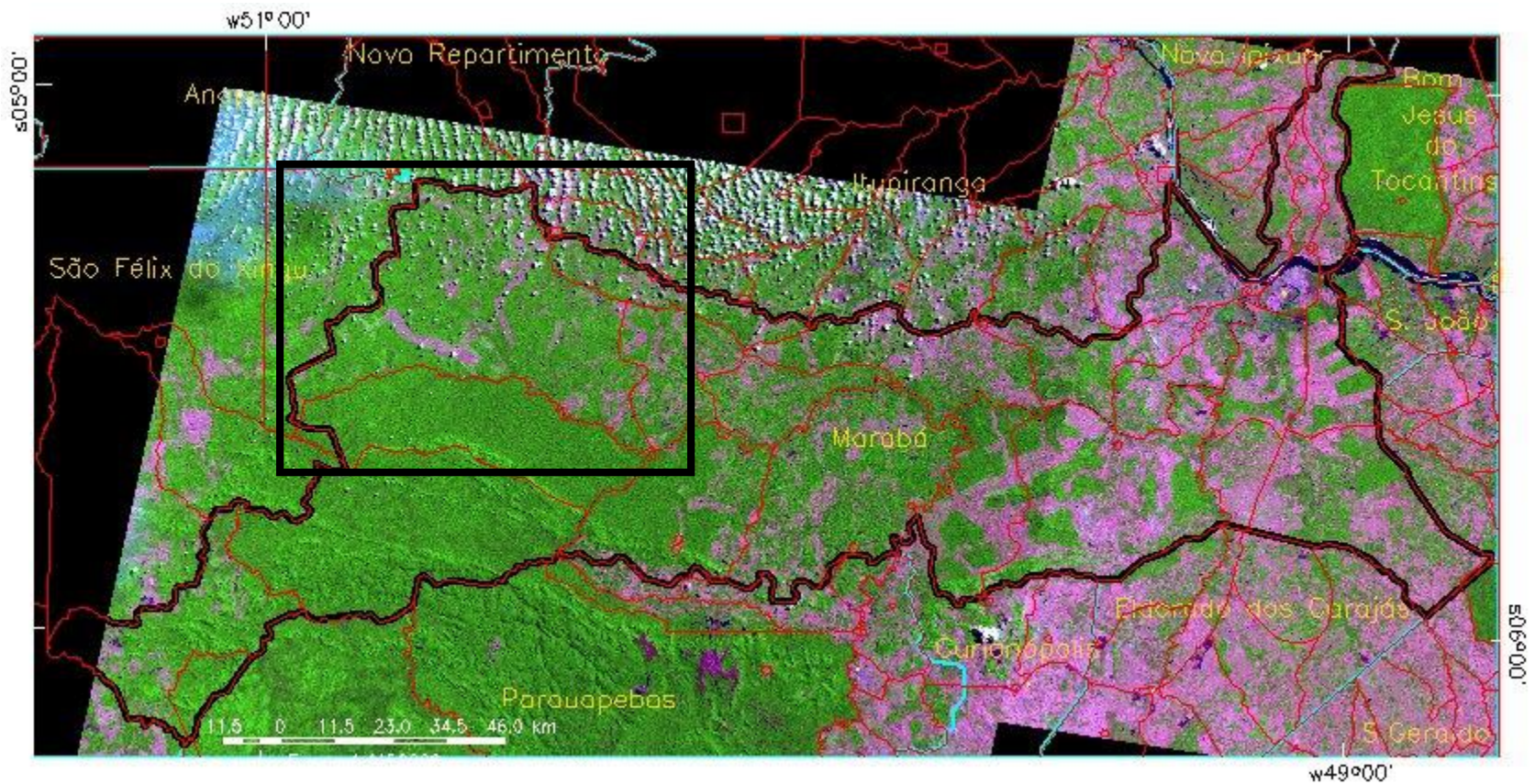
DP&AHA – O que temos...

- Setores Censitários 2000 * - Densidade Populacional

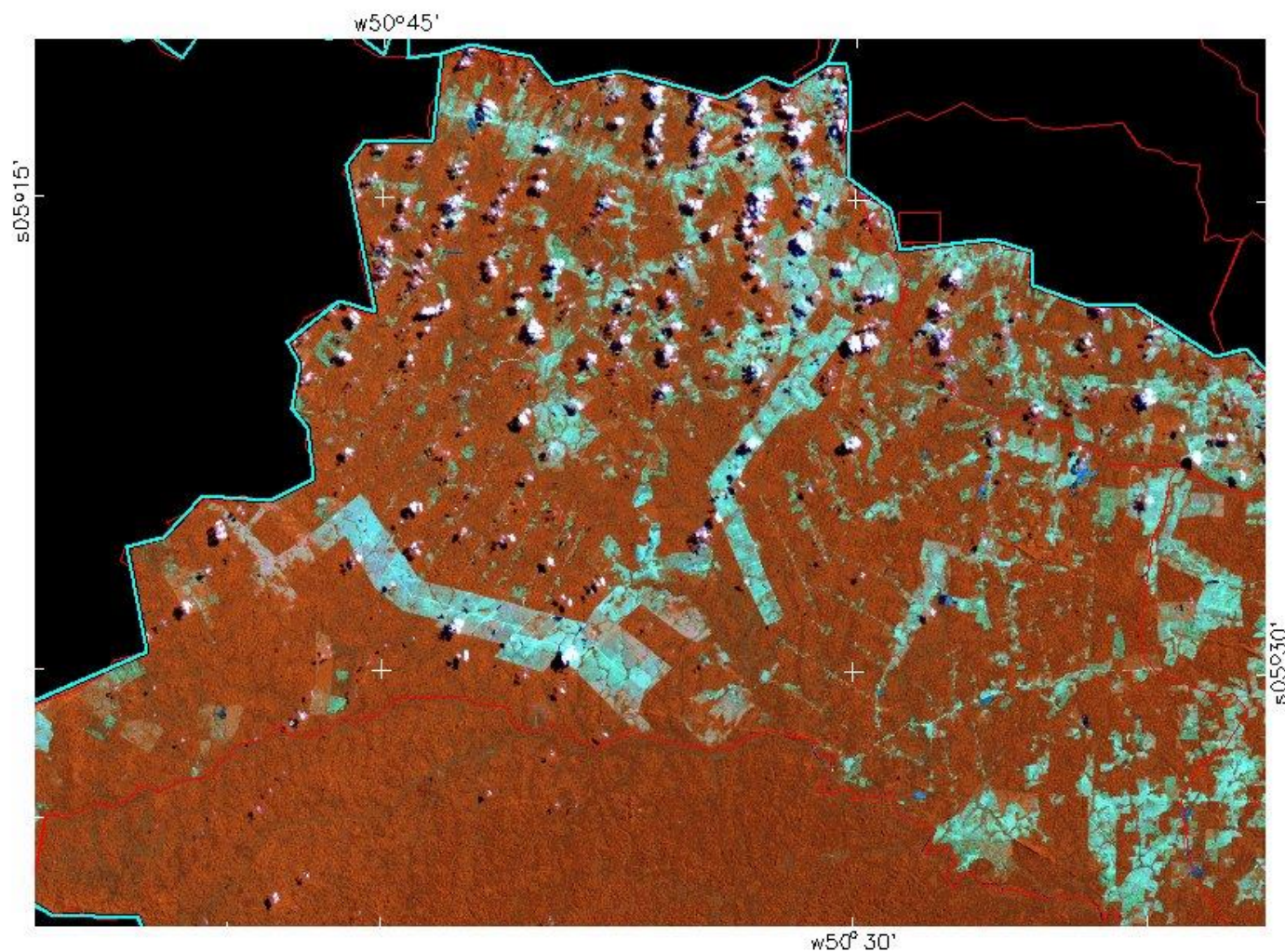


DP&AHA – O que temos...

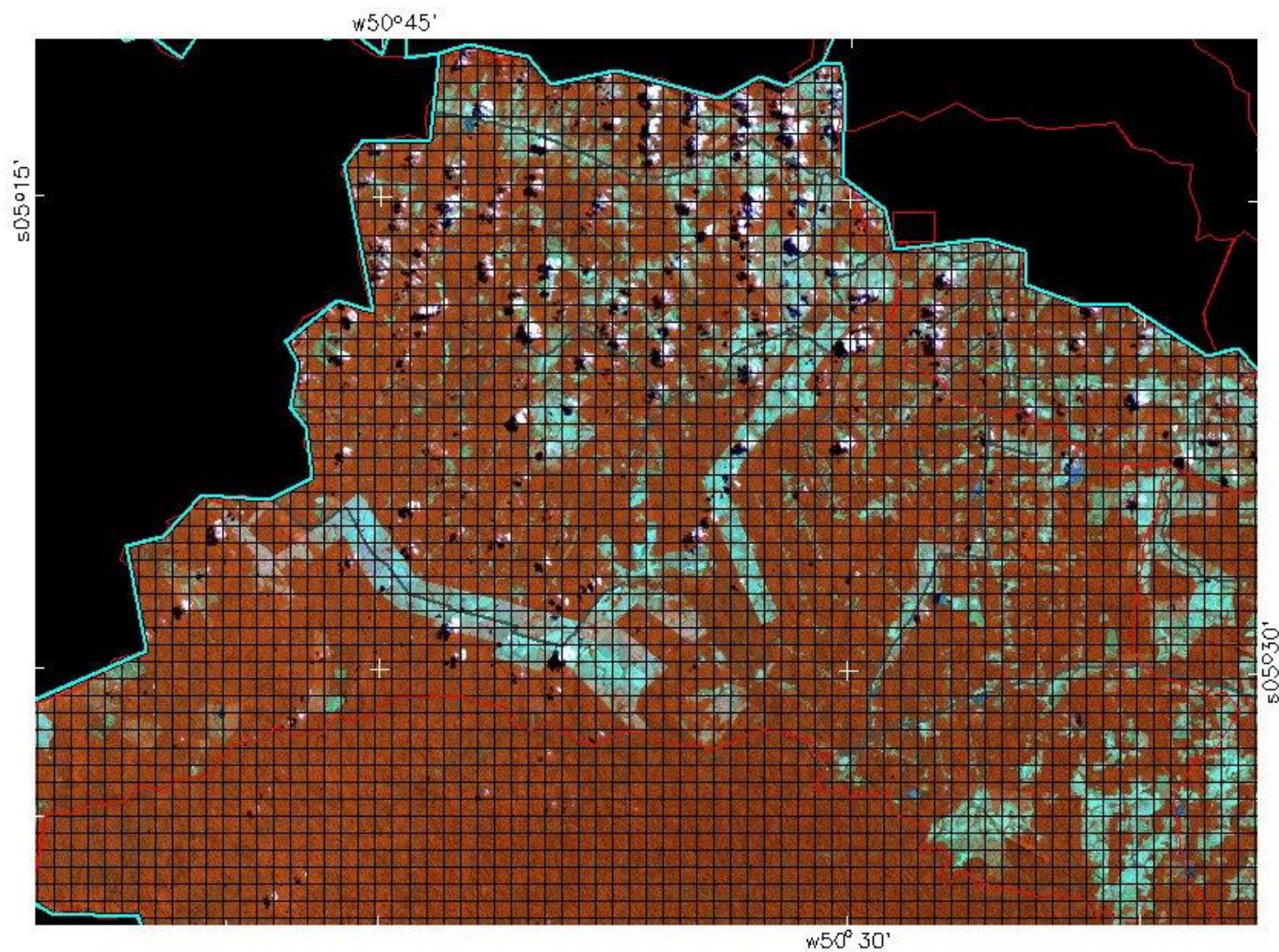
- Setores Censitários 2000 * - Heterogeneidade



DP&AHA – O que temos...



DP&AHA – O que temos...



