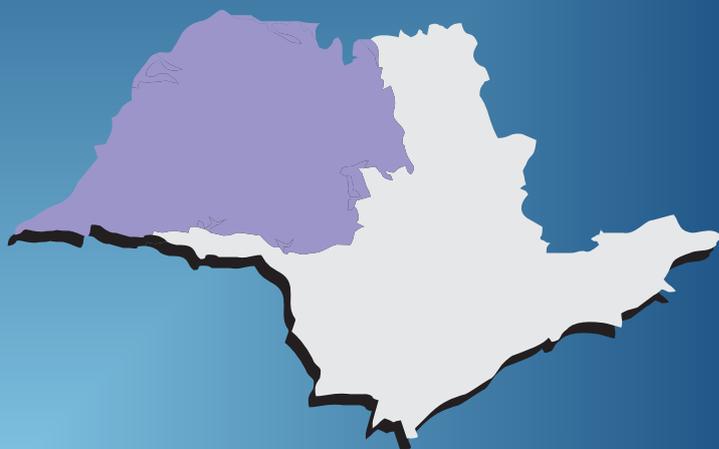


Sistema Aquífero Bauru

Delimitação de Perímetros de Proteção de Poços de
Abastecimento Público



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE
Instituto Geológico

SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, CIÊNCIA, TECNOLOGIA E
INOVAÇÃO
Instituto de Pesquisas Tecnológicas

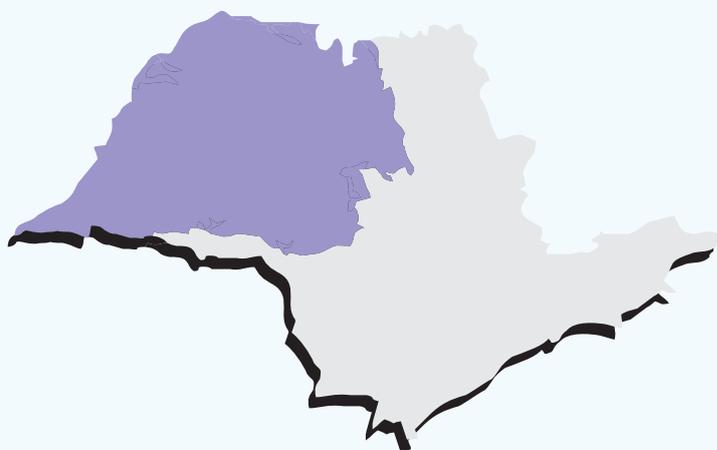
CADERNOS DO PROJETO AQUÍFEROS
Número 6

São Paulo, 2016



Sistema Aquífero Bauru

**Delimitação de Perímetros de Proteção de Poços de
Abastecimento Público**



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE
Instituto Geológico

SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, CIÊNCIA, TECNOLOGIA E
INOVAÇÃO
Instituto de Pesquisas Tecnológicas

CADERNOS DO PROJETO AQUÍFEROS

Número 6

São Paulo, 2016



Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca do Instituto Geológico

Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Ciência, Tecnologia e Inovação.
Instituto de Pesquisas Tecnológicas; Secretaria do Meio Ambiente. Instituto Geológico
Sistema Aquífero Bauru: delimitação de perímetros de proteção de poços
de abastecimento público / Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Ciência,
Tecnologia e Inovação. Instituto de Pesquisas Tecnológicas; Secretaria do Meio
Ambiente. Instituto Geológico; Coordenação Geral, José Luiz Albuquerque Filho. -
São Paulo: IPT/IG, 2016.-

71 p. : il. - (Cadernos do Projeto Aquíferos, nº 6)

Vários colaboradores.

1. Aquíferos. 2. Sistema Aquífero Bauru. 3. Proteção de poços.

CDD 551.49



Governo do Estado de São Paulo

Governador Geraldo Alckmin

Secretaria do Meio Ambiente

Secretário Ricardo Salles

Instituto Geológico

Diretora Geral Luciana Martin Rodrigues Ferreira

Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Ciência, Tecnologia e Inovação

Secretário Márcio França

Instituto de Pesquisas Tecnológicas

Presidente Fernando José Gomes Landgraf

APRESENTAÇÃO

Em continuidade à Ação Programada de Desenvolvimento e Proteção de Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo, esta publicação compreende a síntese dos resultados do projeto desenvolvido em 120 municípios situados nas regiões do centro e oeste do Estado de São Paulo, os quais são abrangidos pelas Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHs) 12 e 15 a 22. Os municípios avaliados possuem população até 20 mil habitantes e utilizam poços perfurados no Sistema Aquífero Bauru (SAB) para o abastecimento público.

O projeto objetivou subsidiar a aplicação do Decreto nº 32.955 (São Paulo, 1991), no que diz respeito à delimitação do Perímetro de Alerta para os poços, bem como a proposição de orientações para sua proteção a partir do adequado uso e ocupação do solo no interior dessas áreas. Para isso, foram visitados e avaliados 731 poços de abastecimento público.

Os aspectos de proteção sanitária dos poços também foram avaliados em relação ao disposto na Instrução Técnica DPO nº 006 (DAEE, 2015), constatando-se que a maioria deles se encontra em boas condições de uso.

O projeto foi executado por meio de parceria entre o Instituto Geológico (IG/SMA) e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), contando com apoio financeiro do Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FEHIDRO). Realizado no período de junho de 2014 a dezembro de 2015, os trabalhos desenvolvidos foram avaliados pelo Grupo de Acompanhamento Técnico (GAT) composto por representantes do Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE, da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB, da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP e do Centro de Vigilância Sanitária – CVS.

Este projeto é pioneiro e disponibiliza um material de consulta para os municípios abastecidos por água subterrânea no tocante à proteção sanitária e à implantação do Perímetro de Alerta dos poços, buscando atender os compromissos estabelecidos na Área Temática 4 – Conservação e Recuperação de Recursos Hídricos, do Plano Estadual de Recursos Hídricos 2012-2015.

Assim, são apresentadas nesta publicação a descrição das atividades realizadas, as informações e resultados obtidos nos municípios avaliados, incluindo um diagnóstico geral das condições de conservação e proteção sanitária dos poços de abastecimento público estudados, bem como orientações e recomendações gerais para a implantação do Perímetro de Alerta. A publicação também inclui o Sistema Visualizador de Informações Georreferenciadas, desenvolvido na plataforma do programa Google Earth™ para facilitar a visualização pelo leitor do Perímetro de Alerta proposto, acompanhado das fichas dos poços.

Luciana Martin Rodrigues Ferreira
Diretora Geral do Instituto Geológico

Fernando José Gomes Landgraf
Presidente do Instituto de
Pesquisas Tecnológicas

SUMÁRIO

1. POR QUE PROTEGER A ÁREA AO REDOR DO POÇO TUBULAR?	1
2. PERÍMETROS DE PROTEÇÃO DE POÇOS	5
3. O SISTEMA AQUÍFERO BAURU (SAB)	13
4. MUNICÍPIOS ESTUDADOS	19
5. DELIMITAÇÃO DO PERÍMETRO DE ALERTA	27
6. SITUAÇÃO DA PROTEÇÃO SANITÁRIA DOS POÇOS	33
7. FONTES POTENCIAIS DE CONTAMINAÇÃO	43
8. RECOMENDAÇÕES GERAIS	51
8.1 Recomendações para a manutenção dos poços em operação	53
8.1.1 Manutenção da proteção sanitária dos poços	53
8.1.2 Implantação do Perímetro de Alerta	55
8.2 Orientações gerais para a proteção da Zona de Contribuição	56
8.3 Orientações gerais para implantação de novos poços	57
9. CONSIDERAÇÕES FINAIS	59
BIBLIOGRAFIA	63



Capítulo 1

Por que proteger a área ao redor do poço tubular?



1. POR QUE PROTEGER A ÁREA AO REDOR DO POÇO TUBULAR?

A proteção dos poços utilizados no sistema público de abastecimento que captam o Sistema Aquífero Bauru (SAB) é de extrema importância, pois esse manancial se refere a um aquífero livre, ou seja, o nível da água subterrânea tem conexão direta com a atmosfera.

Isto significa que contaminantes liberados no solo por certas atividades antrópicas podem infiltrar diretamente no aquífero, apresentando um potencial para interferir na qualidade da água bombeada pelos poços de abastecimento público, seja no curto, médio ou longo prazo.

Cerca de 80% dos municípios do Estado captam água subterrânea para o abastecimento público (CETESB, 2013) sendo que o SAB abastece integralmente 210 municípios (Silva *et al.*, 2005).

Entre os anos de 2007 e 2011 observou-se um aumento de 94,3% no volume de água subterrânea captada na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) 20 e de 45,5% na UGRHI 21, ambas localizadas em zonas de afloramento do SAB. Observou-se, também, que, para ambas as UGRHIs, os poços representam cerca de 65% das captações de água na bacia devido à facilidade de atendimento das demandas individuais de propriedades rurais, comerciais e indústrias (CBH-AP, 2013). Isso denota a grande importância do SAB para a região centro e oeste do Estado de São Paulo.

Por outro lado, o monitoramento de poços de abastecimento, executado pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), tem demonstrado alterações em alguns parâmetros físico-químicos, como nitrato e microbiológicos, que são indicadores da qualidade da água. Desconformidades dos parâmetros microbiológicos foram verificadas sistematicamente em todas as UGRHIs desde o início do monitoramento realizado pela CETESB (CETESB, 2013), podendo indicar problemas na proteção sanitária dos poços e do entorno.

É importante ressaltar que a proximidade da área urbana, as fontes potenciais de contaminação no entorno dos poços, os possíveis problemas construtivos das obras de captação e de manutenção da proteção sanitária podem aumentar o perigo de infiltração de contaminantes para o aquífero, comprometendo, assim, a qualidade da água captada pelo poço.

Nesse sentido, foram estabelecidos o Decreto nº 32.955/91 (São Paulo, 1991), que dispõe sobre a proteção dos aquíferos; e a Instrução Técnica DPO nº 006 (DAEE, 2015), que determina as diretrizes para a proteção sanitária dos poços.

Com base nesses instrumentos legais, foi realizado um diagnóstico sobre a situação dos elementos construtivos destinados à proteção sanitária dos poços de abastecimento público que exploram o Sistema Aquífero Bauru, bem como foi apresentada uma proposição de delimitação de área de proteção de poços, denominada Perímetro de Alerta (PA).

Essa iniciativa constitui o primeiro estudo e proposição de delimitação de perímetros de proteção de poços no Estado de São Paulo.

Capítulo 2

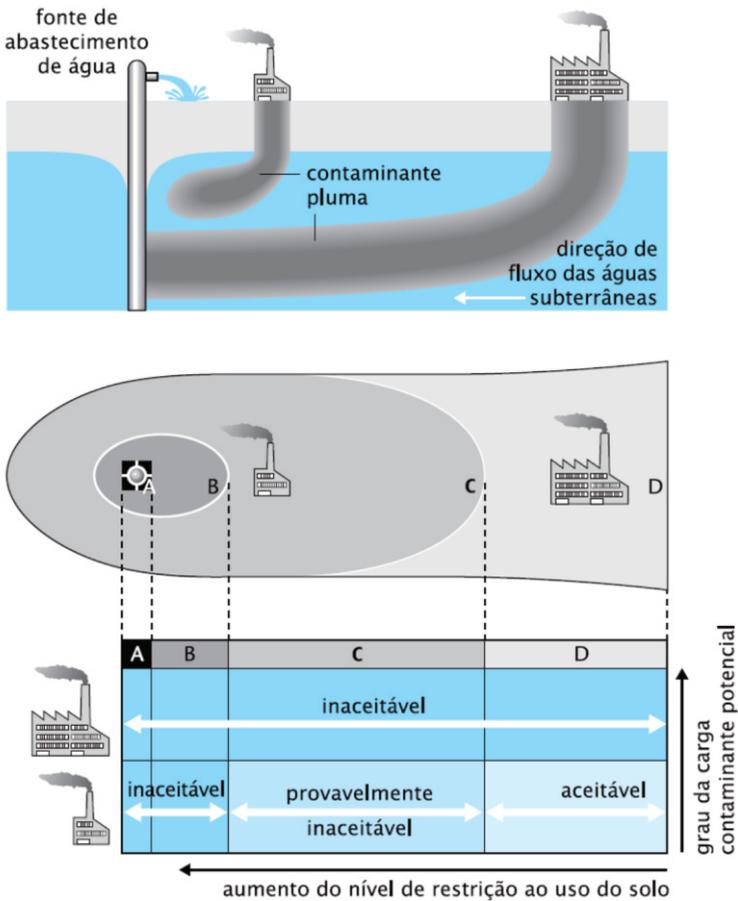
Perímetro de Proteção de Poços



2. PERÍMETROS DE PROTEÇÃO DE POÇOS

Os perímetros de proteção de poços (PPP) são áreas delimitadas ao redor dos mesmos, nas quais se controla o uso e a ocupação do solo que representem atividades potencialmente contaminantes, a fim de não comprometer a qualidade e potabilidade da água extraída.

