

7.1.2 Recursos Hídricos Subterrâneos

A disponibilidade hídrica subterrânea pode ser avaliada pelas características hidráulicas e geométricas dos aquíferos existentes, além de considerações quanto à facilidade de extração dos recursos e produtividade obtida.

A ocorrência das águas subterrâneas na UGRHI 15 é condicionada pela presença de três unidades aquíferas, a saber: Sistema Aquífero Bauru, Aquífero Serra Geral e Aquífero Botucatu. As denominações dos aquíferos adotadas neste relatório seguem os estudos de âmbito regional no Estado de São Paulo realizados por DAEE (1976), REBOUÇAS (1976), DAEE (1988), CAMPOS (1993) e IG/CETESB/DAEE (1997), sendo as mesmas utilizadas no Primeiro Plano Estadual de Recursos Hídricos (1990). Segundo CETESB (1998), a área aflorante do Aquífero Bauru corresponde a 90% de toda a área da UGRHI. Os 10 % restantes correspondem à área de afloramento do Aquífero Serra Geral e o Aquífero Botucatu ocorre apenas em subsuperfície.

A FIGURA 7.18 apresenta as relações geométricas e de regime de fluxo das águas subterrâneas entre os aquíferos presentes na UGRHI, segundo DAEE (1976).

As principais características hidrogeológicas de cada unidade aquífera foram obtidas em levantamentos bibliográficos, sendo apresentadas nos itens subseqüentes. O QUADRO 7.21 resume os dados obtidos.

Adicionalmente, foram realizadas análises de produtividade dos aquíferos por meio do levantamento das informações de vazão de exploração, vazão específica e profundidade total dos poços cadastrados nos diversos bancos de dados existentes (DAEE, Sabesp, CPRM) e nas Prefeituras dos municípios da UGRHI (ANEXO D). São apresentadas nos QUADROS 7.22 a 7.24 e nas FIGURAS 7.19 a 7.21, a síntese das informações obtidas.

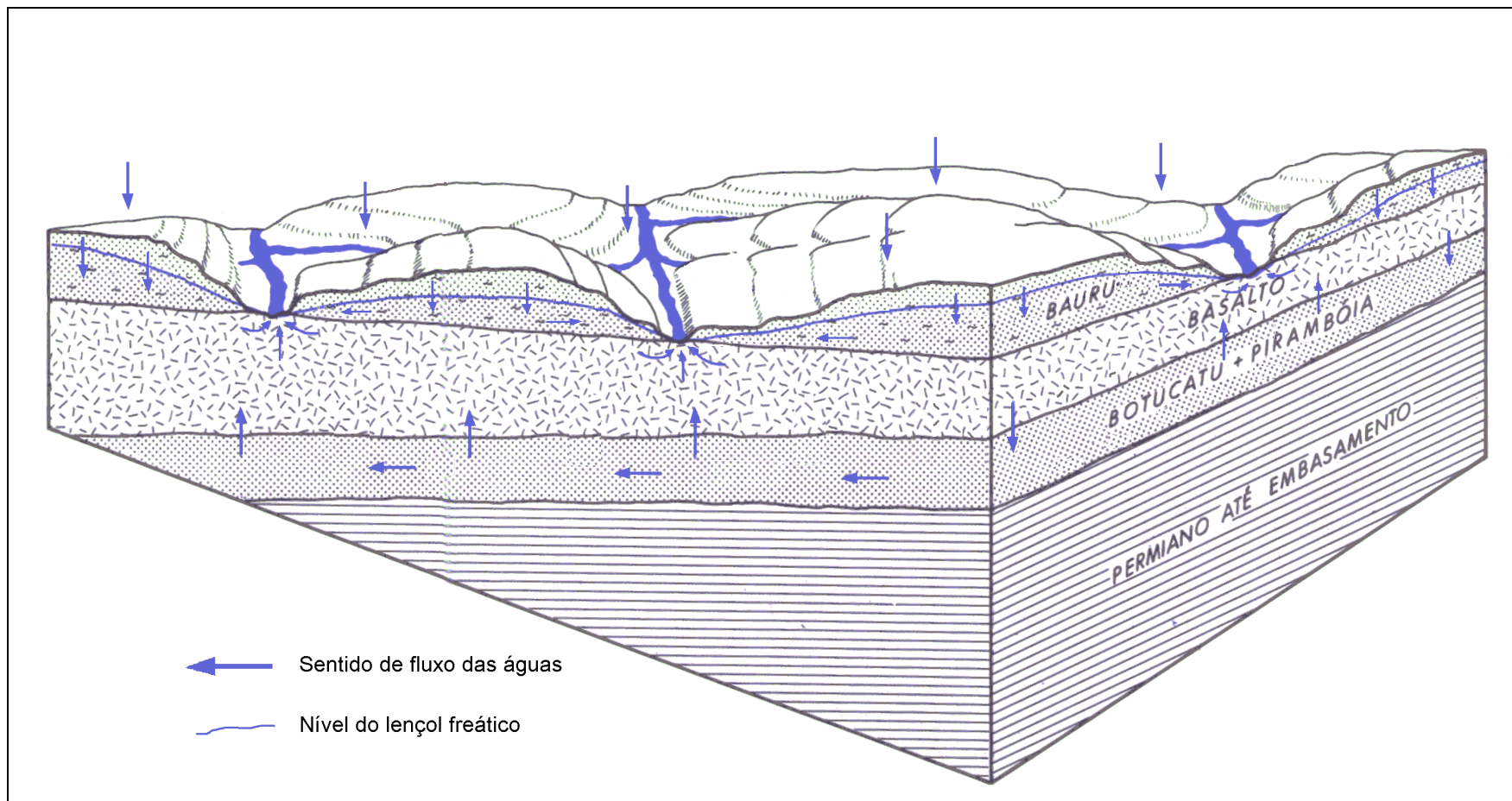


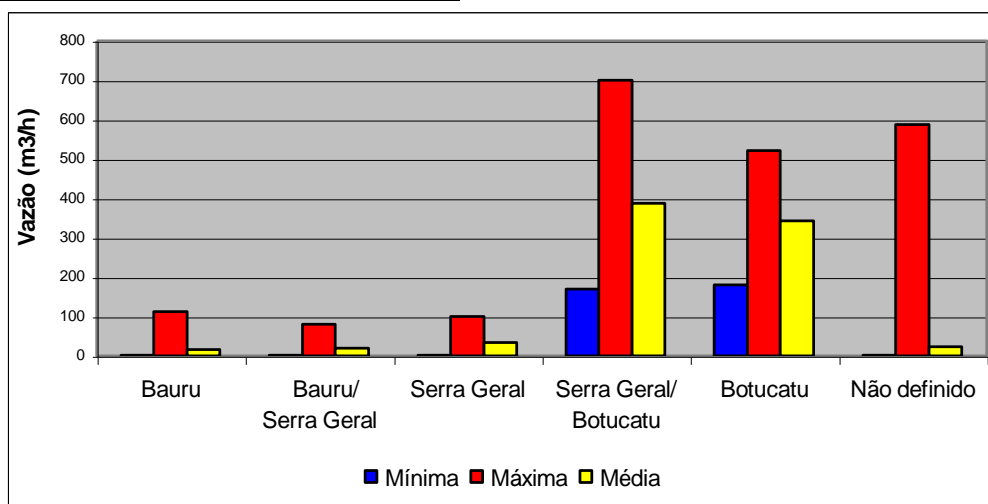
FIGURA 7.18: Relações geométricas e de fluxo das águas nos aquíferos da UGRHI (modificado de DAEE 1976)

QUADRO 7.21: Resumo das características geométricas e hidrogeológicas dos aquíferos presentes na UGRHI
(modificado de IG/CETESB/DAEE 1997)

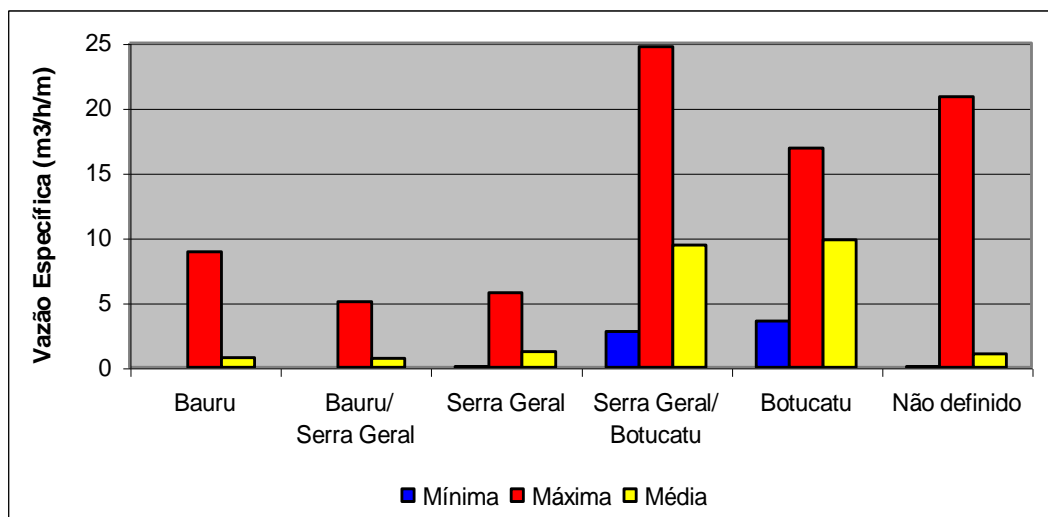
Aquífero	Unidade Geológica (conforme IPT 1981b)	Características Hidrogeológicas	Geometria do Aquífero		Hidráulica dos Aquíferos		Hidráulica dos Poços		
			Área aflorante na UGRHI (%)	Espessura média (m)	Transmissividade (m ² /d)	Porosidade efetiva (%)	Vazão média (m ³ /h)	Vazão específica (m ³ /h/m)	Profundidade média (m)
Bauru	Grupo Bauru (formações Santo Anastácio e Adamantina)	Extensão regional, porosidade granular, livre a semi-confinado, descontínuo, heterogêneo e anisotrópico.	90	100 a 150	10 a 100	5 a 15	12 a 13	0,5 a 2,0	75 a 125
Serra Geral	Formação Serra Geral	Extensão regional com caráter eventual, porosidade por fraturas, livre a semi-confinado, descontínuo, heterogêneo e anisotrópico.	10	150	1 a 200	1 a 5	5 a 70	0,01 a 10	50 a 150
Botucatu	Formações Pirambóia e Botucatu	Extensão regional, porosidade granular, confinado, contínuo, homogêneo, isotrópico.	0	350 a 400	350 a 500	16 a 24	200	0,01 a 26	300 a 1700

QUADRO 7.22: Vazões por aquífero dos poços cadastrados na UGRHI (dados obtidos até março/99):

Aquífero	Número de poços	Q mín. (m³/h)	Q máx. (m³/h)	Q média (m³/h)
Bauru	563	1,0	112,0	16,9
Bauru/Serra Geral	50	1,0	80,0	19,8
Serra Geral	45	2,0	100,0	33,0
Serra Geral/Botucatu	11	169,0	700,0	387,8
Botucatu	7	180,0	522,0	343,6
Não definido	623	2,0	587,0	23,0
TOTAL	1.299			

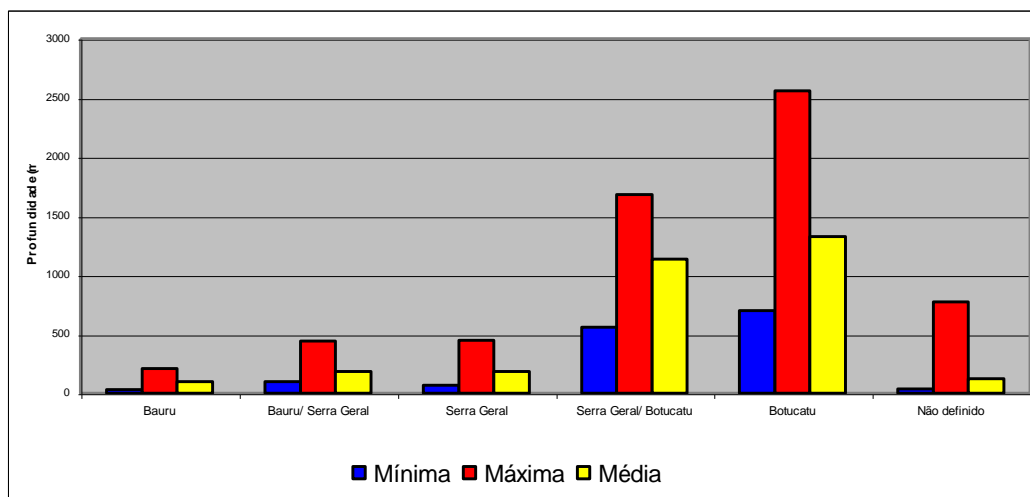
**FIGURA 7.19: Vazões obtidas por aquífero (dados obtidos até março/99).****QUADRO 7.23: Vazão específica por aquífero dos poços cadastrados (dados obtidos até março/99).**

Aquífero	Número de poços	Q/s mín. (m³/h/m)	Q/s máx. (m³/h/m)	Q/s média (m³/h/m)
Bauru	563	0,022	8,933	0,726
Bauru/Serra Geral	50	0,008	5,037	0,682
Serra Geral	45	0,036	5,726	1,180
Serra Geral/Botucatu	11	2,739	24,691	9,444
Botucatu	7	3,557	16,869	9,823
Não definido	623	0,046	20,882	1,009

**FIGURA 7.20: Vazão específica por aquífero (dados obtidos até março/99).**

QUADRO 7.24: Profundidades por aquífero dos poços cadastrados

Aquífero	Número de poços	Prof. mín. (m)	Prof. máx. (m)	Prof. média (m)
Bauru	563	30,00	210,00	100,49
Bauru/Serra Geral	50	98,00	440,00	180,43
Serra Geral	45	67,00	449,50	184,81
Serra Geral/Botucatu	11	557,00	1.683,00	1.132,52
Botucatu	7	700,00	2.557,00	1.327,81
Não definido	623	34,00	770,00	122,93

**FIGURA 7.21: Profundidades por aquífero**

7.1.2.1 Sistema Aquífero Bauru

O Sistema Aquífero Bauru caracteriza-se como uma unidade hidrogeológica sedimentar, permeável por porosidade granular, destacando-se pela sua extensa área de afloramento no Estado de São Paulo, e que corresponde aos sedimentos da Bacia Bauru (item 4.1.3).

Na área da UGRHI (DESENHO 2), inclui os sedimentos das formações Santo Anastácio e Adamantina (do Grupo Bauru, conforme IPT 1981b), ou às formações Santo Anastácio (Grupo Caiuá), Vale do Rio do Peixe, São José do Rio Preto e Marília, do Grupo Bauru (conforme FERNANDES 1998). Apresenta, regionalmente, comportamento de aquífero livre, com recarga natural diretamente de infiltração de água das chuvas. Os níveis d'água são relativamente rasos, acompanhando o relevo e com sentidos de fluxo principais rumo às drenagens.

Estudos realizados pelo DAEE (1976) nas regiões administrativas de Bauru, São José do Rio Preto e Araçatuba, apresentam a espessura saturada do aquífero variável entre 100 m e 150 m, condicionada pela morfologia de superfície e pelo substrato rochoso, representado pelos basaltos da Formação Serra Geral. A amplitude das variações sazonais situa-se entre 2 e 4 m, verificadas em poços de observação entre 1973 e 1976.

DAEE (*op. cit*) considera o Aquífero Bauru como moderadamente permeável, devido ao teor relativamente elevado de material argiloso e siltoso. Os valores de transmissividade variam de 10 m²/d a 100 m²/d, com média de 35 m²/d, e porosidade efetiva entre 5% e 15%. Coeficientes de armazenamento entre 10⁻³ e 10⁻⁵ indicam, localmente, condições de semi-confinamento a

confinamento. Tais características hidráulicas resultam em vazões consideradas pequenas, com médias entre 12 e 13 m³/h, porém de grande importância devido a sua extensa distribuição no Estado e facilidade de captação por poços relativamente rasos (75 a 125 m de profundidade).

Segundo CETESB (1998), a área aflorante do Aquífero Bauru na UGRHI corresponde a 90% do total.

ARID *et al.* (1970) estimaram a reserva permanente do Aquífero Bauru na bacia hidrogeológica de São José do Rio Preto em 40 bilhões de m³, com volume disponível de cerca de 25 a 30 bilhões de m³.

O levantamento de 563 poços cadastrados, realizado no âmbito da análise de demandas da UGRHI, indica que o aquífero produz vazões desde 1,0 até 112 m³/h, com média de 16,9 m³/h, em poços com profundidade entre 30 e 210 m, total ou parcialmente penetrantes. As vazões específicas resultantes variam de 0,022 a 8,933 m³/h/m, com média de 0,726 m³/h/m.

7.1.2.2 Aquífero Serra Geral

Os basaltos da Formação Serra Geral constituem um aquífero de extensão regional, porém com condições aquíferas restritas, definidas em função de descontinuidades (juntas, fraturas e falhas) e/ou pela presença de pacotes de arenitos inter-derrames.

Segundo estudos do DAEE (1976), os basaltos apresentam espessuras variáveis de 100 a 1200 m, sendo mais espessos no sentido do Rio Paraná. As transmissividades extremamente baixas na direção vertical, aliadas a sua grande espessura, condicionam os basaltos como o substrato hidrogeológico do Aquífero Bauru e a camada confinante do Aquífero Botucatu subjacente.

Como o fluxo das águas subterrâneas ocorre essencialmente nas fraturas da rocha, as quais são usualmente descontínuas, os parâmetros hidráulicos do aquífero (transmissividade, permeabilidade, porosidade) não possuem o mesmo significado que nos aquíferos granulares, não servindo, portanto, para previsões de disponibilidade hídrica.

DAEE (*op. cit*) relatou a presença de grupos de transmissividades muito baixas (1 a 9 m²/d) ou muito altas (100 a 200 m²/d) na área estudada, com porosidade efetiva entre 1% e 5% e vazões extremamente variáveis.

Embora a área aflorante dos basaltos seja de apenas 10% da área da UGRHI, restringindo-se à porção norte, ao longo dos rios Grande e Turvo, a sua ocorrência em subsuperfície abrange a totalidade da UGRHI.

Foram identificados 45 poços que captam águas deste aquífero, apresentando vazões bastante variáveis, entre 2 e 100 m³/h, com média de 33 m³/h. As profundidades variam entre 67 e 449,5 m e as vazões específicas de 0,036 a 5,726 m³/h/m e média de 1,180 m³/h/m.

Adicionalmente, foram analisados 50 poços com captação tanto no Aquífero Bauru como no Serra Geral, apresentando vazão média de 19,8 m³/h (1 a 80 m³/h), pouco superior aos poços

que captam unicamente o Aquífero Bauru. A vazão específica média é de 0,682 m³/h/m (0,008 a 5,037 m³/h/m) e as profundidades dos poços variam entre 98 e 440 m, com média de 180,43 m.

7.1.2.3 Aquífero Botucatu

Sob a denominação de Aquífero Botucatu são incluídas as formações Botucatu e Pirambóia. Em toda a UGRHI, o Aquífero Botucatu não apresenta área de afloramento, mas ocorre em sub-superfície, tendo os basaltos da Formação Serra Geral como unidade confinante.

Apresenta características de unidade hidrogeológica sedimentar, permeável por porosidade granular, com substrato formado pelas camadas argilosas do Grupo Passa Dois, e apresenta mergulho suave no sentido oeste.

Segundo DAEE (1976), a espessura do Aquífero Botucatu varia entre 250 e 580 m, com médias em torno de 350 a 400 m. As recargas ocorrem principalmente nas áreas de afloramento das formações, situadas a leste da UGRHI, induzindo ao fluxo das águas essencialmente horizontal. As contribuições ou perdas por meio dos basaltos são bastante restritas, resultando em altas pressões de confinamento, capazes de gerar artesianismo em determinados locais. O Aquífero apresenta permeabilidade média de 3,5 m/d, coeficiente de transmissividade entre 350 e 500 m²/d, e porosidade total entre 16% e 24%. As pressões de confinamento resultam em coeficientes de armazenamento extremamente baixos, de 10⁻⁴ a 10⁻⁶.

Estas características hidráulicas, associadas à grande extensão e espessura, evidenciam sua extrema importância como reserva estratégica de água, inclusive em caráter continental, conforme destaca ARAÚJO (1995). REBOUÇAS (1976 e 1994) calculou as reservas permanentes do aquífero Botucatu em aproximadamente 48.000 km³, com recarga total estimada em 166 km³/ano.

As vazões extraídas por meio de poços bem construídos ou em poços perfurados para petróleo, cadastrados pelo DAEE (1976), encontram-se entre 200 e 500 m³/h. As profundidades são muito variáveis, a depender das espessuras dos basaltos subjacentes.

Apenas sete poços da UGRHI captam exclusivamente o Aquífero Botucatu, sendo utilizados para o abastecimento público. Apresentam vazões entre 180 e 522,2 m³/h, com média de 343,6 m³/h. As vazões específicas resultantes variam de 3,557 a 16,869 m³/h/m, com média de 9,823 m³/h/m. As profundidades dos poços são bastante variáveis, dependendo da espessura dos basaltos. Nos poços cadastrados varia de 700 a 2.557 m, resultando em média de 1.327,8 m.

Os 11 poços que captam tanto o Aquífero Serra Geral quanto o Aquífero Botucatu, identificados na UGRHI, apresentam vazão média de 387,8 m³/h, variando de 169 até 700 m³/h, com profundidades entre 557 e 1.683 m e média de 1.132,5 m. As vazões específicas resultantes variam de 2,739 a 24,691 m³/h/m, com média de 9,444 m³/h/m.