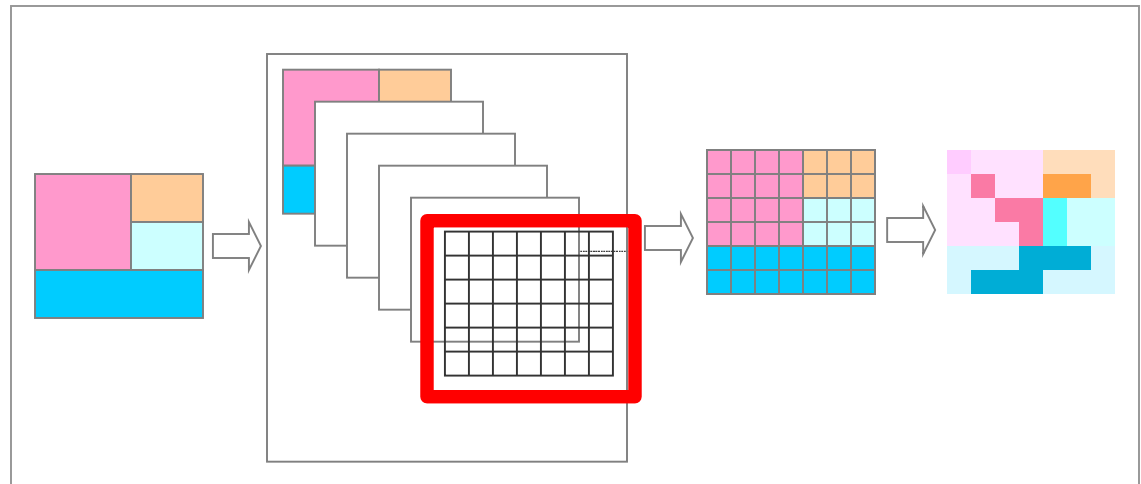
DP&AHA – O que temos...



População em Marabá

Desagregando no município...

- 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



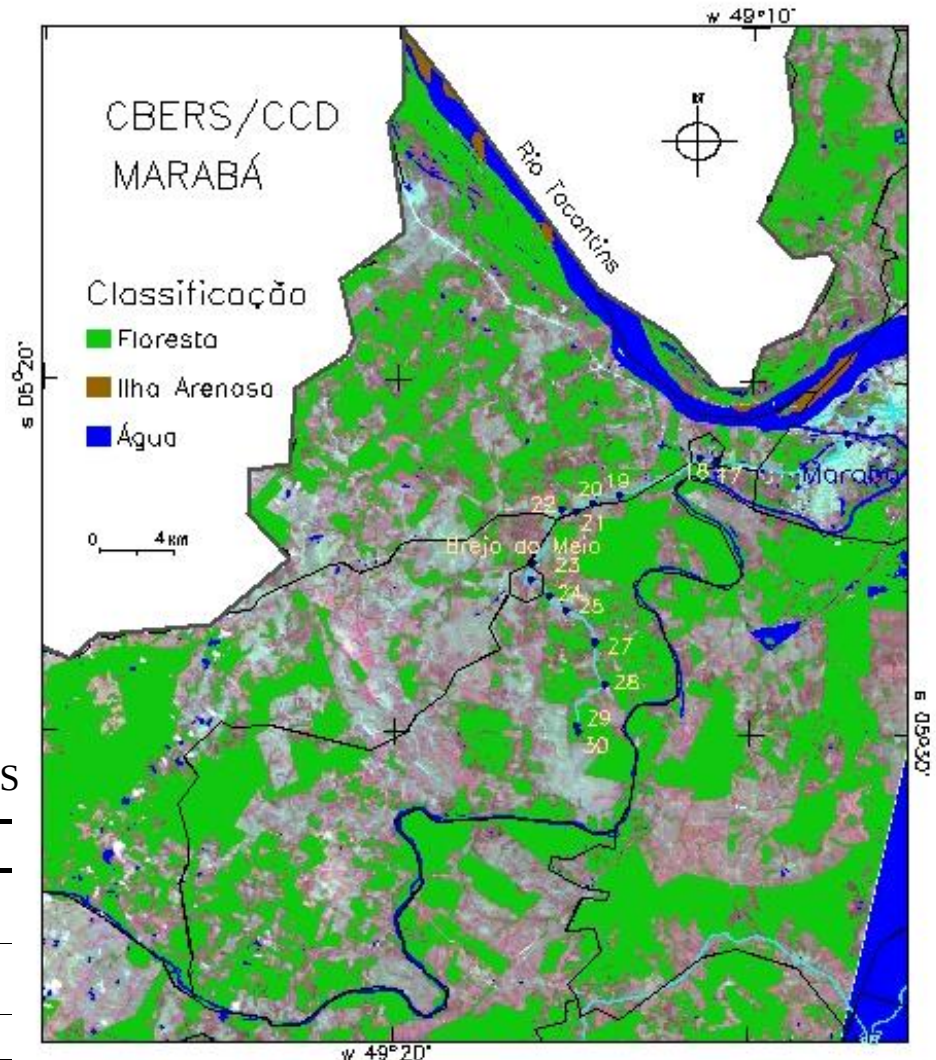
Redistribuição de setores censitários para células

Método Dasimétrico

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

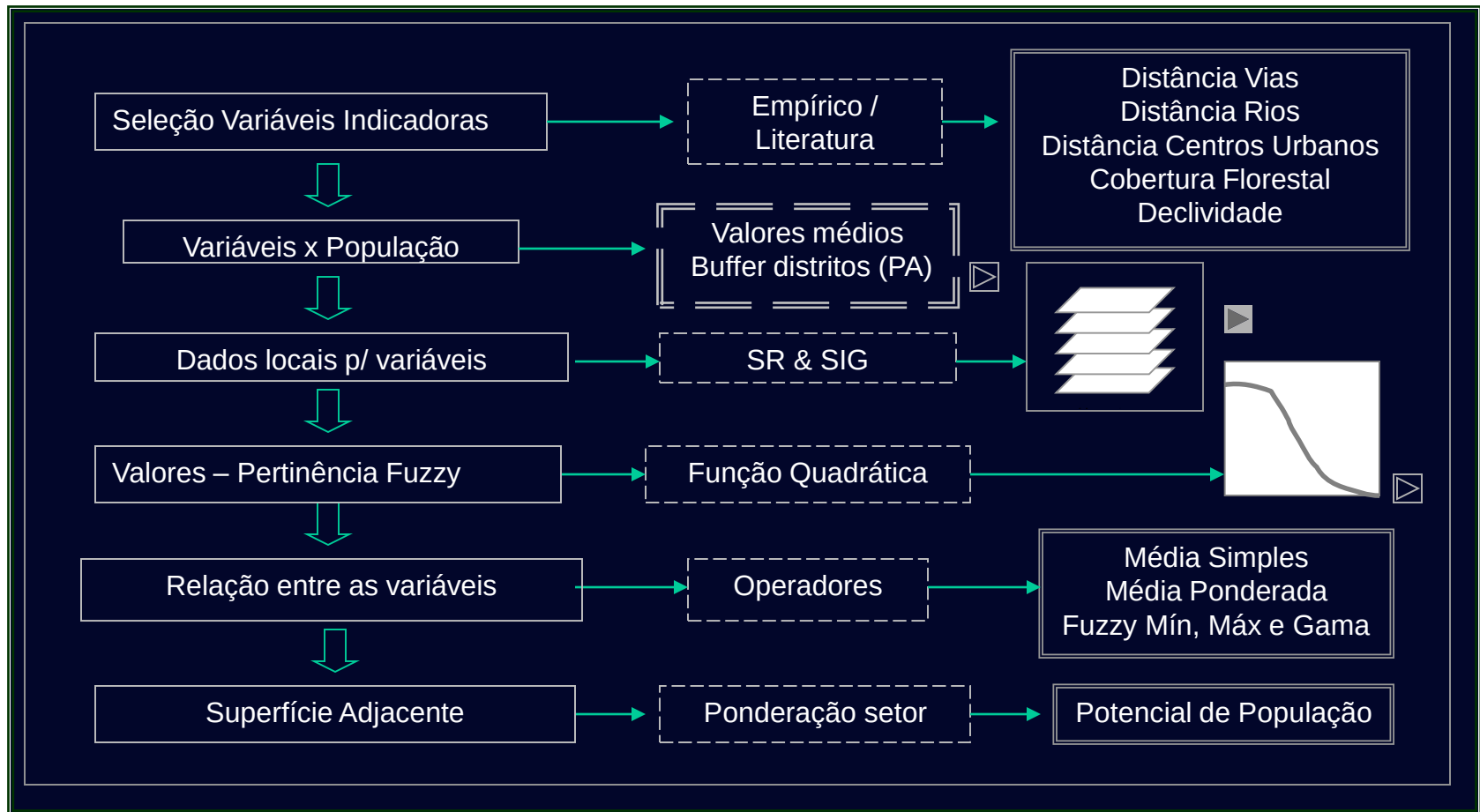
Limiares para detecção de classes nas bandas CCD-CBERS

Classe	Banda Espectral	Limiar
Corpos D'água	Banda CCD4 Infravermelho Próximo (0,77 - 0,89 μm)	ND < 118
Ilhas arenosas	Banda CCD3 Vermelho (0,63 - 0,69 μm)	ND > 200
Floresta	Razão = $(\text{CCD4}/\text{CCD3})/(\text{CCD4} + \text{CCD3})$	ND > 107



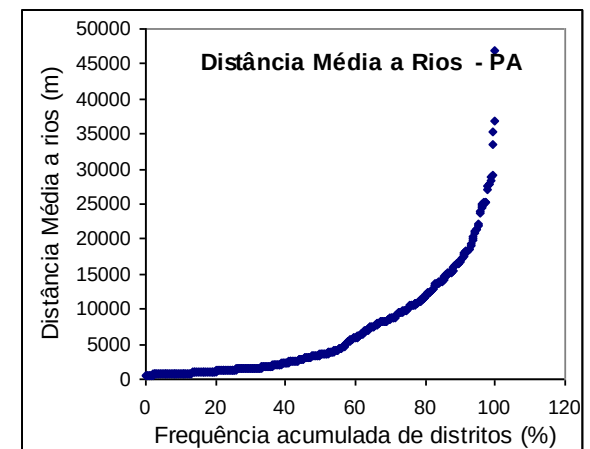
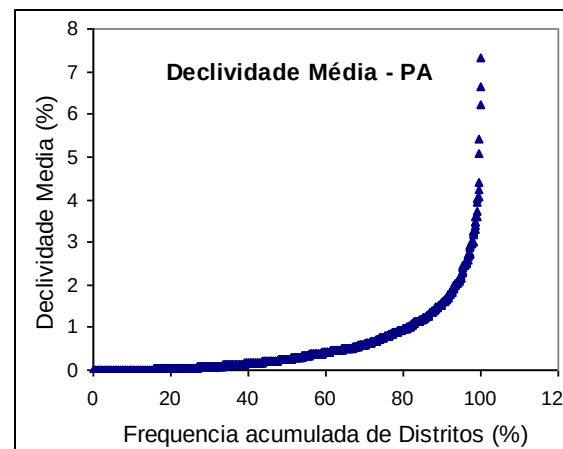
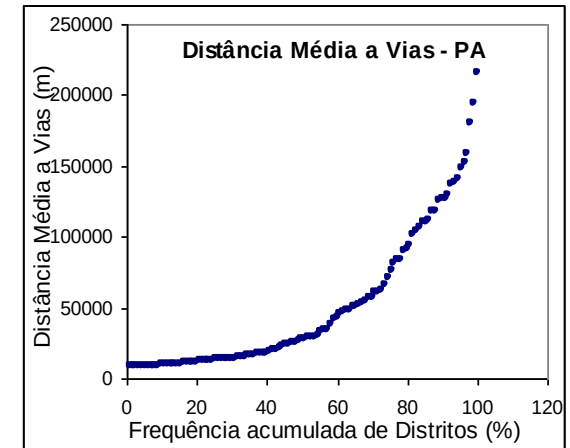
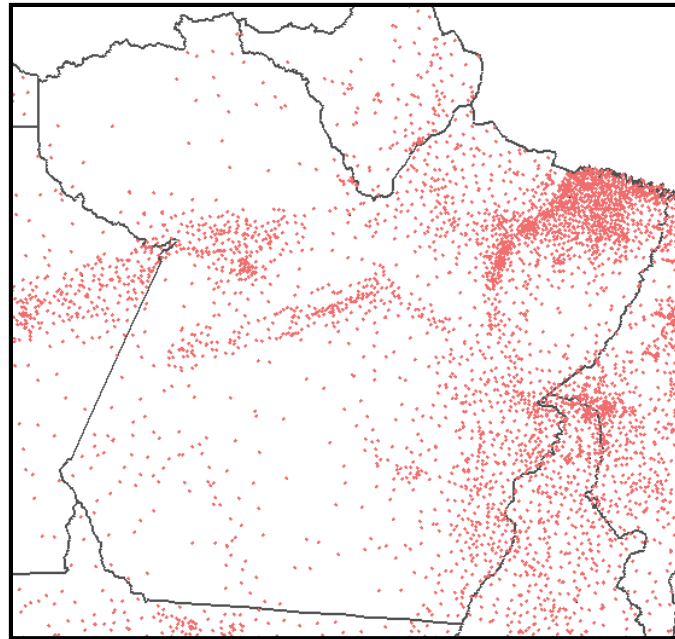
Método Multivariado

Inferir superfície que descreva distribuição



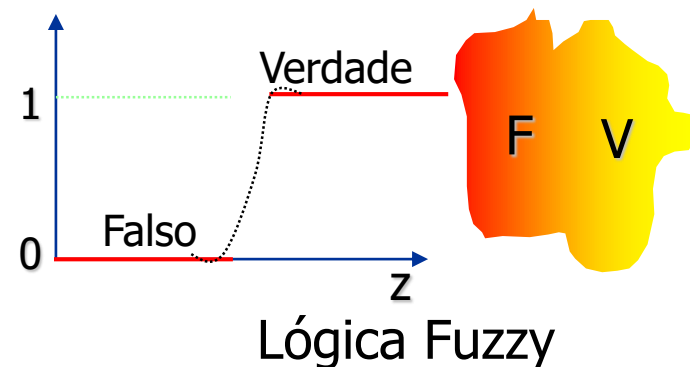
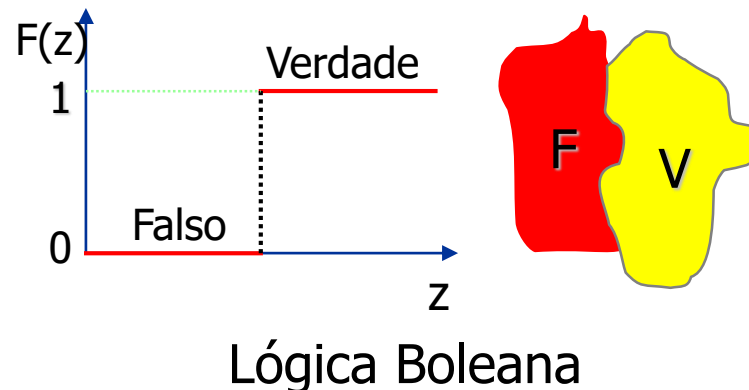
Método Multivariado – Contribuição relativa das variáveis preditoras

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



Classificação contínua

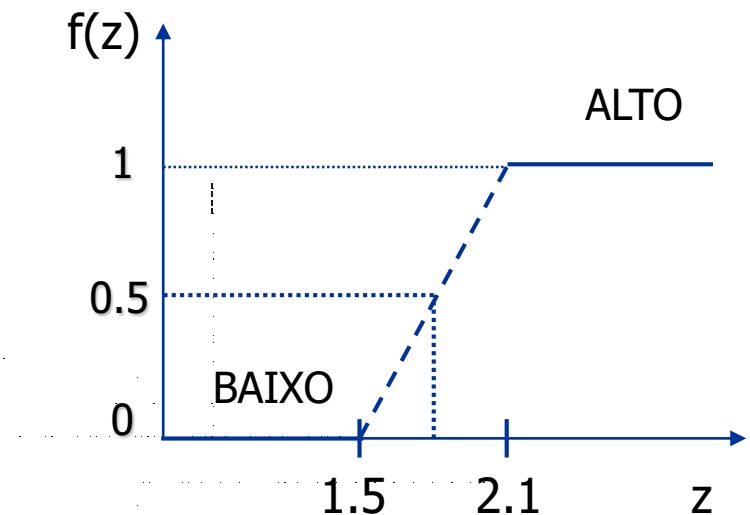
- A análise espacial em SIG será muito melhor realizada com uso da técnicas de classificação contínua: os dados são transformados para o espaço de referência $[0,1]$ e processados por combinação numérica, através de média ponderada ou inferência “fuzzy”
- Isto nos permite construir cenários (por exemplo, risco de 10%, 20% ou 40%), que indicam os diferentes compromissos de tomada de decisão => maior flexibilidade e um entendimento muito maior sobre os problemas espaciais
- Lógica Fuzzy: Introduzida por Lofti Zadeh (1960s), como um meio de modelar incertezas da linguagem natural
- Lógica Fuzzy é uma extensão da lógica Booleana: “verdade parcial”, valores entre “completamente verdadeiro” e “completamente falso”



Conjuntos Fuzzy

- Exemplo: Altura de Pessoas
 - S um conjunto fuzzy ALTO, que responderá a pergunta:
"a que grau uma pessoa "z" é alta?"
Z : S = (z, f(z)) especialistas

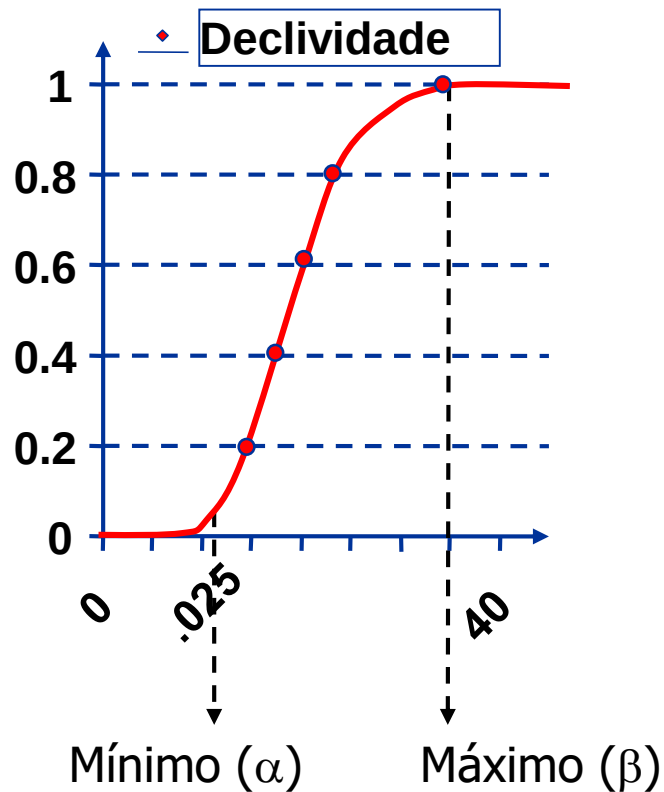
$$f(z) = \begin{cases} 0, & \text{se } z \leq 1.5 \\ (z - 1.5) / 0.6 & \text{se } 1.5 < z < 2.1 \\ 1, & \text{se } z \geq 2.1 \end{cases}$$



- Exemplo: "João é ALTO" = 0.38

Conjuntos Fuzzy

- Outro exemplo - Declividade



$$f(z) = 0 \quad \text{se } z \leq \alpha$$

$$f(z) = 1/[1 + \alpha(z - \beta)^2] \quad \text{se } \alpha < z < \beta$$

$$f(z) = 1 \quad \text{se } z \geq \beta$$

$$f(z) = 0 \quad \text{se } z \leq 0.025$$

$$f(z) = 1/[1 + 0.025(z - 40)^2] \quad \text{se } \alpha < z < 40$$

$$f(z) = 1, \quad \text{se } z \geq 40$$

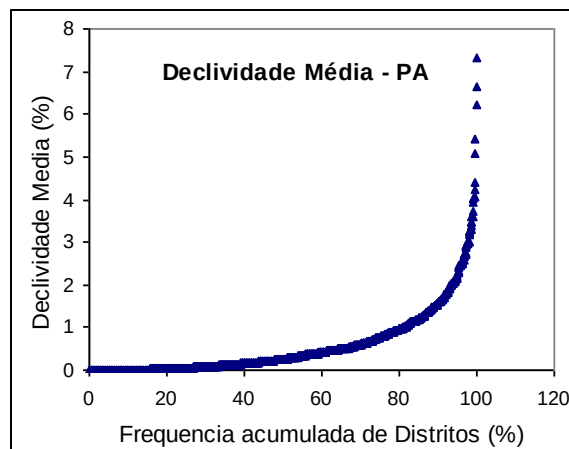
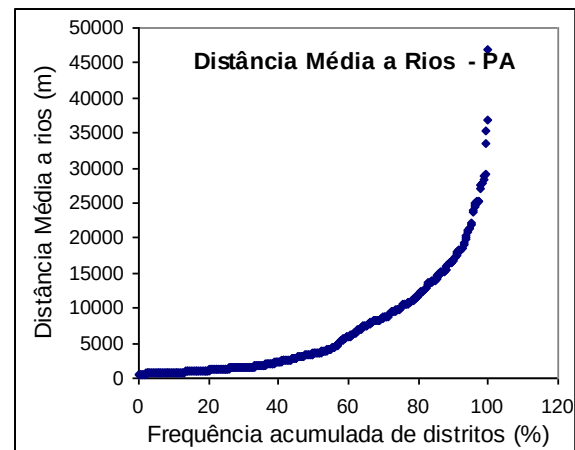
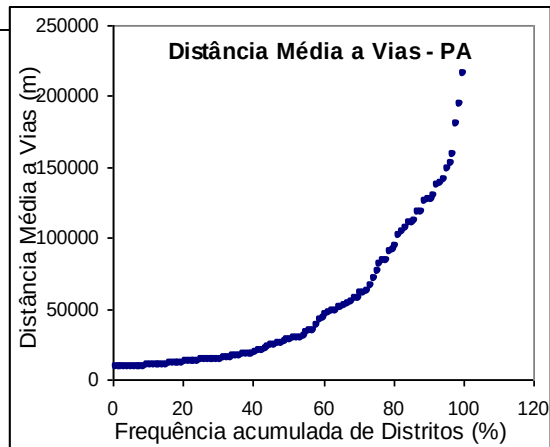
Variáveis preditoras

Parâmetros

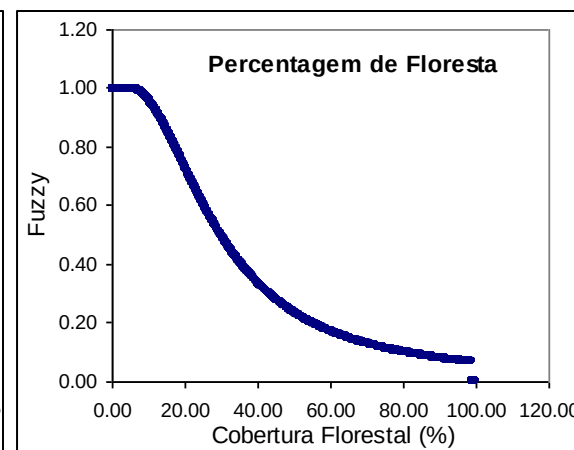
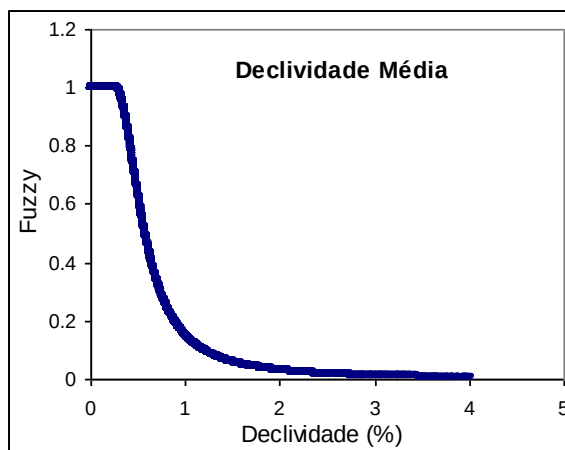
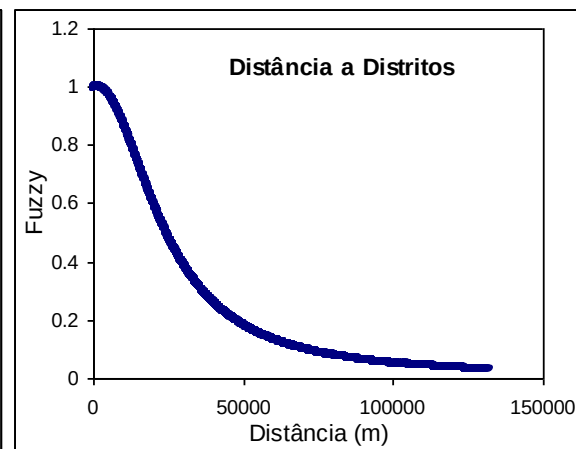
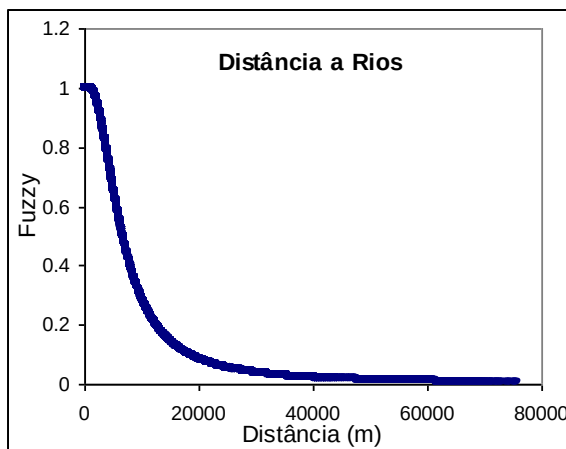
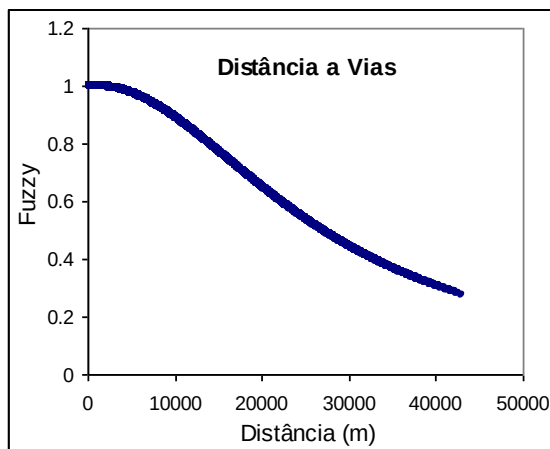
Parâmetros utilizados na definição das funções de pertinência Fuzzy.