Os perímetros de proteção estão contidos na área de recarga do aquífero que contribui diretamente para o poço, denominada Zona de Captura ou Zona de Contribuição (ZC), tal como representada pelas áreas ABCD da Figura 1.



Fonte: modificado de Foster *et al.* (2006).

Figura 1 – Ilustração de áreas de proteção de poços com restrições indicadas quanto ao uso do território.

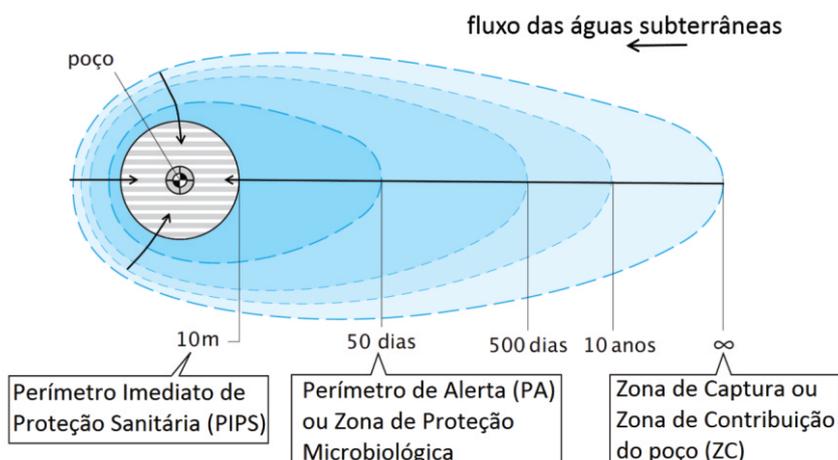
A água, ao infiltrar-se no solo, alcança o aquífero e segue um fluxo natural rumo às áreas de descarga. Quando o poço é bombeado, cria-se uma área de descarga pontual, direcionando parte do fluxo da água subterrânea para esse ponto. Eventuais problemas de contaminação na Zona de Captura podem afetar a qualidade da água que será bombeada pelo poço, tal como observado na Figura 1.

Como abordado por Foster *et al.* (2002) e Iritani e Ezaki (2012), a delimitação de perímetros internos à ZC, onde as áreas mais próximas ao poço são submetidas a controle mais rigoroso, otimiza a viabilidade técnica e econômica de implantação das medidas de proteção como ilustram, por exemplo, as áreas A, B e C da Figura 1.

Esses perímetros podem ser estabelecidos em função de alguns critérios como: distância a partir da captação, tempo de trânsito que a água demora para alcançar o poço, rebaixamento potencial do nível da água causado pelo bombeamento, tempo de degradação de um contaminante e, também, feições hidrogeológicas que condicionam os fluxos subterrâneos.

O perímetro ao redor de um poço, delimitado pelos pontos com o mesmo tempo de trânsito da água subterrânea, é denominado de Zona de Transporte (ZT) (Figura 2). O tempo de trânsito pode ser definido como o tempo que uma partícula de água em um determinado aquífero levará para percorrer a distância até o poço. Por exemplo, na ZT de 50 dias, qualquer partícula de água contida dentro deste perímetro atingirá o poço em um tempo máximo de 50 dias (Iritani e Ezaki, 2012). Segundo Foster *et al.* (2006), essa zona pode também ser denominada de zona de proteção microbiológica, e corresponde ao Perímetro de Alerta, que é o foco do presente estudo (Figura 2).

Adotando-se esses critérios, é possível estabelecer perímetros de proteção contidos na ZC, definindo-se diferentes ações de controle e restrição de uso do solo de acordo com a proximidade ao poço e, ao mesmo tempo, de acordo com o tempo de trânsito da água subterrânea.



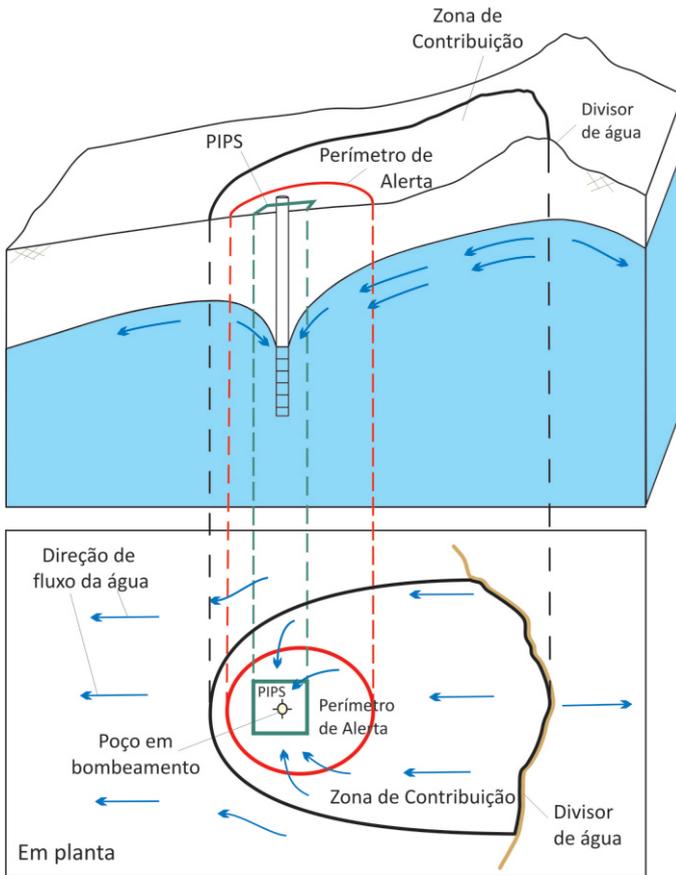
Fonte: modificado de Foster *et al.* (2006).

Figura 2 – Exemplo de zona de contribuição de um poço e perímetros baseados no tempo de trânsito da água subterrânea e em distância.

A utilização da técnica de implementação de perímetros de proteção de poços é recente no Brasil. Entretanto, segundo Carvalho e Hirata (2012), ainda que as leis mais importantes tenham surgido apenas na década de 1950, este procedimento é adotado desde a década de 1930 em países europeus.

No Estado de São Paulo, o Decreto Estadual nº 32.955/91 (São Paulo, 1991), que regulamenta a Lei Estadual nº 6.134/88 (São Paulo, 1988) e dispõe sobre a proteção dos aquíferos, estabelece uma categoria de área voltada especificamente à proteção de poços, denominada “Área de Proteção de Poços e Outras Captações”, a qual é voltada à proteção sanitária e contra contaminantes não conservativos. Essa área está restrita ao entorno mais próximo ao poço e é, segundo o Decreto, composta por dois perímetros de proteção (Figura 3), a saber:

- **Perímetro Imediato de Proteção Sanitária (PIPS):** definido por área com um raio de 10 m a partir do poço, e
- **Perímetro de Alerta (PA):** área delimitada com base no tempo de trânsito da água de 50 dias.



Fonte: Iritani e Ezaki (2012).

Figura 3 – Perímetros de proteção de poço conforme estabelece o Decreto Estadual nº 32.955/91.

A estrutura física do Perímetro Imediato de Proteção Sanitária (PIPS) é constituída por muro ou cerca e as orientações para a instalação e manutenção dos elementos construtivos para a proteção sanitária dos poços foram estabelecidas, de forma detalhada, na Instrução Técnica DPO nº 006 (DAEE, 2015). Nesses instrumentos são definidas as características técnicas para a instalação da tampa, laje de proteção, cimentação (ou selo sanitário), coluna de revestimento e cerca de forma a garantir uma adequada proteção sanitária dos poços.

Além destes, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), também estabelece os critérios básicos para a adequada construção de poços tubulares profundos, incluindo a proteção sanitária, contidos nas normas NBR 12.212:2006 (ABNT, 2006a) e NBR 12.244:2006 (ABNT, 2006b).

Esses dispositivos legais serviram de base para o diagnóstico acerca da situação da proteção sanitária dos poços efetuado neste estudo.

No Perímetro de Alerta, voltado à proteção contra contaminantes facilmente degradáveis, como os microbiológicos, segundo o Decreto nº 32.955 (São Paulo, 1991), deve haver o controle e restrição das fontes potenciais de contaminação e das extrações de água.

Buscando contribuir com a proteção dos poços de abastecimento público, neste estudo é apresentada a metodologia e a proposta para a delimitação do Perímetro de Alerta dos poços de municípios abastecidos pelo Sistema Aquífero Bauru.

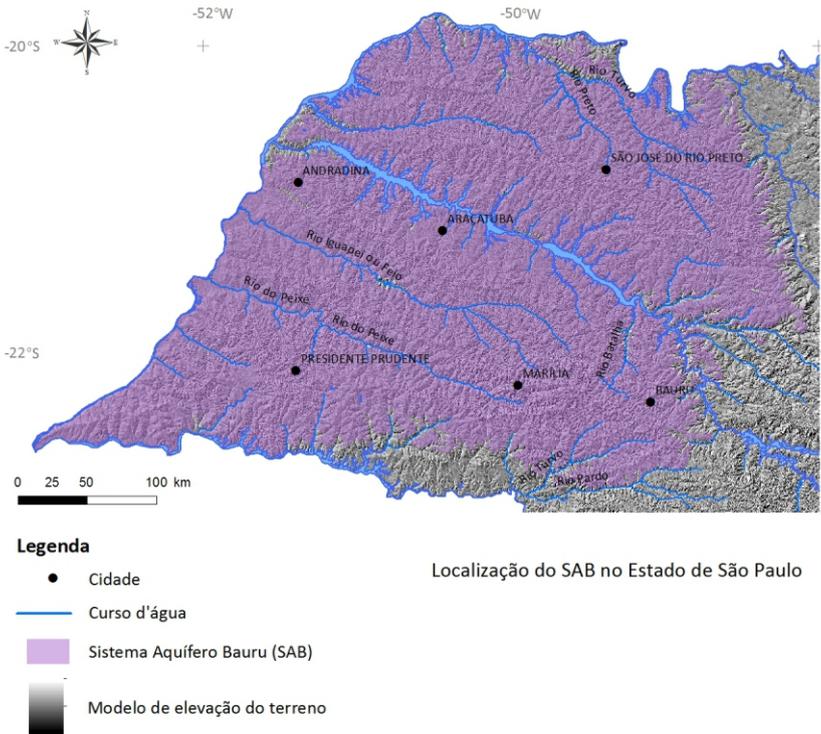
Capítulo 3

O Sistema Aquífero Bauru (SAB)



3. O SISTEMA AQUÍFERO BAURU (SAB)

O Sistema Aquífero Bauru (SAB) é constituído por rochas do Grupo Bauru, de idade cretácea, as quais afloram na porção central e oeste do Estado de São Paulo (Figura 4). Litologicamente, o Grupo Bauru é composto por uma sucessão de arenitos, arenitos argilosos, carbonatados ou não, siltitos, lamitos e argilitos, apresentando, localmente, conglomerados e camadas calcárias (DAEE, 1979). Suas maiores espessuras alcançam 300 m na região de Marília, mas, em média, possui cerca de 100 m de espessura (Paula e Silva, 2003).



Fonte: modificado de Rocha (2005).

Figura 4 – Área de ocorrência do Sistema Aquífero Bauru (SAB), no Estado de São Paulo

Soares *et al.* (1980) propuseram a divisão estratigráfica clássica do Grupo Bauru, que corresponde às quatro unidades aquíferas, composto pelas formações Caiuá, Santo Anastácio, Adamantina e Marília, ainda aceita e utilizada por parte dos geocientistas.

Segundo IPT (1999), o SAB constitui um aquífero poroso, moderadamente permeável, devido ao teor relativamente elevado de material argiloso e silteoso. Em termos regionais, apresenta comportamento livre, mas, localmente, apresenta condições de semiconfinamento a confinamento.

Importante

O **aquífero livre** (ou freático ou não confinado) normalmente ocorre mais próximo à superfície dos terrenos, ou seja, a unidade geológica que o constitui ocorre em menor profundidade em relação à superfície do solo. Nesse tipo de aquífero, a zona saturada tem conexão hidráulica direta com a zona não saturada, ficando submetido apenas à pressão atmosférica. Assim, a água que se infiltra no solo atravessa a zona não saturada e recarrega diretamente o aquífero livre.

