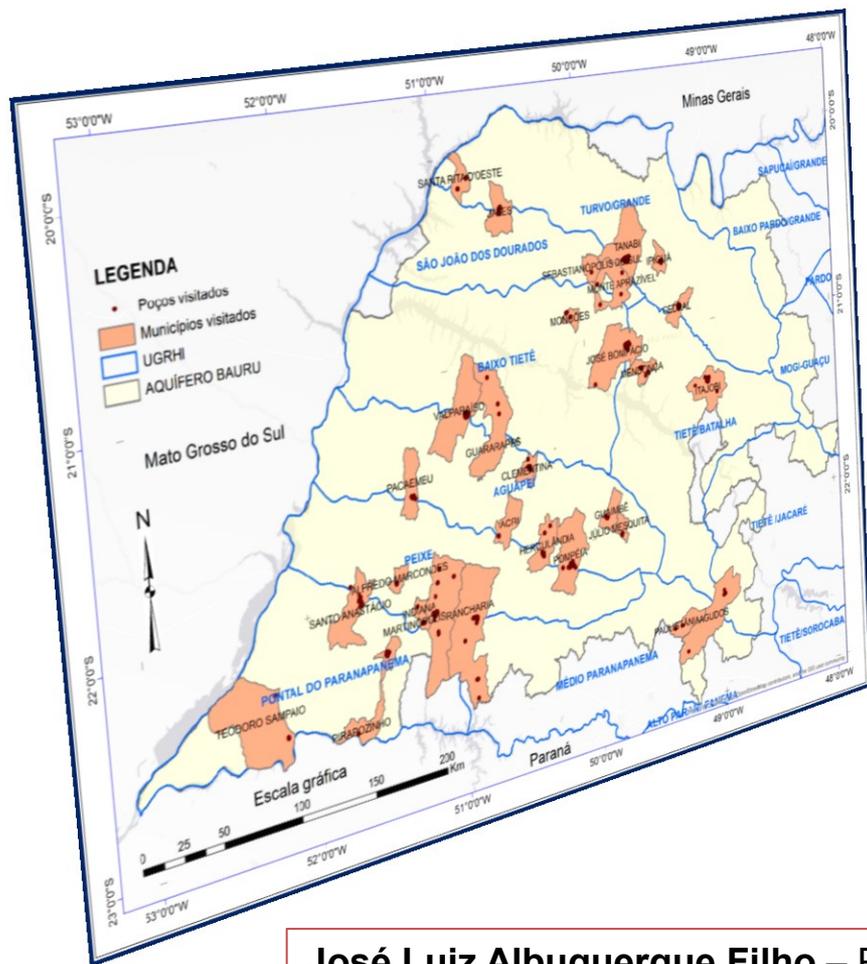


Procedimentos metodológicos e resultados obtidos no projeto: “Perímetros de Proteção de poços de abastecimento público – Sistema Aquífero Bauru – Segunda Etapa

José Luiz de Albuquerque Filho

*Palestra on-line realizado em abr., 2021, via Plataforma Teams com Prefeituras Municipais – Oeste Paulista.
Organização : Grupo de Comunicação Instituto Geológico – IG/Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente – SIMA*

A série “Comunicação Técnica” compreende trabalhos elaborados por técnicos do IPT, apresentados em eventos, publicados em revistas especializadas ou quando seu conteúdo apresentar relevância pública.



PROJETO :
“Perímetros de Proteção de poços de abastecimento público – Sistema Aquífero Bauru – Segunda Etapa” (Projeto PPP-SAB2)

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E RESULTADOS OBTIDOS NO PROJETO

28 de Abril de 2021

*Encontro realizado via Plataforma Teams
 Prefeituras Municipais – Oeste Paulista*

José Luiz Albuquerque Filho – Pesquisador, Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT
Mara Akie Iritani – Pesquisadora, Instituto Geológico – IG/Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente - SIMA

EQUIPE

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT

Seção de Planejamento Territorial, Recursos Hídricos, Saneamento e Florestas - SPRSF

José Luiz Albuquerque Filho – Geólogo, Doutor (Coordenador Técnico)

Fausto Luis Stefani – Geólogo, Mestre (Gerente do Projeto)

Tatiana Luiz dos Santos Tavares – Geóloga, Doutora

Nádia Franqueiro Corrêa – Geóloga

Sofia Julia Alves Macedo Campos – Engenheira Civil, Mestre

Karoline Alves de Araujo - Estagiária de Geografia

Ana Maria de Azevedo Dantas Marins - Técnica

Antonio José Catib Baladore - Técnico

Elis Miguele de Sá – Estagiária de Geologia

Karina da Silva Lima – Estagiária de Geografia

Caio Pompeu Cavalhieri – Engenheiro Ambiental, Mestre

Lucas Stefano Rissatto – Engenheiro Hídrico

APOIO ADMINISTRATIVO

Rosângela Ap. C. Correia – Secretária

INSTITUTO GEOLÓGICO - IG

Núcleo de Hidrogeologia

Mara Akie Iritani – Geóloga, Doutora (Gestora do Projeto)

Sibele Ezaki – Geóloga, Doutora (Co-Gestora do Projeto)

Luciana Martin Rodrigues Ferreira, Mestre (Diretora Geral do Instituto)

APOIO ADMINISTRATIVO

Débora Sambugaro Rodrigues de Santana - Diretora do Centro Administrativo

Fabiana Noca da Silva – Diretora do Núcleo de Finanças

Nívea Aparecida da Silva Oliveira

Sérgio Rosendo Batista

ATIVIDADES DESENVOLVIDAS



FEHIDRO
Fundo Estadual de Recursos Hídricos

LEVANTAMENTO DE DADOS EXISTENTES

a) Poços:

- Sabesp;
- DAEE (SIDAS);
- Planos de Redução de Perdas na Rede de Água; e
- Planos Municipais de Saneamento;

b) Dados considerados:

- Localização;
- Perfil construtivo;
- Perfil geológico;
- Teste de vazão;
- Regime de operação; e
- Dados de nível da água.

c) Fontes Potenciais de Contaminação

- SIPOL (Sistema de Informações de Poluição)/CETESB: 1.901 Atividades
- Áreas Declaradas Contaminadas: 38



LEVANTAMENTO DE DADOS DE CAMPO

CADASTRO DE POÇOS E ATIVIDADES NO ENTORNO

- Cadastro de poços:
 - 383 poços visitados (ativos, tamponados e desativados)
 - 321 poços ativos (em operação na época da visita em 2019)
- Dados principais levantados:
 - Localização;
 - Medição do nível da água;
 - Avaliação da proteção sanitária e conservação;
 - Limpeza ao redor; e
 - Registro de ocorrência de inundação.



LEVANTAMENTO DE DADOS DE CAMPO

ATIVIDADES ANTRÓPICAS NO ENTORNO DO POÇOS

- Cadastro de fontes potenciais de contaminação (Área de raio de 100 m):
 - 103 ocorrências associadas a fontes potenciais difusas
 - 183 fontes potenciais pontuais
- Informações coletadas:
 - Identificação;
 - Localização;
 - Tipo de atividade;
 - Esgotamento sanitário; e
 - Registro de ocorrência de inundação.



FONTES DIFUSAS

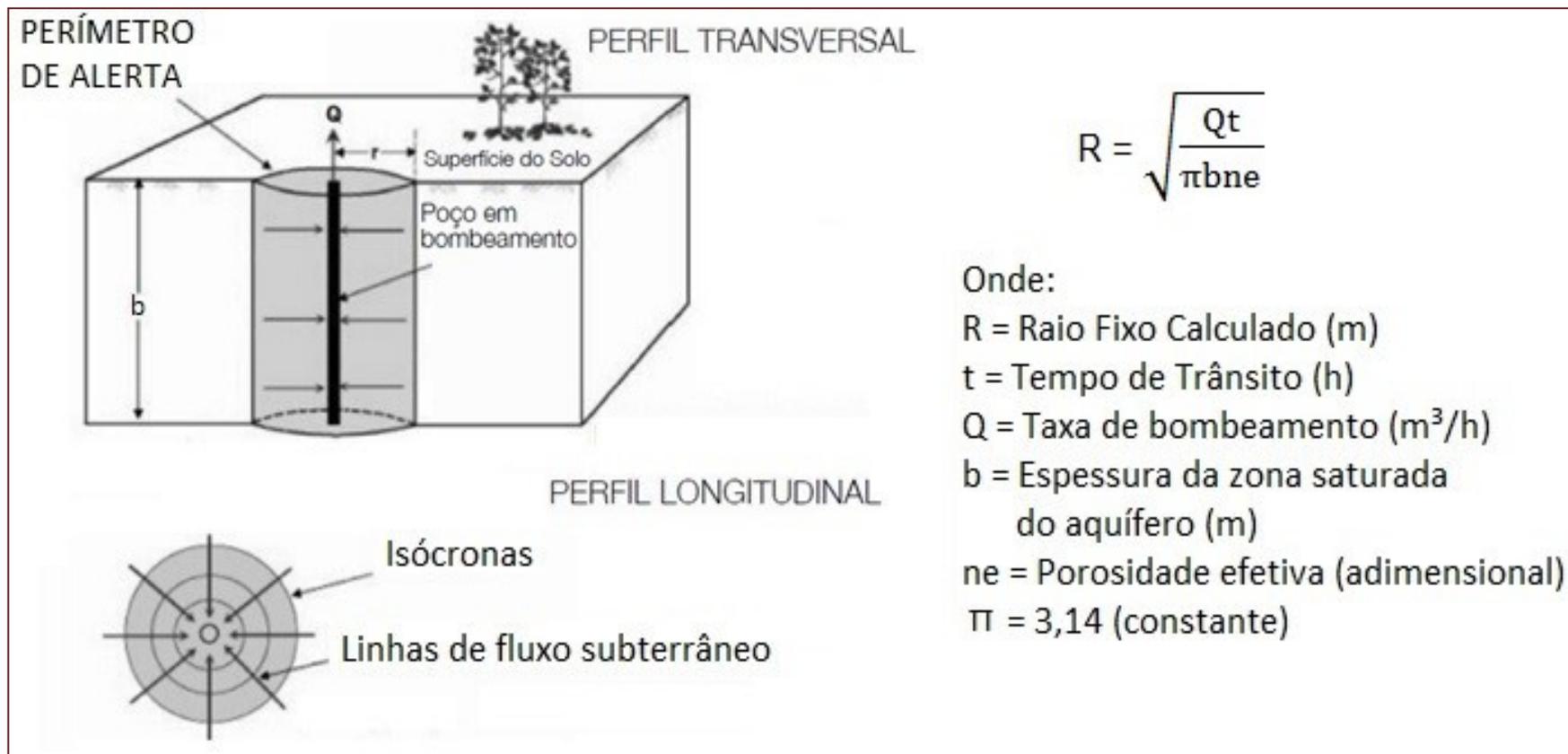


FONTES PONTUAIS

RESULTADOS

CÁLCULO DO PERÍMETRO DE ALERTA

Método: Raio Fixo Calculado



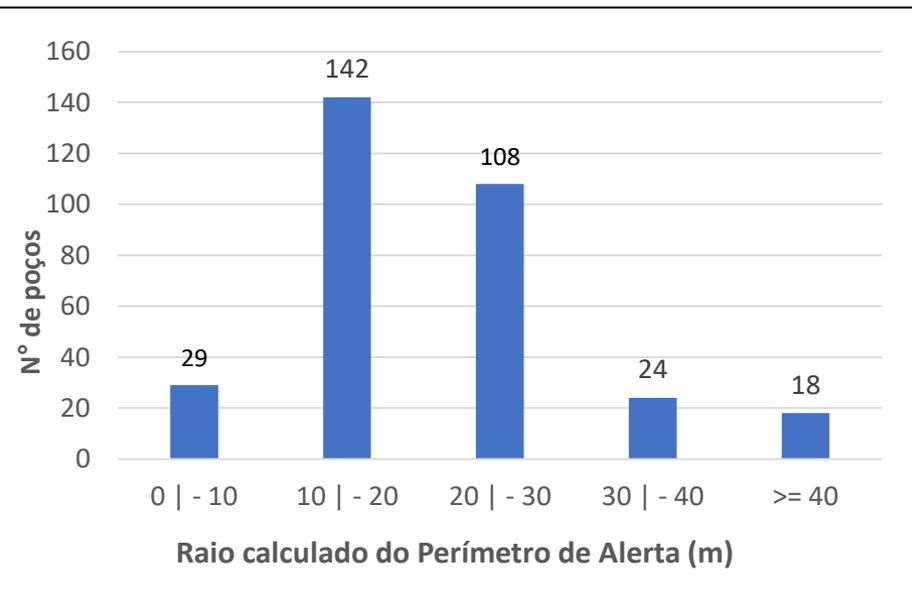
modificado de Carvalho e Hirata (2012)

