

ESTUDO DA VARIAÇÃO QUANTITATIVA DA ÁGUA SUBTERRÂNEA DEVIDO A EXPANÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR COM O USO DE SIG

Junior de Souza Sumai¹; Thiago Garcia da Silva Santim²; Jefferson Nascimento de Oliveira³, Celina Maria Alves Honorio⁴; André Pazzini Bomfim⁵;

Resumo – Este trabalho teve como objetivo o levantamento do uso quantitativo da água subterrânea nos mais diversos campos de exploração, bem como a análise da interferência provocada pelo aumento na produção da cana-de-açúcar na bacia São José dos Dourados. Os valores utilizados para gerar os gráficos foram obtidos por meio de pesquisas no Departamento de Água e Energia Elétrica do Estado de São Paulo (DAEE), e informações segundo o CANASAT, dados das safras de cana de açúcar de 2003/2004 a 2007/2008, e registros de dados dos poços, segundo DAEE, no mesmo período. O trabalho comparativo entre os dados levantados tende a justificar o aumento do consumo da água subterrânea. O Sistema de Informações Geográficas (SIG), foi o ferramental usado para o mapeamento das áreas ocupadas pela cana de açúcar. Outro aspecto levantado foi a utilização da água subterrânea nas mais diversas formas, irrigação, indústria, zona rural, abastecimento urbano, e identificar o maior consumidor em volume desses usos.

Abstract – This research involved the increase of the sugarcane area and the development of the number of wells distributed at the watershed. The analyzed data, from 2003 to July of 2007, were based on official forms to drilling wells, from DAEE and areas from CANASAT, both official sources. As a result the studies denote that the major increase in the wells number in the area during the period, and linking to seasonal grow up of the population with the migration of sugarcane workers, in fact this situation demands more public supply and commercial uses to groundwater. These results had been showing the scope the management of groundwater is fundamental to regional integrated development.

Palavras-chave – SIG; Cana-de-açúcar; Bacia São José dos Dourados

¹ Laboratório de Hidrologia e Hidrometria – LH² - 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. e-mail: sumaijunior@hotmail.com

² LH² – DEC - FEIS– UNESP. e-mail: thiagosanto777@yahoo.com.br

³ LH² – DEC - FEIS– UNESP e-mail: jeffno@dec.feis.unesp.br

⁴ LH² – DEC - FEIS– UNESP. e-mail: w_honorio@ig.com.br

⁵ LH² – DEC - FEIS– UNESP. e-mail: andre_pazzini@yahoo.com.br

1 – INTRODUÇÃO

A água encontrada no subsolo representa cerca de 97% de toda a água doce para consumo humano, a exploração deste bem natural vem se intensificando para os mais diversos usos, tanto na agricultura, quanto na indústria, abastecimento, etc. Uma grande vantagem desta água é sua qualidade, pois na maioria das vezes essa água é retirada do subsolo e destinada ao uso sem requerer muitos tratamentos.

O aumento no consumo da água subterrânea despertou a importância para a realização deste trabalho, a busca por tendências na bacia do São José dos dourados e respostas para o aumento demasiado no consumo deste bem natural, é o principal objetivo deste trabalho.

Uma vez ciente dos problemas com a água superficial, como a emissão de esgotos domésticos e industriais, o custo de tornar está água potável, muitas vezes torna-se inviável além de despertar a desconfiança nos consumidores. A vantagem da maior parte da água subterrânea é a potabilidade, apesar da contaminação que os aquíferos estão suscetíveis.

A quantidade expressiva de água subterrânea disponível desperta um uso descontrolado, e o problema não se limita quantitativamente, a prática incorreta na acessibilidade desses mananciais, pode deixá-los vulneráveis desencadeando uma contaminação, gerando um problema praticamente irreversível, visto a complexidade quanto à descontaminação de aquíferos.

Vale lembrar que, embora, teoricamente a água subterrânea esteja em qualquer lugar, não é viável a construção de um poço de captação sem um conhecimento prévio das características do local, e uma perspectiva do sucesso da perfuração. Muitas vezes a construção de um poço para a captação da água subterrânea pode gerar custos elevados, tornando a construção do mesmo inviável. Existem fatores naturais que condicionam a distribuição e concentração da água subterrânea em certos locais, de maneira a melhorar o rendimento e a vazão do poço, tornando o empreendimento mais proveitoso e evitando ou diminuindo a taxa de insucessos.

Estudando os mais variados usos da água subterrânea, percebe-se uma combinação de fatores que modificam o cenário de uma região em determinados períodos, e propicia uma tendência no consumo, uso para abastecimento urbano, industrial, comercial e rural. Na bacia São José dos Dourados não é diferente, por

exemplo, atualmente a cana-de-açúcar passou a representar o principal fator tendencioso a este consumo.

Desde datas mais antigas o predomínio de uma cultura na produção agrícola é incentivado pela geração de riqueza aos seus produtores, como o mercado externo e interno se comporta de maneira não linear, há uma variação temporal quanto a esse requisito.

A cana de açúcar é a cultura que expande sua produção exponencialmente, é a principal matéria prima para a geração do álcool, o mais promissor combustível de fontes renováveis no contexto mundial. Incentivado pela rentabilidade sua produção se espalha por toda parte do estado de São Paulo. Além disso, a cana de açúcar emprega grande número de trabalhadores em sua colheita.

Vale ressaltar que a monocultura apresenta pontos negativos para uma região, e levando em consideração este avanço na produção da cana de açúcar podemos notar algumas agressões tanto ao solo quanto ao meio ambiente.

Quando no plantio da cana de açúcar, grandes áreas são submetidas a processos que deixam o solo exposto, esse solo recebe precipitações diretas sem interceptações e quando saturado a água escoar superficialmente carreando sedimentos deste solo podendo gerar uma erosão na área, ainda mais grave é o destino destes sedimentos que são carregados para os cursos d'água causando um assoreamento.

Na questão industrial, o uso demasiado de água torna-se um conceito questionável, uma série de medidas com o intuito de diminuir o consumo exagerado estão sendo implantadas, a questão ambiental é o principal argumento, empresas são premiadas por serem ecologicamente corretas, e ganham um novo público consumidor, aquele que se preocupa com esta questão. Segundo Vadson Bastos do Carmo, o consumo em metros cúbicos de água por tonelada de cana produzida (m^3/tc), variou do ano de 1997 a 2007 de 5,0 m^3/tc para 1,8 m^3/tc , e possui uma estimativa de 1,0 m^3/tc para o ano de 2008, dados que são respostas das novas técnicas implantadas para diminuir o consumo de água na produção da cana-de-açúcar.

Quando em seu desenvolvimento, com a diferença de tamanho da planta, a cana de açúcar apresenta diferentes interceptações das precipitações que é submetida, bem como sua transpiração que varia de acordo com seu estágio. Na produção da cana de açúcar a irrigação é uma ferramenta utilizada para uma melhor produção, e com isso grande quantidade de água é subtraída dos rios, diminuindo a vazão do mesmo, e também dos aquíferos, como segue neste trabalho.

2 - METODOLOGIA

2.1 - Pacotes Computacionais Utilizados:

Para a realização deste trabalho foram utilizados os seguintes softwares:

- AutoCAD 2000, confecção do mapa da área em questão;
- ArcMAP 9.2, conflito da área de produção com os novos poços;
- Base de dados vital: canasat (<http://www.dsr.inpe.br/mapdsr/>), obtenção da área de produção da cana de açúcar;
- Microsoft Excel 2003, desenvolvimento de tabelas e gráficos deste trabalho.

2.2 - Área de estudo

Constitui uma das menores Unidades de Gerenciamento, dentre as Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHs) em que o Estado de São Paulo acha-se dividido. Possui uma área de 6.783 km² (CORHI – 2004), localizada na região noroeste do Estado de São Paulo (figura 1), sendo 365,9 km² da área coberta pelas águas do reservatório de Ilha Solteira, no rio Paraná.

