GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E RECURSOS HÍDRICOS

ORIENTAÇÕES PARA A UTILIZAÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO ESTADO DE SÃO PAULO

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE SANEAMENTO E RECURSOS HÍDRICOS

ORIENTAÇÕES PARA A UTILIZAÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO ESTADO DE SÃO PAULO

REALIZAÇÃO

Governo do Estado de São Paulo
Geraldo Alckmin – Governador

Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos
Benedito Braga - Secretário

Conselho Estadual de Recursos Hídricos
Benedito Braga - Presidente

Coordenadoria de Recursos Hídricos
Rui Brasil Assis – Coordenador

Organização
ABAS – Associação Brasileira de Águas Subterrâneas

Claudio Pereira de Oliveira - Presidente
Everton Oliveira – Secretário Executivo
Carlos Eduardo Quaglia Giampá – Conselheiro do CRH

Autoria
Carlos Eduardo Quaglia Giampá – DH – PERFURAÇÃO DE POÇOS LTDA.
Valter Galdiano Gonçales – DH – PERFURAÇÃO DE POÇOS LTDA.

Revisão
José Eduardo Campos - DAEE
Luciana Martin R. Ferreira - Instituto Geológico

Colaboração
Blas Marçal Sanchez - DAEE
Eva Mendes Campos - Autônoma
Flávia Braga Rodrigues - Coordenadoria de Recursos Hídricos
Thiago Soares Postigo Silva - Coordenadoria de Recursos Hídricos

Editoração
Saulo Ribeiro Martins - Coordenadoria de Recursos Hídricos

CTP, Impressão e Acabamento
Imprensa Oficial do Estado de São Paulo

Tiragem
20 mil exemplares

Publicado em
Junho de 2015

Impressão revisada e atualizada com base na Publicação Editada por FIESP – ABAS – DH, de Setembro de 2005.

MANIFESTAÇÃO DA SECRETARIA DE SANEAMENTO E RECURSOS HÍDRICOS

A Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos tem a satisfação de apresentar a Cartilha Orientações para a Utilização de Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo.

Abastecer a população de uma região dotada de forte atividade econômica como São Paulo, em especial a Macrometrópole Paulista, não é tarefa fácil. Múltiplas soluções de abastecimento são adotadas e muitas outras estão em equacionamento.

E o que se pode esperar dos reservatórios hídricos subterrâneos, os chamados aquíferos? Sabe-se que os volumes de águas subterrâneas são muito maiores que os de superfície. A quantidade das águas subterrâneas disponíveis para utilização pelo homem é da ordem de 30 vezes maior que as superficiais e nesse contexto, o Estado de São Paulo pode ser considerado privilegiado no tocante à disponibilidade das águas subterrâneas porque em sua metade oeste ocorrem dois importantes Aquíferos. O Sistema Aquífero Bauru, pela extensão em área e relativa facilidade de exploração por poços "artesianos" com profundidades da ordem de 150 metros e vazões médias em torno de 20 metros cúbicos por hora, representa importante manancial e abastece integralmente cerca de 70% dos municípios. E o grande destaque é o Sistema Aquífero Guarani que produz até mais de 500 metros cúbicos por hora, em poços que variam de 200 a mais de 1.500 metros de profundidade, e contribui no abastecimento de cidades de médio a grande porte nas regiões de Bauru, Marília e São José do Rio Preto, por exemplo. Mesmo na porção leste, de maior concentração populacional e potencial aquífero menor, o Sistema Aquífero Cristalino tem sua importância no abastecimento público de pequenos núcleos isolados da Região Metropolitana.

Apesar desta disponibilidade, é necessário atentar para o correto manejo dos recursos hídricos, tanto superficiais como subterrâneos, em busca do uso racional e sustentável, matéria fundamental e de grande preocupação dentro dos ditames capitaneados pelos representantes dos três segmentos - estado, município e sociedade civil organizada no Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos e no Conselho Estadual de Recursos Hídricos de São Paulo.

É bom ressaltar que a utilização da água subterrânea não pode ser considerada como solução final de todos os problemas, sob pena de causar falsas expectativas na população desinformada. Ela é, sim, uma alternativa de real valor e a extração deve seguir critérios técnicos e normativos como também cercar-se de todos os cuidados necessários à sua proteção, que não deve ser tarefa somente dos órgãos governamentais, mas de toda a população, pois constitui um legado, não só para nosso consumo, como também é nossa responsabilidade protegê-la para as gerações futuras.

As orientações básicas contidas nesta cartilha fornecem, além dos aspectos técnicos, uma visão das regiões mais propícias à extração de águas subterrâneas por meio de poços tubulares profundos, informações de empresas mais capacitadas para construí-los e um incentivo às boas práticas de utilização dessas águas subterrâneas.

Benedito Braga
Secretário de Saneamento e Recursos Hídricos do Estado de São Paulo

MANIFESTAÇÃO DA ABAS

A ABAS – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, objetivando esclarecer aos usuários sobre o aproveitamento das águas subterrâneas por meio de poços tubulares profundos, fator da maior importância nas atividades econômicas e de saneamento do Estado de São Paulo, desenvolveu um texto conciso e prático destinado aos profissionais que atuam nos setores industrial, comercial, abastecimento humano, agropecuário, etc.

Foi considerado também o contexto das Águas Subterrâneas dentro dos Recursos Hídricos como um todo, tendo sido mencionadas e descritas as principais Leis Federais e Estaduais, assim como os órgãos de gerenciamento e fiscalização.

A preocupação com a proteção, controle e preservação desse manancial é manifestada por meio das ações incisivas da ABAS, em parceria com o DAEE, a CETESB e o CREA/SP, reforçadas pela implantação do Credenciamento das Empresas de Perfuração de Poços (SELO DE QUALIDADE da ABAS). Empresas comprometidas em prestar bons serviços devem estar habilitadas técnica, jurídica e financeiramente, e complementarmente dispondo do Selo de Credenciamento, considerado uma referência no atendimento aos usuários que demandam essa fonte de captação d'água.

Também foram inseridos aspectos inerentes aos diferentes TIPOS DE POÇOS, objetivando esclarecer e orientar os interessados, assim como muitos pontos importantes da instalação de equipamentos de bombeamento, operação e manutenção do sistema. Orienta os usuários no relacionamento com as empresas perfuradoras, desde a seleção, contratação até a conclusão e instalação do poço.

Completando a orientação e os esclarecimentos sobre os principais aspectos que norteiam esse tipo de captação, foram mencionados situações e cuidados que devem ser tomados quanto à proteção dos aquíferos frente aos riscos de contaminações potenciais.

Claudio Pereira da Oliveira
Presidente da ABAS - Associação Brasileira de Águas Subterrâneas

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO 11

2. OS RECURSOS HÍDRICOS 12
- 2.1 Águas Superficiais 13
- 2.2 Águas Subterrâneas 14
- 2.2.1 Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo 15
- 2.2.2. Sistema Aquífero Guarani 16
- 2.2.3 Vulnerabilidade e cuidados com os aquíferos 20
- 2.2.4 Captação de Águas Subterrâneas 21

3. FONTES DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA 24
- 3.1 Sistema de Abastecimento Público 24
- 3.2 Sistema de Abastecimento Próprio 25
- 3.3 Água Virtual - Pegada Hídrica - Exportação de Água 26
- 3.4 Custos da água 27
- 3.5 Onde intervir para economizar 28

4. LEGISLAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS 28
- 4.1 Legislação Federal de Recursos Hídricos 28
- 4.2 Legislação Estadual de Recursos Hídricos 30

5. ENTIDADES PROFISSIONAIS, TÉCNICO–CIENTÍFICAS E NORMATIZADORAS 33
- 5.1 Sistema CONFEA/CREA 33
- 5.2 Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT 34
- 5.3 Associação Brasileira de Águas Subterrâneas - ABAS 34

6. ROTEIRO PARA EXECUÇÃO E OPERAÇÃO DE POÇO TUBULAR PROFUNDO 35
- 6.1 Análise Físico–Química e Bacteriológica da Água 40
- 6.2 Equipamentos e Materiais para o Bombeamento do Poço 43
- 6.3 Operação e Monitoramento 45
- 6. 4 Garantia do Poço Tubular Profundo 47

ANEXO I - Declaração Universal dos Direitos da Água 48

ANEXO II Endereços das Diretorias de Bacia do DAEE 49

Leitura Recomendada 50

1. INTRODUÇÃO

A água é fundamental para a vida, um recurso renovável, porém limitado e de valor econômico. Sua escassez pode ocorrer tanto por condições climáticas - hidrológicas e hidrogeológicas - como por demanda excessiva.

Sua importância não se restringe apenas à sobrevivência humana, mas também para o desenvolvimento de todas as atividades produtivas, devendo para tanto, serem assegurados seus usos múltiplos: abastecimento humano e dessedentação de animais, agropecuária (principalmente irrigação), geração de energia elétrica, produção industrial, diluição de efluentes domésticos e industriais, transporte fluvial e por último, não menos importante, a manutenção das condições ecológicas e ambientais.

Os usos múltiplos da água podem ser classificados em duas categorias:

• Uso consuntivo: quando ocorre o consumo de água, ou seja, a quantidade de água retirada não retorna imediatamente ao mesmo local de onde foi retirada e na mesma quantidade;
• Uso não consuntivo: quando não existe consumo de água na atividade.

Na **Tabela 1** podem-se observar exemplos de usos segundo a classificação acima.

Tabela 1 - Usos múltiplos da água

Consuntivo		Não Consuntivo
Abastecimento Urbano	Público	Geração de Energia Elétrica
	Privado	Lazer / Paisagem / Pesca
Agropecuário (Irrigação)		Usos Ecológicos
Abastecimento Industrial		Navegação Fluvial
Dessedentação de animais		Piscicultura
		Diluição e assimilação de esgotos

Em termos dos usos da água por setor usuário, apresentam-se nas **Tabelas 2 e 3** valores percentuais médios de consumo.

Tabela 2 - Principais usos da água (Rebouças *et al.*, 2002)

Países em Desenvolvimento		Países Desenvolvidos	
Indústria	10 %	Indústria	55 %
Urbano	8 %	Urbano	11 %
Agricultura	82 %	Agricultura	34 %

Tabela 3 - Principais usos da água no Brasil (adaptado de DAEE, 2008)

	SP	MG	CE	BA	RS	SC	DF	Brasil
Indústria	30%	1%	7%	8%	10%	27%	1%	18%
Urbano	30%	9%	32%	29%	6%	20%	33%	21%
Agricultura	40%	90%	61%	63%	84%	53%	66%	61%

2. OS RECURSOS HÍDRICOS

O Ciclo Hidrológico é um dos processos mais importantes da dinâmica externa da Terra. Por meio do calor do Sol, a água evapora dos oceanos, dos cursos d'água superficiais, do solo, da neve e gelo, dos seres vivos e da vegetação, mistura-se com o ar, é empurrada pelos ventos em torno da Terra, sobe e se condensa em nuvens. Sob o efeito da elevação da temperatura ou da altitude, precipita-se como orvalho, neve, granizo, geada, chuva, nevoeiro e escoa dos lugares mais altos para os mais baixos. Parte penetra no solo e parte se junta aos fluxos dos rios que retornam aos oceanos (Rocha *et al.*, 2011). Sem princípio nem fim, o ciclo hidrológico é eterno, gerando condições para o aparecimento da vida e é essencial para as atividades humanas, bem como para a manutenção do equilíbrio do planeta.

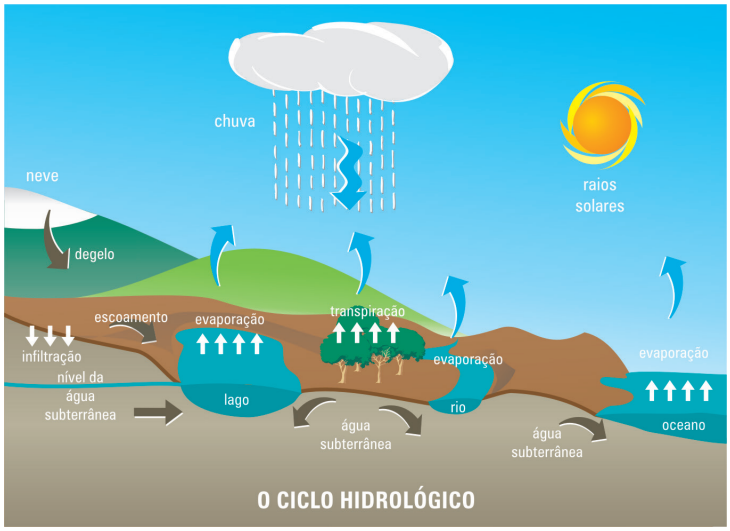

Figura 1 – Ciclo hidrológico (Silva, 2012)

A quantidade total de água no Planeta Terra é fixa e praticamente não tem se alterado nos últimos 500 milhões de anos. Estima-se que nas formas líquida e sólida alcance 1,4 bilhão de quilômetros cúbicos (Rocha *et al.*, 2011).

Sua distribuição não é uniforme, concentrando-se os maiores volumes nos oceanos (97,5%), restando uma pequena quantidade de água doce disponível (2,5%). Dois terços desta água doce, aproximadamente, encontram-se nas calotas polares, na forma de geleiras, como se pode observar na **Figura 2**.

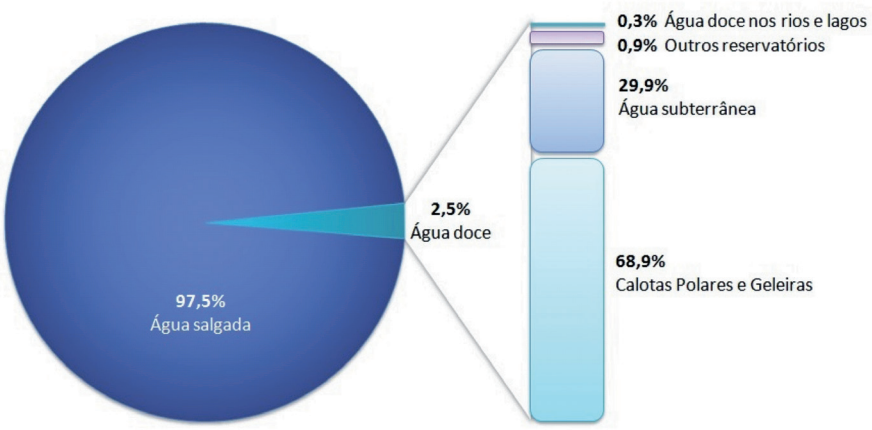

Figura 2 - Disponibilidade de Água Doce (adaptado de Shiklomanon, 1998)

Do restante da água doce em condições de ser explorado, física e economicamente pelo homem, as águas superficiais (rios, lagos e outros reservatórios) representam somente 1,2% do total das reservas. Verifica-se, portanto, que a quantidade de águas subterrâneas, armazenadas nos interstícios das rochas formadoras dos aquíferos, é da ordem de 30 vezes a quantidade de águas doces superficiais. Sua distribuição é, também, relativamente mais regular que as de superfície e, por isso, torna-se mais acessível para o uso em geral desde pequenas a médias demandas.

Verifica-se desta forma que as águas subterrâneas assumem significativa importância no contexto de atendimento das demandas de todos os segmentos usuários.

2.1 Águas Superficiais

Em termos do potencial de uso das águas superficiais, apresentam-se na **Tabela 4** as disponibilidades hídricas e os respectivos volumes consumidos, por habitante e por ano, para alguns países.