Variável		Valores	f(z)	alfa	beta
Distância a vias (m) <i>Dvias</i>	<=	1000	1	1,48 E-09	1000
	=	27000	0,5		
	>	40000	0		
Distância a rios (m) <i>Drios</i>	<=	1000	1	2,96 E-08	1000
	=	6810	0,5		
	>	17000	0		
Distância a Setores Urbanos (m) <i>Durb</i>	<=	1500	1	1,89 E-09	1500
	=	24500	0,5		
	>	140000	0		
Floresta (% de área) <i>Pflor</i>	<=	0,05	1	16	0,05
	=	0,30	0,5		
	>	0,95	0		
Declividade Média (%) <i>Decl</i>	<=	0,27	1	10,4058	0,27
	=	0,58	0,5		
	>	3,5	0		

$$f(z) = \begin{cases} 0 & \text{se } (z > 40.000 \text{ m}) \\ 1/(1 + \alpha (z - \beta)^2) & \\ 1 & \text{se } (z \leq 1.000 \text{ m}) \end{cases}$$



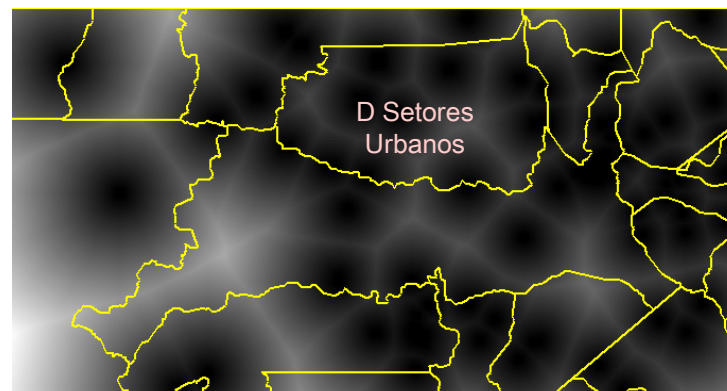
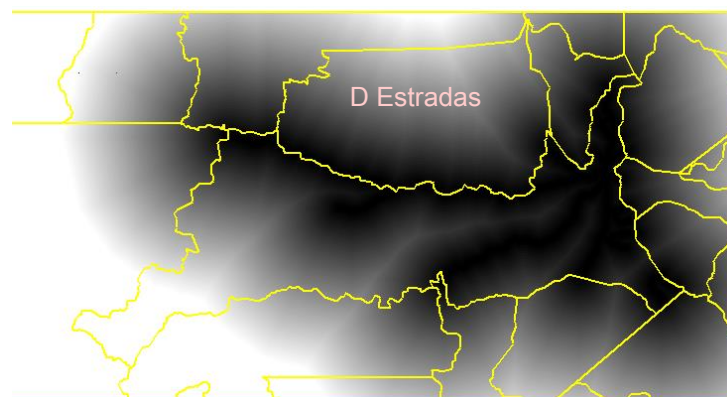
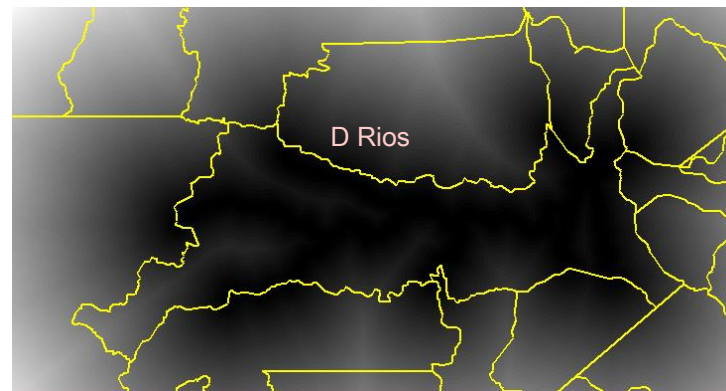
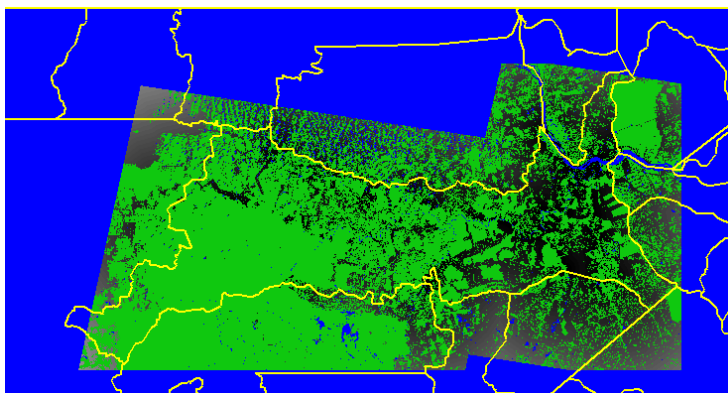
Método Multivariado – Função de Pertinência Fuzzy



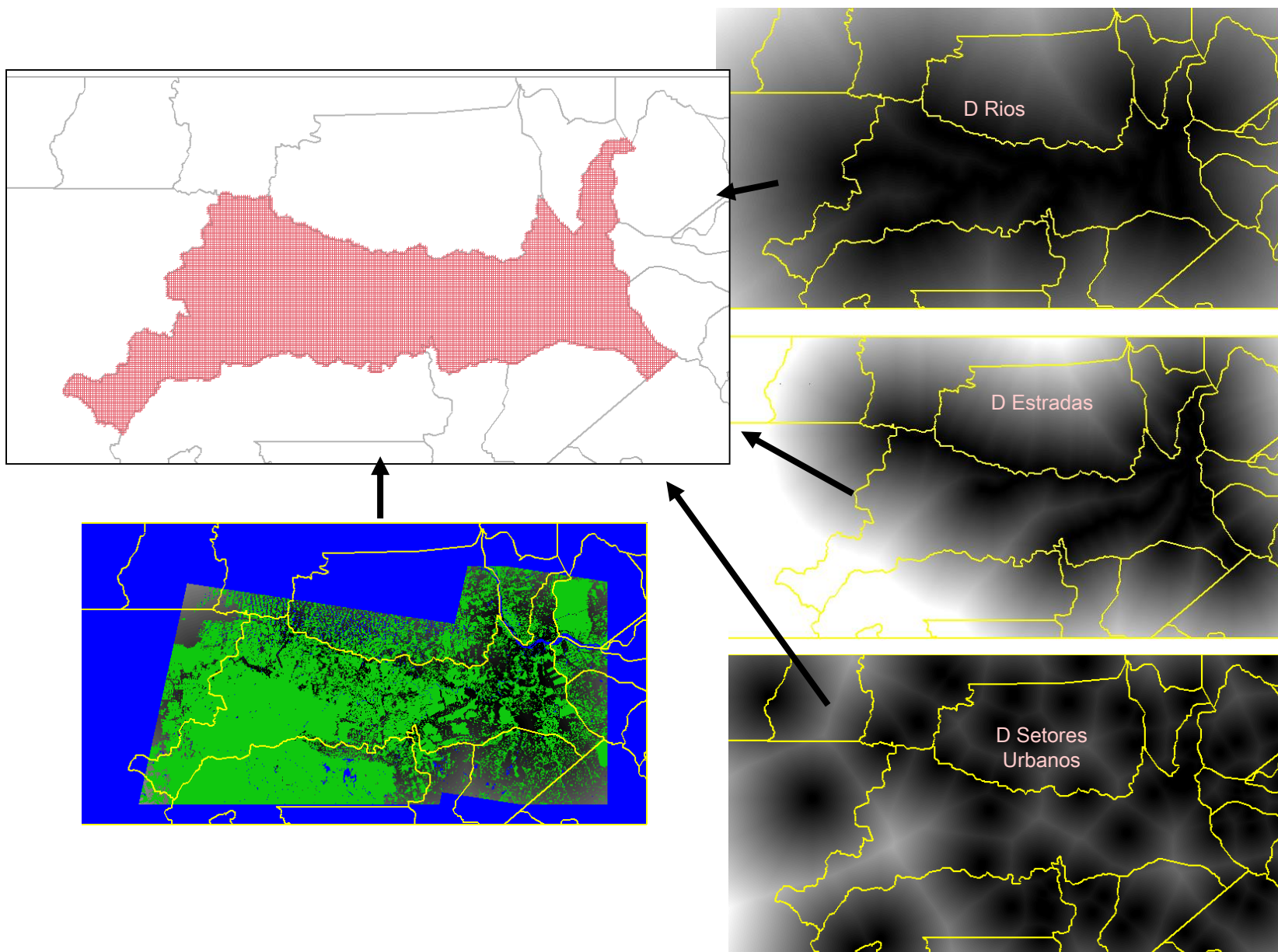
Método Multivariado – Variáveis indicadoras

Mapas

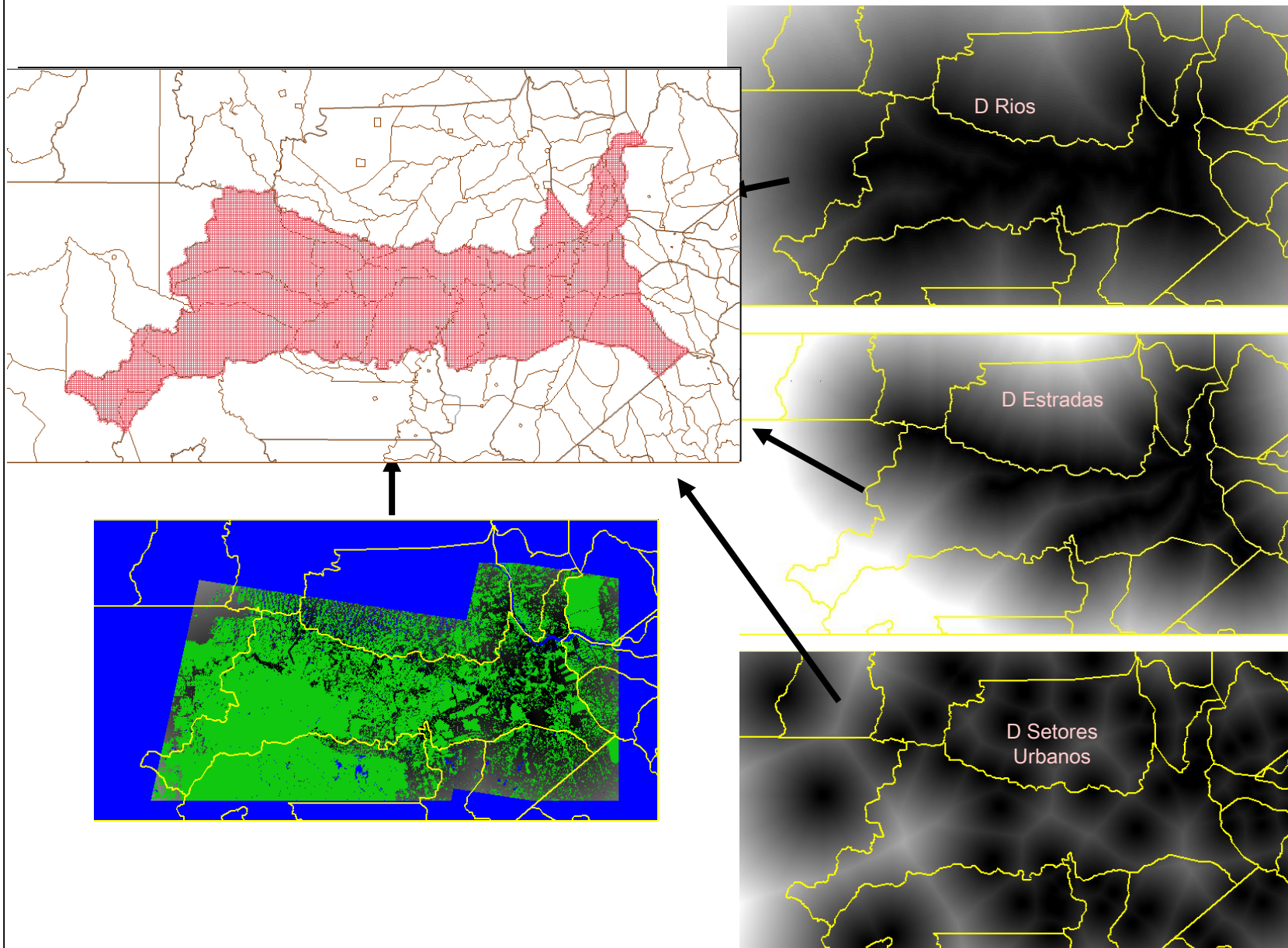
- Distância Rios
- Distância Estradas
- Distâncias setores urbanos
- Classificação Floresta e água



Método Multivariado – Variáveis indicadoras



Método Multivariado – Variáveis indicadoras



Método Multivariado – Variáveis indicad

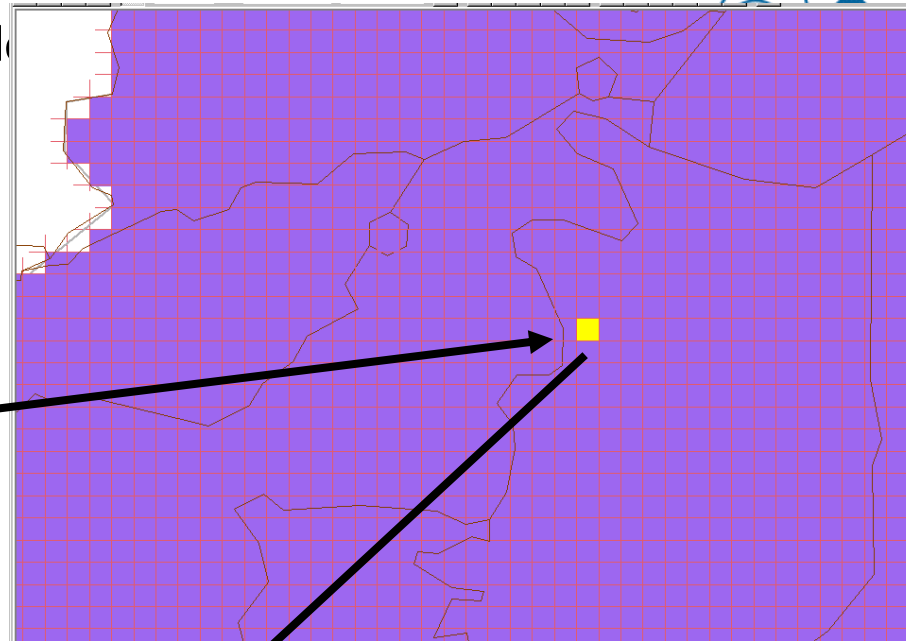
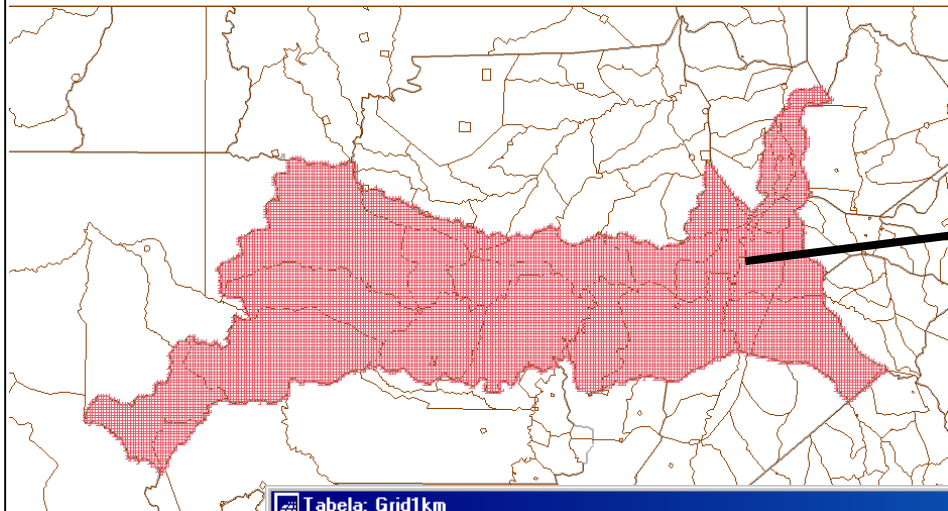


Tabela: Grid1km

	SPERTM	F_FLOR_C	F_DECLI	F_DSURB	F_DRIOS	F_PFLOTM	F_DVIAS	C_TID	SC_POP00	GRID_01
15185	0.20000	1.00000	0.99999	0.90838	0.99806	0.73529	1.00000	999.0000	1060.000	1.00000
15186	0.39000	1.00000	1.00000	0.92063	1.00000	0.60975	0.99998	999.0000	1060.000	1.00000
15187	0.83000	1.00000	1.00000	0.93782	0.99991	0.09315	0.99946	008.0000	963.0000	1.00000
15188	0.73000	1.00000	1.00000	0.95310	0.99100	0.11907	0.99701	008.0000	963.0000	1.00000
15189	0.59000	1.00000	0.99999	0.96642	0.96759	0.17650	0.99176	008.0000	963.0000	1.00000
15190	0.38000	1.00000	0.99951	0.97631	0.93216	0.36464	0.98359	008.0000	963.0000	1.00000
15191	0.18000	1.00000	0.99960	0.98339	0.87306	0.81274	0.97270	008.0000	963.0000	1.00000
15192	0.44000	1.00000	1.00000	0.98840	0.78894	0.29123	0.95938	008.0000	963.0000	1.00000
15193	0.31000	1.00000	0.99940	0.99098	0.69624	0.48039	0.94521	008.0000	963.0000	1.00000
15194	0.02000	1.00000	0.98697	0.99236	0.60277	1.00000	0.94180	008.0000	963.0000	1.00000
15195	0.22000	1.00000	0.96949	0.99098	0.51355	0.70942	0.94552	008.0000	963.0000	1.00000
15196	0.11000	1.00000	0.95265	0.98840	0.44042	0.94553	0.94935	008.0000	963.0000	1.00000
15197	0.00000	1.00000	0.99985	0.96642	0.45602	1.00000	0.96030	009.0000	902.0000	1.00000
15198	0.34000	1.00000	1.00000	0.95310	0.46045	0.42633	0.96498	009.0000	902.0000	1.00000
15199	0.00000	1.00000	0.96708	0.97631	0.44476	1.00000	0.95521	009.0000	902.0000	1.00000
15200	0.01000	1.00000	0.90976	0.98339	0.43018	1.00000	0.95267	008.0000	963.0000	1.00000
15201	0.07000	1.00000	0.99978	0.98339	0.43018	1.00000	0.95267	008.0000	963.0000	1.00000

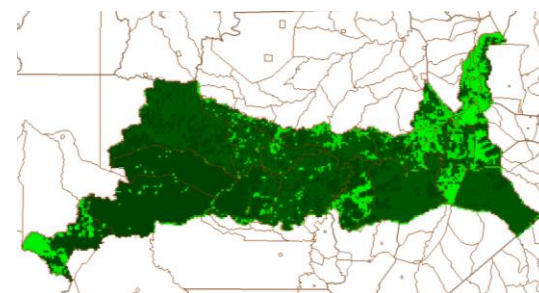
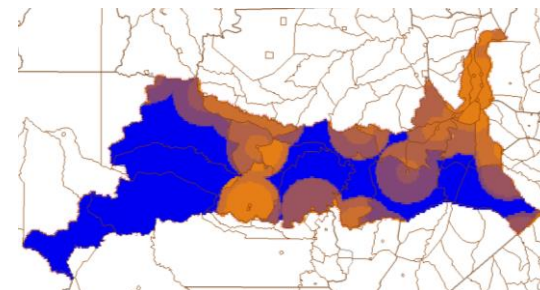
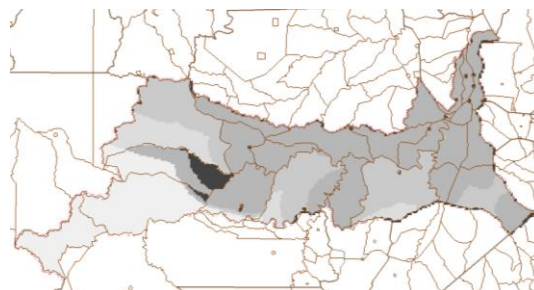
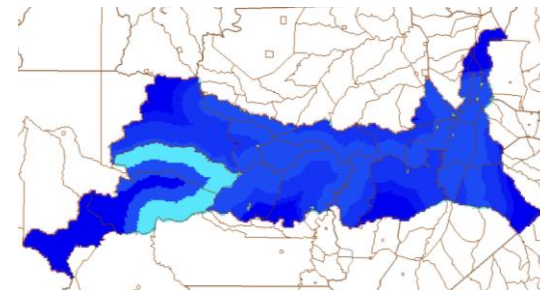
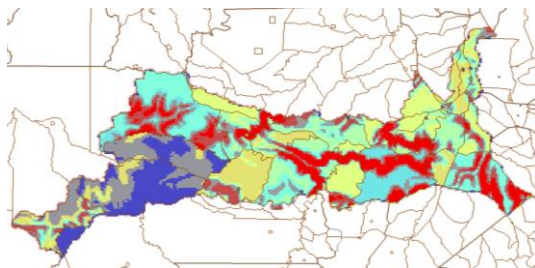
F (Z)

Mundo
Celular...

Método Multivariado – Variáveis indicadoras

Mapas (F(z))

- Declividade
- Distância Rios
- Distância Estradas
- Distâncias setores urbanos
- Classificação Floresta e água



E como estas variáveis podem resultar em um valor de possibilidade de ocorrência de população???



