

# O CRESCIMENTO URBANO E SUAS IMPLICAÇÕES NA ÁGUA SUBTERRÂNEA: O EXEMPLO DE MIRASSOL/SP

Marcelo Marconato Prates<sup>1</sup>, Josiane Lourencetti<sup>2</sup>, Jefferson Nascimento de Oliveira<sup>3</sup>

**Resumo** - A busca pela utilização dos recursos hídricos subterrâneos decorre do crescente aumento populacional, do aspecto quantitativo e qualitativo dos mananciais superficiais e das vantagens apresentadas no sistema convencional de tratamento de água. Com a expansão urbana intensifica-se o processo de impermeabilização do solo, reduz-se a capacidade de infiltração, diminuindo a recarga dos aquíferos. Aliado a este fator têm-se o aumento da extração de água subterrânea para suprir a demanda, proporcionando ambas as situações, o rebaixamento do lençol freático, podendo esgotar o aquífero. Foi estudada a ocorrência de impactos sobre o recurso hídrico subterrâneo, decorrentes do crescimento populacional de Mirassol, como a impermeabilização do solo e o aumento da demanda hídrica. Os resultados demonstram um aumento de 3,88 vezes das áreas impermeáveis no município entre 1972 e 2010, ocorrendo no mesmo período um crescimento populacional de 145%, o que refletiu no consumo de água, principalmente para o uso no abastecimento urbano, aumentando de 1.201 m<sup>3</sup>/d em 1972, para 13.255 m<sup>3</sup>/d em 2011, a exploração do campo de poços para esta finalidade.

**Abstract** – The search for the use of groundwater resources follows from the growing increase population, of the quantitative and qualitative aspects of surface source and the advantages presented in the conventional system water treatment. With the urban expansion intensifies the process of soil impermeability, reduces the infiltration capacity, reducing the aquifer recharge. Allied to this factor have been the increase in the extraction of groundwater to supply the demand, providing both situations, the lowering the water table, which can exhausting the aquifer. Was studied the occurrence of impacts on underground water resources, due population growth of Mirassol, as soil impermeability and the increased water demand. The results show an increase of 3.88 times of the impermeable areas in the municipality between 1972 and 2010, occurring in the same period a population growth of 145%, which resulted in water consumption, mainly for use in the urban supply, increasing from 1201 m<sup>3</sup>/d in 1972, to 13255 m<sup>3</sup>/d in 2011, the exploitation of the well field for this purpose.

**Palavras-chave:** Exploração de água; Áreas impermeáveis; Abastecimento urbano.

<sup>1</sup> Laboratório de Hidrologia e Hidrometria – LH<sup>2</sup> - Departamento de Engenharia Civil – DEC – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FEIS) UNESP – Campus de Ilha Solteira. Alameda Bahia, 550 – Norte, Caixa Postal 31 Ilha Solteira – SP. Brasil. CEP 15385000. Fone: (18) 3743-1137. E-mail: mmp1973@hotmail.com

<sup>2</sup> LH<sup>2</sup> - DEC – FEIS – UNESP. E-mail: annyloutti88@gmail.com

<sup>3</sup> LH<sup>2</sup> - DEC – FEIS – UNESP. E-mail: jeffno@dec.feis.unesp.br

## **1 – INTRODUÇÃO**

Com o crescente aumento demográfico em função do desenvolvimento das cidades, verifica-se a ampliação da 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 [1] e [2].

Em função da expansão urbana ocorre a impermeabilização de áreas dos municípios, o que reflete na diminuição das condições de infiltração, bem como da área de recarga dos aquíferos, ocorrendo ainda o aumento da quantidade de água consumida.

## **2 – OBJETIVOS**

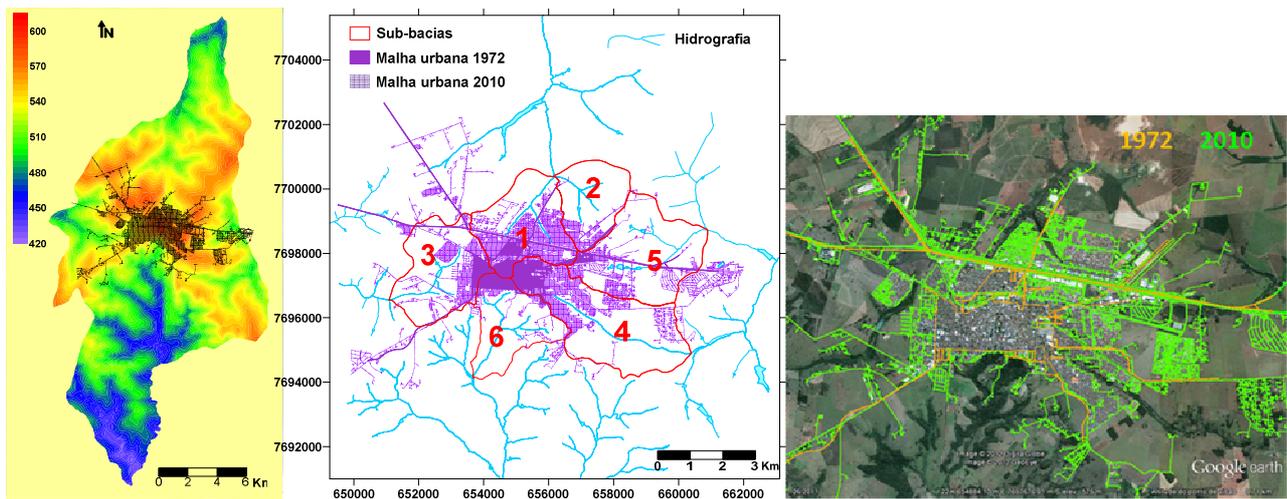
O trabalho teve por objetivo a avaliação do crescimento da malha urbana da cidade de Mirassol-SP, e os possíveis impactos sobre o uso e expansão da distribuição do campo de poços utilizados para o abastecimento da mesma.

## **3 – MATERIAIS E MÉTODO**

Este trabalho foi conduzido sob a óptica de dois aspectos principais: O fator da impermeabilização sobre áreas de recarga do aquífero freático e o aumento do consumo de água em função do crescimento populacional.

Mirassol está situada na região noroeste do Estado de São Paulo, entre as coordenadas 20°49'07'' de latitude Sul e 49°30'30'' de longitude Oeste. Ocupa uma área territorial de 243,2 km<sup>2</sup>, totalizando uma população de 53.744 habitantes em 2010, sendo 97,47% instalada na zona urbana e 2,53% na zona rural [3].

A área urbanizada ocupa praticamente as regiões mais altas do limite do município, local de cabeceira de nascentes de alguns cursos d'água inseridos em seis micro-bacias hidrográficas parcialmente urbanizadas, denominadas convencionalmente de sub-bacias 1, 2, 3, 4, 5 e 6, conforme se observa na Figura 1.



**Figura 1. Áreas urbanizadas de Mirassol, destacadas em mapa temático, Modelo digital de elevação e imagem de satélite do Google Earth**

O crescimento da malha urbana foi constatado e contabilizado utilizando-se duas fontes de informação de épocas distintas: cartas topográficas do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), folhas SF-22-X-B-IV-3 e SE-22-X-A-VI-4, do ano de 1972 e imagens de satélite produzidas pelo software Google Earth referente ao ano de 2010.

O processamento das imagens foi realizado com o auxílio dos softwares AutoCAD 2007, Google Earth, Microsoft Excel, Spring 5.1.8 e Surfer 10 (32-bit). O Quadro 1 descreve as extensões compatíveis entre os softwares utilizados e a forma de processamento das imagens.

**Quadro 1. Compatibilidade e funcionalidade dos softwares utilizados para o processamento de imagens e arquivos**

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

Para a avaliação do crescimento populacional foi utilizado o banco de dados do IBGE e do SEADE (Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados) da Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Regional do Estado de São Paulo.

A quantidade e uso da água explotada, tempo de bombeamento, data de construção e instalação dos poços, foram verificados por meio de consultas ao banco de dados do SIAGAS (Sistema de Informação de Águas Subterrâneas) e do DAEE (Departamento de Água e Energia Elétrica) do Estado de São Paulo.

## 4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2 é apresentado um quadro geral, com gráficos, tabela e mapas temáticos, mostrando o aumento da área urbanizada, constatado entre os anos de 1972 e 2010, em cada sub-região delimitada e em sua totalização, com destaque à sub-bacia 1, que apresentou maior percentagem de urbanização. Pode ser verificado também o aumento populacional e seu reflexo na utilização da água subterrânea.