O **aquífero confinado** é limitado no topo e na base por camadas de rocha de baixa permeabilidade, como argilas, folhelhos, rochas ígneas maciças, dentre outras. Nesse caso, o aquífero está submetido a uma pressão maior que a atmosférica, pois possui uma camada confinante acima dele. Assim, o nível da água, ou também chamado de nível potenciométrico, tem pressão para atingir uma altura acima do topo do aquífero, mas é impedida pela camada confinante.

Segundo Rocha *et al.* (1979), os valores médios do coeficiente de transmissividade predominantes da porção inferior do Sistema Aquífero Bauru situam-se entre 30 m²/h e 50 m²/h e correspondem ao domínio de ocorrência da Formação Adamantina. O intervalo de 50 m²/h a 100 m²/h ocorre nos domínios da Formação Santo Anastácio, a oeste do Estado de São Paulo, e o intervalo de 100 m²/h a 200 m²/h ocorre na Formação Caiuá, na porção sudoeste do Estado.

Paula e Silva (2003) considera o Aquífero Marília, cuja formação de mesmo nome está situada no topo do Grupo Bauru, um aquífero livre a semiconfinado, de extensão regional e contínuo. Segundo o autor, devido à sua intensa cimentação carbonática, apresenta baixa permeabilidade, mesmo que possua dominância arenosa e grande espessura. A cimentação varia muito ao longo de toda a extensão do aquífero, o que resulta em variações de permeabilidade, tornando-o anisotrópico e heterogêneo, e, também, de confinamento hidráulico. Nas zonas de alteração superficiais da Formação Marília é comum a presença de aquíferos suspensos isolados pelos estratos subjacentes relativamente impermeáveis.

Paula e Silva (2003) também considera o Aquífero Adamantina livre a semiconfinado, de extensão regional e contínuo. Este aquífero está localmente recoberto pelo Aquífero Marília, aflorando ao longo de grande parte da área de ocorrência do Grupo Bauru,.

O Aquífero Santo Anastácio apresenta extensão regional, sendo caracterizado como livre a semiconfinado e contínuo (CETESB, 1997). Em locais onde ocorrem intercalações argilo-siltosas com maior frequência, manifesta comportamento heterogêneo e anisotrópico, mas pode mostrar certa homogeneidade em áreas quase que exclusivamente dominadas por sedimentos arenosos, de granulação muito fina a média. O maior potencial produtivo é observado na porção sudoeste de sua área de ocorrência (Paula e Silva, 2003).

O Aquífero Caiuá tem abrangência reduzida em área, ocorrendo somente no sudoeste do Estado, mas sendo considerado contínuo nessa região. Caracteriza-se por arenitos de granulometria variando de muito fina a média sendo considerado livre a semiconfinado (DAEE, 1979). Condições de semiconfinamento são observadas apenas nas porções onde ocorre fácies argilosas. A distribuição das porções arenosas do Aquífero Caiuá configura a região do Pontal do Paranapanema (extremo sudoeste paulista) como de melhor potencial hídrico produtivo do SAB.

É importante ressaltar que os aquíferos Santo Anastácio, Caiuá e o Adamantina aflorantes, ao mesmo tempo que apresentam melhor potencial hídrico exploratório, tendem a apresentar maior vulnerabilidade natural à contaminação.

Capítulo 4

Municípios Estudados



4. MUNICÍPIOS ESTUDADOS

A área de estudo abrangeu 120 municípios com até 20 mil habitantes os quais utilizam poços que exploram o Sistema Aquífero Bauru para o abastecimento público de água (Figura 5).

Esses municípios estão localizados nas UGRHIs 12 e 15 a 22, como mostra a Figura 5. De acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH 2012-2015), as UGRHIs apresentam a “agropecuária” como sendo a principal atividade econômica, com exceção da UGRHI 12, classificada como “em industrialização”.

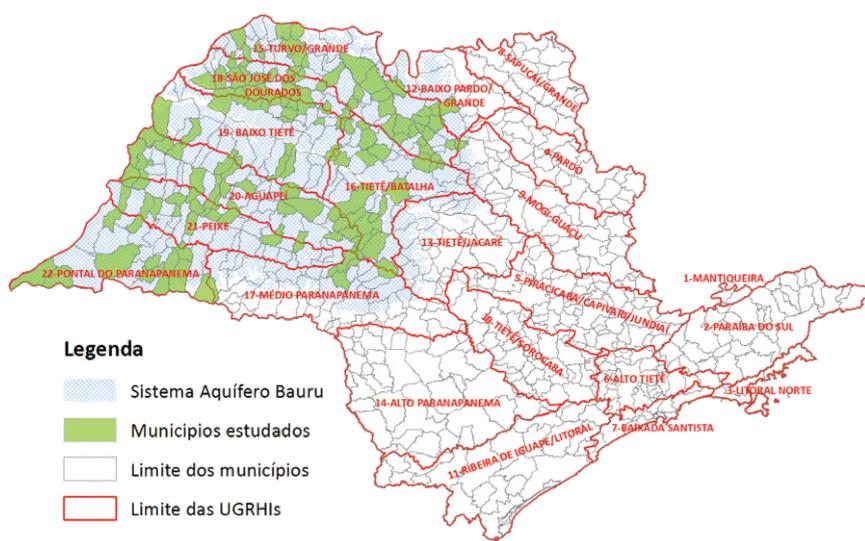


Figura 5 – Localização dos municípios estudados em relação à área do Sistema Aquífero Bauru e UGRHIS no Estado de São Paulo.

Os 120 municípios selecionados e os 731 poços de abastecimento público estudados estão destacados na Figura 6. A frequência de ocorrência de poços nos municípios consta da Tabela 1.

O levantamento de dados consistiu, inicialmente, na obtenção de informações de poços no banco de dados SIDAS (Sistema de Informações de Águas Subterrâneas) do Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE e junto à Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP).

A revisão desse conjunto de poços permitiu a consolidação de um banco de dados que subsidiou os trabalhos de campo nos municípios.

Nos trabalhos de campo realizados entre outubro e dezembro de 2014, foram cadastrados novos poços, sendo ainda coletadas outras informações, tais como localização (com uso do *Global Positioning System* – GPS, na projeção *Universal Transversa de Mercator* – UTM, datum WGS 84), profundidade do nível d' água, vazão explotada e situação da proteção sanitária dos poços em atividade nos municípios.

No total, foram cadastrados 1099 poços. Entretanto foram avaliados 731 poços de abastecimento público que estavam em atividade (Figura 6).

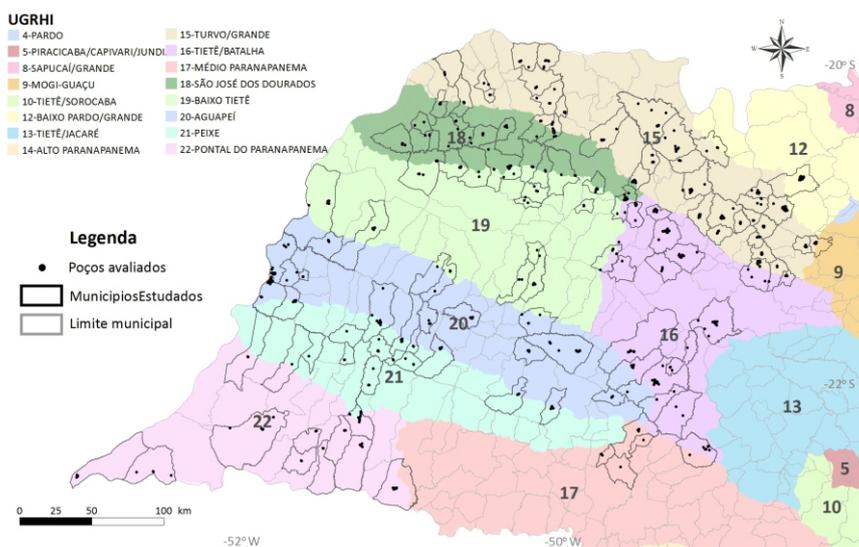


Figura 6 – Localização dos poços na área estudada.

Em alguns municípios constatou-se a presença de elevado número de poços. Em municípios como em Monte Azul Paulista, Panorama e Potirendaba foram avaliados mais de 20 poços. A Tabela 1 indica o número de poços avaliados em cada município, além da UGRHI a qual pertence e a população segundo IBGE (2010).

Tabela 1 – Relação dos 120 municípios estudados e número de poços que utilizam o Sistema Aquífero Bauru avaliados no estudo.

Municípios	Nº Poços de abastecimento público avaliados	UGRHI	População (IBGE 2010)
Adolfo	1	16	3557
Altair	3	12 e 15	3815
Alto Alegre	4	19 e 20	4102
Álvaro de Carvalho	3	20	4650
Alvinlândia	2	17	3000
Anhumas	2	22	3738
Aparecida d'Oeste	3	18	4450
Ariranha	9	15	8547
Auriflama	2	18 e 19	14202
Avai	2	16	4959
Bady Bassitt	17	16 e 15	14603
Balbinos	3	16	3702
Balsamo	10	15 e 18	8160
Bento de Abreu	1	19 e 20	2674
Borborema	10	16	14529
Brejo Alegre	1	19	2573
Cafelândia	9	16 e 20	16607
Caiabu	3	21	4072
Caiuá	3	22 e 21	5039
Cajobi	4	15	9768
Cândido Rodrigues	3	15 e 16	2668
Castilho	7	19 e 20	18003
Catiguá	6	15	7127
Colina	17	12 e 15	17371
Coroados	2	19	5238
Cosmorama	9	15 e 18	7214
Dirce Reis	2	18	1689
Dolcinópolis	2	15	2096
Embaúba	3	15	2423
Estrela do Norte	2	22	2658
Euclides da Cunha Paulista	4	22	9585

continua...

Tabela 1 – Relação dos 120 municípios estudados e número de poços que utilizam o Sistema Aquífero Bauru avaliados no estudo.

Continuação

Municípios	Nº Poços de abastecimento público avaliados	UGRHI	População (IBGE 2010)
Fernando Prestes	3	15 e 16	5534
Fernão	1	17	1563
Flora Rica	1	21	1752
Floreal	2	18 e 19	3003
Flórida Paulista	11	21 e 20	12848
Gália	3	17, 16 e 20	7011
Gastão Vidigal	4	19	4193
General Salgado	13	18 e 19	10669
Getulina	10	20	10765
Glicério	5	19	4565
Guapiaçu	20	15	17869
Guaraçai	8	19 e 20	8435
Guarantã	9	16 e 20	6404
Guzolândia	3	18 e 19	4754
Iepê	9	22 e 17	7628
Indiaporã	5	15	3903
Inúbia Paulista	2	21 e 20	3630
Irapuã	3	16	7275
Jaci	7	16	5657
Lucélia	6	20	19882
Macedônia	3	15	3664
Magda	3	19 e 18	3200
Mariópolis	4	21	3916
Meridiano	4	15 e 18	3855
Mira Estrela	6	15	2820
Mirante do Paranapanema	6	22	17059
Mirassolândia	8	15	4295
Monte Azul Paulista	28	15 e 12	18931
Narandiba	2	22	4288
Neves Paulista	17	18, 16 e 19	8772
Nhandeara	3	18 e 19	10725

continua...

Tabela 1 – Relação dos 120 municípios estudados e número de poços que utilizam o Sistema Aquífero Bauru avaliados no estudo.

Continuação

Municípios	Nº Poços de abastecimento público avaliados	UGRHI	População (IBGE 2010)
Nova Canaã Paulista	2	18	2114
Nova Granada	9	15 e 16	19180
Nova Guataporanga	2	20	2177
Nova Independência	4	20 e 19	3068
Nova Luzitânia	3	19	3441
Novais	6	15	4592
Onda Verde	2	15	3884
Oriente	6	20 e 21	6097
Ouro Verde	6	20 e 21	7800
Palestina	13	15	11051
Palmares Paulista	4	15	10934
Palmeira d'Oeste	2	18	9584
Panorama	22	20 e 21	14583
Paraíso	9	15	5898
Parapuã	6	20 e 21	10844
Parisi	5	15	2032
Paulicéia	16	20	6339
Pedranópolis	4	15	2558
Piacatu	5	20	5287
Piquerobi	1	21 e 22	3537
Pirajuí	18	16 e 20	19589
Piratininga	8	16 e 17	12072
Poloni	4	19 e 18	5395
Pontalinda	4	18	4074
Potirendaba	23	16	15449
Pracinha	2	21	2858
Presidente Alves	3	16 e 20	4123
Queiroz	4	20	2169
Quintana	4	20 e 21	6004
Regente Feijó	14	22 e 21	18494
Ribeirão dos Índios	1	21	2187

continua...

Tabela 1 – Relação dos 120 municípios estudados e número de poços que utilizam o Sistema Aquífero Bauru avaliados no estudo.