Tabela 4 – Disponibilidades mundiais e consumos de água (Rebouças *et al.*, 2002)

País	Reserva (m^3/hab/ano)		Consumo (m^3/hab/ano)	
Brasil	47.000	Rico	Baixo	100 e 500
EUA	10.000	Suficiente	Alto	Entre 1.000 e 2.000
França	3.300	Suficiente	Moderado	Entre 500 e 1.000
China	2.000 a 10.000	Suficiente	Baixo	100 e 500
Israel	< 500	Muito pobre	Baixo	470

O Brasil, segundo dados da ONU (Organização das Nações Unidas), detém 13,3% de toda Reserva Hídrica da Terra, com 180.000 km^3/s, o que representa uma disponibilidade hídrica de cerca de 47.000 m^3/habitante/ano. Ocorre, porém, que essa riqueza não está distribuída uniformemente, ocorrendo regiões críticas, conforme demonstrado na **Tabela 5**.

Tabela 5 – Disponibilidade hídrica do Brasil (Rebouças *et al.*, 2002)

Estado	Disponibilidade Hídrica Social (m^3/hab/ano)		Consumo per capita (m^3/hab/ano)
Maranhão	Rica	16.226	61
Rio Grande do Sul	Rica	19.792	1015
Paraná	Rica	12.600	189
Minas Gerais	Rica	11.611	262
Piauí	Suficiente	9.185	101
Rio de Janeiro	Suficiente	2.189	224
São Paulo	Suficiente	2.209	373
Rio Grande do Norte	Pobre	1.654	207
Alagoas	Pobre	1.692	159
Paraíba	Crítico	1.394	172
Pernambuco	Crítico	1.270	268

Como se observa na **Tabela 5**, o Estado de São Paulo possui uma disponibilidade hídrica média de 2.209 m^3/habitante/ano, que poderia ser considerada muito boa. No entanto, as regiões de consumo estão concentradas de forma não uniforme, gerando, em consequência, graves problemas de abastecimento e de atendimento às demandas localizadas.

Na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) já estão ocorrendo problemas de escassez e aumento da vulnerabilidade (principalmente os mananciais superficiais), causados por um desequilíbrio entre a oferta e a demanda, agravados por vários fatores, desde a elevada concentração humana, ausência de planejamento territorial, e até pelos elevados níveis de poluição. Cada vez mais se faz necessária a busca por água a distâncias maiores para atender a crescente demanda da RMSP.

2.2 Águas Subterrâneas

Para as finalidades desta publicação, consideram-se as definições abaixo relacionadas.

DEFINIÇÕES

- **Aquíferos:** São formações geológicas constituídas por rochas capazes de armazenar e transmitir quantidades significativas de água. São efetivamente reservatórios naturais subterrâneos que podem ter dimensões desde poucos a milhares de km^2, e também podem apresentar espessuras de poucas a centenas de metros de profundidade.

Tipos de Aquíferos:

a. Aquíferos Porosos
Ocorrem nas chamadas rochas sedimentares e constituem os mais importantes aquíferos pelo grande volume de água que armazenam e por sua ocorrência em grandes áreas. No Estado de São Paulo os principais aquíferos porosos são: Aquífero Guarani; Aquífero Bauru; Aquífero Caiuá e Aquífero Taubaté.

b. Aquíferos Fraturados
Ocorrem nas rochas ígneas e metamórficas. A capacidade destas rochas em acumular água está relacionada à quantidade de fraturas/descontinuidades existentes no maciço rochoso. A possibilidade de se dispor de um poço produtivo dependerá tão somente de o mesmo interceptar fraturas capazes de conduzir a água. Exemplos: Rochas Basálticas na Bacia do Paraná, Migmatitos e Gnaisses no entorno da Região Metropolitana de São Paulo.

c. Aquíferos Cársticos
São os aquíferos formados em rochas carbonáticas. Constituem um tipo peculiar de aquífero fraturado, onde as fraturas, devido à dissolução do carbonato pela água, podem atingir aberturas muito grandes (cavernas), criando verdadeiros rios subterrâneos. Exemplo: regiões com grutas calcárias no Vale do Ribeira e pequenas áreas na Região Metropolitana de São Paulo (Cajamar e Pirapora do Bom Jesus).

2.2.1 Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo

O território de São Paulo é bastante privilegiado no que se refere aos recursos hídricos subterrâneos.

O Mapa Geológico da **Figura 3** permite constatar que em 70% da área do Estado de São Paulo ocorrem as Formações Geológicas da Bacia do Paraná, formadoras dos Sistemas Aquíferos Guarani, Bauru, Serra Geral e Aquífero Tubarão/Itararé, pertencentes ao Domínio Sedimentar/Vulcânico. Ocorrem também outras duas bacias sedimentares importantes, que formam os aquíferos São Paulo e Taubaté, além do domínio das rochas do Embasamento Cristalino (Aquífero Cristalino), cujo contexto, apesar de menor potencial que os anteriores, não deixa de ser importante.

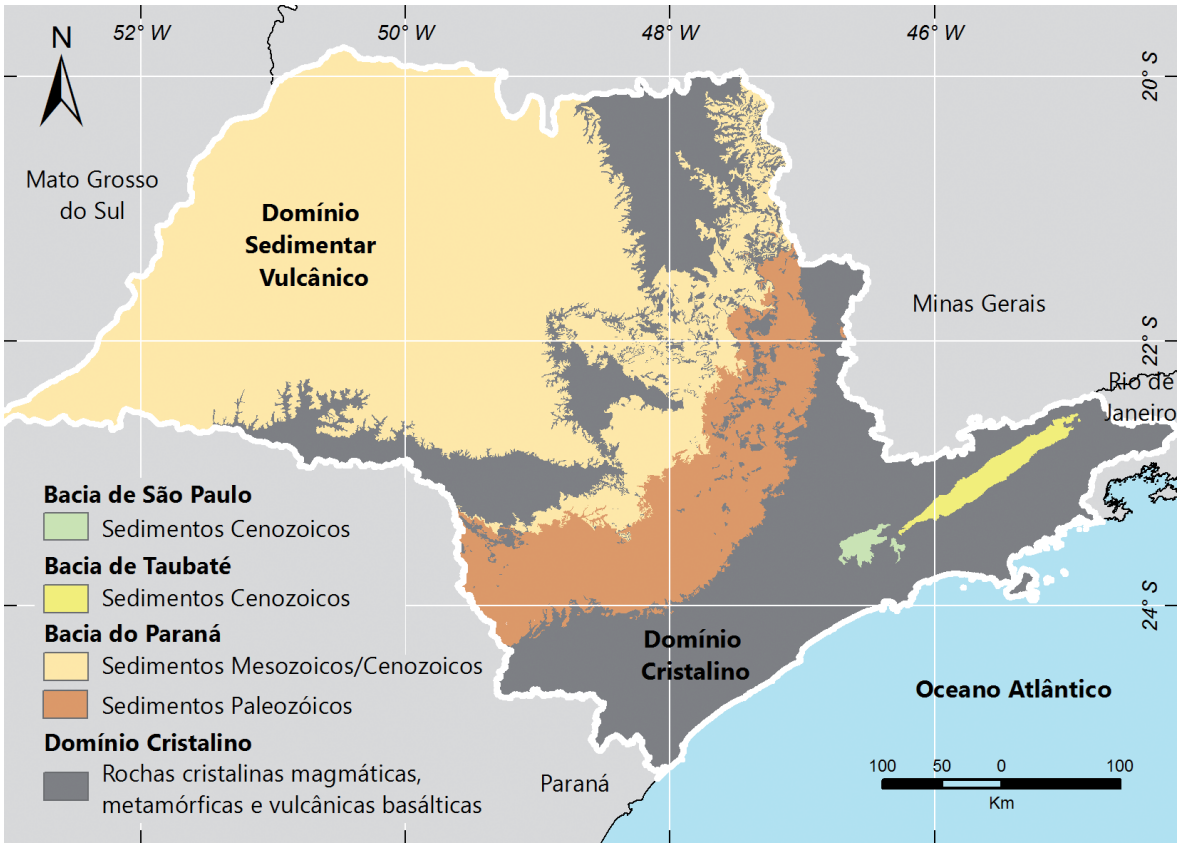

Figura 3 – Geologia do Estado de São Paulo (adaptado de DAEE/LEBAC, 2013)

Os Domínios Geológicos podem ser "traduzidos", do ponto de vista da vocação para produção de água, em vazões potenciais[1] por poço conforme pode ser observado na **Figura 4**. A produção potencial de poços varia de próximo de 10 a mais de 120 m^3/h nos aquíferos sedimentares e de cerca de 1 a 100 m^3/h nos aquíferos fraturados (Cristalino). O objetivo final é facilitar aos interessados que consultam o Mapa a obtenção de uma informação direta sobre qual vazão é esperada em um dado local selecionado para perfurar o poço, sem necessitar no primeiro momento de um especialista. É muito útil aos planejadores da administração pública, setores econômicos e usuários em geral.

[1]A vazão potencial assim considerada admite critério de sustentabilidade no cálculo, cujos valores obtidos no mapa podem ser pouco inferiores às vazões de poços existentes.

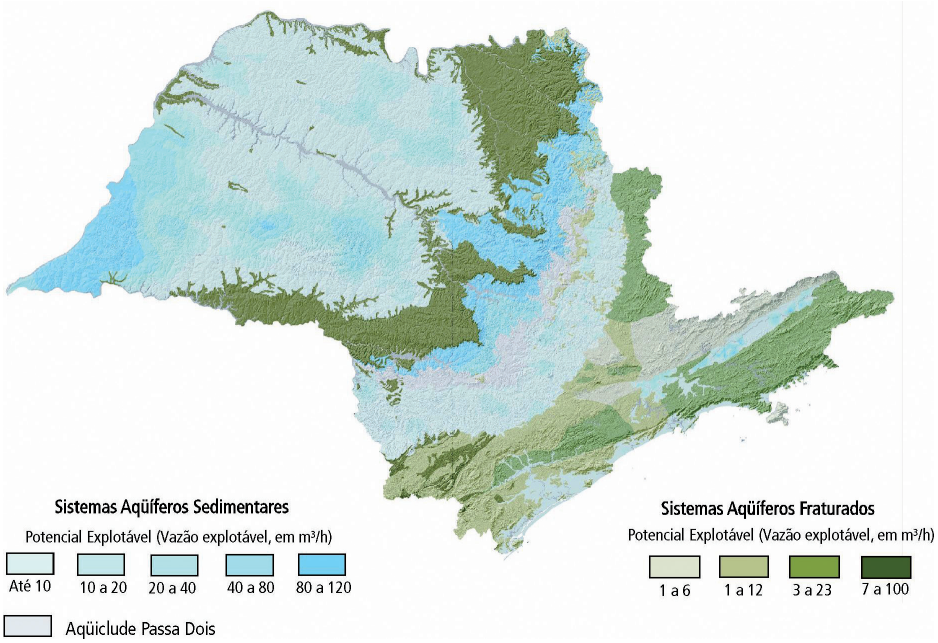

Figura 4 – Águas subterrâneas do Estado de São Paulo (adaptado de DAEE/IG/IPT/CPRM, 2005)

2.2.2 Sistema Aquífero Guarani

Um dos maiores reservatórios de Água Doce do Planeta, o Sistema Aquífero Guarani – SAG localiza-se na Bacia Geológica do Paraná, ocupando cerca de 1.200.000 km² e abrangendo quatro países da América Latina, região do MERCOSUL: Uruguai, Argentina, Paraguai e Brasil, conforme se pode observar na **Figura 5**.

No Brasil são 840.000 km², distribuídos em 8 estados das regiões Centro Oeste, Sudeste e Sul: Mato Grosso do Sul (213.200 km²), Rio Grande do Sul (157.600 km²), São Paulo (155.800 km²), Paraná (131.300 km²), Goiás (55.000 km²), Minas Gerais (51.300 km²), Santa Catarina (49.200 km²) e Mato Grosso (26.400 km²). A população da área de ocorrência do aquífero é estimada em 15 milhões de habitantes.

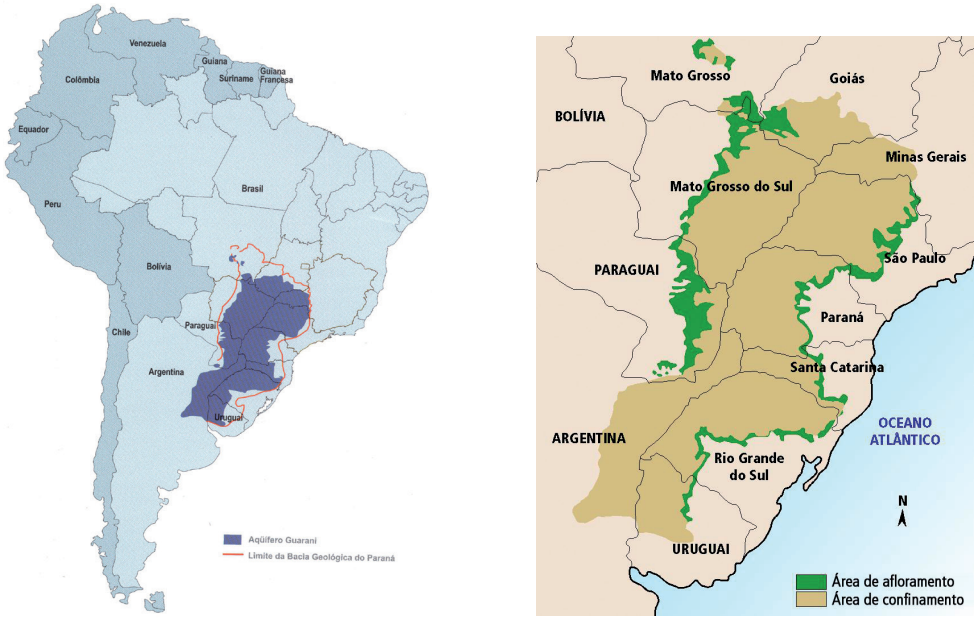

Figura 5 - Localização do Sistema Aquífero Guarani (Borghetti *et al.*, 2004)

O Sistema Aquífero Guarani - SAG é constituído por rochas areníticas friáveis, com espessuras de até 400 metros e que foram depositadas num ambiente predominantemente desértico há cerca de 150 milhões de anos. No Estado de São Paulo sua ocorrência é em grande parte confinada, a oeste, abaixo das rochas dos Aquíferos Bauru e Serra Geral, podendo atingir 1.800 metros de profundidade na região do Pontal do Paranapanema (**Figura 6**). Existe uma faixa contínua, de direção norte-sul, a leste da área confinada, onde também é encontrado na superfície, em situação de rocha aflorante, como, por exemplo, em parte da cidade de Ribeirão Preto.