Inferência Fuzzy

- Dados em conjuntos Fuzzy manipulados com métodos lógicos da lógica fuzzy ou operadores fuzzy
- AND, OR, Soma algébrica, Produto Algébrico, Operador Gama e Soma Convexa
- OR (otimista)
 $\text{res} = \text{MAX} (\text{crit1}, \text{crit2}, \dots)$
- AND (pessimista)
 $\text{res} = \text{MIN} (\text{crit1}, \text{crit2}, \dots)$
- Produto Algébrico
 $\text{res} = \prod (\text{crit1}, \text{crit2}, \dots)$
- Soma Algébrica
 $\text{res} = 1 - \prod (\text{crit1}, \text{crit2}, \dots)$
- Operador Gama (compromisso)
 $\text{res} = [\text{soma algébrica} (\text{crit1}, \text{crit2}, \dots)]^\gamma * [\text{produto algébrico} (\text{crit1}, \text{crit2}, \dots)]^{1-\gamma}$

Método Multivariado – Variáveis indicadoras

Mapas (F(z))

- Declividade
- Distância Rios
- Distância Estradas
- Distâncias setores urbanos
- Classificação Floresta e água

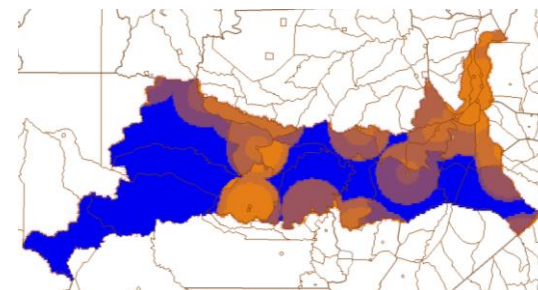
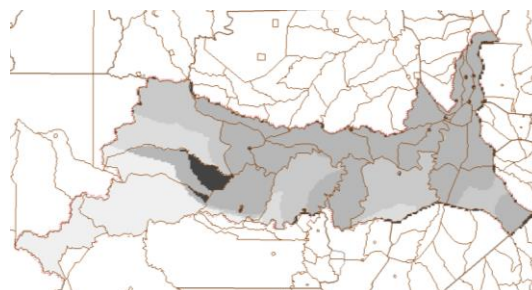
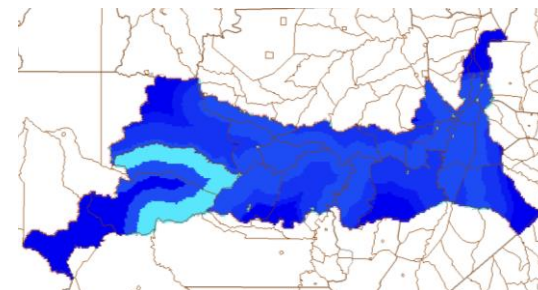
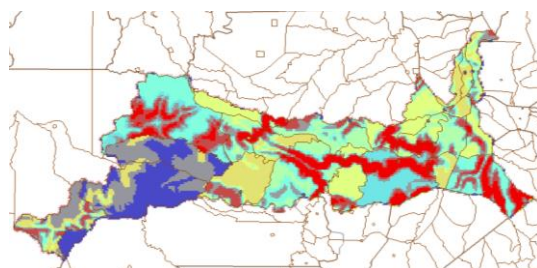
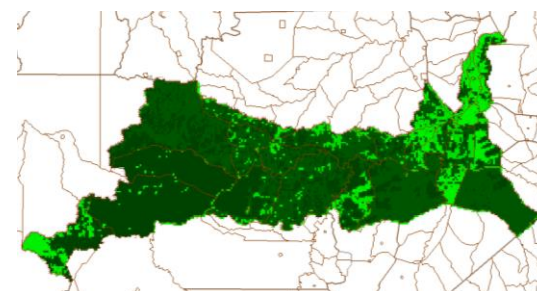


TABELA 6.3 – Operadores para relacionar as variáveis indicadoras.

Operador	Expressão
Média Simples	$(Dvias + Drios + Decl + Durb + Pflor)/5$
Fuzzy Mínimo	Mínimo ($Dvias, Drios, Decl, Durb, Pflor$)
Fuzzy Máximo	Máximo ($Dvias, Drios, Decl, Durb, Pflor$)
Fuzzy Gama	$(1 - (Dvias * Drios * Decl * Durb * Pflor))^{0,2} * (Dvias * Drios * Decl * Durb * Pflor)^{0,8}$
Média Ponderada	$Dvias*0,589 + Drios*0,161 + Durb*0,099 + Pflor*0,082 + Decl*0,032$ #

$Dvias$ = distância a vias; $Drios$ = distância a rios; $Decl$ = declividade média; $Durb$ = distância a centros urbanos; $Pflor$ = percentagem de florestas

Razão de Consistência igual a 0,056

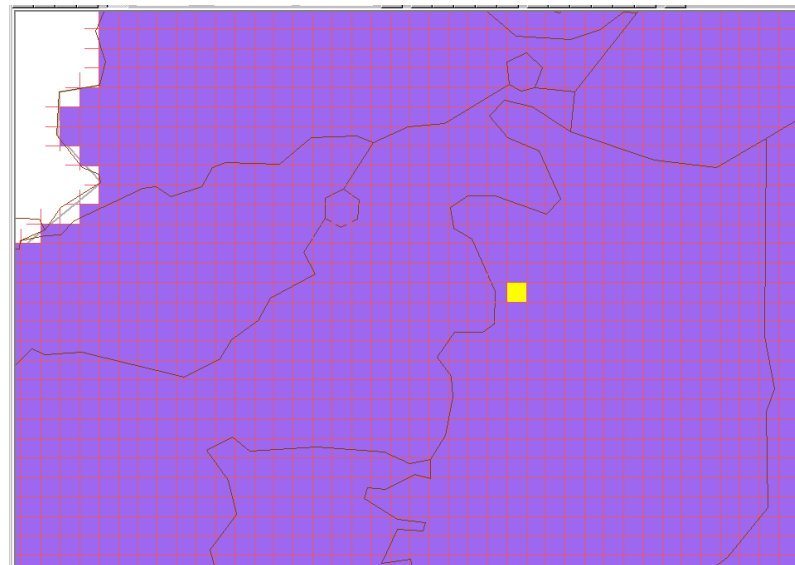


Método Multivariado – Variáveis indicadoras



E a distribuição da população / célula????

$$DP_{grid} = P_{CS} * \left(\frac{F_{grid}}{\sum_{i=0}^j F_{grid}} \right)$$



Onde:

DP_{grid} é a densidade demográfica da célula,

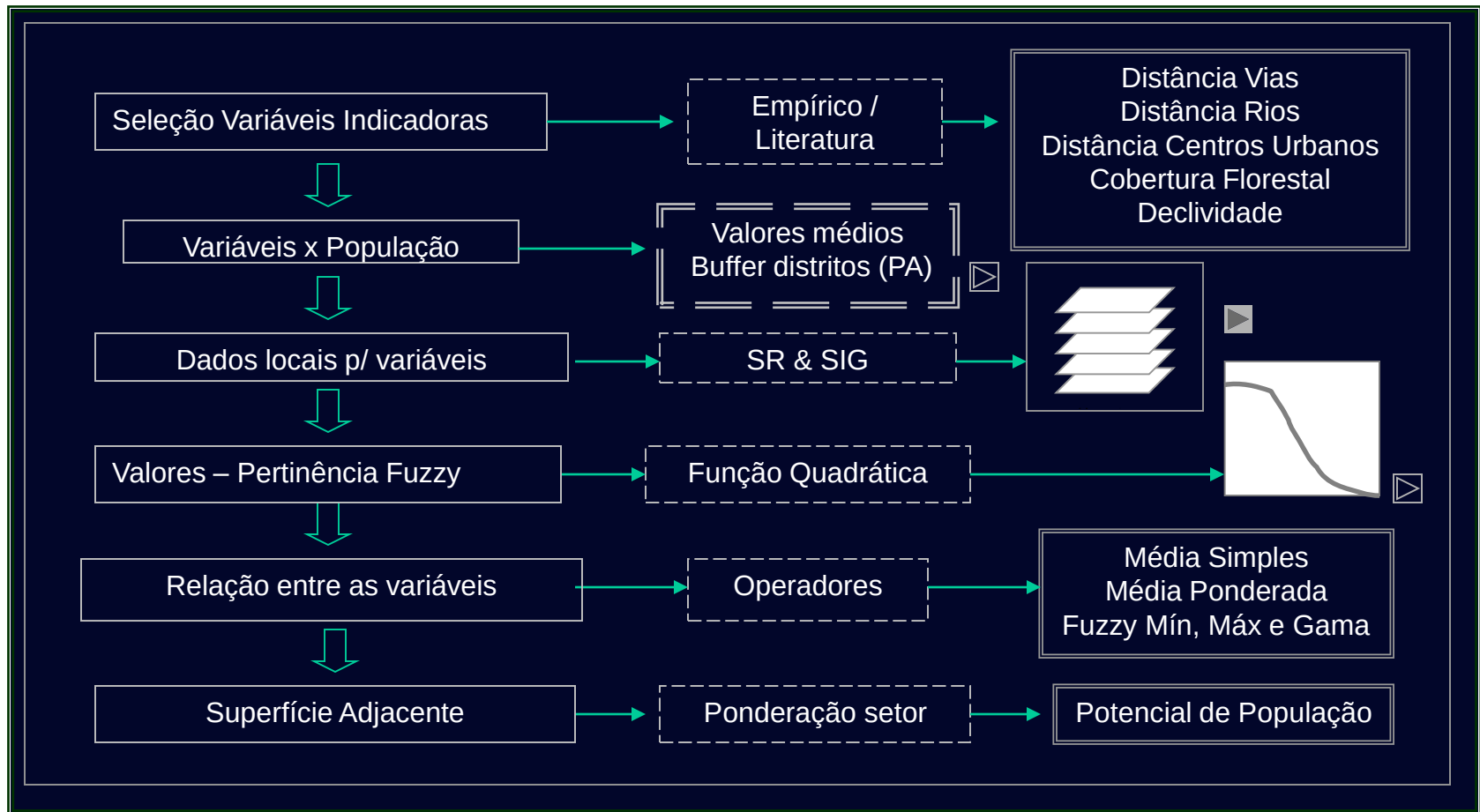
P_{CS} é a população do setor censitário,

F_{grid} é o valor Fuzzy de possibilidade de ocorrência de população para a célula ponderado pela somatória dos valores Fuzzy obtidos para o setor censitário e considerando-se apenas as células válidas, ou seja, com percentagem de floresta e corpos d'água maior que 95%.



Método Multivariado

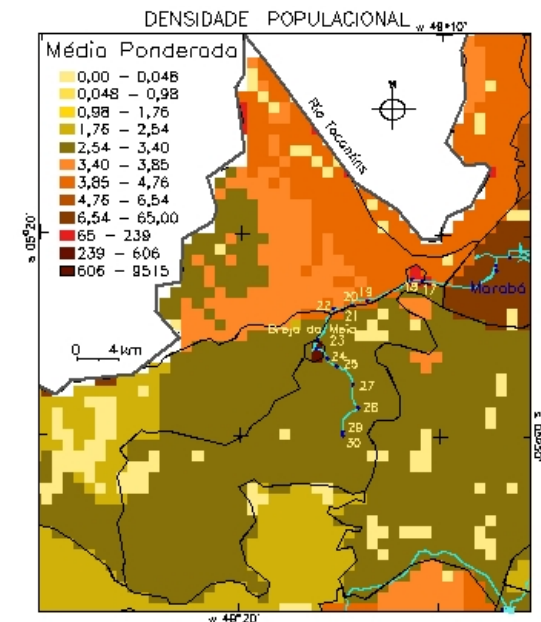
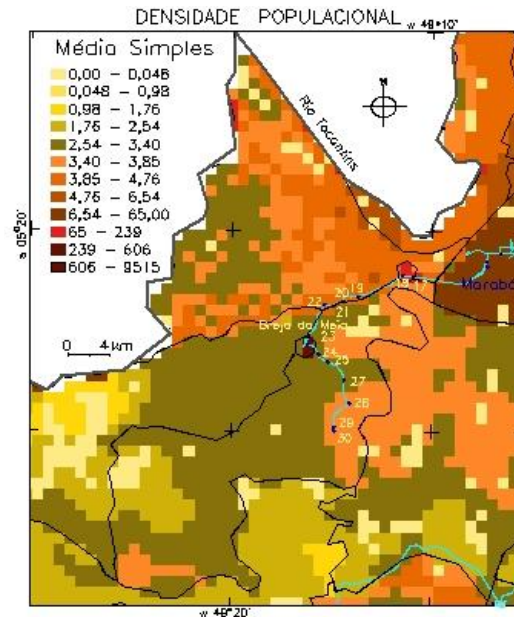
Inferir superfície que descreva distribuição



População em Marabá

Redistribuição – Superfícies resultantes - Região

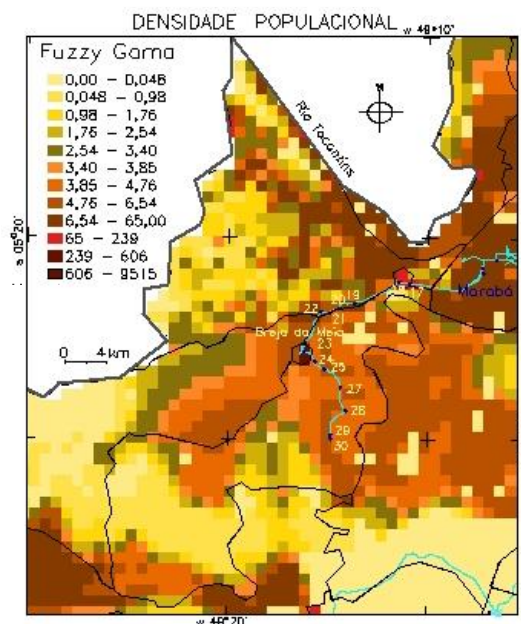
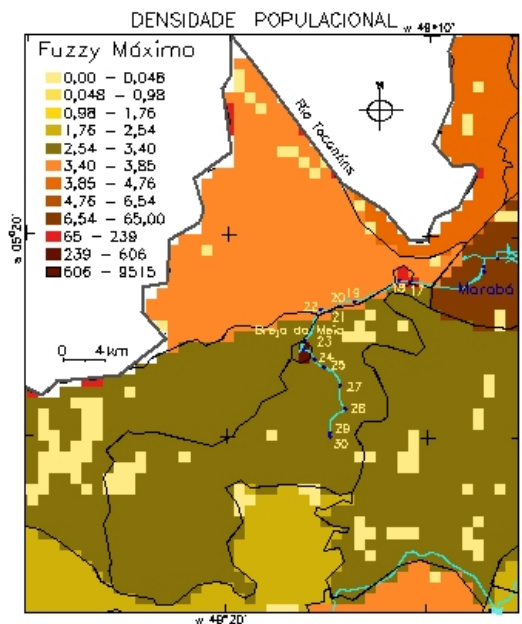
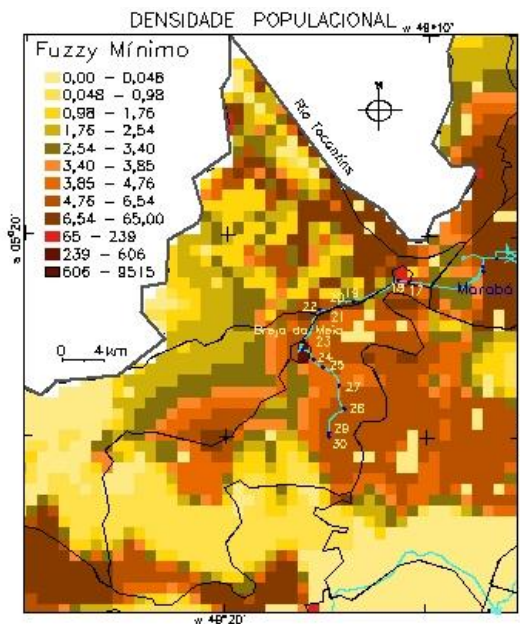
- Restrição floresta e água ineficiente
- Percurso de campo
- Média Simples – mais variabilidade
- Média Ponderada superfície mais suave



População em Marabá

Redistribuição – Superfícies resultantes - Região

- Fuzzy Mínimo representou melhor a heterogeneidade espacial



População em Marabá

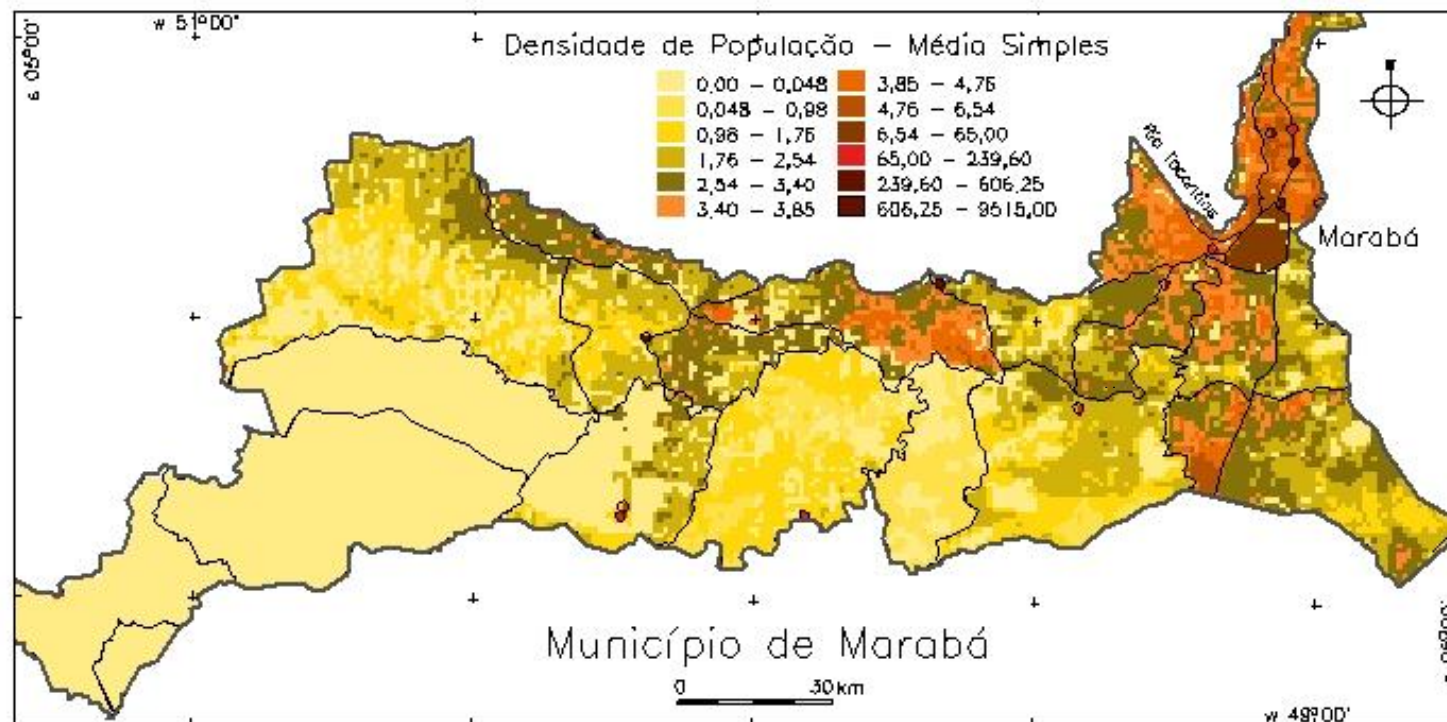


Redistribuição – Superfícies resultantes – Município



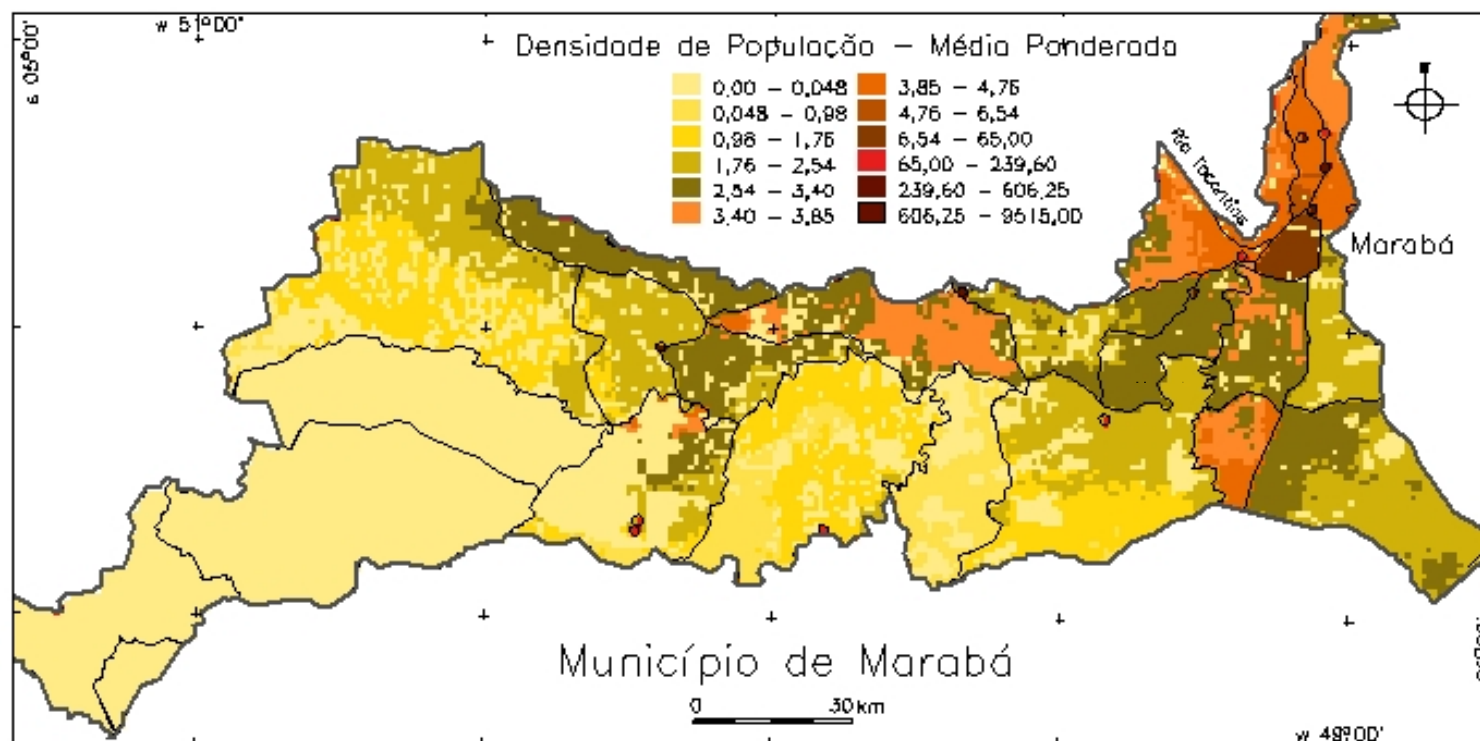
População em Marabá

Redistribuição – Superfícies resultantes – Município



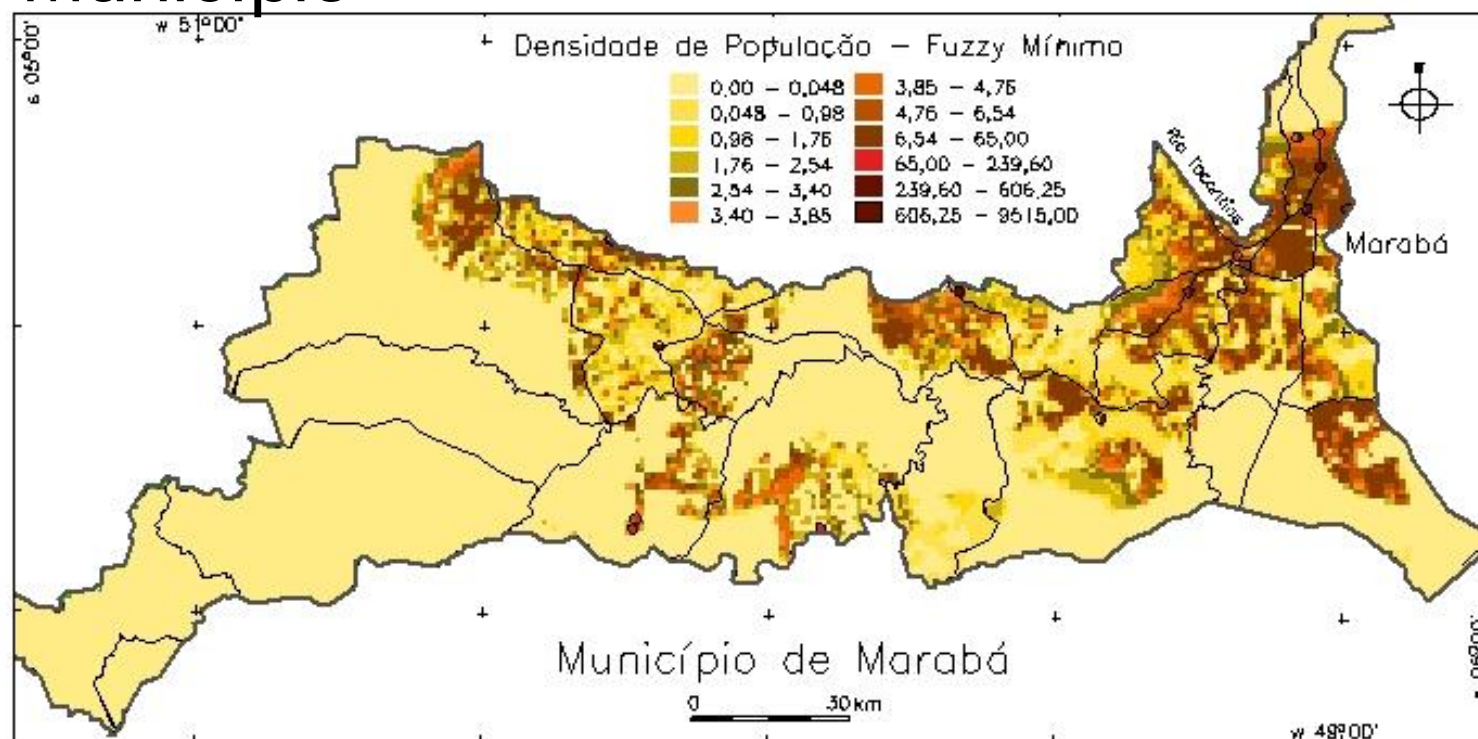
População em Marabá

Redistribuição – Superfícies resultantes – Município



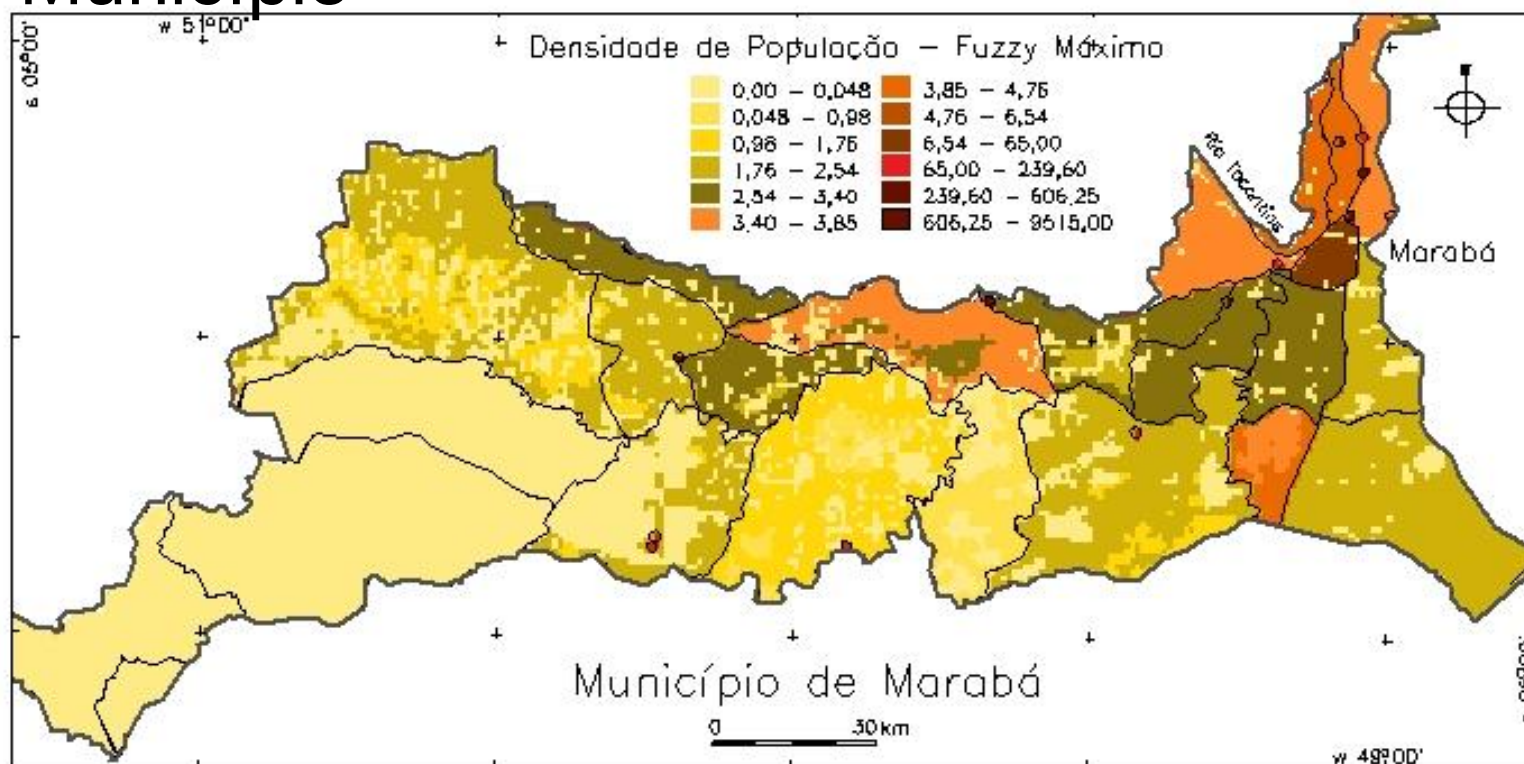
População em Marabá

Redistribuição – Superfícies resultantes – Município



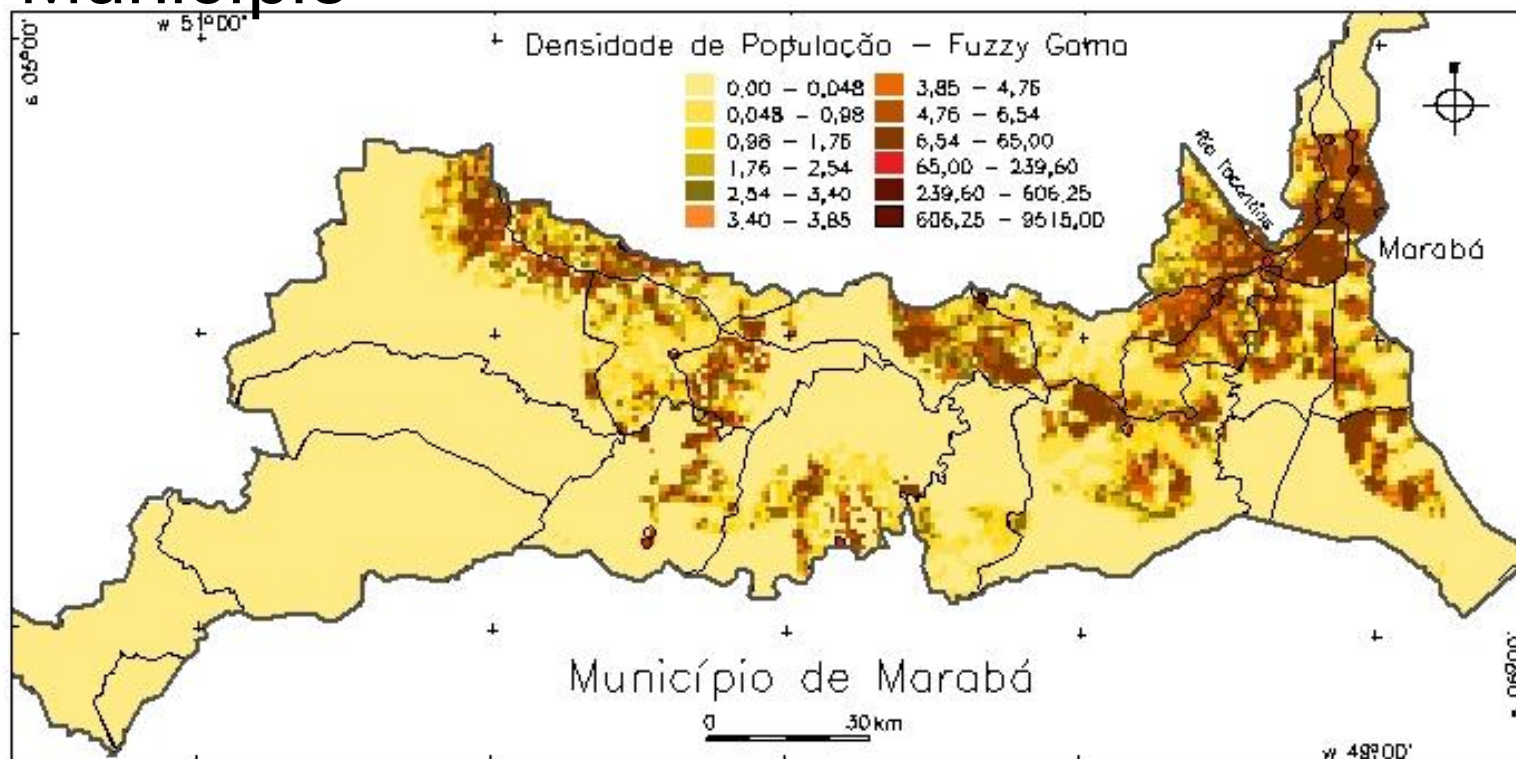
População em Marabá

Redistribuição – Superfícies resultantes – Município



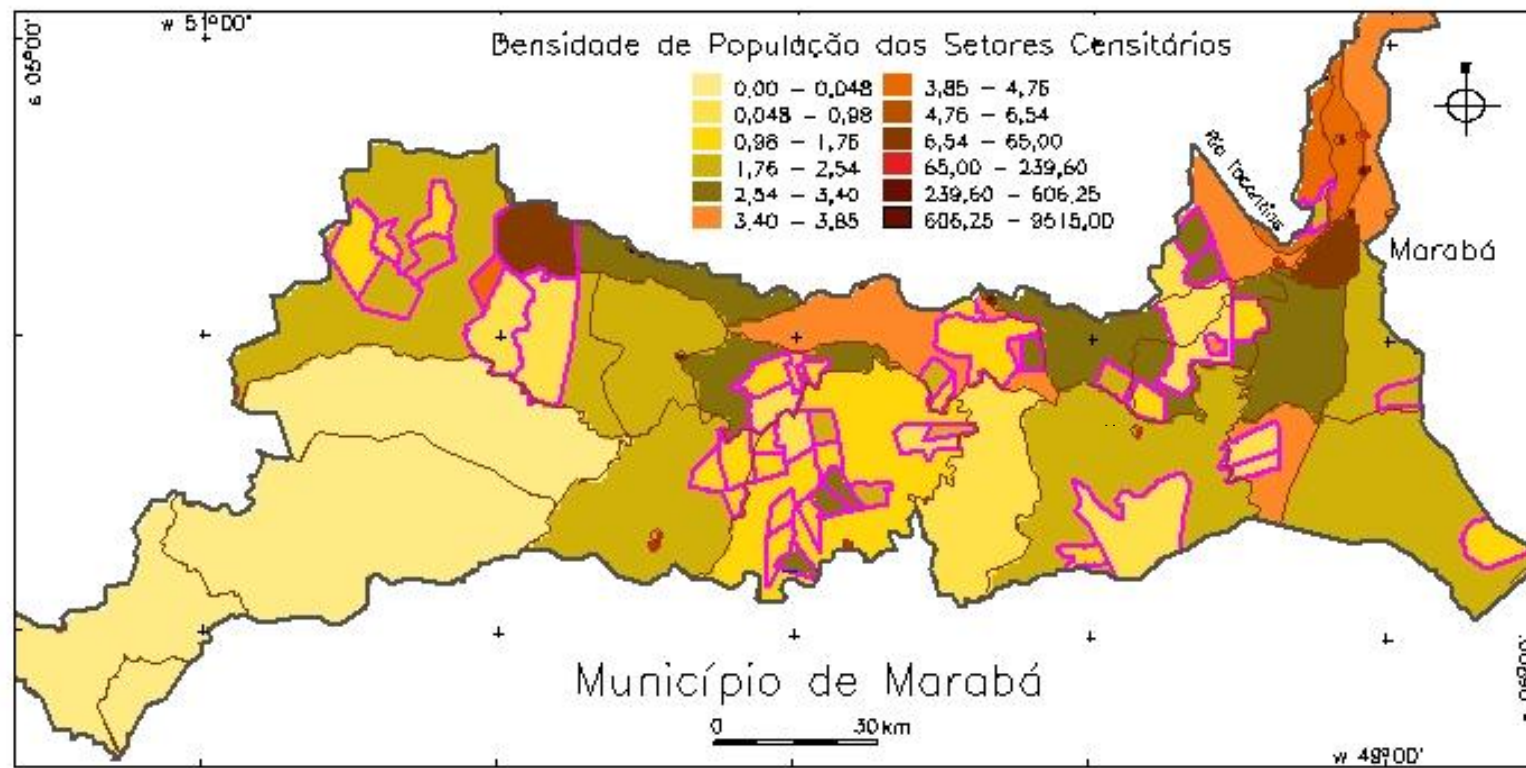
População em Marabá

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 Mínimo</i>	10,4
<i>Fuzzy Máximo</i>	9,5
<i>Fuzzy Gama</i>	18,8
Setores Censitários	11,8

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

TO READ....

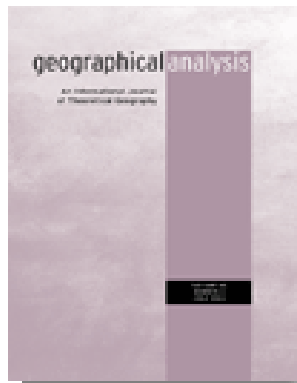


geographical analysis

Geographical Analysis



© The Ohio State University



Special Issue: Areal Interpolation and Dasymetric Modeling

July 2013

Volume 45, Issue 3

Pages 213–344

[Previous Issue](#) | [Next Issue](#)