

2.5. Estudos hidrológicos na bacia do ribeirão das Anhumas

Os resultados desses estudos estão apresentados a seguir, na forma de texto a ser enviado para publicação.

ÍNDICE

1. Introdução	229
2. Arcabouço jurídico e institucional – a questão da dominialidade, as leis e as instituições	230
3. Água subterrânea e o consumo na região e município de Campinas – histórico e síntese do conhecimento	231
4. Estimativas da disponibilidade das águas subterrâneas	234
5. Bacia do ribeirão das Anhumas	236
6. Considerações finais	241
7. Referências bibliográficas	242



A problemática do uso das águas subterrâneas na região de Campinas – a bacia do ribeirão das Anhumas – SP

Sueli Yoshinaga Pereira*, Profa. Dra.
Edna Chiarelli*, bióloga

Depto Geologia e Recursos Naturais, IG/UNICAMP, e-mail: sueliyos@ige.unicamp.br

1. Introdução

A gestão das águas subterrâneas ainda se situa em estágio embrionário no Brasil. A implantação de novo modelo de gestão de recursos hídricos (Lei 9433 de 8 de janeiro de 1997), que propõe uma gestão integrada considerando o ciclo hidrológico, é recente. Os comitês e os instrumentos de gestão, como a cobrança do uso da água e a criação de agências de bacia, ainda estão em início de estruturação e implantação, e as instituições participantes já existentes, em processo de adaptação às novas exigências. Desta forma o país, e especificamente o estado de São Paulo, apresentam grande descompasso de estruturas, ações e planejamento tanto na gestão dos recursos quanto na gestão das demandas. Os setores gestores do recurso hídrico superficial com total presença no modelo de gestão anterior, é ainda detentor da política atual. No entanto, a crescente preocupação pela situação das águas subterrâneas, vem contribuindo para a estruturação efetiva da gestão deste recurso hídrico.

Deste modo, o presente artigo visa apresentar uma contribuição na discussão da gestão da água subterrânea, apresentando um cenário destes descompassos relativos ao recurso hídrico subterrâneo, e suas demandas, sob a luz do atual modelo de gestão de recurso hídrico, integrada e multiparticipativa. A situação das águas subterrâneas na bacia hidrográfica do ribeirão das Anhumas, que abrange o município de Campinas e Paulínia é também apresentada, como estudo de caso, e discutida.

O município de Campinas situa-se cerca de 100 km da capital do estado de São Paulo. Em termos de gerenciamento de recursos hídricos, a área localiza-se dentro da Unidade de Gerenciamento (UGHI) 5, composta das bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, região esta com graves problemas de escassez de recursos hídricos.



2. Arcabouço jurídico e institucional – a questão da dominialidade, as leis e as instituições

As águas subterrâneas são bens de domínio público, porém de responsabilidade dos estados, diferente das águas superficiais, de responsabilidade da União (artigo 26, inciso I, da Constituição Federal de 1988).

Em 1988, São Paulo cria a Lei Estadual nº 6.134 (02/06/88) e sua regulamentação (Decreto-Lei nº 32.955 de 07/02/91), a primeira lei sobre as águas subterrâneas de Estado brasileiro, bem como estabelece os critérios de outorga de uso das águas subterrâneas (Portaria DAEE 717 de 12/12/96), normas para fiscalização do recurso (Portaria DAEE nº 1/98) e um primeiro sistema de cadastro de poços tubulares profundos (o antigo PRODESP, e atual SIAGAS). Em 2000 cria-se, em âmbito federal, a Câmara Técnica de Águas Subterrâneas, e em 2001, o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (Resolução CNRH nº 15, de 11/01/2001) estabelece diretrizes gerais para a gestão das águas subterrâneas, considerando, dentre outros, a gestão integrada das águas.

A criação destes marcos jurídicos exemplifica o reconhecimento da importância do recurso hídrico subterrâneo na sociedade brasileira, como cria instrumentos legais para os conflitos hoje existentes relativos à sua exploração e qualidade. No entanto, a política descentralizada deste modelo ainda encontra problemas de implementação que estão em revisão. Um dos primeiros conflitos, discutidos na vigência do modelo atual, foi sobre a responsabilidade da gestão da água mineral e água subterrânea, no âmbito da Câmara Federal. Dos conflitos destacam-se os seguintes pontos: (1) água mineral é considerada um minério e por isso é de responsabilidade do Ministério de Minas e Energia, enquanto que a água subterrânea é dos estados; (2) o problema das concessões (de lavra – federal) e outorgas e licenças (estadual); (3) a água subterrânea é um bem de domínio público e as águas minerais podem ser caracterizadas como *commodity*; (4) as áreas de concessão de lavra impedem o uso e ocupação das terras e interferem no uso e ocupação das terras em municípios.

No estado de São Paulo, o Comitê das bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (CBH-PCJ) cria a Câmara Técnica de Águas Subterrâneas em Deliberação CBH-PCJ 94/2000, de 09/05/2000 (nos cinco primeiros anos atuou como Grupo Técnico). Neves & Yoshinaga-Pereira (2005) apresentam uma síntese das atividades desta câmara no período 2000-2005. Os principais temas discutidos em plenário foram relativos à elaboração de um



sistema de informação de poços tubulares profundos e resolução de conflitos, como o caso de exploração de água subterrânea no município de Vinhedo.

A atualização do cadastro de poços tubulares profundos é um tema em constante discussão (na câmara técnica). O número de poços ilegais (não outorgados) supera em média em 400% dos outorgados, de acordo com a comparação do número de poços tubulares cadastrados realizados pelo Instituto Geológico (1993 e 1995) e os outorgados pelo DAEE no período. No entanto, o número total de poços tubulares existentes no estado e na região é desconhecido. A existência de muitos poços tubulares ilegais, e a ineficiência de controle e fiscalização desses poços, provocam a perda de receita das companhias de saneamento municipal. Esta situação fez com que as companhias montassem o seu próprio banco de informações de poços tubulares e procedimentos de fiscalização e controle. A SANASA, de Campinas, e a SABESP, principalmente na cidade de São Paulo, possuem ações de identificação e fiscalização de poços tubulares ilegais nos municípios e cadastros de poços próprios, apesar da responsabilidade ser do DAEE. Por outro lado, a qualidade das águas subterrâneas é de responsabilidade da CETESB, que possui uma rede de monitoramento em diversos poços no estado de São Paulo.

Em 2004, o DAEE (Departamento de Águas e Energia Elétrica) cria critérios para classificação de áreas de restrição e controle de poços tubulares profundos, onde pode intervir em áreas com problemas de contaminação de águas subterrâneas e exploração de águas. Este instrumento é utilizado para áreas na região de São Paulo, São José do Rio Preto, Holambra, Vinhedo e Valinhos, onde existem problemas de contaminação e sobre-exploração dos aquíferos. Por fim, em relação ao uso das águas subterrâneas, a regularização e comercialização de água “a granel” ainda é polêmica. As empresas especializadas em transporte de água potável surgiram no mercado para suprir a grande demanda de água para indústrias, comércio, agricultura e condomínios.

3. Água subterrânea e o consumo na região e município de Campinas – histórico e síntese do conhecimento

No contexto estadual, os estudos hidrogeológicos restringem-se a algumas regiões e não possuem caráter contínuo, e por vezes se tratam de "momentos políticos" de períodos



favoráveis, inseridos em programas de governo sem continuidade e de iniciativas de alguns profissionais.

No período de 1970-80, o DAEE elaborou uma estratégia de gerenciamento dos recursos hídricos subterrâneos em São Paulo, iniciando levantamentos hidrogeológicos que abrangeram todo o estado (DAEE 1974, 1975, 1976, 1977, 1979a, 1979b, 1981a e 1981b). Estes trabalhos consistiram, por Região Administrativa, na avaliação hidrológica, balanço hídrico e caracterização dos recursos hídricos subterrâneos por Sistemas Aquíferos, com a análise da hidrodinâmica, hidrogeoquímica e qualidade das águas, aspectos construtivos dos poços tubulares profundos, perfil do usuário e do consumidor das águas subterrâneas. Estes produtos resultantes foram embasados nas informações de um amplo cadastramento de poços tubulares profundos realizado no período. Como seqüência deste trabalho de avaliação sistemática, Campos (1993) apresenta uma caracterização hidrogeoquímica das províncias hidrogeológicas, com proposta de uma cartografia do estado de São Paulo, em escala 1:1.000.000, e a elaboração da carta hidrogeológica do estado em fase final de execução, de escala 1:500.000 (IG/DAEE, no prelo). A falta de recursos humanos, estruturais e financeiros, e de apoio político, atrasaram alguns projetos que seriam decorrentes deste levantamento.

Em 1990, os estudos de avaliação hidrogeológica para planejamento territorial são executados pelo Instituto Geológico na região entre Sorocaba e Campinas e Região Metropolitana de Campinas (IG 1990a, 1990b, 1991, 1993, 1995). Os projetos consistiram de uma atualização do cadastro de poços tubulares profundos na região investigada, determinação da hidrodinâmica e hidrogeoquímica, produtividade e análise da vulnerabilidade natural dos aquíferos. A investigação é feita sobre a situação das obras de captação, uso das águas subterrâneas, cálculos de reservas e consumo de recurso hídrico. Algumas cartas temáticas foram desenvolvidas para o planejamento, como produtividade, vulnerabilidade e carta com orientação ao usuário. Os mapas resultantes encontram-se na escala 1:50.000, em sua maioria.

O mapeamento de vulnerabilidade e risco de poluição das águas subterrâneas no estado de São Paulo (IG/CETESB/DAEE 1993) é um dos primeiros estudos que enfoca a questão da qualidade das águas subterrâneas, e elabora cartas temáticas, que são: Carga Contaminante Potencial - fontes pontuais, Carga Contaminante Potencial - fonte saneamento *in situ* e quantidade de resíduos sólidos gerados, e o Mapa de Vulnerabilidade da Contaminação de Aquíferos.



Os trabalhos acadêmicos de estudos hidrogeológicos possuem caráter específico, onde estes estudos detalham ou determinada região, sistema aquífero ou a metodologia utilizada é especial e inédita. Entretanto, apesar de tratar de temas específicos, consistem no avanço do conhecimento da circulação dos aquíferos estudados, na análise de suas condições potenciais de exploração, cálculo de reservas (permanentes ou renováveis ou outras), hidroquímica e qualidade das águas subterrâneas.

Na região de estudo, as pesquisas existentes de escalas regionais consistem das avaliações hidrogeológicas executadas por DAEE (1982) na Região Administrativa de Campinas, e Lopes (1984, 1994), no estado de São Paulo e nas bacias hidrográficas dos rios Piracicaba e Capivari. As avaliações regionais apresentam uma caracterização geral dos sistemas aquíferos Tubarão e Cristalino. O trabalho de Diogo et al. (1984) apresenta para o estado de São Paulo as características hidráulicas determinadas para esse sistema aquífero Tubarão, que variam de 0,002 a 7,5 m³/h por metro de rebaixamento de capacidade específica, transmissividade da ordem de 0,03 a 153 m²/dia e permeabilidade média dos arenitos em 0,003 a 3,1 m/dia. Em relação à hidroquímica, as águas variam de bicarbonatadas cálcicas a sódicas, fracamente salinas. Segundo esses autores, distinguem-se duas zonas distintas de circulação de água subterrânea, em que as zonas mais permeáveis e com águas menos mineralizadas estão associadas às unidades inferior e superior do Subgrupo Itararé e à Formação Aquidauana. A região de Campinas está inserida na área com transmissividades superiores a 10m²/dia, que correspondem às essas unidades do Subgrupo Itararé.

Stevaux et al. (1987) analisam os sistemas deposicionais do Subgrupo Itararé na bacia hidrográfica do rio Capivari e sugerem um modelo para prospecção de água subterrânea, determinando três tipos de aquíferos: o primeiro (I), corresponde aos conglomerados e arenitos grosseiros do sistema de leques aluviais, apresentando uma vazão entre 1 a 5 m³/h e profundidade superior a 300 m. Os depósitos de origem turbidítica, de natureza mais errática, não foram considerados aquíferos pelos autores, devido sua baixa produtividade. O aquífero II, de melhor produtividade na área, apresenta vazões que chegam a 35m³/h e são os sedimentos originados de frente deltáica. O aquífero III, o mais produtivo do Subgrupo Itararé, possui geometria tabular de grande extensão, ocorrente ao norte de Capivari, e apresentando vazões de até 100m³/h (correspondente às formações Tatuí e Tietê).

A caracterização hidroquímica das águas subterrâneas dos sistemas aquíferos do estado de São Paulo foi executada por Campos (1993). Na região de Campinas, esse autor



classificou as águas do Sistema Aquífero Tubarão como predominantemente bicarbonatadas sódicas, seguida das bicarbonatadas cálcicas e cálcio-sódicas. O Cristalino apresenta águas de composição bicarbonatadas cálcicas, seguido da bicarbonatada cálcio-sódicas e bicarbonatadas sódicas. Em geral, as águas dos dois sistemas aquíferos são potáveis, com baixa a alta salinidade.

Na Região Metropolitana de Campinas, o Instituto Geológico (1993) desenvolveu estudos de maior detalhe, na escala 1:50.000 nos municípios de Campinas, Jaguariúna, Cosmópolis, Holambra, Nova Odessa, Paulínia, Hortolândia, Americana e Sumaré. Yoshinaga-Pereira (1997) apresenta uma análise das condições de ocorrência da água subterrânea para a Região Metropolitana de Campinas.

No Município de Campinas, o Sistema Aquífero Cristalino apresentou valores de capacidades específicas entre 0,09 a 1,32 m³/h por metro de rebaixamento, e a maior produtividade encontrada em poços próximos à feição vale. No manto de alteração, os valores de capacidade específica variaram entre 0,15 e 0,35 m³/h por metro de rebaixamento. Nos diabásios, obtiveram-se valores de capacidades específicas variando de 0,18 a 1,59 m³/h por metro de rebaixamento e as maiores produtividades dos poços localizados na feição geomórfica vale. No Sistema Aquífero Tubarão - Subgrupo Itararé, no município de Campinas (IG 1993), a capacidade específica dos poços apresentam valores entre 0,08 e 0,30 m³/h por metro de rebaixamento. A vulnerabilidade natural é considerada média nos sedimentos ocorrentes nesse município. Os aquíferos aluvionares são considerados de alta vulnerabilidade à contaminação antrópica.

4. Estimativas da disponibilidade das águas subterrâneas

De acordo com Irrigart (2005), as vazões disponíveis dos aquíferos das sub-bacias do rio Piracicaba são apresentadas na tabela 1. O total de disponibilidade é de 12 m³/s no estado de São Paulo, onde os aquíferos Cristalino e Guarani apresentam as maiores vazões disponíveis, seguido do Tubarão, e correspondem a 81,4% deste total, ou seja, 43,7, 20,1 e 17,6 % respectivamente.

Tabela 1 – Estimativas de vazões disponíveis dos aquíferos das sub-bacias do rio Piracicaba.



Sub-bacia	Vazão (m ³ /s) por Unidade aquífera								Total
	Cenozóico	Bauru (correlato)	Serra Geral (basalto)	Guarani	Passa Dois	Tubarão	Diabásio	Cristalino Pré-Cambriano	
Piracicaba	0,237	0,064	0,047	1,518	0,314	0,860	0,216	0	3,256
Corumbataí	0,172	0,055	0,037	0,888	0,400	0,078	0,094	0	1,724
Jaguari	0,131	0	0	0	0,013	0,999	0,153	1,945	3,241
Camanducaia	0,025	0	0	0	0	0,046	0,005	0,976	1,052
Atibaia	0,163	0	0	0	0	0,125	0,094	2,300	2,682
Total Piracicaba	0,728	0,119	0,084	2,406	0,727	2,108	0,562	5,221	11,955
Total PCJ	0,889	0,119	0,084	2,406	0,741	3,081	0,602	6,022	13,944

Fonte: Relatório de Situação 2002-2003, Irrigart Eng. e Cons. em Rec. Hid. e Meio Ambiente, 2005.

Yoshinaga – Pereira (1997) calculou as estimativas de disponibilidade de água subterrânea, a vazão disponível total encontrada para a Região Metropolitana de Campinas de 2,2 m³/s ou 69,2 x 10⁶ m³/ano, onde 0,54 m³/s (17 milhões de metros cúbicos) são provenientes do aquífero Cenozóico, 0,056 m³/s (1,77 milhões de metros cúbicos), do Diabásio, 0,62 m³/s (19,5 milhões) do Itararé e 0,98 m³/s (30,9 milhões de metros cúbicos) do Cristalino. Os valores da disponibilidade natural podem ser somados às perdas pela rede de distribuição de água tratada, 17% (1,02 m³/s), produzindo um total de 3,22 m³/s (101,5 x 10⁶ m³/ano) para a Região Metropolitana de Campinas.

A estimativa do consumo de água subterrânea baseada no número de poços previstos para 1994 na região, é de 1,73 m³/s ou 54,6 milhões de metros cúbicos. Esse consumo corresponde a uma elevadíssima taxa de exploração - 79% da reserva ativa natural, ou 54% da reserva total.

Este valor foi atualizado por De Paula (1999) onde os valores de consumo para a região subiu para 1,913 m³/s, e a disponibilidade total (inclusa perdas de água pela rede, que foi reduzida no período) foi de 3,57 m³/s. Isso significa uma taxa de 53,6% da disponibilidade total em 1999, ou 85,9% (sem considerar a disponibilidade artificial)

Na Região Metropolitana de Campinas, De Paula (1999) estima que o Setor Secundário é o maior consumidor de água subterrânea na área de estudo, com exploração de 0,907 m³/s, seguido do abastecimento público, 0,405 m³/s, do Setor Primário, 0,335 m³/s, e por fim do uso particular e do Setor Terciário (0,133 e 0,130 m³/s respectivamente).

Para o município de Campinas, o consumo total calculado por De Paula (1999) foi 0,574 m³/s, onde 0,263 m³/s é atribuída ao setor secundário e 0,156 m³/s ao setor de



abastecimento, 0,069 m³/s ao Setor Primário e, por fim os valores de 0,055 m³/s e 0,030 m³/s ao Setor Terciário e particular, respectivamente.

A disponibilidade natural para o município de Campinas foi calculada por IG (1993) de 0,484 m³/s, cujo valor total é de 0,964 m³/s, somada às perdas de água pela rede pública de abastecimento (0,480 m³/s). Isso significa que a taxa de consumo estimada em relação a disponibilidade total é de 59,64%, e em relação somente a natural chega a ultrapassar a totalidade (118,6%).

5. Bacia do ribeirão das Anhumas

A bacia hidrográfica do ribeirão das Anhumas situa-se entre as coordenadas, de 7.462.827 a 7.482.500 N e de 282.500 a 296.870 E (UTM, Zona 23), correspondendo a uma superfície de 15.024,82 ha, aproximadamente 150 km². As nascentes encontram-se no município de Campinas, que é possuidora da maior área da bacia, e desemboca no rio Atibaia no município de Paulínia, SP, a noroeste da bacia (Figura 1). O município de Campinas situa-se cerca de 100 km da capital do estado de São Paulo e é sede da região metropolitana de Campinas.

Em termos de gerenciamento de recursos hídricos, a área localiza-se dentro da Unidade de Gerenciamento (UGHI) 5, composta das bacias hidrográficas de Piracicaba, Capivari e Jundiá.

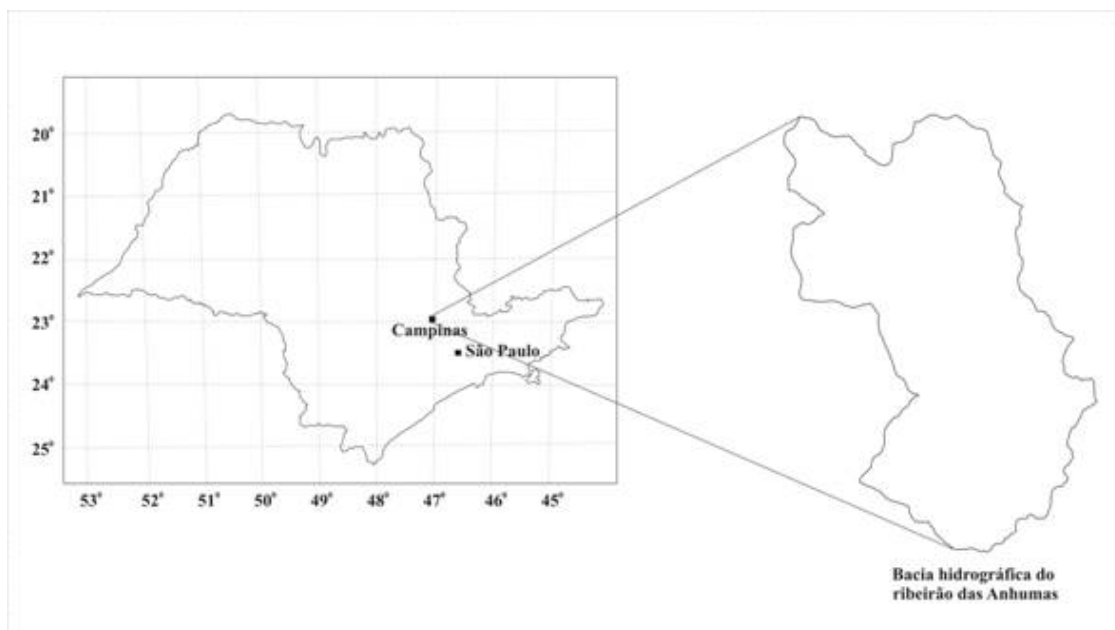


Figura 1. Localização da bacia hidrográfica do ribeirão das Anhumas no estado de São Paulo.

O ribeirão das Anhumas é tributário do rio Atibaia e corta o município de Campinas no sentido sul/ norte. (CANO, 1995, apud GOMES et al.). Em relação ao uso da terra, o perímetro urbano de Campinas compreende cerca de 70% de área da bacia. A urbanização mais densa e consolidada está situada na parte sul e sudoeste, com um vetor de crescimento para o norte do município. As áreas rurais, localizadas ao norte e sudeste da bacia principalmente, caracterizam-se por pastagens, matas e outras culturas anuais e perenes, como, por exemplo, cana-de-açúcar, café e culturas de subsistência.

Aspectos geológicos e hidrogeológicos

A bacia do ribeirão das Anhumas encontra-se numa região de transição entre o embasamento cristalino e a bacia sedimentar do Paraná. O mapa geológico da área (Figura 2), recorte do mapa de IG (2003), apresenta na porção leste, o embasamento cristalino representado pelas rochas de idade Mesoproterozóico a Paleopaleozóico (N1 – gnaisses xistosos; Nb – gnaisses bandados, No – biotita gnaisses equigranulares); rochas Neo proterozóica (Gp1 – hornblenda-biotita granitos porfiríticos) e Zonas de Cisalhamento



Campinas e Valinhos, direção NE-SW (de idade Neoproterozóico/ Cambro-Ordoviciano, representadas pelos protomilonitos, milonitos e ultramilonitos).

Na porção oeste está situada a bacia sedimentar do Paraná, compostas pelas rochas de idade Carbonífera – Permiana (Subgrupo Itararé) intercalada e/ou cortada por diques e soleiras de diabásio (D) do Jurássico Cretáceo em algumas porções. As rochas aflorantes na área de estudo são: Ai – arenitos médio a grossos; Si – arenitos muito finos, silto-argilosos e Pi – ritmitos areno silto-argilosos, lamitos arenosos, arenitos lamíticos com grânulos.

As rochas de idade terciária ocorrem próximas ao rio Atibaia (norte da área) e são representados pelos siltitos laminados e siltitos areno-argilosos (Scz). Os sedimentos aluvionares situam-se nas margens do rio Atibaia, norte da área de estudo e na desembocadura do ribeirão das Anhumas.

Os estudos hidrogeológicos realizados no distrito de Barão Geraldo (Daleffe 2002), na bacia do ribeirão das Anhumas, utilizaram o cadastro de 81 poços existentes no cadastro de poços de IG (1993) e acrescentou mais 30 com dados completos de empresa Edsonda Ltda, para análise mais acurada. O autor define para o Aquífero Itararé (pertencente ao sistema aquífero Tubarão) os seguintes valores de capacidade específica: mediana – 0,4, média de 4,6 e máximos e mínimos de 21,25 e 0,052 m³/h/m; sistema aquífero cristalino: mediana – 0,24, média – 0,39, máximos e mínimos de 1,49 e 0,26 m³/h/m; e aquíferos mistos, com os seguintes valores: mediana – 0,11, média – 0,15, máximos e mínimos de 0,51 e 0,028 m³/h/m. A produtividade destes poços indica que poços localizados em lineamentos de drenagem apresentam maiores valores e na direção N60-70E. Os fluxos de água subterrânea apresentam sentido geral de fluxo para o ribeirão das Anhumas e ao norte, para o rio Atibaia.

Cadastros de poços tubulares profundos

A organização de um banco de dados de poços tubulares profundos para o presente estudo mostrou um problema de confiabilidade das informações, como já descrito por IG (1993) e Yoshinaga-Pereira (1997). Não foi possível trabalhar somente com um banco de dados apenas, mas sim com 3 universos de informações, que representavam períodos e situações diferentes. Os cadastros utilizados nesta área de estudo são: (1) cadastro executado do Instituto Geológico (1993), cobrindo quase totalidade dos poços existentes naquele período; (2) poços tubulares profundos com dados completos de poços executados por uma



empresa perfuradora de poços (Edsonda Poços Artesianos Ltda.), contidos em Daleffe (2002); (3) cadastro de poços outorgados pelo DAEE (www.dae.sp.gov.br).

A área delimitada para os estudos na bacia hidrográfica do ribeirão foi uma quadrícula entre as coordenadas UTM (Norte) de 7462000 a 74826364 e UTM (Leste) de 282000 a 296000. Os poços que não abrangiam a área delimitada no mapa da bacia do ribeirão das Anhumas, de poços clandestinos e outorgados foram excluídos do cadastramento do DAEE e IG; em seguida, os dados entre estes dois cadastros mais os dados levantados de Daleffe (1999), foram checados e os poços repetidos identificados. Os dados foram interpolados manualmente, e em uma outra planilha consideraram-se as interações com os fatores de uso e consumo.

O número de poços utilizados pelo estudo foi: 30 poços tubulares profundos (Daleffe 2002), 403 poços tubulares do cadastro do Instituto Geológico (1993) e 245 poços tubulares do cadastro de outorgas do DAEE. No cadastro de IG (1993), 226 poços possuem identificação e 177 possuem dados incompletos. O cadastro do DAEE, as informações apresentam-se completas, onde se mostra que 8 poços apresentam-se sem uso (5 indeferidos, 1 tamponado, e 2 desativados).

Uso e consumo de água subterrânea

A maior intensidade de exploração dos poços está vinculada diretamente com o tipo de atividade econômica da região, seu grau de desenvolvimento e da relação reserva/ demanda de água atual. O método de estudo foi baseado em IG (1993) e Yoshinaga–Pereira (1997) e De Paula (1999), que considerou os seguintes dados:

- Demanda Q média da área de estudos (6,0 m³/h)
- Tempos de bombeamento (Tbomb)
 - Indústria – 18 h/dia
 - Saneamento - 24 h/dia
 - Comercio – 6 h/dia.
 - Recreação – 2 h/dia



- Agricultura/ Agropecuária /Criação - 8 h/dia.
- Consumo = $Q_{\text{médio}} \cdot N \text{ poços} \cdot T_{\text{bomb.}} / 24$

Os valores considerados foram utilizados no presente trabalho para comparações com as demais referências.

Na região do ribeirão das Anhumas, o maior usuário das águas subterrâneas é atribuído ao saneamento (39,3%), seguido das indústrias (31,5%) e comércio (15,0%). A tabela 2 apresenta os valores de vazão disponível e a porcentagem de cada tipo de uso. Apesar do valor de vazão disponível retratar o período de 1993, pode-se estimar que o crescimento de poços em 10 anos foi de 400% (1982 a 1993) e portanto pode estimar o consumo com base neste crescimento. Assim, estima-se que o consumo total nos dias de hoje aproxima-se do valor de 1,04 m³/s.

Tabela 2 - Perfil do usuário, categoria dos poços clandestinos e outorgados (IG 1993 e Daleffe 2002) no ribeirão das Anhumas

<i>Indústria</i>	<i>Saneamento</i>	<i>Comércio</i>	<i>Recreação</i>	<i>Agricultura</i>	<i>Agropecuária.</i>	<i>Criação</i>	<i>Total Geral</i>
71 (31,5%)	89 (39,3%)	34 (15,0%)	11 (5%)	11 (5%)	4 (1,7%)	6 (2,5%)	226
0,09 m ³ /s	0,14 m ³ /s	0,014 m ³ /s	0,0015 m ³ /s	0,006 m ³ /s	0,0022 m ³ /s	0,0033 m ³ /s	0,26 m ³ /s

Fonte: IG (1993)

A Tabela 3 apresenta os poços outorgados pelo DAEE e a distribuição por uso até 2005. O total geral de 237 poços outorgados em relação aos cadastros de poços ilegais e legais de 1993, já indica uma discrepância e revela a problemática dos poços sem outorga na região. No entanto, o perfil do usuário retrata os mesmos grandes usuários. O maior usuário são poços urbanos, públicos e loteamentos (que podem caracterizar a atividade de saneamento) seguido das indústrias e comércio.

O valor oficial de vazão disponível de 2005, porém, é menor que a vazão computada por IG (1993) na área considerada. Estes valores comparativos (entre a realidade existente em 1993 e os poços outorgados de 2005) demonstram a problemática de se ter uma estimativa mais confiável no cálculo do consumo de água subterrânea, que é dependente de um cadastro do total de número de poços tubulares na região.



Tabela 3 – Perfil do usuário dos poços outorgados (DAEE 2005)

<i>Indústria</i>	<i>Uso Urbano</i>	<i>Comercio</i>	<i>Recreação/ Outros</i>	<i>Criação /rural Agropecuária Agricultura</i>	<i>Uso Público</i>	<i>Condomí- nio/Lote</i>	<i>Poços Sem Uso</i>	<i>Total Geral</i>
39 (16,0%)	46 (18,7%)	44 (18,0%)	14 (6%)	18 (7,2%)	46 (18,7%)	30 (12,2%)	8 (3,2%)	245
0,05 m ³ /s	0,08 m ³ /s	0,018 m ³ /s	0,0019 m ³ /s	0,01 m ³ /s	0,019 m ³ /s	0,05 m ³ /s	0 m ³ /s	0,23

Fonte: DAEE 2005

6. Considerações finais

A tendência do crescimento do uso desse recurso é visível, haja vista as limitações da quantidade e qualidade das águas superficiais na região, e do aumento da demanda causada pelo conseqüente aumento da demografia e crescimento sócio-econômico da área. Os estudos anteriores apresentam valores de vazão disponível de 0,964 m³/s (inclusive as perdas na rede de saneamento básico) para o município de Campinas. O consumo de água subterrânea somente na região do ribeirão das Anhumas pode chegar a este valor atribuído ao município, significando o alto grau de criticidade, pois se acredita que o balanço atual entre a disponibilidade e o consumo seja negativo.

Na região de estudo, acrescentou-se o uso comercial de água subterrânea pela existência de empresas que exploram poços para revenda de água. Esta característica revela também a necessidade de empresas e comércios (principalmente) em complementar seu consumo com águas provenientes de fontes externas.

Os estudos relativos à qualidade das águas subterrâneas são recomendáveis na região, com a identificação de fontes potenciais de contaminação e áreas contaminadas. Neste contexto, destacam-se potenciais áreas contaminadas por fossas sépticas em aquíferos rasos na região norte da área, onde não existe saneamento básico, bem como o terreno das Mansões Santo Antônio, contaminada por solventes e graxas. Dessa forma, a informação da situação dos recursos hídricos subterrâneos deve ser transmitida aos organismos de decisão local, de modo que esses possam acionar mecanismos para se ter um diagnóstico global da situação e de suas tendências futuras, e assim estabelece um plano de gestão do recurso na área e propostas de mais estudos com aspecto tanto físico como social da bacia hidrográfica.



7. Referências bibliográficas

- DALEFFE, D. 2002. *Estudo hidrogeológico de Barão Geraldo*. Monografia de Conclusão de Curso de Geologia. Texto+mapas.
- DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA (DAEE). 1974. *Estudo de águas subterrâneas, Região Administrativa 6, Ribeirão Preto, SP*. São Paulo, SP. Geopesquisadora/ Tahal, 2v.
- DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA (DAEE). 1975. *Estudo de águas subterrâneas, Região Administrativa 1, São Paulo, SP*. São Paulo, SP. ENCIBRA/ Tahal, 3v.
- DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA (DAEE). 1976. *Estudo de águas subterrâneas, Regiões Administrativas 7, 8 e 9 (Bauru, São José do Rio Preto, Araçatuba), SP*. São Paulo, SP. ENCO, 4v.
- DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA (DAEE). 1977. *Estudo de águas subterrâneas, Região Administrativa 3 (São José dos Campos e Faixa Litorânea), SP*. São Paulo, SP. ENCO, 5v.
- DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA (DAEE). 1979a. *Estudo de águas subterrâneas, Região Administrativa 2 (Santos), SP*. São Paulo, SP. ENCO, 3v.
- DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA (DAEE). 1979b. *Estudo de águas subterrâneas, Regiões Administrativas 10 e 11 (Presidente Prudente e Marília), SP*. São Paulo, SP. DAEE, 3v.
- DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA (DAEE). 1981a. *Estudo de águas subterrâneas, Região Administrativa 5 (Campinas), SP*. São Paulo, SP. DAEE, 2v.
- DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA (DAEE). 1981b. *Estudo de águas subterrâneas, Região Administrativa 4 (Sorocaba), SP*. São Paulo, SP. DAEE, 2v.
- DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA (DAEE). no prelo. *Carta hidrogeológica do Estado de São Paulo (1:500.000)*. São Paulo.
- De PAULA, G. 2002. *A água – percepções e compromisso: estudo de caso na Região Metropolitana de Campinas*. Tese de doutoramento – IG/ UNICAMP.
- INSTITUTO GEOLÓGICO (IG-SMA). 1990a. *Avaliação dos recursos hídricos subterrâneos: ocorrência e exploração. Folha de Salto de Pirapora, SP, escala 1:50.000*. Relatório Técnico IG. 96 pp.



- INSTITUTO GEOLÓGICO (IG-SMA). 1990b. *Subsídios do meio físico-geológico ao planejamento do município de Sorocaba (SP)*. Relatório Técnico IG. 2v.
- INSTITUTO GEOLÓGICO (IG-SMA). 1991. *Subsídios do meio físico-geológico ao planejamento do município de Itu (SP)*. Relatório Técnico IG. 2v.
- INSTITUTO GEOLÓGICO (IG-SMA). 1993. *Subsídios do meio físico-geológico ao planejamento do município de Campinas (SP)*. Relatório Técnico IG. 3v.
- INSTITUTO GEOLÓGICO (IG-SMA). 1995. *Subsídios para o planejamento regional e urbano do meio físico na porção média da Bacia do Rio Piracicaba, SP*. São Paulo. Relatório Técnico IG. 4 v.
- INSTITUTO GEOLÓGICO (IG-SMA)/ COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB)/ DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA (DAEE). 1993. *Mapeamento da vulnerabilidade e risco de poluição das águas subterrâneas no estado de São Paulo*. Relatório Técnico IG. 2v.
- PEREIRA, Y.S. 1996. *Proposta de Representação Cartográfica na Avaliação Hidrogeológica para Estudo de Planejamento e Meio Ambiente, Exemplo da Região Metropolitana de Campinas - SP*. (Tese de Doutorado IGc- USP). 190pp.
- www.dae.sp.gov.br. Acesso em 2005. Planilhas de Poços Outorgados no município de Campinas.



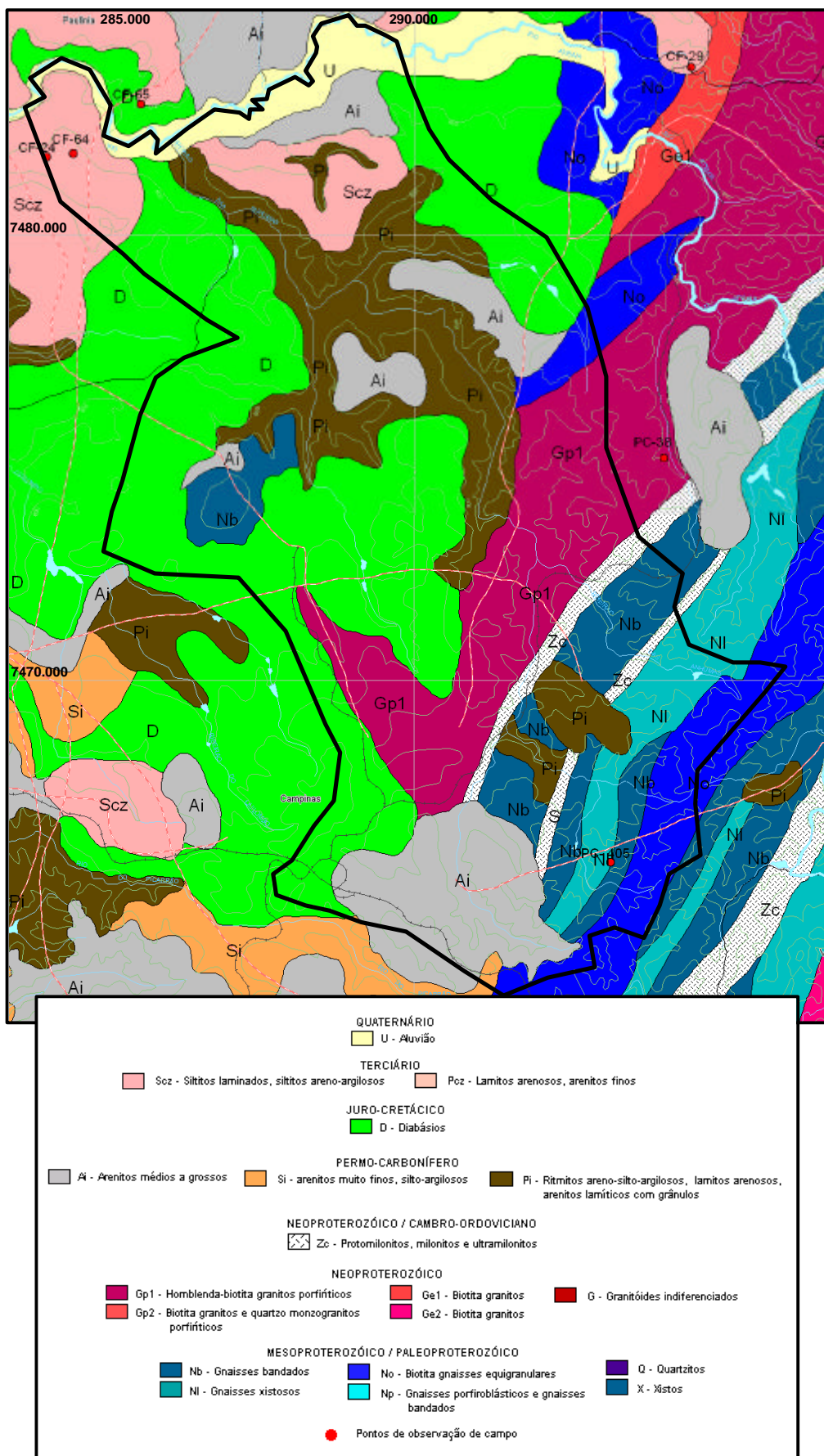


Figura 2 – Mapa Geológico da bacia hidrográfica do ribeirão das Anhumas (Fonte: IG 2003)