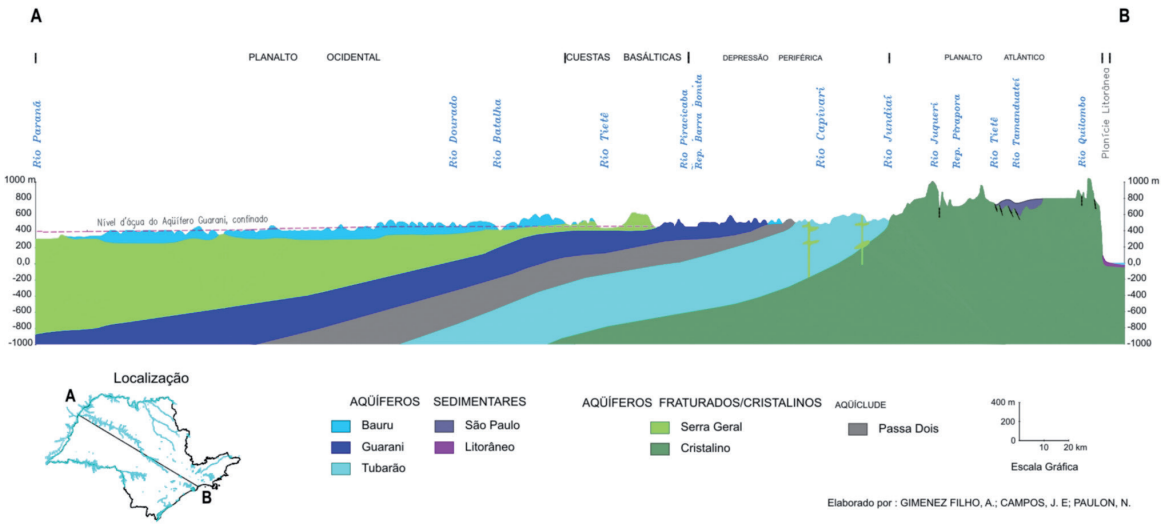

Figura 6 - Perfil esquemático dos sistemas aquíferos paulistas (DAEE/IG/IPT/ CPRM, 2005)

No Estado de São Paulo os poços tubulares profundos perfurados para a captação de água do SAG podem ter profundidades variando desde 100 metros em São Carlos até 1.800 metros em Presidente Prudente, produzindo vazões superiores a 500 m^3/hora. Essa água geralmente é potável e com temperaturas que podem variar de 21 a mais de 60 ºC (Região do Pontal do Paranapanema e ao longo das proximidades do Rio Paraná).

DISPONIBILIDADE DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

O conceito de disponibilidade dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, de maneira geral, está diretamente relacionado à pluviosidade da região considerada. E a parcela das chuvas que se infiltra representa a recarga de água que transita intra-anualmente nos aquíferos, isto é, significa os volumes totais armazenados no subsolo e que, também, exerce uma função reguladora das vazões dos rios perenes. É diferente do conceito de potencialidade hídrica subterrânea que reflete a capacidade de fornecimento de água em poços, por unidade de rebaixamento do aquífero, dependente das características intrínsecas das rochas formadoras do aquífero, e em menor grau dos aspectos construtivos do poço perfurado. É praticamente o conceito da produção, ou vazão potencial da **Figura 4**.

Feita esta distinção e, segundo dados do DAEE de 1999, apresenta-se na **Tabela 6** a disponibilidade potencial estimada de águas subterrâneas por Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos - UGRHI[2] ressaltando-se que os valores apresentados se referem apenas aos aquíferos livres, ou seja, àqueles onde a profundidade da água subterrânea ocorre geralmente mais próxima à superfície do terreno. Não foram consideradas, então, as reservas que se encontram nas "camadas" aquíferas confinadas, mais profundas, como é o caso do Sistema Aquífero Guarani, que apresenta reservas disponíveis estimadas em cerca de 150 m^3/s, somente na sua porção paulista. Convém, ainda, ressaltar que esses valores tinham um objetivo específico de planejamento geral e foram utilizados nos primeiros Relatórios da Situação dos Recursos Hídricos e Planos das Bacias Hidrográficas paulistas com a finalidade de comparar os volumes totais extraídos por poços e indicar cenários onde fossem necessárias ações de controle pelo poder público.

Tabela 6 – Disponibilidade hídrica do Estado de São Paulo (DAEE, 1999)

UGRHI	DISPONIBILIDADE (m^3/s)
01 - Mantiqueira	2,0
02 - Paraíba do Sul	20,1
03 - Litoral Norte	8,2
04 - Pardo	10,0
05 - Piracicaba/ Capivari/ Jundiaí	24,0
06 - Alto Tietê	19,1
07 - Baixada Santista	15,0
08 - Sapucaí/Grande	10,8
09 - Mogi-Guaçú	16,8
10 – Tietê/Sorocaba	7,8
11 - Ribeira de Iguape/Litoral Sul	57,9
12 - Baixo Pardo/Grande	11,0
13 - Tietê/Jacaré	12,9
14 - Alto Paranapanema	25,0
15 - Turvo/Grande	10,5
16 - Tietê/Batalha	10,0
17 - Médio Paranapanema	20,7
18 - São José dos Dourados	4,4
19 - Baixo Tietê	12,2
20 - Aguapeí	10,9
21 - Peixe	11,6
22 - Pontal do Paranapanema	15,2
Subtotal	336,1
Sistema Aquífero Guarani, confinado	152
Estado de São Paulo	**488,1**

Os volumes totais disponíveis dos aquíferos nas UGRHI têm relevante papel em São Paulo, visto que aproximadamente 80 % dos municípios são total ou parcialmente abastecidos por águas subterrâneas, atendendo uma população de mais de 6 milhões de habitantes.

Levantamento sobre o uso da água subterrânea

[2]A Lei nº 7.663/91, a lei paulista das águas, adota, como um de seus princípios, a bacia hidrográfica como unidade físico - territorial de planejamento e gerenciamento de recursos hídricos - UGRHI.

para abastecimento público no Estado de São Paulo realizado pela CETESB (2012) mostra 308 municípios (48%) totalmente abastecidos por águas subterrâneas (como Ribeirão Preto) e outros 154 (25%) parcialmente. Cidades como São José dos Campos, São José do Rio Preto, Bauru, Marília, Catanduva, Araçatuba e São Carlos são prioritariamente abastecidas através de poços tubulares profundos (**Figura 7**).

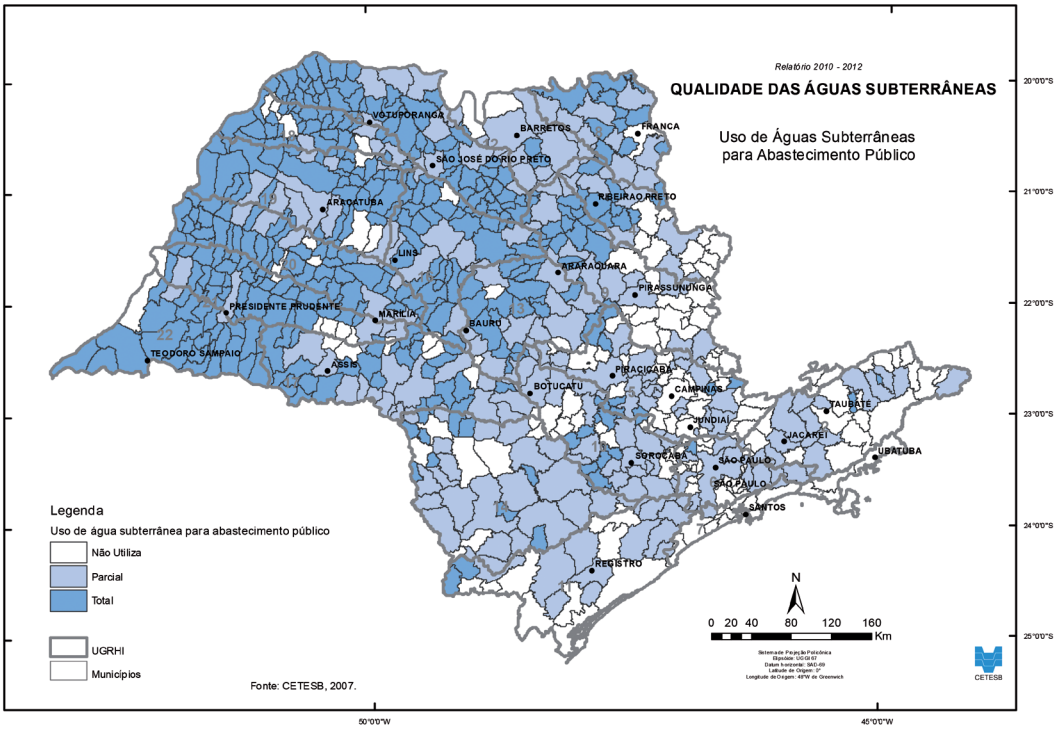

Figura 7 - Uso da água subterrânea para abastecimento público no Estado de São Paulo (CETESB, 2012)

As águas subterrâneas são, de modo geral, de boa qualidade, conforme os dados do Indicador de Potabilidade das Águas Subterrâneas - IPAS do Estado de São Paulo, divulgado pela CETESB (link: http://www.cetesb.sp.gov.br/noticia/507,Noticia) para o período 2010-2012. De acordo com o IPAS, os resultados mostram que houve uma ligeira queda de 80,1%, em 2009, para 79,9%, em 2012. As desconformidades em relação ao padrão de potabilidade continuam para as mesmas substâncias verificadas no período anterior: nitrato, fluoreto, alumínio, arsênio, bário, chumbo, crômio, ferro, manganês e sódio, além dos parâmetros microbiológicos.

Na Região Metropolitana de São Paulo - RMSP estima-se que o consumo da água subterrânea é da ordem de 10,00 m^3/s, captada por aproximadamente 8 a 10 mil poços tubulares profundos (Porto *et al*., 2012; Cesar Neto, 2014).

O uso da água subterrânea para abastecimento público tende a aumentar no Estado de São Paulo, bem como é grande a demanda por captação por poços privados para hotéis, condomínios, hospitais e indústrias.

Cabe ao poder público exercer o controle para permitir equilíbrio entre a oferta e a demanda por água. Em São Paulo, o órgão estadual gestor dos recursos hídricos é o Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE, que concede outorga de direto de uso das águas aos usuários, observando a disponibilidade hídrica, a qualidade da água e a prioridade dos tipos de usos, de modo articulado com a CETESB e a Vigilância Sanitária da Secretaria da Saúde.

2.2.3 Vulnerabilidade e cuidados com os aquíferos

Os aquíferos, por sua natureza, são naturalmente mais protegidos quanto à contaminação do que as águas superficiais. Por outro lado, quando se observam anomalias provocadas pela ação do homem como ilustrado na **Figura 8**, muitas vezes o dano ambiental pode ser de grande proporção e com elevados custos econômicos e sociais para sua recuperação, quando possível.

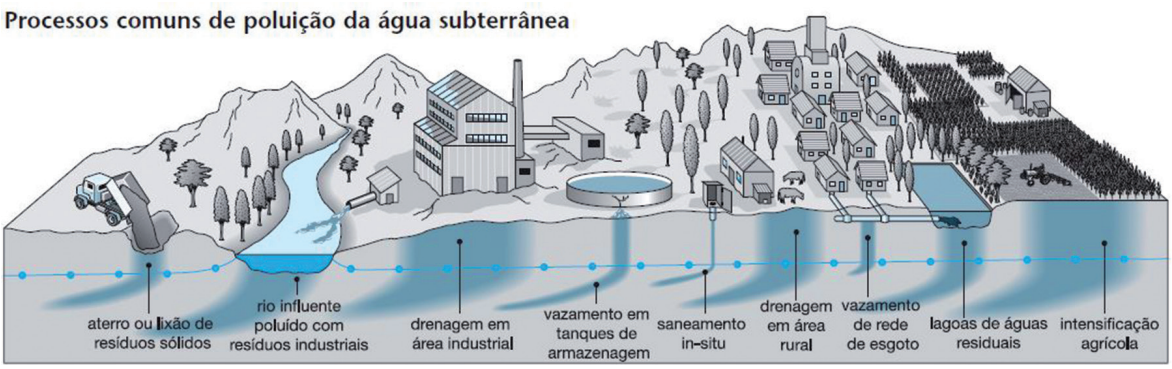

Figura 8 - Fontes potenciais de contaminação das águas subterrâneas (Hirata, 2000)

Embora não se constitua em causa primária igual às principais fontes potenciais de contaminação acima mencionadas, a exploração da água subterrânea deve, também, observar a proteção dos aquíferos durante a fase de perfuração e operação dos poços; a delimitação do perímetro de proteção sanitária no entorno dos poços; o equilíbrio regional do aquífero quanto às recargas e descargas e as condições e limites estipulados no ato de outorga emitido pelo poder público.

Não se pode considerar que a simples "proteção conferida pela natureza a um aquífero" seja suficiente para mantê-lo qualitativamente adequado.

Como já foi lembrado, tanto um projeto como uma construção e ainda uma operação inadequada podem comprometer, não somente a estrutura de produção, como também o próprio aquífero.

Desta maneira a política de proteção ao meio em que se localiza o poço tubular profundo deve ser objeto de avaliação constante, não somente quanto ao manejo do mesmo e dos seus equipamentos associados, mas também quanto à proteção de seu entorno, observando-se possíveis fontes de contaminação.

O Estado de São Paulo, por meio do DAEE, disciplina também a situação de poços abandonados e/ou com problemas, que devem ser lacrados, em cumprimento ao previsto na legislação – Lei nº 6.134, de 2 de junho de 1988 – Artigo 8º - parágrafo único que estabelece: "Os poços abandonados e as perfurações realizadas para outros fins, que não a extração de água, deverão ser adequadamente tamponados, de forma a evitar acidentes, contaminação ou poluição dos aquíferos". A Lei é regulamentada pelo Decreto nº 32.955 de 7 de fevereiro de 1991.

2.2.4 Captação de Águas Subterrâneas

O acesso e aproveitamento das águas subterrâneas podem ser feitos por meio da construção de diversos tipos de obras de captação, sendo mais comuns os poços escavados e os perfurados.

Poço raso, cisterna, cacimba ou poço amazonas:

Poços de grandes diâmetros (1 metro ou mais), escavados manualmente e revestidos por tijolos ou anéis de concreto. Captam a água do aquífero freático[3] e possuem, geralmente, profundidades da ordem de 20 a 30 metros. A **Figura 9** representa exemplo de poço cacimba.

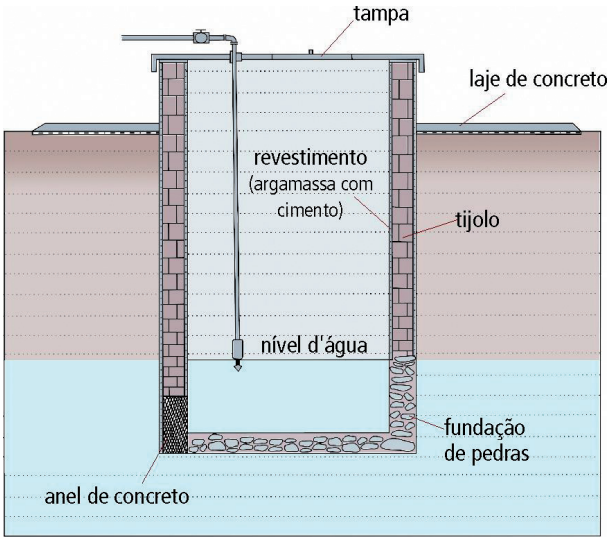

Figura 9 - Poço cacimba ou cisterna (Iritani & Ezaki, 2012)

Poço tubular profundo:

Obra de engenharia geológica de acesso a água subterrânea, executada com sonda perfuratriz, mediante perfuração vertical com diâmetro que usualmente varia entre 4 a 36 polegadas e profundidades de até 2.000 metros.

