

Estimativa Populacional a Partir de Superfícies Impermeabilizadas: Uma análise exploratória para Amazônia e Vale do Paraíba

Gabriel Crivellaro Gonçalves

População Espaço e Ambiente – SER -347

Silvana Amaral Kampel & A. Miguel Vieira Monteiro.



Contextualização

- Desde a década de 1970, aumento da ocupação da Amazônia;
- Programas de incentivo do governo;
- Impacto da urbanização no meio ambiente.



**PROSPERE
COM A
AMAZÔNIA**



**APLIQUE
50% DO SEU
IMPÔSTO DE RENDA
NUM BOM
NEGÓCIO!**

Solicite pelo Correo, ou pessoalmente, em uma de nossas agências, um exemplar da brochura "Investimentos Privilegiados na Amazônia" e escolha a atividade econômica que mais lhe interessa!



**BANCO DA
AMAZÔNIA S.A.**

Matriz: Travessa Frutuoso Guimarães, 90 - Belém
São Paulo - Rua José Bonifácio, 192 - Fones: 36-2330 - 32-6332 - 36-2978
Rio de Janeiro - Rua da Assembleia, 62 - Fones: 31-3192 - 31-1550
Porto Alegre - R. Borges de Medeiros, 646 - Fone: 5415
Goiania - Av. Anhangüera, 103 - Fones: 6-3170 - 6-3171
Brasília - Avenida W-3 - Quadra 13 - Lotes 7, 8, 9-A -
Fones: 2-3580 e 2-3581

Contextualização

- Dados demográficos necessários para desenvolvimento de políticas públicas;
- Planejamento Urbano;
- Ausência de dados censitários anuais;
- Superfície impermeável (SI): Toda superfície que não permite a infiltração de água;
- SI associa-se a estradas, regiões industriais ou comerciais e grandes centros residenciais → Indicador de urbanização (Lu, Weng & Li, 2007);
- Modelo linear de mistura espectral para detecção de SI em dados de Sensoriamento Remoto (Wu and Murray 2003, Lu and Weng 2004, Wu 2014).

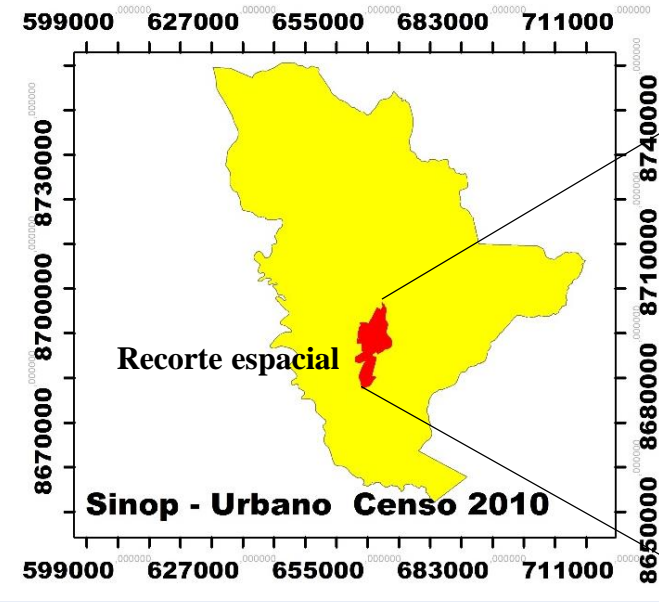
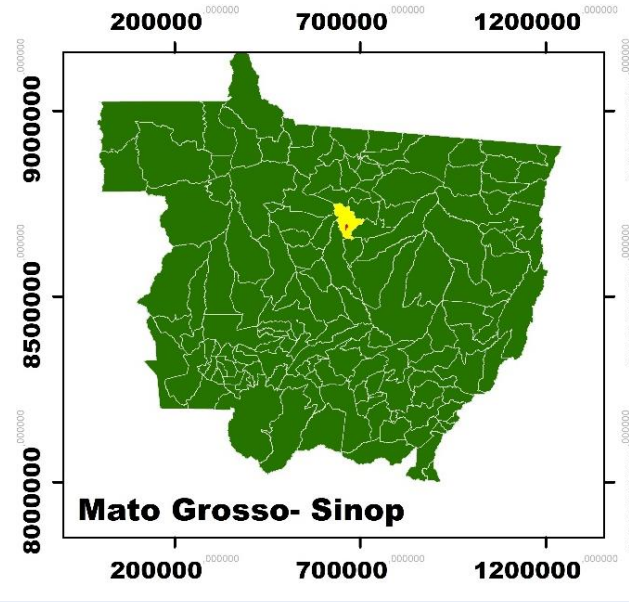
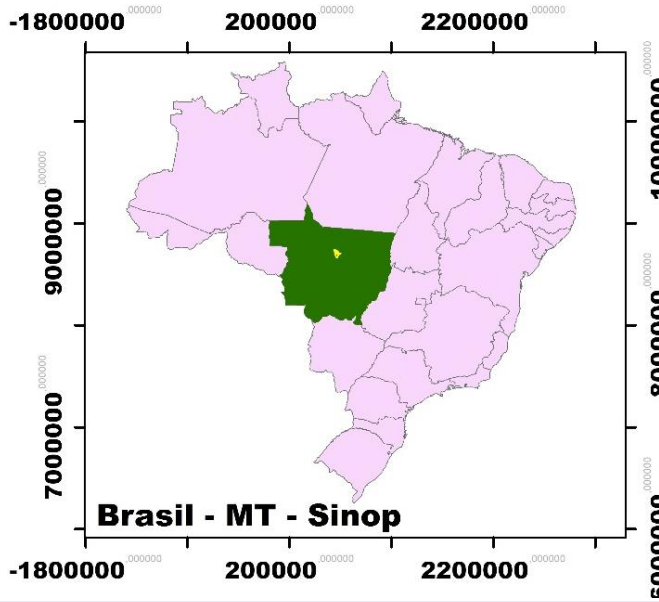
Objetivo

- ✓ Criar um modelo de estimativa populacional para a cidade de Sinop – MT e Guaratinguetá – SP a partir de dados censitários e superfícies impermeáveis obtidas de dados de sensoriamento remoto (Lu, Weng & Li, 2007).
- ✓ Análise exploratória: A relação entre população e superfícies impermeáveis em cidades Amazônicas (MT e PA) e cidades do Vale do Paraíba (SP) através de dados de SR e expedições e campo.

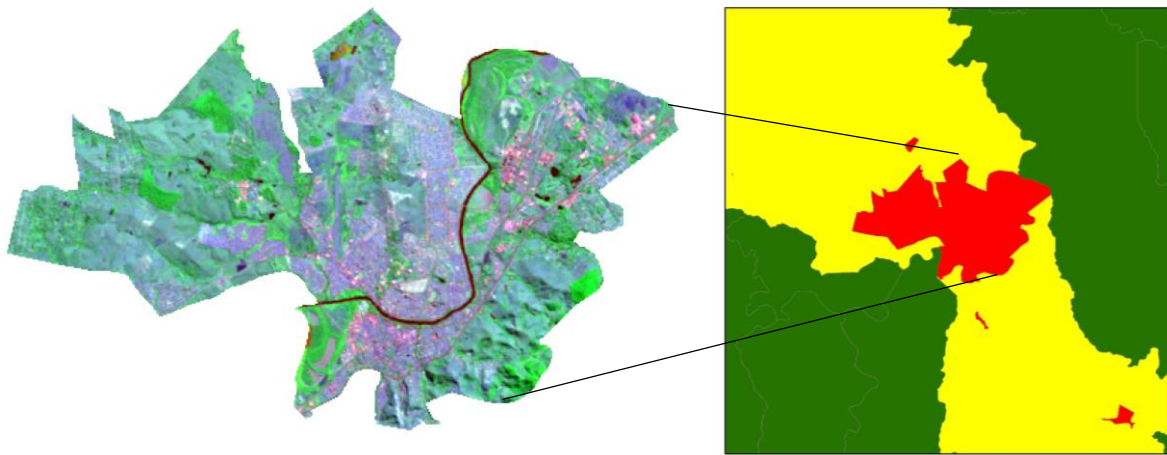
Parte 1: Estimativa populacional → 2010;

Parte 2: Análise exploratória → 2017/2018.

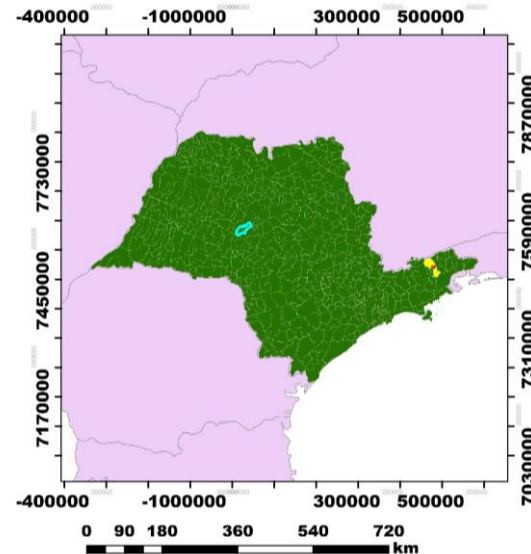
Áreas de Estudo



Guaratinguetá- Urbano censo



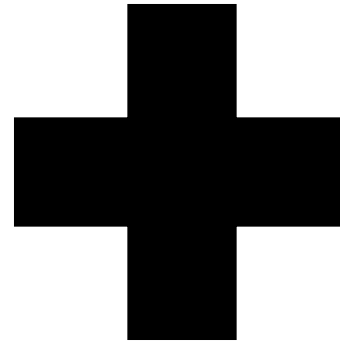
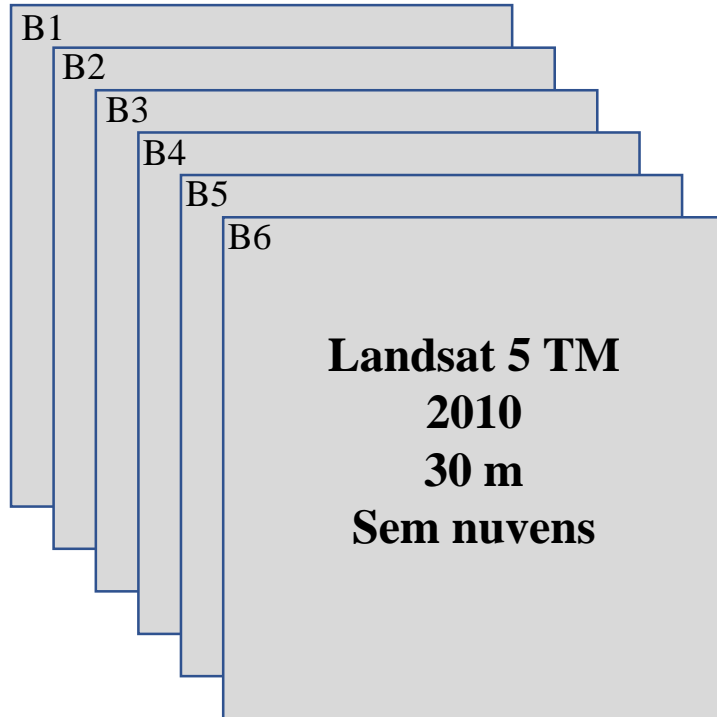
São Paulo