PERÍMETRO DE ALERTA



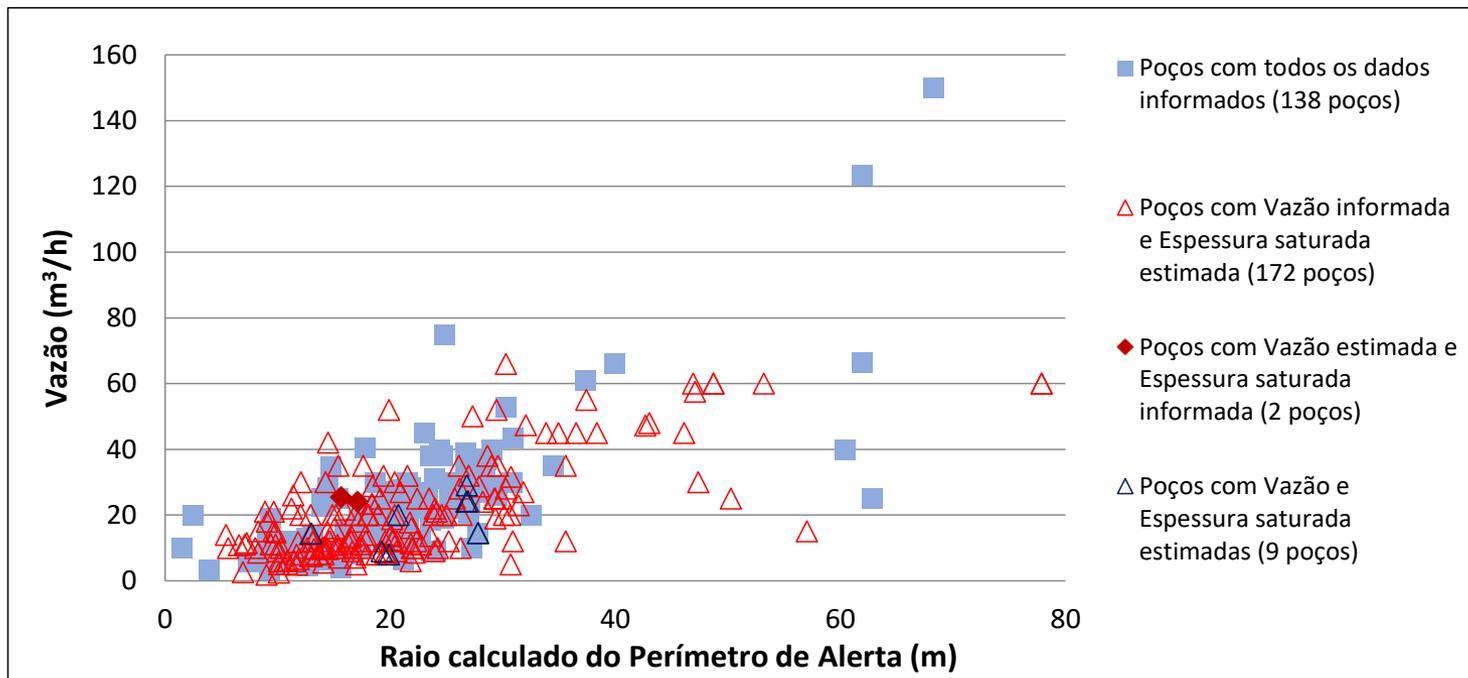
- 321 poços ativos
- 29 poços com raio inferior a 10 m²
- 87% dos poços com raio inferior a 30 m
- Apenas 8 poços com área superior a 10.000 m²

Valor	RFC (m)	Área abrangida (m ²)
Mínimo	1,5	7,0
Média	21,3	1.815,0
Mediana	19,4	1.182,0
Máximo	77,9	19.048,0



PERÍMETRO DE ALERTA

Dificuldades encontradas para os cálculos



Q (m³/d) , Prof. do Poço (m) e N.E. (m)

Porosidade Efetiva (η_e)

Informação de campo

Informações com base em: PMSs/SIDAS/Sabesp

Estimativa a partir de dados de poços cadastrados nas vizinhanças, em zonas urbanas. Em caso de inexistência de dados de poços na própria área urbana, eram considerados poços na zona rural da cidade ou em municípios vizinhos

Informação de referências:

- Carvalho e Hirata (2012);
- São Paulo (2005); e
- IG (2012)

PRIORIDADE

PROTEÇÃO SANITÁRIA

Situação observada entre agosto e outubro de 2019

Componentes de proteção exigidos	EL	AL	HL	T	V	HTb	EC	AC	L	CS
Poços que atendem a norma (%)	65	66	20	99	76	19	69	72	71	9

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; AC: Área da cerca ao redor do poço; L: limpeza no entorno; e CS: cimentação sanitária.

Considerando-se como norma de referência a Instrução Técnica DPO nº 010, de 02 de abril de 2018 (DAEE, 2018), observa-se que:

- A maior parte dos poços apresentava proteção sanitária em conformidade com a norma (boas condições);
- Muitos poços tinham laje e altura da boca do tubo de revestimento com dimensão inferior à exigida;
- Pouca informação sobre selo sanitário (cimentação).

PROTEÇÃO SANITÁRIA: Exemplos



1. Santo Anastácio



2. Alfredo
Marcondes



3. Pirapozinho



4. Iacri

PROTEÇÃO SANITÁRIA: Situações que requerem correções



LAJE COM ÁREA INADEQUADA



LAJE COM RACHADURAS E/OU QUEBRADA



SEM LAJE

Apenas 38 poços não tinham laje

PROTEÇÃO SANITÁRIA: Situações que requerem correções



**LIMPEZA DO POÇO
INADEQUADA**

PROTEÇÃO SANITÁRIA: Situações que requerem correções

ALTURA INADEQUADA DO TUBO DE BOCA



POÇO ABAIXO DO NÍVEL DO PISO

PROTEÇÃO SANITÁRIA: Situações que requerem correções

VEDAÇÃO INADEQUADA



VEDAÇÃO INADEQUADA

PROTEÇÃO SANITÁRIA: Situações que requerem correções

CERCA AO REDOR INADEQUADA



POÇOS SEM CERCA AO SEU REDOR

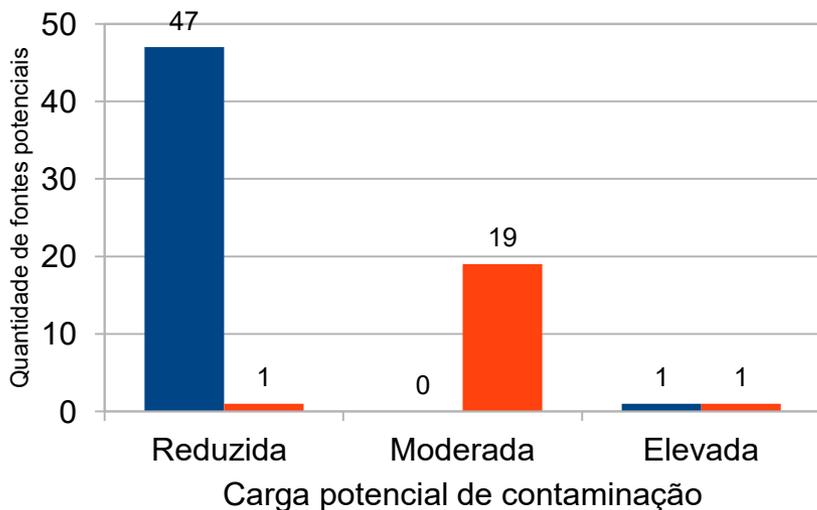
Apenas 64 poços não tinham cerca;
14 apresentam cerca no terreno onde
se localiza o poço.