A **Figura 10** representa esquematicamente os tipos de poços tubulares existentes para a captação das águas subterrâneas:

a. Poço Perfurado em rochas consolidadas ou cristalinas. Normalmente de pequeno diâmetro e perfurados por equipamentos apropriados – sondas perfuratrizes roto pneumáticas.

b. Poço perfurado em rochas sedimentares. Normalmente em rochas inconsolidadas, de mais fácil penetração e que demandam a utilização de tecnologias especiais tanto na perfuração e controle de fluídos, como na aplicação de revestimentos e filtros. Os equipamentos geralmente utilizados são sondas rotativas com circulação direta do fluído de perfuração.

c. Poço misto – é o poço que se encontra em região que viabiliza a utilização dos dois sistemas anteriores – sedimentar e cristalino e que, por consequência, conjuga os conhecimentos e tecnologias de ambos.

d. Poços de grande porte. Exemplo do SAG – Sistema Aquífero Guarani. Trata-se de uma obra mais complexa que também demanda conhecimentos e métodos de perfuração em

[3]O termo aquífero freático é utilizado para designar a condição de um aquífero livre, ou seja, submetido apenas às pressões atmosféricas, onde, geralmente, o nível da água subterrânea está próximo à superfície do terreno.

rochas duras e rochas inconsolidadas, como os utilizados em poço do tipo misto. No entanto por sua particularidade, de elevada produção de água e que objetiva a exploração de um aquífero encontrado até profundidades da ordem de 2.000 metros, a obra necessita de tecnologias especiais, tanto na sua construção quanto no seu acabamento. Os equipamentos utilizados são sondas rotativas de grande porte, com capacidade de até 100 toneladas.

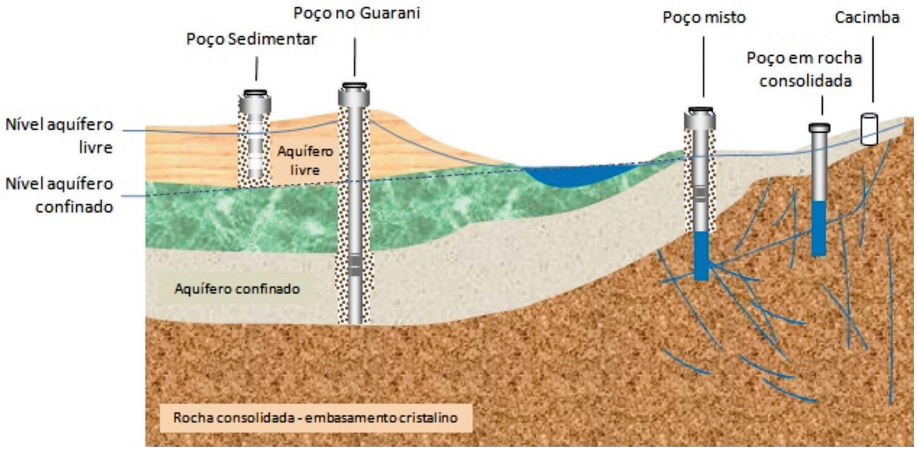

Figura 10 – Tipos de poços (DH– Perfuração de Poços, 2005)

ASPECTOS CONSTRUTIVOS DOS POÇOS TUBULARES PROFUNDOS

As **Figuras 11, 12 e 13** ilustram com mais detalhe os poços construídos em rochas sedimentares, rochas cristalinas ou que atravessam ambas (poço misto).

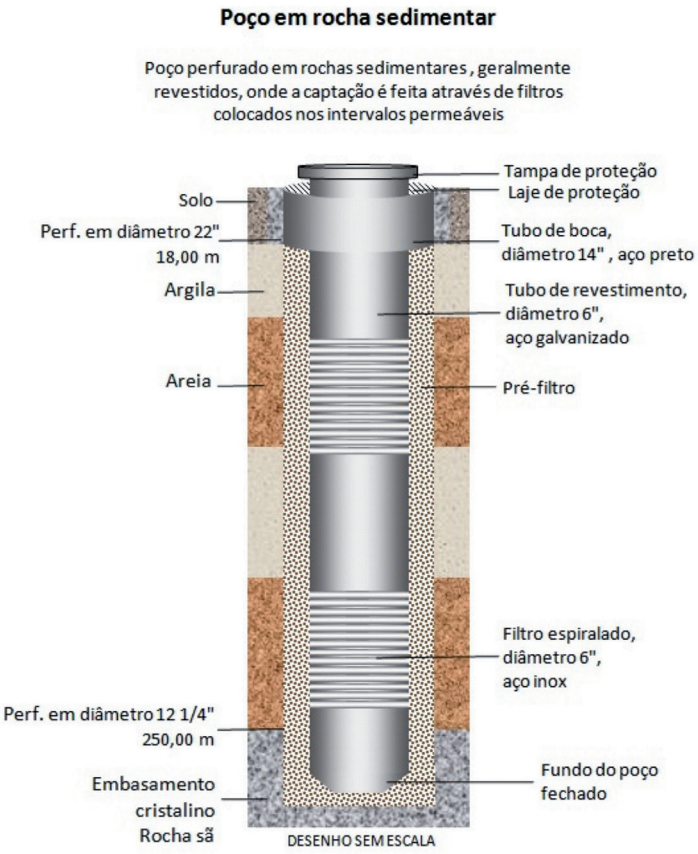

Figura 11 – Poço em rocha sedimentar

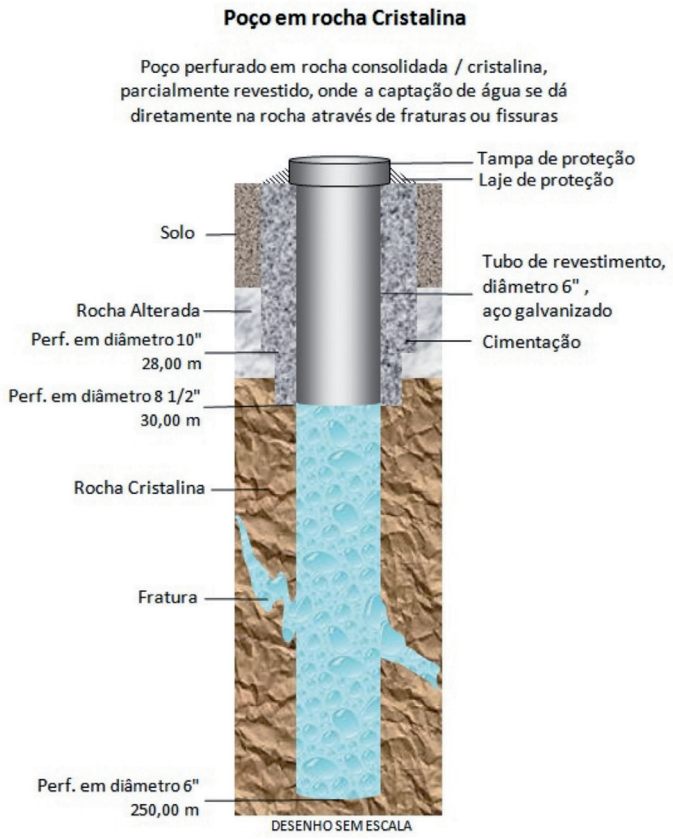

Figura 12 – Poço em rocha cristalina

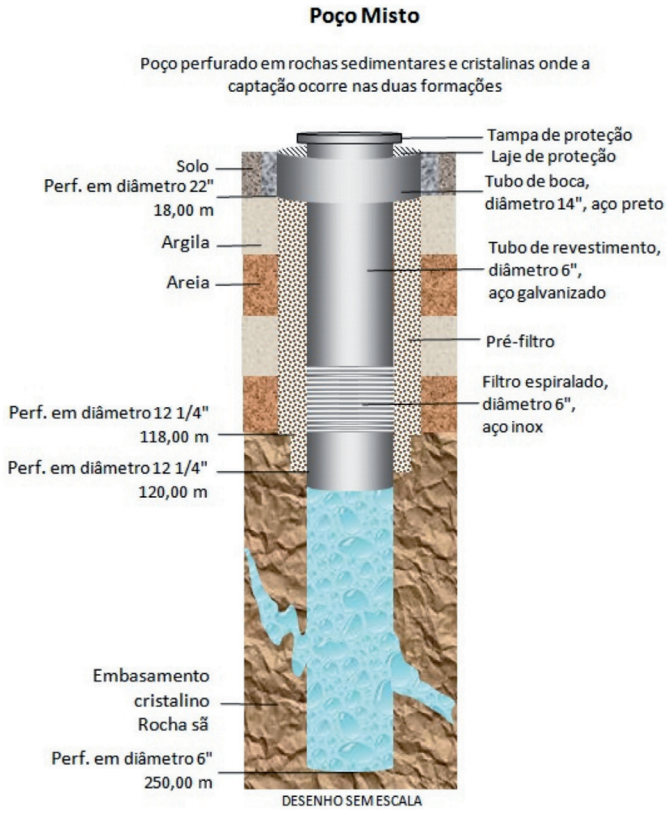

Figura 13 – Poço misto

3. FONTES DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Os diversos setores usuários de recursos hídricos têm o direito de utilizar fontes naturais ou artificiais de abastecimento de água, analisar os benefícios, custos e compromissos/riscos de cada uma delas, obedecendo, com isso, os princípios do uso racional da água.

A seguir são relacionados alguns sistemas e suas principais implicações.

3.1 Sistema de Abastecimento Público

Geralmente os usuários situados em área urbanas utilizam para o seu abastecimento as águas fornecidas pelos sistemas públicos ou privados de abastecimento de água potável, e mais recentemente, água de reúso para determinadas finalidades que dispensam requisitos rigorosos da qualidade da água e que estejam dentro dos parâmetros legais.

As vantagens de utilizar o sistema público é a segurança em termos da qualidade da água fornecida pelas concessionárias, embora resulte em maior custo. O valor chega até R$ 36,00 por metro cúbico de água fornecida (preço Sabesp – Novembro 2014), uma vez que é cobrado o volume de água fornecido segundo a tarifa vigente, acrescido de uma fração do valor do mesmo volume como descarte de esgoto, evidentemente quando existe rede de coleta a afastamento no local.

Ainda deve ser considerado um acréscimo decorrente do fator "K", aplicado à parte do esgoto lançado na rede da concessionária e que considera o tipo da carga poluidora que pode estar sendo lançada pelo esgoto nos rios e lagos, por exemplo.

Figura 14 - Sistema de abastecimento público de água – SAEC-Catanduva – SP – Poço DH

3.2 Sistema de Abastecimento Próprio

Uma alternativa muito utilizada fora de áreas urbanas são os sistemas de abastecimento próprios, que podem ser tanto supridos por águas superficiais quanto por águas subterrâneas.

Em termos do uso das águas superficiais, em que pesem os benefícios de ganhar autonomia com relação às concessionárias e respectiva redução de custos, é preciso considerar o acréscimo da responsabilidade pela adequada gestão das águas. Envolve, além do investimento inicial na implantação do sistema de captação superficial, a necessidade de se implantar um sistema de tratamento da água, dada a incerteza e variabilidade, tanto da quantidade e, especialmente da qualidade destas águas, bem como promover manutenção constante.

Quanto ao abastecimento por águas subterrâneas, realizado principalmente por meio de poços tubulares profundos, possui valor agregado intrínseco, pois essas águas geralmente apresentam qualidade superior às águas superficiais. No entanto, nem sempre são necessariamente potáveis, pois também acabam requerendo sistemas de tratamento adequados para sua posterior utilização em função da qualidade requerida para as diferentes finalidades, por exemplo, indústrias alimentícias e consumo humano.

Observa-se na Região Metropolitana de São Paulo – RMSP a utilização intensa das águas subterrâneas, visto que se constituem, de fato, em uma fonte alternativa, pois além de menor custo (em relação à concessionária), proporciona autonomia e segurança ao sistema. Os grandes usuários de água, como a quase totalidade das indústrias, hospitais, escolas, clubes, shoppings centers e inúmeros condomínios residenciais, possuem poços próprios ou água fornecida por meio de contratos de risco[4]. A **Figura 15** apresenta um exemplo de sistema de abastecimento de água privado realizado sob contrato de risco fornecido, neste caso, para um sistema público – DAEM – Departamento de Águas e Esgoto de Marília.

Figura 15 - Sistema privado de abastecimento de água - Águas de Marília – Marília/SP

[4]Contrato de Risco é o instrumento pelo qual as empresas perfuradoras são responsáveis pelo projeto, locação, licenciamentos, perfuração e operação do poço e sistemas associados, sendo remuneradas pelo volume de água fornecido. Esta modalidade exime o contratante dos riscos geológicos e construtivos dos poços, assim como do ônus operacional e de manutenção do sistema durante a vigência do contrato.

3.3 Água Virtual – Pegada Hídrica - Exportação de Água

O conceito de **Água Virtual** ou **Água Viva** foi criado por "A. J. Alan", professor da Universidade de Londres, baseado na quantificação do volume de água necessário para produção de um produto ou de um serviço. É importante considerar que na conta de quantificação não se contabiliza apenas a água contida no produto inicial, mas também toda a água que foi usada em todas as etapas do processo de fabricação.

A **Pegada Hídrica** é definida como o volume total de água utilizada durante a produção e consumo de bens e serviços, bem como o consumo direto e indireto no processo de produção. O uso de água ocorre, em sua maioria, na produção agrícola, destacando-se, também, um significativo volume de água derivado dos mananciais, utilizado e, por vezes, descartado com poluentes provenientes dos setores industriais e domésticos. Portanto, determinar a Pegada Hídrica é tornar possível a quantificação do consumo total de água ao longo de sua cadeia produtiva.

Tipos de Pegada Hídrica

• Verde: quando a água da chuva evapora ou é incorporada em um produto durante a sua produção;

• Azul: que calcula as águas superficiais ou subterrâneas que evaporam ou são incorporadas em produtos, devolvidas ao mar ou lançadas em outra bacia;

• Cinza: que mede o volume de água necessário para diluir a poluição gerada durante o processo produtivo.

A PEGADA HÍDRICA DO BRASIL

Na **Tabela 7** se observa um consumo baixo em comparação a países desenvolvidos. Os EUA, por exemplo, usam o dobro de água per capita que o Brasil.

No conceito de água virtual, o Brasil é visto como um exportador de água, já que o seu maior consumo é na agricultura doméstica.

Tabela 7 - Pegada hídrica no Brasil

Brasil – Pegada Hídrica	
Média Per Capita / Ano	1.381 milhões litros / ano / per capita
Água Exportada Para Agricultura	87 mil litros / ano / per capita
Água Exportada Para Indústria	18 mil litros / ano / per capita

Fonte: UNESCO – IHE - Hoekstra & Chapagain, 2004

Aproximadamente 20% da água consumida anualmente na agricultura é exportada para outros países sob a forma de produtos derivados das mercadorias agrícolas. Segundo Arjen Hoekstra, do IHE - Institute for Water Education da Holanda, estima-se que o volume comercializado atinja anualmente 1 trilhão de m^3 de água.

Já se observa em alguns países o esquema de exportação desses produtos, inclusive produtos industrializados, manufaturados ou não, intimamente ligados ao consumo de água na sua formação/produção. Pode-se entender que, para cada tonelada produzida, está também exportando-se água e que, em muitos casos, é tão ou mais difícil de obtê-la do que o próprio produto. Nas **Tabelas 8 e 9** são apresentados alguns produtos com o respectivo consumo de água por unidade produzida.

Tabela 8 – Consumo de água para produção (Hoekstra, 2011)

Produto Agropecuário / Agroindustrial	Litros / Por Quilo
Soja	1.650
Milho	1.100
Laranja	460
Carne de Frango	3.900
Carne Suína	4.800
Cana de Açúcar	700 a 1.000/Tonelada

Tabela 9 – Consumo de água na indústria (elaborado a partir de Hoekstra & Chapagain, 2007; Rebouças *et al.*, 2002 e ANA, 2000)

Segmento Industrial	Litros / Unidade
Cerveja	4,5 a 12 / litro
Cimento	550 a 2.500 / tonelada
Papel e Celulose	14 a 216 / kg
Têxtil (1 calça jeans)	1.900 litros
Álcool Etanol de cana de açúcar	52 a 138 / litro
Siderurgia (aço)	8.000 - 12.000 / tonelada
Gasolina	7 a 8 / litro

3.4 Custos da água

Apresenta-se na **Tabela 10**, uma estimativa dos custos necessários para a obtenção de água, provenientes de diferentes fontes alternativas e tecnologias disponíveis.

Tabela 10 – Custos internacionais da água (não incluso o transporte) (Rebouças *et al.*, 2002)

TECNOLOGIAS	CUSTOS / US$ por mil m^3
CAPTAÇÃO DE RIOS - Só armazenamento	123 a 246
OSMOSE REVERSA - Água Salobra	120 a 397
ELETRODIÁLISE	276 a 537
REUSO DE ESGOTO DOMÉSTICO	200 a 485
CAPTAÇÃO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA - Poços Tubulares	80 a 88

Em termos de custos aceitáveis, apresentam-se na **Tabela 11** os valores relativos aos principais setores usuários.

Tabela 11 – Custos aceitáveis da água, em função do tipo de usuário (OMS, 1997)

USUÁRIO	CUSTOS ACEITÁVEIS/ US$ por mil m^3
COMERCIAL E RESIDENCIAL	300 a 600
INDUSTRIAL	150 a 300
AGRICULTURA DE ALTO VALOR – FLORES	100 a 150
AGRICULTURA - FRUTAS E HORTALIÇAS	3 a 100
AGRICULTURA IRRIGADA	< 3

3.5 Onde intervir para economizar

É evidentemente de responsabilidade do usuário buscar permanentemente processos e sistemas eficientes e que considerem sempre o conceito do uso racional da água - um bem renovável, porém finito e de valor econômico significativo, que constitui um insumo de importância estratégica para todo o setor produtivo.

Neste sentido recomenda-se observar os seguintes tópicos, no dia a dia das atividades econômicas, principalmente, e sempre que possível de forma integrada e conjugada, adotando todos eles.

• **Processo** – rever sistematicamente os processos de distribuição, buscando otimizar a quantidade de água consumida e descartada, inclusive com checagens periódicas dos sistemas de adução, armazenamento, distribuição e descarte/despejo, buscando com isso reduzir as perdas físicas no sistema;

• **Reúso** – avaliar e aplicar procedimentos técnicos que viabilizem a prática do tratamento da água e dos efluentes, com aproveitamento deste produto em áreas que não necessitem de água de boa qualidade, de acordo com as normas legais vigentes. Objetivo final: redução da quantidade de água captada, bem como dos efluentes descartados (ou redução da carga de poluentes – DBO/DQO) e com isto do próprio custo final do produto.

• **Fonte própria** – avaliar a possibilidade de implantação de sistemas alternativos de captação de água, seja subterrânea (poços tubulares profundos) ou superficial (água de chuva). Tais sistemas propiciam redução de custo, a minimização da dependência de fonte externa e do risco de desabastecimento, tornando o sistema estrategicamente menos vulnerável.

4. LEGISLAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

Sob vários aspectos o arcabouço legal brasileiro tem vasto material para garantir aos cidadãos os direitos de acesso e uso dos recursos hídricos e vem desde os Códigos: Civil, de Águas Minerais e de Águas (este de 1934). Mas o grande momento voltado à gestão desses recursos é mais recente, com a promulgação da Constituição de 1988, que propiciou a implantação, em 1993, do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Interessante destacar que o Estado de São Paulo foi pioneiro nesta iniciativa, pois editou sua lei das águas, a Lei nº 7.663, em 30 de Dezembro de 1991.

4.1 Legislação Federal de Recursos Hídricos

A Constituição Federal de 1988 estabeleceu que a água é um bem de domínio público pertencente aos estados e à União. No caso das águas superficiais podem ser de domínio do Estado ou da União quando representam rios de divisa ou que atravessam mais de um estado. No caso das águas subterrâneas estas são de domínio exclusivo dos estados.

A Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997 – Lei Federal das Águas - instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, cujos fundamentos são:

a) **A água é um bem de domínio público.** O estado concede o direito de uso da água e não sua propriedade. A outorga não implica na alienação das águas, mas o simples direito de uso.

b) **Usos prioritários e múltiplos da água.** A água tem que: atender a sua função social e a situações de escassez. Nesses casos, a outorga

pode ser parcial ou totalmente suspensa, para atender ao consumo humano e dessedentação de animais. A água deve ser utilizada considerando projetos de usos múltiplos, tais como: consumo humano, dessedentação de animais, diluição de esgotos, transporte, lazer, paisagística e hidroeletricidade. As prioridades de uso serão estabelecidos nos Planos de Recursos Hídricos.

c) **A água como um bem de valor econômico.** A água é reconhecida como recurso natural limitado e dotado de valor, sendo a cobrança pelo seu uso um poderoso instrumento de gestão, onde é aplicado o princípio de poluidor – pagador, que possibilitará a conscientização do usuário.

O Artigo 22 da Lei nº 9.433/97 estabelece que "os valores arrecadados com a cobrança pelo uso de recursos hídricos serão aplicados prioritariamente na bacia hidrográfica em que foram gerados", e isto pressupõe que os valores obtidos com a cobrança propiciarão recursos para obras, serviços, programas, estudos e projetos dentro da Bacia que visem à proteção e/ou recuperação dos eventuais impactos a que os recursos hídricos são expostos.

d) **A Gestão descentralizada e participativa.** A Bacia Hidrográfica é a unidade de atuação para implementação dos planos, estando organizada em órgãos colegiados de planejamento com representação do Estado, municípios e sociedade civil organizada de forma igualitária, denominados Comitês de Bacia. Isso permite que diversos agentes da sociedade opinem e deliberem sobre os processos de gestão da água, pois nos Comitês o número de representantes do poder público, federal, estadual e municipal, está limitado em até 50% do total.

Do ponto de vista das instituições responsáveis pela implantação da política bem como pelo exercício das funções executivas de licenciamento, fiscalização e controle da exploração e usos dos recursos hídricos o Brasil é composto por um intrincado arcabouço, de certo modo, conforme se verificará a seguir.

Preliminarmente, em se tratando do disciplinamento do aproveitamento de águas subterrâneas, destinadas à comercialização para consumo humano, mais especificamente a exploração e utilização de águas minerais, cuja matéria é regulamentada por legislação federal, o Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM é o órgão responsável pelas autorizações correspondentes.

Órgãos Federais:

Ministério do Meio Ambiente – Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano

Órgão integrante do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, criado em 1.995, regulamentado pelo Decreto nº 2.972 de 26 de Fevereiro de 1999 e alterado pela Lei nº 9.984 de 17 de Julho de 2000, que atua na função de Secretaria Executiva do Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Dentre suas principais atribuições, relativa aos recursos hídricos, está a coordenação e elaboração do Plano Nacional de Recursos Hídricos. **Há uma Câmara Técnica de Águas Subterrâneas que elabora resoluções sobre o assunto.**

Endereço para contato:
SEPN 505 - Lote 02 - Bloco B - Edifício Marie Prendi Cruz - CEP 70730-542 - Brasília – DF
Tel. (61) 2028-2138
www.mma.gov.br

Agência Nacional de Águas – ANA

É uma autarquia sob regime especial, com autonomia administrativa e financeira, vinculada ao Ministério do Meio Ambiente. Além de ter como sua principal atribuição a execução da Política Nacional de Recursos Hídricos, a ANA é responsável pela emissão das outorgas de direitos de uso dos recursos hídricos de domínio da União.

Endereço para contato:
Setor Policial Sul – Área 5 – Quadra 3 – Bloco B
CEP 70610-200 – Brasília – DF
Tel. (61) 2109-5400
www.ana.gov.br

Departamento Nacional da Produção Mineral - DNPM

O DNPM promove o planejamento e o fomento da exploração mineral, controla e fiscaliza o exercício das atividades de águas minerais em todo o Território Nacional, na forma do que dispõe o Código de Águas Minerais.

Endereço para contato:
Setor de Autarquias Norte Quadra 01 Bloco B
CEP 70041-903 - Brasília - DF
Tel. (61) 3312- 6666
www.dnpm.gov.br

4.2 Legislação Estadual de Recursos Hídricos

Na Constituição do Estado de São Paulo, Artigo 206, as águas subterrâneas são consideradas como reservas estratégicas para o desenvolvimento econômico-social e valiosas para o suprimento de água às populações, devendo ter programa permanente de conservação e proteção contra poluição e superexplotação, com diretrizes estabelecidas por lei.

O Estado de São Paulo foi também pioneiro na implementação de leis relativas a recursos hídricos subterrâneos por meio da Lei nº 6.134, de 2 de Junho de 1988, que dispõe sobre a preservação dos depósitos naturais de águas subterrâneas do Estado. Dentre outros dispositivos, estabelece a necessidade de elaboração de programas permanentes de conservação, a obrigatoriedade de cadastramento de todo poço perfurado, tendo sido regulamentada pelo Decreto nº 32.955, de 7 Fevereiro de 1991.

Além disso, a Lei Estadual nº 7.663, de 30 de Dezembro de 1991, que instituiu o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos, atribuiu responsabilidades ao DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica - para o estabelecimento dos procedimentos de licenciamento e outorga do uso de águas subterrâneas e superficiais. Os procedimentos foram regulamentados pelo Decreto nº 41.256, de 31 de Outubro de 1996 e as Portarias DAEE nº 717, de 12 de Dezembro de 1996 e nº 1, de 2 de janeiro de 1998, respectivamente.

Em 12 de Agosto de 2013 o DAEE emitiu ainda a Instrução Técnica DPO nº 006 que estabelece os procedimentos para a elaboração e apresentação da documentação para o Licenciamento da Perfuração dos Poços, Outorga de Uso da água e outras atividades inerentes aos recursos hídricos subterrâneos e poços tubulares.

Ainda por intermédio da Lei nº 7.663/1991, o Estado de São Paulo instituiu a Política Estadual de recursos Hídricos aplicada de forma descentralizada em 22 Bacias Hidrográficas denominadas Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI), conforme citado anteriormente. Nessas unidades a implantação das medidas e ações, representadas pelos Planos de Bacia Hidrográfica, é feita por meio dos Comitês de Bacia, que são fóruns de discussão compostos por representantes dos órgãos dos governos estadual e municipais, além da

sociedade civil, de forma tripartite e igualitária.

A **Figura 16** apresenta o Organograma dos Órgãos Gestores dos Recursos Hídricos no Estado de São Paulo e a **Figura 17,** as Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI).

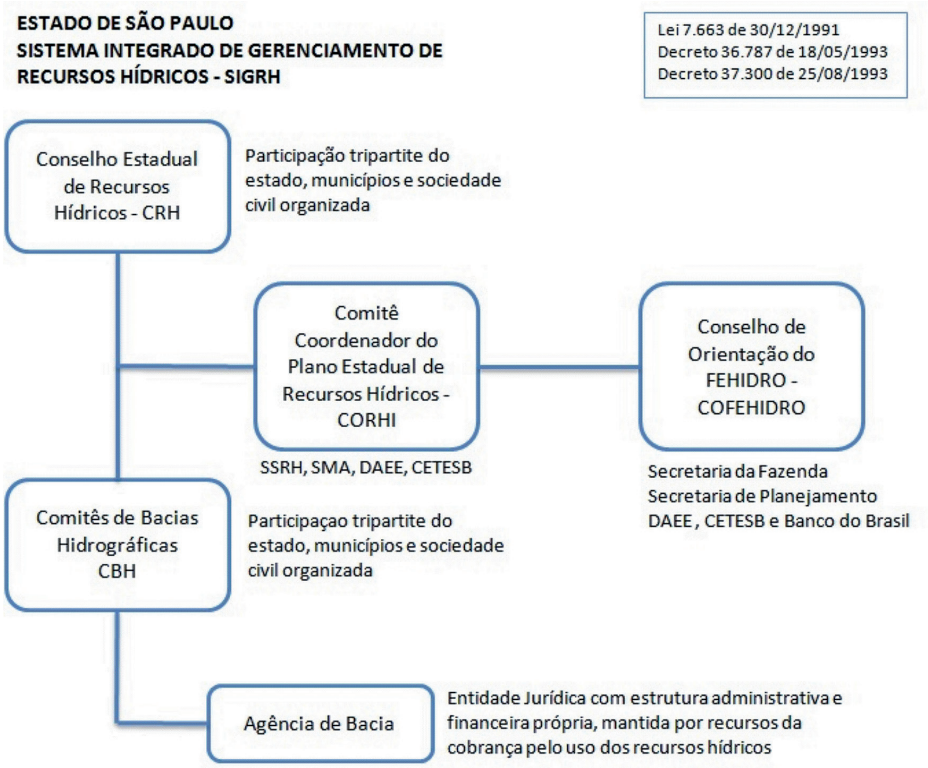

Figura 16 – Articulação dos componentes do Sistema Estadual de Recursos Hídricos de São Paulo

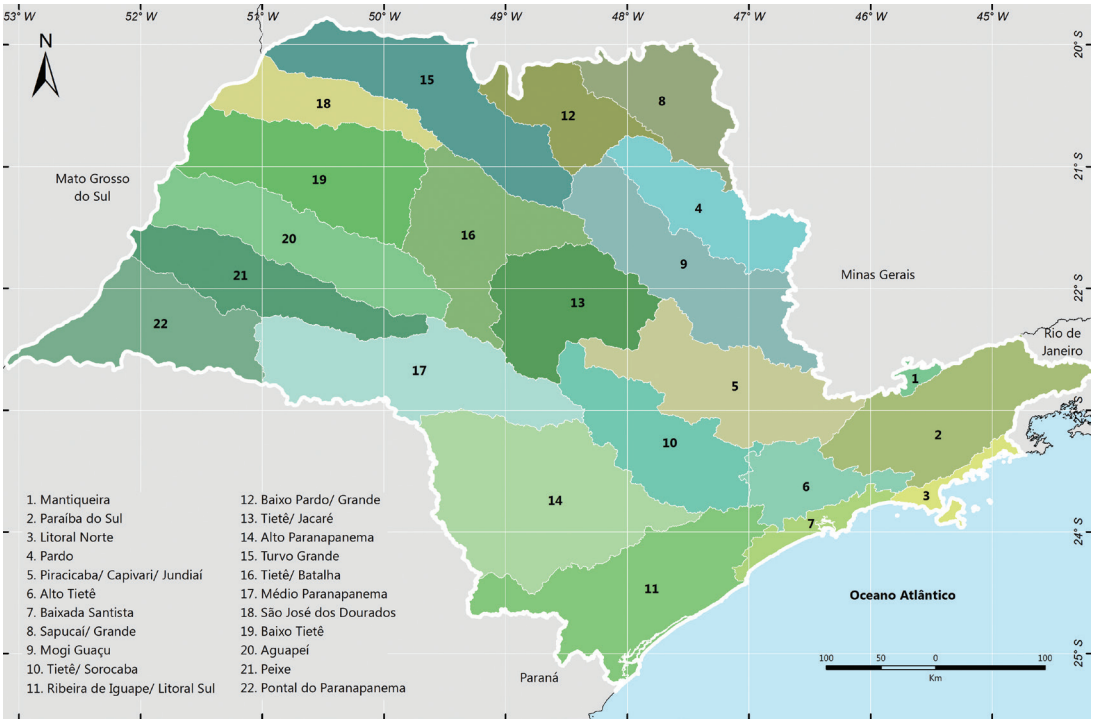

Figura 17 - Unidades de Gerenciamento dos Recursos Hídricos no Estado de São Paulo (DAEE/LEBAC, 2013)

Órgãos Integrantes do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos

Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos - SSRH

Responsável pelas políticas de planejamento e execução das áreas em questão. São subordinados a ela o Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE, a Companhia de Saneamento Básico de São Paulo - SABESP e o Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CRH.

Endereço para contato:
Rua Bela Cintra 847, 11º andar - São Paulo – SP
CEP 01415-903
Tel. (11) 3218 – 5500
www.saneamento.sp.gov.br

Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CRH - Secretaria Executiva

Colegiado com participação do Estado, Municípios e a Sociedade Civil na execução das ações de planejamento nas UGRHI e supervisão de suas respectivas responsabilidades do Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SIGRH. Criado em 1991 pela Lei nº 7.663, é apoiado por Câmaras Técnicas que discutem e encaminham ações referentes aos vários assuntos inerentes aos Recursos Hídricos. Dentre elas existe também uma Câmara Técnica das Águas Subterrâneas.

Endereço para contato:
Rua Bela Cintra 847, 11º andar - São Paulo – SP
CEP: 01415-903
Tel. (11) 3218 – 5544
contato.crhi@gmail.com
www.sigrh.sp.gov.br

Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE

É o órgão gestor dos recursos hídricos do Estado de São Paulo. Atua de maneira descentralizada, com diversas unidades distribuídas pelo estado, e é o responsável pela outorga de utilização de recursos hídricos, bem como o licenciamento de poços profundos, conforme o Decreto nº 41.258, de 31 de Outubro de 1996, que regulamenta a Outorga dos Direitos de Uso dos recursos Hídricos e a Portaria nº 717/96.

Endereço para contato:
Rua Boa Vista 170 – Centro – São Paulo - SP
CEP 01014-000
Tel. (11) 3814-1087
www.daee.sp.gov.br

Secretaria de Meio Ambiente – SMA

Responsável pelas políticas relativas ao meio ambiente. São subordinados a ela o Instituto Geológico e a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Em conjunto com a Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos coordena o Conselho Estadual de Recursos Hídricos.

Endereço para contato:
Avenida Prof. Frederico Hermann Jr. 345 – Alto de Pinheiros – São Paulo – SP
CEP 05429-100
Tel. (11) 3030-6000
www.ambiente.sp.gov.br

Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB

É a agência do Governo do Estado de São Paulo responsável pelo controle, fiscalização, monitoramento e licenciamento de atividades potencialmente poluidoras, com a preocupação fundamental de proteger e recuperar a qualidade das águas, do ar e do solo.

Endereço para contato:
Avenida Prof. Frederico Hermann Jr. 345 – Alto de Pinheiros – São Paulo – SP
CEP 05429-100
Tel. (11) 3030-6000
www.cetesb.sp.gov.br

Instituto Geológico – IG

Órgão que tem como missão principal a realização de pesquisas científicas em geociências, incluindo a hidrogeologia e demais áreas relativas ao meio ambiente, gerando conhecimentos necessários para a implementação de políticas públicas no Estado de São Paulo.

Endereço para contato:
Rua Joaquim Távora, 822, São Paulo – SP
CEP 04015-011
Tel. (11) 5073-5511
www.igeologico.sp.gov.br

5. ENTIDADES PROFISSIONAIS, TÉCNICO–CIENTÍFICAS E NORMATIZADORAS

Os interessados no suprimento de águas subterrâneas por meio de poços tubulares profundos têm à sua disposição entidades que reúnem profissionais especializados nos estudos hidrogeológicos, elaboração de projetos, contratação e construção de obras de aproveitamento de recursos hídricos subterrâneos (Associação Brasileira de Águas Subterrâneas-ABAS), dentro dos preceitos legais que regem suas profissões (Sistema CONFEA - Conselho Federal de Engenharia e Agronomia) e de acordo com as normas técnicas que trazem garantias ao direito do consumidor (Associação Brasileira de Normas Técnicas-ABNT), relativas às boas técnicas aplicadas.

5.1 Sistema CONFEA/CREA

O CONFEA - Conselho Federal de Engenharia e Agronomia é regido pela Lei nº 5.194 de 1966 e se constitui em instância máxima referente ao regulamento do exercício desses profissionais. Representa também os geógrafos, geólogos, meteorologistas, tecnólogos dessas modalidades, técnicos industriais e agrícolas e suas especializações, num total de centenas de títulos profissionais. Em cada estado está representado pelo CREA - Conselho Regional de Engenharia e Agronomia.

Em São Paulo dentre as Câmaras setoriais, atua a CAGE – Câmara de Geologia e Engenharia de Minas, responsável além do controle profissional dos geólogos, engenheiros de minas e técnicos de mineração, pelas empresas na área de hidrogeologia, perfuração de poços e mineração.

CAGE – Câmara de Geologia e Engenharia de Minas
Endereço para contato:
Avenida Rebouças 1.028 – Pinheiros - São Paulo - SP
CEP 05402-000
Tel. (11) 3061 - 6800
geominas@creasp.org.br

5.2 Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT

Órgão responsável pela normatização técnica no país. Aprovou e publicou dentro da CB-02 – Comitê Brasileiro de Construção Civil as Normas Brasileiras que contemplam as Águas Subterrâneas e os Poços Tubulares Profundos.

As principais normas que regulamentam o assunto são:
- NBR 12.212 - Projeto de poço tubular profundo para captação de água subterrânea.
- NBR 12.244 - Construção de poço tubular profundo para captação de água subterrânea.
- NBR 13.604/13.605/13.606/13.607/13.608- "Dispõe sobre tubos de PVC para PTP".
- NBR – 13.895/1997 – Poços de Monitoramento.

Endereço para contato:
Avenida Paulista 726 – 10º andar São Paulo – SP
CEP 01310-000
Tel. (11) 3253-4641
www.abnt.org.br
atendimento.sp@abnt.org.br

5.3 Associação Brasileira de Águas Subterrâneas - ABAS

A **ABAS** é uma entidade técnico – científica sem fins lucrativos que tem como objetivos, dentro do escopo das águas subterrâneas: a utilização racional e sustentada; divulgação; elevação do nível técnico dos associados; elevação da qualidade dos serviços prestados pelas empresas associadas; fomentar a utilização dos aquíferos de forma racional, por meio de: gestão integrada, observação das normas técnicas e licenças ambientais; aprimoramento de técnicas e desenvolvimento de novas tecnologias.

Congrega empresas fabricantes de equipamentos e materiais, perfuradores de poços, prestadores de serviços, universidades, institutos e órgãos de pesquisa e gestão de recursos hídricos, grandes consumidores de água e profissionais multidisciplinares; pesquisadores, professores, consultores, geólogos, engenheiros, sondadores, administradores e técnicos de nível médio, além de estudantes.

A ABAS dispõe também de um Conselho e vários Comitês Técnicos, que podem apoiar a sociedade civil nessas atividades, inclusive representando o setor nos Conselhos Estaduais e Federal de Recursos Hídricos e Meio Ambiente, Comitês de Bacias Hidrográficas e Câmaras Técnicas de Águas Subterrâneas. A entidade está apta a auxiliar na solução das questões do dia a dia, para dirimir dúvidas, receber denúncias e sugestões, até orientar estudos de planejamento, termos de referências e formulações de editais que objetivem a contratação de Poços Tubulares Profundos e serviços correlatos.

Endereço para contato:
Sede: Rua George Ohm, 230 Torre A 19º andar - Cj. 192 - São Paulo – SP
CEP: 04576-020
Tel. (11) 3033-2891
www.abas.org - info@abas.org

A ABAS disponibiliza em sua página na internet relação de empresas que possuem o Selo de Credenciamento (conforme **Figura 18**).

QUALIFICAÇÃO DAS EMPRESAS COM ATIVIDADES EM HIDROGEOLOGIA E ÁGUAS SUBTERRÂNEAS
CREDENCIAMENTO DA ABAS COM SELO DE QUALIDADE

A ABAS instituiu um Sistema de Credenciamento para as empresas de perfuração e de outras atividades no setor de Hidrogeologia.

O credenciamento junto a ABAS – Associação Brasileira de Águas Subterrâneas representa uma certificação associativa de empresas quanto às suas condições de atuar tecnicamente e dentro dos preceitos estabelecidos pelas Normas da ABNT.

A qualificação tem como uma de suas metas informar e orientar os consumidores públicos e privados sobre a diferenciação entre as empresas, tornando-se um referencial para futuras contratações.

Qualquer empresa pode obter credenciamento nas diversas categorias, conforme o tipo da atividade, e sua complexidade e receber um **CERTIFICADO** e um **SELO DE QUALIDADE**. Deve-se observar que o Selo é um indicador pontual e que é fornecido em um determinado momento. Desta forma a ABAS adverte que caberá ao contratante de serviços e obras certificar se a empresa a ser contratada, encontra-se em condições fiscais, tributárias, financeiras, técnicas e profissionais (CREA e responsável técnico) adequadas por ocasião da sua contratação.

Figura 18 - Selo de credenciamento da ABAS

6. ROTEIRO PARA A EXECUÇÃO E OPERAÇÃO DE POÇO TUBULAR PROFUNDO

A primeira providência para a construção do poço tubular profundo reside na seleção da empresa perfuradora. Antes, porém, a consultoria de um profissional geólogo ou engenheiro de minas para elaborar o projeto é importante, mas boas empresas dispõem também deste profissional para todas as atividades necessárias.

A título de sugestão, apresenta-se um ***check list*** no **Quadro 1**, contendo os elementos essenciais para a escolha da empresa e, na sequência, os passos recomendados para elaboração do projeto, obtenção de licenças e autorizações junto aos órgãos públicos competentes, assim como a construção, recebimento do poço e as providências finais para a regularização, que inclui a outorga de uso da água no DAEE.

Quadro 1 – Requisitos básicos para escolha de empresa de perfuração de poços

RECOMENDAÇÕES

• Contrato social, devidamente registrado na Junta Comercial, em que conste como objeto social da empresa a(s) atividade(s) pretendida(s);
• Atestados de idoneidades: administrativas, jurídicas e financeiras;
• Registro ou visto no CREA-SP;
• Responsável Técnico: geólogo ou engenheiro de minas;
• Atestado de Capacidade Técnica acervado pelo CREA;
• Relação de Equipamentos em perfeitas condições de uso;
• Relação de Pessoal Técnico experiente;
• Projeto Técnico executivo especificando diâmetros de perfuração, litologias atravessadas, de acordo com as Normas da ABNT:
  • NBR 12.212 - Projeto de poço tubular profundo para captação de água subterrânea;
  • NBR 12.244 - Construção de poço tubular profundo para captação de água subterrânea;
• Orçamento contendo todos os itens necessários à execução da obra, com eventuais acréscimos de preços em profundidade, reaberturas, etc;
• Selo de qualidade ABAS (opcional);
 	
Uma vez selecionada a empresa e celebrado contrato:
• Recolhimento de ART junto ao CREA;
• Obtenção de Licença de Execução junto ao DAEE.
 	
Durante os trabalhos de perfuração:
• Acompanhamento dos serviços;
• Comparação entre o descritivo dos serviços propostos e os efetivamente realizados, com justificativa técnica para modificação.
 	
Relatório Técnico:
• Contendo no mínimo as informações conforme modelo sugerido na **Figura 19**.

PASSO 1 – Elaboração de Projeto Técnico Construtivo do Poço

Deve ser realizado por profissional com atribuições nas áreas de Geologia ou Engenharia de Minas.

Cabe a este profissional caracterizar qual é o aquífero a ser explorado e as condicionantes geológicas da área (geologia regional e local, geologia estrutural, estratigrafia, etc.), e ainda a vazão necessária ou esperada e a qualidade físico-química da água na região, que pode comprometer as especificações dos materiais a serem utilizados no projeto. Com base nestas informações, no potencial hidrogeológico da região e na demanda do usuário, deverá elaborar o roteiro – projeto – construtivo do poço.

Ainda nesta fase deverá descrever os tipos de rochas previstas a serem perfuradas, os diâmetros de perfuração, o método de perfuração a ser adotado, os materiais a serem utilizados em definitivo (completação do poço), especificação e características, os procedimentos e metodologias a serem empregadas em todas as etapas, incluindo

as etapas de ensaio de bombeamento, desinfecção e coleta de amostras de água para análises laboratoriais e, por fim, a construção da laje de proteção sanitária.

Estudos complementares por meio de investigação indireta, tais como estudos geofísicos do tipo Sondagem Elétrica Vertical (SEV) ou outros métodos podem ser necessários para prever os tipos de rochas a serem perfuradas.

É fundamental que este processo contenha esta linha de ação, pois a intervenção no subsolo, se executada de forma inadequada e por processos e metodologias que não considerem o conjunto – rocha/aquífero e sua vulnerabilidade a alterações, como consequência dessa intervenção, poderá acarretar danos e passivos ambientais de responsabilidade do usuário contratante e do responsável pela perfuração.

PASSO 2 – A escolha do local de perfuração de um Poço Tubular Profundo

Com as considerações e conclusões obtidas nos estudos do Passo 1, estando então de posse dos elementos geológicos necessários, o profissional deverá proceder a locação do(s) ponto(s) de perfuração do(s) poço(s). Nesta etapa deverão ser considerados, também, aspectos quanto à logística e energização do local, da área de armazenamento e a de distribuição. Não deixar de considerar as condições necessárias dirigidas às futuras manutenções (acesso, etc.).

PASSO 3 – Licença de Perfuração

Para se perfurar poços tubulares profundos no Estado de São Paulo é necessária a obtenção de uma licença de execução, junto ao DAEE, nos termos da Portaria DAEE nº 717, de 12 de Dezembro de 1996.

Para a obtenção da Licença de Execução de Poço Tubular Profundo, são necessários:

- requerimento com dados cadastrais do interessado;
- localização do ponto de perfuração com as coordenadas em mapa topográfico;
- EVI - Estudo de Viabilidade de Implantação, contendo relatório de avaliação hidrogeológica, cronograma de instalação, no caso de novos empreendimentos;
- Projeto do poço tubular profundo segundo normas da ABNT, contendo descrição dos materiais a serem utilizados;
- apreciação sobre a geologia e hidrogeologia da área e informações de poços da região;
- consulta e avaliação sobre situações que possam ter provocado (ou que ainda possam) problemas de ordem ambiental nas águas subterrâneas da região;

Dependendo da área – região –, poderá ser necessário (na maior parte das vezes isto ocorre) realizar estudos complementares que envolvem consulta à CETESB e solicitação de parecer de avaliação de riscos de áreas contaminadas ou sujeitas a contaminação, devidas à categorização de restrições existente.

Da mesma forma, no caso de existência de extração mineral (incluindo fontes de águas minerais) é necessário consultar o Departamento Nacional de Produção Mineral.

É exigida também uma cópia da ART do responsável técnico (Geólogo ou Engenheiro

de Minas) pelo projeto e o comprovante de pagamento de emolumentos.

No ato da entrega dos documentos descritos acima, em um dos endereços do DAEE relacionados no Anexo II, será emitido protocolo de solicitação[5].

O processo é avaliado por técnicos do órgão e, se for considerado viável, será aprovado e publicado no Diário Oficial do Estado. Uma cópia é encaminhada ao interessado.

Observação Importante: Somente após a publicação é que a perfuração poderá ser iniciada.

PASSO 4 – Execução do Poço

O Poço Tubular Profundo deve ser executado por empresa que obrigatoriamente esteja registrada e disponha de um profissional habilitado perante o Sistema CONFEA - CREA e que tenha atribuições compatíveis com a responsabilidade técnica exigida para este tipo de obra, Geólogo ou Engenheiro de Minas. Sem descuidar da capacidade idônea e o atendimento aos requisitos de ordem legal, jurídica e financeira.

PASSO 5 – Construção do Poço

A construção deve ser realizada de acordo com as normas da ABNT, por empresa que esteja registrada no CREA, possua responsável técnico qualificado na área de Geologia ou Engenharia de Minas e de preferência esteja credenciada junto a ABAS.

Estas precauções visam assegurar a realização de um serviço dentro das normas técnicas existentes, que será fiscalizado pelas entidades competentes e que gozará de todas as garantias construtivas. Recomenda-se o acompanhamento desses serviços também por profissional que tenha experiência na área e que, durante os trabalhos, faça coleta de informações técnicas, conforme modelo da **Figura 19** para que sejam adotados cuidados e precauções impondo-se às empresas algumas de suas obrigações, conforme recomendações também feitas no **Quadro 1**.

PASSO 6 - Relatório Final do Poço

A ser fornecido pela empresa executora do poço, devendo conter dados construtivos, geologia, teste de vazão, completação do poço (revestimento, filtros, etc.), interpretação do ensaio de bombeamento, dados para o dimensionamento do equipamento de bombeamento e laudo de análise da água com vistas à outorga.

PASSO 7 – Outorga de Direito de Uso dos Recursos Hídricos

Para se obter o direito de operar o poço, deve-se entrar com o pedido de outorga, novamente junto ao DAEE, que analisará e emitirá, via Diário Oficial do Estado, a autorização do direito de uso.

O poço fica então liberado para sua utilização, respeitando-se o volume, tempo de bombeamento e finalidade da água estabelecidos nos termos da outorga.

---

[5] *Está em processo de implantação no DAEE o Sistema de Outorga Eletrônica o que deverá facilitar as análises e agilizar os procedimentos de emissão das outorgas.*

RELATÓRIO FINAL DE POÇO

1. Identificação do Poço

Proprietário:		Coordenadas	
Município:		Estado:	Cota (m):
Profundidade(m):		Nivel Estático(m):	Empresa Construtora:

2. Perfil Geológico

	A (m)	Litologia

3. Perfil Geoelétrico

Tipo	De (m)	A (m)

4. Características Técnicas

Perfuração			Início		Término
	A (m)	(m)	Diâmetro (pol)	Sistema	Máquina

Perfuração				Filtros				
	A (m)	Diâmetro (polegadas)	Tipo	De (m)	A (m)	Diâmetro (polegadas)	Tipo	Abertura (mm)

5. Cimentação

De:	
Volume:	m^3

6. Pré-Filtro: Tipo

De:
Volume: m^3

7. Descrição Litológica

De	à	m

Descrição

8. Teste de Bombeamento Definitivo

Tipo de teste: Rebaixamento		**Início**		**Hora**	**Término**	**Hora**
	Duração (h)	NE (m)	ND (m)	Q(m^3/h)	s (m)	Q/s (m^3/h/m)	s/Q (m.m^3/h)

9. Parâmetros Hidráulicos

Tipo de Aquífero	Perdas de Carga		Vazão Específica (Q/S) (m^3/h/m)
	δ =	β =	

10. Condições de Exploração Alternativas

Q (m^3/h)	ND (m)	Período (h/dia)	Prof. da bomba (m)	Diâmetro Tubos (pol)

Equipamento de bombeamento recomendado:

11. Desinfecção

Hipoclorito:

12. Acabamento / Laje de Proteção

13. Análise físico-química da água

Vide Tabela 12

14. Planilhas do Teste de Vazão

15. Desenho esquemático do poço construído

Assinatura do Responsável Técnico com nº do CREA

Figura 19 – Relatório Final de Poço

Apresenta-se a seguir as principais exigências do DAEE para a obtenção da Outorga do Direito de Uso dos Recursos Hídricos, em atendimento à Portaria DAEE nº 717, de 12 de dezembro de 1996:

- Formulários de requerimento segundo o tipo de uso;
- Informações do empreendimento, documentos de posse ou cessão de uso da terra, do usuário;
- Projetos, estudos e detalhes das obras acompanhados da ART (Anotação de Responsabilidade Técnica);
- Relatório final de execução do poço, no caso de captação de água subterrânea, e relatório de avaliação de eficiência (RAE) do uso das águas;
- Para Poços situados em **Áreas de Preservação Permanente – APP ou em Áreas Especialmente Protegidas – AEP,** deverá ser apresentado Parecer Técnico conforme Resolução Conjunta SMA/SERHS n° 1, de 23 de fevereiro de 2005. A CETESB é o órgão que deverá então emitir a Licença de Instalação, nos casos de Poços localizados em empreendimentos sujeitos ao Licenciamento Ambiental;
- Comprovante de pagamento dos emolumentos.

O outorgado obterá direito e deveres. Direito da prioridade no uso da água, em relação a futuros usuários vizinhos interessados em novas perfurações. Deveres como proteger o poço e o aquífero, adotando as providências para que não haja infiltrações de qualquer tipo, enxurradas ou outros materiais e substâncias nocivas, dispostas ao redor do poço ou para dentro deles. Comunicar ao DAEE eventuais anomalias ou anormalidades verificadas no seu poço ou de outros próximos. Solicitar renovação da outorga a cada 5 anos.

6.1 Análise Físico–Química e Bacteriológica da Água

Apresenta-se na **Tabela 12** listagem com os parâmetros utilizados nas análises físico-químicas e bacteriológicas da água, referentes ao controle da qualidade da água destinada ao consumo humano.

Para solicitar a Outorga de direito de uso da Água de Poço Tubular Profundo junto ao DAEE, essa análise deve ser apresentada conforme definido na **Portaria 2.914/2011** do Ministério da Saúde.

Tabela 12 - Modelo Análise Físico - Química e Bacteriológica da Água – Portaria MS 2.914/11

Tabela de padrão microbiológico da água para consumo humano				
Tipo de Água		Parâmetro		VMP[1]
Água para consumo humano		Escherichia coli[2]		Ausência em 100ml
Água Tratada	Na saída do tratamento	Coliformes totais[3]		Ausência em 100ml
	No Sistema de distribuição (reservatórios de rede)	Escherichia coli		Ausência em 100ml
		Coliformes totais[4]	Sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem menos de 20.000 habitantes.	Apenas uma amostra, entre as amostras examinadas no mês, poderá apresentar resultado positivo.
			Sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem a partir de 20.000 habitantes.	Ausência em 100ml em 95% das amostras examinadas no mês.

Notas:
(1) Valor máximo permitido | (2) Indicador de contaminação fecal
(3) Indicador de eficiência de tratamento | (4) Indicador de integridade do sistema de distribuição (reservatório e rede)

Tabela 12 - Modelo Análise Físico - Química e Bacteriológica da Água – Portaria MS 2.914/11 (continuação)

Tabela de padrão de potabilidade para substâncias químicas que representam riscos à saúde

Parâmetro	Unidade	VMP[1]
Inorgânicas		
Antimônio	mg/L	0,005
Arsênio	mg/L	0,01
Bário	mg/L	0,7
Cádmio	mg/L	0,005
Chumbo	mg/L	0,01
Cianeto	mg/L	0,07
Cobre	mg/L	2
Cromo	mg/L	0,05
Fluoreto	mg/L	1,5
Mercúrio	mg/L	0,001
Níquel	mg/L	0,07
Nitrato (como N)	mg/L	10
Nitrito (como N)	mg/L	1
Selênio	mg/L	0,01
Urânio	mg/L	0,03
Orgânicas		
Acrilamida	µg/L	0,5
Benzeno	µg/L	5
Benzo[a]pireno	µg/L	0,7
Cloreto de Vinila	µg/L	2
1,2 Dicloroetano	µg/L	10
1,1 Dicloroetano	µg/L	30
1,2 Dicloroetano (cis+trans)	µg/L	50
Diclometano	µg/L	20
Di(2-etilhexil) ftalato	µg/L	8
Estireno	µg/L	20
Pentaclorofenol	µg/L	9
Tetracloreto de Carbono	µg/L	4
Tetracloroeteno	µg/L	40
Triclorobenzenos	µg/L	20
Tricloroeteno	µg/L	20

Tabela 12 - Modelo Análise Físico - Química e Bacteriológica da Água – Portaria MS 2.914/11 (continuação)

Parâmetro	Unidade	VMP[1]
Agrotóxicos		
2,4 D + 2,4,5 T	µg/L	30
Alaclor	µg/L	20
Aldicarbe + Aldicarbesulfona + Aldicarbesulfóxido	µg/L	10
Aldrin + Dieldrin	µg/L	0,03
Atrazina	µg/L	2
Carbendazim + benomil	µg/L	120
Carbofurano	µg/L	7
Clordano	µg/L	0,2
Clorpirifós + clorpirifós-oxon	µg/L	30
DDT + DDD + DDE	µg/L	1
Diuron	µg/L	90
Endossulfan (α β e sais) [2]	µg/L	20
Endrin	µg/L	0,6
Glifosato - AMPA	µg/L	500
Lindano (gama HCH)[3]	µg/L	2
Mancozebe	µg/L	180
Metamidofós	µg/L	12
Metolacloro	µg/L	10
Molinato	µg/L	6
Parationa Metílica	µg/L	9
Pendimentalina	µg/L	20
Permetrina	µg/L	20
Profenofós	µg/L	60
Simazina	µg/L	2
Tebuconazol	µg/L	180
Terbufós	µg/L	1,2
Trifluralina	µg/L	30

Desinfetantes e Produtos Secundários da Desinfecção [4]		
Ácidos haloacéticos total	mg/L	0,08
Bromato	mg/L	0,01
Clorito	mg/L	1
Cloro residual livre	mg/L	5
Cloraminas Total	mg/L	4
2,4,6 Triclorofenol	mg/L	0,2
Trihalometanos Total	mg/L	0,1

Notas:
(1) Valor Máximo Permitido.
(2) Somatório dos isômeros alfa, beta e os sais de endossulfan, como exemplo o sulfato de endossulfan.
(3) Esse parâmetro é usualmente e equivocadamente conhecido como BHC.
(4) Análise exigida de acordo com o desinfetante utilizado.

Tabela 12 - Modelo Análise Físico - Química e Bacteriológica da Água – Portaria MS 2.914/11 (continuação)

Tabela de padrão organoléptico de potabilidade		
Parâmetro	Unidade	VMP[1]
Inorgânicas		
Alumínio	mg/L	0,2
Amônia (como NH_3)	mg/L	1,5
Cloreto	mg/L	250
Cor aparente [2]	uH	15
1,2 Diclorobenzeno	mg/L	0,01
1,4 Diclorobenzeno	mg/L	0,03
Dureza total	mg/L	500
Etilbenzeno	mg/L	0,2
Ferro	mg/L	0,3
Gosto e odor[3]	intensidade	6
Manganês	mg/L	0,1
Monoclorobenzeno	mg/L	0,12
Sódio	mg/L	200
Sólidos dissolvidos totais	mg/L	1000
Sulfato	mg/L	250
Sulfeto de hidrogênio	mg/L	0,1
Surfactantes (como LAS)	mg/L	0,5
Tolueno	mg/L	0,17
Turbidez[4]	uT	5
Zinco	mg/L	5
Xilenos	mg/L	0,3

Notas:
(1) Valor Máximo permitido
(2) Unidade Hanzen (mgPt-Co/L)
(3) Intensidade máxima de percepção para qualquer característica de gosto e odor com exceção do cloro livre, nesse caso por ser uma característica desejável em água tratada
(4) Unidade de turbidez

6.2 Equipamentos e Materiais para o Bombeamento do Poço

A especificação do conjunto de bombeamento do poço será feita após a conclusão do ensaio de vazão (teste de bombeamento), de sua interpretação e de posse de informações construtivas do poço.

O conjunto usualmente deve ser composto por:
- Conjunto moto bomba submersível;
- Quadro Elétrico de Comando e Proteção;
- Cabo Elétrico: condutor elétrico que interliga a bomba no interior do poço ao quadro;
- Tubulação Edutora: geralmente de aço galvanizado, PVC ou até mesmo de mangueiras flexíveis, conectando a bomba até o cavalete na superfície, por onde sai a água bombeada;
- Cavalete: Montado na superfície e conectado à rede adutora. Normalmente em material de aço galvanizado: tubo; união; curva; registro

gaveta; ventosa; saída lateral e válvula de retenção;

• "Tubulação para medição do nível d'água: usualmente em AÇO ou PVC de ¾ polegadas de diâmetro;

• Eletrodos de proteção de níveis: instalados para a proteção do grupo moto bomba.

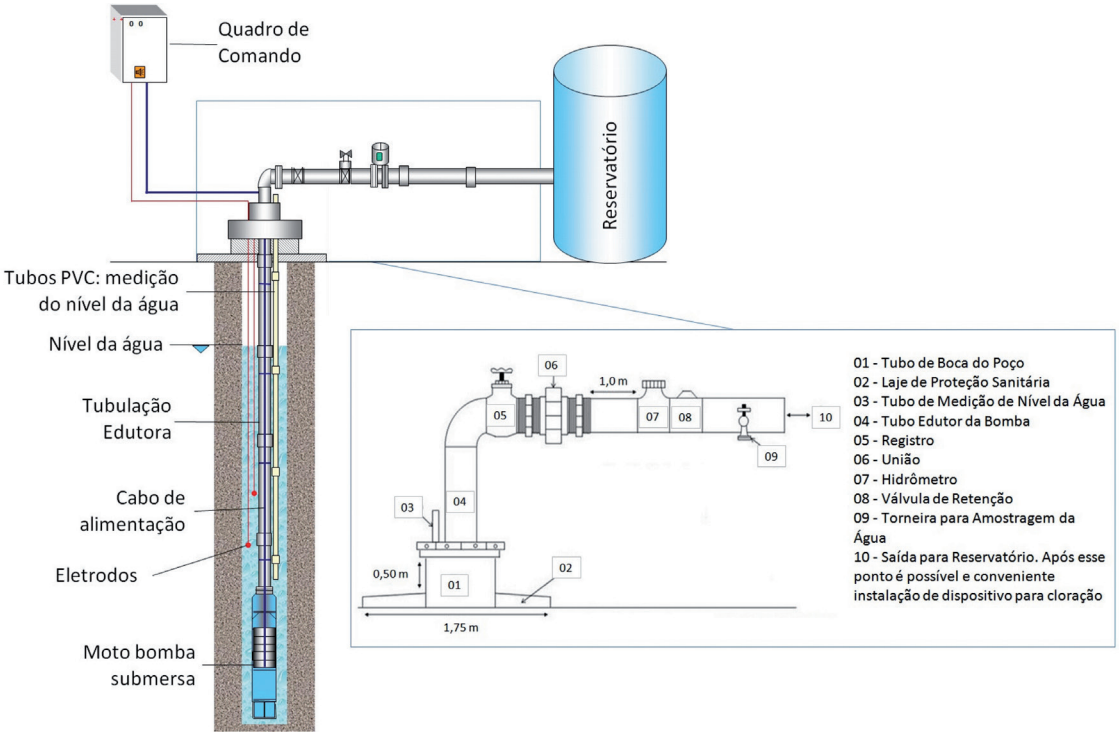

Figura 20 – Desenho esquemático de instalação de equipamento de bombeamento em poço tubular profundo

Figura 21 – Exemplo de instalação em indústria na cidade de Guarulhos - SP

6.3 Operação e Monitoramento

Quando do início da exploração do poço, deve-se dispor de um roteiro de procedimentos que vão auxiliar o usuário em como operar o poço de forma adequada e que traga retorno, não somente na redução dos problemas, mas, principalmente, um baixo custo operacional, melhoria na relação custo energético por volume de água produzida e maior vida útil dos equipamentos e do próprio poço.

Deve-se priorizar o uso sustentável, como já citado, de qualquer aquífero ou qualquer sistema hídrico.

Em um momento em que vários sistemas são colocados em cheque, em decorrência de alterações climáticas sazonais mais críticas, é importante consolidar o conceito de sustentabilidade na exploração dos recursos hídricos.

Não é possível operar um sistema sem considerar que o recurso hídrico é finito e necessariamente tem que ser operado dentro de um limite que viabilize sua utilização permanente e duradoura.

Por esta razão, a empresa perfuradora deverá fornecer, juntamente com o relatório técnico do poço, as licenças que permitem a exploração daquele sistema como também um roteiro com a indicação dos principais controles que deverão ser efetuados e sua periodicidade.

Acompanhar o comportamento do sistema poço-aquífero-equipamento de exploração dará ao usuário a tranquilidade e conforto em reduzir intervenções não programadas e possibilitar que as intervenções planejadas sejam feitas da maneira mais econômica e eficiente e que permita restaurar as boas condições do conjunto.

O monitoramento e operação correta possibilita assegurar um equilíbrio nas condições de exploração do manancial subterrâneo. Exatamente pelo fato de o interior do poço não ser visível, os erros de operação somente são observados muito tardiamente, quando operações usuais de manutenção não são mais possíveis, tornando necessárias as intervenções corretivas que acabam sendo muito onerosas e, até mesmo, impactando a própria exploração.

Os principais itens a serem monitorados, objeto de anotações em planilhas que servirão de base para a programação de intervenção no sistema, reunindo informação sobre:
- Vazão – volume produzido em m^3/dia;
- Nivel estático ao início de cada partida (ou no mínimo uma vez por semana);
- Nível dinâmico, ou nível de bombeamento (também pelo menos uma vez por semana) – medido após pelo menos 8 horas de funcionamento, procurando sempre efetuar as medidas considerando este intervalo mínimo;
- Leitura dos parâmetros elétricos – tensão e corrente;
- Características visuais da água – quanto à turbidez, presença de sólidos em suspensão e principalmente com análises laboratorias – físico-química e bacteriológica - a cada 6 meses, segundo a Portaria MS 2.914/2011.

Algumas observações sobre cuidados e procedimentos durante a operação e manutenção de poços tubulares

a) Material Técnico: recomenda-se reunir e conservar todo o material técnico relativo ao poço tubular profundo e do conjunto de bombeamento: manual e certificado de garantia, relatório técnico final, análises de água, parâmetros de monitoramento, etc.

Tabela 13 – Parâmetros de monitoramento de poços

Parâmetro	Abreviatura	Unidade de Medida	
Nível Estático	NE	m	Nível de água dentro do poço, profundidade da água medida com o poço em repouso.
Nível Dinâmico	ND	m	Nível da água durante o bombeamento. Normalmente a medição que reflete melhor este parâmetro é obtida após pelo menos 12 horas de bombeamento a vazão constante.
Vazão	Q	m^3/h ou l/h	É a quantidade de água a ser produzida pelo poço, em uma unidade de volume por tempo de bombeamento. Usualmente expressa em m^3/hora.
Rebaixamento	s	m	Quando um poço é bombeado, o nível da água desce. O rebaixamento é a diferença entre o nível dinâmico (ND) e o estático (NE): [s = ND – NE].
Vazão específica	Q/s	m^3/h/m	É a medida de capacidade efetiva de produção de um poço. Significa incremento da vazão a cada metro rebaixado.
Regime de bombeamento		h	É o tempo e a frequência de bombeamento recomendados, após a análise dos parâmetros do poço, volumes outorgados, demanda, etc.

b) Conjunto de bombeamento: a captação do poço tubular profundo é geralmente realizada por meio de uma eletro-bomba submersa, que é dimensionada a partir da interpretação dos dados obtidos no teste de bombeamento, onde são determinados vários parâmetros operacionais (NE, ND, vazão, rebaixamento, diâmetro e comprimento da tubulação edutora). Eventualmente, em poços de menor profundidade, podem ser utilizados outros tipos de equipamentos tais como: bomba injetora e compressor equipado com injetor. É desejável a realização de manutenção preventiva para preservar o equipamento de bombeamento assim como verificar a situação das tubulações edutoras que podem, com o passar do tempo, sofrer processos de corrosão e desgaste, colocando em risco a integridade do poço.

c) Sistema Elétrico: Os quadros de comando são compostos geralmente por disjuntores ou base de fusíveis, chave magnética, eventualmente chave auto compensadora, transformador de tensão, relê térmico, relê de nível, relê falta de fase, para-raios de linha, amperímetro, voltímetro e outros acessórios de acordo com a sua finalidade e potência da eletrobomba alimentada. Geralmente, estes painéis demandam manutenção preventiva para o seu correto funcionamento. É desejável que esta manutenção seja realizada periodicamente para evitar danos aos equipamentos e consequente paralisação involuntária do sistema.

Cuidados, causas e soluções

Em um poço tubular profundo podem ocorrer 3 tipos principais de problemas, sendo importante a determinação das causas principais para encontrar as soluções possíveis, conforme a **Tabela 14.**

Tabela 14 – Problemas – Causas – O que fazer?

Problemas	Possíveis Causas	O que fazer
Elétrico, Bomba não liga	• Falta de energia da concessionária; • Defeito no quadro elétrico; • Defeito na bomba.	• Verificar se a concessionária está alimentando a rede (voltímetro); • Verificar fusíveis e disjuntor principal. Verificar demais relês do painel se estão acionados (térmico, nível e falta de fase); • Chamar assistência técnica.
Perda de Vazão	• Tubulação comprometida por furos; • Defeito na eletrobomba; • Problemas no poço (obstrução nos filtros); • Problemas no aquífero (queda regional de vazão e nível).	• Troca e/ou reparo da eletrobomba e tubulação edutora; • Serviços de manutenção no poço; • Reavaliação do poço: teste de bombeamento; • Mudar posição de instalação da bomba.
Turbidez na água	• Problemas construtivos ou de estrutura do poço tais como desmoronamentos, tubos de revestimento e filtros perfurados ou corroídos; • Qualidade da água.	• Reencamisamento do poço com cimentação isolando área com problema; • Instalação de equipamentos de tratamento de água na saída do poço.

6.4 Garantia do Poço Tubular Profundo

Sendo uma obra de engenharia, está sujeita ao Código Civil e, portanto, sua estrutura construtiva é garantida por um período de 5 anos.

Em termos de componentes, são apresentados na **Tabela 15** as garantias médias para os principais componentes de um poço.

Tabela 15 – Garantias do poço e dos equipamentos

Componente	Prazo de garantia (meses)	Quem deve garantir
Poço Tubular Profundo – quanto às condições construtivas	60 (cinco anos)	Perfurador
Bomba submersa e Quadro de Comando	12	Fabricante, nas condições normais de funcionamento

ANEXO I - Declaração Universal dos Direitos da Água

A presente declaração dos direitos da Água foi proclamada tendo como objetivo atingir todos os indivíduos, povos e nações, para que os homens tendo esta Declaração constantemente presente no espírito se esforcem, através da educação e do ensino, em desenvolver o respeito aos direitos e obrigações anunciados e assumam como medidas progressivas de ordem nacional e internacional, o seu reconhecimento e a sua aplicação efetiva.

Artigo 1º - A água faz parte do patrimônio do planeta. Cada continente, cada povo, cada nação cada região, cada cidade, cada cidadão é plenamente responsável aos olhos de todos.

Artigo 2º - A água é a seiva de nosso planeta. Ela é a condição essencial da vida de todo ser vegetal, animal ou humano. Sem ela não poderíamos conceber como é a atmosfera, o clima, a vegetação, a cultura ou a agricultura. O direito a água é um dos direitos fundamentais do ser humano: o direito à vida, tal qual é estipulado no Art 3º da Declaração Universal dos Direitos do Homem.

Artigo 3º - Os recursos naturais de transformação da água em água potável são lentos, frágeis e muito limitados. Assim sendo, a água deve ser manipulada com racionalidade, precaução e parcimônia.

Artigo 4º - O equilíbrio e o futuro de nosso planeta dependem da preservação da água e de seus ciclos. Estes devem permanecer intactos e funcionando normalmente para garantir a continuidade da vida sobre a Terra. Esse equilíbrio depende em particular, da preservação dos mares e oceanos, por onde os ciclos começam.

Artigo 5º - A água não é somente uma herança dos nossos predecessores; ela é, sobretudo, um empréstimo aos nossos sucessores. Sua proteção constitui uma necessidade vital, assim como uma obrigação moral do homem para com as gerações presentes e futuras.

Artigo 6º - A água não é uma doação gratuita da natureza; ela tem um valor econômico: precisa-se saber que ela é, algumas vezes, rara e dispendiosa e que pode muito bem escassear em qualquer região do mundo.

Artigo 7º - A água não deve ser desperdiçada, nem poluída, envenenada. De maneira geral, sua utilização deve ser feita com consciência e discernimento para que não se chegue a uma situação de esgotamento ou de deterioração da qualidade das reservas disponíveis.

Artigo 8º - A utilização da água implica respeito à lei. Sua proteção constitui uma obrigação jurídica para o homem ou grupo social que a utiliza. Essa questão não deve ser ignorada nem pelo homem nem pelo Estado.

Artigo 9º - A gestão da água impõe um equilíbrio entre os imperativos de sua proteção e as necessidades de ordem econômica, sanitária e social.

Artigo 10 - O planejamento da gestão da água deve levar em conta a solidariedade e o consenso em razão de sua distribuição desigual sobre a Terra.

Historie de L'Eau, Georges Ifrah, Paris, 1992

ANEXO II - Endereços das Diretorias de Bacia do DAEE

O DAEE é organizado por diretorias de administração, de forma descentralizada no Estado de São Paulo, onde se podem obter informações e encaminhar os requerimentos dos processos de outorga de direitos de usos dos recursos hídricos. Os endereços das Diretorias de Bacia são listados abaixo.

BAT - Diretoria da Bacia do Alto Tietê e Baixada Santista
Avenida Doutor Francisco Mesquita 600 – Quinta das Paineiras - São Paulo/SP - CEP 03153 - 000
Tel.: (11) 2915 - 5100 – Fax: (11) 2915 - 5130 e-mail: bat@daee.sp.gov.br

BMT - Diretoria da Bacia do Médio Tietê
Rua Cristiano Cleopath 1.557 (1º Pav.) – Bairro dos Alemães - Piracicaba/SP – CEP 13419-310
Tel.: (19) 3434-5111 Fax: (19) 3434-5111 e-mail: bmt@daee.sp.gov.br/pcj@sirgh.sp.gov.br

BBT - Diretoria da Bacia do Baixo Tietê
Rua Silvares, 100 - Birigui/SP - CEP 16200-028
Tel.: (18) 3642-3655 Fax: (18) 3642-3655 e-mail: bbt@daee.sp.gov.br

BPB - Diretoria da Bacia do Paraíba e Litoral Norte
Praça Santa Luzia, 25 - Taubaté/SP – CEP: 12010-510
Tel.: (12) 3632-9133 Fax: (12) 3633 - 7116 e-mail: bpb@daee.sp.gov.br

BGB - Diretoria da Bacia do Pardo-Grande
Rua Olinda, 150 – B. Santa Terezinha - Ribeirão Preto/SP – CEP: 14025-150
Tel.: (16) 3632-3940 Fax: (16) 3623-3940 e-mail: bpg@daee.sp.gov.br

BTG - Diretoria da Bacia do Turvo-Grande
Av. Otávio Pinto César, 1400 – Cidade Nova - São José do Rio Preto/SP – CEP: 15085-360
Tel.: (17) 3227-2108 Fax: (17) 3227-2108 e-mail: btg@daee.sp.gov.br

BRB - Diretoria da Bacia do Ribeira e Litoral Sul
Rua Félix Aby Azar, 442 – Centro - Registro/SP – CEP: 11900-000
Tel.: (13) 3821-3244 Fax: (13) 3821-4442 / 3821-4730 e-mail: brb@daee.sp.gov.br

BPP – Diretoria de Bacia do Peixe Paranapanema
Rua Benedito Mendes de Faria 40 – A – Vila Hípica – Marília/SP – CEP: 17520-520
Tel.: (14) 3417 – 1017 – Fax: (14) 3417 – 1662 – e- mail: bpp@sp.gov.br

Leitura Recomendada

As águas subterrâneas do Estado de São Paulo. Cadernos de Educação Ambiental – São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente – SMA, 2012. 104p. il. Color.; 23 cm. 3ª edição. Autoras: Iritani, M. A. & Ezaki, S.
Link: http://www.ambiente.sp.gov.br/publicacoes/files/2013/04/01-aguas-subterraneas-2012.pdf

Águas Subterrâneas e Poços Tubulares Profundos. Giampá, C. E. Q. & Gonçales, V. G. 2ª edição - revisada e atualizada. São Paulo. Editora Oficina de Textos, 2013.

Fundamentos para gestão da água / coord. por Porto, R. L. - São Paulo: s.n., 2012. p. 232
Link:http://www.ambiente.sp.gov.br/pactodasaguas/files/2011/05/livro-Fundamentos-da-Gestao-da-agua-sma.pdf

Manual de Operação e Manutenção de Poços. São Paulo. Departamento de Águas e Energia Elétrica, 1982. il. 96 p. 3ª Edição. 2007. Autores. Rocha, G. & Jorba, A. F.

Recursos Hídricos. Cadernos de Educação Ambiental - São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente – SMA / Coordenadoria de Educação Ambiental. SMA / CEA, 2011. 104p., 15,5 x 22,3cm (Cadernos de Educação Ambiental, 14). Autores. Rocha, G. *et al*.
Link: http://s.ambiente.sp.gov.br/publicacoes/14-recursos-hidricos-2012.pdf

Roteiro Orientativo para Delimitação de Área de Proteção de Poço. Cadernos do Projeto Ambiental Estratégico Aquíferos. Número 2, 2ª edição. Instituto Geológico. São Paulo. 2012. Projeto Ambiental Estratégico Aquíferos. Autoras: Iritani, M. A. & Ezaki, S.

ABAS
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

COORDENADORIA DE RECURSOS HÍDRICOS

GOVERNO DO ESTADO
SÃO PAULO
Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos