

# PROPOSTA PARA PROTEÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA REGIÃO DE RIBEIRÃO PRETO-SP

PROPOSAL FOR PROTECTION OF GROUNDWATER IN RIBEIRÃO PRETO-SP

PROPUESTA PARA LA PROTECCIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS  
EN LA REGIÓN DE RIBEIRÃO PRETO-SP

**Saulo de Tarso Ferreira**

Aluno de Pós-Graduação em Gestão Ambiental e Desenvolvimento Sustentável (Centro Universitário Internacional Uninter).

**Rafael Lopes Ferreira**

<sup>1</sup>Gestor Ambiental (Faculdades Integradas Camões/PR). Especialista em Biotecnologia (Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC/PR)), orientador de TCC do Centro Universitário Internacional Uninter.

## RESUMO

Em conformidade com os diplomas legais, que preconizam o gerenciamento dos recursos hídricos a partir do princípio da unidade do ciclo hidrológico, e procurando-se dar subsídios à Administração Pública Municipal, é que se faz esta proposta de proteção às águas subterrâneas em Ribeirão Preto-SP, mais especificamente às do Aquífero Guarani. Baseada em dados preexistentes, a metodologia possibilita rápida execução da carta de localização dos poços tubulares profundos, combinada com a carta de profundidade da água subterrânea e o mapa geológico, com custo irrelevante e interpretação relativamente simples, bem como viabiliza linguagem compreensível, objetiva e convincente para se comunicar com a Administração Pública Municipal. Ela também propicia a visualização da dinâmica exploratória dessa água e do consequente impacto no meio ambiente. Sugere-se a continuidade do trabalho em escala maior, sempre em sintonia com a legislação ambiental, que deve dar embasamento seguro e perspectiva ampla a todo movimento em defesa do meio ambiente e, por conseguinte, em defesa da qualidade de vida.

**Palavras-chave:** Águas subterrâneas. Impacto Ambiental. Área de Proteção Ambiental. Gestão de Recursos Hídricos. Desenvolvimento Sustentável.

## ABSTRACT

This article is made to protect the groundwater in Ribeirao Preto-SP, specifically the Guarani Aquifer, in accordance with the legislation, requiring that the management of water resources from the principle of unity of the hydrological cycle, and seeking to give subsidies to the Municipal Public Administration. Based on existing data, the methodology permits fast execution of the location chart of deep wells, combined with the depth groundwater chart and the geological map, with insignificant cost and relatively simple interpretation, and enables comprehensible, objective and persuasive language to communicate with the Municipal Public Administration. It also enables viewing of exploratory dynamics of this water and consequent impact on the environment. It is suggested to continue the work on a larger scale, always in tune with environmental legislation, which should give wide secure base and the whole movement in defense of the environment perspective and, therefore, to defend the quality of life.

**Keywords:** Groundwater. Environmental impact. Environmental Protection Area. Water Resources Management. Sustainable Development.

## RESUMEN

De conformidad con la legislación, en las que se recomienda la administración de los recursos hídricos a partir del principio de la unidad del ciclo hidrológico, y tratando de dar las subvenciones a la Administración Pública Municipal, es la intención de esta propuesta para la protección de las aguas subterráneas en Ribeirão Preto-SP, más específicamente a las del Acuífero Guaraní. Basándose en los datos pre existentes, la metodología permite una rápida puesta en práctica de la carta de localización de pozos tubulares profundos, combinados con la carta de profundidad del agua subterránea y el mapa geológico, con un costo relativamente irrelevante y la interpretación sencilla, así como hace viable lenguaje comprensible, objetiva y convincente para comunicarse con la Administración Pública Municipal. También proporciona a la visualización dinámica de exploración del agua y el consecuente impacto sobre el medio ambiente. Se sugiere a la continuación del trabajo en una escala mayor, siempre en armonía con la legislación en materia de medio ambiente, que debe dar basamento seguro y amplia perspectiva a todo el movimiento en defensa del medio ambiente y, por lo tanto, en defensa de calidad de vida.

**Palabras-clave:** Águas subterrâneas. Impacto Ambiental. Área de Proteção Ambiental. Gestão de Recursos Hídricos. Desenvolvimento Sustentável.

## 1 INTRODUÇÃO

A proteção das águas subterrâneas na região da cidade de Ribeirão Preto-SP é um tema que se destaca devido ao estágio atual em que se encontra o abastecimento público de água em um complexo contexto sócio-geopolítico-econômico-natural.

O objetivo é mapear as nuances da configuração espacial da superfície da água subterrânea. Esta superfície, devido à intensa captação da água (sobreexploração) por meio de poços tubulares profundos, está muito rebaixada, o que formou um cone de rebaixamento<sup>1</sup>, para o qual os fluxos forçosamente convergem.

Justifica-se este trabalho na medida em que será fundamento para propor um novo paradigma de abastecimento público de água nessa cidade.

Diversos autores se dedicaram a pesquisar este fascinante meio natural que vem servindo de suporte a um intenso desenvolvimento regional centrado na região metropolitana de Ribeirão Preto-SP. Entre eles estão Sinelli (1970, 1971a, b), Sinelli et al. (1980, 1984), Soares (1973, 1974, 1975), Soares e Landim (1973), Soares et al. (1973, 1980), Sturaro (1988), Montenegro (1990), Monteiro (2003), Massoli (2007), Massoli e Caetano-Chang (2007), e Silva et al. (2008).

---

<sup>1</sup> Cone de rebaixamento: quando um conjunto moto-bomba submerso, previamente instalado no interior de um poço tubular profundo, é acionado, inicia-se a captação da água do aquífero, causando o rebaixamento local da superfície da água, bem como desenvolve um cone de rebaixamento, cujo vértice voltado para baixo é coincidente com o eixo do poço. Se ocorrer interferência entre cones vizinhos, o rebaixamento resultante devido a esse cone será maior.

Merece destaque Monteiro (2003, p. 1) que buscou conhecer a “superfície potenciométrica<sup>2</sup> do Aquífero Guarani, em Ribeirão Preto, numa base espaço-temporal”. Esse mesmo autor elegeu para o desenvolvimento de seu trabalho a técnica matemática conhecida como “Máxima Entropia Bayesiana, que possui um conjunto de processos de identificação do conhecimento geral e específico de uma área, a classificação dos dados disponíveis (...), fazendo uso das funções aleatórias para o mapeamento espaço-temporal da variável de interesse”. Ainda conclui que o resultado obtido é insatisfatório principalmente por “falta de um adequado monitoramento dos níveis potenciométricos do aquífero”.

Os principais aquíferos constituintes do manancial subterrâneo da região de Ribeirão Preto-SP, que serão apresentados mais adiante, são: Serra Geral, composto pela Formação Serra Geral; e Guarani, composto pelas formações Botucatu e Piramboia.

A Formação Serra Geral, que constitui o aquífero homônimo, é composta essencialmente por basaltos (“lato sensu”) (Mantovani et al., 2000, apud Monteiro, 2003).

Viot et al., 1981, relatam que no Pontal do Paranapanema, região do extremo oeste paulista entre as divisas com Mato Grosso do Sul e Paraná, onde se localiza o centro deposicional (depocentro) da Bacia Sedimentar do Paraná, foi constatada em um poço do Paulipetro (Consórcio CESP-IPT) a espessura de 1.700,00 m para essa formação.

Em Ribeirão Preto, essa formação varia desde ausente até 211,00 m, que é a espessura máxima constatada até o momento em um poço tubular profundo construído para o DAERP (Departamento de Água e Esgotos de Ribeirão Preto).

Na região considerada neste presente trabalho, essa formação, que na presença de água se comporta como aquífero fissurado, tendo produtividade pequena e incerta, e por isso, não é utilizada pelo DAERP.

---

<sup>2</sup> Superfície potenciométrica: se um aquífero em seu estado natural é não confinado ou livre, isto é, não submetido à pressão exercida por alguma cobertura rochosa, a superfície definida pelas profundidades pontuais do nível da água subterrânea é dita superfície freática. Se um aquífero em seu estado natural é confinado, isto é, submetido à pressão exercida por alguma cobertura rochosa, a superfície definida pelas profundidades pontuais do nível da água subterrânea é dita superfície piezométrica. A expressão superfície potenciométrica aqui adotada não guarda em si mesma nem a conotação de não confinamento nem a de confinamento. Esta opção, generalizante, se fundamenta no fato de que a intensa retirada de água (sobreexploração) do Aquífero Guarani em Ribeirão Preto-SP vem subvertendo localmente seu pretérito equilíbrio hidráulico.

Quanto ao Aquífero Guarani, ele se estende por uma área de 1.200.000 km<sup>2</sup> na Bacia Sedimentar do Paraná. Cerca de dois terços de sua área de ocorrência situam-se na porção brasileira, ao passo que um terço dela ocorre em regiões do Paraguai, do Uruguai e da Argentina (Rocha, 1997).

Rocha (1996, apud Monteiro, 2003) avalia que o Aquífero Guarani tenha 450,00 m de espessura no centro deposicional (depocentro) da Bacia Sedimentar do Paraná, estando confinado por espessos derrames basálticos. Esse aquífero é a maior e principal reserva de água subterrânea no Estado de São Paulo, englobando as formações Botucatu e Piramboia, constituídas por arenitos (IG et al., 1997). A espessura dessas formações, constatada em um poço tubular profundo em Ribeirão Preto-SP, onde é o principal aquífero em utilização, pode ultrapassar os 264,00m.

Na moderna concepção de Recursos Hídricos, as águas superficiais e subterrâneas devem ser administradas de modo integrado. A unidade do ciclo hidrológico, fundamental para a existência da vida, de acordo com DAEE (Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo), 1988, é o princípio básico adotado neste trabalho.

## 2 METODOLOGIA

A metodologia consiste no mapeamento dos poços tubulares profundos da área de estudo - em operação, potenciômetros, tamponados e inoperantes a serem tamponados - o que propicia a visualização espacial deles (**Figura 1**), a interpolação das curvas potenciométricas (**Figura 2**) e a comparação delas com as do mapa da (**Figura 3**). Nestes dois últimos mapas, a curva de cota 470,00m define o cone de maior rebaixamento, coincidente com o centro da área urbana.

### 2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

Neste estudo se abrange a área urbana, quase toda a área de expansão urbana e a maior parte da área rural de Ribeirão Preto-SP, tendo como limites os paralelos 21° 03' 34" (7.669,00 km NS-UTM) e 21° 21' 09" (7.636,00 km NS-UTM) de latitude sul e os meridianos 47° 37' 37" (227,00 km EO-UTM) e 47° 55' 17" (197,00 km EO-UTM) de longitude oeste.

A cidade de Ribeirão Preto-SP, com estimativa populacional para o ano de 2013 de 649.556 habitantes, segundo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), 2013, dista, aproximadamente, 300,00 km da capital no rumo nor-noroeste pela Rodovia SP-330 (Anhanguera), que nessa parte do estado também atende às cidades de Cravinhos e Orlandia. Outra importante via de acesso é a Rodovia SP-255 (Antônio Machado Sant'Anna) que liga Ribeirão Preto a Araraquara. A ligação com Jaboticabal, Serrana e Cajuru é pela Rodovia SP-333 (Abrão Assed) e, com Batatais, pela Rodovia SP-334 (Cândido Portinari) (Figura 1).

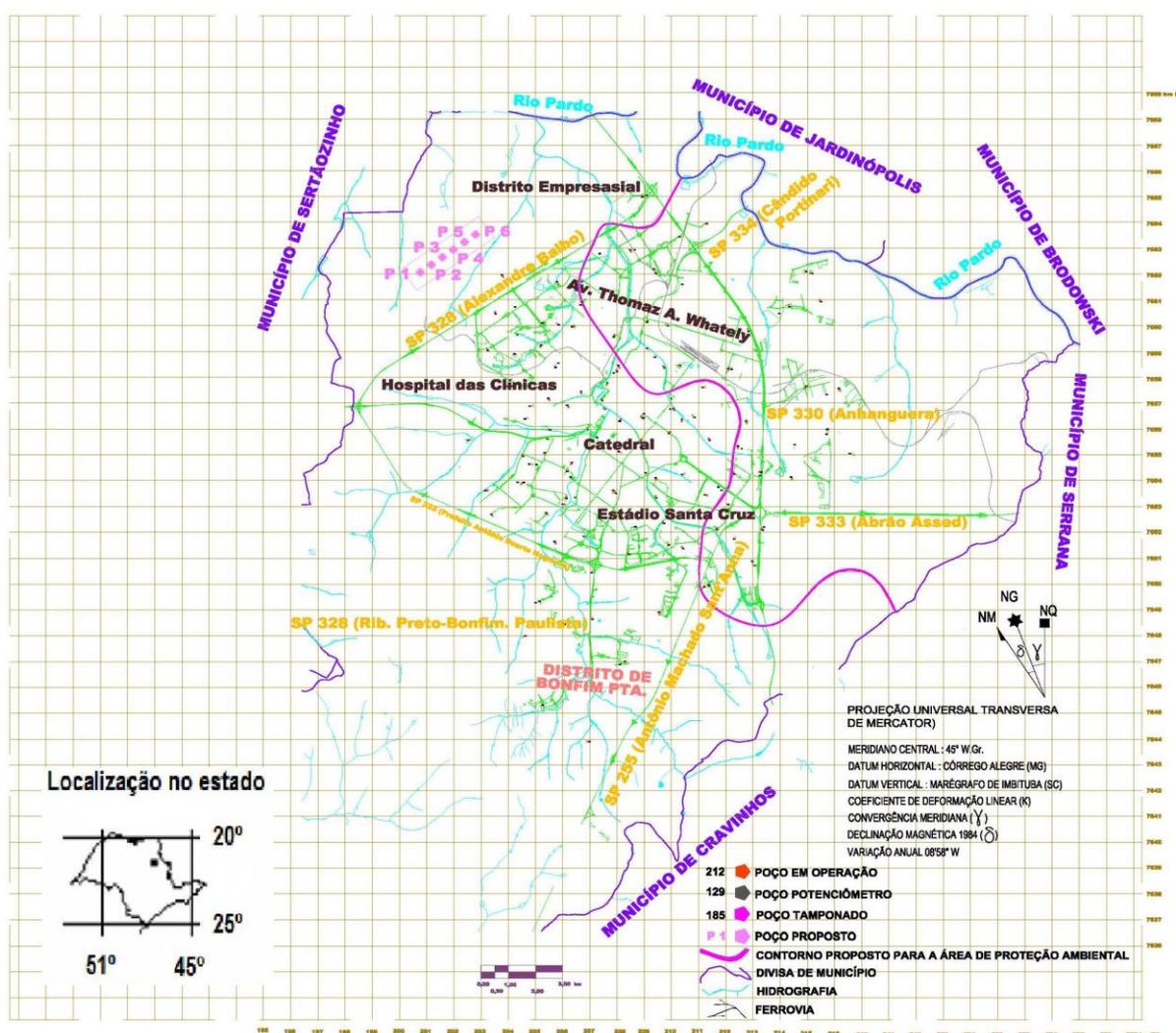


Figura 1. Mapa dos poços do DAERP, dos poços propostos e do contorno proposto para a área de proteção ambiental (RIBEIRÃO PRETO. SEPLAN. Secretaria de Planejamento e Gestão Pública. Mapa Viário Geral da Cidade e Distrito. Ribeirão Preto: SEPLAN, 2012. Arquivo AutoCAD.). O mapa da localização no estado foi modificado de Massoli (2007).

Proposta para proteção das águas subterrâneas  
na região de Ribeirão Preto - SP

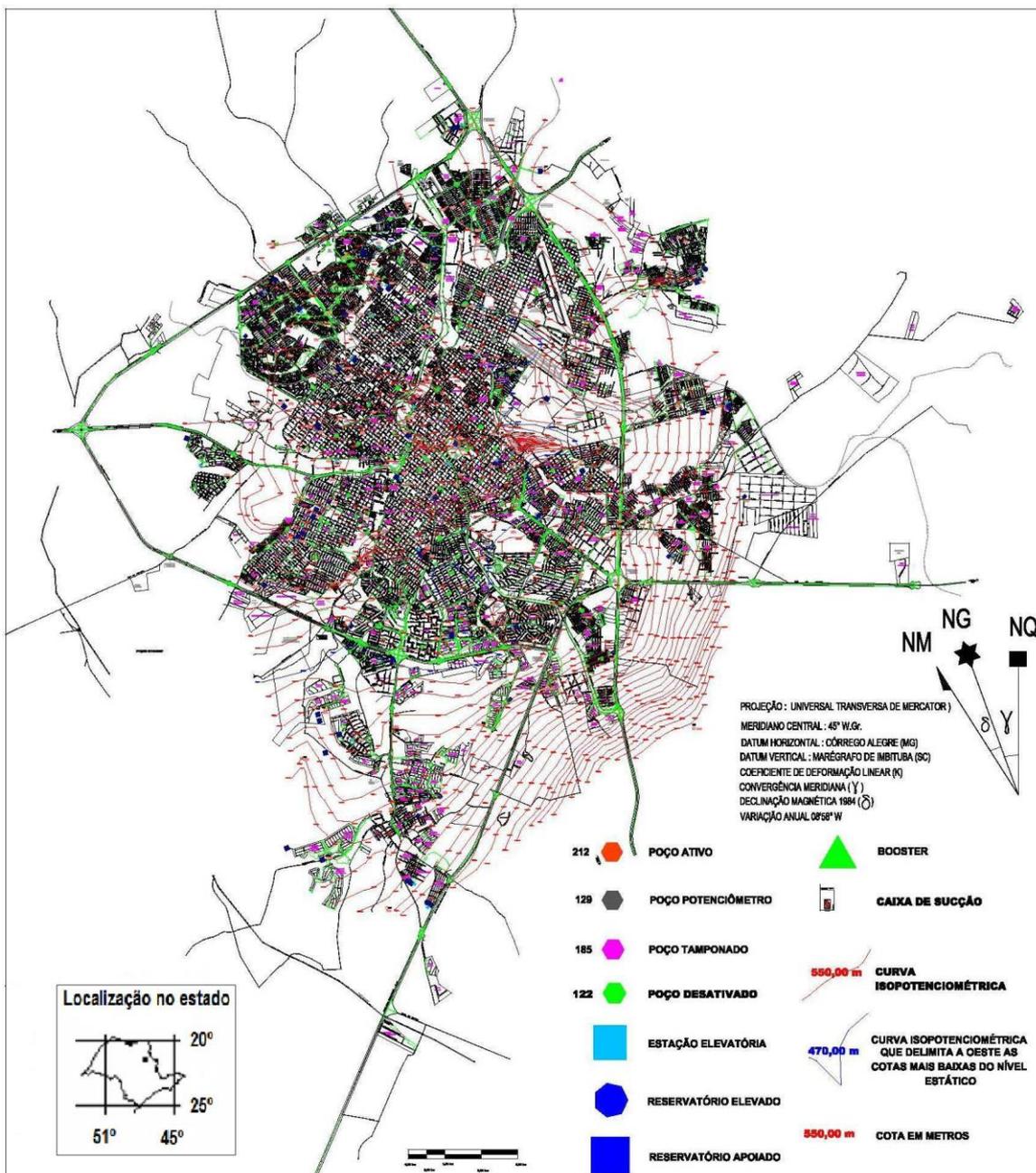


Figura 2. MAPA VIÁRIO GERAL DA CIDADE e DISTRITO COM A POTENCIOMETRIA PARA O AQUIFERO GUARANI (RIBEIRÃO PRETO. SEPLAN. Secretaria de Planejamento e Gestão Pública. Mapa Viário Geral da Cidade e Distrito. Ribeirão Preto: SEPLAN, 2012. Arquivo AutoCAD.). O mapa de localização no estado foi modificado de Massoli (2007).

A base cartográfica é o cadastro da Prefeitura Municipal de Ribeirão Preto-SP (Mapa Viário Geral da Cidade e Distrito), de 2012, a Folha SF-23-V-C-I-1 da Carta do Brasil, escala 1:50.000, do IBGE (1979) e o Mapa Geológico de Ribeirão Preto com a Potenciometria para o Sistema Aquífero Guarani (It & More, 2004).

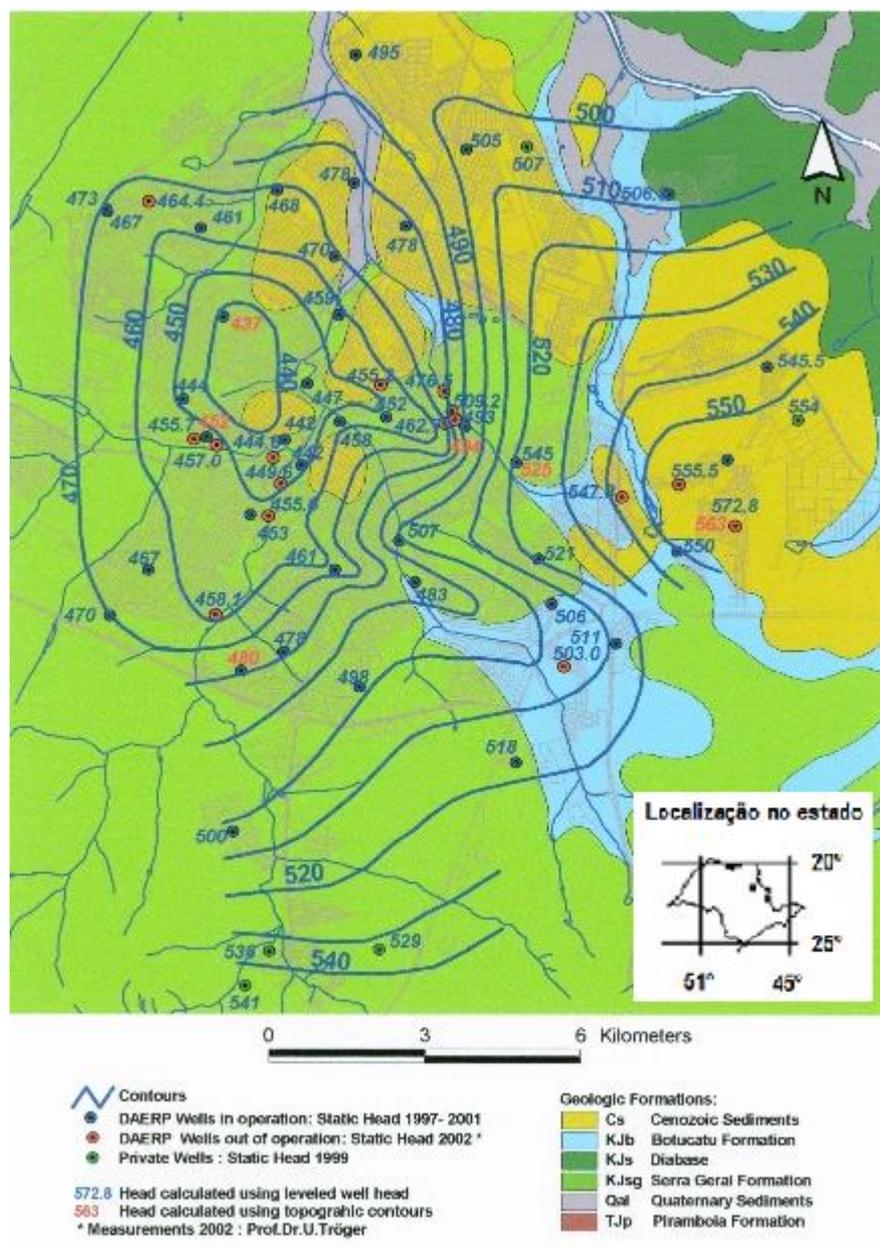


Figura 3. Mapa Geológico de Ribeirão Preto com a potenciometria para o Aquífero Guarani (It & More, 2004). O mapa de localização no estado foi modificado de Massoli (2007).

As informações dos poços provêm do Cadastro do Departamento de Água e Esgotos de Ribeirão Preto, bem como dos trabalhos de manutenção e operação desses poços.

### 3 GEOMORFOLOGIA

A região de Ribeirão Preto-SP situa-se em sua maior parte na Província das Cuestas Basálticas, conforme definida por Almeida (1964), equivalente à sub-região Alto Planalto

dos geógrafos paulistas da Associação dos Geógrafos Brasileiros (A.G.B.), apresentada por Monbeig em 1949.

Essa província é uma das mais marcantes feições da paisagem paulista. Morfológicamente, é um relevo escarpado em seus limites com a Depressão Periférica (Moraes Rego, 1932, apud Almeida, 1964) e, para oeste, prolonga-se por uma sucessão de grandes plataformas estruturais de perfil suavizado, levemente inclinadas rumo à calha do Rio Paraná. Estas duas feições formam a escarpa e o reverso das cuestras. As escarpas podem ser pouco extensas, com menos de 10,00 km, mas há trechos contínuos com mais de 100,00 km. Os desníveis variam de menos de 0,1 km até quase 0,5 km. Não existe na literatura consenso sobre a extensão do reverso das cuestras, por isso a tendência é relacioná-la à extensão aflorante das eruptivas basálticas.

A pequena parte restante da região situa-se no extremo leste da Província Planalto Ocidental, que foi, como acredita Almeida (1964), reconhecida por Moraes Rego em 1932. Esta província ocupa metade da superfície do Estado de São Paulo, apresentando colinas e morrotes em suaves relevos, dentre os quais se destacam as regiões acidentadas de Marília-Garça-Echaporã, Monte Alto e Catanduva (IPT, 1981a).

Ross e Moroz (1997), valendo-se de metodologia própria, apresentam outra classificação, em que Ribeirão Preto-SP vai inserir-se na unidade morfoescultural denominada Patamares Estruturais de Ribeirão Preto, localizando-se na porção noroeste da morfoescultura da Bacia do Paraná e limitando-se a oeste e sudoeste com o Planalto Residual de São Carlos, ao norte com o Planalto Centro-Ocidental e à leste e sudeste com a Depressão Periférica Paulista.

#### **4 GEOLOGIA**

Essa parte marginal da Bacia do Paraná sofreu lenta subsidência, se comparada com a das regiões mais ao sul. Nela, os processos erosivos atuantes nos episódios de soerguimento foram mais intensos, determinando um registro sedimentar incompleto para o tempo geológico decorrido. A sedimentação que avançava do centro da Bacia rumo às suas bordas pode não ter atingido essa área em determinadas fases, e se a atingiu em outras, a erosão deve tê-la em parte removido. Mesmo assim, os ciclos seguramente continentais estão bem representados e constituem atualmente unidades

litoestratigráficas bem definidas. Estas foram inclusas em unidade maior, que é o Grupo São Bento, de idade Mesozoica, e denominam-se formações Piramboia, Botucatu e Serra Geral com suas intrusivas básicas. Os principais autores que se dedicaram a estudar a estratigrafia nesta parte marginal da bacia são Soares e Landim (1973), e Landim et al. (1980).

Em área, na quadrícula<sup>3</sup> de Ribeirão Preto-SP, o Grupo São Bento ocupa 85% da área de estudo. A Formação Serra Geral atinge 70% desse valor, seguida pelas formações Botucatu (18%), Piramboia (8%) e as intrusivas básicas (4%) (IAC, 1987). Assim, neste trabalho, o destaque é para essas formações.

#### 4.1 FORMAÇÃO PIRAMBOIA

O nome Piramboia, usado para designar camadas de arenitos argilosos de origem subaquosa na parte basal da Formação Botucatu, sofreu modificações desde sua criação. Foi com este sentido que Washburne (1930, apud DNPM, 1979), e Barbosa e Almeida (1949, apud DNPM, 1979), empregaram a expressão Arenito Piramboia. O termo Formação Piramboia foi empregado por Andrade e Soares (1971, apud Soares et al, 1973) e por Sanford e Lange, 1960.

A Formação Piramboia, base do Aquífero Guarani, é constituída por pacotes de arenitos esbranquiçados, amarelados e avermelhados, contendo também grãos de médios a muito finos; com matriz argilosa, de subangulares a arredondados, ferruginosos, com grau de seleção predominantemente regular e texturalmente de submaturos a maturos. O acamamento é plano-paralelo, também podendo apresentar estratificação cruzada de pequeno e médio porte. Estes sedimentos depositados em canais fluviais e em planícies de transbordamento assentam-se sobre os depósitos sedimentares da Formação Corumbataí em contato discordante/erosivo no Estado de São Paulo (Caetano-Chang e Wu, 1992). Mas Caetano-Chang demonstrou, com base em extensiva análise, que a Formação Piramboia é constituída por uma associação de fácies eólicas, amplamente dominantes, e por fácies fluviais subordinadas (Caetano-Chang, 1997). O contato superior com a Formação Botucatu foi considerado como de difícil

---

<sup>3</sup> A quadrícula de Ribeirão Preto-SP está circunscrita às seguintes coordenadas geográficas: 21° 00' – 21° 30' de latitude sul e 47° 30' – 48° 00' de longitude oeste (IAC, 1987).

determinação em trabalhos mais antigos, mas ele é dado por uma superfície de brusca mudança textural, estrutural e de coloração, sendo definido por uma superfície regional como uma notável inconformidade (Caetano-Chang e Wu, 1992, Milani, 1997, Donatti, 2002); havendo um hiato deposicional de cerca de 90 milhões de anos entre as duas unidades (MILANI, 1997). Propõe-se para a Formação Piramboia idade triássica, tendo por base relações de contato e uma superfície peneplanizada pré-Piramboia, como provável deposição entre o Mesotriássico e o Eojurássico (Landim et al., 1980). Mas Milani (1997) defende a idade de Neopermiana a Eocretácica. Rocha (1996, apud Monteiro, 2003) avalia que o Aquífero Guarani tenha 450,00 m de espessura na parte central da Bacia do Paraná, confinado por espessos derrames basálticos, sendo que dois terços da sequência são representados pela Formação Piramboia.

#### 4.2 FORMAÇÃO BOTUCATU

De acordo com Schneider et al. (1974), foi Gonzaga de Campos (1889) quem pela primeira vez empregou o termo Botucatu, emprestado da serra de mesmo nome do Estado de São Paulo, para designar os arenitos que a constituem. Soares (1975) propôs que se mantivesse nessa serra a seção-tipo, a qual se localiza entre os quilômetros 237,30 e 238,00 da Rodovia SP-300 (Marechal Rondon). Conforme o DNPM (Departamento Nacional de Produção Mineral), 1979, foi White (1908) quem designou por Grés São Bento, p. 190, a sequência de rochas atualmente descrita como Formação Botucatu. Sanford e Lange (1960) empregaram pela primeira vez o nome Formação Botucatu, mas não precisaram bem os seus limites. Soares (1975) então a redefiniu como unidade genética depositada em ambiente desértico, eólico, admitindo-se a existência de derrames basálticos. Para Schneider et al.(1974), o limite superior da Formação Botucatu jaz imediatamente abaixo dos primeiros derrames da Formação Serra Geral.

A Formação Botucatu – limitada na base por uma inconformidade regional resultante de uma vasta superfície de deflação eólica estabelecida com o clímax de aridez do Gondwana ocidental e que se estende por toda a Bacia Sedimentar do Paraná (Milani, 1997) – é, conforme Scherer (2000, apud Monteiro, 2003), sobreposta por rochas vulcânicas de básicas a ácidas.

Essa formação é constituída por arenitos avermelhados, mas há os esbranquiçados

também, com estratificação cruzada tangencial de médio a grande porte. Os grãos, de finos a médios, bem selecionados e bem- arredondados, em geral são foscos e têm alta esfericidade. Localmente podem ocorrer corpos lenticulares de arenitos heterogêneos, embora sejam mais comuns na porção basal da unidade, constituídos por grãos de médios a grossos, passando aqueles arenitos a conglomeráticos, cujos seixos são em sua maioria de quartzo e quartzito (IPT, 2000).

À Formação Botucatu é atribuída idade Juro-Cretácica com base nas relações estratigráficas e no conteúdo fossilífero, admitindo-se contemporaneidade entre seu topo e o vulcanismo básico. Isso é evidenciado por uma passagem transicional entre as duas unidades (Schneider et al., 1974), inclusive com presença de material vulcânico (cinzas lapíli e bombas de Basalto vesicular) no Arenito eólico (IPT, 1981b) e com a sedimentação prosseguindo, formando corpos de Arenito intertrapeano até que a área fonte das areias ou as dunas fossem recobertas pelos magmatitos (Sturaro, 1988). Para DAEE (1972, apud Monteiro, 2003), a espessura média da formação no Estado de São Paulo é de 300,00 m a 400,00 m.

Na região de Ribeirão Preto-SP, as formações Botucatu e Piramboia formam uma sequência sedimentar predominantemente arenosa. A parte superior dessa sequência é constituída por Arenito de grãos finos a médios, bem- arredondados e bem selecionados, friável, ao passo que na parte inferior aumentam os teores de argila, ocorrendo associada uma fácies de Arenito grosso. Massoli (2007), ao relatar que essas formações ocorrem desde Ribeirão Preto-SP para leste e sudeste, menciona uma exposição notavelmente descontínua, sendo ela mais marcante entre Serra Azul-SP e Cajuru-SP. Essa descontinuidade, segundo esse autor, é consequência de uma espessa intrusão diabásica que se situa em nível estratigráfico, provavelmente, entre as formações Botucatu e Piramboia, pelo que o contato entre elas encontra-se em boa parte indistinto devido à presença dessa rocha básica, e por conseguinte, sendo de difícil identificação em trabalho de campo.

Nas perfurações de poços tubulares profundos em Ribeirão Preto-SP, a espessura constatada para essas formações pode ultrapassar os 264,00 m.

#### 4.3 FORMAÇÃO SERRA GERAL

Deve-se a designação “Serra Geral” a White (1908, apud DNPM, 1979), que também indicou como seção-tipo as exposições existentes na Serra Geral, ao longo da estrada que liga as cidades de Lauro Müller e São Joaquim, no Estado de Santa Catarina, sendo Gordon Junior (1947, apud DNPM, 1979) quem empregou o termo formação, atualmente de uso comum entre os geólogos.

A Formação Serra Geral, associada à ruptura do oeste do Gondwana, é composta essencialmente por basaltos ("lato sensu") subjacentes aos riolitos e riolitos que representam cerca de 4% da lava total, cuja espessura alcança até 400,00 m (Mantovani et al., 2000, apud Monteiro, 2003).

Sinelli (1970) verificou que o topo e a base do derrame na região geralmente apresentam vesículas e/ou amígdalas (preenchidas principalmente por zeólitas) e que na porção mais central ocorre textura compacta.

Conforme diversos estudos geocronológicos atuais, o evento magmático da Bacia Sedimentar do Paraná tem idades de 126 a 138 milhões de anos, talvez com um clímax entre 131 e 133 milhões de anos (Mantovani et al., 2000, apud Monteiro, 2003).

Viot et al., 1981, relatam que no Pontal do Paranapanema, região do extremo oeste paulista entre as divisas com Mato Grosso do Sul e Paraná, foi perfurado pelo Paulipetro (Consórcio CESP-IPT), o poço estratigráfico 2-CB-1-SP, por meio do qual se verificou a espessura de 1.700,00 m para essa formação.

#### 4.4 GEOLOGIA ESTRUTURAL

A porção nor-nordeste paulista possui forte controle estrutural (Wernick e Sinelli, 1970, Soares, 1974) com acentuado condicionamento da hidrografia expresso pelo paralelismo dos rios Pardo, Mogi Guaçu e Sapucaí, bem como pela retinidade de longos segmentos da rede de drenagem (Sinelli, 1971a). Sinelli (1970) identificou uma "depressão" estrutural onde se insere o Município de Ribeirão Preto-SP, evidenciada pelo contato entre as formações Serra Geral e Botucatu, principalmente em perfil leste-oeste de Ribeirão Preto-SP a Cravinhos-SP e pela profundidade da base da Formação Piramboia abaixo da cota 300,00 m. Posteriormente, Sinelli (1971b), identificou a grande importância das estruturas para a recarga da água subterrânea na região.

## 5 HIDROGEOLOGIA

### 5.1 AQUÍFEROS

Na região de Ribeirão Preto-SP, existem duas unidades estratigráficas com características distintas entre si. A sobreposta é a Formação Serra Geral, que na presença de água se comporta como aquífero fissurado, e a sotoposta é o Aquífero Guarani, poroso, constituído pelas formações Botucatu e Piramboia.

#### 5.1.1 AQUÍFERO SERRA GERAL

A Formação Serra Geral armazena água subterrânea condicionada a fatores de ordens genética e tectônica, sendo o primeiro fator o condicionante intrínseco da permeabilidade horizontal e o segundo o da permeabilidade vertical, que intercomunica as estruturas aquíferas interderrames, evidenciando a relevância dessa estruturação tectônica, recente ou não (Fraga, 1986, apud Monteiro, 2003).

O Aquífero Serra Geral, segundo Montenegro (1990), comporta-se como aquífero multicamada, com circulação interderrames em grande parte de seu domínio em Ribeirão Preto-SP. Sinelli (1971a) sustenta que as principais fraturas desse aquífero. Na região de Ribeirão Preto-SP, encontram-se abertas, permitindo-lhes boa intercomunicação, embora nem sempre se verifique continuidade vertical do corpo d'água, existindo até lençóis independentes na mesma seção, com níveis piezométricos distintos. Assim, a produtividade dos poços no Aquífero Serra Geral, na região considerada, condiciona-se às fraturas comunicantes com camadas-reservatório liberadoras de água. Por esses motivos, bem como por causa da pequena espessura da Formação Serra Geral em Ribeirão Preto-SP e também porque nela não há lineamentos estruturais marcantes, o aquífero não é explorado pelo Departamento de Água e Esgotos de Ribeirão Preto.

#### 5.1.2 AQUÍFERO GUARANI

O Aquífero Guarani se estende por uma área de 1.200.000 km<sup>2</sup> na Bacia Sedimentar do Paraná. Cerca de dois terços de sua área de ocorrência situam-se na porção brasileira, abrangendo partes dos estados de Mato Grosso do Sul, Goiás, Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul; um terço ocorre em regiões do Paraguai, do Uruguai e da Argentina (Rocha, 1997).

O aquífero assenta-se sobre rochas sedimentares paleozoicas, de baixa permeabilidade e, em alguns locais, sobre rochas mais antigas do embasamento cristalino. Cerca de 90% da área estão recobertos por espessos derrames de lavas basálticas, o que lhe confere características típicas de um aquífero regional confinado. Nas bordas leste e oeste dessa bacia sedimentar, a qual tem a forma de uma elipse alongada, faixas também alongadas do pacote sedimentar afloram à superfície (em virtude do soerguimento pretérito e da erosão), constituindo-se em áreas de recarga do aquífero. A partir dessas áreas a leste e a oeste, as águas de chuva que alimentam o Aquífero Guarani confluem para a calha dessa bacia nos quadrantes nordeste, noroeste e sudeste, com uma resultante regional de sentido nordeste-sudoeste até a zona de descarga presumidamente situada na região da Província de Entre Ríos, Argentina (Rocha, 1997).

O Aquífero Guarani é a maior e principal reserva de água subterrânea no Estado de São Paulo. Ele englobando as formações Botucatu e Piramboia, constituídas por arenitos eólicos e fluviais, respectivamente (IG et al., 1997), cujos afloramentos se dispõem na direção sudoeste-nordeste, configurando a área de recarga. Para IG et al. (1997), bem como para muitos outros autores, o Aquífero Guarani é de extensão regional, do tipo granular, de livre a confinado, homogêneo, contínuo e isotrópico.

Sinelli et al. (1984), relata que os principais aquíferos em Ribeirão Preto-SP são basicamente o de Serra Geral, sobrejacente, e o Guarani, subjacente, podendo-se afirmar que este se encontra confinado na maior parte de seu domínio, em especial onde o Basalto bastante denso da Formação Serra Geral ultrapassa os 70,00 m de espessura, exercendo forte pressão litostática.

Montenegro (1990) atribui espessura média de 60,00 m para o Arenito Botucatu, ao passo que o Arenito Piramboia não ultrapassaria os 140,00 m na região. Reafirma também que as formações constituintes do Aquífero Guarani são atravessadas por diques e “sills”<sup>4</sup>, que dificultam o escoamento da água subterrânea e reduzem localmente a condutividade hidráulica<sup>5</sup> desses arenitos. Esse mesmo autor relata que, na área urbana

---

<sup>4</sup> Sill: intrusão de forma tabular que se posiciona paralela ou subparalelamente às camadas das rochas preexistentes (Loczy e Ladeira, 1976).

<sup>5</sup> Condutividade hidráulica: capacidade que um meio poroso tem para transmitir água (Driscoll, 1986).

de Ribeirão Preto-SP, o Aquífero Guarani está predominantemente recoberto pelo Basalto da Formação Serra Geral, embora aflore em algumas partes. Nesse mesmo sentido, Sinelli et al., 1980, esclarecem que esse fato determina caráter de confinamento ao Aquífero Guarani, especialmente evidenciado nos bairros Ribeirânia, Jardim América, City Ribeirão e Jardim Recreio, cujas áreas são as mais complexas hidrogeologicamente.

Montenegro (1990), complementando, explica que em algumas regiões da área urbana onde está subjacente ao Basalto, o Aquífero Guarani tem comportamento freático, ao passo que nas regiões onde aflora, pode estar fracamente confinado, se sobre ele houver camadas de argila.

Hidrodinamicamente, a transição entre os aquíferos de Serra Geral e Guarani se faz por um aquitarde<sup>6</sup> intermediário, composto por basaltos fissurados da Formação Serra Geral preenchidos com Arenito da Formação Botucatu (Sinelli et al., 1984). Estes mesmos autores, ainda, referem-se ao cimento silicoso na parte superior desse Arenito, responsável pela diminuição da condutividade hidráulica da zona de contato desses aquíferos.

No entanto, o que se verifica atualmente é que, devido à intensa retirada de água (sobreexploração) e à interferência entre cones de rebaixamento, o Aquífero Guarani, exceto em raríssimos locais mais afastados da área urbana, perdeu a condição de confinamento. Na região de estudo, esse aquífero é o principal e o mais utilizado pelo Departamento de Água e Esgotos de Ribeirão Preto.

## 6 RESULTADOS

Para este trabalho, a arte para se atingir o objetivo de Monteiro, 2003, p. 2, que é “conhecer a superfície-potenciométrica”, está em poder atribuir a devida confiabilidade às informações provenientes dos poços tubulares profundos, com parcimônia e na medida mais adequada possível. Para isto o pesquisador deve ter intimidade com o meio natural em questão, bem como saber discernir a interação rica em nuances entre esse meio e o sistema de captação, reservação e adução da água subterrânea.

Nesse sentido, a metodologia empregada, considerando-se a densidade de

---

<sup>6</sup> Aquitarde: formação geológica de baixa permeabilidade ou grupo de formações que não liberam água para um poço ou fonte. Entretanto, um aquitarde pode liberar apreciável volume de água para aquíferos adjacentes ou recebê-lo deles (Driscoll, 1986).

informações – ainda que a sua distribuição geográfica não seja a ideal – bem como a extensão da área envolvida, mostra-se eficaz, de aplicação relativamente simples, eminentemente prática, possibilitando a rápida obtenção de resultados.

Outros méritos dessa metodologia são o baixo custo relativo final da pesquisa (no presente caso é, pode-se dizer, insignificante), bem como a interpretação relativamente simples dos resultados mesmo por aqueles, cujas áreas de atividades sejam não afins.

Diante desse cenário do abastecimento público com água subterrânea em Ribeirão Preto-SP – grande volume captado (sobreexploração), excessivas horas de bombeamento, rebaixamento intensificado da superfície potenciométrica devido à interferência entre cones de rebaixamento e demanda crescente. Fazem-se aqui três propostas fundamentadas na unidade do ciclo hidrológico, visando à gestão ambiental e ao desenvolvimento sustentável:

1ª) na região noroeste da cidade, para além do anel viário norte, no rumo da cidade de Cruz das Posses-SP, poderiam ser construídos seis poços tubulares profundos, alinhados, com vazão de projeto para 250,00 m<sup>3</sup>/h cada um. Eles seriam operados alternativamente, ou seja, os poços um, três e cinco, com produção regulada para 180,00 m<sup>3</sup>/h, durante 20 h/d, funcionariam durante 15 dias consecutivos, sendo então desligados, e entrariam em funcionamento, nas mesmas condições exploratórias e, por outros 15 dias consecutivos, os poços dois, quatro e seis. Com isto, o Aquífero Guarani seria ali poupado, tendo tempo para recuperar seu nível estático até próximo ao original, e os poços teriam sua vida útil estendida, pois funcionariam em condições hidráulicas controladas. O abastecimento melhoraria sensivelmente na região noroeste da cidade, aquém do anel viário norte, que no momento sofre com falta de água, e pressurizar-se-ia grande parte da rede de adução, refletindo em benefício para toda a cidade;

2ª) na região leste da cidade, para além da Rodovia SP-330 (Anhanguera), no rumo da cidade de Serrana-SP, poderia ser criada uma “Área de Proteção Ambiental”, com base na Lei Federal nº 6.902, de 27 de abril de 1981, regulamentada pelo Decreto Federal nº 99.274, de 6 de junho de 1990, bem como na Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que tem artigos regulamentados pelo Decreto Federal nº 4.340, de 22 de agosto de 2002. Naquela região se configura a área de recarga do Aquífero Guarani que estaria assim protegida;

3ª) regularização do curso do Rio Pardo e concomitante captação de sua água – o mesmo valendo, em breve, para o Córrego do Esgoto (apesar do nome) – para abastecimento, principalmente da área referida na segunda proposta, o que também refletiria em benefício na parte da cidade aquém da Rodovia SP-330 (Anhanguera).

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F.F.M. de. **Fundamentos geológicos do relevo paulista**. São Paulo: IG-USP, 1964. 99 p. (IGEOG – Série Teses e Monografias, 14).

ANDRADE, S.M.; SOARES, P.C. Geologia do centro-leste do Estado de São Paulo: PETROBRÁS-DESUL. Relatório 407, Ponta Grossa, 1971. Citados por SOARES, P.C.; SINELLI, O.; PENALVA, F.; WERNICK, E.; SOUZA, A. de.; CASTRO, P.R.M. Geologia do Nordeste do Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 27, 1973, Aracaju. *Anais*. Aracaju: SBG, 1973. v. 1, p. 209-228, e por SANFORD, R.M.; LANGE, F.W. Basin study approach for oil evaluation of Paraná miogeosyncline of South Brazil. **American Association of Petroleum Geologists Bulletin, Tulsa, v. 44, n. 8, p. 1316-1370, aug., 1960.**

BARBOSA, O.; ALMEIDA, F.F.M. de. A Série Tubarão na Bacia do Rio Tietê, Estado de São Paulo. Departamento Nacional da Produção Mineral, Divisão de Geologia e Mineralogia. Rio de Janeiro: 1949 (Notas preliminares e estudos, n. 4, 16 p.). Citados por DNPM. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Projeto Sapucaí – Estados de Minas Gerais e São Paulo: Relatório final de Geologia**. Brasília: DNPM. 1979. 299 p. (Série Geologia, n. 4. Seção Geologia Básica, n. 2).

CAETANO-CHANG, M.R. **A Formação Pirambóia no centro-leste do Estado de São Paulo**. 1997. 196 f. Tese (Livre Docência) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Rio Claro.

CAETANO-CHANG, M.R.; WU, F.T. **Bacia do Paraná: formações Piramboia e Botucatu**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37, 1992, São Paulo. *Anais*. São Paulo: SBG, 1992. v. 2, p. 19.

DAEE. Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo. Estudo de águas subterrâneas no Estado de São Paulo: avaliação preliminar. São Paulo: DAEE, 1972. Citado por MONTEIRO, R.C. **Estimativa Espaço-Temporal da Superfície Potenciométrica do Sistema Aquífero Guarani na Cidade de Ribeirão Preto (SP), Brasil**. 2003. 212 f. Tese (Doutorado em Geociências na Área de Concentração em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Rio Claro.

DAEE. Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo. Legislação de águas subterrâneas. *Águas e Energia Elétrica*, São Paulo, n. 13, p. 22 e 23, abr./jun., 1988.

DNPM. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Projeto Sapucaí – Estados de Minas Gerais e São Paulo: relatório final de Geologia**. Brasília: DNPM. 1979. 299 p. (Série Geologia, n. 4. Seção Geologia Básica, n. 2).

DONATTI, L.M. **Faciologia, proveniência e paleogeografia das formações Piramboia e Botucatu no Estado do Paraná**. 2002. 135 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo. (orient. Prof. Dr. Paulo César Fonseca Giannini).

DRISCOLL, F.G. **Groundwater and Wells: a comprehensive study of groundwater and the technologies used to locate, extract, treat, and protect this resource**. 2. ed. St. Paul, Minnesota, USA: Johnson Screens, 1986. 1.108 p.

FRAGA, C.G. **Introdução ao zoneamento do Sistema Aquífero Serra Geral no Estado do Paraná**. 1986. 125 f. Dissertação (Mestrado em Geologia Regional e de Aplicação) – Instituto de Geociências, Universidade São Paulo, São Paulo. (orient. Prof. Dr. Aldo da Cunha Rebouças). Citado por MONTEIRO, R.C. *Estimativa Espaço-Temporal da Superfície Potenciométrica do Sistema Aquífero Guarani na Cidade de Ribeirão Preto (SP), Brasil*. 2003. 212 f. Tese (Doutorado em Geociências na Área de Concentração em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Rio Claro.

GONZAGA DE CAMPOS, L.F. **Seção geológica: São Paulo**. Relatório de Comunicação Geográfica e Geológica da Província de São Paulo. São Paulo: 1889, p. 21-34. Citado por SCHNEIDER, R.L.; MÜHLMANN, H.; TOMMASI, E.; MEDEIROS, R.A. de; DAEMON, R.F.; NOGUEIRA, A.A. Revisão Estratigráfica da Bacia do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28, 1974, Porto Alegre. **Anais**. Porto Alegre: SBG, 1974. v. 1, p. 41-65.

GORDON JUNIOR, M. Classificação das formações gondwânicas do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (Classification of the Gondwanic rocks of Paraná, Santa Catarina and Rio Grande do Sul). Departamento Nacional de Produção Mineral, Divisão de Geologia e Mineralogia. Rio de Janeiro: 1947 (Notas preliminares e estudos, n. 38, 20 p.). Citado por DNPM. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Projeto Sapucaí – Estados de Minas Gerais e São Paulo: Relatório final de Geologia**. Brasília: DNPM. 1979. 299 p. (Série Geologia, n. 4. Seção Geologia Básica, n. 2).

IAC. Instituto Agrônomo de Campinas. **Levantamento pedológico semidetalhado do Estado de São Paulo: Quadrícula de Ribeirão Preto**. Campinas: 1987. (Boletim Científico 7. II. Memorial descritivo, Mapa escala 1:100.000, Color.).

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2013. Censo Demográfico 2010. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/xtras/perfil.php?codmun=354340&search=sao-paulo|ribeirao-preto>. Acesso em: 25 set. 2013.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Folha Topográfica SF-23-V-C-I-1* –

*Ribeirão Preto*. 2 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1979. 1 mapa, color.. Escala 1:50.000.

IG. Instituto Geológico; CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo; DAEE. Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo. Mapeamento da vulnerabilidade e risco de poluição das águas subterrâneas no Estado de São Paulo. São Paulo: 1997. 2 v. (Memorial descritivo, Mapas escala 1:1.000.000, Color.).

IPT. Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos e estabelecimento de diretrizes técnicas para a elaboração do Plano da Bacia Hidrográfica do Rio Pardo - Relatório Final. São Paulo: 2.000. 3 v. (Relatório nº 40.670).

IPT. Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Mapa geológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: 1981b. 2 v. (Publicação 1184. Memorial descritivo. Escala 1:500.000, Color.).

IPT. Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: 1981a. 2 v. (Publicação 1184. Memorial descritivo. Escala 1:1.000.000, Color.).

IT & MORE. **The Management of Aquifers: an example of an integrated solution for the creation of potable water protection areas with the use of sustainability computations and Advanced IT Support Systems**. Augsburg: Aqua Bavaria Guarani, 2004. 38 p.

LANDIM, P.M.B.; SOARES, P.C.; GAMA-JÚNIOR, E.G. **Estratigrafia do nordeste da Bacia Sedimentar do Paraná**. Rio Claro: Departamento de Geologia Geral e Aplicada, IGCE/UNESP, 1980. 77 p. Curso de Especialização – Convênio IPT/UNESP.

LOCZY, L. de; LADEIRA, E.A. **Geologia Estrutural e Introdução à Geotectônica**. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda., 1976. 540 p.

MANTOVANI, M.S.M.; WILDNER, W.; JUCHEM, P.L. Paraná Basin Magmatism, Stratigraphy and Mineralization (Southern Brazil). In: INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS, 31, 2000, Rio de Janeiro. Pre-Congress Field Trip Guide... Rio de Janeiro: IUGS, SBG, 2000. 63 p. (August 6-17, 2000, Field Trip Bft 01). Citado por MONTEIRO, R.C. **Estimativa Espaço-Temporal da Superfície Potenciométrica do Sistema Aquífero Guarani na Cidade de Ribeirão Preto (SP), Brasil**. 2003. 212 f. Tese (Doutorado em Geociências na Área de Concentração em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Rio Claro.

MASSOLI, M. **Caracterização litofaciológica das formações Pirambóia e Botucatu, em subsuperfície, no município de Ribeirão Preto (SP), e sua aplicação na prospecção de águas subterrâneas**. 2007. 175 f. Tese (Doutorado em Geociências na Área de Concentração em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Rio Claro.

MASSOLI, M.; CAETANO-CHANG, M.R. O contato entre as formações Piramboia e Botucatu na área de Ribeirão Preto (SP). **Geociências**, São Paulo, v. 26, n. 3, p. 263-270, 2007.

MILANI, E.J. **Evolução tectono-estratigráfica da Bacia do Paraná e seu relacionamento com a geodinâmica fanerozóica do Gondwana Sul-Occidental**. 1997. 255 f. Tese (Doutorado em Geociências na Área de Concentração de Estratigrafia) – Instituto de Geociências. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2 v.

MONBEIG, P. A divisão regional do Estado de São Paulo. Anais da Associação dos Geógrafos Brasileiros: 1945-1946. São Paulo: v. 1, p. 19-36, 1949. Citado por ALMEIDA, F.F.M. de. **Fundamentos geológicos do relevo paulista**. São Paulo: IG-USP, 1964/1974. 99 p. (IGEOP – Série Teses e Monografias, 14).

MONTEIRO, R.C. **Estimativa Espaço-Temporal da Superfície Potenciométrica do Sistema Aquífero Guarani na Cidade de Ribeirão Preto (SP), Brasil**. 2003. 212 f. Tese (Doutorado em Geociências na Área de Concentração em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Rio Claro.

MONTENEGRO, A.A. de A. **Modelação matemática do manancial subterrâneo de Ribeirão Preto-SP**. São Carlos: Escola de Engenharia, USP, 1990. 154 p. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) – Escola de Engenharia, Universidade de São Paulo, 1990.

MORAES REGO, L.F. de. Notas sobre a geomorfologia de São Paulo e sua gênese. Instituto Astronômico e Geofísico – São Paulo. São Paulo, 1932, 28 p. Citado por ALMEIDA, F.F.M. de. **Fundamentos geológicos do relevo paulista**. São Paulo: IG-USP, 1964. 99 p. (IGEOP – Série Teses e Monografias, 14).

RIBEIRÃO PRETO. SEPLAN. Secretaria de Planejamento e Gestão Pública. **Mapa Viário Geral da Cidade e Distrito**. Ribeirão Preto: SEPLAN, 2012. Arquivo AutoCAD.

ROCHA, G.A. Mega-reservatório de água subterrânea do Cone Sul: bases para uma política de desenvolvimento e gestão. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL “AQUÍFERO GIGANTE DO MERCOSUL”, 1, 1996, Curitiba. Relatório... Curitiba: UFPR, 1996. 27 p. Inédito. Citado por MONTEIRO, R.C. **Estimativa Espaço-Temporal da Superfície Potenciométrica do Sistema Aquífero Guarani na Cidade de Ribeirão Preto (SP), Brasil**. 2003. 212 f. Tese (Doutorado em Geociências na Área de Concentração em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Rio Claro.

ROCHA, G.A. O grande manancial do Cone Sul. **Revista Estudos Avançados**, São Paulo, v. 11, n. 30, p. 191-212, mai/ago, 1997.

ROSS, J.L.S.; MOROZ, I.C. **Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: 1997. 2 v. (FFLCH/USP, IPT, FAPESP. 64 p. Escala 1:500.000, Color.).

SANFORD, R.M.; LANGE, F.W. Basin study approach for oil evaluation of Paraná miogeosyncline of South Brazil. **American Association of Petroleum Geologists Bulletin**,

Tulsa, v. 44, n. 8, p. 1316-1370, aug., 1960.

SCHERER, C.M.S. Eolian dunes of the Botucatu Formation (Cretaceous) in southernmost Brazil: morphology and origin. *Sedimentary Geology*, Amsterdam, v. 137, n. 1, p. 63-84, dez., 2000. Citado por MONTEIRO, R.C. **Estimativa Espaço-Temporal da Superfície Potenciométrica do Sistema Aquífero Guarani na Cidade de Ribeirão Preto (SP), Brasil**. 2003. 212 f. Tese (Doutorado em Geociências na Área de Concentração em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Rio Claro.

SCHNEIDER, R.L.; MÜHLMANN, H.; TOMMASI, E.; MEDEIROS, R.A. de; DAEMON, R.F.; NOGUEIRA, A.A. **Revisão Estratigráfica da Bacia do Paraná**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28, 1974, Porto Alegre. *Anais*. Porto Alegre: SBG, 1974. v. 1, p. 41-65.

SILVA, F. de P. e; CHANG, H.K; CAETANO-CHANG, M.R.; SINELLI, O. Arcabouço geológico e hidrofácies do Sistema Aquífero Guarani, no município de Ribeirão Preto (SP). **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 38, n. 1, p. 56-67, mar., 2008.

SINELLI, O. **Geologia e Água Subterrânea no Município de Ribeirão Preto e Adjacências**. 1970. 116 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.

SINELLI, O. Água subterrânea no Município de Ribeirão Preto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 25, 1971, São Paulo. *Anais*. São Paulo: SBG, 1971a. v. 2, p. 17-35.

SINELLI, O. Considerações gerais sobre a tectônica no Município de Ribeirão Preto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 25, 1971, São Paulo. *Anais*. São Paulo: SBG, 1971b. v. 2, p. 145-151.

SINELLI, O.; DAVINO, A.; SOUZA, A. de; GONÇALVES, N.M.M.; TEIXEIRA, J.A. Hidrogeologia da Região de Ribeirão Preto-SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 1, 1980, Recife. *Anais*. Recife: ABAS, 1980. P. 319-335.

SINELLI, O.; SOUZA, A. de; DAVINO, A.; SANCHES, J.L. As intrusivas básicas e suas implicações na prospecção das águas subterrâneas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 3, 1984, Fortaleza. *Anais*. Fortaleza: ABAS, 1984. p. 441-449.

SOARES, P.C. **O Mesozóico Gonduânico no Estado de São Paulo**. Rio Claro: Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, 1973. 152 p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, 1973.

SOARES, P.C. Elementos estruturais da parte Nordeste da Bacia do Paraná: classificação e gênese. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28, 1974, Porto Alegre. *Anais*. Porto Alegre: SBG, 1974. v. 4, p. 107-121.

SOARES, P.C. Divisão estratigráfica do Mesozóico no Estado de São Paulo. **Revista**

**Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 5, n. 4, p. 229-251, dez., 1975.

SOARES, P.C.; LANDIM, P.M.B. Aspectos regionais da estratigrafia da Bacia do Paraná no seu flanco Nordeste. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 27, 1973, Aracaju. **Anais...** Aracaju: SBG, 1973. v. 1, p. 243-256.

SOARES, P.C.; LANDIM, P.M.B.; FÚLFARO, V.J.; SOBREIRO NETO, A.F. Ensaio de caracterização estratigráfica do Cretáceo no Estado de São Paulo: Grupo Bauru. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 10, n. 3, p. 177-185, set., 1980.

SOARES, P.C.; SINELLI, O.; PENALVA, F.; WERNICK, E.; SOUZA, A. de.; CASTRO, P.R.M. Geologia do Nordeste do Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 27, 1973, Aracaju. **Anais**. Aracaju: SBG, 1973. v. 1, p. 209-228.

STURARO, J.R. **Estudo do comportamento espacial de variáveis geológicas e hidrogeológicas da área urbana de Ribeirão Preto-SP**. 1988. 131 f. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. (orient. Prof. Dr. Paulo Milton Barbosa Landim).

VIOT, A.; ROPERS, M.; CASTRO, C.G.J. de; AISSAMI, D.H.; XAVIER, J.A.P.; STURARO, J.R. **Relatório Poço 2-CB-1-SP - Cuiabá Paulista**. São Paulo: Themag Engenharia Ltda., 1981 (Relatório de circulação restrita).

WASHBURNE, C.W. Petroleum geology of the State of São Paulo, Brazil. Boletim da Comissão Geográfica e Geológica do Estado de São Paulo. São Paulo: 1930, n. 22, p. 1-282. Citado por DNPM. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Projeto Sapucaí – Estados de Minas Gerais e São Paulo: Relatório final de Geologia**. Brasília: DNPM. 1979. 299 p. (Série Geologia, n. 4. Seção Geologia Básica, n. 2).

WERNICK, E.; SINELLI, O. Análise estrutural em Geomorfologia. **Notícia Geomorfológica**, Campinas, v. 10, n. 20, p. 39-54, dez., 1970.

WHITE, I.C. **Relatório final sobre o carvão no Brasil**. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1908. 617 p. Citado por DNPM. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Projeto Sapucaí – Estados de Minas Gerais e São Paulo: relatório final de Geologia**. Brasília: DNPM. 1979. 299 p. (Série Geologia, n. 4. Seção Geologia Básica, n. 2).