

*Laboratório de Hidrologia
e Hidrometria*

O crescimento urbano e suas implicações na água subterrânea: o exemplo de Mirassol/SP

**Marcelo Marconato Prates
Josiane Lourencetti**

Orientador: Prof. Dr. Jefferson Nascimento de Oliveira

Bonito, M.S

Outubro, 2012

Introdução

- Com o aumento demográfico em função do desenvolvimento das cidades, amplia-se a demanda por recursos hídricos
- No estado de São Paulo 80% dos municípios são abastecidos parcial ou totalmente por água subterrânea
- Em Mirassol o abastecimento parcial é representado por 72% proveniente da captação de poços e 28% do rio São José dos Dourados
- Em função da expansão urbana ocorre a impermeabilização de áreas dos municípios, que reflete na diminuição das condições de infiltração

Objetivo

Avaliar o crescimento da malha urbana da cidade de Mirassol-SP, e os possíveis impactos sobre o uso, expansão e distribuição do campo de poços utilizados para o abastecimento da mesma.

Materiais e Métodos

- Município: Mirassol
- Área territorial: 243 km²
- Localizado na região noroeste do Estado de São Paulo, sob as coordenadas 20°49' 07'' de latitude Sul e 49°30' 30'' de longitude Oeste
- População: 53.744 habitantes, sendo 97,47% instalada na zona urbana e 2,53% na zona rural

Softwares utilizados: AutoCAD 2007, Google Earth, Microsoft Excel, Spring 5.1.8, Surfer 10

| Software | Extensão importada | Extensão exportada | Processamento realizado |
|--------------------|---------------------------|---------------------------|--|
| AutoCAD 2007 | dxg, tif | dxg | Digitalização de imagens, cálculo de áreas |
| Google Earth | kml | kml | Digitalização de imagens |
| Spring 5.1.8 | kml, dxg e tif | kml, dxg e tif | Conversão de arquivos |
| Surfer 10 (32-bit) | dxg, bln, xls e tif | kml, dxg, bln, tif | Geração de mapas de contorno, de isolinhas e temáticos |
| Microsoft Excel | xls | xls e bln | Geração de Gráficos, tabelas |

- **Avaliação do crescimento populacional**
 - IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística)
 - SEADE (Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados)
- **Foram utilizados dados de 174 poços para a análise**
 - 130 DAEE (Departamento de Águas e Energia Elétrica) de Araraquara
 - 44 SIAGAS (Sistema de Informações de Águas Subterrâneas)
- **Informações dos poços utilizadas**
 - tempo de bombeamento
 - data de construção instalação dos poços
 - vazão

- **Elaboração de mapas temáticos, tabelas e gráficos**
 - Importação e exportação dos dados nas extensões (xls, bln, grd, kml)
 - Processamento final no Surfer 10 e no Microsoft Excel
- **Cálculo de áreas**
 - Digitalização de imagens (Carta topográfica) extensão tif, do IBGE
 - Digitalização de imagem diretamente na tela do Google Earth
 - Cálculo realizado no AutoCAD 2007
- **Avaliação do crescimento da malha urbana**
 - Cartas topográficas IBGE 1972
 - Imagem de satélite 2010 do Google Earth

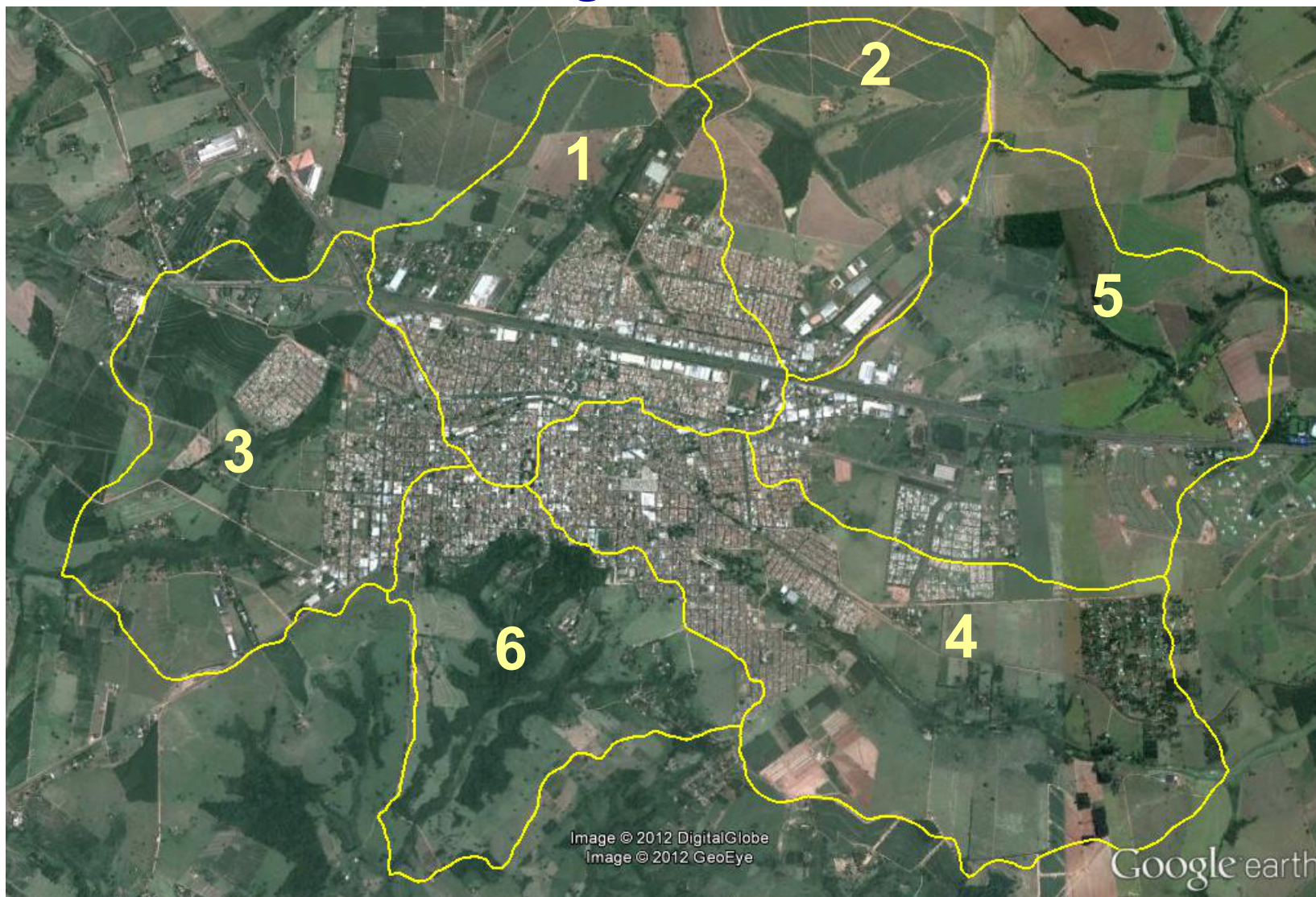
Imagem de satélite do Google Earth utilizada para constatar o crescimento da malha urbana



Imagem de satélite do Google Earth utilizada para constatar o crescimento da malha urbana



