

# **ANÁLISE DAS INFLUÊNCIAS DOS USOS E OCUPAÇÕES DO SOLO EM ÁREA DE AFLORAMENTO DO AQUÍFERO GUARANI, SÃO CARLOS-SP.**

Geisy Candido da Silva<sup>1</sup>; Denise Balestrero Menezes<sup>2</sup>; Marcilene Dantas Ferreira<sup>2</sup>, Lázaro Valentin Zuquette<sup>3</sup>.

**RESUMO:** Este estudo tem como objetivo avaliar as influências dos usos e ocupações do solo em três loteamentos de chácaras presentes na área de afloramento do aquífero Guarani e abastecidos por água subterrânea, no município de São Carlos-SP. A presente análise teve como base o geoprocessamento de imagens de satélite visando compor a dinâmica dos usos do solo nas áreas abordadas, confrontando-se os resultados com o monitoramento do nível do lençol freático (NA) de dez poços presentes nos loteamentos e seu entorno, vinculado aos dados de pluviosidade. Com a análise dos resultados foi possível verificar que os loteamentos possuem diferentes dinâmicas de ocupações e uso da água, sendo os percentuais de usos bastante distintos. Ademais, identificou-se o rebaixamento de 20-25cm no NA. Conclui-se que são necessárias medidas de gestão do uso atual e futuro do solo e da água, mantendo-se áreas permeáveis com vegetação nativa e coeficiente de ocupação baixo.

**ABSTRACT:** This study has the objective to evaluate the influences of land use and land occupations in three lots of farms present in the outcrop area of the Guarani aquifer and supplied by groundwater, in São Carlos, Brazil. This analysis was based on satellite images GIS aiming at building the dynamics of land use in the covered areas, comparing the results to do a controlling of the groundwater level (NA) of ten chosen wells present in subdivisions and its surroundings, linked to rainfall data. With the analysis of the results it was verified that the developers have different dynamics of occupations and water use, and the percentage of the uses are very different. Furthermore, it identified the lowering of 20-25cm in NA. On this way it is possible concludes that management measures are needed for the current and future use of the soil and water, remaining permeable areas with native vegetation and low load factor.

**Palavras chaves:** Água subterrânea; Usos do Solo; Monitoramento; Recarga do Aquífero.

---

<sup>1</sup>Guaduada de Gestão e Análise Ambiental, Universidade Federal de São Carlos-SP, Rua: Clóvis Pacheco, nº 75 – Santa Felícia. São Carlos-SP. Fone: (16)9 9991-2646, [silva\\_geisi@yahoo.com.br](mailto:silva_geisi@yahoo.com.br).

<sup>2</sup>Geóloga, Profa. Dra. Dep. Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos-SP, Rod. Washington Luís, km 235, CEP:13565-905. São Carlos-SP. Fone: (16) 3306-6442, [denisebm@ufscar.br](mailto:denisebm@ufscar.br), [marcilene.dantas@gmail.com](mailto:marcilene.dantas@gmail.com).

<sup>3</sup> Geólogo, Prof. Dr. Dep. Geotecnia, Universidade de São Paulo, Av. Trabalhador São Carlense, nº400. CEP: 13566-590. São Carlos-SP. Fone: (16)3373-9496, [lazarus1@sc.usp.br](mailto:lazarus1@sc.usp.br).

## 1- INTRODUÇÃO

A proteção das águas subterrâneas é necessária e pode ser feita através da adoção de meios adequados de gestão do uso e ocupação do solo, pois este é um fator determinante para a recarga dos aquíferos, uma vez que interfere significativamente na infiltração da água. Assim, os usos desordenados do solo vinculados ao crescimento populacional aumentam a demanda por estes recursos, culminando na superexploração, afetando em especial as zonas de recarga (FOSTER et al., 1993). Neste contexto, este estudo tem como objetivo avaliar os efeitos das formas de ocupação em área de recarga e descarga do aquífero Guarani localizadas nas bacias hidrográficas do Rio Chibarro e do Córrego Jararaca, abrangendo três loteamentos de chácaras presentes em área periurbana a noroeste da cidade de São Carlos, sendo eles: Aracê de Santo Antônio I, II e III, Vale da Santa Felicidade e Encontro Val Paraíso. As duas primeiras áreas não possuem serviço de abastecimento de água e os lotes ocupados utilizam água subterrânea de seus poços cacimba ou tubulares freáticos para consumo humano, dessedentação animal e agrícola.

## 2- MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo está predominantemente sobre substrato rochoso da Formação Botucatu, caracterizando áreas de afloramento que apresentam situação de aquífero livre, a qual apresenta taxa de infiltração variando entre  $2,5 \times 10^{-4}$  a  $8,5 \times 10^{-4}$  cm/s. Esta variação na taxa de infiltração ocorre principalmente pela diversidade dos materiais inconsolidados que recobrem a área e pelo tipo de uso do solo (FAGUNDES, 2010).

A análise dos usos e ocupações do solo foi realizada partindo-se da digitalização e classificação de mosaico de imagens do satélite SPOT5 com o software MapInfo v.11, verificando-se os usos nos loteamentos alvo do estudo, o qual possibilitou a caracterização e comparação das dinâmicas de ocupação. Concomitantemente a esta análise monitorou-se o nível do lençol freático em cinco poços cacimba (PC) e cinco piezômetros (PM) existentes<sup>4</sup> localizados nos loteamentos e no entorno; assim, foi feita uma análise das flutuações do nível d'água frente à pluviosidade local. Posteriormente, realizou-se análise conjunta dos resultados, integrando-os às possíveis interferências do uso e ocupação do solo na infiltração e percolação da água no aquífero.

---

<sup>4</sup> Utilizados com permissão do Dr. Lázaro V. Zuquette, construídos com recursos da FAPESP.

### 3-RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nas cartas de usos e ocupações do solo dos loteamentos verifica-se que Vale da Santa Felicidade e Aracê de Santo Antônio possuem pouca vegetação arbórea ripária (10% e 6% respectivamente); entretanto, apesar do baixo percentual, este fator é um indicativo da presença de áreas alagadas e recursos hídricos superficiais, que proporcionam a manutenção do equilíbrio dinâmico do escoamento de base. O Encontro Valparaíso, onde há presença de 16% de vegetação ripária, é o loteamento com maior potencial de proteção dos cursos hídricos e solo, pois também apresenta 38,9% de vegetação nativa em estado de conservação significativo.

No Aracê de Santo Antônio e no Vale da Santa Felicidade encontraram-se altos índices de gramíneas (37,3% e 37,5% respectivamente), os quais são indícios da tendência nestes locais de substituição da vegetação nativa. Um aspecto importante destas mudanças é o aumento da evaporação da água presente no solo, o que influencia na capacidade de infiltração da água no solo. Ademais, o Aracê de Santo Antônio possui um maior índice de áreas construídas (12%), que tende a aumentar por incluir uma região de loteamento irregular que vem sendo subparcelada, sem diretrizes para o uso do solo, ao contrário do que ocorre nas demais áreas estudadas.

Com a análise da flutuação do nível do lençol freático foi possível identificar uma variação de 20 a 25 cm no nível em alguns pontos, devido à intensa exploração e ao período atípico de escassez de chuvas ocorrido no período do monitoramento (Março de 2014 a Janeiro de 2015). A correlação entre a profundidade do nível do lençol freático e a precipitação cumulativa nas datas do monitoramento mostra que os poços presentes nas áreas características de afloramento do aquífero Guarani (PM 3, PC 16, PC 15, PC 17, PM 4, PC 18 e PM 5), possuem relação diretamente proporcional à precipitação, sendo os usos do solo pouco significativos na flutuação do NA, sendo os mesmos: pastagem/gramíneas (PM 3 e PM 4), chácaras (PC 16, PC 15, PC 17, PC 18 e PM 7) e cana-de-açúcar (PM 5); Os poços em material retrabalhado colúvio arenoso (PC 18 (chácara), e PM 4 (pastagem)), têm uma resposta mais demorada quanto à infiltração da água após a precipitação. Já o PM 6 (cana-de-açúcar), mesmo estando em área com material residual da Formação Botucatu arenoso, não apresenta relação diretamente proporcional à precipitação, embora a área ofereça condições para está interação, o que pode estar intrinsecamente relacionado com o uso do solo e/ou manejo do solo e outros fatores ambientais da dinâmica do entorno (ZUQUETTE et al., 2006).

Todavia, é importante ressaltar que pelo período de estiagem na região os poços PC 15 (Profundidade do Poço 2,72m), PM 3 (Profundidade do Poço 11,54m) e PC 18 (Profundidade do Poço 4,55m) secaram. Como consequência, alguns moradores percebendo a falta de água, buscaram como alternativa a construção de poços tubulares, muitas vezes são construídos de forma irregular, proporcionando o aumento dos riscos de contaminação do lençol freático, pois o poço se torna uma entrada direta de contaminantes da superfície para a água subterrânea.

#### **4- CONCLUSÕES**

A dinâmica dos usos e ocupações do solo do Aracê de Santo Antônio é o cenário mais complexo entre as áreas analisadas, pois apresenta a maior porcentagem de áreas construídas, além de depender unicamente das águas do aquífero Guarani para abastecimento e saneamento básico. O Vale da Santa Felicidade apesar de compor 6,3% de áreas construídas, está recebendo instalação de água encanada, o que ameniza as pressões sobre aquífero. E o Encontro Val Paraíso, foi o cenário mais próximo do ideal para a proteção das águas subterrâneas. Consequentemente, uma das formas de realizar a gestão destas áreas seria a adoção de medidas de gestão do uso atual e futuro do solo e da água, mantendo-se áreas permeáveis com vegetação nativa, coeficiente de ocupação baixo. Importante também que se faça o contínuo monitoramento do nível do lençol freático junto ao cadastramento de poços presentes nos loteamentos, compondo o panorama real da exploração, possibilitando controlar e orientar esta extração. Neste contexto, a ocupação futura do entorno destas áreas, que estão no eixo de expansão urbana da cidade de São Carlos, também deverão ser condicionadas às fragilidades existentes.

#### **REFERÊNCIAS**

FAGUNDES, J.R.T. Estudo Integrado das Características Geológico-Geotécnicas com Vista à Avaliação de Recarga de Aquífero: Região de São Carlos-SP. (Tese-Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos- Universidade de São Paulo. 397f. São Carlos, 2010

FOSTER, S. S. D.; HIRATA, R. *Determinação do Risco de Contaminação das Águas Subterrâneas: Um Método Baseado em Dados Existentes*. Instituto Geológico. 92p. São Paulo, 1993.

ZUQUETTE, L. V. ; PALMA, J. B. ; PEJON, O. J. Initial Assessment of the Infiltration and overland flow for different rainfall events in land constituted of sandstones of the Botucatu Formation (Guarani Aquifer), State of São Paulo, Brazil.. *Environmental Geology* (Berlin), 2006.