FONTES POTENCIAIS DE CONTAMINAÇÃO

Situação observada entre agosto e outubro de 2019



Fontes potenciais de contaminação no Perímetro de Alerta

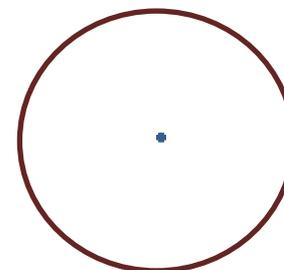


■ Fontes difusas ■ Fontes pontuais

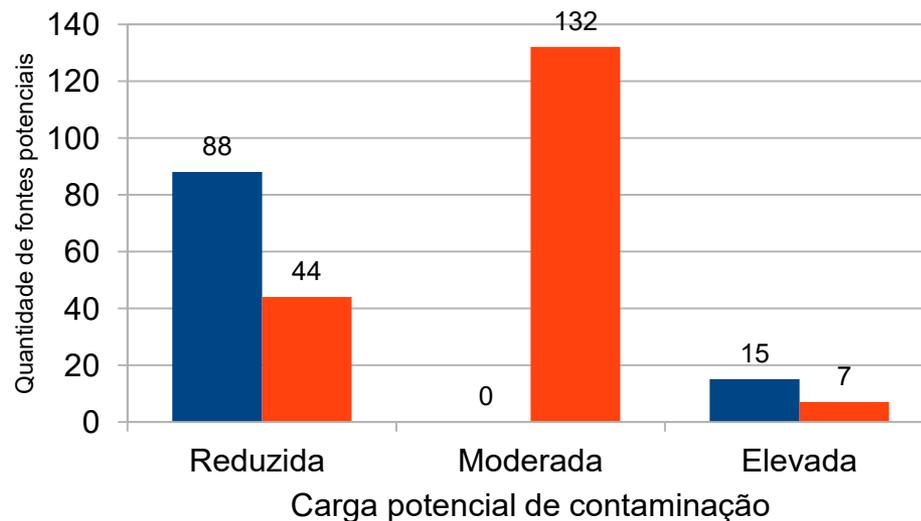
329 Fontes



Pontuais: 21
Difusas: 48



Fontes potenciais de contaminação em um raio de 100 m a partir dos poços



■ Fontes difusas ■ Fontes pontuais

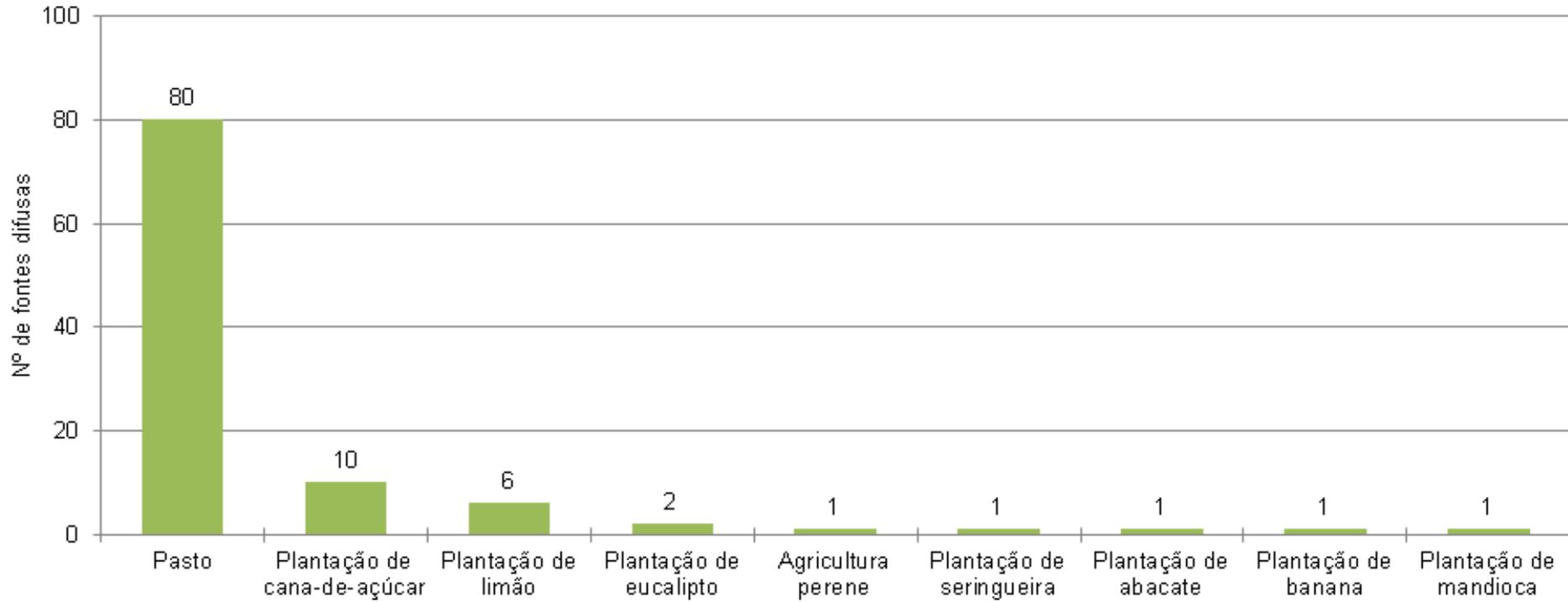
286 Fontes



Pontuais: 183
Difusas: 103

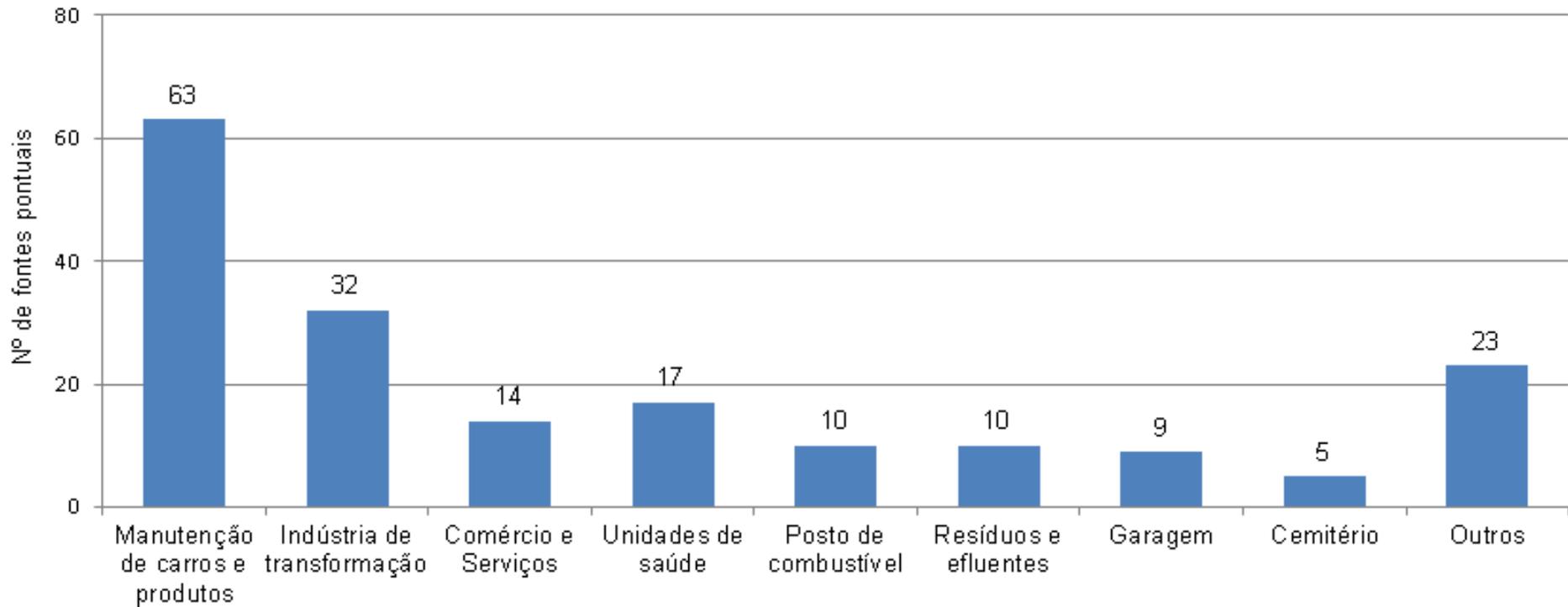