Divisões em 6 sub-bacias hidrográficas no Google Earth



Resultados e Discussão

Laboratório de Hidrologia
e Hidrometria

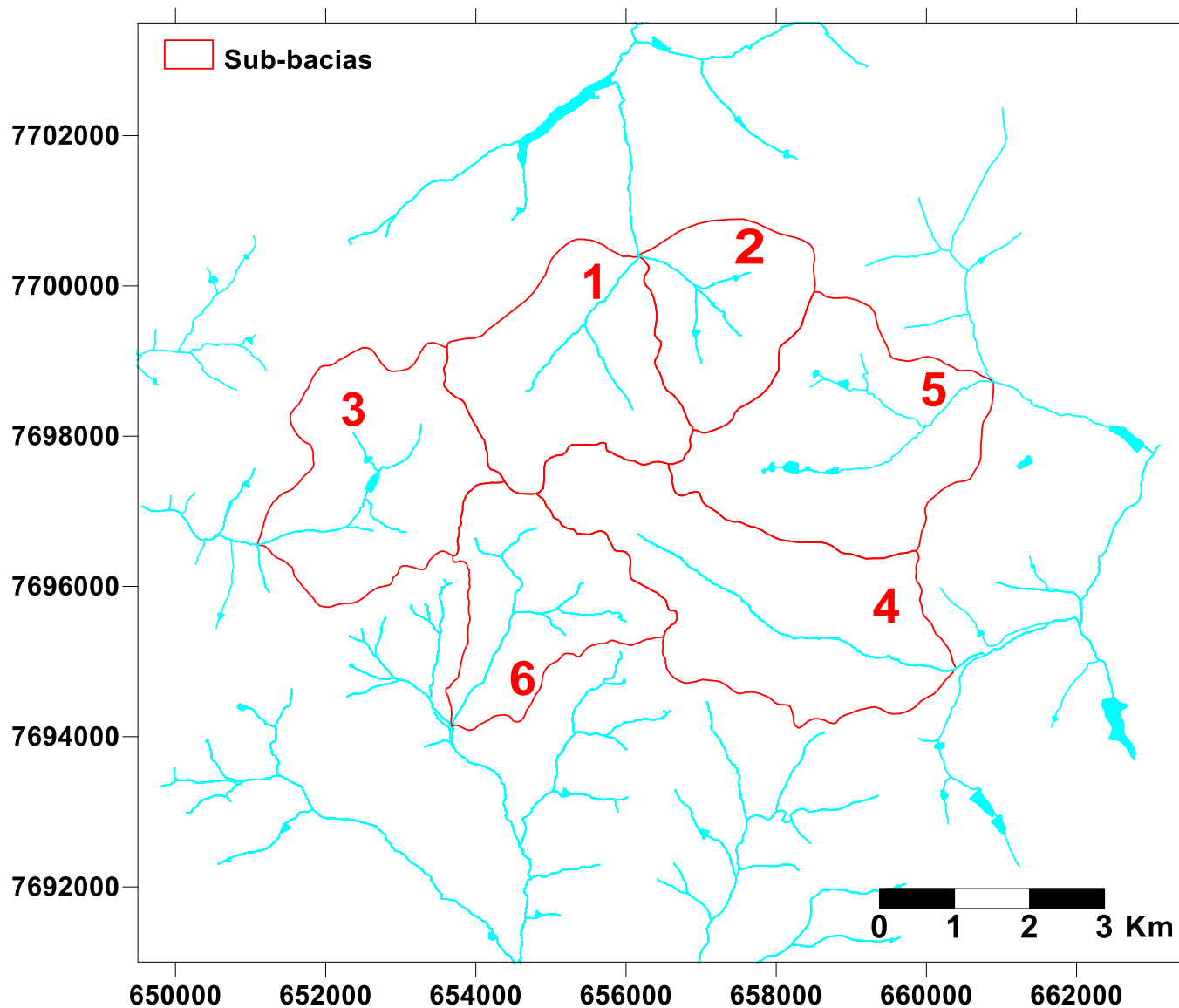


Imagem processada no Surfer 10

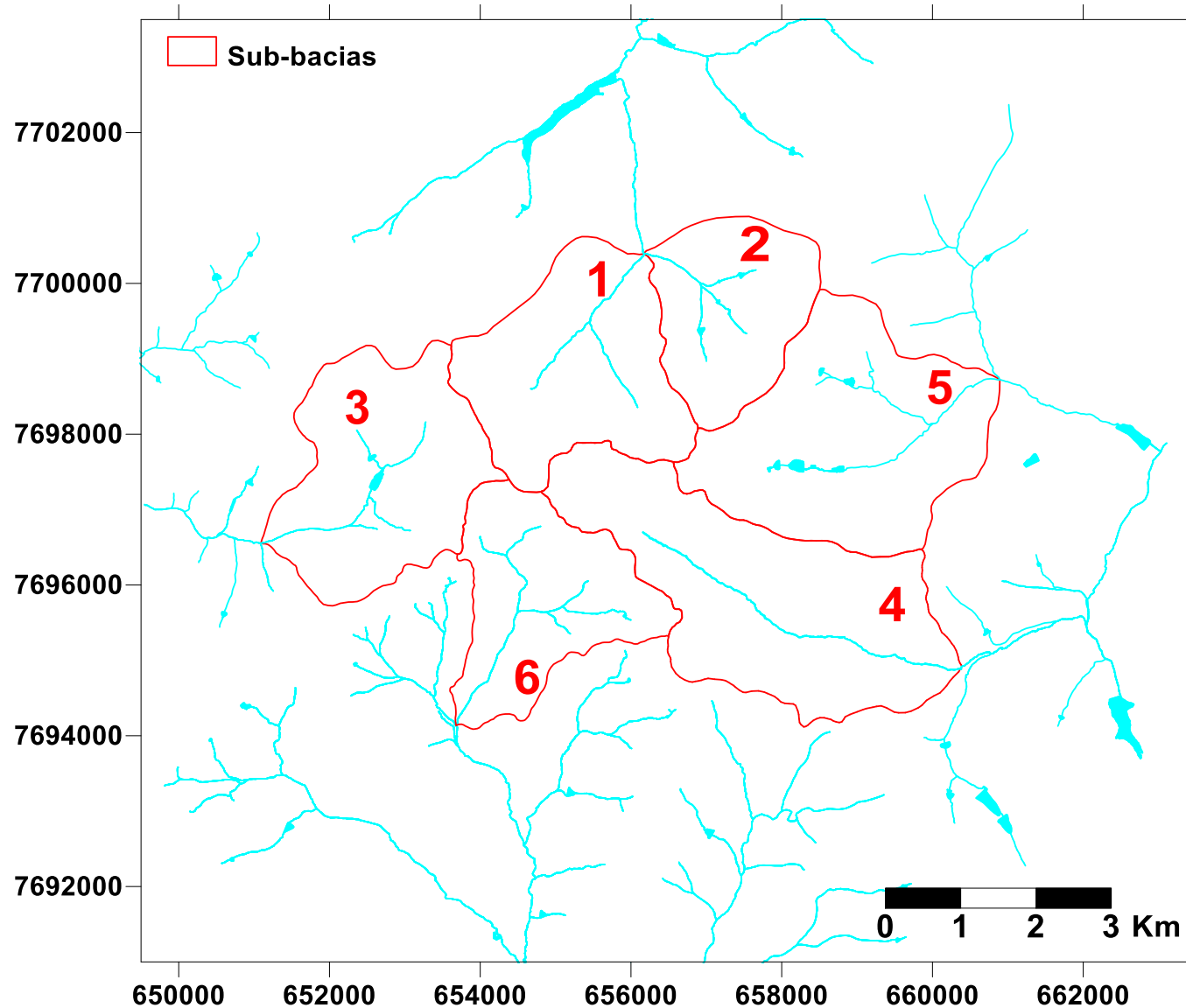


Imagem processada no Surfer 10

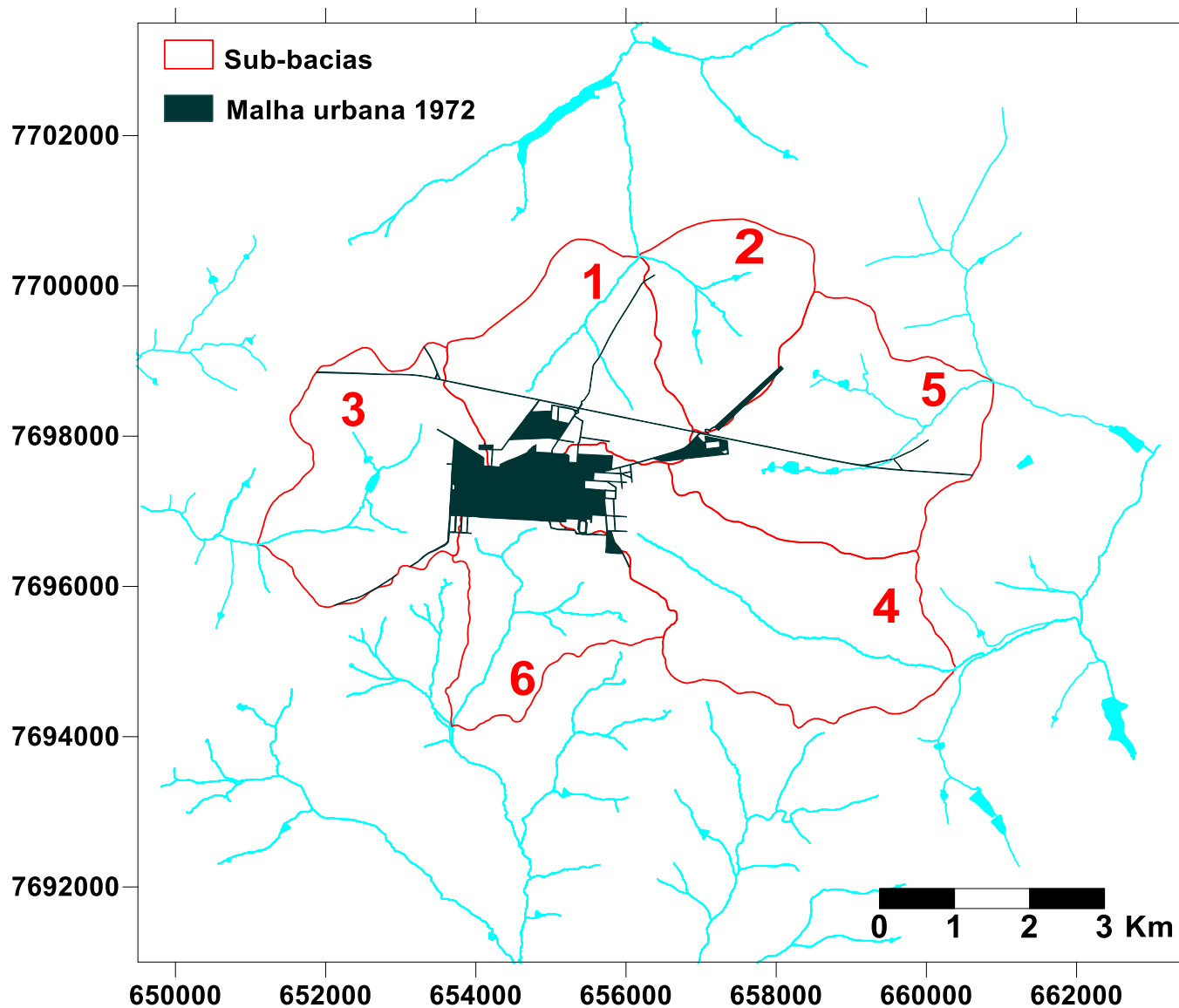
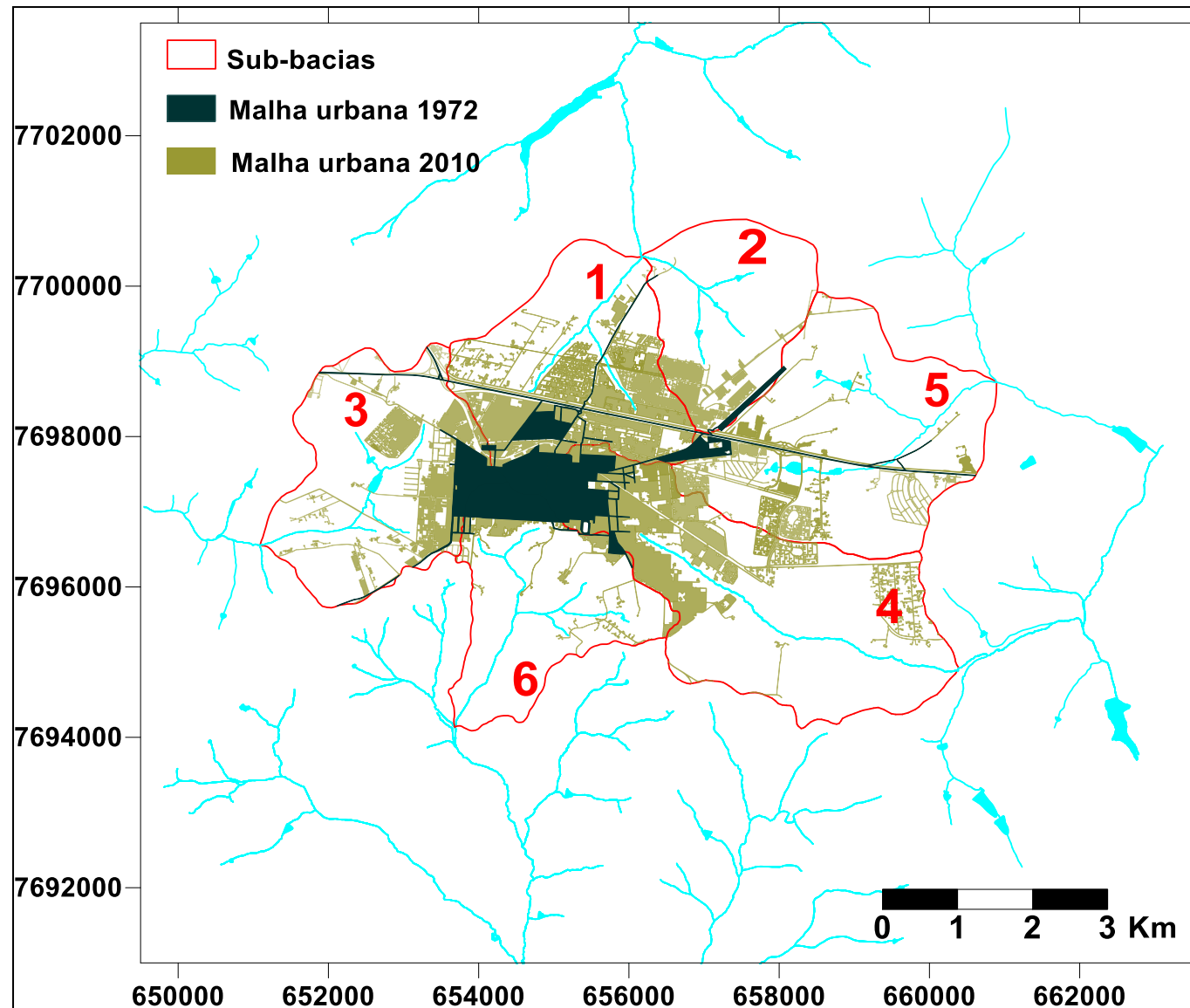
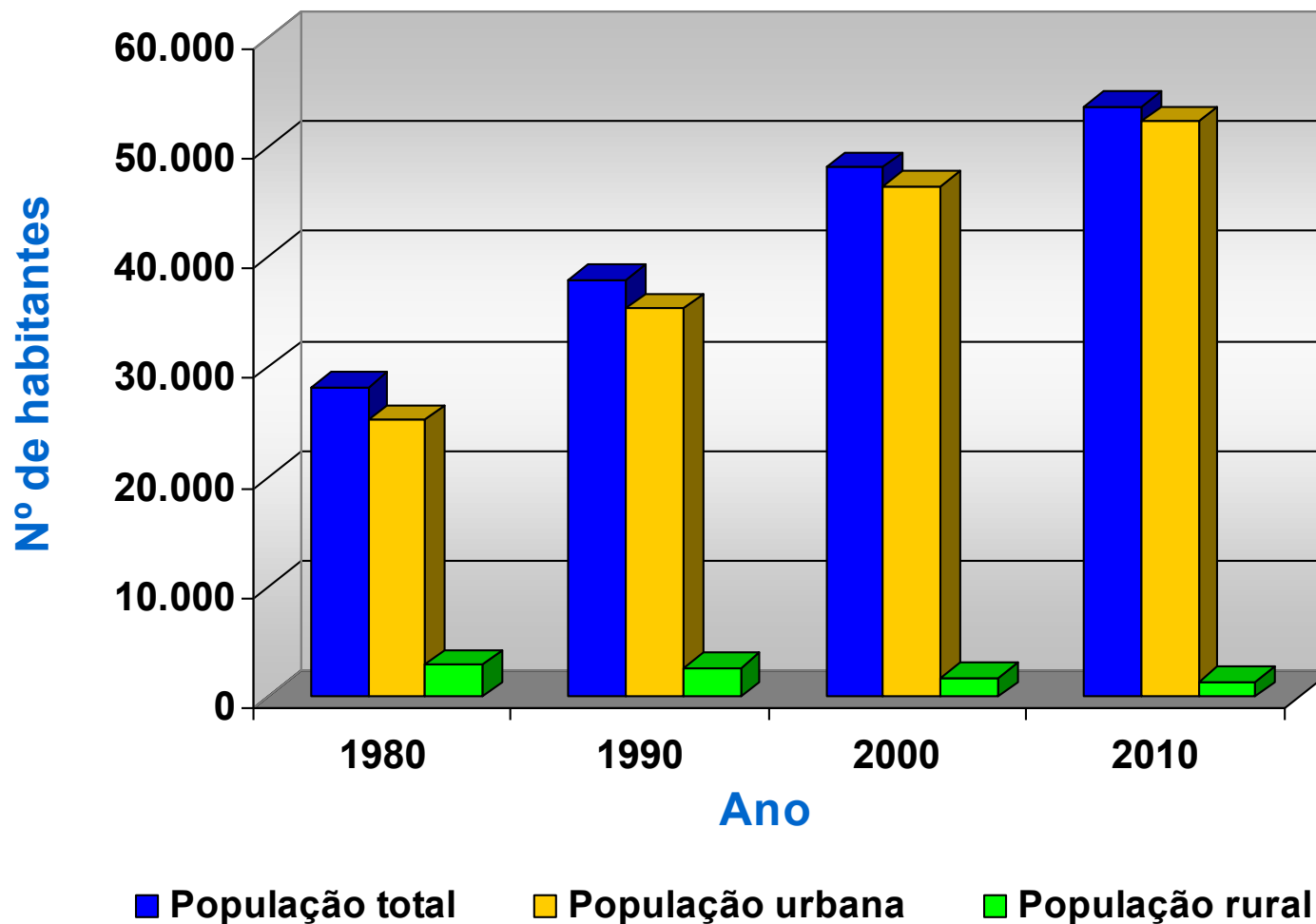


Imagem processada no Surfer 10

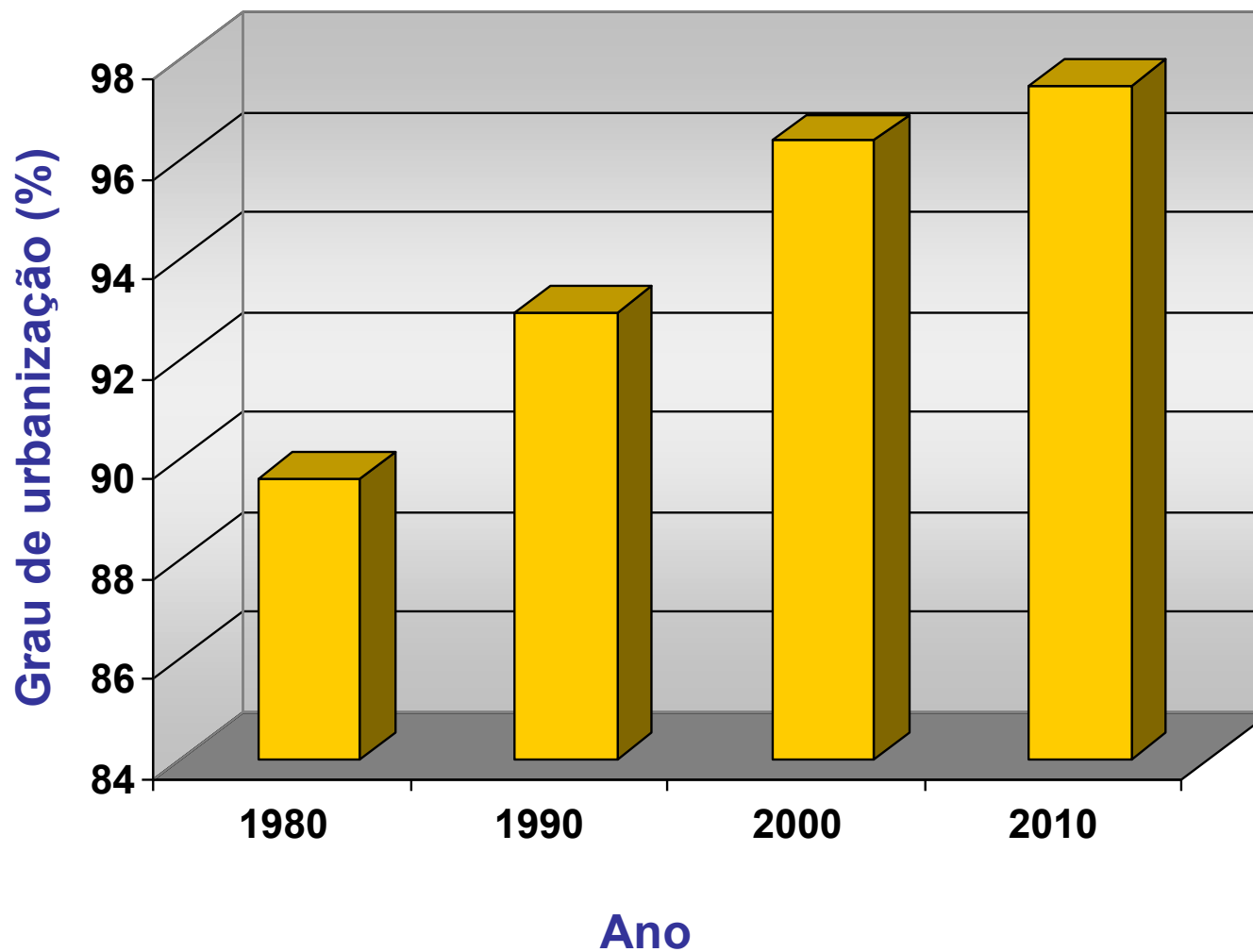


Resultados e Discussão

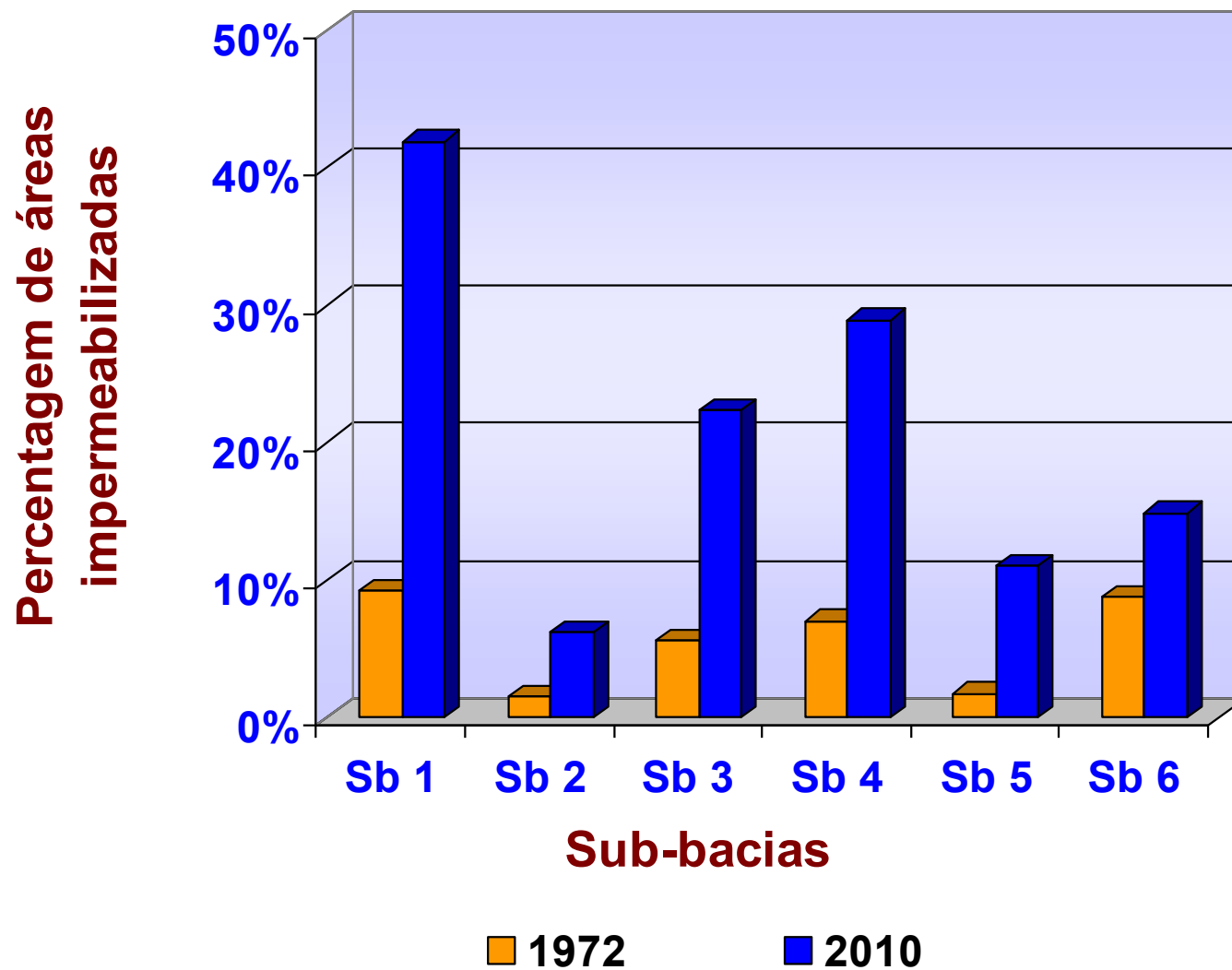
Crescimento populacional entre 1980 e 2010



Grau de urbanização de Mirassol



Aumento da área urbanizada em cada Sub-bacia

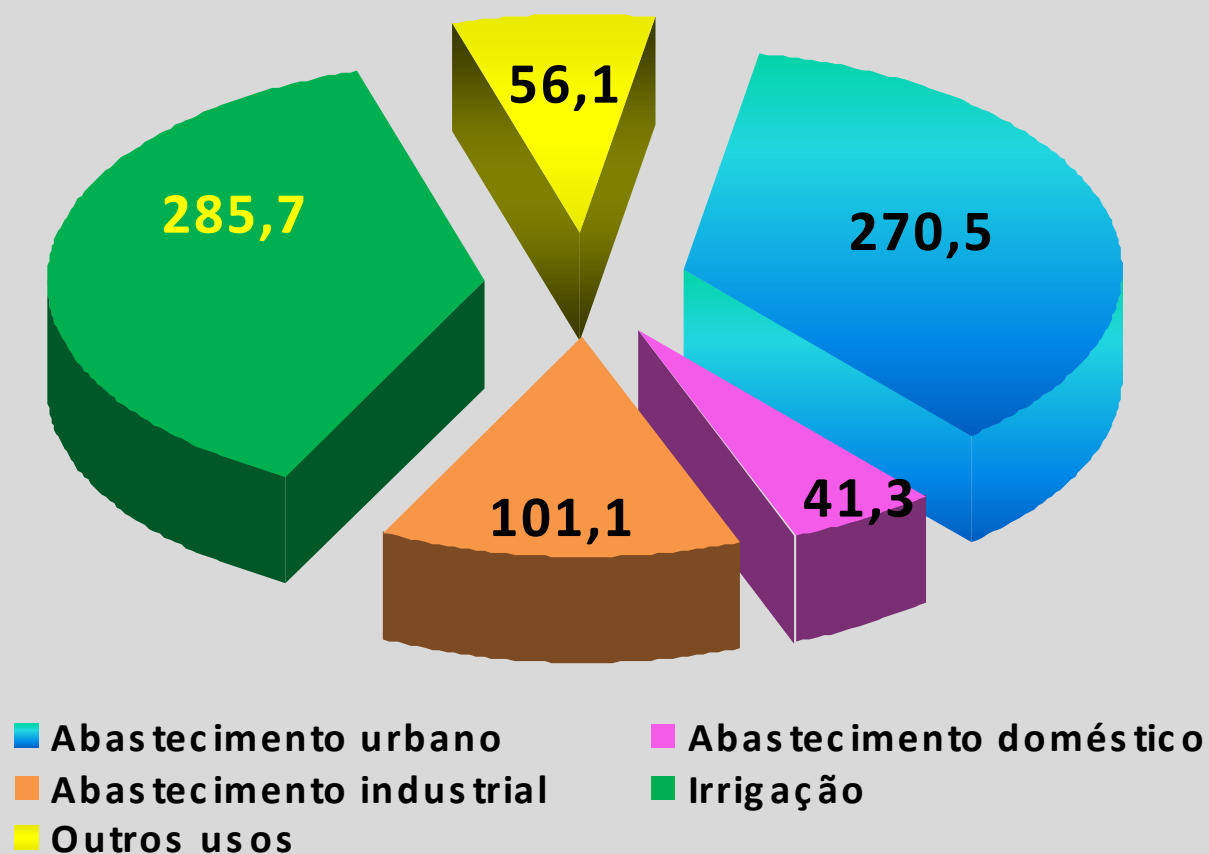


Aumento da área urbanizada em cada Sub-bacia

| Sub-bacias | Área total (ha) | Malha urbana (1972) | | Malha urbana (2010) | |
|--------------|-----------------|---------------------|-----------------|---------------------|-----------------|
| | | Área (ha) | % da área total | Área (ha) | % da área total |
| 1 | 671,02 | 61,82 | 9,21% | 281,29 | 41,92% |
| 2 | 456,24 | 6,58 | 1,44% | 28,02 | 6,14% |
| 3 | 694,22 | 38,65 | 5,57% | 155,22 | 22,36% |
| 4 | 996,34 | 70,05 | 7,03% | 288,22 | 28,93% |
| 5 | 887,98 | 15,2 | 1,71% | 97,81 | 11,01% |
| 6 | 548,08 | 47,97 | 8,75% | 81,42 | 14,86% |
| Total | 4253,88 | 240,27 | 5,65% | 931,97 | 21,91% |

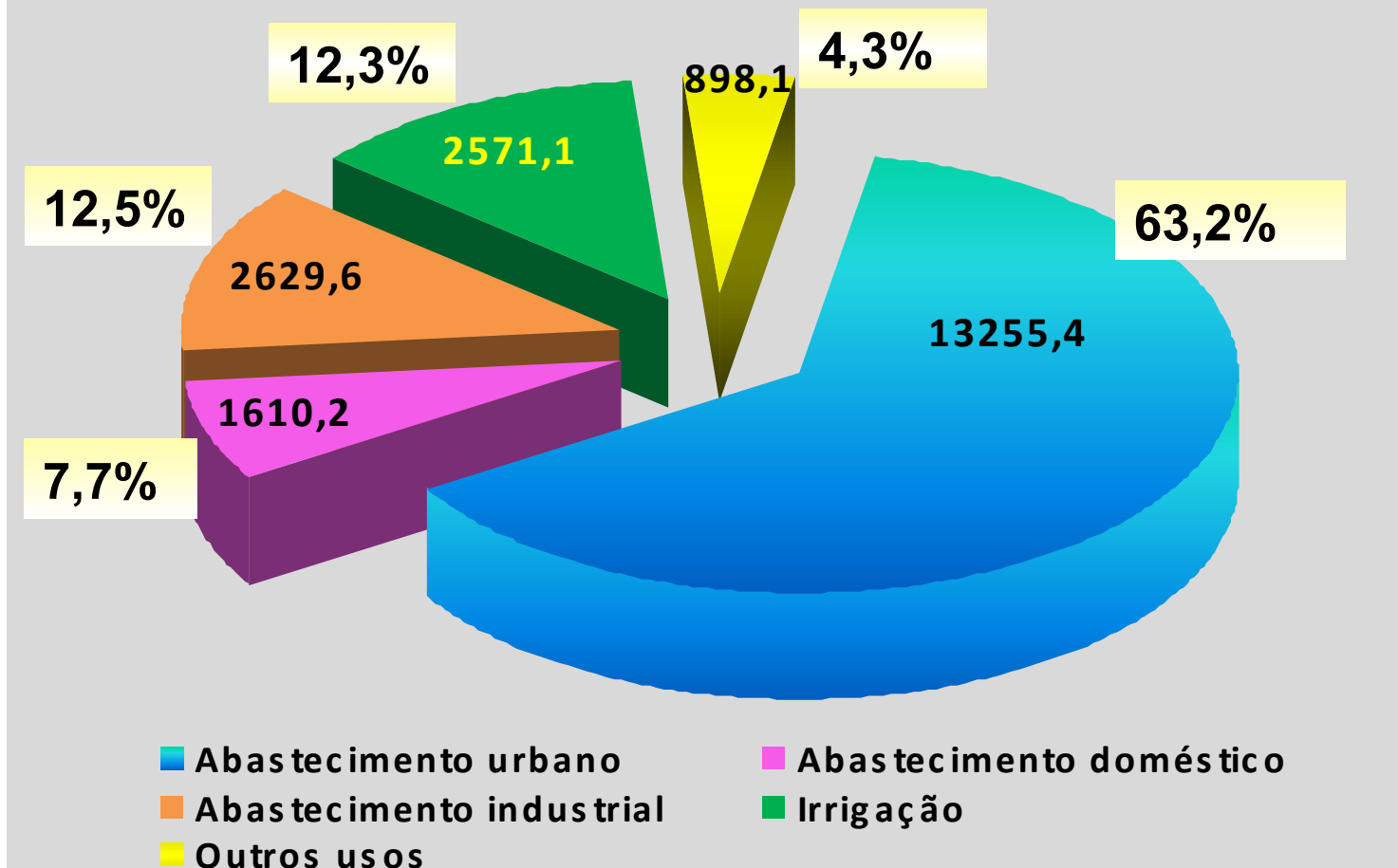
Quantificação da vazão explorada

Vazão média por poço de acordo com o uso destinado (m³/dia)

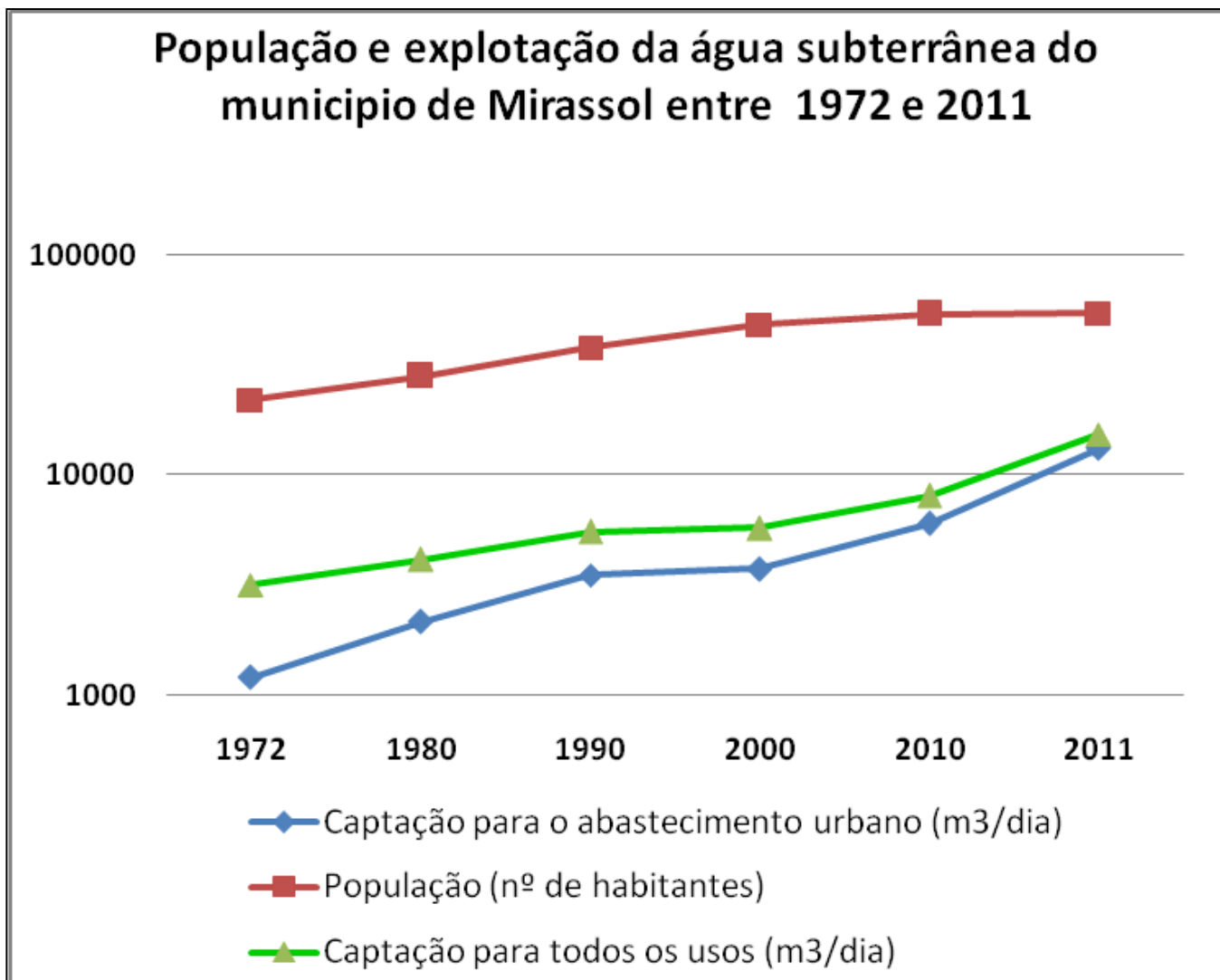


Quantificação da vazão explorada

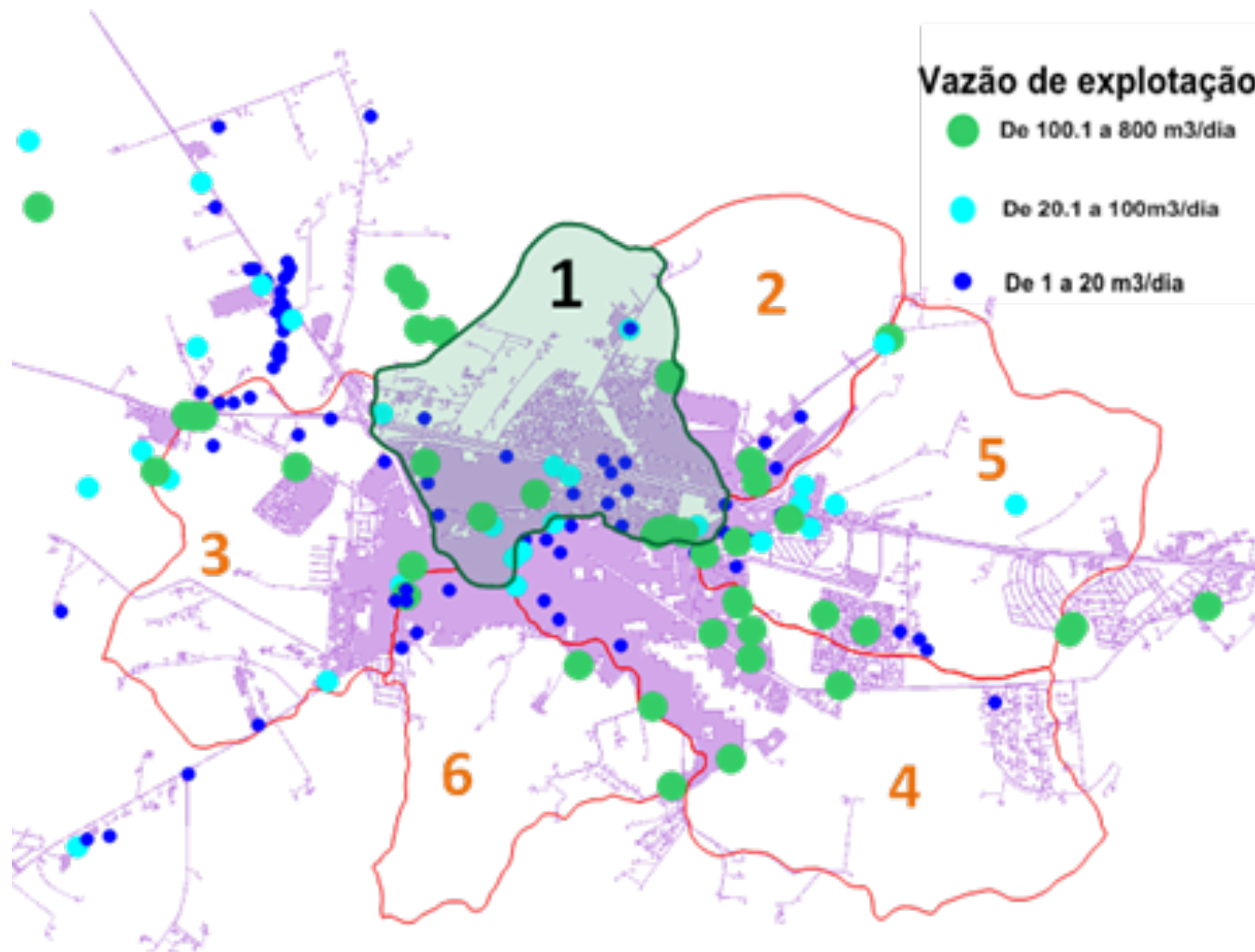
Vazão média por poço de acordo com o
uso destinado (m^3/dia)



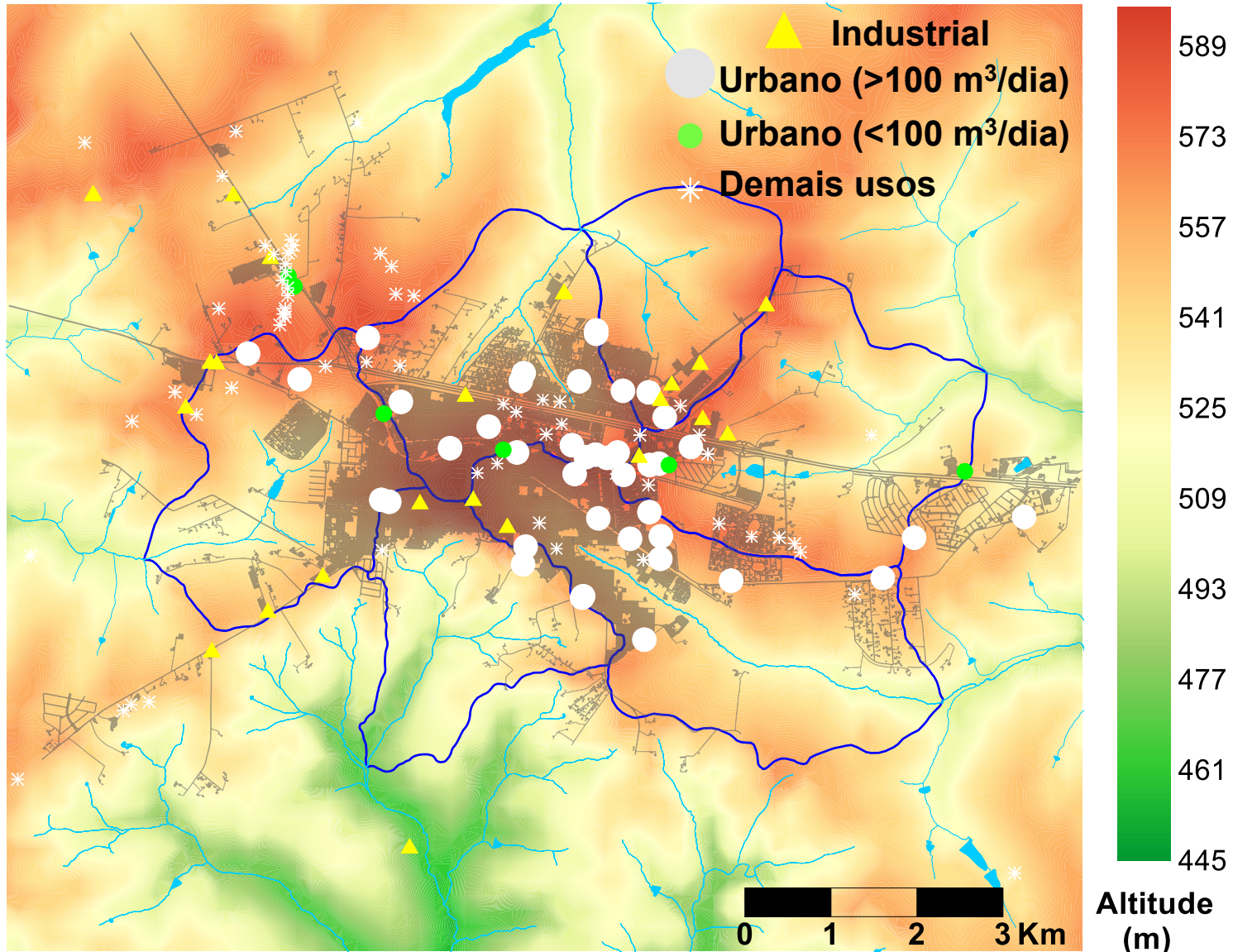
Evolução da exploração de água subterrânea x crescimento populacional



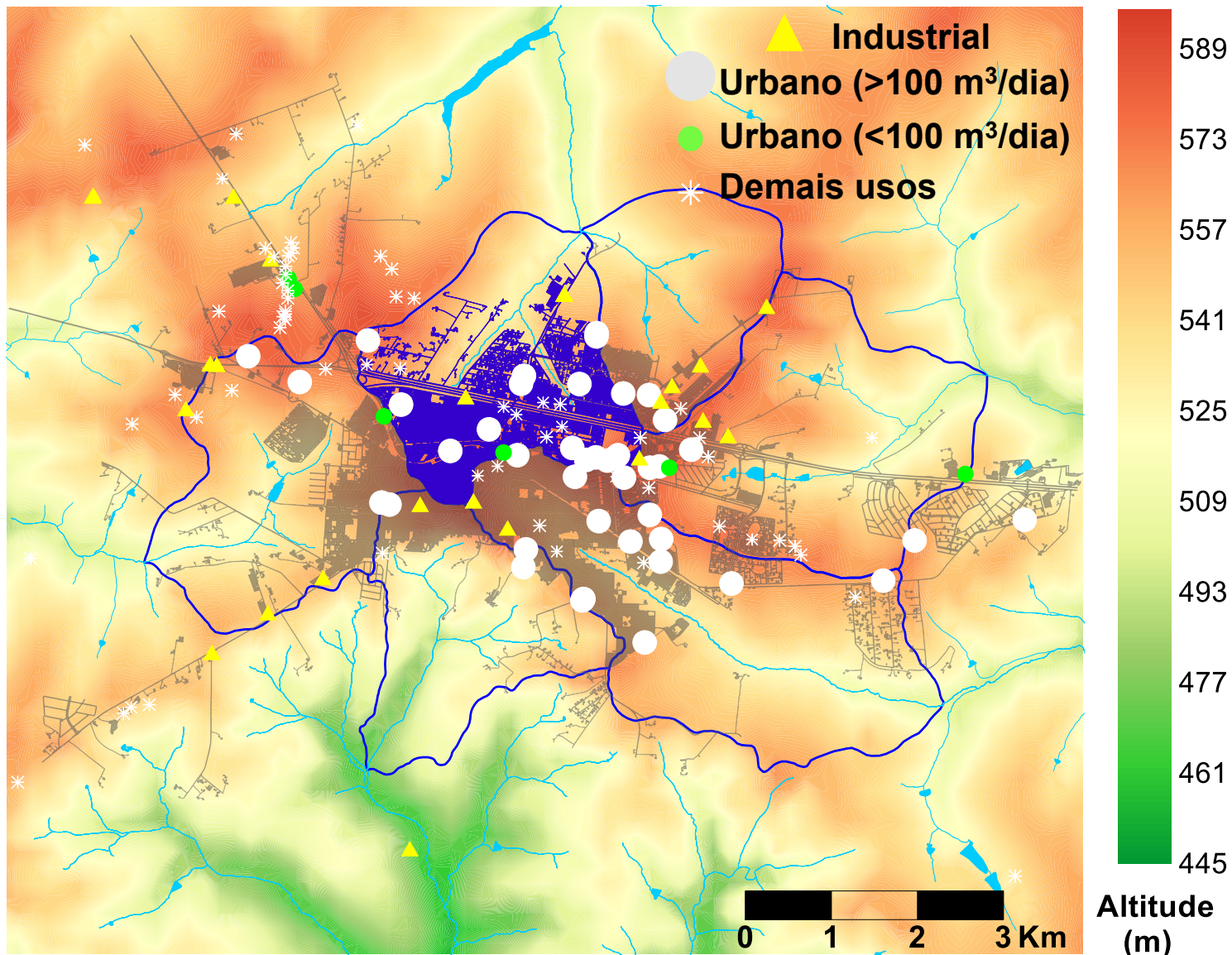
Sub-bacia 1 – Maior percentagem de urbanização



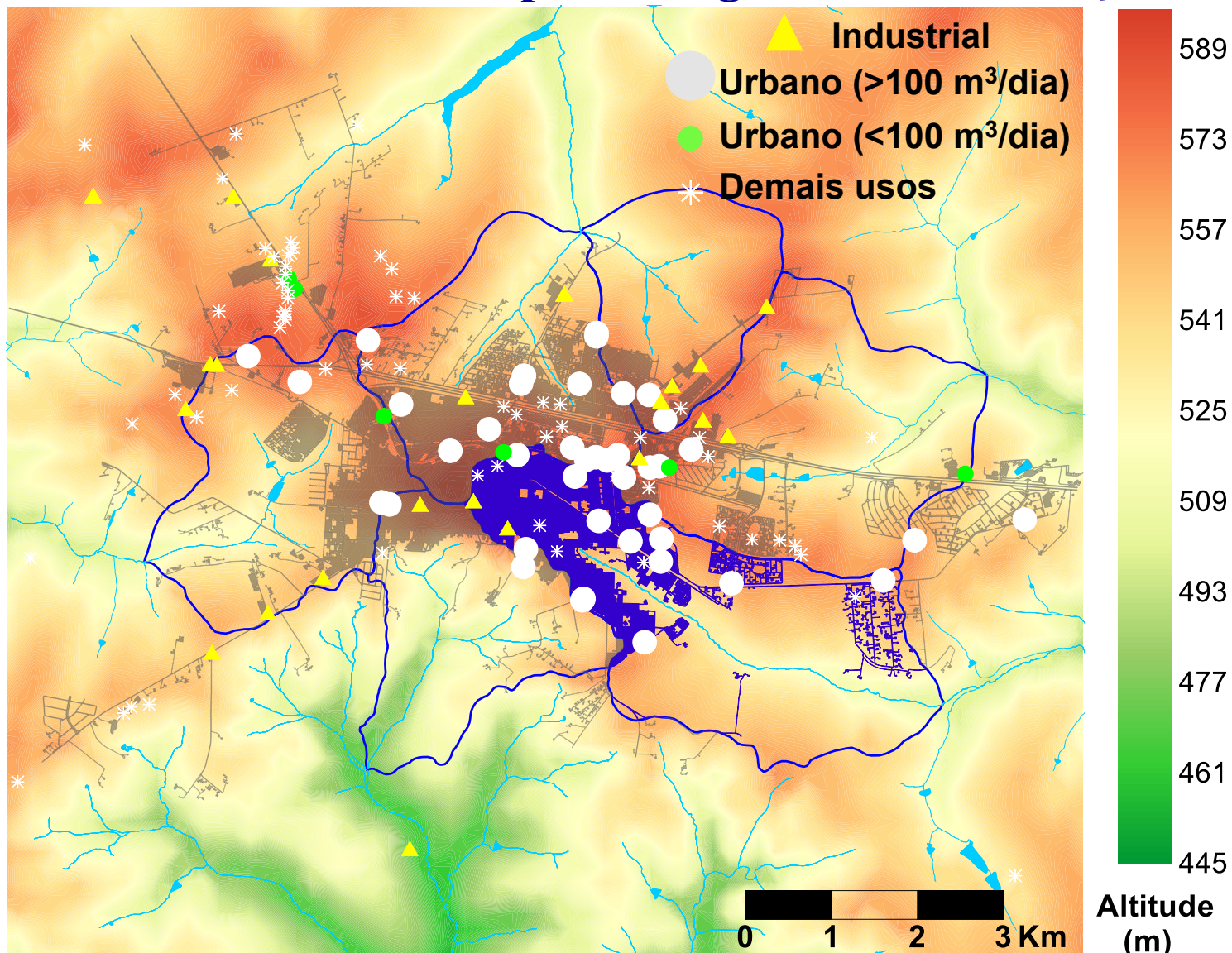
Poços nas áreas de maior impermeabilização



Sub-bacia 1 – Maior percentagem de urbanização



Sub-bacia 4 – Grande porcentagem de urbanização



Conclusões

- Ficou evidenciado o crescimento das áreas urbanizadas, que podem contribuir significativamente nas condições de recarga do manancial subterrâneo
- Outro fator considerado é o aumento da exploração de água para abastecimento urbano, aliado à concentração de poços nas regiões com maior adensamento de áreas impermeáveis
- Isoladamente esses fatores possuem potencial para provocar um rebaixamento do nível freático, porém atuando em conjunto a situação se agrava

Agradecimentos

Pelo auxílio financeiro dispensado.

- A Pró-Reitoria de Pós-Graduação da Unesp; e
- Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil.