

CARTA ORIENTATIVA AO USUÁRIO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA: UMA PROPOSTA DE REPRESENTAÇÃO CARTOGRÁFICA DE ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA O PLANEJAMENTO TERRITORIAL - REGIÃO METROPOLITANA DE CAMPINAS, SÃO PAULO, BRASIL.

SUELI YOSHINAGA*

LUCIANA MARTIN RODRIGUES FERREIRA**

GERALDO HIDEO ODA*

REGINALDO ANTONIO BERTOLO***

MARA AKIE IRITANI*

SEIJU HASSUDA*

INTRODUÇÃO

O Instituto Geológico, órgão estadual de pesquisa em geociências pertencente à Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, desenvolve estudos do meio físico para o planejamento desde 1988 em áreas de conurbação urbana. O presente trabalho é parte de um estudo maior, que é uma continuidade dos levantamentos hidrogeológicos sistemáticos realizados no município de Campinas e nos municípios do eixo de industrialização Sorocaba-Campinas. Estes levantamentos apresentam um diagnóstico da situação das águas subterrâneas da região, isto é, condições de ocorrência, disponibilidade e consumo. Tais conhecimentos são fundamentais para o melhor aproveitamento e proteção das águas subterrâneas, para o desenvolvimento de obras de engenharia e orientação ao planejamento e controle da ocupação e uso do solo. Visa, também, fornecer subsídios para o gerenciamento racional dos recursos hídricos subterrâneos, frente ao alto desenvolvimento populacional e industrial, e a crescente deterioração dos mananciais superficiais, que tem aumentado consideravelmente o número de poços tubulares profundos para o atendimento da crescente demanda de água potável.

Essas informações, resultantes desse levantamento sistemático, apresentam o diagnóstico real da situação do recurso na área. O presente trabalho fornece subsídios para o planejamento e a exploração dos recursos hídricos subterrâneos, por meio do fornecimento de prognósticos que se traduzem por respostas diretas aos problemas existentes sobre o assunto na área de estudo, bem como em propostas de diretrizes e recomendações para um melhor gerenciamento desse recurso. Assim sendo, uma cartografia síntese, referente ao manejo das águas subterrâneas é proposta como melhor solução para transmissão dos conhecimentos do técnico hidrogeólogo para planejadores e tomadores de decisão. A área de estudo engloba oito municípios, sendo eles, Sumaré, Hortolândia, Cosmópolis, Paulínia, Jaguariúna, Nova Odessa, Holambra e Americana,

* Pesquisadores Científicos do Instituto Geológico da Secretaria Estadual do Meio Ambiente, São Paulo, Brasil.

** Assistente Técnico de Pesquisa Científica e Tecnológica do Instituto Geológico da Secretaria Estadual do Meio Ambiente, São Paulo, Brasil.

*** Hidrogeólogo da Ambiter Terra Tecnologia e Meio Ambiente Ltda., São Paulo, Brasil.

limítrofes ao Município de Campinas, Estado de São Paulo, Brasil, caracterizados pela alta conurbação urbana causada pela alta taxa de industrialização.

MÉTODO

A carta síntese, orientativa para o usuário, foi elaborada com o objetivo principal de responder de modo eficiente as questões que surgem na elaboração de planos diretores relativos ao uso e ocupação, e de gerenciamento de recursos. O método usado foi a integração dos resultados da análise de vários temas desenvolvidos na avaliação hidrogeológica. No presente trabalho, a avaliação consistiu em: caracterizar a geometria dos sistemas aquíferos; compreender os condicionantes de fluxo das águas subterrâneas e sua circulação; delinear zonas de produtividade similar; mapear a vulnerabilidade natural dos aquíferos à poluição; diagnosticar a prática de construção dos poços tubulares profundos; analisar os diferentes tipos de uso da água subterrânea; analisar a disponibilidade e a exploração atual da água subterrânea. Com base nesse diagnóstico, foi possível detectar problemas do uso e contaminação desse recurso e traçar diretrizes sobre uma gestão adequada da água subterrânea.

Na cartografia desenvolvida nesse estudo, utilizaram-se para a elaboração da carta síntese, as cartas básicas ou de análise, compostas pelo mapa hidrogeológico (condições de fluxo da água subterrânea), de contorno estrutural do topo do embasamento cristalino, e duas cartas de aptidão: o de zonas de produtividade similar e de vulnerabilidade natural de aquíferos. As conclusões da análise dos aspectos contrutivos dos poços, juntamente com o estudo hidrogeológico, resultaram em observações e recomendações relativas a critérios utilizados para perfurações de poços tubulares profundos. Os estudos realizados sobre a disponibilidade do recurso e uso, possibilitaram estimar o número de pessoas abastecidas por poço e a distância mínima entre poços. Esses resultados também integraram a carta final, que pode ser considerada como uma carta de sensibilização.

A base da carta orientativa foi definida pelo mapa de zonas de produtividade similar (Hassuda et al. 1992), que é definida como regiões onde as condições de ocorrência da água subterrânea e a produtividade dos poços tubulares apresentam comportamento similar; essa análise é baseada na elaboração de um modelo hidrogeológico, fundamentado em parâmetros fundamentais como a geologia, geologia estrutural, perfil litológico dos poços, potenciometria, geomorfologia e alguns aspectos do perfil construtivo dos poços, como a profundidade e a disposição dos tubos de revestimento. As áreas de maiores índices de vulnerabilidade de aquíferos são destacadas nessa carta, de acordo com o método proposto por Foster & Hirata (1991). Esse método consiste na identificação dos tipos de ocorrência da água subterrânea, da especificação dos tipos litológicos acima da zona saturada do aquífero, com a discriminação do grau de consolidação (presença ou ausência de permeabilidade por fissuras) e das características granulométricas, e a estimativa da profundidade do nível da água (ou teto do aquífero confinado). O produto destes três parâmetros representa o índice de vulnerabilidade em termos relativos.

RESULTADOS

A área de estudo apresenta sete zonas de produtividade similar: as zonas de maior potencialidade são as zonas TDC, que corresponde às áreas de ocorrência de poços mistos, isto é, que exploram conjuntamente os sistemas aquíferos Tubarão,

Diabásio e/ou Cristalino, a zona C, área de afloramento do Cristalino e as zonas TA (TA1, TA2 e TA3), do Sistema Aquífero Tubarão (Figura 1).

A Zona TDC situa-se na parte central da área de estudo, abrangendo os municípios de Cosmópolis, Paulínia, e Sumaré; caracteriza-se por apresentar boa potencialidade para exploração de água subterrânea (capacidade específica média em torno de $0,47 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$) e comportarem poços mistos com ocorrências de sedimentos do Sistema Aquífero Tubarão, diabásios e/ou granitos do Sistema Aquífero Cristalino. A produção média de água por poço profundo é da ordem de $235 \text{ m}^3/\text{dia}$ e a estimativa de abastecimento para 940 pessoas (considerando um consumo per capita diário de 250 l/dia). Nessa área, a complexidade das ocorrências dessas litologias induz cuidados na perfuração de poços tubulares profundos; recomenda-se uma distância mínima entre poços de 150 a 300 m.

A Zona C, localizada na porção setentrional da área de estudo, comporta o Sistema Aquífero Cristalino, apresenta porosidade secundária (a água circula por entre fratura e fissuras das rochas) e capacidade específica média de $0,43 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$. A produção média de água por poço locado nessa zona é de $215 \text{ m}^3/\text{dia}$, que equivale ao abastecimento de 860 pessoas. Em termos de critérios de perfuração, indicam-se locais favoráveis para uma boa produtividade, vales e/ou lineamentos de direção NS ou EW, com profundidade máxima de 150 metros.

As Zonas TA (TA1, TA2, TA3), correspondentes aos sedimentos arenosos do Sistema Aquífero Tubarão, possuem capacidades específicas médias de 0,14, 0,24 e $0,41 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$, respectivamente; estima-se o abastecimento por poço profundo de 280, 480 e 820 pessoas, com produção média de água subterrânea de 70, 120 e $205 \text{ m}^3/\text{dia}$ por poço locado nessas respectivas zonas. Nessas áreas recomenda-se a perfuração de poços em sedimentos até atingir o embasamento cristalino ou até a profundidade de 300 m.

A Zona TL, de menor produtividade, correspondem aos sedimentos lamíticos do Sistema Aquífero Tubarão, com estimativa de abastecimento de 180 pessoas por poço perfurado e uma produção média de $45 \text{ m}^3/\text{dia}$. A limitação desse aquífero induz a execução de estudos de viabilidade para água subterrânea para locação de poços.

As zonas de ocorrências de diabásios encontram-se dispersas em pequenas extensões pela área de estudo, em superfície e subsuperfície. Em vista disso, a locação de poços profundos requer estudos hidrogeológicos de detalhe e criteriosos, em função da elevada complexidade geológica nessas regiões. Nesse caso, estas rochas são consideradas aquíferas extraordinariamente.

As áreas mais vulneráveis à contaminação da água subterrânea são as planícies de inundação, as coberturas arenosas e os terraços aluvionares, situados nas margens dos principais rios da região (Piracicaba, Jaguari e Quilombo). Esses sedimentos, de idade terciária e quaternária são possuidores de granulometrias variadas (argilas a cascalhos), e encontram-se inconsolidados; apresentam também nível de água subterrânea subaflorante: esses fatores são responsáveis pela atribuição do índice elevado do potencial de contaminação, e por isso cuidados severos e restrições quanto à disposição de qualquer resíduo ou efluente devem ser providenciados nesses locais.

Algumas áreas de exploração intensiva de água subterrânea foram destacadas, haja vista a alta densidade de poços tubulares profundos. Estas regiões estão localizadas

nos municípios de Americana, Nova Odessa. Em Hortolândia e Holambra, principalmente, o uso intensivo da água subterrânea é atribuído à ausência de saneamento básico no primeiro município e pela agricultura intensiva, no segundo. Frente a tal problemática, sugerem-se aos órgãos municipais competentes restrições quanto à exploração da água subterrânea por novos poços.

Esses locais, considerados de alta fragilidade quanto ao ponto de vista vulnerabilidade e exploração intensiva das águas subterrâneas, foram denominadas de Áreas de Atenção na carta orientativa, bem como situados áreas de risco, ou seja, pontos com fontes de contaminação (aterros sanitários, lixão, vala e casos registrados de contaminação por indústrias).

CONCLUSÕES

A carta orientativa ao usuário da água subterrânea é um instrumento de comunicação entre o técnico hidrogeólogo e o planejador, geralmente um profissional, que necessita de informações e de sua “tradução” direcionadas ao uso direto no planejamento. Essa carta, além de constituir-se em uma síntese dos conhecimentos hidrogeológicos, propõe novos estudos justamente para responder ou apontar diretrizes para resolução de problemas mais comuns levantados em municípios.

Como regra geral, para o Estado de São Paulo, a aplicação da Lei Estadual nº.6.134 (02/06/88), de sua regulamentação, o Decreto-Lei nº. 32.955 (07/02/91), e de leis municipais já existentes, bem como a criação de novas legislações municipais para gerenciamento do recurso hídrico subterrâneo, contempla a necessidade de disciplinamento da exploração e preservação da água subterrânea nos distritos industriais, rurais e urbano dos municípios.

Em casos específicos, as recomendações e diretrizes para um gerenciamento do recurso são dependentes das seguintes análises: avaliação da extensão do uso da água subterrânea e de sua importância na região, das características do consumidor, do perfil econômico do município ou região, potencialidade e fragilidade do recurso e das características hidrogeológicas dos aquíferos locais.

BIBLIOGRAFIA

- FORSTER, S.S.D. & HIRATA, R.C.A. 1991. Groundwater pollution evaluation; the methodology using available data. CEPIS - PAHO/WHO. Lima. 78 pp.
- HASSUDA, S.; HIRATA, R.C.A.; IRITANI, M.A.; ODA, G.H.; YOSHINAGA, S. 1992. Levantamento Hidrogeológico: Metodologia aplicada pelo Instituto Geológico. In: Primer Congreso Hidrogeológico Latinoamericano. Compendio de Ponencias. Merida - Venezuela. CIDINT. 3pp.
- INSTITUTO GEOLÓGICO (IG). 1995. Subsídios para o Planejamento Regional e Urbano do Meio Físico na Porção Média da Bacia do Rio Piracicaba, SP. Relatório Técnico IG. 5v.