FONTES POTENCIAIS DIFUSAS DE CONTAMINAÇÃO

Perímetro com raio de 100 metros



FONTES POTENCIAIS PONTUAIS DE CONTAMINAÇÃO

Perímetro com raio de 100 metros



Observação importante:

Foram observados 52 poços desativados e apenas 14 deles estão tamponados (soterrados). Quanto aos demais, observam-se 19 poços em situação que merece atenção, pois representam perigo ao aquífero (ausência de tampa e/ou ausência de laje).

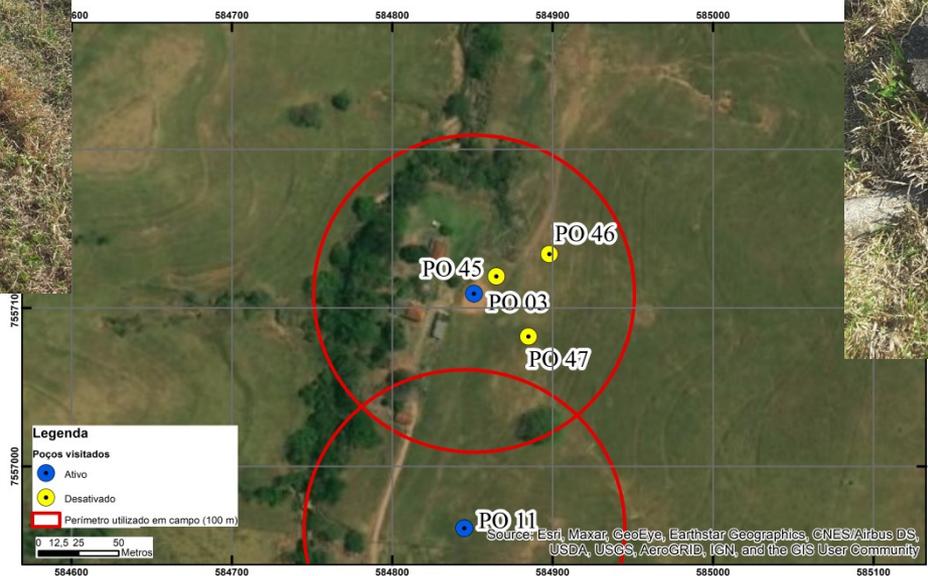
EXEMPLOS QUE MERECEM ATENÇÃO: POÇOS ABANDONADOS NO ENTORNO DE POÇOS EM ATIVIDADE

PROTEÇÃO SANITÁRIA: Situações que requerem correções

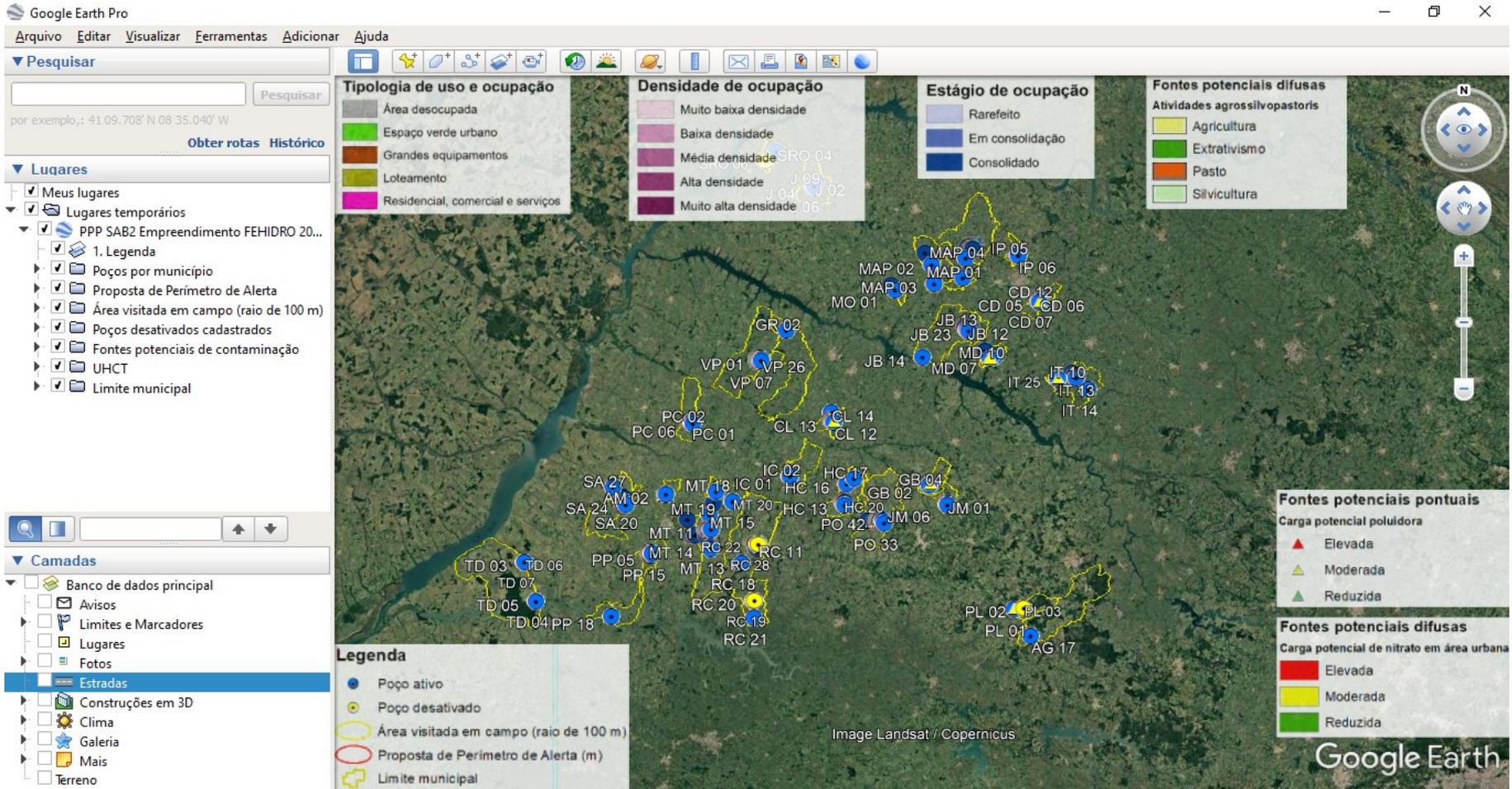


Poço abandonado, contando apenas com uma lajota como tampa e se encontra localizado a 21 m de poço em operação

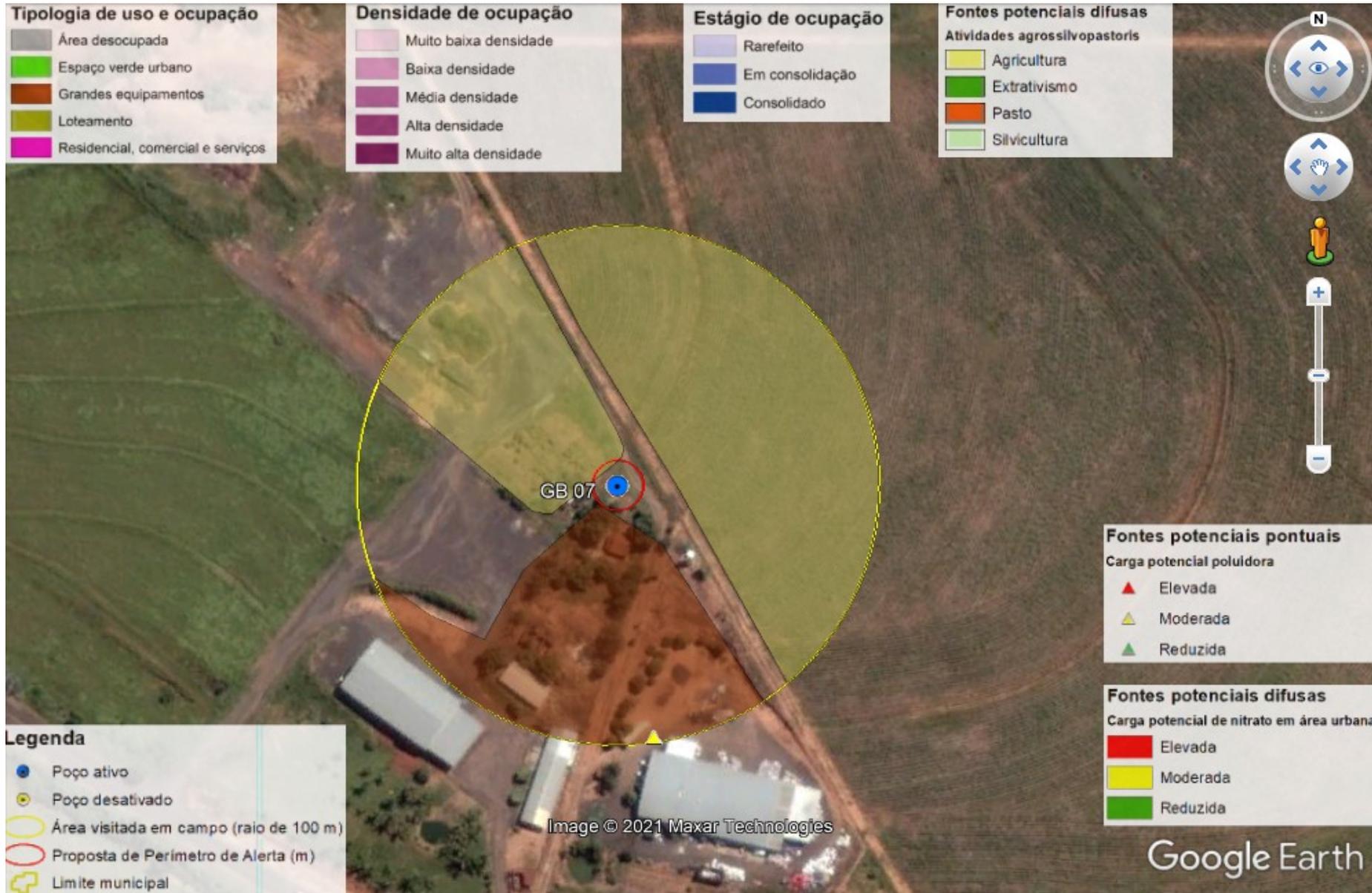
PROTEÇÃO SANITÁRIA: Situações que requerem correções



SISTEMA VISUALIZADOR DE INFORMAÇÕES GEORREFERENCIADAS (SVI)



SISTEMA VISUALIZADOR DE INFORMAÇÕES GEORREFERENCIADAS (SVI)



FICHA POR POÇO

Localização

DADOS DO POÇO			
Nº do cadastro IPT: AM 02	Nº Poço (DAEE): 153-15	Nº local: P02	
Endereço: Rua Santos Pereira, s/n			
Proprietário: Sabesp		Município: Alfredo Marcondes	
UTM-N (m): 7572281	UTM-E (m): 457659	Datum: SIRGAS2000	Data da visita: 27/08/2019
Data de construção:	Sem informação	Vazão de exploração (m³/h):	12,65
Sistema aquífero:	Bauru	Tempo de bombeamento (horas/dia):	20,00
Profundidade (m):	195,00	Tempo de bombeamento (dia/mês):	30
Nível Estático informado (m):	50,00	Nível Estático medido (m):	Medida não autorizada
Nível Dinâmico informado (m):	70,25	Nível Dinâmico medido (m):	Medida não autorizada



Informações do poço

Foto 1 - Vista geral do poço (Registro em 27/08/2019) Foto 2 - Vista em detalhe do poço (Registro em 27/08/2019)

Proteção Sanitária

PROTEÇÃO SANITÁRIA DO POÇO		
Presença de laje: <input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	Forma da laje: <input type="checkbox"/> Circular <input checked="" type="checkbox"/> Quadrangular <input type="checkbox"/> Poligonal	Raio (cm): Não se aplica Dimensões (cm): 489,00 x 488,00
Inclinação da laje: <input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não	Espessura (cm): 15,00	Integridade da laje: <input checked="" type="checkbox"/> Conservada <input type="checkbox"/> Não conservada
Área aproximada (m²): 23,86	Menor distância entre o tubo e a borda da laje (cm): 221,00	Motivo da má conservação: <input type="checkbox"/> Rachadura <input type="checkbox"/> Presença de mato <input type="checkbox"/> Orifício <input type="checkbox"/> Presença de resíduo <input type="checkbox"/> Quebrada <input type="checkbox"/> Buraco entre o poço e a laje <input type="checkbox"/> Outro: Não se aplica
Vedação do poço		
Condição de vedação: <input checked="" type="checkbox"/> Boa <input type="checkbox"/> Ruim	Motivo da má vedação: Não se aplica	Profundidade de cimentação (m): Sem informação
Presença de tampa: <input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	Altura da boca do poço (cm): 42,00 (sobre a laje)	Altura do tubo gule (cm): 62,00 (sobre a laje)
Condições da cerca		
Presença de cerca ao redor do poço: <input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	Dimensões da cerca (m): 12,30 x 10,80	Integridade da cerca: <input checked="" type="checkbox"/> Conservada <input type="checkbox"/> Não conservada
Presença de cerca no terreno do poço: <input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não	Área da cerca (m²): 132,84	Motivo da má conservação: <input type="checkbox"/> Quebrada <input type="checkbox"/> Alambrado rasgado <input type="checkbox"/> Apresenta rachadura <input type="checkbox"/> Outro: Não se aplica
Outras informações		
Limpeza no entorno: <input checked="" type="checkbox"/> Boa <input type="checkbox"/> Ruim	Descrição da má limpeza: Não se aplica	
Localização em área inundável: <input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não	Aspectos da área inundável: Não se aplica	

RECOMENDAÇÕES			
Situações de desconformidades com base na Instrução Técnica DPO nº 010 do DAEE (atualizada em 02/04/2018):			
<input type="checkbox"/> Área da laje	<input checked="" type="checkbox"/> Altura da boca do poço	<input type="checkbox"/> Área da cerca do poço	<input type="checkbox"/> Ausência de tampa
<input type="checkbox"/> Espessura da laje	<input checked="" type="checkbox"/> Profundidade de cimentação	<input type="checkbox"/> Integridade da cerca do poço	<input type="checkbox"/> Ausência de Empeça no entorno
<input type="checkbox"/> Integridade da laje	<input checked="" type="checkbox"/> Condição de vedação	Recomenda-se atenção para o(s) item(ns) em desconformidade: a altura mínima da boca do poço deve ser de 0,5 m; e a cimentação deve apresentar 20 m de profundidade.	

PERÍMETRO DE PROTEÇÃO PROPOSTO		
Raio Fixo Calculado:	21,00 m	Área do raio (m²): 1.377



Fontes potenciais

DE CONTAMINAÇÃO			
Identificação:	Atividade[s] no entorno do poço em um raio de 100 m:	Carga potencial:	Tipo de fonte:
AM-AT01	Pasto	Reduzida	Difusa
Carga potencial de contaminação por nitrato em área urbana (no raio de 100 m a partir do poço):			
Presença de rede de esgoto:	<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	Distância da rede ou fossa: Rede de esgoto a 50 m	
Densidade de Ocupação:	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica
Estágio de Ocupação:	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica
Carga potencial:	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

CARACTERÍSTICAS SANITÁRIAS DE POÇOS DESATIVADOS (RAIO DE 100 M)			
Poço desativado:	Distância até o poço (m):	Situação da vedação:	Principais características:
Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica
Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica
Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

MANUTENÇÃO DO PERÍMETRO IMEDIATO DE PROTEÇÃO SANITÁRIA (PIPS)

Características da proteção sanitária de poços tubulares e o Perímetro Imediato de Proteção Sanitária estabelecidos nos documentos normativos

Componente	Descrição	Especificações	Fonte
Laje de Proteção	Concreto armado envolvendo o tubo de revestimento	Área $\geq 3 \text{ m}^2$	DAEE (2018)
	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 mínima de 3" e profundidade mínima de 20 m em situação normal, ou 36 m em área com contaminação por nitrato ou declarada como de restrição no SAB*	DAEE (2018)
	Coluna de revestimento acima da laje de proteção	Altura $\geq 0,50 \text{ m}$	ABNT (2006a 2006b) e DAEE (2018)
	Lacre com chapa soldada ou tampa rosqueável com cadeado ou outro dispositivo de segurança	Especificações não definidas	
Cerca de Proteção (Perímetro Imediato de Proteção Sanitária)	Área da cerca	Área $\geq 3 \text{ m}^2$	DAEE (2018)
	Material da cerca	Alambrado	
	Portão com fechamento adequado para manutenção do poço	Especificações não definidas	

*Essa orientação diz respeito às áreas com constatação de contaminação por nitrato ou em áreas de restrição e controle de uso de águas subterrâneas no Sistema Aquífero Bauru

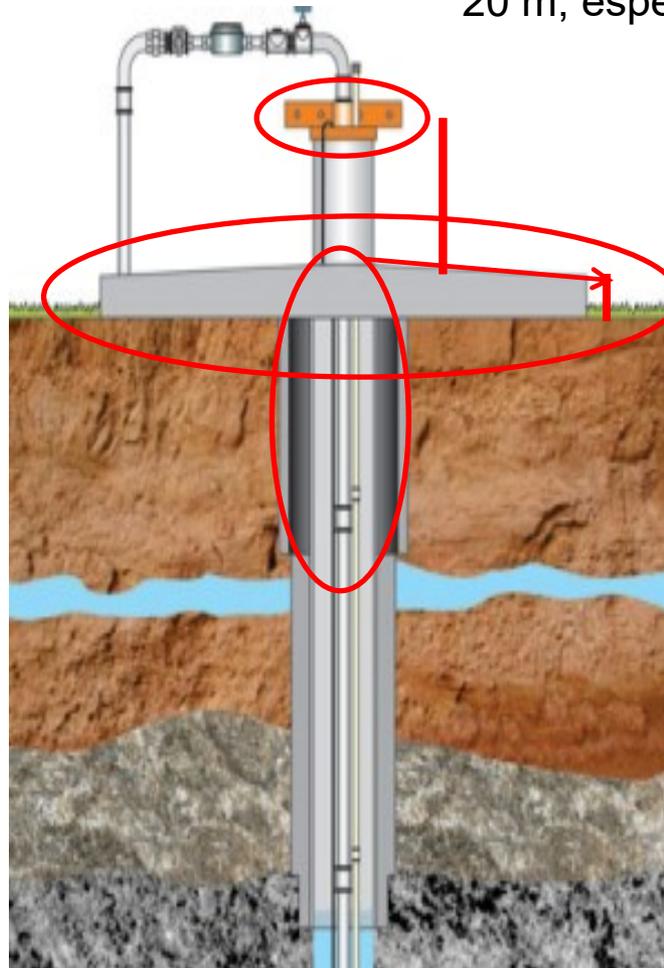
PIPS: Instrução Técnica DAEE nº 10, de 02/04/2018 (DAEE, 2018)

- Laje de Proteção
- Tampa
- Tubo de revestimento



Coluna de revestimento:
altura mínima de 0,5 m
acima da laje

Cimentação do espaço anelar entre
tubo de revestimento e parede da
perfuração (profundidade mínima de
20 m, espessura mínima de 0,075 m)



Área superior a **3 m²**

Espessura mínima de **0,15 m**

Caimento do centro
para a borda

MANUTENÇÃO DO PERÍMETRO IMEDIATO DE PROTEÇÃO SANITÁRIA (PIPS)

Alerta importante:

É importante ressaltar que os poços desativados, mesmo que temporariamente, devem ser lacrados adequadamente e sua proteção sanitária deve ser mantida em boas condições, para evitar problemas relacionados às eventuais infiltrações de contaminantes. Caso a desativação do poço seja definitiva, o mesmo deverá ser tamponado de acordo com a Instrução Técnica DPO nº 010/2017 (DAEE, 2018).

IMPLANTAÇÃO DO PERÍMETRO DE ALERTA (PA) PROPOSTO

Recomendações:

- Estabelecer ações preventivas e de controle e restrições mais rígidas nas áreas mais próximas à captação. Isso pode otimizar os custos para a proteção da água subterrânea.

- Portanto, no PIPS e no PA, recomenda-se a restrição ou controle máximo das atividades com elevado a moderado potencial poluidor, tais como:
 - i) Criação intensiva de animais;
 - ii) Armazenamento e aplicação de fertilizantes (orgânicos ou minerais) e agrotóxicos;
 - iii) Descarte de resíduos, qualquer que seja a sua classe;
 - iv) Armazenamento e descarte de lodo de Estações de Tratamento de Água (ETA) e de Estações de Tratamento de Esgoto (ETE); e
 - v) Novos loteamentos sem sistema de coleta e tratamento de esgotos, indústrias que manipulem produtos perigosos e atividades minerárias.

IMPLANTAÇÃO DO PERÍMETRO DE ALERTA (PA) PROPOSTO

Recomendações (cont.):

- Incentivar a ampliação ou recuperação das áreas vegetadas, proibindo a supressão de cobertura vegetal natural;
- Elaborar plano de monitoramento periódico da qualidade da águas subterrâneas, acompanhado de ações de manutenção sistemática dos poços, caso o poço se localize em área com a presença de diferentes atividades potencialmente contaminantes
- Da mesma forma, se for identificada alguma alteração na qualidade da água subterrânea, deve-se proceder à readequação da atividade ou, em casos de extremo perigo potencial, a realocação do poço de abastecimento ou até mesmo do empreendimento;
- Por fim, em caso de eventuais problemas de qualidade da água dos poços, o município deve elaborar um plano de contingência para facilitar a adoção de ações emergenciais, tais como: notificar usuário(s) para não utilizar a água afetada, prover fonte alternativa de água e tratar a água no ponto de consumo;
- Mesmo naquelas áreas em que não se observam quaisquer tipos de atividades potencialmente contaminantes, devem ser estabelecidas restrições ao uso e ocupação do solo e adotadas medidas de controle das atividades antrópicas.

RECOMENDAÇÕES GERAIS PARA IMPLANTAÇÃO DE NOVOS POÇOS

- ❑ Verificar as áreas com características favoráveis à captação de água para abastecimento público, tanto em qualidade quanto em quantidade, conforme características hidrogeológicas e vulnerabilidade do aquífero;
 - ❑ Analisar a situação do uso e ocupação do solo, a fim de verificar se existem fontes potencialmente contaminantes na ZC do poço;
 - ❑ 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 do Plano Municipal de Saneamento e deve englobar toda a ZC do poço e não somente o PIPS e o PA;
-

RECOMENDAÇÕES GERAIS PARA IMPLANTAÇÃO DE NOVOS POÇOS

- ❑ 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, a fim de verificar a viabilidade de instalação ou a necessidade de selecionar outra área para esse fim;
 - ❑ Construir o poço obedecendo as normas técnicas ABNT NBR 12.212:2006 (ABNT, 2006a) e 12.244:2006 (ABNT, 2006b) e a Instrução Técnica DPO nº 010/2017 (DAEE, 2018); e
 - ❑ Após a construção do poço de abastecimento, proceder a delimitação da sua área de proteção, conforme estabelecido nas normativas vigentes, podendo usar como base o roteiro orientativo dirigido aos municípios, elaborado pelo Instituto Geológico (IRITANI e EZAKI, 2012). O roteiro está disponível nos endereços eletrônicos da Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo – SIMA (<https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/>) e do Instituto Geológico do Estado de São Paulo – IG (www.igeologico.sp.gov.br).
-

AGRADECIMENTOS

- Aos representantes da CETESB, DAEE, SABESP e Centro de Vigilância Sanitária que compunham o Grupo de Acompanhamento Técnico pelas informações, ideias e críticas;
- Aos escritórios regionais da SABESP, aos serviços municipais de abastecimento de água e às prefeituras dos municípios estudados pelo fornecimento de informações e apoio nos trabalhos de campo;
- Ao FEHIDRO (Fundo Estadual de Recursos Hídricos) pelo financiamento.

MUITO GRATO!!!!!!



FEHIDRO
Fundo Estadual de Recursos Hídricos