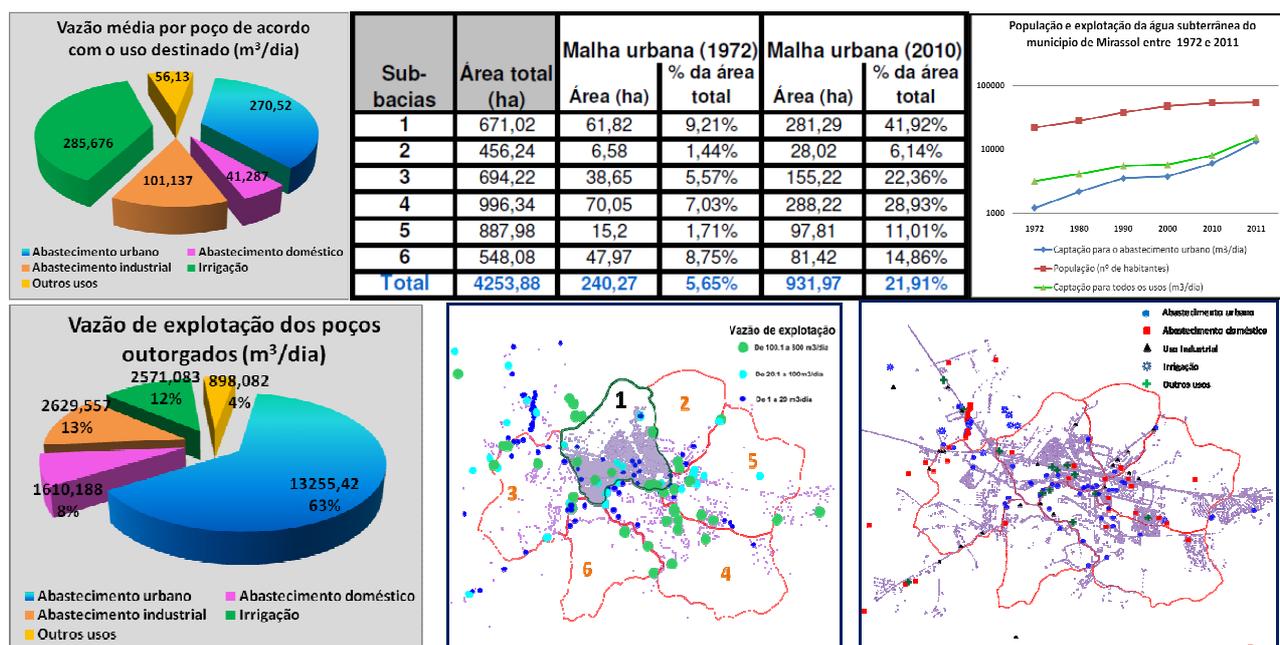


Figura 2. Quadro geral de resultados

De acordo com o SEADE o município apresentava em 2010, um grau de urbanização (razão entre a população total e população urbana), na ordem de 97,47%. Este elevado grau de urbanização refletiu na utilização da água para o abastecimento do município, fazendo com que o uso para o abastecimento urbano seguido do uso industrial se destacasse em relação aos demais usos, conforme mostrado na Figura 2.

## 5 – CONCLUSÕES

Foi evidenciado que o crescimento de áreas urbanizadas pode refletir significativamente nas características quantitativas do manancial subterrâneo, seja pela diminuição de áreas de recarga através da impermeabilização do solo, seja pelo aumento da exploração da água.

Em Mirassol dois fatores contribuíram quantitativamente na disponibilidade da água do manancial subterrâneo, são eles: o aumento da utilização da água para abastecimento urbano, e a 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, cabendo aos responsáveis pelo planejamento urbano, gerenciar o processo de ocupação de novas áreas e/ou a instalação de novos poços.

## 6 – REFERÊNCIAS

[1] CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, Governo do Estado de São Paulo. Secretaria de Estado de Meio Ambiente. **Relatório de qualidade das águas subterrâneas do Estado de São Paulo – 2009**. São Paulo: CETESB, 2009.

[2] ANA. Agência Nacional de Águas. **Atlas Brasil: Abastecimento Urbano de Água**. Disponível em: <<http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/analise/Geral.aspx?est=6&mapa=sist>>. Acesso em: 07 mai. 2012.

[3] XIAN, G.; CRANE, M. Assessments of urban growth in the Tampa Bay watershed using remote sensing data. **Remote Sensing of Environment**, v.97, p.203-215, 2005.