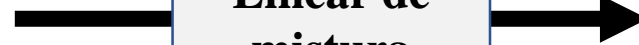
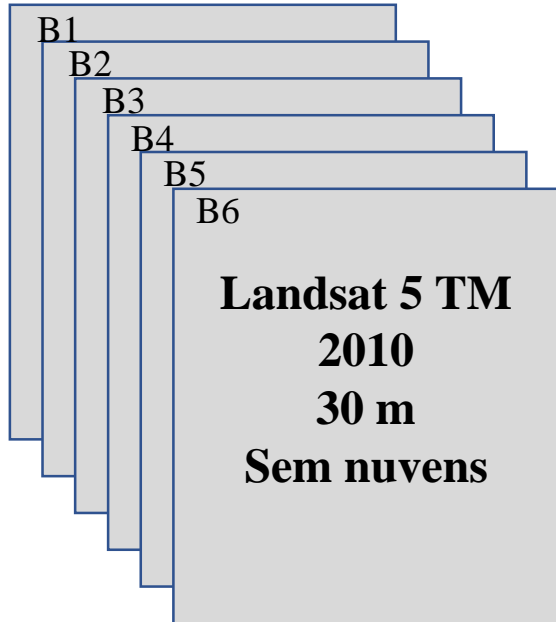
Brasil



Dados

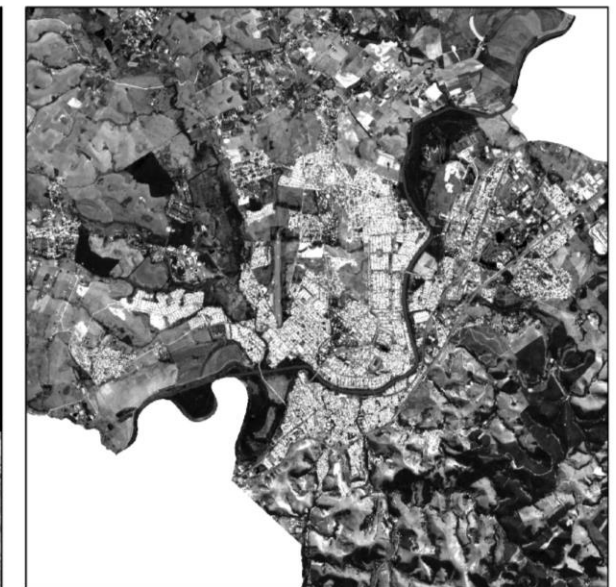
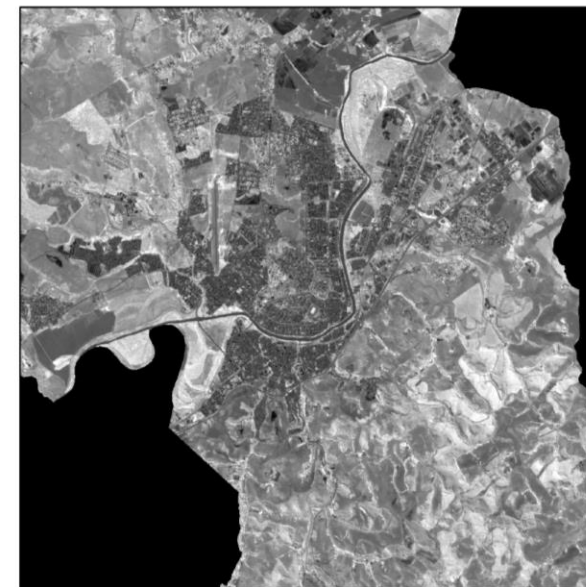
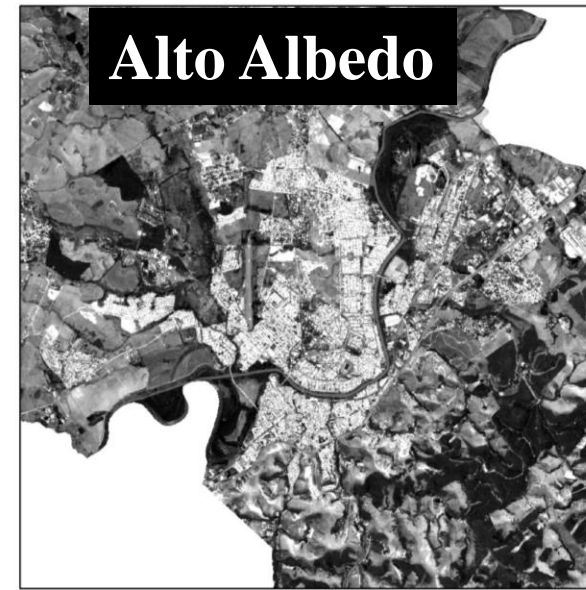


Classificação – Superfícies impermeáveis

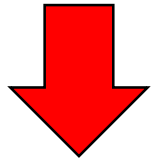
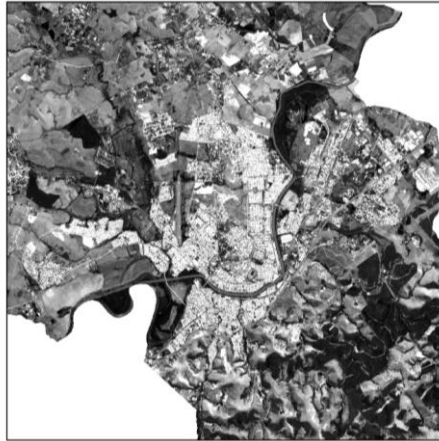
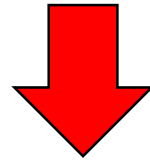
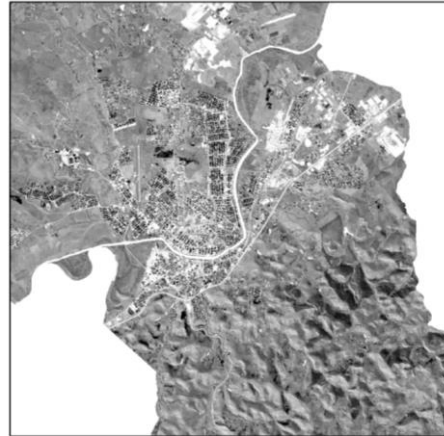
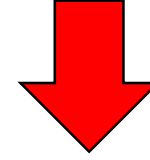
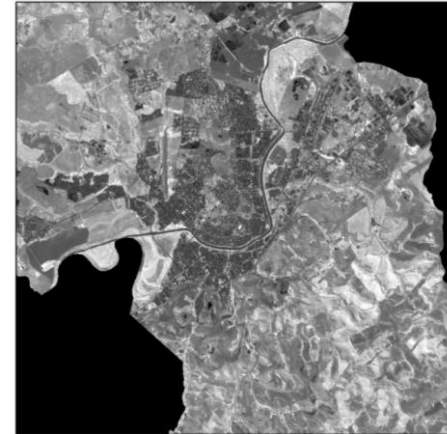
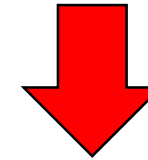
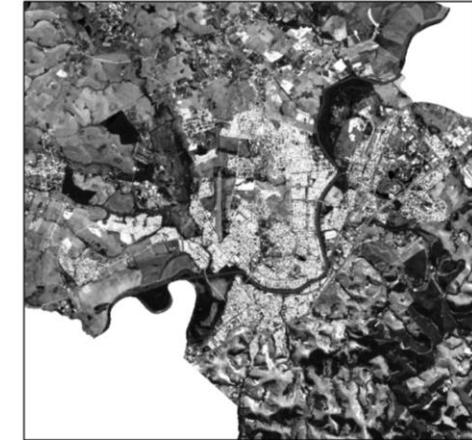


Modelo
Linear de
mistura
espectral

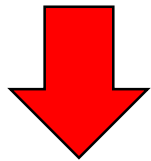
$$R_{il} = \sum_{k=1}^n f_{kl} R_{ik} + \varepsilon_{il}$$



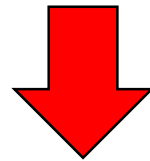
Correção atmosférica e geométrica
(Refletância do objeto)

Alto Albedo**Baixo Albedo****Vegetação****Solo**

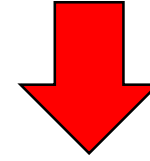
Fatiamento (definição de limiares empiricamente)



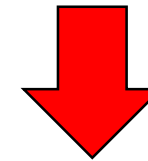
**Áreas construídas:
Concreto e telhados
(Cerâmica, zinco,
Brasilit e etc..)**



**Asfalto, água e
outros materiais
impermeáveis
escuros**



**Vegetação (natural e
agricultura)**

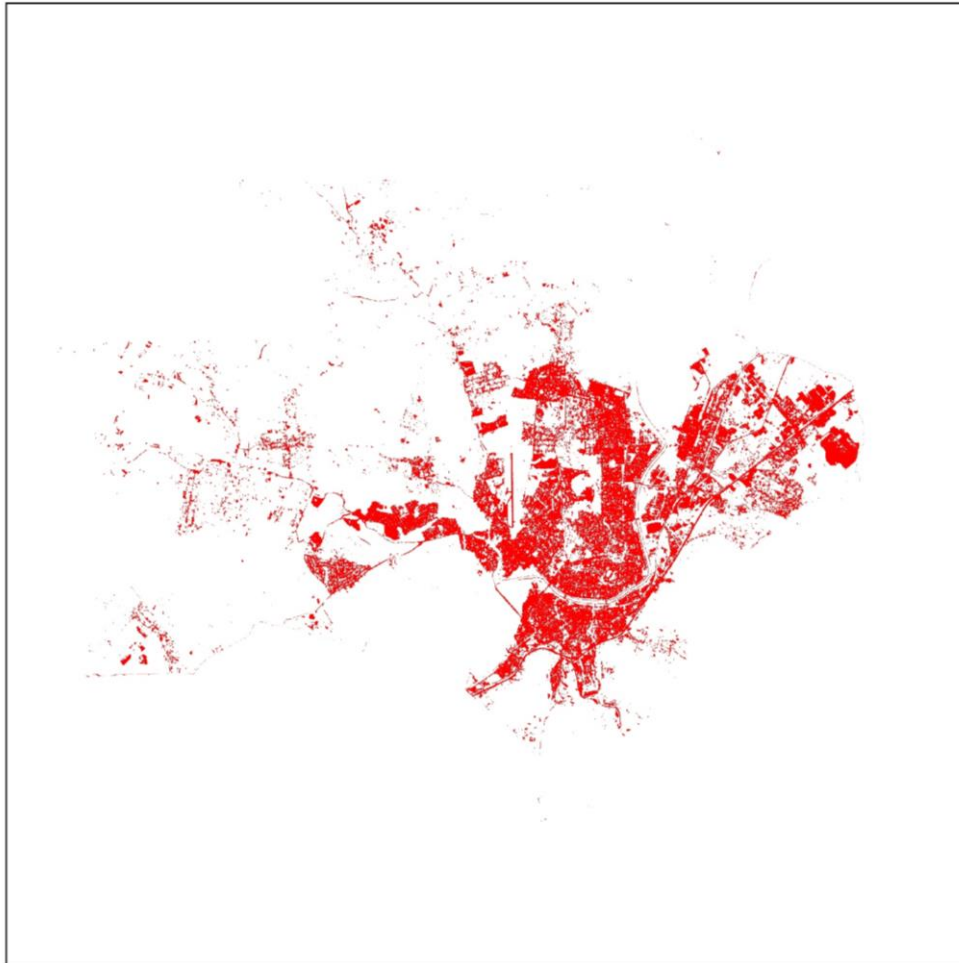


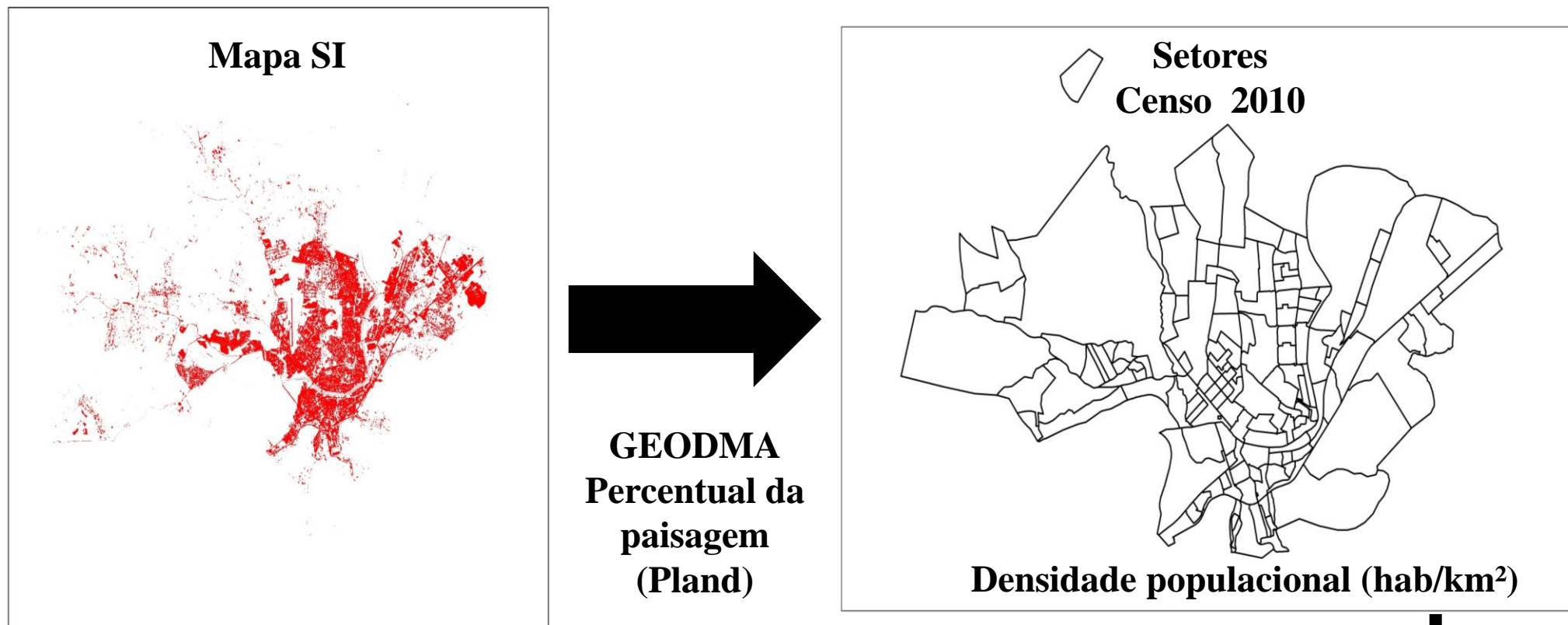
Solo exposto

Superfícies impermeáveis (SI)

Superfícies permeáveis (SP)

$$\text{Mapa de SI} = \underbrace{(\text{Áreas construídas} + \text{asfalto})}_{\text{SI}} - \underbrace{(\text{água} + \text{solo} + \text{Veg})}_{\text{SP}}$$





Média e mediana
do ER

Erro relativo ER

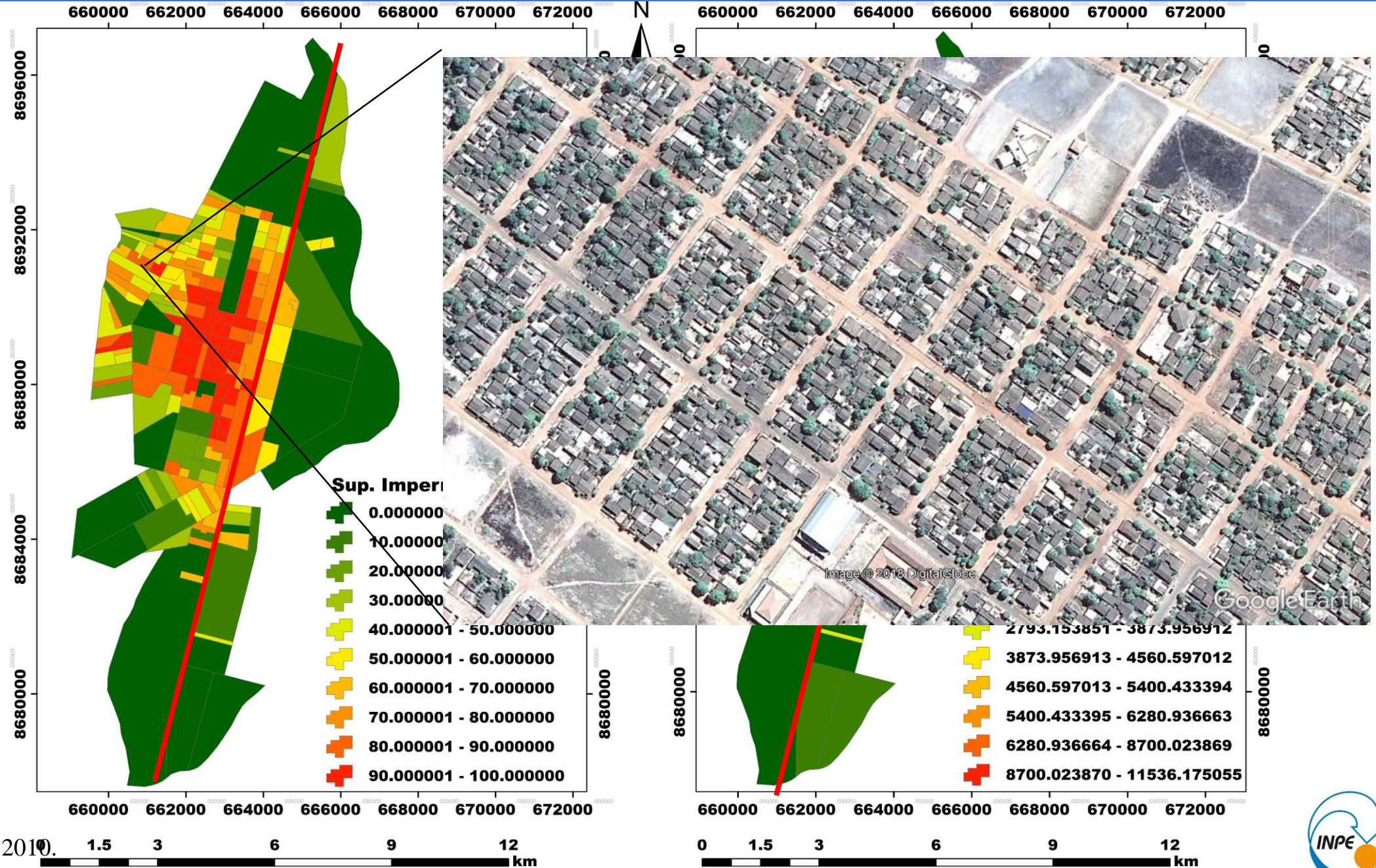
Regressão Linear

$$(MRE) = \frac{\sum_{k=1}^n |RE_k|}{n}$$

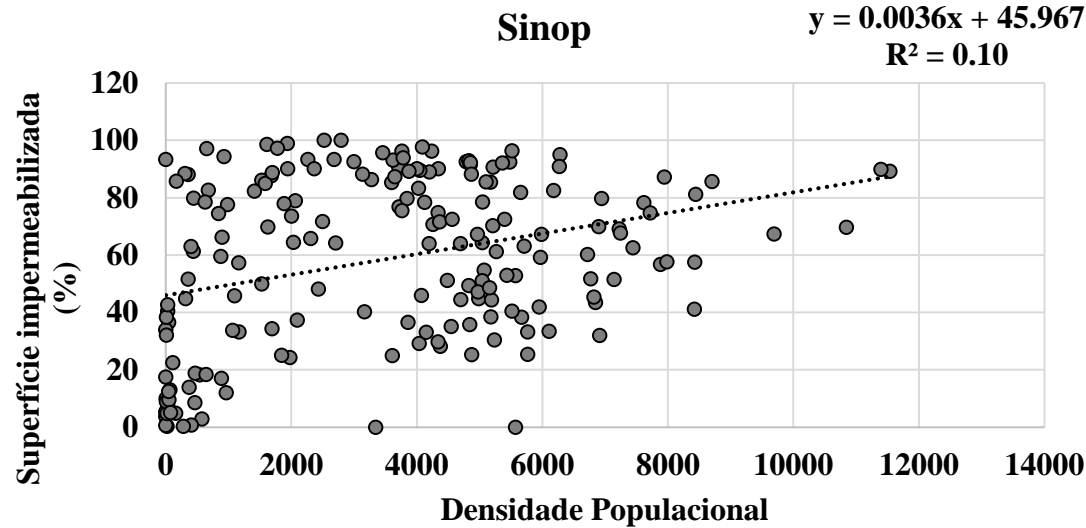
$$RE = (P_e - P_g) / P_g \times 100$$

$$y = ax + b$$

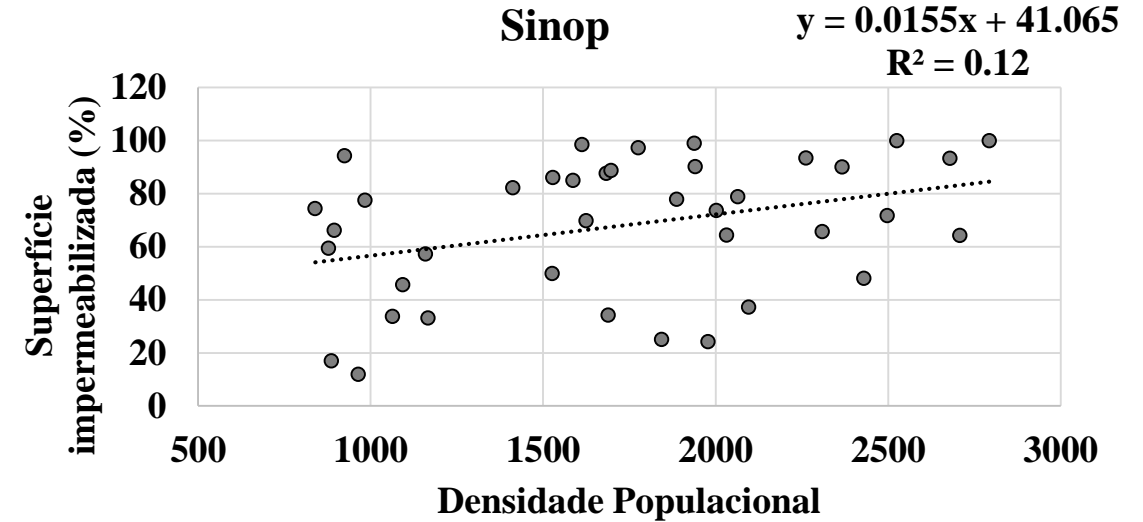
Sinop – MT 2010



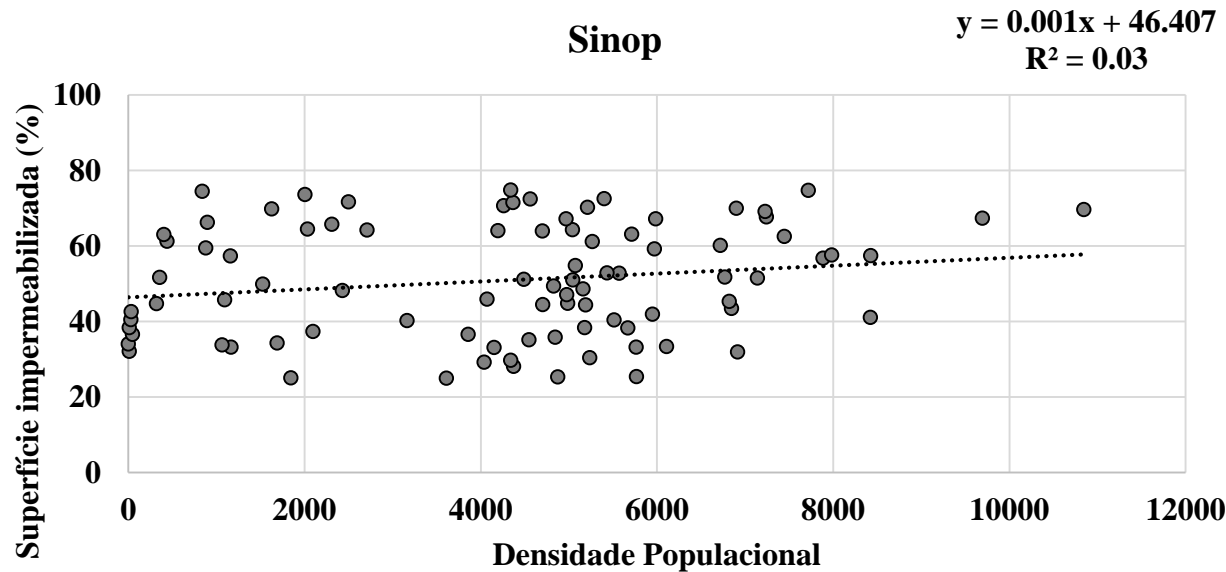
Todos os setores



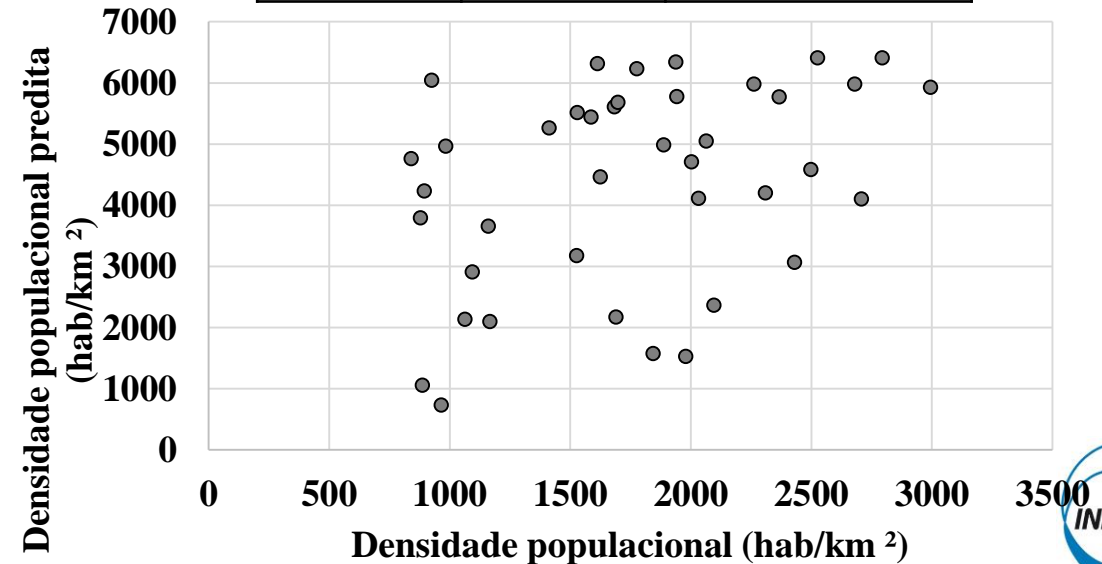
Densidade Populacional entre 800 e 3000 hab/km²

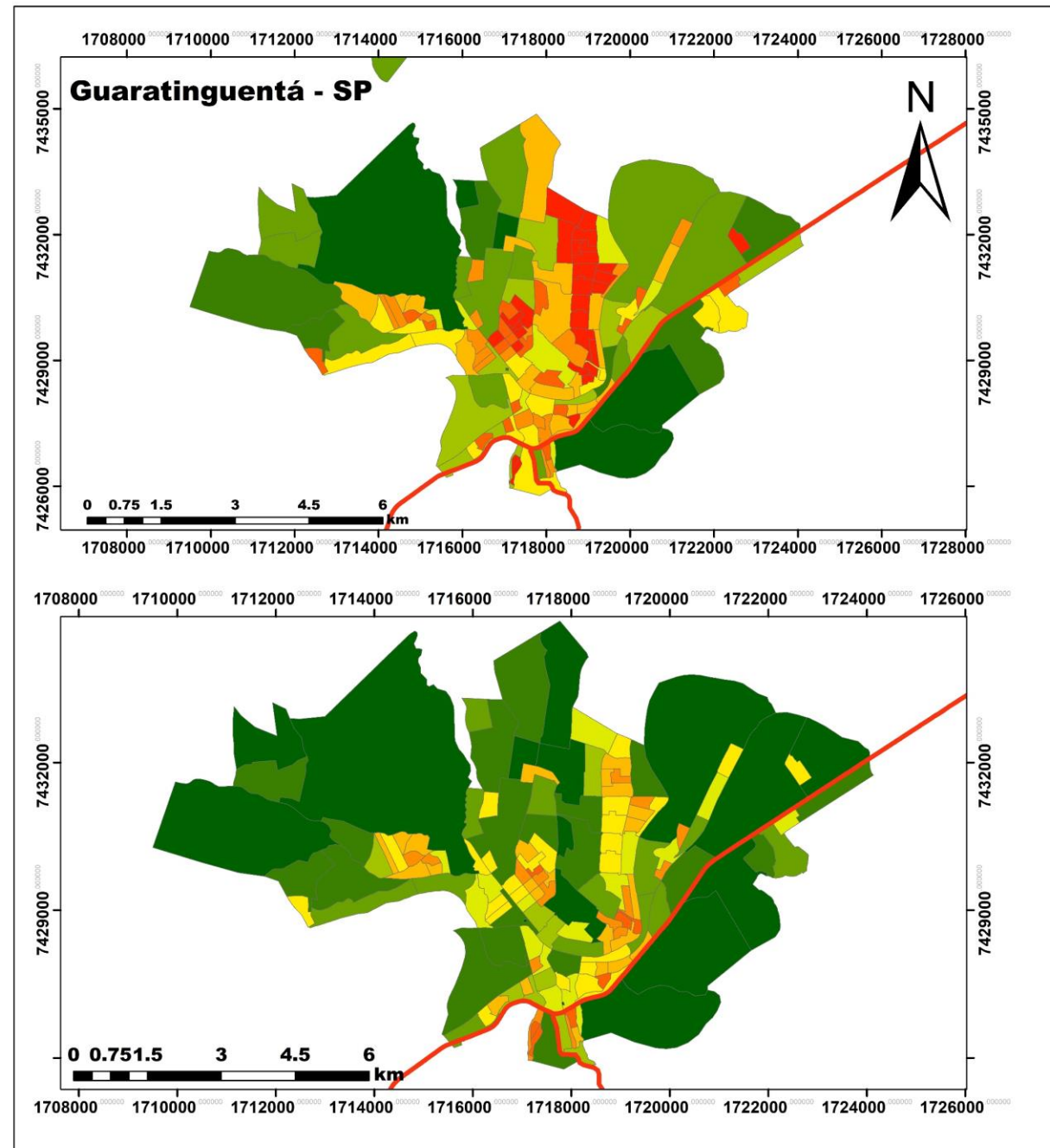
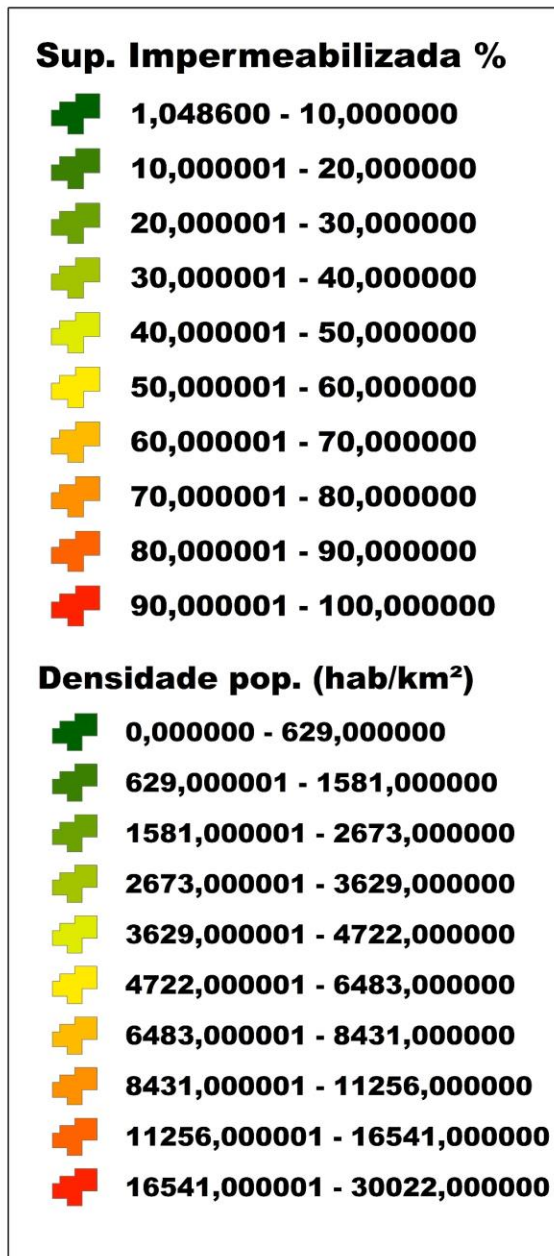


Superfícies impermeáveis entre 25 % e 75%



MRE	MdRE	Desvio padrão
169.80	149.24	131.78

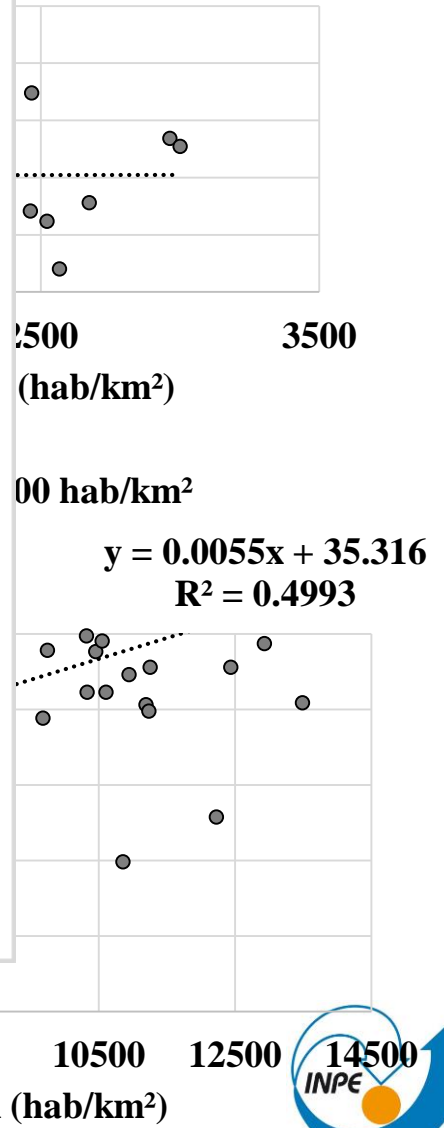
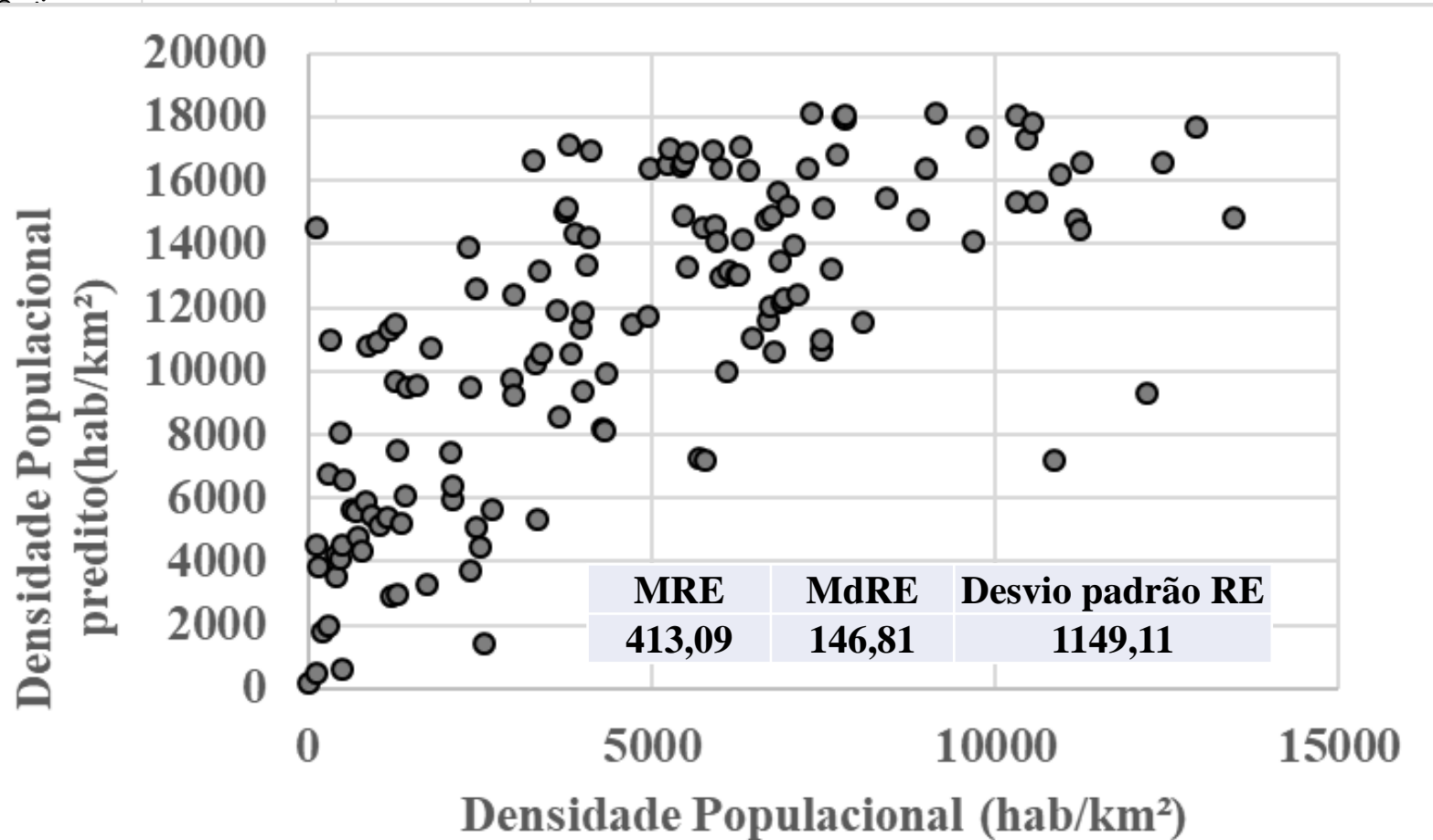
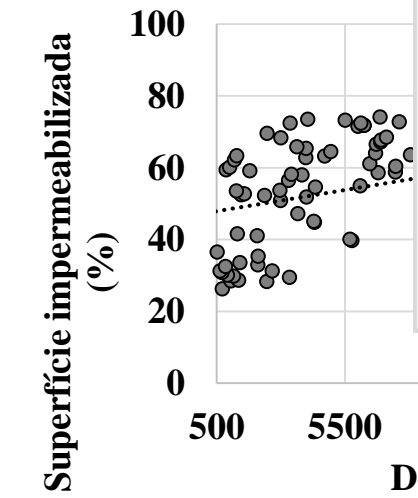
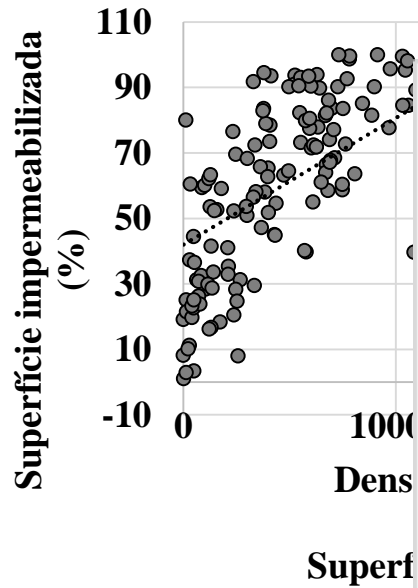




Todos os setores
Guaratinguetá $y = 0.0039x + 41.938$
 $R^2 = 0.3566$

Densidade Populacional entre 800 e 3000 hab/km²

Guaratinguetá $y = 9E-05x + 40.625$
 $R^2 = 1E-05$

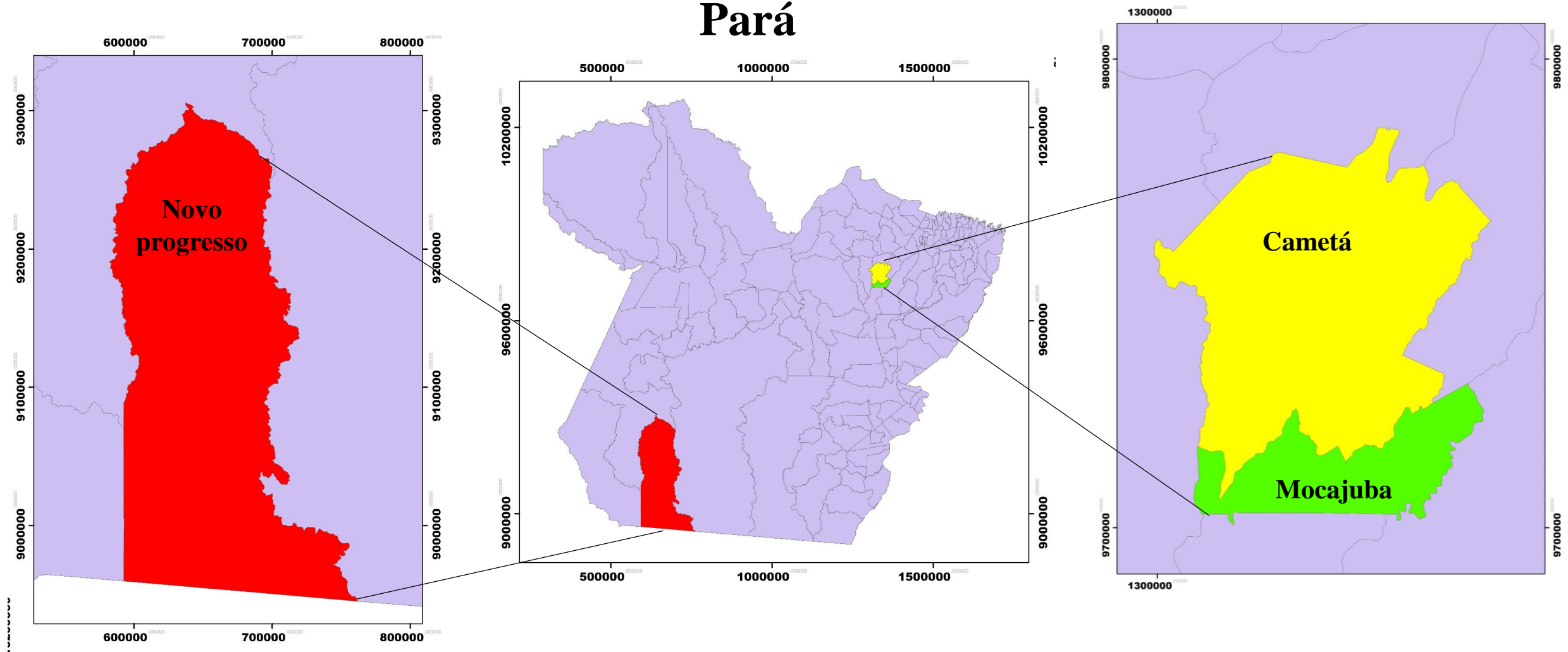


Parte 1: Estimativa populacional → 2010;

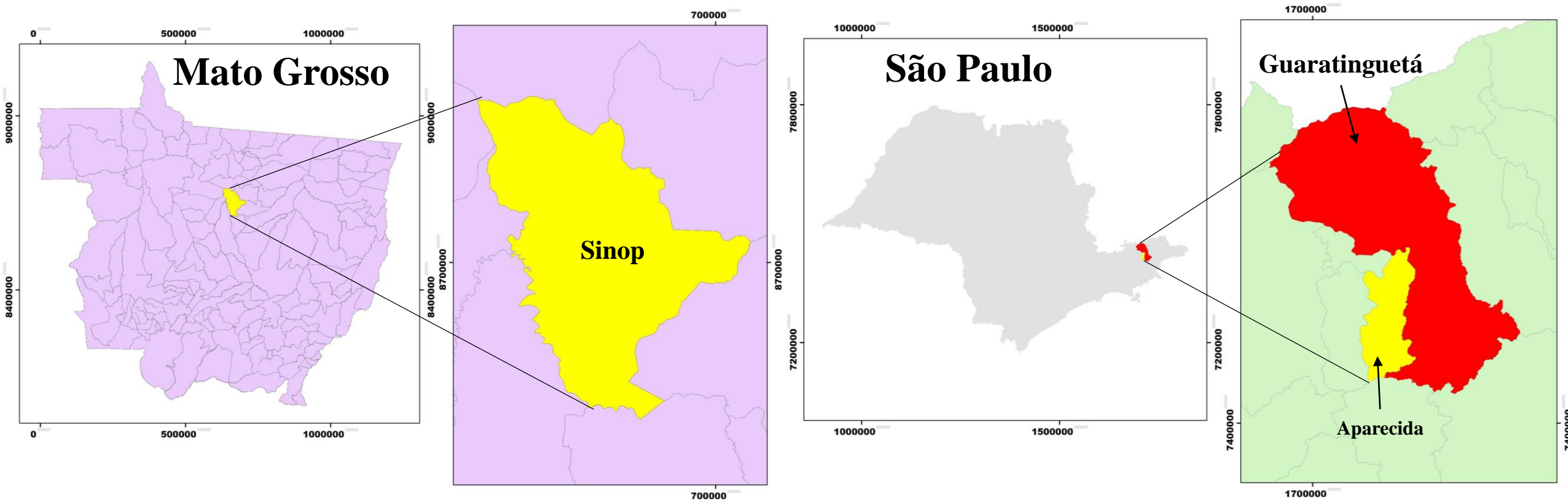
Parte 2: Análise exploratória → 2017/2018.

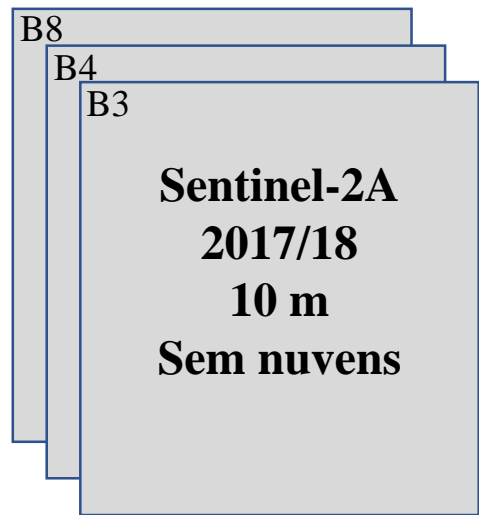
Áreas de Estudo

Pará

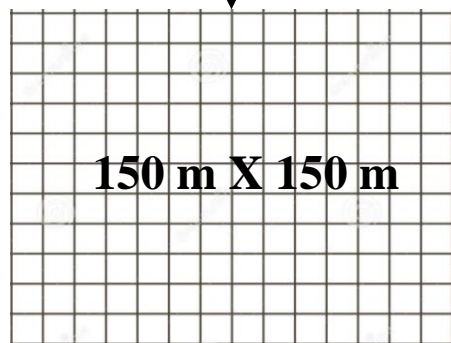
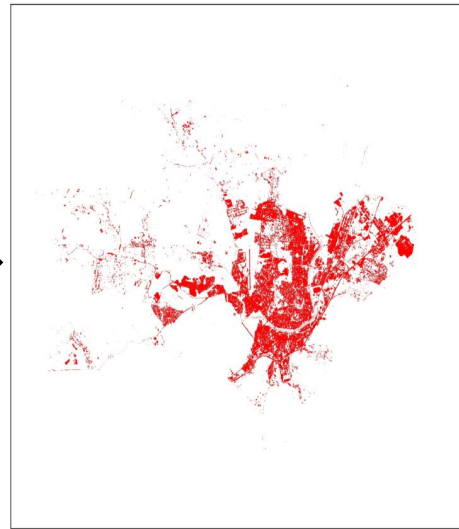


Áreas de Estudo





MLME

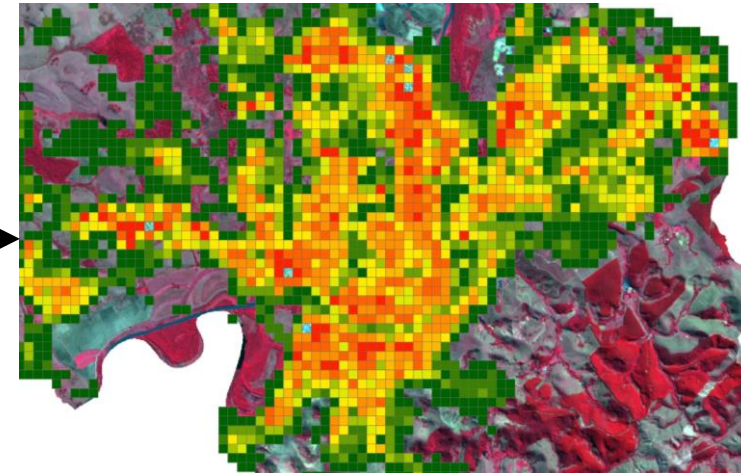


GeoDMA



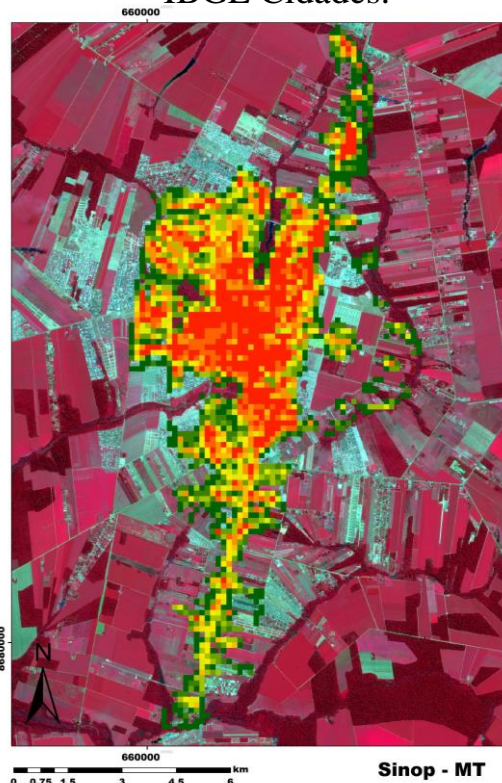
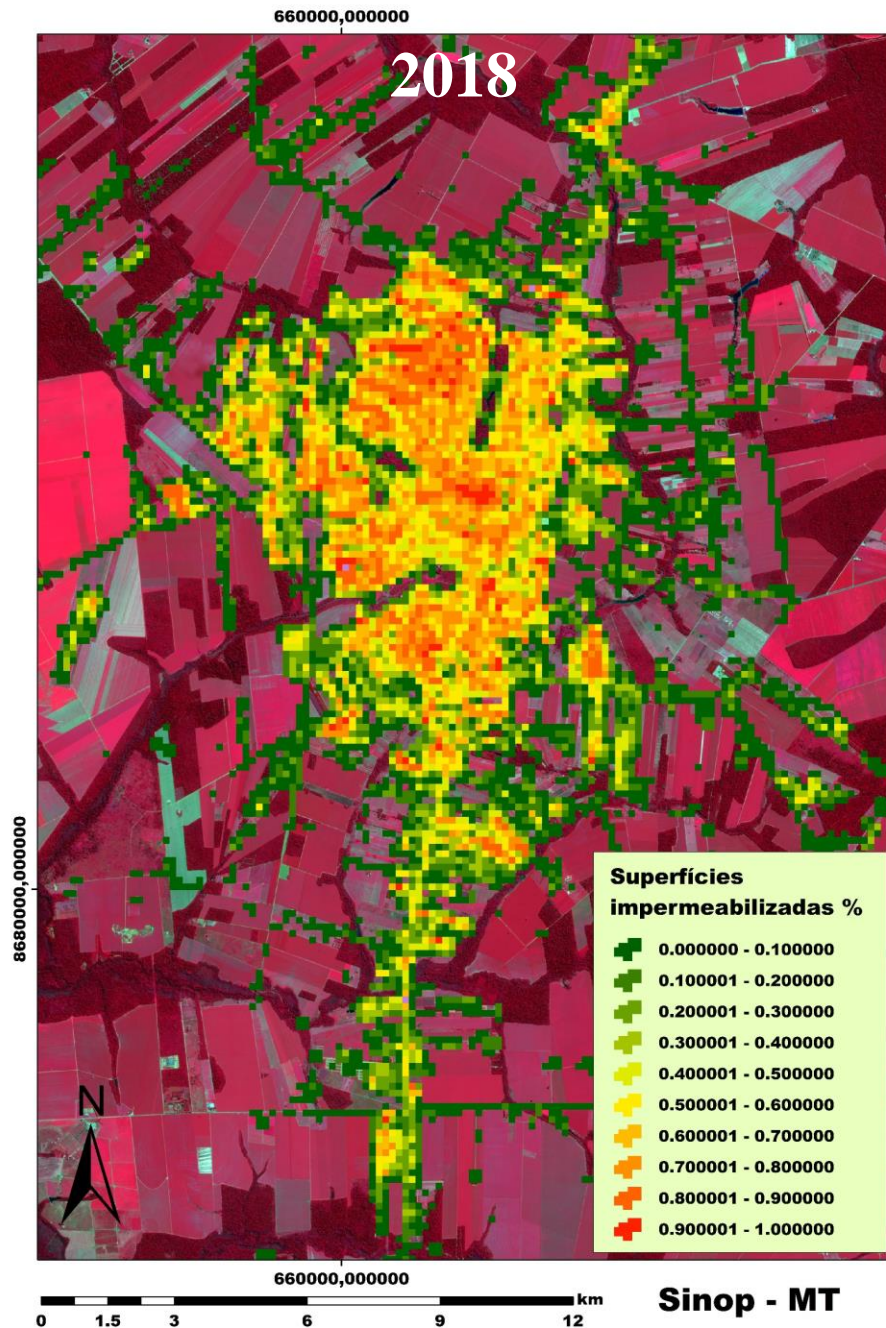
Percentual na paisagem - PLand

**Mapa de superfície de intensidade
de impermeabilização (%)**

Dados de
campo

Erro da classificação

Caracterização da infraestrutura urbana

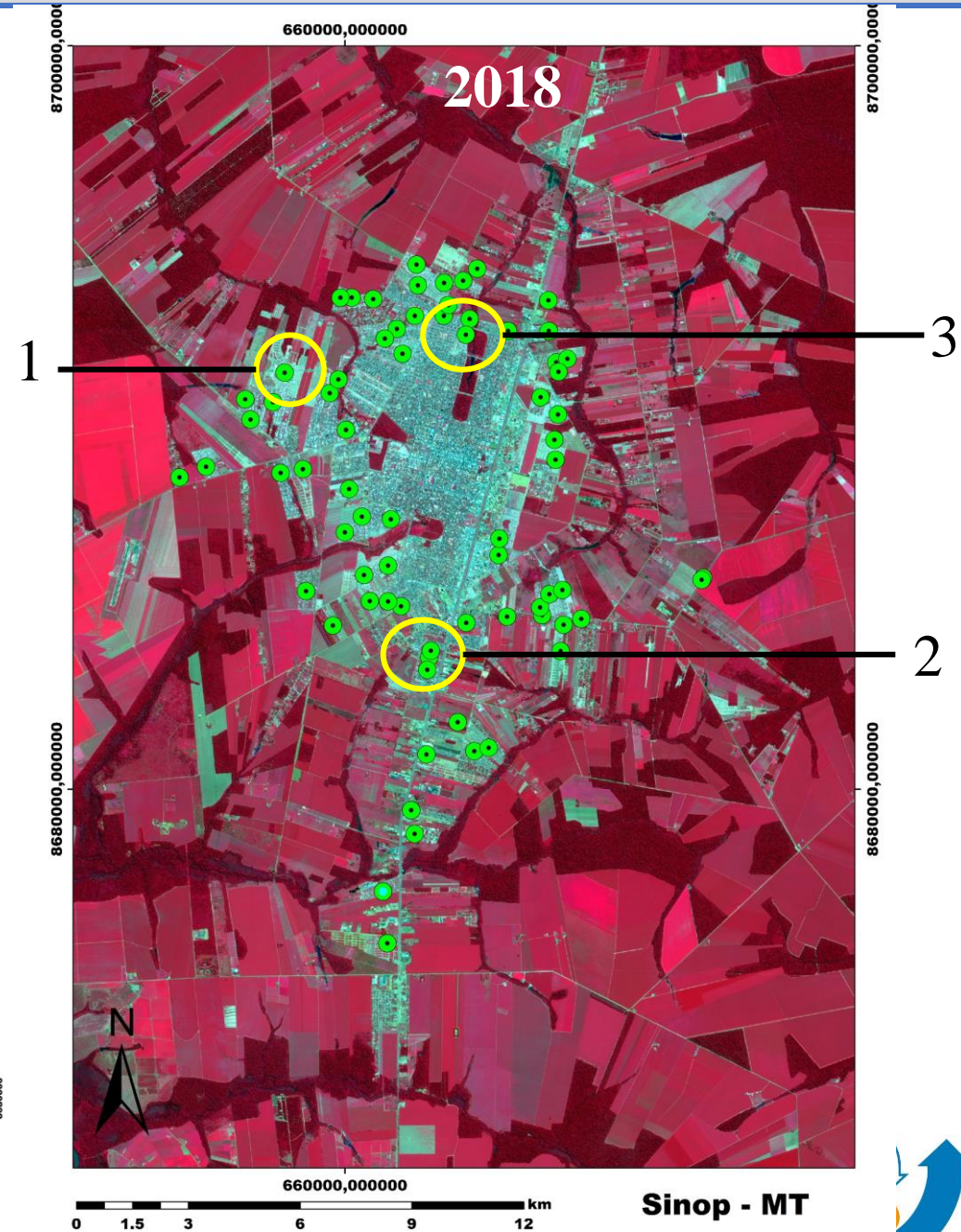


Sinop - MT

Erro: 27,8%
(30 amostras)

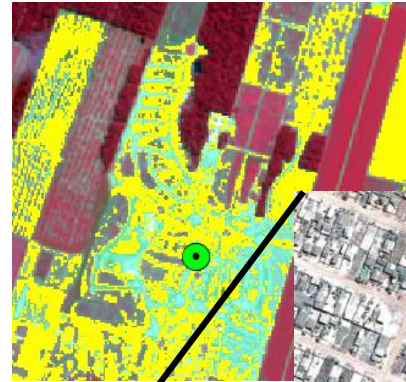
População
2010: 113099
Estimado 2018: 139935

Fonte: CENSO 2010 – IBGE
IBGE Cidades.



Sinop - MT

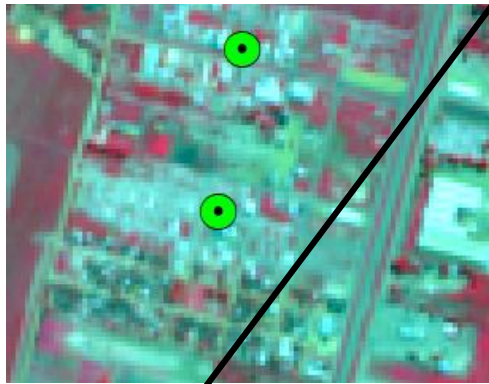
1



2010



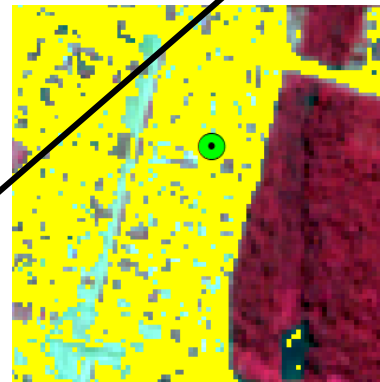
2



Google Earth



3



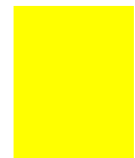
Novo Progresso - PA

População

2010: 25124

Estimado 2018: 25758

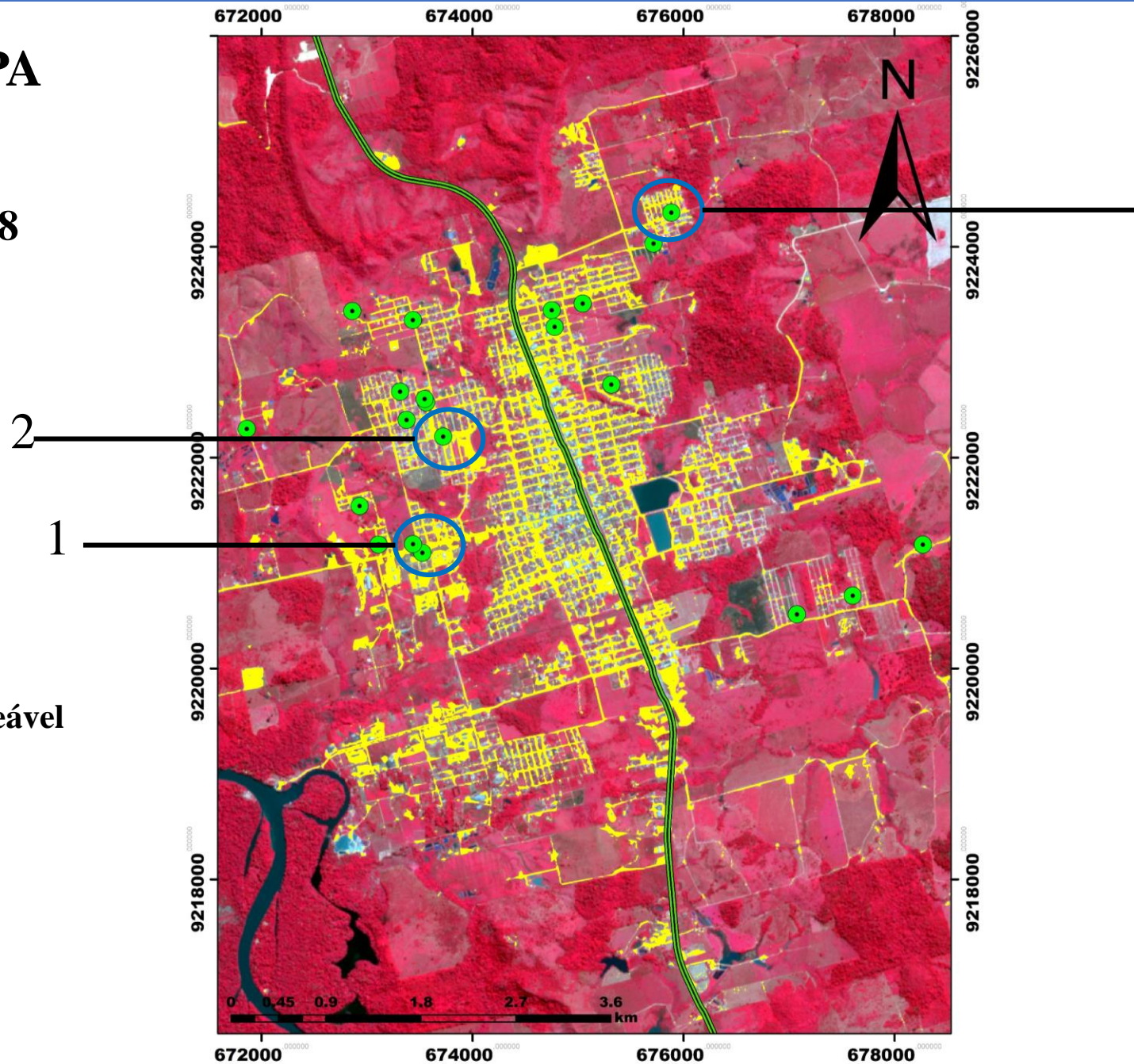
Fonte: CENSO 2010 – IBGE
IBGE Cidades.



Sup. Impermeável



Br-163



Erro: 96,8%

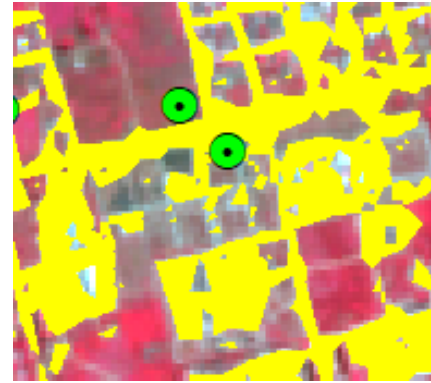
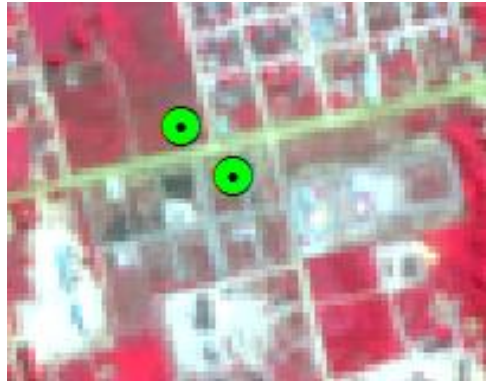
15 amostras

3

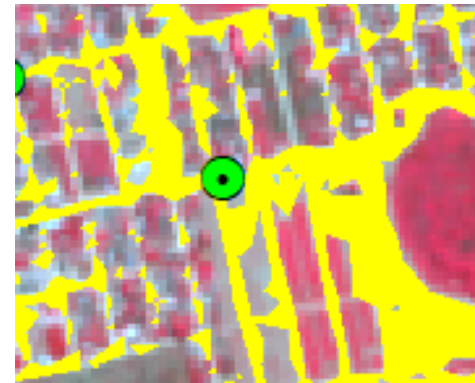
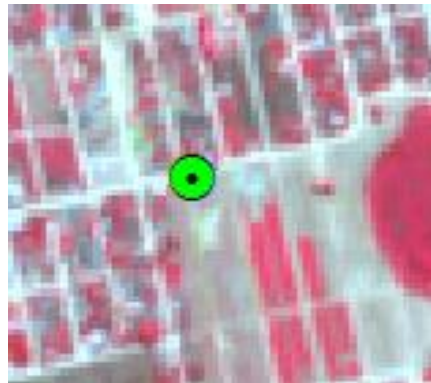
2

1

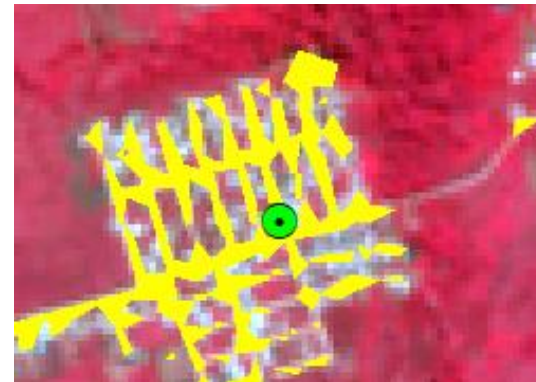
**Novo
Progresso - PA
1**



2



3



Cametá- PA

População

2010: 120896

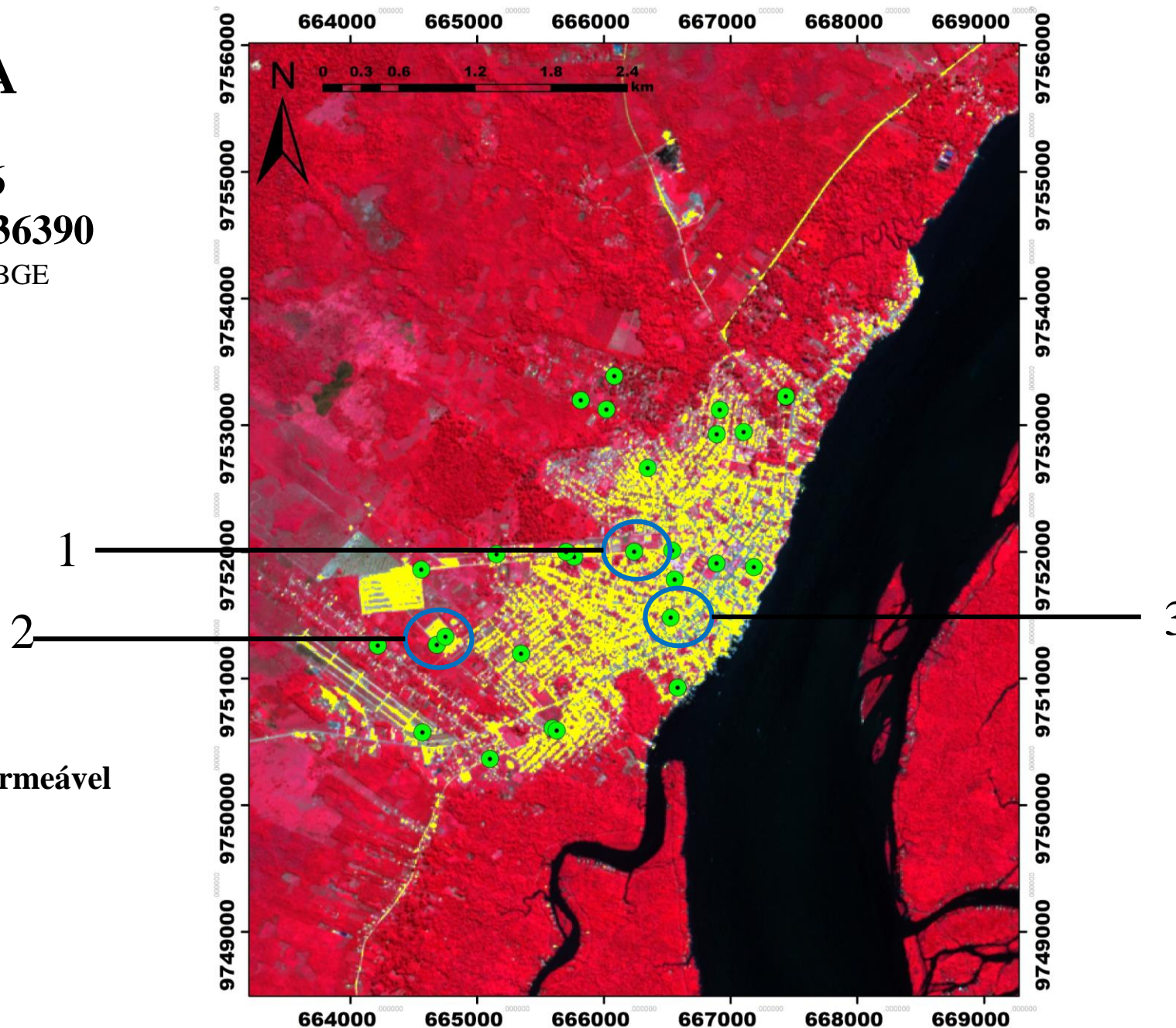
Estimado 2018: 136390

Fonte: CENSO 2010 – IBGE
IBGE Cidades.

Erro: 78,4%
15 amostras

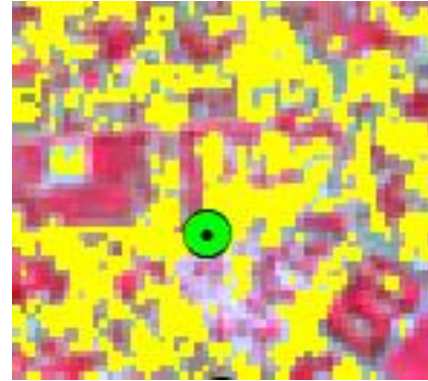
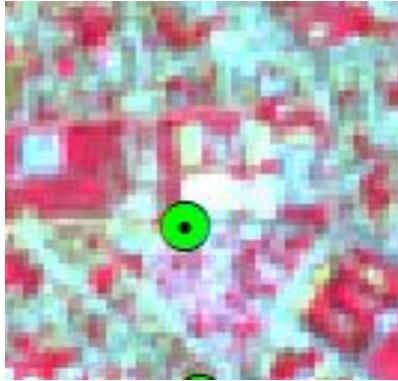


Sup. Impermeável

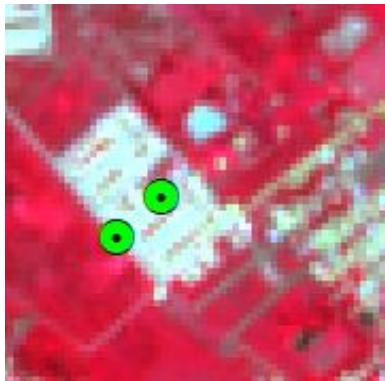


Cametá- PA

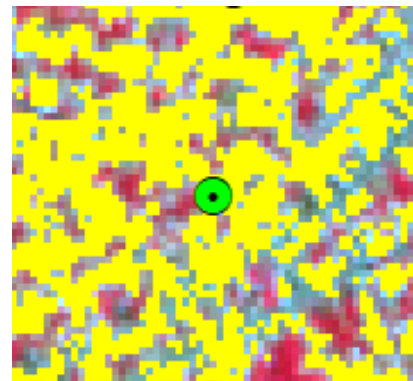
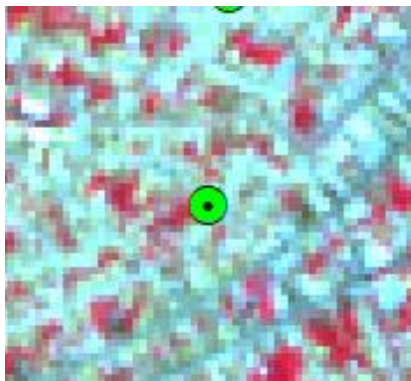
1



2



3



Guaratinguetá - SP

População

2010: 112000

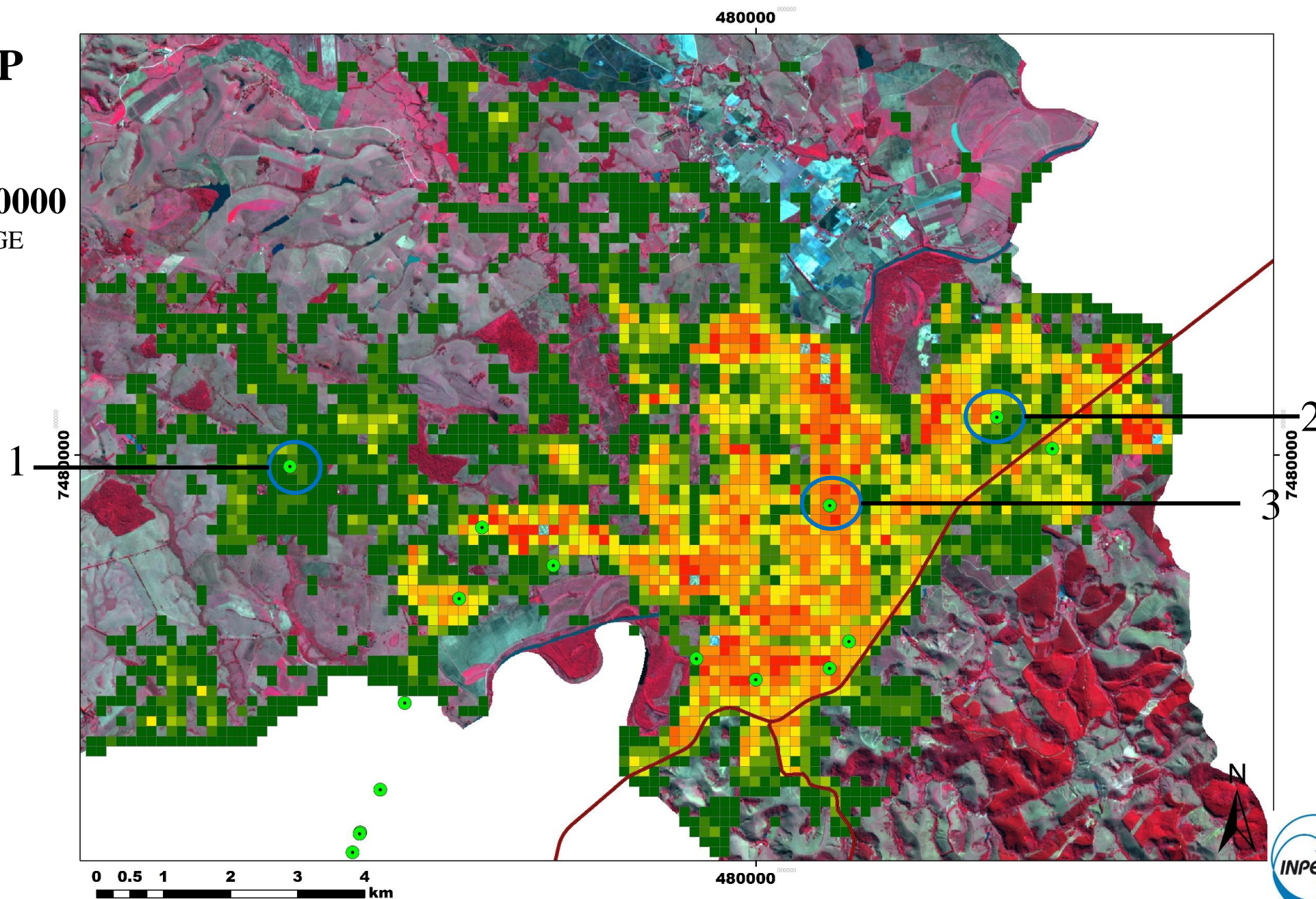
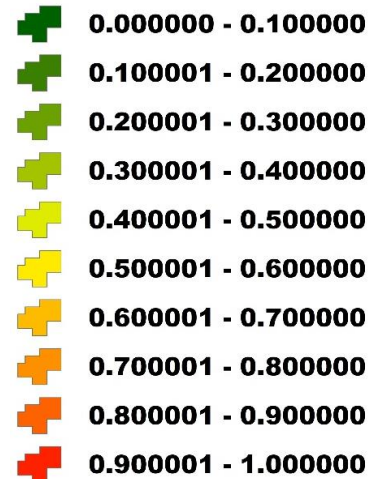
Estimado 2018: 1200000

Fonte: CENSO 2010 – IBGE
IBGE Cidades.

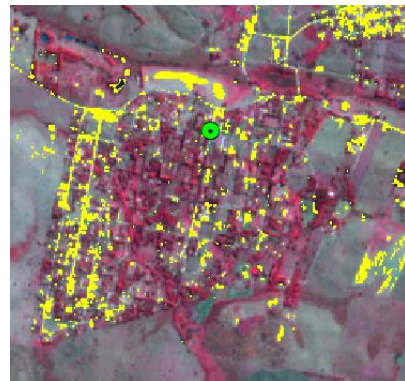
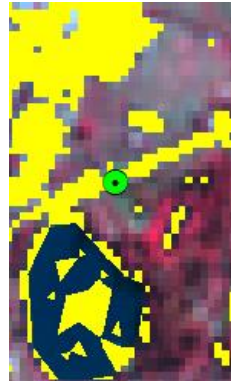
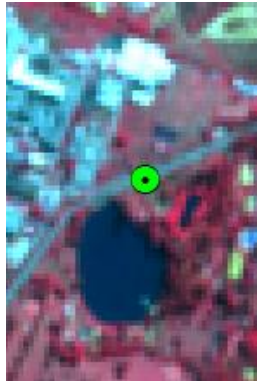
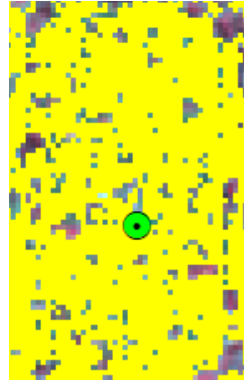
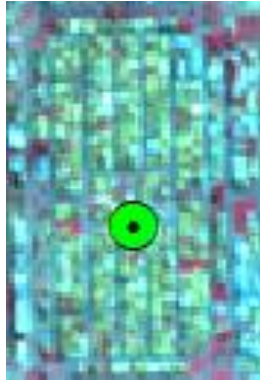
Erro: 25,2%

Superfícies

Impermeabilizadas %



Guaratinguetá SP



Estimativa populacional

- Sinop não apresentou correlação entre densidade populacional e áreas impermeabilizadas;
- Em 2010 grande parte de Sinop não era impermeabilizada (principalmente as regiões residenciais);
- Guaratinguetá apresentou resultado melhores que Sinop na estimativa, porém não suficientes para uma predição precisa (erro relativo e R^2);
- Guaratinguetá possui muitas áreas residenciais impermeabilizadas (contrário de Sinop);
- Landsat possui resolução espacial muito grosseira para estudos urbanos – Generaliza as informações.

Análise exploratória

- Morfologias urbanas distintas;
- Diferentes processos históricos de ocupação resultam e diferentes padrões de ocupação;
- Volume populacional não está relacionado com impermeabilização no estado do Pará;
- Cidades do Pará apresentam condições precárias de saneamento básico (esgoto a céu aberto, falta de água encanada, quase todas as ruas sem asfalto e falta de coleta de lixo);
- Sinop em 2017, demonstra características semelhantes a cidades do Vale do Paraíba, alta impermeabilização e todos elementos do saneamento básico (água, esgoto, pluvial e coleta de resíduos sólidos).

- MLME pode ser utilizado para delimitação da mancha urbana mesmo nas cidades da Amazônia;
- Necessidade de imagens de alta resolução para precisão na estimativa populacional;
- Cidades verticalizadas não se aplica a metodologia.