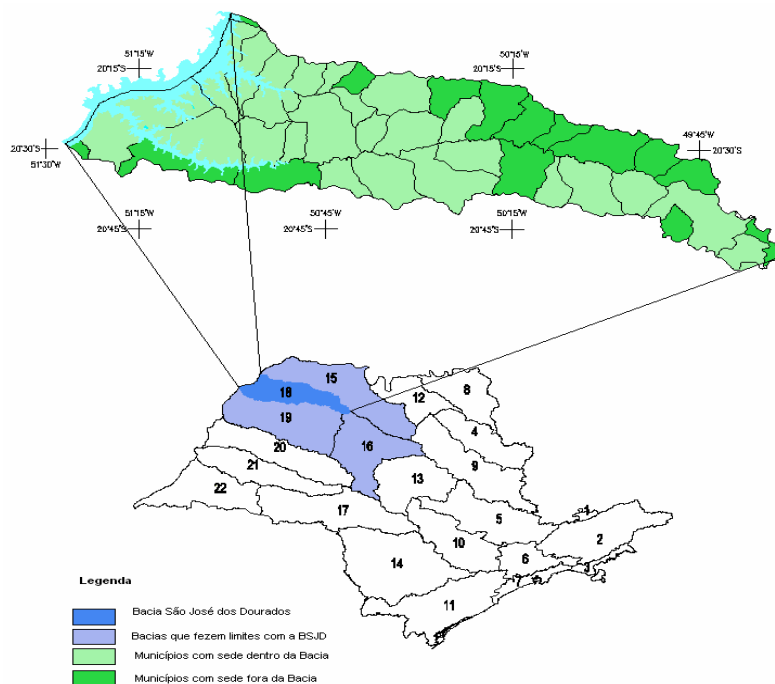


Figura 01 - Localização da BSJD no Estado de São Paulo; municípios que pertencem à BSJD (Fonte: Modificado de IPT, 1999 apud Avelar, 2006)

2.3 - Geologia da região

Segundo Veiga e Oliveira (2005), as unidades geológicas que afloram na área da Bacia são rochas ígneas basálticas de Formação Serra Geral, rochas sedimentares dos Grupos Caiuá e Bauru (pertencentes à Bacia Bauru) e sedimentos quaternários associados à rede de drenagem. Possuindo também as duas unidades arenosas (formações Botucatu e Pirambóia) situadas estratigraficamente abaixo dos derrames basálticos da Formação Serra Geral e que, conjuntamente, formam o denominado Grupo São Bento (Bacia do Paraná). A Figura 1 apresenta um esquema de distribuição dos sistemas aquíferos na região.

3 - COLETA DE DADOS

O Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo (DAEE) forneceu os dados de pontos de captação na região da bacia São José dos Dourados, coordenadas, potencial de vazão, etc. As imagens de satélite utilizadas para o mapeamento da cana de açúcar, foram cedidas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

As áreas consideradas neste trabalho foram divididas em rural, irrigação, abastecimento, industrial e comercial. Para analisar o potencial de consumo de cada área foi somada a vazão de máxima captação de cada poço registrado junto ao órgão fiscalizador.

Para o gerenciamento e cruzamento de dados foi utilizada uma ferramenta de Sistema de Informação Geográfica, o SIG. Todas as imagens geradas neste trabalho foram confeccionadas no ArcGis, são imagens georreferenciadas via satélite. A localização dos poços de captação se deu por coordenadas geográficas, fornecidas pelo DAEE.

4 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

A irrigação consome a maior quantidade de água subterrânea na BSJD, um potencial de vazão na ordem de 850 m³/s, a região também se destaca na produção de diversas culturas, vivendo um novo cenário onde a cana-de-açúcar compromete grandes áreas. A cana de açúcar é predominante nessa região, e além de influenciar no consumo para irrigação, o aumento desta cultura provoca uma maior necessidade de consumo de água, sendo necessário a busca pelo recurso hídrico subterrâneo.

O gráfico 01, demonstra as capacidades que os poços de captação proporcionaram no período de 2003 a 2007, e deixa evidente a ascensão na procura pela água subsuperficial. Este potencial representa mais de 50% dentro o todo da bacia em questão.

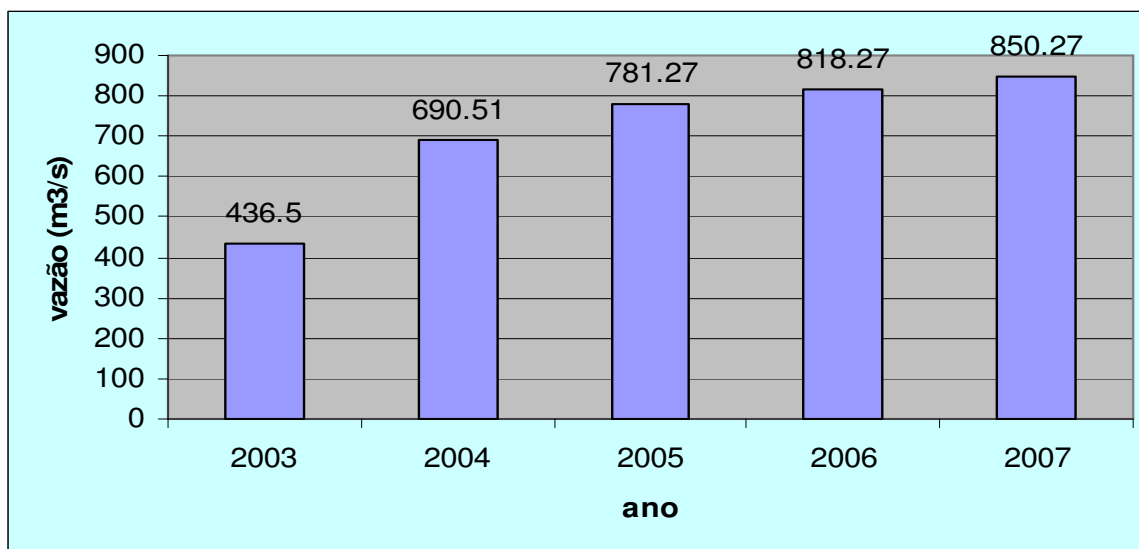


Gráfico 01 :Potencial de vazão destinada a irrigação na bacia SJD.

Causa ou conseqüência, o setor industrial da região ganhou novas instalações de indústrias, destacando as sucroalcooleiras, que aumentaram de número na região, com grande potencial de produção essas indústrias utilizam muita água para todo seu processo de industrialização, pois a lavagem da cana é o processo que mais utiliza água, e apenas a água superficial não é suficiente para suprir toda essa demanda, sendo assim a água subterrânea é a solução para tal problema. O potencial de captação da água subterrânea na BSJD, para fins industriais, chega a aproximadamente 250 m³/s.

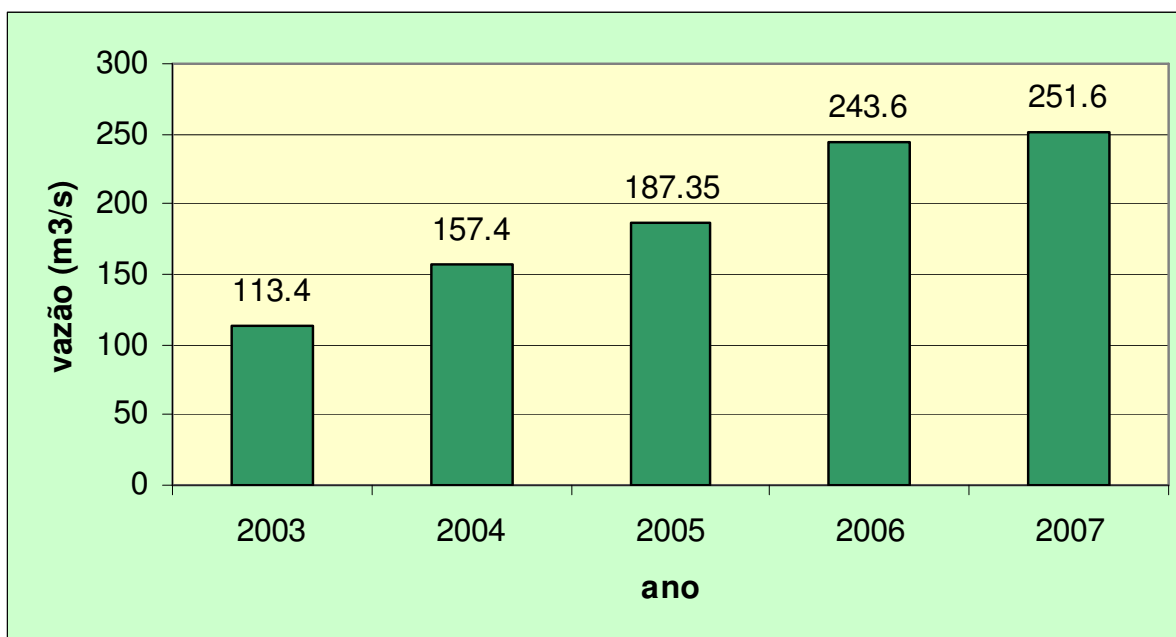


Gráfico 02: Potencial de vazão destinado à Indústria

O consumo de água subterrânea na propriedade rural é elevado, a falta de um abastecimento com água tratada, leva as mesmas à utilizar água subterrânea para todas as atividades, desde o consumo humano, até a prática da irrigação de culturas. O gráfico 03, mostra o crescimento desta prática.



Gráfico 03: Potencial vazão destinada a uso rural

Segundo a análise do gráfico, o potencial de consumo da água subterrânea na propriedade rural, apresentou um grande crescimento em ordem aproximadamente de 3 vezes neste período, algo a ser explorado para verificação de tal crescimento. Alguma parcela deste potencial pode ser dirigido para a irrigação, porém não especificado no órgão fiscalizador.

No uso da água subterrânea para o abastecimento urbano, nota-se, por meio do gráfico 04, alguns saltos no período de 2003 a 2006, que é um crescimento exponencial, em parte incentivado pela má qualidade das águas superficiais. Tal feito é atribuído ao lançamento de esgoto urbano, e também pelo o aumento do parque industrial nesta região.

O processo industrial muitas vezes degrada a qualidade da água fluvial, principal fonte de abastecimento urbano na região, deixando o abastecimento mais custoso quanto ao processo de tratamento desta água, outro fator a somar a isto, é a desconfiança que desperta no usuário deste tipo de abastecimento. Se não bastasse, alguns estudos indicam substâncias que são lançadas aos cursos d'água que ainda não são eliminadas no processo de tratamento.

A principal vantagem do uso da água subterrânea para o abastecimento urbano é a qualidade, pois a água retirada do subsolo muitas vezes dispensa tratamento para essa finalidade.

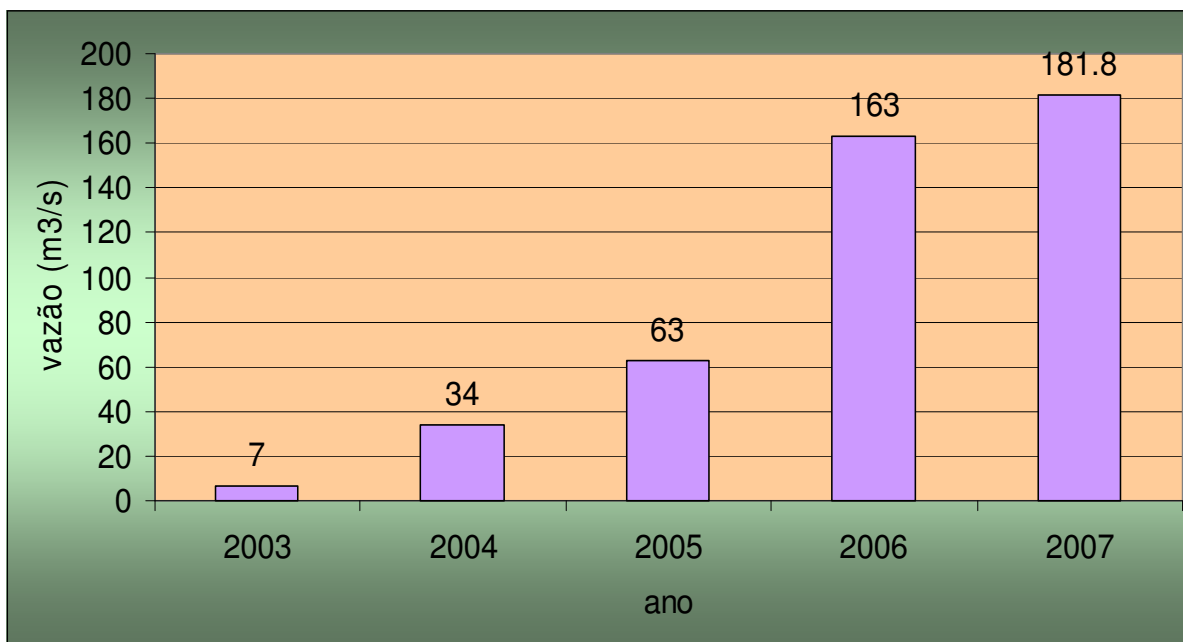


Gráfico 04: Potencial vazão destinada ao abastecimento

Observando o gráfico 05, nota-se a predominância do uso da água subterrânea destinada à irrigação, seguido da utilização no setor rural, que também possui uma parcela destinada à irrigação. A figura 02, demonstra a situação da bacia em relação à ocupação pela cana-de-açúcar

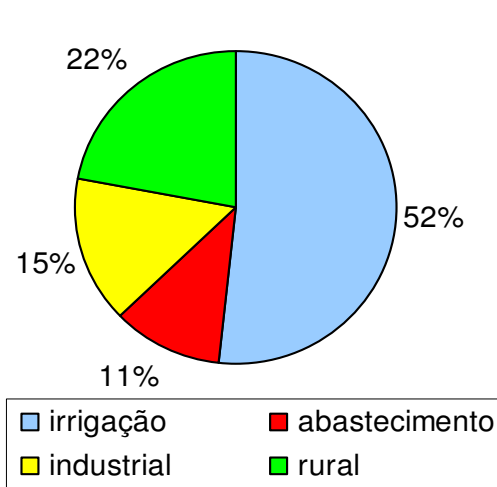


Gráfico 05: Porcentagens de potenciais para destinos de, abastecimento, industrial, irrigação, rural

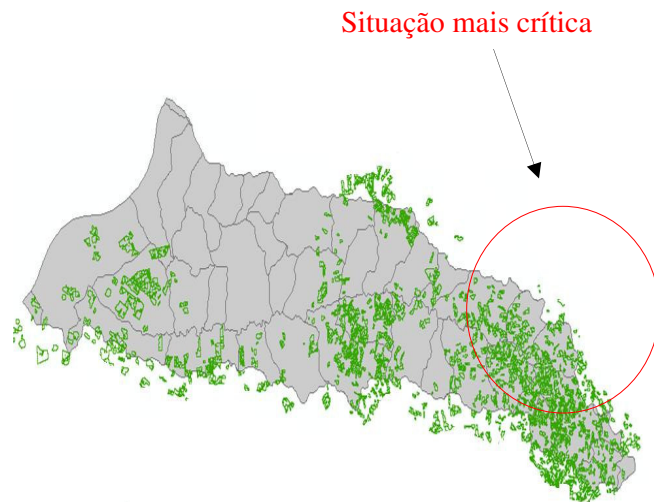


Figura 02: situação da bacia STJD quanto a ocupação da cana de açúcar

Observando todos os dados apresentados nos gráficos acima, fica clara a tendência do uso da água subterrânea para a finalidade da produção rural, ou seja, geração de matéria prima. Tais resultados comparados com as imagens geradas pelo SIG (Sistema de Informação Geográfica), tendem a apontar a cana-de-açúcar como a principal responsável deste quadro de consumo.

A figura 03 destaca a região da sub-bacia alto São José dos Dourados, onde a ocupação da cana-de-açúcar é mais intensa, assim como a quantidade de poços de captação. Nesta figura os poços de captação com finalidade industrial aparecem com seus respectivos anos de ativação, identificados por cores.

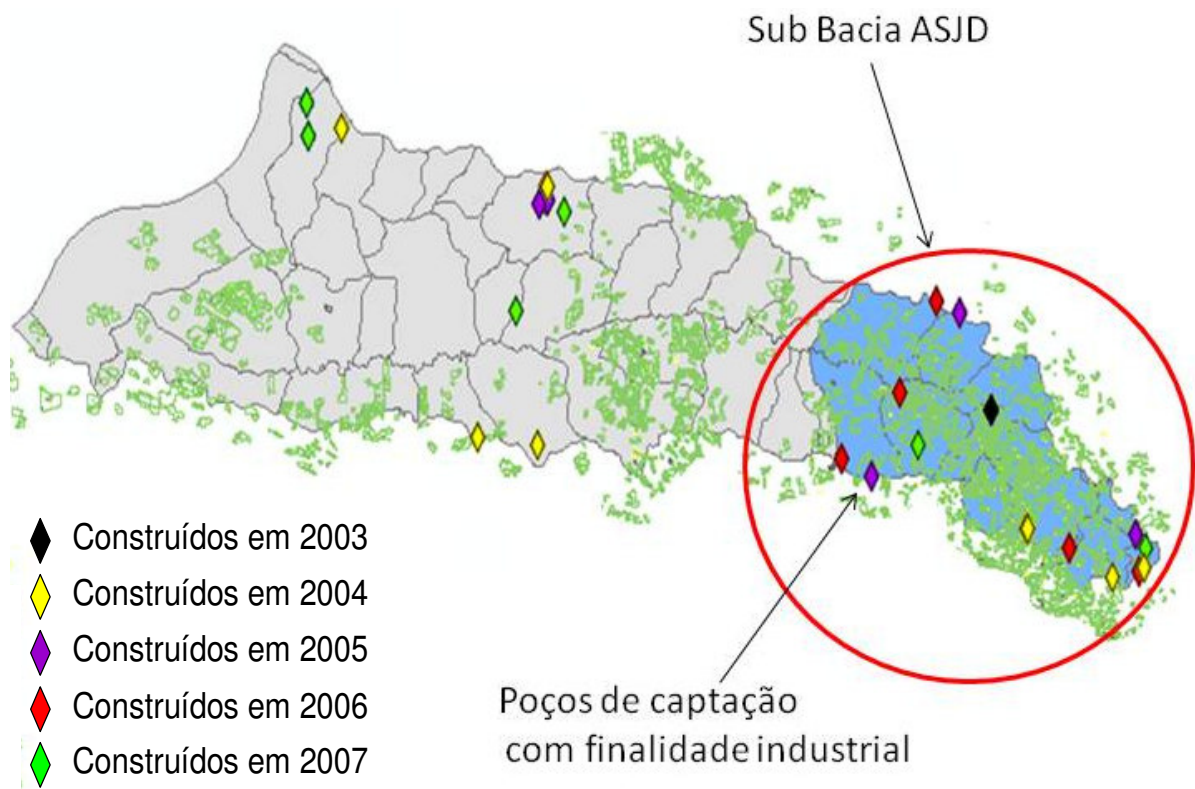


Figura 03: Imagem da bacia SJD, com destaque na sub-bacia Alto São José dos Dourados, e localização dos poços de captação com a finalidade industrial.

De acordo com a figura 03, a sub-bacia Alto São José dos Dourados comporta aproximadamente 60% dos poços de captação com a finalidade industrial, vale chamar atenção à pequena extensão desta sub-bacia diante de toda área de estudo, e também ao grau de ocupação da cana-de-açúcar comparado a toda bacia.

As imagens geradas para demonstrar a “mancha” de cana-de-açúcar, na área da Bacia São José dos Dourados, demonstram o predomínio da cultura nesta região. Comparando o estudo acima, que conclui que o uso da água subterrânea é mais intenso no uso da irrigação, com os demais usos estudados, a figura 04, descreve o estado em que a Bacia São José dos Dourados se encontrava até os dados em que este trabalho considerou.

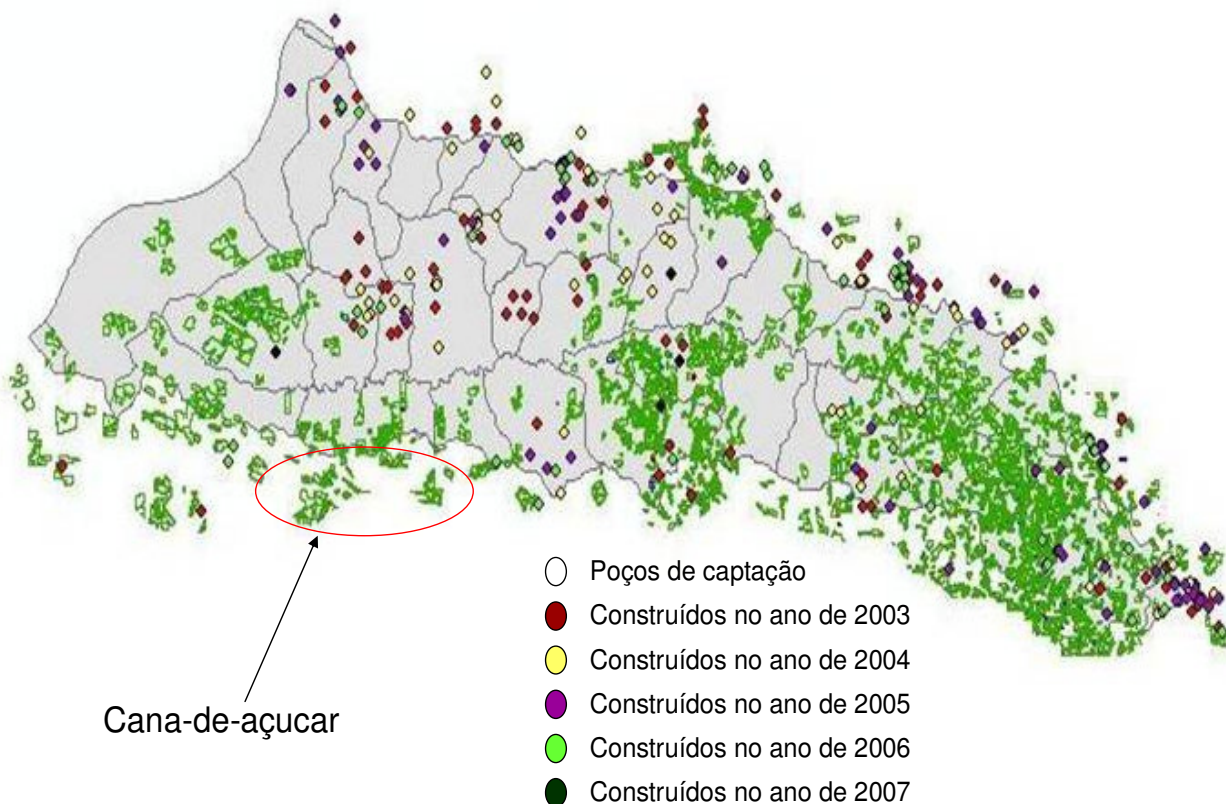


Figura 04: Imagem da bacia São José dos Dourados com todos os poços de captação levantados neste trabalho, locados dentre sua extensão.

5 - CONCLUSÕES

Depois de todas as análises feitas, entende-se que o crescimento da área de produção da cana de açúcar na bacia do São José dos Dourados, gerou um aumento no consumo de água. Neste período de estudo, a insuficiência quantitativa dos mananciais superficiais, gerou a necessidade de uma nova fonte de abastecimento, a água subsuperficial.

Os potenciais de captação que mais se destacaram na Bacia São José dos Dourados foram os destinados à produção agrícola, seguida pelo potencial industrial, etapas como a qual a produção sucroalcooleira pratica, geração da matéria prima, e em seguida a industrialização. Outro fator a ser observado é o aumento do consumo para abastecimento urbano, onde uma região que apresentava decadência populacional, tem em curto período o consumo de água subterrânea para o abastecimento urbano aumentado. Dois fatores devem ser considerados para explicar esse fato: a oferta de trabalho nos canaviais e a contaminação da água superficial por indústrias que utilizam

esses cursos d'água para descarte de esgoto industrial. Esses fatores levam a tal aumento do consumo da água subterrânea para tal finalidade. Pequenas áreas com alto grau de ocupação pela cana-de-açúcar, comportando inúmeros poços de captação, destacando-se em algumas áreas como visto na figura 03.

Todas as análises acima desenvolvidas levam a conclusão que a evolução da cana-de-açúcar na Bacia São José dos Dourados, é a principal responsável pelo aumento do consumo da água subterrânea, interferindo direto e indiretamente. Tal conclusão desperta a necessidade de mais estudos nesta área de atuação. Ditos acima, concretizam a idéia de que nessa bacia, o crescimento da produção da cana de açúcar é dependente da utilização da água subterrânea.

Este trabalho representa o início dos estudos desenvolvidos no Laboratório de Hidrologia e Hidrometria - **LH²** da UNESP - Ilha Solteira, que foram iniciados no começo de 2008, e procura confeccionar um banco de dados no software *ArcMAP*, afim de criar um instrumento de suporte para pesquisas nessa área.

6.- AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Pró-Reitoria de Extensão **PROEX** da **UNESP**, pela concessão da bolsa ao aluno Junior de Souza Sumai e a **CAPES** pela bolsa de mestrado do pós-graduando Thiago Garcia da Silva Santim. Agradecemos também ao corpo técnico do **DAEE** de Araraquara pela liberação dos dados de outorga.

7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

FREITAS, M. A. V. (Org.). O estado das águas no Brasil – Perspectivas de gestão e informação de recursos hídricos Brasília, DF: ANEEL, SIH, MMA, SRH, MME, 1998. 334p.

“Potencial de co-geração com resíduos da cana-de-açúcar: sua compatibilidade com o modelo atual” União das Indústrias Canavieiras de S. Paulo-UNICA/2002. Biodiesel revista

CANASAT – Mapeamento da Cana Via Imagens do Satélite de Observação da Terra

Revista biodiesel . Disponível em www.biodieselbr.com (acessado em 07.2008)

MENDES, C. A. B. e CIRILO, J. A.(2001) Geoprocessamento em Recursos Hídricos: Princípios, Integração e Aplicação.

VEIGA, D. C. A. e OLIVEIRA, J. N. (2005) Diagnóstico Preliminar da Utilização da Água Subterrânea na Bacia do Rio São José dos Dourados.

Vadson Bastos do Carmo, *M.Sc.* DEDINI S.A. – Indústrias de Base