Continuação

Municípios	Nº Poços de abastecimento público avaliados	UGRHI	População (IBGE 2010)
Rosana	5	22	19691
Rubiácea	6	19 e 20	2729
Sagres	3	21	2395
Salmourão	3	20	4818
Santa Adélia	16	15 e 16	14333
Santa Albertina	3	15	5723
Santa Mercedes	2	20	2831
Santana da Ponte Pensa	3	18 e 15	1641
Santo Expedito	2	21	2803
São Francisco	2	18	2793
São João das Duas Pontes	4	18	2566
Severínia	13	15	15501
Sud Mennucci	7	19 e 18	7435
Suzanápolis	4	18	3383
Tabapuã	11	15	11363
Taciba	5	22	5714
Taiacu	7	15	5894
Taiúva	8	15 e 9	5447
Tarabai	2	22	6607
Ubarana	7	19 e 16	5289
Ubirajara	1	17	4427
Uchoa	14	15	9471
União Paulista	2	19	1599
Urânia	3	15 e 18	8836
Urupês	13	16	12714
Valentim Gentil	13	15 e 18	11036
Vitória Brasil	2	15	1737

Para auxiliar a consulta aos resultados, relatórios sintéticos de cada município estudado foram produzidos e entregues às prefeituras e aos órgãos responsáveis pelo saneamento municipal.

Capítulo 5

Delimitação do Perímetro de Alerta

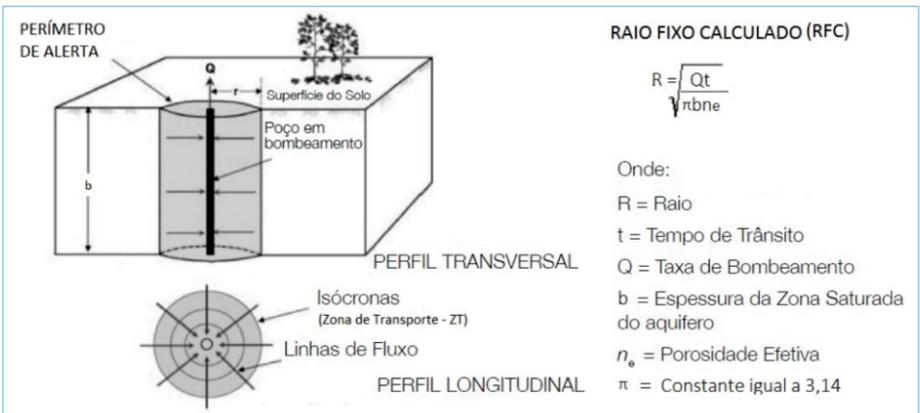


5. DELIMITAÇÃO DO PERÍMETRO DE ALERTA

Para o cálculo do Perímetro de Alerta foi utilizado o método do Raio Fixo Calculado (RFC) (Iritani e Ezaki, 2012) que aplica a equação ilustrada na Figura 7. O resultado obtido representa, tridimensionalmente, um cilindro, cujo eixo corresponde ao poço (Figura 7).

Para a porosidade efetiva do aquífero adotou-se o valor médio aproximado, obtido na literatura técnico-científica da hidrogeologia regional (Carvalho e Hirata, 2012). A espessura da zona saturada foi calculada pela diferença entre a profundidade do poço e a profundidade do nível estático, admitindo-se que toda a seção atravessada do aquífero é revestida com filtro.

Para os dados de vazão, de tempo de funcionamento do poço por dia, de profundidade do poço e do seu nível estático, foram usados aqueles obtidos em medições diretas de campo. Caso não tenha sido possível obter informações por meio de medições, foram utilizados, em ordem de prioridade, dados informados em campo, assim como dados da planilha SABESP, dados da planilha DAEE, a média observada nos poços do município ou do município mais próximo e, por último, dados regionais apresentados na literatura.



Fonte: modificado de Carvalho e Hirata (2012).

Figura 7 – Perímetro de Alerta (PA) do poço determinado pelo método do Raio Fixo Calculado (RFC).

Os raios calculados para o Perímetro de Alerta dos 731 poços avaliados variaram de 4,9 m a 68,3 m, sendo que 49% deles (353 poços) mostraram valores entre 20 m e 30 m. Em 30% do total de poços avaliados (221 poços) foram observados valores entre 10 e 20 m (Figuras 8 e 9).

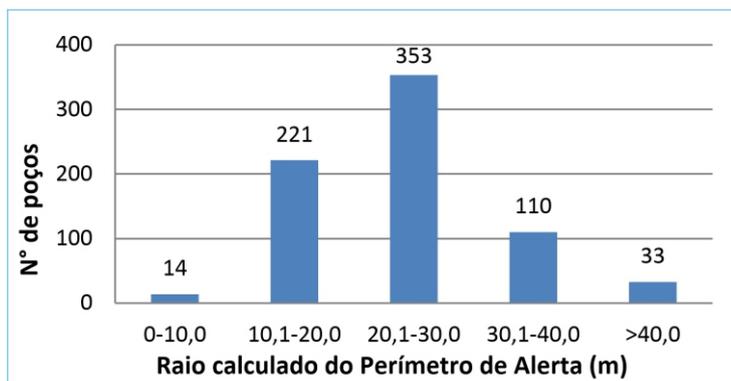


Figura 8 – Distribuição dos poços conforme o valor do raio calculado para o Perímetro de Alerta (PA).

Para facilitar a visualização espacial, os resultados foram inseridos em um Sistema Visualizador de Informações, desenvolvido na plataforma Google Earth™, e para cada poço foi preenchida uma ficha com seus dados e o Perímetro de Alerta delimitado, disponíveis no link <http://igeologico.sp.gov.br>.



Figura 9 - Exemplos de raios calculados do Perímetro de Alerta (identificados como RPA na legenda).

Os valores dos raios calculados implicam em áreas de pequena a grande extensão (76 a 14.643 m²), porém apenas 7 poços tem área superior a 10.000 m². Em nenhum dos poços o raio do Perímetro de Alerta é superior a 100 metros.

Em 14 poços, o raio calculado é muito pequeno, inferior ao raio do PIPS (Perímetro Imediato de Proteção Sanitária), definido como 10 metros no Decreto Estadual nº 32.955 (São Paulo, 1991). A critério do poder municipal, o raio do Perímetro de Alerta pode ser ampliado, considerando um maior tempo de trânsito da água ou apenas uma distância estabelecida a partir do poço.

Considerando a importância de se proteger o abastecimento público das cidades e que em 80% dos poços avaliados o raio calculado do Perímetro de Alerta é inferior a 30 m (que resulta em área menor do que aquele comumente observado para um quarteirão), entende-se que não há dificuldades para o controle do uso do solo nesses locais.

A vazão de exploração dos poços (Q) é, em geral, baixa, predominando valores inferiores a 20 m³/h (Figura 10).

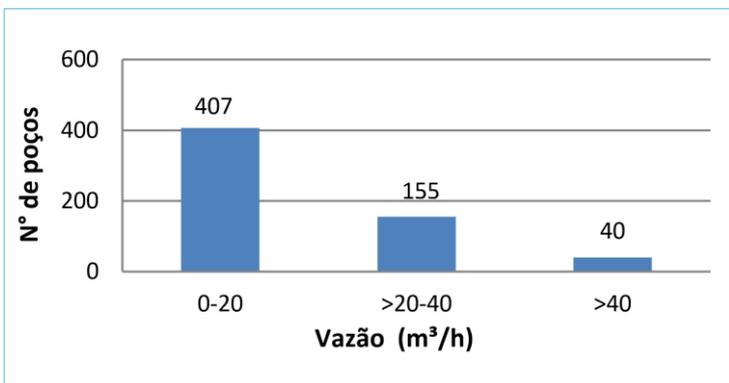


Figura 10 – Frequência do número de poços conforme vazão de exploração.

Em alguns municípios a vazão informada dos poços foi muito baixa, inferior a 4 m³/h. Como há uma relação direta entre os valores de vazão e o raio calculado para o Perímetro de Alerta (Figura 11), caso a vazão de bombeamento do poço venha a ser maior do que aquela ora informada, ressalta-se que o Perímetro de Alerta deverá ser recalculado.

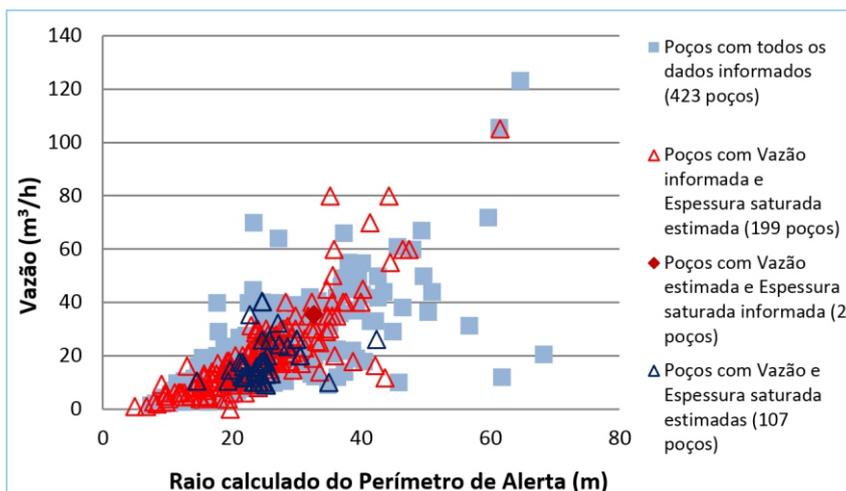


Figura 11 – Correlação entre a vazão e o raio calculado do Perímetro de Alerta dos poços com informação e dos poços com dados estimados.

É importante ressaltar que foi observada uma grande quantidade de poços (308 poços) com registros incompletos quanto aos seus aspectos construtivos e/ou sem informação sobre o regime operacional (monitoramento da vazão e nível da água) (Figura 11). Isso demonstra o desconhecimento por parte dos órgãos gestores sobre as características e funcionalidade dos poços.

Sendo assim, é imprescindível efetuar levantamentos para resgatar os relatórios construtivos e de regime de operação dos poços para se conhecer essas informações e para que se possa calcular valores de raio que sejam mais realistas para a implantação dos Perímetros de Alerta.

Capítulo 6

Situação da Proteção Sanitária dos Poços



6. SITUAÇÃO DA PROTEÇÃO SANITÁRIA DOS POÇOS

A avaliação do Perímetro Imediato de Proteção Sanitária (PIPS) enfocou principalmente os aspectos de proteção sanitária dos poços considerando, como base, as diretrizes definidas no Decreto nº 32.955 (São Paulo, 1991) e na Instrução Técnica DPO nº 006 (DAEE, 2013).

Em dezembro de 2015, foi publicado pelo DAEE uma revisão da Instrução Técnica nº 006 (DAEE, 2015), onde houve uma redução das dimensões exigidas para a laje e para a cerca. As dimensões anteriormente exigidas na versão de agosto de 2013 (DAEE, 2013), passaram a ser apenas recomendadas para os poços de abastecimento público.

Como o levantamento e a análise dos dados foram realizados antes da publicação da versão atualizada desta normativa, o diagnóstico apresentado foi baseado nas exigências presentes na Instrução Técnica nº 006, de agosto de 2013 (DAEE, 2013).

Os componentes construtivos avaliados incluem a situação da laje de proteção (EL), a área da laje de proteção (AL), a altura da laje de proteção (HL), a existência de tampa de boca (T) e de poço com adequada vedação (V), a altura do tubo de boca (HTb), a situação da cerca (EC), o raio da cerca ao redor do poço (RC), a limpeza no entorno (L) e a cimentação sanitária (CS).

As informações de cada poço foram registradas em ficha e refletem a situação observada entre outubro e dezembro de 2014, quando foram realizadas as visitas de campo. Ao final desta publicação há um exemplo da ficha produzida. As fichas de todos os poços visitados podem ser consultadas no link <http://igeologico.sp.gov.br>.

Verificou-se que a maior parte dos poços possui laje e tampa, e apresentam-se cercados e com o entorno limpo (Tabela 2).

Tabela 2 – Proporção observada de poços que apresentam o Perímetro Imediato de Proteção Sanitária (PIPS) em conformidade com a Instrução Técnica DPO nº006 (DAEE, 2013).

Componentes de proteção exigidos	EL	AL	HL	T	V	Htb	EC	RC	L	CS
Percentagem de poços que atendem a norma	69%	53%	22%	99%	86%	11%	86%	18%	68%	32%

EL: situação da laje; AL: área da laje; HL: altura da laje; T: existência de tampa de boca; V: poço com adequada vedação; HTb: altura do tubo de boca; EC: situação da cerca; RC: raio da cerca ao redor do poço; L: limpeza no entorno; e CS: cimentação sanitária

As Fotos 1 a 4 ilustram poços de abastecimento público com boas condições de proteção sanitária.



Fotos 1 a 4 – Poços denotando boas condições de proteção sanitária. 1. Flórida Paulista (P1), 2. Santana da Ponte Pensa (P2), 3. Nhandeara (P10) e 4. Mira Estrela (P13).

Contudo, quatro dos componentes avaliados, tais como: a altura da laje de proteção (Foto 5), a altura do tubo de boca (Foto 6), o raio da cerca ao redor do poço (Foto 7) e a cimentação sanitária (Foto 8), não estavam adequados às exigências normativas para a maioria dos poços (Tabela 2).



Foto 5 – Poço no município de Oriente (P8) denotando ausência de laje de proteção.



Foto 6 – Poço no município de Tabapuã (P11) denotando altura do tubo de boca inadequada



Foto 7 – Poço no município de Cafelândia (P4) denotando ausência de cerca ao redor do poço.



Foto 8 – Poço no município de Cafelândia (P8) denotando ausência de cimentação sanitária.

A cimentação do espaço anelar (selo sanitário), entre o tubo de revestimento e a parede da perfuração, destaca-se como um componente muito importante na construção de um poço, tendo a função de impedir a infiltração de contaminantes diretamente pela área externa ao tubo de revestimento do poço. A ausência dessa cimentação torna o poço bastante vulnerável à infiltração de qualquer contaminante que esteja na superfície do terreno.

Durante a construção do poço é possível controlar o tipo de material utilizado e a profundidade de cimentação. Entretanto, após a finalização da obra, na superfície do terreno, somente é possível observar o tubo e a laje do poço. Por essa razão, ressalta-se a importância de se exigir da empresa de perfuração o atendimento às normas técnicas e o relatório final construtivo do poço onde deve constar essa informação, bem como a importância da presença de fiscal da obra com competência para realizar o acompanhamento da construção do poço.

Quanto aos poços estudados, o maior problema encontrado foi a falta de informação sobre a cimentação sanitária e, quando existente, não raro apresentava profundidade inferior àquela exigida nos instrumentos normativos.

Apenas 233 poços em atividade apresentavam informação sobre a cimentação do espaço anelar, correspondendo a 32% do universo de poços avaliados. Deste total, somente 47 poços ativos apresentavam cimentação com profundidade igual ou superior a 20 m, conforme exigido na Instrução Técnica DPO nº 006 (DAEE, 2013).

Ressalta-se que a correção desse componente em um poço já existente não é viável e, portanto, é necessária maior atenção à manutenção dos demais componentes da proteção sanitária (como laje de proteção, tampa, cerca, limpeza) e um maior controle do uso do solo no entorno, para evitar a presença de possíveis contaminantes em áreas próximas ao poço, que possam infiltrar diretamente no mesmo, como consequência da não existência da cimentação sanitária.

Em relação à laje de proteção, observou-se que 506 poços visitados apresentavam bom estado de conservação. Por outro lado, constatou-se que 43 deles não possuíam laje, como por exemplo, o poço P8 do município de Oriente (Foto 5) e o P14 do município de Potirendaba (Foto 9). Nos demais poços, a laje de proteção encontrava-se danificada (com rachaduras), como ilustra a Foto 10 (poço P8 do município de Cosmorama), sendo necessário que os responsáveis façam a devida manutenção.

Além disso, em 53% dos poços a área da laje de proteção atendia as exigências normativas, mas somente em 22% a altura da laje de proteção apresentava, no mínimo, os 0,15 m exigidos, conforme observado nas Fotos 1 a 4.



Foto 9 – Poço no município de Potirendaba (P14) denotando ausência de laje de proteção.



Foto 10 – Poço no município de Cosmorama (P8) denotando danos na laje de proteção.

Todos os poços visitados apresentavam tampa, porém em alguns deles ela estava mal encaixada no tubo ou com furo, prejudicando a vedação do poço. As fotos 11 e 12 ilustram essa situação. Alguns poços, localizados em Bady Bassit, Parisi e Potirendaba, estavam cobertos por uma laje e não puderam ser verificados em relação à presença de tampa.



Foto 11 – Poço no município de Taiapu (P5) denotando vedação inadequada do poço.



Foto 12 – Poço no município de Taiapu (P4) denotando vedação inadequada do poço.

Na maior parte dos poços visitados (653 poços), a altura do tubo de boca era inferior a 0,60 m, valor este exigido pelas normas técnicas da ABNT (ABNT, 2006a e 2006b). As fotos 13 e 14 mostram alguns exemplos de poços nos municípios de Ariranha e Magda.

Além disso, alguns desses poços apresentavam tubo de boca situado abaixo da superfície do terreno, sendo, portanto, mais vulneráveis à infiltração direta de contaminantes, especialmente se forem detectados problemas na laje de proteção, cimentação e vedação do poço, como por exemplo, o poço P1 no município de Glicério (Foto 15).



Foto 13 – Poço no município de Ariranha (P9) denotando tubo de boca com altura inadequada.



Foto 14 – Poço no município de Magda (P9) denotando tubo de boca com altura inadequada.



Foto 15 – Poço no município de Glicério (P1) denotando tubo de boca abaixo da superfície do terreno.

Com relação a cerca de proteção, observou-se que 632 poços visitados (86%) estavam com essas estruturas conservadas. Porém, apenas 18% deles (133 poços) apresentavam as dimensões exigidas, qual seja, de 10 m ao redor do poço. Por outro lado, 38 poços não apresentavam cerca, sendo que, nos demais, a cerca encontrava-se danificada.

Outros aspectos de proteção avaliados foram a limpeza no entorno imediato dos poços ou das cercas e a possibilidade de ocorrência de inundação. Observou-se que o entorno de 66% dos poços apresentava boas condições de limpeza. Nos demais, o principal problema observado foi o mato alto e, em menor proporção, restos de construção e lixo (Fotos 16 e 17).



Foto 16 – Poço no município de Iepê com mato alto e lixo no entorno.



Foto 17 – Poço no município de Guapiaçu com restos de materiais elétricos no entorno.

Observando a topografia do terreno e baseando-se em informações de moradores sobre a ocorrência de eventos anteriores, concluiu-se que apenas 19 poços estavam localizados em áreas sujeitas à inundação. Ressalta-se que não foi realizado um mapeamento sistemático, com levantamento do histórico de ocorrências em cada município estudado.

De forma geral, os poços avaliados apresentaram boas condições de manutenção, possuindo componentes importantes para a proteção sanitária, tais como laje de proteção, tampa, cerca e tubo de boca acima da superfície do terreno. Entretanto, na maioria dos casos, as dimensões desses componentes não estavam de acordo com as exigências normativas da Instrução Técnica DPO nº 006 (DAEE, 2013) e da ABNT (ABNT 2006a e 2006b).

Assim sendo, recomenda-se efetuar criteriosa manutenção dos componentes de proteção sanitária que apresentaram problemas de conservação, bem como nos poços onde as características construtivas não atenderam as exigências legais.

Ressalta-se que, mesmo em poços desativados temporariamente, a proteção sanitária deve ser mantida em boas condições para evitar que os mesmos não se transformem em um vetor de infiltração de contaminantes no aquífero.

Por outro lado, para os futuros poços, recomenda-se atenção na concepção do projeto, e, posteriormente, na construção para garantir a correta instalação da proteção sanitária do poço.

Capítulo 7

Fontes Potenciais de Contaminação



7. FONTES POTENCIAIS DE CONTAMINAÇÃO

Para a identificação das fontes com potencial de contaminação (pontuais e difusas) que possam interferir nos poços de abastecimento, foi realizado um levantamento de todas as atividades antrópicas existentes na área delimitada por um raio de 100 m ao redor de cada poço.

Para o levantamento das fontes pontuais foi realizado, com o apoio da CETESB, uma consulta prévia ao Sistema de Informações de Fontes de Poluição – SIPOL (CETESB, 2014a), o qual contém os dados de empreendimentos sujeitos a licenciamento ambiental. Para os 120 municípios estudados, com esse levantamento foi obtido um total de 3.665 registros de empreendimentos licenciados e de 75 áreas declaradas como contaminadas (CETESB, 2014b).

Posteriormente, foi realizado um levantamento de campo para identificar outras atividades que não são objeto de licenciamento pela CETESB, mas que foram consideradas como fontes potenciais de contaminação, tanto pontuais como difusas. Nessa situação, incluem-se oficinas mecânicas, cemitérios, unidades de saúde, plantações de culturas temporárias ou perenes, criações de animais, entre outros. Além disso, também foram levantadas em campo, informações sobre o tipo de esgotamento sanitário presente no entorno dos poços.

Dentro do perímetro com raio de 100 m delimitado ao redor dos 731 poços visitados foram identificadas 687 fontes potenciais de contaminação. Deste total, 393 eram fontes difusas (Figura 12) e 294 fontes foram classificadas como pontuais (Figura 13). As informações levantadas estão sistematizadas nas fichas dos poços e foram inseridas no Sistema Visualizador de Informações, disponíveis no link <http://igeologico.sp.gov.br>.

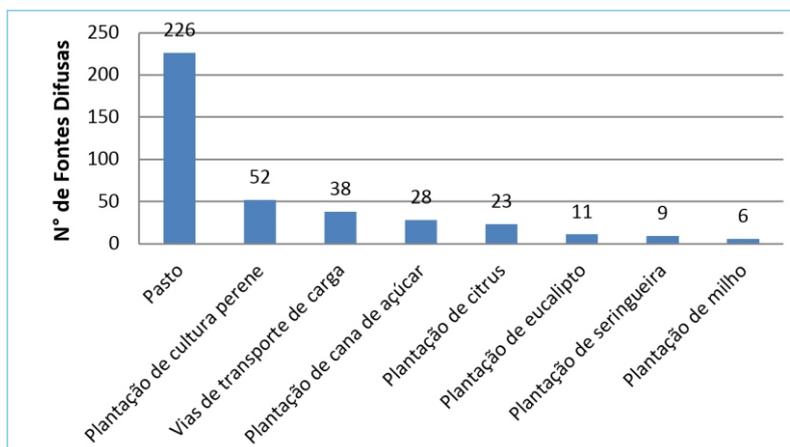


Figura 12 – Número de fontes difusas potenciais de contaminação conforme o tipo de atividade, cadastradas no interior do perímetro de 100 m ao redor dos poços avaliados.

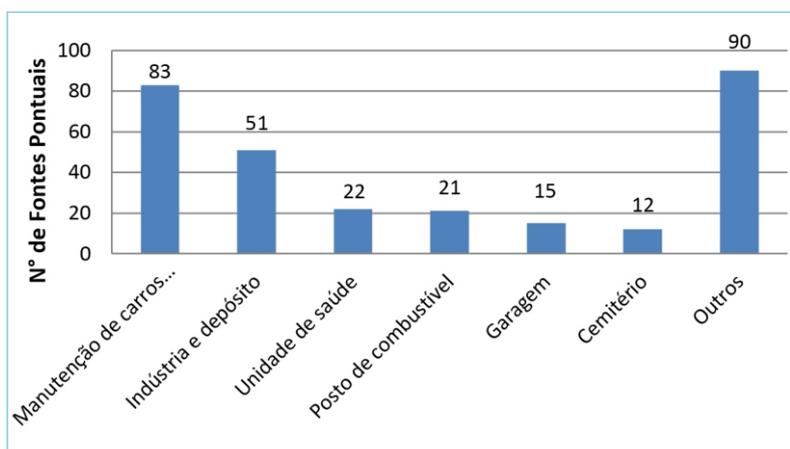


Figura 13 – Número de fontes pontuais potenciais de contaminação conforme o tipo de atividade, cadastradas no interior do perímetro de 100 m ao redor dos poços avaliados.

De acordo com o potencial de contaminação, as fontes pontuais e difusas foram classificadas em potencial reduzido, moderado ou elevado (Figuras 14 e 15), seguindo os critérios descritos em Iritani e Ezaki (2012), baseados no método POSH (*Pollutant Origin and its Surcharge Hydraulically*), desenvolvido por Foster *et al.* (2002).

Em relação às fontes difusas (Figura 14), ocorrem principalmente fontes de reduzido potencial de contaminação (59%), como as áreas de pastagem. Para as fontes pontuais (Figura 15), predominam aquelas de moderado potencial de contaminação (57%), tais como posto de combustível, oficina mecânica e garagem.

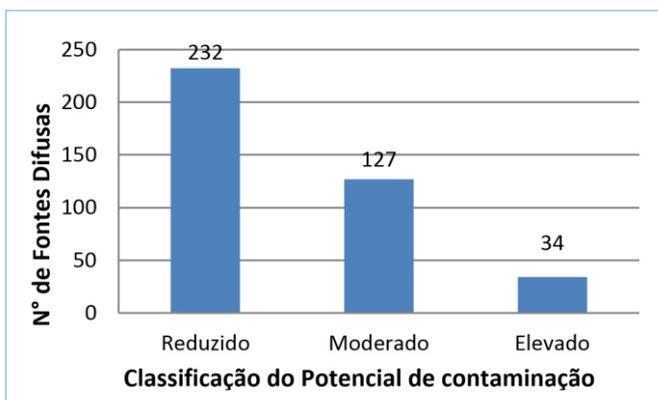


Figura 14 – Número de fontes difusas, de acordo com o potencial de contaminação, cadastradas no interior do perímetro circular com raio de 100 m ao redor dos poços avaliados.

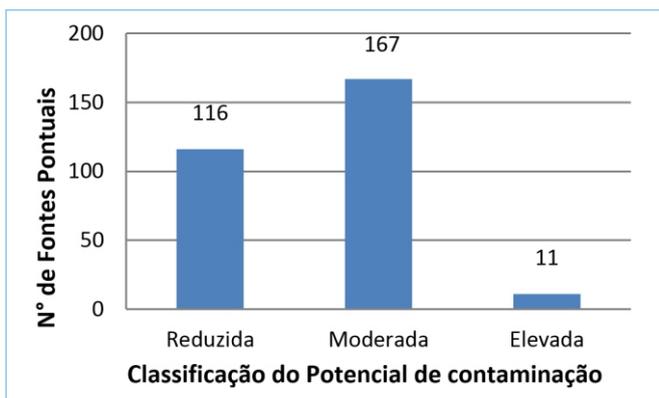


Figura 15 – Número de fontes pontuais, de acordo com o potencial de contaminação, cadastradas no interior do perímetro circular com raio de 100 m ao redor dos poços avaliados.

Do total de 731 poços ativos avaliados, em 261 poços (36%) não foi observada qualquer atividade com potencial de contaminação no interior da área circular com raio de 100 m (Figura 16). Nos outros poços (58%) foram cadastradas até duas fontes potenciais de contaminação. Apenas 5 poços (IPT 96, IPT 357, IPT 362, IPT 1064 e IPT 799), distribuídos em 4 municípios (Bálsamo, Guapiaçu, Urupês e Potirendaba), apresentaram mais de 6 fontes potenciais de contaminação no interior da área circular com raio de 100 m (Figuras 16 e 17).

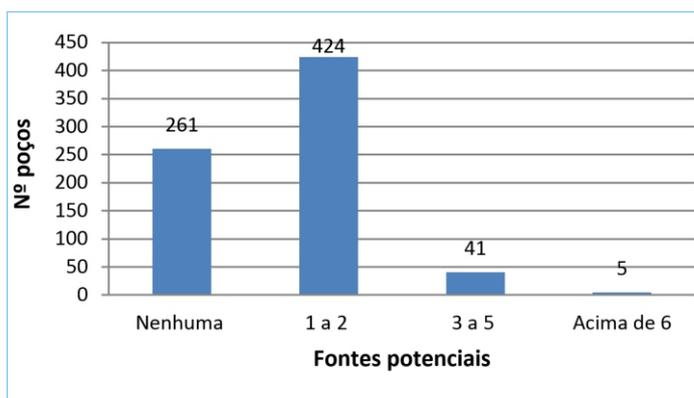


Figura 16 – Número de poços de acordo com a quantidade de fontes potenciais de contaminação no interior do perímetro circular com raio de 100 m ao redor dos poços avaliados.

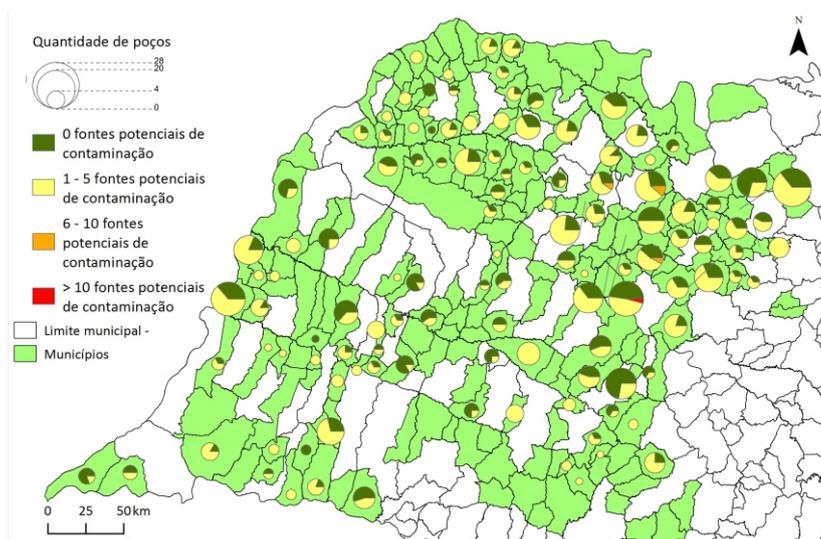


Figura 17 – Número total de fontes potenciais de contaminação presentes no interior do perímetro circular com raio de 100 m ao redor dos poços e quantidade de poços em cada município.

Dentro do Perímetro de Alerta, foram mapeadas 329 fontes potenciais de contaminação ao redor de todos os 731 poços, sendo 272 fontes difusas e apenas 57 fontes pontuais. Em relação às fontes difusas, foram identificadas, principalmente, fontes com reduzido potencial de contaminação (70%), como as áreas de pastagem, enquanto que, entre as fontes pontuais, predominavam aquelas com moderado potencial de contaminação (52%), a exemplo de posto de combustível, oficina mecânica e garagem.

Em relação às 75 áreas declaradas contaminadas, identificadas em CETESB (2014b), apenas cinco estavam localizadas na área com raio de 100 m ao redor de 6 poços. Aquelas localizadas em Guaraçaí, Paraíso e Santa Adélia finalizaram a remediação e estavam em processo de monitoramento para encerramento enquanto que as demais ainda se encontravam contaminadas (Tabela 3).

Tabela 3 – Relação das fontes pontuais classificadas como áreas contaminadas pela CETESB (2014b) e que ocorrem em um raio de 100 m ao redor do poço.

Nº poço	Município	Atividade	Razão Social	Situação(*)
263	Fernando Prestes	Posto de combustível	Aranha e Aranha LTDA	Contaminada com risco confirmado
362	Guapiaçu	Posto de combustível	Ferreira de Araújo e Cia LTDA	Contaminada sob investigação
369/370	Guaraçaí	Posto de combustível	Xandi Auto Posto LTDA	Em processo de monitoramento para encerramento
685	Paraíso	Posto de combustível	Mairto Sérgio Guirado e Cia LTDA	Em processo de monitoramento para encerramento
918	Santa Adélia	Posto de combustível	Furlan e Faria LTDA	Em processo de monitoramento para encerramento

(*) baseado em CETESB (2014b)

Para avaliar a carga potencial de contaminação, especialmente por nitrato, relacionada ao saneamento em área urbana foi utilizado o sistema de classificação do uso do solo urbano (UHCT) elaborado por São Paulo (2014) e que apresenta um detalhamento sobre a densidade e estágio da ocupação urbana, o qual foi associado com os dados levantados em campo sobre o sistema de esgotamento sanitário presente no entorno do poço.

As áreas com alta e média densidade de ocupação sem rede coletora de esgoto foram consideradas com alto potencial de contaminação, totalizando apenas 6 poços com essas características. Como aspecto positivo, ressalta-se que 554 poços localizados em área urbana apresentaram rede coletora de esgoto no interior do perímetro de 100 m, o que diminui o potencial de contaminação das águas por nitrato e por contaminantes microbiológicos.

É importante a implantação da rede de esgoto antes da urbanização do terreno ou nas áreas já urbanizadas, pois o adensamento da ocupação em locais onde não há sistema de esgotamento sanitário aumenta o potencial de contaminação da água subterrânea, como observado no entorno de alguns poços no município de Rosana e Mirante do Paranapanema.

Capítulo 8

Recomendações Gerais



8. RECOMENDAÇÕES GERAIS

O princípio da delimitação de perímetros de proteção de poços (PPP) é a definição de orientações e aplicação de restrições ao uso e ocupação do solo, assim como o controle das atividades antrópicas, com rigor proporcional à proximidade do poço e ao potencial de contaminação (IRITANI e EZAKI, 2012).

Desse modo, este estudo permitiu elencar algumas recomendações para a proteção dos poços que são voltadas tanto para o âmbito municipal, na avaliação de projetos de parcelamento do solo, quanto para o âmbito estadual, no licenciamento ambiental e nas ações da vigilância sanitária. Podem ser aplicados como um instrumento norteador para agentes de fiscalização nas várias instâncias de governo.

Destaca-se que o estudo apresenta recomendações gerais, elaboradas para auxiliar os órgãos gestores municipais a desenvolver um conjunto de diretrizes para o uso e ocupação do solo nas proximidades dos poços, colaborando com a gestão dos recursos hídricos subterrâneos. Assim, outras orientações e restrições podem ser incorporadas, conforme particularidades existentes em cada município.

As recomendações gerais a seguir apresentadas foram preconizadas considerando as seguintes situações:

- os poços em operação no município, enfocando a manutenção da proteção sanitária e a implantação do Perímetro de Alerta;
- a proteção da Zona de Contribuição dos poços; e
- os futuros poços que venham a ser perfurados no município.

8.1 Recomendações para a manutenção dos poços em operação

O rigor técnico na construção do poço, bem como sua manutenção periódica são fatores essenciais para garantir a qualidade da água captada e para maximizar a eficiência da sua operação e, por conseguinte, a exploração do aquífero.

8.1.1 Manutenção da proteção sanitária dos poços

Inicialmente, recomenda-se verificar se cada poço foi construído atendendo as normas técnicas NBR 12.212:2006 (ABNT, 2006a) e NBR 12.244:2006 (ABNT, 2006b), que orientam, respectivamente, quanto ao projeto e à construção de poço tubular para captação de água subterrânea.

No Perímetro Imediato de Proteção Sanitária (PIPS), definido pelo Decreto nº 32.955 (São Paulo, 1991), deve ser observado se a proteção sanitária atende aos requisitos definidos na Instrução Técnica DPO nº 006 (DAEE, 2015), que complementa as exigências feitas pelo DAEE, órgão gestor de recursos hídricos no Estado de São Paulo, quanto às instruções e procedimentos necessários ao cadastro, à outorga ou à desativação de poços ou outras obras que interfiram na quantidade dos recursos hídricos.

Os poços que estiverem em desconformidade devem ser adequados para garantir a sua proteção e manutenções periódicas devem ser realizadas para garantir as condições sanitárias no âmbito do PIPS. A Tabela 4 sintetiza as principais orientações presentes nas normas anteriormente mencionadas em relação à proteção sanitária dos poços.

Tabela 4 – Itens de proteção sanitária de poços tubulares no Perímetro Imediato de Proteção Sanitária e normas correlatas.

Componente	Descrição	Especificações	Fonte
Laje de Proteção (*)	Material composto de concreto fundido	Área $\geq 3 \text{ m}^2$	DAEE (2015)
	Declividade do centro para a borda da laje	Espessura mínima de 0,15 m	
Tubo de Boca do Poço	Selo de proteção (cimentação entre o tubo de revestimento e a parede de perfuração)	Espessura de 3" e profundidade mínima de 20 m em situação normal ou 36 m em situação específica do SAB	ABNT (2006a 2006b)
	Tubo de revestimento acima da laje de proteção	Altura de 0,60 m	
	Tampa rosqueável com cadeado ou outro dispositivo de segurança	Não definido	DAEE (2015)
Lacre com chapa soldada	Não definido		
Cerca de Proteção (*)	Raio da área cercada	10 m	DAEE (2015)
	Arame galvanizado, com malhas quadrangulares	Abertura da malha 2" X 2" e fio nº 12	
	Altura da tela alambrada	Altura livre $\geq 1,80 \text{ m}$	
	Portão com fechamento adequado para manutenção	Não definido	
	Fixação através de mourões de concreto ou tubos de aço	Diâmetro de 2" a cada 2 m	
	Mureta de concreto para da tela	Altura de 0,30 m	

(*) Na Instrução Técnica DPO nº 006, atualizada em 14/12/2015 (DAEE, 2015), as dimensões da laje e da cerca são recomendações do DAEE para poços de abastecimento público. Na versão anterior da IT DPO nº 006, de 12/08/2013 (DAEE, 2013), essas dimensões eram obrigatórias.

8.1.2 Implantação do Perímetro de Alerta

A implantação do Perímetro de Alerta (PA) pressupõe a avaliação das atividades potencialmente contaminantes existentes, assim como o controle do uso do solo no entorno dos poços destinados ao abastecimento público, de forma a minimizar o perigo de contaminação da água subterrânea.

Ressalta-se que, nas áreas mais próximas à captação, devem ser estabelecidas ações de controle e restrição mais rígidas, otimizando os custos para a proteção da água subterrânea. Assim, no PIPS e no PA, recomenda-se que a instalação de novas atividades com elevado a moderado potencial poluidor sejam proibidas, tais como:

- Criação de animais;
- Armazenamento e aplicação de fertilizantes (orgânicos ou minerais) e agrotóxicos;
- Disposição de resíduos, qualquer que seja a sua classe;
- Armazenamento, disposição e aplicação de lodo de Estações de Tratamento de Água (ETAs) e de Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs);
- Instalação de atividades industriais ou de mineração; e
- Instalação de novos loteamentos sem sistema de esgotamento sanitário e com alta densidade de ocupação.

Recomenda-se também evitar a supressão da cobertura vegetal natural, que atua como uma barreira para a entrada de contaminantes no PIPS.

A irrigação excessiva de áreas agrícolas e o adensamento urbano, mesmo em área com rede coletora de esgoto, também devem ser evitados para minimizar a migração de nitrato para o aquífero.

Caso o poço se localize em área com a presença de diferentes atividades potencialmente contaminantes, deve ser realizado um plano de monitoramento periódico da qualidade da água, acompanhado de manutenção sistemática da sua proteção sanitária.

Havendo alguma alteração na qualidade da água, deve-se proceder à readequação da atividade contaminante ou, em casos de extremo perigo potencial, a realocação do poço de abastecimento ou até mesmo do empreendimento.

O município deve elaborar um plano de contingência para facilitar a adoção de ações emergenciais em caso de eventuais problemas de qualidade da água do poço, contendo procedimentos para notificação dos munícipes para não utilizar a água contaminada, listagem de fontes alternativas de captação de água, localização de pontos para provimento de água potável à população, entre outros.

8.2 Orientações gerais para a proteção da Zona de Contribuição

O Perímetro de Alerta (PA), definido no Decreto nº 32.955 (São Paulo, 1991) e delimitado conforme descrito neste projeto, representa uma pequena parte da Zona de Contribuição (ZC) de um poço. Estender ações de controle do uso do solo para toda a área da ZC garante melhor proteção ao poço e à qualidade da água subterrânea.

Considerando a dimensão da ZC dos poços, o estabelecimento de orientações e restrições de uso do solo deve considerar uma avaliação de caráter técnico e legal, bem como de aspectos econômicos e sociais. Nesse sentido, as orientações aqui apresentadas são gerais e podem subsidiar a atuação dos órgãos gestores no que tange à proteção dos poços utilizados para o abastecimento público, particularmente em relação às possíveis fontes de contaminação.

Vale salientar que, devido à interconexão das águas superficiais e subterrâneas e à relação direta entre qualidade e disponibilidade hídrica, as orientações ora propostas visam atender às duas preocupações principais, que incluem: a proteção da qualidade da água, considerando a sua relação com as fontes potenciais de poluição; e a garantia da disponibilidade hídrica, que depende da oferta de água com qualidade adequada para os diversos usos públicos.

Assim, considerando-se a Zona de Contribuição dos poços no Sistema Aquífero Bauru utilizados para o abastecimento público nos municípios estudados, recomenda-se que sejam observadas as seguintes orientações gerais:

I - priorizar a manutenção sistemática dos poços em operação conforme disposições estabelecidas nas normas existentes;

II - controlar a captação de água subterrânea para fins particulares, em locais onde possa ocorrer interferência na extração de água para o abastecimento público;

III - proteger a cobertura vegetal natural remanescente;

IV - estimular a utilização de boas práticas agrícolas que não comprometam a qualidade ambiental;

V - criar programas de fomento, apoio e assessoria ao manejo ecológico do solo, à agricultura de uso sustentável e às atividades rurais não impactantes;

VI - controlar a expansão urbana no entorno de áreas com poços de abastecimento público, estimulando a utilização de instrumentos adequados para o crescimento urbano sustentável (por exemplo, a elaboração de cartas geotécnicas);

VII - adotar programa para redução e gerenciamento de riscos e sistema de resposta a acidentes ambientais relacionados ao transporte, estacionamento e transbordo de cargas perigosas;

VIII - coibir a implantação e a ampliação de atividades, obras e empreendimentos que resultem na disposição de resíduos e efluentes com características físico-químicas e biológicas que possam significar ameaças à qualidade das águas subterrâneas;

IX - controlar as fontes de poluição existentes, mediante programa específico de ações, incluindo monitoramento;

X - promover a eficiência e melhoria das condições operacionais dos sistemas de saneamento implantados, bem como ampliar a rede coletora de esgoto e as ligações das instalações domiciliares aos sistemas de esgotamento sanitário; e

XI - controlar os sistemas individuais ou coletivos de disposição de esgotos (fossas sépticas, por exemplo), com vistoria e limpezas periódicas e remoção dos resíduos para destinação adequada nas estações de tratamento de esgotos ou em outra alternativa disponível.

As leis municipais de planejamento e controle do uso, de parcelamento e da ocupação do solo urbano deverão incorporar essas orientações visando à preservação, conservação e recuperação da ZC dos poços utilizados para o abastecimento público da população.

8.3 Orientações gerais para implantação de novos poços

A implantação de novos poços requer a execução de estudo sobre as áreas mais adequadas para esse fim. Para a instalação de novos poços recomenda-se cumprir as seguintes etapas:

- Verificar e selecionar as áreas com características favoráveis à captação de água para abastecimento público, tanto em termos de qualidade quanto em termos de quantidade, conforme características hidrogeológicas e vulnerabilidade do aquífero;
- Analisar a situação do uso e ocupação do solo para avaliar a existência de fontes potencialmente contaminantes na Zona de Contribuição do futuro poço. Dessa forma:
 - a) Caso a área seja ocupada por usos que não caracterizam a presença de atividades potencialmente contaminantes, que possam ameaçar a qualidade da água, recomenda-se selecionar e reservar essas áreas para futuras perfurações, impondo restrições ao uso e ocupação do solo futuros. Tal informação deve fazer parte do estudo realizado para a elaboração e/ou revisão do Plano Diretor Municipal e deve englobar toda a ZC do poço e não somente o PIPS e o PA;
 - b) Caso a área seja caracterizada pela presença de diferentes usos e ocupações, deve-se proceder a identificação e a classificação das atividades potencialmente contaminantes na área em que se pretende instalar a captação de água para abastecimento público, para verificar a viabilidade de instalação ou a necessidade de selecionar outra área para esse fim;
- Construir o poço obedecendo às normas técnicas NBR 12.212:2006 (ABNT, 2006a) e NBR 12.244:2006 (ABNT, 2006b) e a Instrução Técnica DPO nº 006, de 14/12/2015 (DAEE, 2015), ou as que vierem a substituí-las; e
- Delimitar a área de proteção de cada novo poço de abastecimento público perfurado, conforme roteiro orientativo destinado aos municípios, publicado pelo Instituto Geológico (IRITANI e EZAKI, 2012). Essa publicação está disponível nos endereços eletrônicos da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo – SMA (www.ambiente.sp.gov.br/aquiferos) e do Instituto Geológico do Estado de São Paulo – IG (www.igeologico.sp.gov.br).

Capítulo 9

Considerações Finais



9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A conclusão do presente estudo concretiza uma ação do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CRH), por meio de proposição de projeto do Comitê Coordenador do Plano Estadual de Recursos Hídricos (CORHI) e entidades do Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (SIGRH), no que diz respeito à definição de áreas de proteção de poços para abastecimento público, buscando colocar em prática o que foi preconizado há cerca de 25 anos na legislação de recursos hídricos paulista, por meio do Decreto Estadual nº 32.955 (SÃO PAULO, 1991).

O material apresentado constitui, portanto, referência para os municípios abastecidos por água subterrânea no tocante à proteção sanitária dos poços e delimitação do Perímetro de Alerta.

Os trabalhos desenvolvidos nos 120 municípios estudados permitiram observar que a maior parte dos 731 poços no Sistema Aquífero Bauru apresentava proteção sanitária em condições aceitáveis.

O cálculo para delimitação do Perímetro de Alerta resultou em raios variando entre 5 m e 68 m, sendo que, em aproximadamente 80% dos poços avaliados, esse valor é inferior a 30 m, resultando em áreas de pequena extensão onde o uso do solo e as atividades antrópicas são passíveis de serem controlados.

O levantamento das atividades antrópicas em uma área com raio de 100 m ao redor dos poços mostrou que em 261 deles não havia fontes potenciais de contaminação. No entorno dos demais poços foram observadas 687 atividades, das quais 393 eram fontes difusas com potencial de contaminação predominantemente reduzido, como áreas de pastagem. As demais atividades eram fontes pontuais, predominantemente com moderado potencial de contaminação, como posto de combustível, oficina mecânica e garagem de veículos e apenas cinco desses empreendimentos estavam registrados no cadastro de áreas contaminadas da CETESB.

O diagnóstico realizado mostra a situação dos poços no período entre outubro e dezembro de 2014, quando foram feitas as visitas de campo, mas pode ser feito regularmente com a implantação de um programa de manutenção dos poços.

Medidas relativas ao controle do uso e ocupação do solo nas áreas de interesse à proteção das captações públicas de água devem ser inseridas no âmbito do Plano Diretor Municipal, dada a importância da necessária proteção continuada sob as garantias da legislação local. O envolvimento e a conscientização da administração municipal e das entidades responsáveis pelo abastecimento público sobre a importância de proteger a água subterrânea é fundamental para a implantação de um programa de proteção, manutenção e monitoramento dos poços.

BIBLIOGRAFIA

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 2006a. NBR 12.212:2006: Poço tubular: Projeto de poço tubular para captação de águas subterrâneas. ABNT/CB-177 - Saneamento Básico.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 2006b. NBR 12.244:2006: Poço tubular: construção de poço tubular para captação de água subterrânea. ABNT/CB-177 - Saneamento Básico.
- CARVALHO, A. M.; HIRATA, R.. 2012. Avaliação de métodos para a proteção dos poços de abastecimento público do Estado de São Paulo. Revista do Instituto de Geociências – USP. Série científica, São Paulo, V. 12, N. 1, P. 53-70, 2012.
- CBH-AP – COMITÊ DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS AGUAPEÍ E PEIXE - UGRHIs 20 e 21. 2013. Relatório de Situação dos Recursos Hídricos 2012 – ano base 2011. Marília, 2013.
- CETESB – COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. 1997. Uso das águas subterrâneas para abastecimento público no Estado de São Paulo. São Paulo, 1997.
- CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. 2013. Relatório de qualidade das águas subterrâneas no Estado de São Paulo. São Paulo: 2010 - 2012. Disponível em: http://www.cetesb.sp.gov.br/Solo/agua_sub/rede_resultados.asp.
- CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. 2014a. Sistema de Informações de Fontes de Poluição no Estado de São Paulo - SIPOL. São Paulo: CETESB, 2014a (Acesso em: set.2014).
- CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. 2014b. Relação de áreas contaminadas no Estado de São Paulo. São Paulo: CETESB, 2014b. (Disponível em: <http://areascontaminadas.cetesb.sp.gov.br/relacao-de-areas-contaminadas/>. Acesso em: ago.2014).
- CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. 2012. Sistema Aquífero Bauru-Caiuá nos Estados de São Paulo, Mato Grosso do Sul e Paraná. Bacia Sedimentar Paraná. Recursos Hídricos Subterrâneos, levantamento de recursos hídricos Subterrâneos. CPRM, 2012. Volume 14.

- DAEE – DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. 1979. Estudo de águas subterrâneas, Regiões Administrativas 10 e 11: Presidente Prudente e Marília. São Paulo: v.1 e v.2.
- DAEE – DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. 2013. Diretoria de Procedimentos de Outorga e Fiscalização: Instrução técnica. DPO n° 006, atualizada em 12/08/2013. DAEE, São Paulo, 36 p.
- DAEE – DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. 2015. Diretoria de Procedimentos de Outorga e Fiscalização: Instrução técnica. DPO n° 006, atualizada em 14/12/2015. DAEE, São Paulo, 36 p.
- ESRI. 2015. ArcGIS 10.3.1 for Desktop. Redlands: Esri, 2015.
- FOSTER, S. S. D.; HIRATA, R. 1988. Groundwater pollution risk assessment: a methodology using available data. WHO PAHO/ HPE-CEPIS Technical Manual, Lima, Peru, 1988.
- FOSTER, S.; HIRATA, R.; GOMES, D.; D'ELIA, M.; PARIS, M. 2002. Groundwater quality protection. A guide for water utilities, municipal authorities, and environment agencies. GW-Mate, World Bank, Washington, 103 p.
- FOSTER, S.; HIRATA, R.; GOMES, D.; D'ELIA, M.; PARIS, M., 2006. Proteção da qualidade da água subterrânea: um guia para empresas de abastecimento de água, órgãos municipais e agências ambientais. Washington: Banco Mundial, 2006. 104 p.
- FREITAS, J. L. M., GIACHETI, H. L.; PRANDI, E. C. 2013. Evidências de contaminação do Aquífero Bauru por nitrato associado à avicultura na cidade de Bastos – SP. In: 27º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental e Fitabes 2013 - Goiânia.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2010. Base de informações do censo demográfico. IBGE, Rio de Janeiro, 2010. Dados disponibilizados em meio eletrônico: <http://censo2010.ibge.gov.br/en/>.
- IPT – INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. 1999. Diagnóstico da situação atual dos Recursos Hídricos e estabelecimento de diretrizes técnicas para a elaboração do Plano da Bacia Hidrográfica do Turvo/Grande. São Paulo: IPT, 1999. Relatório n. 40.515.
- IPT – INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. 2011. Coordenadoria de Planejamento Ambiental da Secretaria de Estado do Meio Ambiente de São Paulo – CPLA-SMA. Subsídios ao Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambiental da área de afloramento do Sistema Aquífero Guarani no Estado de São Paulo. São Paulo, 2011. 102 p.

- IRITANI, M. A.; EZAKI, S. 2012. Roteiro orientativo para delimitação de área de proteção de poço. Cadernos do Projeto Ambiental Estratégico Aquíferos. São Paulo, Instituto Geológico, n. 2, 2012. 60p. Disponível em: www.ambiente.sp.gov.br/aquiferos e www.igeologico.sp.gov.br. Acesso em: 07 jun. 2012.
- MONTANHEIRO, F. 2014. Contaminação por nitrato no Aquífero Adamantina: O caso do Município de Monte Azul Paulista - SP. Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, Dissertação de Mestrado, 93 p.
- PAULA e SILVA, F. 2003. Geologia de subsuperfície e hidroestratigrafia do Grupo Bauru no Estado de São Paulo. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista. Rio Claro. 166 p.
- PROCEL, S. 2011. Contaminação por nitrato e sua relação com o crescimento urbano no Sistema Aquífero Bauru em Presidente Prudente (SP). Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Dissertação de Mestrado, 146 p.
- ROCHA, G.A., GIANCURSI, F.D., PERRONI, J.C.A, SOBREIRO NETO, A.F., BERTACHINI, A.C., CORREA, W.A.G., CAMPOS, H.C.N.S., DIOGO, A., ROSA, R.B.G.S. & CASTRO, C.G.J. 1979. Hidrogeologia das bacias dos rios Aguapeí, Peixe e Paranapanema no Estado de São Paulo. In: Simpósio Regional de Geologia, 2., Rio Claro. Atas...Rio Claro: SBG, 1979, v.2, p. 85-100.
- ROCHA, G. (Coord.). 2005. Mapa de águas subterrâneas do Estado de São Paulo - Escala 1:1.000.000. São Paulo: DAEE/IG/IPT/CPRM. 119 p.
- SÃO PAULO (Estado). 1988. Lei nº 6.134/88 de 2 de junho de 1988. Dispõe sobre a preservação dos depósitos naturais de águas subterrâneas do Estado de São Paulo, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.comitepcj.sp.gov.br/download/Lei-6134-88.pdf>
- SÃO PAULO (Estado). 1991. Decreto nº 32.955, de 7 de fevereiro de 1991. Regulamenta a Lei nº 6.134, de 2 de junho de 1988. Disponível em: <http://www.quimlab.com.br/PDF-LA/Decreto%2032955%20Preserva%E7%E3o%20de%20C1gua%20Subterr%E2nea.pdf>

- SÃO PAULO (Estado). 2012. Plano Estadual de Recursos Hídricos: PERH 2012 – 2015. 2014. Relatório de acompanhamento. São Paulo: Coordenadoria de Recursos Hídricos.
- SÃO PAULO (Estado). 2014. Unidades homogêneas de uso e ocupação do solo urbano (UHCT) do Estado de São Paulo. Instituto Geológico /Coordenadoria de Planejamento Ambiental, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, 2014 (disponível em <http://www.ambiente.sp.gov.br/cpla/cessao-de-dados/unidades-homogeneas-de-uso-e-ocupacao-do-solo-urbano-uhct/>)
- SMA – SECRETARIA DO ESTADO DO MEIO AMBIENTE; STMUGV – SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE, SAÚDE PÚBLICA E PROTEÇÃO AO CONSUMIDOR DO ESTADO DA BAVIERA. 2004. Projeto “Sistema de Informação para o Gerenciamento Ambiental do Recurso Hídrico Subterrâneo no Afloramento do Aquífero Guarani no Estado de São Paulo”. Cooperação Técnica entre a Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo (Brasil) e a Secretaria de Meio Ambiente, Saúde Pública e Proteção ao Consumidor do Estado da Baviera (Alemanha) - CD-ROM (Relatório Técnico), São Paulo, 2004.
- SILVA, F.P.; KIANG, C.H.; CAETANO-CHANG, M.R. 2005. Hidroestratigrafia do Grupo Bauru (K) no Estado de São Paulo. *Águas Subterrâneas*, v.19, n.2, p.19-36.
- SOARES, P.C.; LANDIM, P.M.B.; FÚLFARO, V.J.; SOBREIRO NETO, A. F. 1980. Ensaio de caracterização do Cretáceo no Estado de São Paulo: Grupo Bauru. *Revista Brasileira de Geociências*, 10 (3): 177-185.
- VARNIER, C. L.; IRITANI, M. A.; VIOTTI, M.; ODA, G. H.; FERREIRA, L. M. R. 2010a. Nitrato nas Águas Subterrâneas do Sistema Aquífero Bauru, Área Urbana do Município de Marília (SP). *Revista do Instituto Geológico*, V.31 (1/2), 1-21.
- VARNIER, C.; GUERRA, S.P.; HIRATA, R.; VEIGA, C.; VIOTTI, M. 2010b. Contaminação das Águas Subterrâneas por Nitrato e a Expansão Urbana em Presidente Prudente. In: XVI Congresso Brasileiro de Geologia/XVII Encontro Nacional de Perfuradores de Poços, 2010, São Luís. Anais do XVI Congresso Brasileiro de Geologia/XVII Encontro Nacional de Perfuradores de Poços. São Paulo: Associação Brasileira de Águas Subterrâneas.

EXEMPLO DE FICHA PREENCHIDA PARA CADA POÇO VISITADO

Nº Poço IPT: 61		Nº local: PPS4	
Município	Avaí		
Proprietário	COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO (SABESP)		
Endereço	VIA DE ACESSO SP-300/AVAÍ - CHÁCARA SANTO ANTÔNIO, SEDE		
Data da Visita	13/10/2014	Prof. (m)	150
UTME (m)	673261	Q (m ³ /h)	61
UTMN (m)	7549731	NE (m)	9,6
Data da construção	31/01/1981	ND (m)	24,1
Datum	WGS 1984		
Fotos 1 e 2 – Poço de abastecimento (acervo IPT, 13/10/2014).			
Inspeção Sanitária			
Estado da Laje	CONSERVADA		
Altura da laje (m)	0,12		
Caimento da laje	NÃO		
Dimensões da laje (m)	0,95		
Tampa	SIM		
Vedação do poço	BOA		
Altura do tubo de boca (m)	0,4		
Estado da Cerca	CONSERVADA		
Dimensões da Cerca (m)	3,9		
Limpeza do entorno	BOA		
Rede esgoto ou fossa no entorno	FOSSA		
Área inundável	NÃO		
Recomendações Gerais	Laje de proteção deve apresentar área = 3 m ² , espessura mínima de 0,15 m e declividade do centro para a borda; deve ser cercado em uma área cujo raio deve ter no mínimo 10 m.		

Continua

EXEMPLO DE FICHA PREENCHIDA PARA CADA POÇO VISITADO

Continuação

Perímetros de Proteção			
Raio do Perímetro de Alerta (m)	R = 45,6	Método:	Raio Fixo Calculado (RFC)
Fontes potenciais de contaminação e Potencial de carga contaminante			
<p>PASTO (REDUZIDO)</p> <p>DENSIDADE DE OCUPAÇÃO (São Paulo, 2014): SEM CLASSIFICAÇÃO</p>		<p>Fontes potenciais difusas de contaminação</p> <p> Pasto</p>	
<p>Observação:</p> <p>RPA (RFC): Perímetro de Alerta proposto, com raio calculado pelo método do Raio Fixo Calculado</p> <p>Buffer 100 m: Área com raio de 100 m onde foram levantadas as fontes potenciais de contaminação</p>			

AGRADECIMENTOS

Para a realização do estudo contou-se com o apoio e colaboração de várias entidades as quais a equipe técnica registra seus agradecimentos.

À Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), sede e seus escritórios regionais;

Às Prefeituras dos 120 municípios estudados;

Aos Serviços municipais de abastecimento de água dos municípios estudados;

À Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB);

Aos Comitês de Bacia Hidrográfica do Turvo-Grande e do Aguapeí-Peixe;

Ao Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) e suas Diretorias de Bacia de Marília e São José do Rio Preto;

À Câmara Técnica de Águas Subterrâneas do Conselho Estadual de Recursos Hídricos;

Ao Comitê Coordenador do Plano Estadual de Recursos Hídricos (CORHI);

Ao Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FEHIDRO).

EQUIPE TÉCNICA DO PROJETO

Elaboração

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS – IPT

Centro de Tecnologias Geoambientais - GTGeo

Laboratório de Recursos Hídricos e Avaliação Geoambiental - Labgeo

Ana Maciel de Carvalho – Geóloga, Mestre – Gerente do Projeto

José Luiz Albuquerque Filho – Geólogo, Dr. – Coordenador do Projeto

Nádia Franqueiro Corrêa – Geóloga

Fernando Fernandez – Geólogo

Priscila Ikematsu – Engenheira Ambiental, Mestre

André Luiz Ferreira - Geógrafo

Ana Candida Melo Cavani Monteiro – Matemática, Mestre

Tatiana Luiz Tavares – Geóloga, Dra.

Luiz Gustavo Faccini – Geógrafo, Mestre

Lucas Carlucci Sato – Estagiário de Geologia

Fladmir Dornellas Soares – Estagiário de Geologia

Apoio Técnico

Álvaro Camargo Kopezynski - Técnico

Ana Maria de Azevedo Dantas Marins – Técnica

Antônio José Catib Baladore - Técnico

Benedito Nachbal – Técnico

Apoio Administrativo

Rosângela Aparecida Carelli Correia – Secretária

Participação

INSTITUTO GEOLÓGICO/SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE – IG/SMA

Núcleo de Hidrogeologia

Mara Akie Iritani – Geóloga, Dra. – Gestora do Projeto

Sibele Ezaki – Geóloga, Dra. – Co-Gestora do Projeto

Geraldo Hideo Oda – Geólogo, Mestre

Interlocução do FEHIDRO no Instituto Geológico

Luciana Martin Rodrigues Ferreira, Mestre

Apoio Administrativo

Nívea Aparecida da Silva Oliveira – Diretora do Centro Administrativo

Katiane Suelen Moretto – Diretora do Núcleo de Finanças

AGENTE TÉCNICO DO FEHIDRO

Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE

José Eduardo Campos – Geólogo – Agente Técnico do Empreendimento

GRUPO DE ACOMPANHAMENTO TÉCNICO (GAT)

Cesar Bianchi Neto - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP)

José Eduardo Campos – Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE)

Marilda de Souza Soares – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB)

Rosângela Pacini Modesto – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB)

Rubens José Mario Junior – Centro de Vigilância Sanitária (CVS)

Financiamento



Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FEHIDRO)

FICHA TÉCNICA DO PROJETO

Coordenação Geral

Ana Maciel de Carvalho (IPT)

José Luiz Albuquerque Filho (IPT)

Mara Akie Iritani (IG)

Elaboração

José Luiz Albuquerque Filho (IPT)

Mara Akie Iritani (IG)

Sibele Ezaki (IG)

Projeto Gráfico

Mara Akie Iritani (IG)

Sandra Moni (IG)

Colaboração

Gulherme Mariotto (IPT)

Fotos

Instituto de Pesquisas Tecnológicas

Instituto Geológico

Conselho Editorial do Instituto Geológico

Mirian Ramos Gutjahr (IG)

Denise Rossini Penteado (IG)

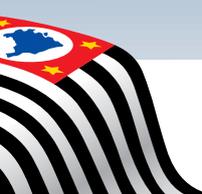
Rosangela do Amaral (IG)

Márcia Vieira Silva (IG)

Financiamento



Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FEHIDRO)



Secretaria de Desenvolvimento
Econômico, Ciência, Tecnologia e Inovação

Secretaria do
Meio Ambiente

