



Mapeamento Geológico e Hidrogeológico do Município de Joinville-SC

Produto P3 · Inventário e
Cadastramento de Poços

Junho 2020



Prefeitura de
Joinville



SERVIÇO GEOLÓGICO
DO BRASIL - CPRM

Dados internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

M297 Mapeamento geológico e hidrogeológico do município de Joinville, SC: produto 3, inventário e cadastramento de poços / Organização Marcos Alexandre de Freitas; Marcelo Goffermann; Eliel Martins Senhorinho. – Porto Alegre : CPRM, 2019.
1 Recurso eletrônico : PDF

ISBN 978-65-5664-123-2

1. Geologia Regional. 2. Hidrogeologia. 3. Santa Catarina I. Freitas, Marcos Alexandre de (org.). II. Goffermann, Marcelo (org.). III. Senhorinho, Eliel Martins (org.)

CDD 558.164

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Ana Lúcia Coelho CRB 10-840

MAPEAMENTO GEOLÓGICO E HIDROGEOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE JOINVILLE - SC

PRODUTO 3 | INVENTÁRIO E CADASTRAMENTO DE POÇOS

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Ministro de Estado

Bento Albuquerque

Secretário de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

Alexandre Vidigal de Oliveira

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL | CPRM DIRETORIA EXECUTIVA

Diretor Presidente

Esteves Pedro Colnago

Diretor de Geologia e Recursos Minerais

Márcio José Remédio

Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial

Alice Silva de Castilho

Diretor de Infraestrutura Geocientífica

Paulo Romano

Diretor de Administração e Finanças

Cassiano de Souza Alves

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE PORTO ALEGRE

Superintendente

Lucy Takehara Chemale

Gerência de Geologia e Recursos Minerais

Carla Klein

Gerência de Infraestrutura Geocientífica

Raquel Barros Binotto

Gerência de Hidrologia e Gestão Territorial

Franco Buffon

Gerência de Administração e Finança

Alexandre Trevisan Chagas

EQUIPE EXECUTORA

Coordenador e Responsável Técnico

Geólogo DSc Marcos Alexandre de Freitas

Supervisores

Geólogo DSc Bruno Ludovico Dihl Horn

Geólogo DSc Jorge Henrique Laux

Geólogo MSc Marcelo Goffermann

Executores

Geólogo DSc Bruno Ludovico Dihl Horn

Geóloga DSc Carla Klein

Geólogo MSc Carlos Augusto Provenzano

Geólogo MSc Carlos Moacyr da Fontoura Iglesias

Geólogo Eliel Martins Senhorinho

Geóloga MSc Isadora Aumond Kuhn

Geólogo DSc Jorge Henrique Laux

Geólogo MSc Leandro Menezes Betiollo

Geólogo MSc Marcelo Goffermann

Geólogo DSc Marcos Alexandre de Freitas

Geóloga MSc Paloma Gabriela Rocha

Engenheira Hidróloga MSc Adriana Burin Weschenfelder

Engenheira Hidróloga MSc Camila Dalla Porta Mattiuzi

Engenheira Cartógrafa Giana Grupioni Rezende

Engenheira Hidróloga MSc Karine Pickbrenner

Engenheira Hidróloga MSc Marta Rubbo

Técnicos em Geociências

Bruno Francisco B. Schiehl

Clézio Ribeiro Santos

Luís Alberto da Costa e Silva

Pedro Cesar de Freitas

Ramon Darwin de Araújo

Estagiários

Adolfo Nicolau Britzke

Andrey Martins de Lima

Henrique Bocalon

Henrique Pereira dos Santos

Jeniffer Kunzler Rohmann

Thayna Isabella Gonçalves de Araújo

Preparação e Revisão de Textos

Irinéa Barbosa da Silva

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO
E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM
DIRETORIA DE GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS

| PROGRAMA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL |

MAPEAMENTO GEOLÓGICO **E HIDROGEOLÓGICO DO** **MUNICÍPIO DE JOINVILLE - SC**

PRODUTO 3 | INVENTÁRIO E CADASTRAMENTO DE POÇOS

ORGANIZADORES

Marcos Alexandre de Freitas

Marcelo Goffermann

Eliel Martins Senhorinho



Prefeitura de
Joinville



SERVIÇO GEOLÓGICO
DO BRASIL – CPRM

Porto Alegre
Junho de 2020



Foto: Marcos Freitas

SUMÁRIO

1. Introdução	19
2. Conceituação Básica	20
3. Aquíferos em Joinville	22
3.1 Aquífero Fraturado	22
3.2 Aquífero Granular	23
4. Tipos de Obras de Captação de Águas Subterrâneas	24
4.1 Poços Tubulares	25
4.2 Poços de Pequeno Diâmetro	26
4.3 Poços Escavados	27
4.4 Captações de Fontes	29
5. Cadastramento de Pontos d'Água Subterrânea	30
5.1 Materiais e Métodos	30
5.2 Resultados	34
5.2.1 Total de pontos de captação de água subterrânea cadastrados	34
5.2.2 Aquíferos captados	35
5.2.3 Situação dos pontos	36
5.2.4 Uso da água	38
5.2.5 Profundidade dos poços	40
5.2.6 Produtividade	43
5.2.7 Parâmetros físico-químicos de campo	45
6. Estimativa dos Volumes de Água Subterrânea Explotados	54
7. Problemas Verificados nas Captações de Água Subterrânea	55
7.1 Introdução	55
7.2 Aspectos Técnico-Construtivos	56
7.2.1 Poços Tubulares Profundos	59
7.2.2 Poços de Pequeno Diâmetro	68
7.2.3 Poços escavados	72
7.2.4 Captações de Fontes	73
7.3 Problemas de Ordem Técnico-Legal	76
8. Diretrizes Para As Captações de Água Subterrânea em Joinville	81
8.1. Introdução	81
8.2 Poços Tubulares	81
8.2.1 Questões de ordem técnica e legal	81

8.2.2 Perfuração de novos poços tubulares.....	83
8.2.3 Manutenção de poços tubulares existentes	88
8.3 Poços de Pequeno Diâmetro	91
8.4 Poços Escavados	95
8.5 Captações de Fontes.....	97
9. Considerações Finais	100
10. Referências Bibliográficas	101
11. Responsáveis Técnicos	104
12. Apêndice A – Ficha Utilizada Para O Cadastro dos Pontos de Captação de Água Subterrânea	105
13. Apêndice B – Quadro Resumido dos Pontos de Captação de Água Subterrânea Até Janeiro de 2020	107
14. Apêndice C – Planilhas de Ensaios de Bombeamento Executados.....	134
15. Apêndice D – Mapa de Pontos de Captação de Água Subterrânea do Município de Joinville	144
16. Apêndice E – Manual de Poços e Águas Subterrâneas	147
17. Anexo A – Orientações Para Limpeza de Poços Escavados e Captações de Fontes.....	168

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1. Natureza e distribuição espacial dos aquíferos presentes em Joinville. Datum horizontal: SIRGAS 2000. Datum vertical: Marégrafo de Imbituba (SC).....	22
Figura 3.2. Vista geral dos aquíferos existentes em Joinville. Ao fundo os aquíferos fraturados nos morros de gnaisses granulíticos e, no primeiro plano, os aquíferos granulares dispostos na planície e constituídos por sedimentos arenosos. Local: Rio Bonito.	24
Figura 4.1. Tipos de obras de captação e características litológicas simplificadas de Joinville.	24
Figura 4.2. Exemplo de poço tubular. Local: Centro Empresarial CRH.	25
Figura 4.3. Classificação de aquíferos de acordo com a pressão e tipos de poços tubulares (modificada de Iritani e Ezaki, 2008).....	26
Figura 4.4. Exemplo de poço de pequeno diâmetro, também denominado poço ponteira. Em segundo plano dentro da manilha de concreto o conjunto de bombeamento.....	27
Figura 4.5. Poço de pequeno diâmetro com bomba centrífuga e com abrigo de proteção.	27
Figura 4.6. Poço escavado revestido com tijolos e equipado com sarilho para extração de água.....	28
Figura 4.7. Poço escavado revestido com manilha de concreto e equipado com bomba de recalque.....	28
Figura 4.8. Olho d'água originado no manto de intemperismo do gnaise granulítico. Local: talude da BR-101.	29
Figura 4.9. Exemplo de proteção e captação de fonte natural. A tampa foi retirada para exibição do interior da obra. Local: Sítio Big Valley-Estrada Bonita.....	30
Figura 5.1. Divisão de áreas para distribuição das equipes e realização do cadastramento de pontos de captação de água subterrânea no município.....	32
Figura 5.2. Esquema de identificação de ponto de captação de água subterrânea com adesivo resistente às intempéries e quadro branco em poço tubular na localidade de Pirabeiraba.....	32
Figura 5.3. Medição in loco com sonda multiparamétrica das características físico-químicas das águas subterrâneas.	33
Figura 5.4. Medição de nível de água em poço escavado localizado no Clube Guarani, Pirabeiraba.....	32
Figura 5.5. Medição de nível dinâmico em poço de pequeno diâmetro (à esquerda da foto) na Vila Canela.	33
Figura 5.6. Formas de captação por meio de poços tubulares no aquífero fraturado. A: Captação exclusiva no aquífero fraturado. B: Captação simultânea no aquífero granular e no aquífero fraturado.	35
Figura 5.7. Distribuição espacial da situação dos pontos de captação de água subterrânea cadastrados.	37
Figura 5.8. Distribuição espacial dos usos da água subterrânea nos pontos de captação cadastrados.	41
Figura 5.9. Resumo estatístico e distribuição espacial dos valores dos parâmetros físico-químicos medidos em campo nos pontos de captação de água subterrânea.....	53

Figura 7.1. Equipamento de videoendoscopia utilizado no poço JML-010: Caixa de comando, monitor câmera de videoendoscopia.	56
Figura 7.2. . Equipamento de videoendoscopia utilizado no poço JML-010: guincho e câmera.....	57
Figura 7.3. Veículo do SGB-CPRM equipado com grupo gerador, guincho e bomba submersa, utilizados para os ensaios de bombeamento em Joinville.....	58
Figura 7.4. Poços tubulares cedidos para a realização de perfilagem ótica e ensaio de bombeamento.....	59
Figura 7.5. A: Obstrução dos filtros impedindo a entrada de água, diminuindo a capacidade de produção do poço (exemplo verificado no poço JEL-032 à profundidade de 7,07 metros); B: Presença de um fragmento de rocha entre o revestimento instalado e a rocha subjacente aos 20,94 metros.	60
Figura 7.6. Exemplo da evolução da turbidez da água do poço tubular conforme o andamento do seu bombeamento. Da esquerda para a direita, o tempo de bombeamento é de 08, 16 e 25 min.	61
Figura 7.7. Imagens de videoendoscopia no poço: a) vista de fundo, onde é mostrada a turbidez da água; b) vista lateral do poço, onde está identificada a secção filtrante e a entrada de material, gerando excesso de material em suspensão e turbidez da água.....	62
Figura 7.8. Reservatório com água turva bombeada diretamente do poço tubular.....	62
Figura 7.9. Exemplo de infiltração de água e materiais sólidos através da rosca mal vedada entre dois tubos de revestimento.	63
Figura 7.10. Imagem lateral da secção filtrante na profundidade de 7,07 metros, onde se observa a ranhura de filtro quebrada, permitindo a entrada de material da formação geológica para dentro do poço tubular.....	64
Figura 7.11. Tubo de revestimento e de educação corroídos no poço JAP-051 da antiga Cervejaria Antarctica.....	65
Figura 7.12. Início de corrosão na tampa do poço e na base do tubo de revestimento de aço galvanizado.....	65
Figura 7.13. Imagem interna de um poço tubular, exibindo a rosca de emenda de dois tubos galvanizados, não apertadas o suficiente e com sinais de corrosão.	66
Figura 7.14. Água avermelhada retirada no início do bombeamento e constituída por material precipitado de Fe ₂ O ₃	67
Figura 7.15. Água límpida após um determinado tempo de bombeamento do mesmo poço.	67
Figura 7.16. Tubos edutores retirados do poço, com material precipitado a base de ferro.	68
Figura 7.17. Exemplo de bomba submersa com impregnação de material precipitado rico em óxido de ferro, causando obstrução de seu crivo.....	68
Figura 7.18. Poço de pequeno diâmetro sem tampa e desprovido de laje de proteção sanitária, exemplificando a situação bastante comum encontrada em Joinville.	70
Figura 7.19. Poço de pequeno diâmetro residencial com tampa, porém sem laje de proteção sanitária.	70
Figura 7.20. Exemplo de má conservação e desleixo no entorno do poço de pequeno diâmetro.....	71

Figura 7.21. Poço de pequeno diâmetro em excelentes condições de proteção e operação.....	71
Figura 7.22. Poço de pequeno diâmetro com abrigo de proteção e cercado.....	72
Figura 7.23. Poço escavado abandonado.	73
Figura 7.24. Fonte natural utilizada para lavagem de veículos na região central do município (ponto JMB-030).....	74
Figura 7.25. Cisterna do ponto JMB-030, em detalhe.....	74
Figura 7.26. Exemplo de captação parcial de fonte natural, onde o restante da água segue seu curso natural.....	75
Figura 7.27. Fonte natural sem os devidos cuidados de proteção.....	75
Figura 7.28. Documentação exigida para solicitação de outorga de uso das águas subterrâneas no estado de Santa Catarina (Fonte: SANTA CATARINA. Secretaria Executiva de Meio Ambiente. Diretoria de Recursos Hídricos e Saneamento).	77
Figura 7.29. Situação mais comum encontrada no cadastramento de poços, onde não há hidrômetro, tubos auxiliares de medição de nível e cercado de proteção.	79
Figura 7.30. Exemplo de poço tubular que possui laje de proteção para a devida proteção sanitária.	79
Figura 7.31. Exemplo de poço tubular sem a laje de proteção sanitária e em péssimas condições construtivas e de operação.	80
Figura 7.32. Água pluvial empossada dentro da caixa subterrânea de proteção do poço tubular.	80
Figura 8.1. Comparação entre um poço bem construído (A) e um que foi perfurado sem seguir as normas técnicas exigidas (B), frente a presença de uma pluma de um contaminante qualquer. O segundo, não impede a contaminação da água subterrânea e espalha o contaminante para o aquífero fraturado subjacente.....	82
Figura 8.2. Exemplo de interpretação de fotografias aéreas em escala 1:60.000, para locação de poços tubulares. A área é hipotética e localiza-se na Serra Dona Francisca.....	84
Figura 8.3. Seção esquemática representando o zoneamento hidrogeológico vertical dos aquíferos fraturados em Joinville e as locações hipotéticas de poços e suas respectivas produtividades. Fatores litológicos, estruturais e geomorfológicos devem ser levados em conta na fotointerpretação para a locação dos poços.	84
Figura 8.4. Exemplo de correta proteção sanitária de poço tubular, necessária para solicitação de outorga de captação de água subterrânea.	86
Figura 8.5. Perfil esquemático do poço-padrão sugerido para captação exclusiva no aquífero fraturado existente em Joinville.....	89
Figura 8.6. Perfil esquemático do poço-padrão sugerido para captação simultânea no aquífero granular e no aquífero fraturado em Joinville.....	90
Figura 8.7. Utilização de filtros para diminuir a turbidez da água.....	92
Figura 8.8. Poço de pequeno diâmetro com as instalações necessárias para a outorga.....	93
Figura 8.9. Abrigo de proteção de poço de pequeno diâmetro.....	94
Figura 8.10. Vista lateral de poço escavado bem cuidado (ponto JML-029).....	96

Figura 8.11. Vista do interior de poço escavado bem cuidado (ponto JML-029).....	96
Figura 8.12. Projeto de construção de fonte modelo Caxambu (adaptado de Carneiro, 2017).	89
Figura 8.13. Detalhe do tubo de concreto que compõe a fonte Caxambu.	99
Figura 12.1. Frente da Ficha “Cadastramento de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea”.....	105
Figura 12.2. Verso da Ficha “Cadastramento de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea”.....	106

APÊNDICE E - MANUAL DE POÇOS E ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Figura 1. Distribuição das águas subterrâneas em relação as águas no planeta (modificado de PENA, 2020).	148
Figura 2. Ciclo hidrológico (Fonte: Grassi, 2001).....	149
Figura 3. Contribuição das águas subterrâneas aos rios (Fonte: Modificado de Teixeira, 2006).....	150
Figura 4. A figura apresenta as zonas saturadas, não saturadas e nível freático (Fonte:Modificado de Teixeira, 2006).	151
Figura 5. Percolação da água no subsolo de acordo com a sua porosidade e permeabilidade (Fonte: Modificado de Teixeira, 2006).	152
Figura 6. Tipos de aquíferos (fonte: Modificado de Feitosa et al., 2008).....	153
Figura 7. Poço escavado construído com tijolos.....	154
Figura 8. Poço de pequeno diâmetro, revestido com tubo PVC de 50 mm.	155
Figura 9. Poço tubular profundo.	155
Figura 10. Tipos de poços (total ou parcialmente revestido).....	156
Figura 11. Localização através de fotografia aérea.	157
Figura 12. Revestimento galvanizado de 6”.....	158
Figura 13. Filtro espiralado envolvido por pré-filtro selecionado.	159
Figura 14. Ensaio de bombeamento (bombeamento por 24 horas ininterruptas).	159
Figura 15. Quadro de comando com seus componentes elétricos.....	161
Figura 16. Bomba submersa para extração de água de poços.....	162
Figura 17a. Documentação solicitada pela SDE para outorga de captação de águas subterrâneas em SC.	165
Figura 17b. Documentação solicitada pela SDE para outorga de captação de águas subterrâneas em SC.	166
Figura 18. Poço instalado com equipamentos necessários para a outorga	167

LISTA DE QUADROS

Quadro 5.1. Esquema da sigla do ponto e duplas responsáveis pelo cadastramento de pontos de captação de água subterrânea.....	31
Quadro 13.1. Quadro resumido dos pontos de captação de água subterrânea até janeiro de 2020.....	107
Quadro 14.1. Teste de bombeamento realizado no poço JAP008 – Comercial Schroeder de Pirabeiraba.	134
Quadro 14.2. Teste de bombeamento realizado no poço JEL032 – Granja Esser.....	136
Quadro 14.3. Teste de bombeamento realizado no poço JML010 – Sementes Macoppi.	138
Quadro 14.4. Teste de bombeamento realizado no poço JML009 – Centro de Treinamento do Joinville Esporte Clube.....	140
Quadro 14.5. Teste de bombeamento realizado no poço JML007 – Fábrica de Tubos de Concreto da Prefeitura Municipal de Joinville.....	142

APÊNDICE E - MANUAL DE POÇOS E ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Quadro 1. Possíveis causas e soluções para alguns dos problemas construtivos mais comuns.	163
--	-----

LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1. Situação dos pontos de captação de água subterrânea.	36
Tabela 5.2. Uso da água dos pontos de captação de água subterrânea cadastrados.	39
Tabela 6.1. Estimativa da vazão de exploração mensal dos pontos de captação sem informações de ensaio de bombeamento, baseada em médias das vazões num período e 12 horas diárias.	55

APÊNDICE E - MANUAL DE POÇOS E ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Tabela 1. Principais parâmetros analisados para a potabilidade de águas subterrâneas (Fonte: Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde).	160
---	-----

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 5.1 . Diagrama da frequência dos tipos de captação de água subterrânea cadastrados em Joinville.	34
Gráfico 5.2. Histograma da situação dos diversos tipos de captação de água subterrânea cadastrados.	38
Gráfico 5.3. Histograma das classes de uso da água nos diversos tipos de captação de água subterrânea cadastrados.	40
Gráfico 5.4. Histograma da profundidade dos poços tubulares cadastrados em Joinville.	42
Gráfico 5.5. Histograma das profundidades dos poços de pequeno diâmetro.	42
Gráfico 5.6. Histograma da profundidade dos poços escavados cadastrados em campo.	43
Gráfico 5.7. Histograma das vazões dos poços tubulares cadastrados.	44
Gráfico 5.8. Histograma das capacidades específicas cos poços tubulares.	44
Gráfico 5.9. Histograma da condutividade elétrica das águas dos poços tubulares cadastrados.	46
Gráfico 5.10. Histograma da condutividade elétrica das águas dos poços de pequeno diâmetro cadastrados.	46
Gráfico 5.11. Histograma dos valores de condutividade elétrica dos poços escavados.	47
Gráfico 5.12. Histograma dos valores de condutividade elétrica das captações de fontes naturais cadastradas.	48
Gráfico 5.13. Histograma do pH das águas dos poços tubulares cadastrados.	48
Gráfico 5.14. Histograma do pH das águas dos poços de pequeno diâmetro.	49
Gráfico 5.15. Histograma do pH das águas dos poços escavados.	49
Gráfico 5.16. Histograma do pH das águas das captações de fontes naturais cadastradas.	50
Gráfico 5.17. Histograma do Eh das águas dos poços tubulares.	51
Gráfico 5.18. Histograma do Eh das águas dos poços de pequeno diâmetro.	51
Gráfico 5.19. Histograma do Eh das águas dos poços escavados.	52
Gráfico 5.20. Histograma do Eh das águas das captações de fontes naturais.	52
Gráfico 7.1. Histograma exibindo a proporção de lajes de proteção existentes nos poços de pequeno diâmetro.	69

LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANA – Agência Nacional de Águas
APP – Área de Proteção Permanente
ART – Anotação de Responsabilidade Técnica
CAJ – Companhia de Águas de Joinville
CE – Condutividade Elétrica
CERH – Conselho Estadual de Recursos Hídricos
CONFEA – Conselho Federal de Engenharia e Agronomia
CREA – Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
DRHI – Diretoria de Recursos Hídricos da SDE
DSc – *Doctor of Science/Doctor Scientiae*
DVD – *Digital Video Disc* (Disco Digital de Vídeo)
DVR – *Digital Video Recorder* (Gravador Digital de Vídeo)
EPAGRI – Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural do Estado de Santa Catarina
GPS – *Global Positioning System* (Sistema de Posicionamento Global)
IAT – Instituto Água e Terra do Paraná (antigo Instituto das Águas do Paraná)
JEC – Joinville Esporte Clube
LED – *Light Emitting Diode* (Diodo Emissor de Luz)
LCD – *Liquid Crystal Display* (Tela de Cristal Líquido)
MSc – *Master of Science/Magister Scientiae*
NBR – Norma técnica Brasileira
ND – Nível Dinâmico
NE – Nível Estático
NTU – *Nephelometric Turbidity Unit* (Unidade Nefelométrica de Turbidez)
OD – Oxigênio Dissolvido
ORP – *Oxidation Reduction Potential* (Potencial Redox)
PVC – *Plástico PolyVinyl Chloride*
SDE – Secretaria de Desenvolvimento Econômico Sustentável do Estado de Santa Catarina
SEMA – Secretaria Executiva de Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina
SGB-CPRM – Serviço Geológico do Brasil - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
SI – Sistema Internacional
SIAGAS – Sistema de Informações de Águas Subterrâneas
SIRGAS – Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas
SDT, STD e TSD – Sólidos Dissolvidos Totais, Sólidos Totais Dissolvidos e Total de Sólidos Dissolvidos
UTM – Universal Transversa de Mercator, projeção
VMP – Valor Máximo Permitido



Foto: Marcos Freitas



Neue Brücke

Ponton Friedrich Piskat

1. INTRODUÇÃO

Este relatório apresenta os resultados do cadastramento de poços realizado entre agosto de 2019 e março de 2020, cujo objetivo principal foi buscar o conhecimento parcial da infraestrutura hídrica instalada e a estimativa dos recursos de águas subterrâneas utilizados, bem como avaliar e caracterizar os tipos de obras de captação de água subterrânea instaladas até o momento no município de Joinville.

Inicialmente, apresenta-se uma breve conceituação teórica a respeito dos termos técnicos mais comumente adotados em captação de água subterrânea e uma descrição resumida dos aquíferos presentes no município de Joinville, seguida da caracterização dos tipos de obras existentes. Após, são tecidas considerações sobre a metodologia utilizada para o cadastramento de poços e fontes e os respectivos resultados obtidos. Um panorama das obras de captação existentes em Joinville é traçado através de análise crítica e propositiva, culminando com uma diretriz para as futuras obras de captação de água subterrânea no município.

O banco de dados de poços em formato geodatabase, mapa de pontos cadastrados, fichas cadastrais de campo e fotografias dos pontos cadastrados acompanham este relatório técnico.

Também foi elaborado um manual simplificado sobre a forma de perfuração, operação e manutenção de poços tubulares para exploração das águas subterrâneas nos sistemas aquíferos presentes no município de Joinville.

2. CONCEITUAÇÃO BÁSICA

Para a compreensão deste relatório técnico faz-se necessário abordar algumas conceituações básicas de hidrogeologia e termos técnicos relacionados à construção e operação de poços de água, as quais estão listadas a seguir:

Aquífero: formação geológica que é capaz de armazenar, conduzir e ceder água subterrânea de maneira econômica às obras de captação.

Altura da boca do poço: é o tamanho do cano exposto, ou seja, a altura da boca do poço até a superfície do terreno.

Bomba centrífuga: equipamento usado para bombeamentos com vazões de pequeno porte (< 3.600 litros/hora), com baixas profundidades, que funciona tanto com energia elétrica como com combustível. Sua instalação é feita fora do poço mediante apenas um cano (tubo edutor fino), que sai do poço diretamente para a bomba situada, geralmente numa casa de bomba. Do motor da bomba sai um segundo cano, que conduzirá a água ao reservatório, e um fio grosso, que liga a bomba a um quadro elétrico.

Bomba injetora: é o equipamento utilizado para bombeamentos com vazões de pequeno a médio porte, com profundidades variadas, que funciona tanto com energia elétrica como com combustível. Sua instalação é feita com um bico injetor (ou válvula de pé), dentro do poço, mediante dois canos (tubo injetor fino e tubo edutor grosso), que o liga à bomba que fica fora do poço, dentro de uma casa de bomba. Da bomba, sai um cano que conduzirá a água ao reservatório.

Bomba submersa: equipamento específico para poço tubular, constituído por um conjunto integrado de motor elétrico e bombeador, dimensionado de acordo com as características hidráulicas do poço.

Bombeamento: ação da retirada da água de um poço por intermédio de uma bomba.

Cimentação: ato de preencher o espaço anular existente entre os tubos e a parede do furo. Tem a finalidade principal da união da tubulação de revestimento com a parede do poço, isolando as águas subterrâneas de má qualidade.

Completação: ato de completar o poço, ou seja, colocar tubos de revestimento, filtros, cascalho (pré-filtro) e cimento (vedação sanitária).

Compressor: equipamento usado para extração de água subterrânea por intermédio de um motor externo e um compressor que injeta ar comprimido dentro do poço por um cano de reduzido diâmetro (injetor de ar) e faz com que a água suba à superfície por um outro tubo de maior diâmetro (tubo edutor).

Condutividade elétrica da água: capacidade da água de conduzir eletricidade, estando diretamente relacionada à quantidade de sais dissolvidos (STD) sob a forma de íons. A unidade padrão de medida da condutividade no SI (Sistema Internacional) é a Siemens (S) e os valores para as águas subterrâneas são referidos ao milionésimo do S/cm, ou seja, $\mu\text{S/cm}$, a uma temperatura padrão de 25°C.

Desenvolvimento: processo de remoção do material mais fino da formação aquífera nas proximidades do poço, causando incremento na porosidade e na permeabilidade. Nos aquíferos fraturados o desenvolvimento atua limpando e desobstruindo as fendas.

Desinfecção: processo de eliminação de bactérias dentro do poço. Deve ser executada na completação e na instalação do poço e, também, toda a vez que se realizar a manutenção do mesmo (troca de equipamento de bombeamento ou de revestimento). Geralmente é feita com hipoclorito de sódio, encontrado em praticamente todos os alvejantes comerciais. A dosagem indicada é de 5 litros de alvejante por metro cúbico de água no poço.

Ensaio de bombeamento: retirada da água de um poço por meio de um equipamento de bombeamento, com o objetivo de determinar a vazão de exploração e de parâmetros hidrodinâmicos do aquífero. Para tanto, são feitos os controles e registros de vazão, nível estático e nível dinâmico,

fundamental para a determinação da capacidade de produção, fornecendo elementos básicos para a escolha do equipamento de produção a ser instalado, permitindo que o aquífero seja explorado de maneira racional e sustentável.

Exploração: retirada, extração ou obtenção de água subterrânea, para fins de aproveitamento econômico.

Filtro: dispositivo de admissão para a água, com função de permitir que entre no poço sem a perda excessiva de carga, impedir a passagem de material fino durante o bombeamento e servir como suporte estrutural, sustentando a perfuração no referido material. Podem ser de aço ou PVC (geomecânico).

Formações aquíferas: são as formações capazes de se obter água, podendo ser de dois tipos: rocha consolidada (aquífero fissural) e rocha sedimentar não consolidada (aquífero granular). A diferença, na natureza desses dois tipos gerais de formações aquíferas, influi no projeto e construção dos poços que as atingem para extrair água ou que as atravessam.

Localização de poço: ato de escolher o local onde será perfurado o poço na formação aquífera, através de métodos tradicionais (fotografias aéreas e imagens de satélite) ou de métodos geofísicos. A localização detecta apenas a situação mais provável de ocorrer água subterrânea, mas não estima a vazão nem a qualidade da água.

Nível Estático (NE): profundidade do nível da água dentro do poço, quando este está em repouso.

Nível Dinâmico (ND): profundidade do nível da água dentro do poço, quando este está sendo bombeado.

Perfuração: ato de perfurar as formações geológicas através de máquinas apropriadas, por métodos específicos. A perfuração de poços tubulares é composta por várias etapas até a utilização final do poço. Envolve a perfuração propriamente dita, a completação, a limpeza e desenvolvimento, o bombeamento e a instalação do poço.

Poço escavado: são poços, geralmente, com diâmetro superior a 0,5 m e profundidades bastante variadas que vão de um metro a dezenas de metros, dependendo diretamente da litificação da formação geológica.

Poço tubular: também conhecido como poço artesiano, é aquele onde a perfuração é feita por meio de máquinas perfuratrizes à percussão, rotativas e rotopneumáticas.

Pré-filtro: preenchimento do espaço anelar entre a perfuração do poço e o filtro, composto por cascalho selecionado, que serve para barrar a entrada de finos pelo filtro, reduzir as perdas por fricção e evitar colapso sobre o filtro.

Projeto de poço: é um relatório elaborado anteriormente à perfuração, executado por profissional legalmente habilitado no CREA, o qual deverá conter a localização, profundidades estimadas, diâmetros, método de perfuração, fluido, material utilizado para a completação, posições dos filtros, cimentação, desenvolvimento, ensaio de vazão e instalação final.

Proteção sanitária: preenchimento com cimento do espaço anelar entre a perfuração do poço e o tubo de revestimento para garantir o isolamento de águas indesejáveis.

Rebaixamento: diferença entre o nível estático e o dinâmico durante o bombeamento.

Revestimento liso: tubulação aplicada na completação do poço para sustentar as paredes do mesmo em formações inconsolidadas e desmoronantes, manter a estanqueidade e isolar as camadas indesejáveis. Podem ser de aço ou PVC (geomecânico).

Vazão: medida do volume de água extraída do poço por determinado período de tempo. Geralmente é expressa em m³/h ou litros/hora.

Vazão específica: vazão obtida por unidade de rebaixamento. Normalmente expressa em m³/h/m. Também é chamada de capacidade específica.

Zonas aquíferas: setores de rocha compactas onde as condições de porosidade e permeabilidade relativamente maiores ficam restritas às faixas afetadas por falhas, fraturas, fissuras ou demais descontinuidades.

3. AQUÍFEROS EM JOINVILLE

As constituições litológica e estrutural de uma determinada área de estudo estão condicionadas aos tipos de aquíferos presentes e seus comportamentos. Resumidamente, no caso do território de Joinville, ocorrem rochas do embasamento cristalino relacionadas ao Escudo Catarinense na porção oeste do município. Tais rochas, submetidas aos processos de intemperismo em clima úmido, originam espessos depósitos eluvionares e coluvionares, que as recobrem em praticamente todas as regiões do município. Na porção leste, as rochas cristalinas encontram-se recobertas pelos depósitos sedimentares da planície litorânea, situadas junto a Baía da Babitonga.

Os domínios litológicos condicionam a tipologia das unidades hidrogeológicas de fluxo, dividindo-as, quanto ao tipo de porosidade, em fraturadas e granulares (Figura 3.1 e Figura 3.2). Tais aquíferos são objeto de estudo e detalhamento ao longo do projeto, os quais serão apresentados no produto P7 - Mapa Hidrogeológico e de Favorabilidade Hídrica Subterrânea.

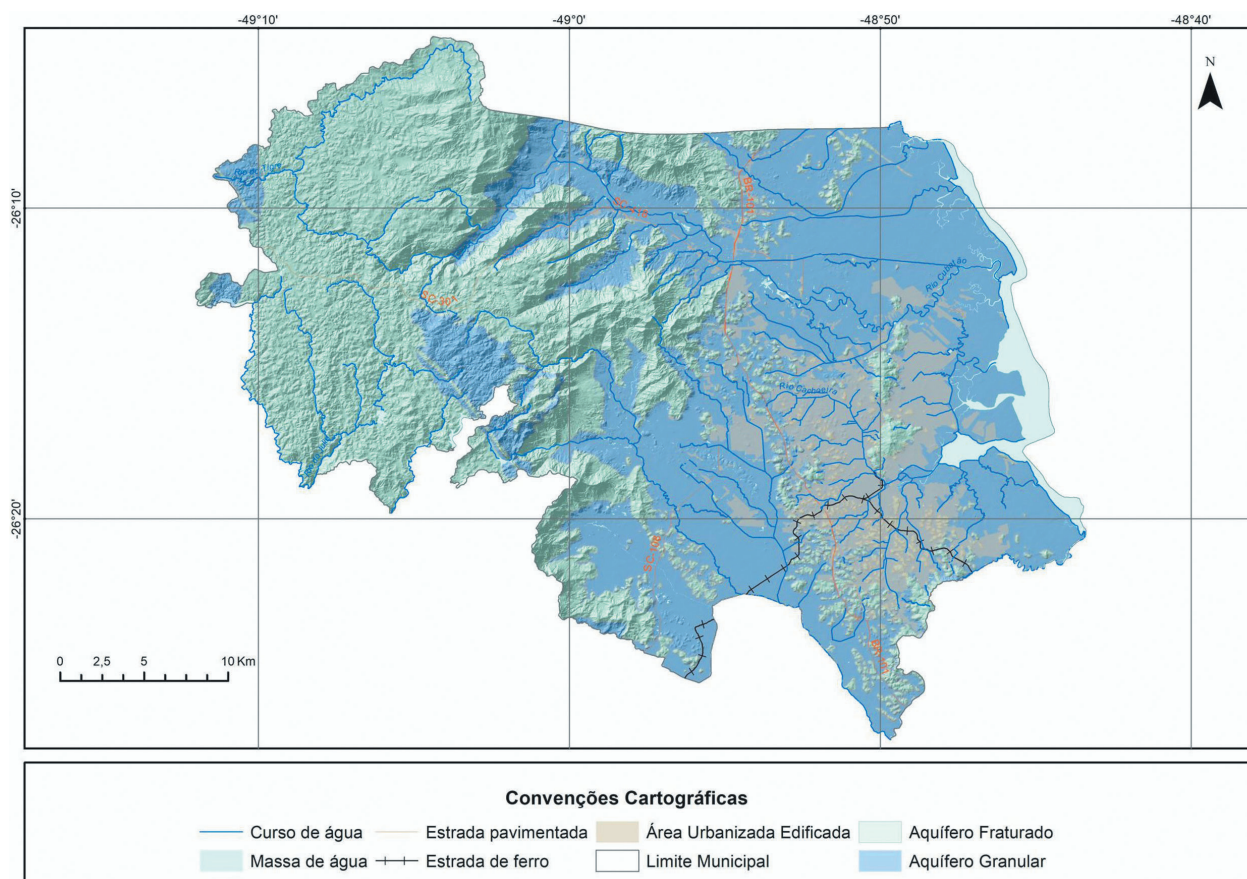


Figura 3.1. Natureza e distribuição espacial dos aquíferos presentes em Joinville. Datum horizontal: SIRGAS 2000. Datum vertical: Marégrafo de Imbituba (SC).

3.1 Aquífero Fraturado

Eventos tectônicos sobre as rochas do embasamento cristalino propiciam a formação de zonas fraturadas que dão origem a aquíferos fraturados, também denominado de fissurais. Geralmente, a zona

fraturada desenvolve-se em profundidades de dezenas a centenas de metros. A abertura das fraturas depende, principalmente, dos processos exógenos, havendo diminuição da permeabilidade nesta zona com o aumento da profundidade (KRASNY; SHARP, 2003).

Na porção superior dessas rochas, formadas por regolito, elúvio e colúvio, prevalece a porosidade intergranular (intersticial) e se desenvolve um aquífero freático associado à zona saturada nas camadas superficiais. Este horizonte pode ou não estar interligado com o aquífero fissural subjacente. Quando há comunicação ou captação simultânea entre os dois horizontes, o aquífero passa a ser denominado como misto.

Os processos de recarga nos aquíferos fraturados são complexos e ocorrem pela conectividade com águas superficiais, através de caminhos horizontais preferenciais, e percolação vertical na zona não saturada (ALAZARD *et al.*, 2016). Os efeitos intempéricos de dissolução, desagregação e lixiviação mineral promovem, de maneira geral, o incremento da condutividade hidráulica dos horizontes superficiais e facilitam os processos de recarga do aquífero fraturado. Os fatores climáticos estão intimamente relacionados aos processos de recarga e formação do manto de intemperismo. Segundo Rebouças e Cavalcante (1987), nas áreas de clima úmido, com precipitação anual superior a 1.000 mm, o manto de intemperismo é expressivo e controla os principais processos de recarga do aquífero. Nessas condições, as zonas de recarga estão associadas aos altos topográficos e são influenciadas pela duração e intensidade da precipitação e pelas características do manto de intemperismo (espessura, extensão e tipo de material). A presença de horizontes intempéricos, com alta porosidade e baixa permeabilidade, possibilita o armazenamento de consideráveis volumes de água, que são drenados lentamente para o aquífero (LARSSON, 1984).

3.2 Aquífero Granular

Os sedimentos cenozoicos, representados pelos depósitos recentes, inconsolidados, do período Quaternário (Pleistoceno e Holoceno), originam aquíferos de porosidade intersticial, aqui denominados de granular. Compõem este tipo de aquífero os depósitos eluvionares, coluvionares, fluviais e fluvio-estuarinos, que, de modo geral, são constituídos por areias, siltes, argilas, cascalhos, areias grossas, seixos, matacões e matéria orgânica. Os aquíferos granulares podem ser classificados quanto ao confinamento, em livres, confinados e semiconfinados. Em geral, são pouco espessos e apresentam nível freático raso.

As rochas da Bacia de Joinville (GONÇALVES; CARVALHO, 2001), situadas no alto da Serra de Dona Francisca compõem, desde que intemperizadas, um aquífero granular. Sua constituição litológica perfaz uma sequência basal de conglomerados polimíticos com intercalações de arenitos, com clastos bem arredondados, variando de grânulos a matacões de granitos, gnaisses, quartzo leitoso e rochas ultramáficas, com pouca matriz, formando uma estrutura clasto-sustentada. Localmente, a matriz dos conglomerados apresenta uma intensa alteração a epidoto e clorita, o que favorece localmente o armazenamento e circulação de água subterrânea.

Os aquíferos granulares, também, têm como recarga principal a precipitação pluviométrica, porém apresentam intensa relação com as águas superficiais, isto é, ora sendo recarregados por elas, ora descarregando nelas suas águas. Nesta dinâmica, em algumas áreas, há provavelmente influência dos canais que contêm águas salinas, derivadas da Baía da Babitonga. Geralmente, são aquíferos muito vulneráveis à poluição, devido possuir constituição litológica e nível freático raso.



Figura 3.2. Vista geral dos aquíferos existentes em Joinville. Ao fundo os aquíferos fraturados nos morros de gnaisses granulíticos e, no primeiro plano, os aquíferos granulares dispostos na planície e constituídos por sedimentos arenosos. Local: Rio Bonito.

4. TIPOS DE OBRAS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

As obras de captação, encontradas em Joinville durante o inventário de pontos de captação de água subterrânea, foram os poços tubulares, poços de pequeno diâmetro ou ponteira, poços escavados e captações de fontes naturais (Figura 4.1).

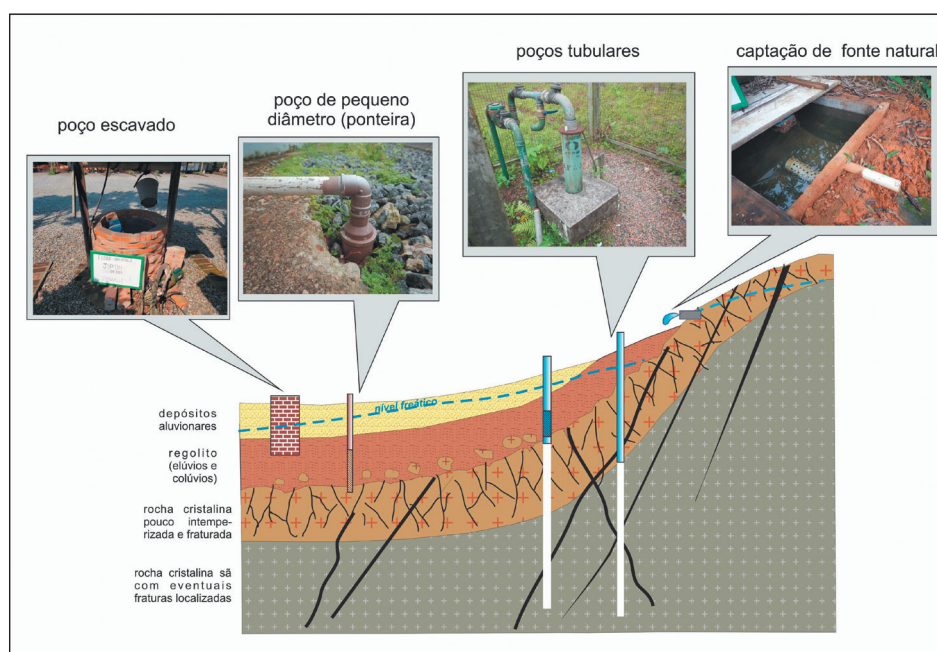


Figura 4.1. Tipos de obras de captação e características litológicas simplificadas de Joinville.

4.1 Poços Tubulares

Os poços tubulares (Figura 4.2) consistem em uma obra de engenharia hidrogeológica, que permite o acesso a um ou mais aquíferos, para captação de água subterrânea. São construídos com sonda perfuratriz, mediante perfuração com diâmetro nominal de revestimento mínimo de 100 mm (4”), podendo ser totalmente ou parcialmente revestidos, dependendo do tipo de formação geológica perfurada e o tipo de aquífero que será explorado.



Figura 4.2. Exemplo de poço tubular. Local: Centro Empresarial CRH.

Os poços tubulares são tecnicamente melhor construídos e podem ter profundidades desde poucos metros até milhares de metros. Também são os poços que produzem mais água, desde que devidamente projetados e perfurados e que atinjam os aquíferos desejados. São obras que possuem melhor proteção sanitária permitindo a utilização mais eficiente das águas subterrâneas, protegendo-as de contaminações. Popularmente, e comercialmente, são denominados de poços artesianos, sendo, no entanto, esta denominação mal empregada, porque o tipo artesianos constitui apenas uma das modalidades de poço, no qual a água sob pressão confinante ascende até estabilizar em uma posição acima daquela referida como de nível estático do local onde o poço foi construído (Figura 4.3). Na grande maioria dos poços tubulares em Joinville não ocorre artesianismo e a água deve ser extraída por meio de bombas submersas. É o tipo de obra de captação mais comumente encontrado nas indústrias do município.

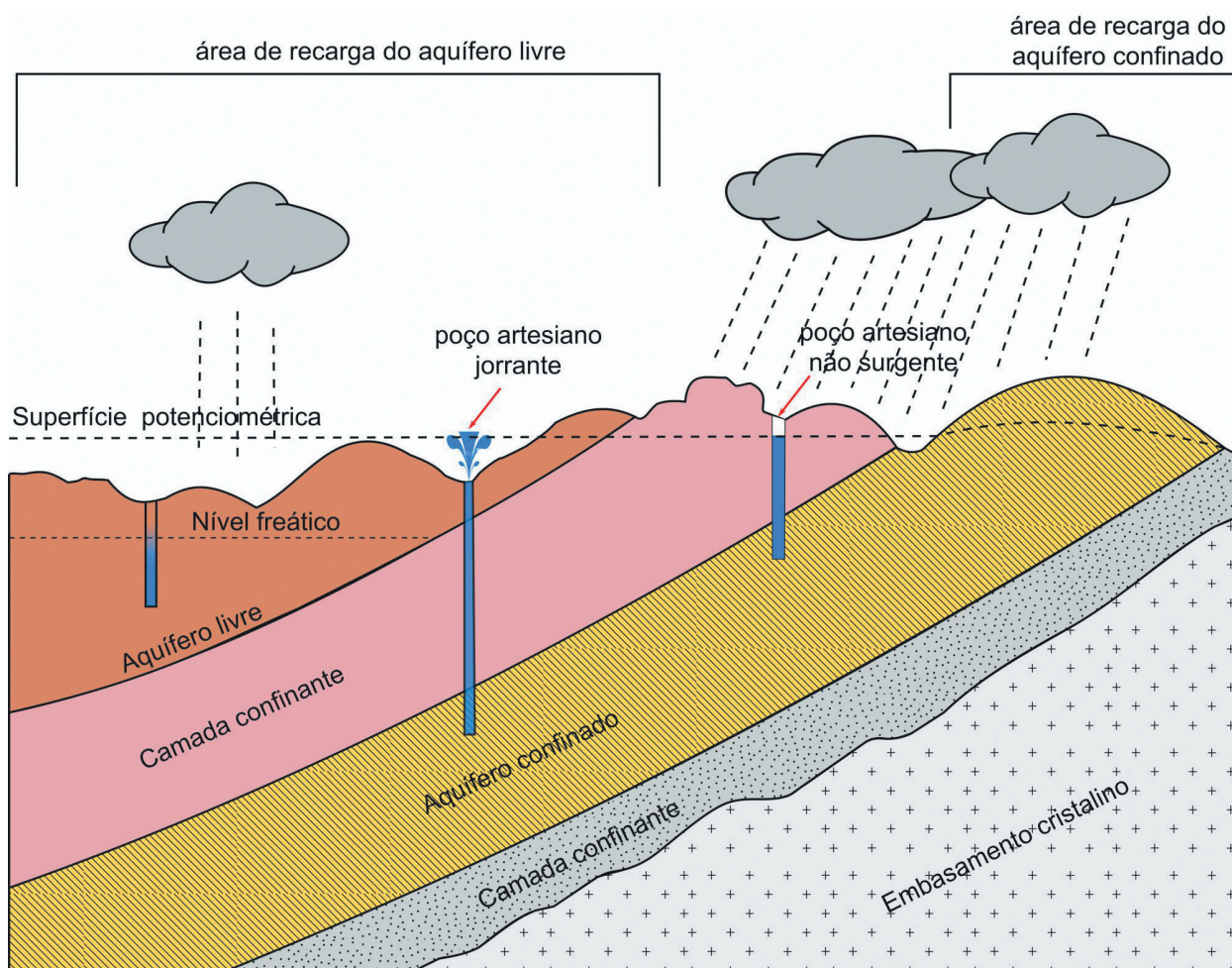


Figura 4.3. Classificação de aquíferos de acordo com a pressão e tipos de poços tubulares (modificada de Iritani e Ezaki, 2008).

4.2 Poços de Pequeno Diâmetro

Poços de pequeno diâmetro (Figura 4.4), popularmente conhecidos como poços ponteira, possuem diâmetro inferior a 100 mm, perfurados com sondas manuais ou mecânicas de pequeno porte e por pessoal sem especialização técnica. As perfurações atingem profundidades normalmente pequenas (< 50 m), dependendo do porte dos equipamentos e das condições geológicas locais. Estes tipos de poços normalmente são perfurados em terrenos que apresentam sedimentos inconsolidados (planícies costeiras, aluviões, planícies de inundações, solos, etc.) e que não ofereçam muitas resistências à perfuração. Quando atingem a rocha sã ou níveis de cascalho, a perfuração não consegue avançar por limitação do método utilizado.

Em geral são completados com tubos de PVC 50 mm para água, com seções filtrantes constituídas por tubos manualmente ranhurados. Devido às limitações do método de construção utilizado, são poços que não apresentam vedação sanitária e podem vir a ser um vetor de entrada de contaminantes para o aquífero. No entanto, devido ao baixo custo e facilidade de construção, são os poços mais disseminados na região. Em diâmetros inferiores a 100 mm, não há a possibilidade de se instalar uma bomba submersa, portanto os equipamentos de extração de água mais comuns são o compressor e as bombas de recalque, estas quando os níveis são mais rasos (Figura 4.5).



Figura 4.4. Exemplo de poço de pequeno diâmetro, também denominado poço ponteira. Em segundo plano dentro da manilha de concreto o conjunto de bombeamento.



Figura 4.5. Poço de pequeno diâmetro com bomba centrífuga e com abrigo de proteção.

4.3 Poços Escavados

Poços escavados (Figura 4.6 e Figura 4.7) consistem em uma obra de captação de água subterrânea construída manualmente através da escavação, em geral, de grande diâmetro (entre 0,5 e 1,5 m), utilizado para extrair água de aquíferos livres e rasos, com profundidades normalmente inferiores a 30 m, captando muitas vezes água do freático. Os poços escavados são também denominados de cacimba, cisterna e poços rasos, popularmente chamados de amazonas em algumas localidades da região norte do país. Essas captações são construídas com pás e picaretas e revestidas normalmente com tijolos ou manilhas de concreto e têm na maioria das vezes forma circular.



Figura 4.6. Poço escavado revestido com tijolos e equipado com sarilho para extração de água.



Figura 4.7. Poço escavado revestido com manilha de concreto e equipado com bomba de recalque.

Este tipo de captação, geralmente, é capaz de suprir pequenas demandas domésticas a partir de aquíferos rasos (freático), porém é muito suscetível à contaminação. São de grande importância para o suprimento hídrico de regiões rurais, principalmente aquelas que não são atendidas por uma rede de abastecimento d'água, podendo ser o único meio de abastecimento. Em Joinville os poços escavados são muito comuns no pátio das residências, sobretudo nas áreas rurais. Em geral, apresentam como equipamentos de extração de água as bombas centrífugas, sarilho e bombas manuais.

4.4 Captações de Fontes

Devido à ausência de rede pública de abastecimento de água e ao baixo custo de instalação, a captação de fontes naturais é o principal recurso de água para abastecimento humano e sistema produtivo da pecuária familiar, principalmente nas regiões da Serra da Dona Francisca, Quiriri, Rio do Júlio e Rio Bonito.

As captações de fontes são obras executadas nos pontos com surgimento espontâneo de água subterrânea, geralmente em posições elevadas do terreno, o que permite que a água chegue até o ponto de abastecimento por gravidade. Essas fontes (Figura 4.8), também conhecidas como olho d'água, mina, cabeceira e fio d'água, surgem geralmente nas encostas dos morros com alta declividade, característica topográfica da região, e junto de afloramentos rochosos. A ocorrência de fontes, em uma determinada área, é função da capacidade do solo em armazenar água e da declividade do terreno.

Para a proteção das fontes (Figura 4.9), faz-se necessário a construção de pequenas estruturas visando evitar, na origem, a contaminação de águas destinadas essencialmente ao consumo humano, seja por partículas de solo, por matéria orgânica ou por presença de pequenos animais (CALHEIROS *et al.*, 2004). Essas estruturas, geralmente, são em concreto, alvenaria de tijolos ou pedras, podendo ser vazados para permitir maior vazão, com ou sem reservação inicial. Quando não há reservação, as águas são coletadas através de drenos inseridos na estrutura de captação e transportadas através de tubulação para posterior armazenamento e utilização a jusante em cota mais baixa.

A conservação e aprimoramento da captação de fontes naturais são de extrema importância para a manutenção da atividade rural e sobrevivência das famílias, onde não há rede pública de abastecimento de água.



Figura 4.8. Olho d'água originado no manto de intemperismo do gnaiss granulítico. Local: talude da BR-101.



Figura 4.9. Exemplo de proteção e captação de fonte natural. A tampa foi retirada para exibição do interior da obra. Local: Sítio Big Valley-Estrada Bonita.

5. CADASTRAMENTO DE PONTOS D'ÁGUA SUBTERRÂNEA

5.1 Materiais e Métodos

O cadastramento de pontos de água subterrânea foi precedido de uma extensa consulta a bancos de dados secundários e trabalhos anteriormente executados na área de trabalho. Destacam-se as consultas efetuadas ao banco de dados do SIAGAS (Sistema de Informações de Águas Subterrâneas), ao banco de dados da SDE (Secretaria de Desenvolvimento Econômico Sustentável do Estado de Santa Catarina) e empresas de perfuração de poços Leão Poços e Hidropel. Também foi largamente utilizado um banco de dados cedido pela CAJ (Companhia de Águas de Joinville) contendo 3.998 pontos alternativos de captação de água da rede pública ofertada pela referida companhia. Este banco não discrimina o tipo de ponto, ou seja, se é poço tubular, poço ponteira, captação de fonte natural ou poço escavado, mas serviu ao propósito de orientar os trabalhos de campo de cadastramento dos pontos de captação de água subterrânea na área urbana.

Após fase inicial de compilação de dados e informações de poços tubulares, iniciou-se o cadastramento de pontos de captação de água subterrânea em campo. O objetivo principal foi buscar a representatividade espacial dos dados relativos às características construtivas, demandas de água subterrânea e potenciais fontes de contaminação, que pudessem existir no entorno dos poços tubulares,

dos poços ponteira, dos poços escavados e das captações de fontes naturais. Esta etapa consistiu na realização de incursões a campo, para realizar o cadastramento nos locais onde provavelmente existiriam pontos de captação de água subterrânea, como condomínios residenciais, indústrias, comércios, clubes, balneários, unidades de conservação, dentre outros.

Os materiais e equipamentos utilizados por cada equipe foram: um tablet; aparelho de GPS de navegação portátil marca Garmin; sonda multiparâmetro para medição de pH, condutividade elétrica, potencial de oxirredução, oxigênio dissolvido e temperatura; medidor de nível eletrônico tipo fita graduada; máquina fotográfica digital; bomba coletora portátil de água; quadro branco para marcação da sigla do ponto e adesivos polivinílicos para identificação dos poços.

A atividade de cadastramento de poços foi realizada simultaneamente por duas equipes, em campanhas regulares de três semanas por mês e compostas por um geólogo responsável e um técnico de nível médio. A área territorial do município foi dividida em cinco setores, que foram distribuídos às equipes para a realização do cadastramento em campo (Figura 5.1).

A identificação dos pontos cadastrados leva a letra “J”, referente ao município de Joinville, seguida das iniciais da dupla conforme Quadro 5.1.

Os pontos foram identificados com etiquetas à prova de intempéries, contendo a sigla e o indicativo de que o poço foi cadastrado pelo SGB-CPRM no âmbito do projeto e fotografado com o quadro branco de identificação (Figura 5.2). Durante o cadastramento em campo dos pontos de captação de água subterrânea, foram medidos *in loco* com a sonda multiparâmetro marca Aquameter, modelo AP-800 (Figura 5.3), os seguintes parâmetros físico-químicos das águas subterrâneas:

- pH;
- condutividade elétrica (CE);
- temperatura da água;
- potencial de oxirredução (ORP ou Eh);
- turbidez;
- oxigênio dissolvido (OD).

Quadro 5.1. Esquema da sigla do ponto e duplas responsáveis pelo cadastramento de pontos de captação de água subterrânea.

Sigla	Geólogo	Técnico de nível médio
JAP	Marcos Alexandre de Freitas	Pedro Cesar de Freitas
JEB	Eliel Martins Senhorinho	Bruno Francisco B. Schiehl
JEL	Eliel Martins Senhorinho	Luís Alberto da Costa e Silva
JGB	Guilherme Casarotto Troian	Bruno Francisco B. Schiehl
JIP	Isadora Aumond Kuhn	Pedro Cesar de Freitas
JMB	Marcelo Goffermann	Bruno Francisco B. Schiehl
JML	Marcelo Goffermann	Luís Alberto da Costa e Silva
JEP	Eliel Martins Senhorinho	Pedro Cesar de Freitas

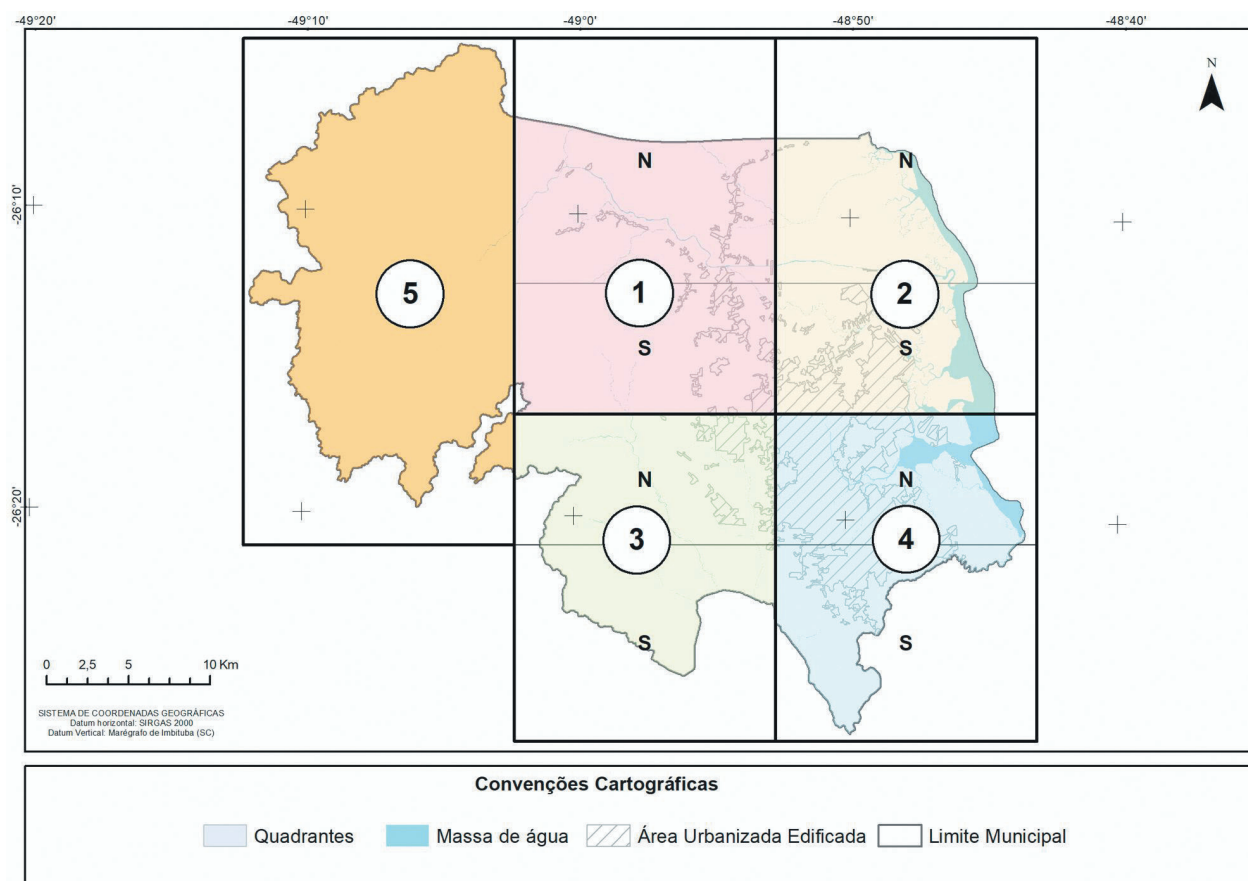


Figura 5.1. Divisão de áreas para distribuição das equipes e realização do cadastramento de pontos de captação de água subterrânea no município.

Os níveis estáticos e dinâmicos também foram observados com medidor de nível eletrônico, quando o acesso ao interior do poço era possível (Figura 5.4 e Figura 5.5).



Figura 5.2. Esquema de identificação de ponto de captação de água subterrânea com adesivo resistente às intempéries e quadro branco em poço tubular na localidade de Pirabeiraba.



Figura 5.3. Medição in loco com sonda multiparamétrica das características físico-químicas das águas subterrâneas.



Figura 5.4. Medição de nível de água em poço escavado localizado no Clube Guarani, Pirabeiraba.



Figura 5.5. Medição de nível dinâmico em poço de pequeno diâmetro (à esquerda da foto) na Vila Canela.

Em cada ponto visitado foi realizado um questionamento aos proprietários referentes aos dados construtivos, uso da água, volume explotado, aspectos técnicos e construtivos para o devido preenchimento da ficha utilizada para o cadastramento (Apêndice A – Ficha Utilizada Para O Cadastramento dos Pontos de Captação de Água Subterrânea).

As fichas de campo, após consolidação, foram digitalizadas para compor a coleção de dados digitais do cadastramento de poços em conjunto com as fotografias de campo, perfis litológico/construtivos, análises de qualidade da água e demais dados disponíveis. Essa coleção está organizada por ponto de captação de água subterrânea e está disponível na mídia digital deste relatório.

Todos os pontos de captação de água subterrânea cadastrados em campo e respectivas informações coletadas nesta etapa foram sistematizados sob a forma de um banco de dados (filegeodatabase), no programa ArcGIS®, versão 10.8.1, desenvolvido pela ESRI™, possibilitando a consulta dos dados, a geração de novos mapas e atualização de informações.

5.2 Resultados

5.2.1 Total de pontos de captação de água subterrânea cadastrados

As equipes de campo do SGB-CPRM cadastraram 379 pontos de captação de água subterrânea, sendo: 139 poços tubulares, 146 poços de pequeno diâmetro, 61 poços escavados e 33 captações de fontes naturais (Gráfico 5.1).

O mapa no Apêndice D – Mapa de Pontos de Captação de Água Subterrânea do Município de Joinville – apresenta a distribuição espacial dos poços na escala 1: 50.000 e o quadro do Apêndice B – Quadro Resumido dos Pontos de Captação de Água Subterrânea Até Janeiro de 2020 – contém informações resumidas dos pontos cadastrados em campo.

Essa amostragem aponta que no município predominam os poços de pequeno diâmetro devido ao seu baixo custo de construção e de operação. Na grande maioria dos casos, é perfurado de modo clandestino por pequenos equipamentos de perfuração e não são tomadas medidas de vedação sanitária e proteção dos aquíferos. Os poços tubulares requerem uma perfuratriz de maior porte e custam mais caro, sendo mais comuns em indústrias, hotéis, postos de combustíveis e supermercados. Os poços escavados foram muito utilizados no passado, conforme observado por Gonçalves *et al.* (2006), sendo incomuns atualmente. As captações de fontes naturais são muito comuns no interior do município onde não há rede pública de abastecimento.

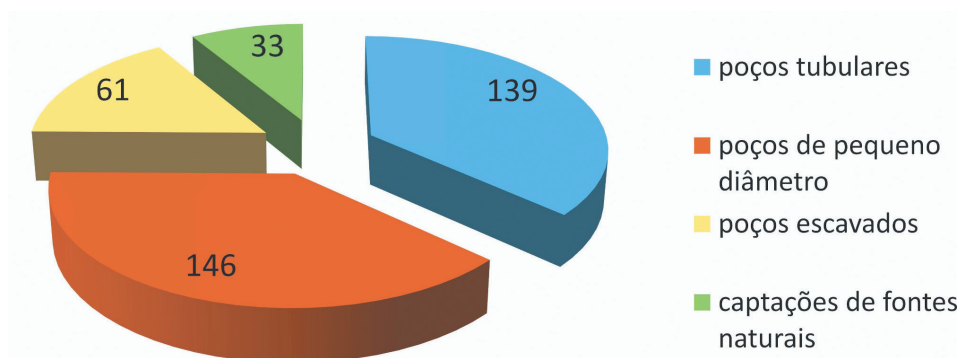


Gráfico 5.1. Diagrama da frequência dos tipos de captação de água subterrânea cadastrados em Joinville.

5.2.2 Aquíferos captados

Os métodos de construção e as características construtivas dos pontos de captação de água subterrânea são condições determinantes dos aquíferos captados.

Os poços tubulares, por apresentarem as melhores técnicas de perfuração e completação, podem captar água nos aquíferos granulares, fraturados ou em ambos. O levantamento estatístico dos poços tubulares, que apresentam perfil litológico construtivo, mostra que 52 poços (49,05%) captam o aquífero misto, 47 (44,34%) o aquífero fraturado e somente 7 (6,60%) o aquífero granular. A Figura 5.6 compara os projetos construtivos de poços que captam somente o aquífero fraturado e, simultaneamente, o granular e fraturado (misto).

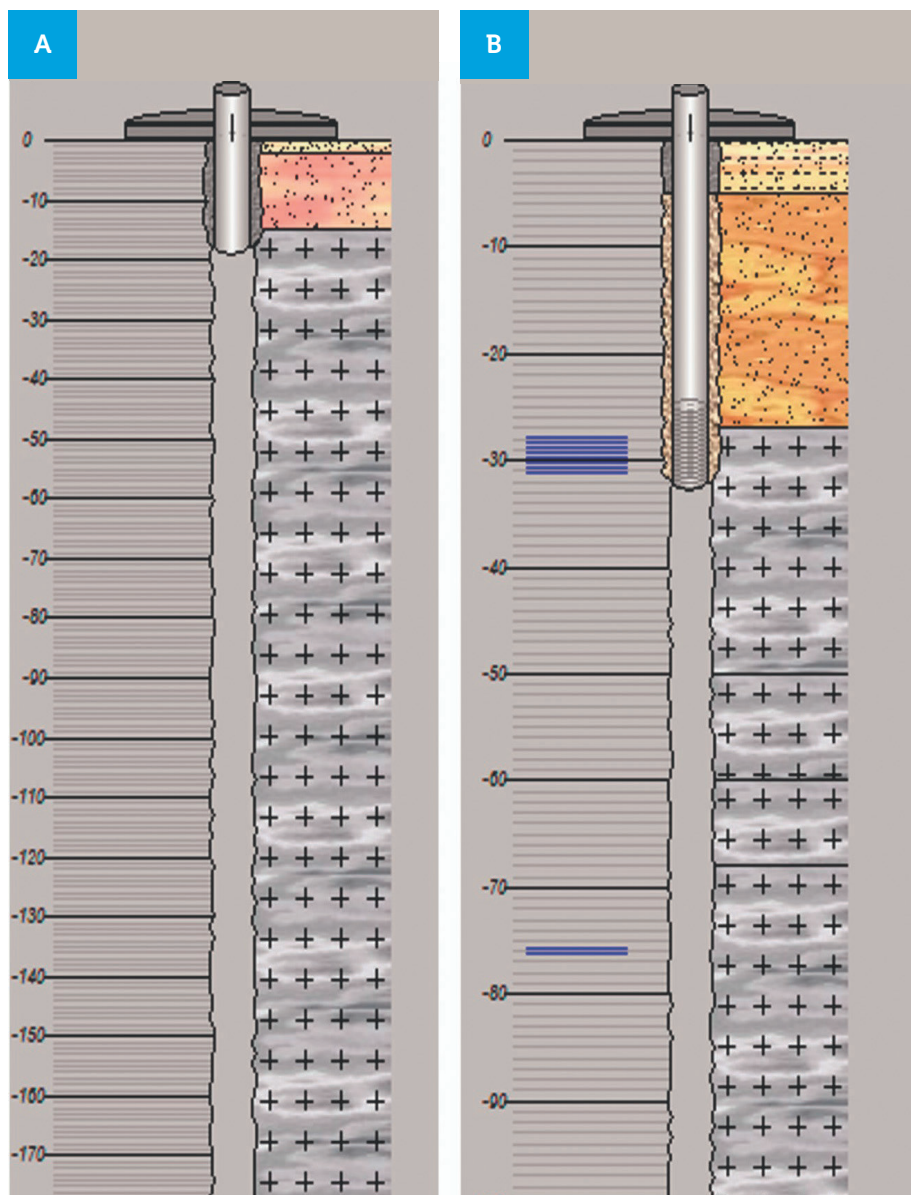


Figura 5.6. Formas de captação por meio de poços tubulares no aquífero fraturado. A: Captação exclusiva no aquífero fraturado. B: Captação simultânea no aquífero granular e no aquífero fraturado.

Os poços de pequeno diâmetro e escavados ficam limitados à captação dos aquíferos granulares, compostos por sedimentos quaternários ou regolitos do embasamento cristalino. As captações de fontes naturais estão relacionadas, na grande maioria das vezes, aos aquíferos granulares.

5.2.3 Situação dos pontos

As situações convencionadas para o cadastramento de pontos de captação de água subterrânea e suas definições estão listadas a seguir.

Abandonado: captação que já foi utilizada, e no momento, encontra-se desativada por diversos motivos, com ou sem equipamento de extração de água.

Bombeando: captação em uso, em plenas condições técnicas de operação, tanto extraindo água subterrânea, através de bombas, como por fluxo natural, no caso de fontes naturais.

Monitorado: ponto de água destinado ao monitoramento quali ou quantitativo e que não é utilizado para produção de água.

Não instalado: ponto que foi construído, mas não foi dotado de equipamento de bombeamento.

Parado: ponto que está temporariamente desativado, seja por problema técnico no equipamento de bombeamento, problema construtivo, problema de qualidade da água ou por ser alternativo a rede pública e considerado como reserva estratégica.

Seco: ponto que tem vazão nula, vazão muito baixa ou que produzia água anteriormente e cuja produção diminuiu até secar.

Os vários tipos de situação dos pontos de captação de água subterrânea cadastrados estão resumidos na Tabela 5.1.

Do total de 139 poços tubulares cadastrados, a grande maioria encontra-se em funcionamento (71,94%) e cerca de 20 % paralisados ou abandonados por diversos motivos (Figura 5.7). Uma pequena parcela de 5,76% representa poços não instalados. Quatro poços tubulares, de 4 polegadas de diâmetro, estão sendo utilizados como poços de monitoramento ambiental.

Em relação aos poços de pequeno diâmetro, grande parte (88, 36%) está em bombeamento e cerca de 12,0% não funciona por estarem parados, não instalados ou abandonados.

Tabela 5.1. Situação dos pontos de captação de água subterrânea.

Situação	Poço tubular	Poço de pequeno diâmetro	Poço escavado	Captação de fonte natural
abandonado	14	1	4	-
bombeando	100	129	41	-
monitorado	3	-	-	-
não instalado	8	7	9	-
parado	14	9	7	-
fluxo por gravidade	-	-	-	33

Os poços escavados estão na sua maioria em bombeamento (67,21%), 11,51% estão parados ou não instalados e cerca de 5% encontram-se abandonados.

Todas as captações de fontes naturais estavam sendo usadas por fluxo gravitacional, já que se posicionam em áreas mais elevadas topograficamente do que o local abastecido.

O Gráfico 5.2 contém o histograma da situação dos vários pontos de captação de água subterrânea cadastrados em campo.

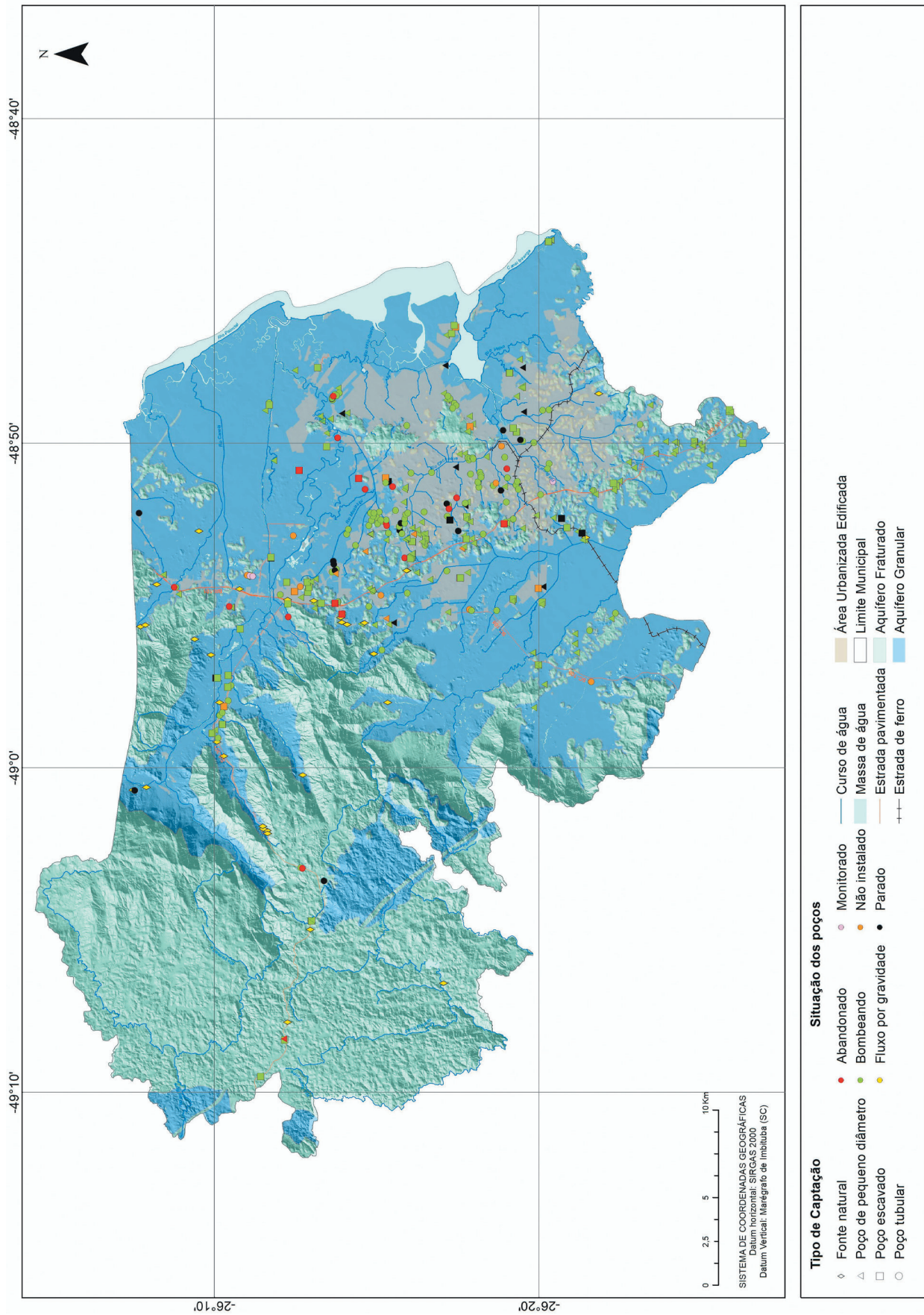


Figura 5.7. Distribuição espacial da situação dos pontos de captação de água subterrânea cadastrados.

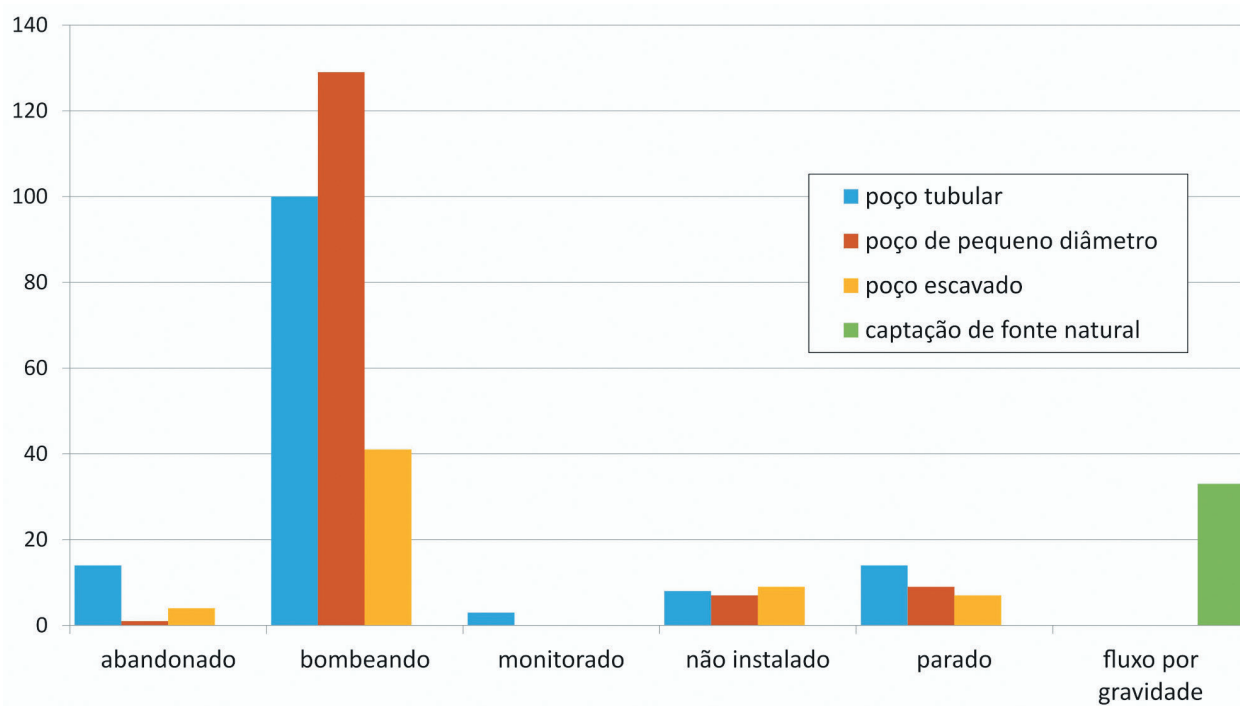


Gráfico 5.2. Histograma da situação dos diversos tipos de captação de água subterrânea cadastrados.

5.2.4 Uso da água

Os tipos de uso da água convencionados para o cadastramento de pontos de captação de água subterrânea e suas definições são descritas abaixo.

Animal: a água é destinada à dessedentação animal na pecuária, avicultura, animais domésticos, etc.

Doméstico: a água é destinada ao abastecimento familiar, seja para dessedentação, limpeza em geral, uso na cozinha, jardinagem, etc.

Industrial: uso da água em qualquer processo industrial, como insumo ou usada para geração de vapor, resfriamento e demais processos industriais.

Irrigação: uso da água no processo de produção agrícola de hortaliças e demais culturas.

Lavagem de Veículos: água utilizada para limpeza e lavagem de veículos em lava-jatos e postos de combustíveis.

Lavanderia: uso da água para processo de lavagem de roupas em indústrias, hotéis, hospitais ou de modo comercial.

Múltiplo: quando há mais de dois usos da água diferentes, por exemplo, abastecimento doméstico e animal ou doméstico e irrigação.

Monitoramento: quando a água é utilizada para verificar temporalmente os padrões de qualidade físico-química ou bacteriológica.

Oficina Mecânica: água utilizada no processo de limpeza de peças ou ferramentais em oficinas mecânicas.

Piscicultura: água utilizada na criação de peixes como enchimento de tanques e produção de alevinos.

Sem uso: água de uma captação não utilizada no momento do cadastramento.

Recreação: utilização da água para enchimento de piscinas e parques aquáticos em instituições destinadas ao lazer.

Observa-se que a maioria dos poços tubulares possui uso industrial (40,7%), suprindo totalmente ou complementando a demanda das diversas indústrias do município. São os poços que na maioria das vezes estão construídos segundo as normas técnicas e atingem vazões significativas. A segunda classe

em ordem de ocorrência é a sem uso (25,7%), que representa os poços desativados, seja por problemas construtivos ou de equipamentos. Alguns poços foram desativados ou ficaram como reserva estratégica, com o proprietário optando pela rede pública de abastecimento. A terceira classe mais frequente é a de uso múltiplo, com 16,4 %, que engloba os mais diversos usos, principalmente em residências e área rural. Os usos de menor significância são o monitoramento, lavagem de veículos e irrigação, que juntos respondem por somente 3,57% do total.

Como era de se esperar, devido ao seu baixo custo de construção e informalidade, quando comparado com os poços tubulares, os poços de pequeno diâmetro apresentam predominantemente o uso doméstico, sobretudo na área rural, seguido do uso múltiplo e industrial. Uma boa parcela encontra-se desativada ou classificada como reserva estratégica e, portanto, sem uso. Muitos lava-jatos e algumas oficinas mecânicas utilizam água de poço de pequeno diâmetro. Os demais usos são irrisórios.

Os poços escavados apresentam predominantemente os usos doméstico (57,14 %) e múltiplo (26,19%), seguidos da irrigação (7,14%), industrial (4,76%), lavagem de veículos e recreação, ambos com 2,38% cada.

As águas das captações de fontes naturais têm como principais finalidades o uso múltiplo (42,86%) e doméstico (39,29%), explicados pela inexistência de rede pública onde predominam essas captações. Os outros usos menos frequentes são recreação, lavagem de veículos e piscicultura.

A Tabela 5.2 e o Gráfico 5.3 mostram a frequência dos diversos usos da água nos pontos de captação de água subterrânea cadastrados, enquanto que a Figura 5.8 exibe a distribuição espacial dos diversos usos no município de Joinville.

Tabela 5.2. Uso da água dos pontos de captação de água subterrânea cadastrados.

Uso da água	Poço tubular	Poço de pequeno diâmetro	Poço escavado	Captação de fonte natural
animal	-	1	-	-
doméstico	17	53	24	11
industrial	55	21	2	-
irrigação	1	1	3	-
lavagem de veículos	5	9	1	1
lavanderia	-	1	-	-
monitoramento	3	-	-	-
múltiplo	23	34	11	12
oficina mecânica	-	3	-	-
piscicultura	-	1	-	1
recreação	-	5	1	3

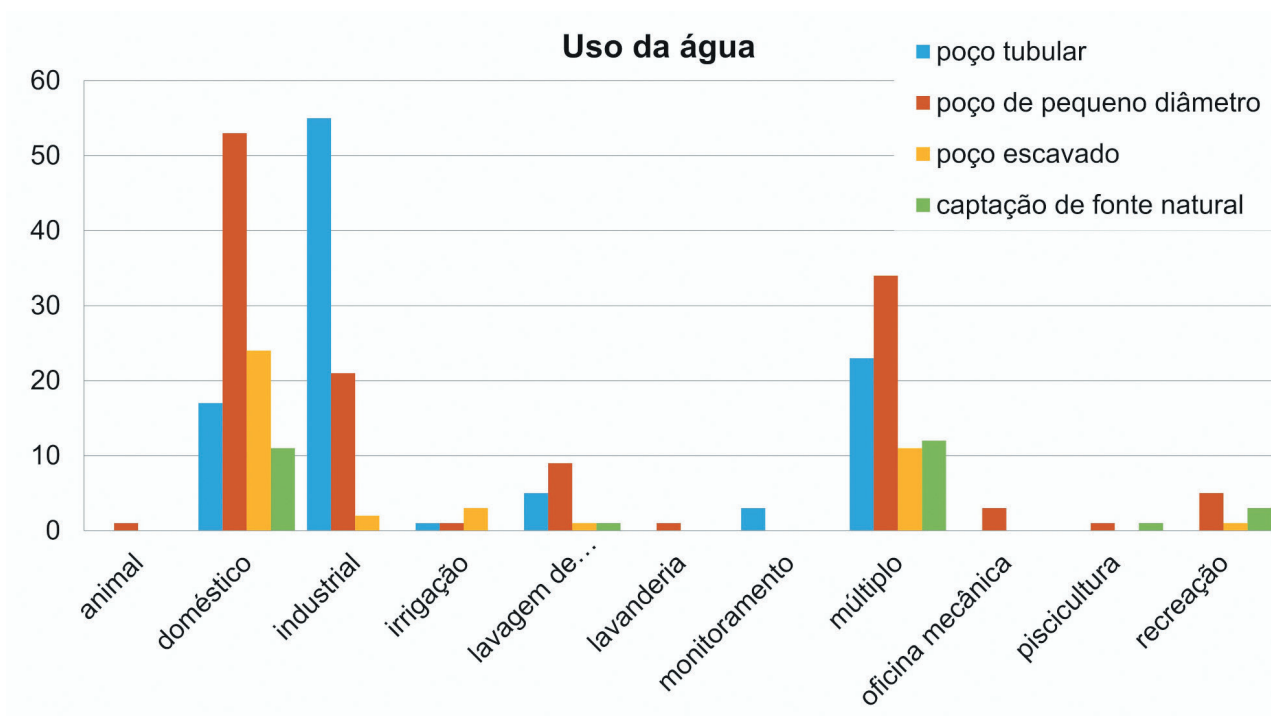


Gráfico 5.3. Histograma das classes de uso da água nos diversos tipos de captação de água subterrânea cadastrados.

5.2.5 Profundidade dos poços

A profundidade de um poço é um parâmetro de fundamental importância, pois controla os aquíferos a serem atingidos e as respectivas entradas de água.

Em Joinville, os poços tubulares cadastrados apresentam profundidades que variam de 3,9 m (poço de monitoramento do Posto Bucarein) a 370,0 m (Posto Angeloni no Bairro Atiradores). A média da profundidade dos poços é de 127,2 m, enquanto a mediana é de 105,0 m. A profundidade mais encontrada é de 100,0 m, o que representa, normalmente, o valor dos contratos de perfuração. O Gráfico 5.4. Histograma da profundidade dos poços tubulares cadastrados em Joinville, constata que 74,02% dos poços possuem profundidades até 150 metros e que há uma expressiva parcela de poços com profundidades maiores que 200 metros.

Os poços de pequeno diâmetro apresentam profundidades que variam de 4,0 a 63,0 m com média de 20,87 m e mediana de 19,0 m. A profundidade mais comum encontrada é 10,0 m e 85,4% dos poços possuem profundidades de até 30,0 metros (Gráfico 5.1), evidenciando a limitação do método de perfuração utilizado, que não consegue avançar em rocha cristalina sã. Devido a essa limitação, os poços são construídos somente no regolito ou nos depósitos sedimentares, o que explica a pequena profundidade em comparação com os poços tubulares. Em casos particulares, onde o manto regolítico é muito profundo, especialmente nos gnaisses granulíticos, as perfurações atingem até 63,0 metros (poço JMB-012 na Escola de Formação dos Freis Capuchinhos).

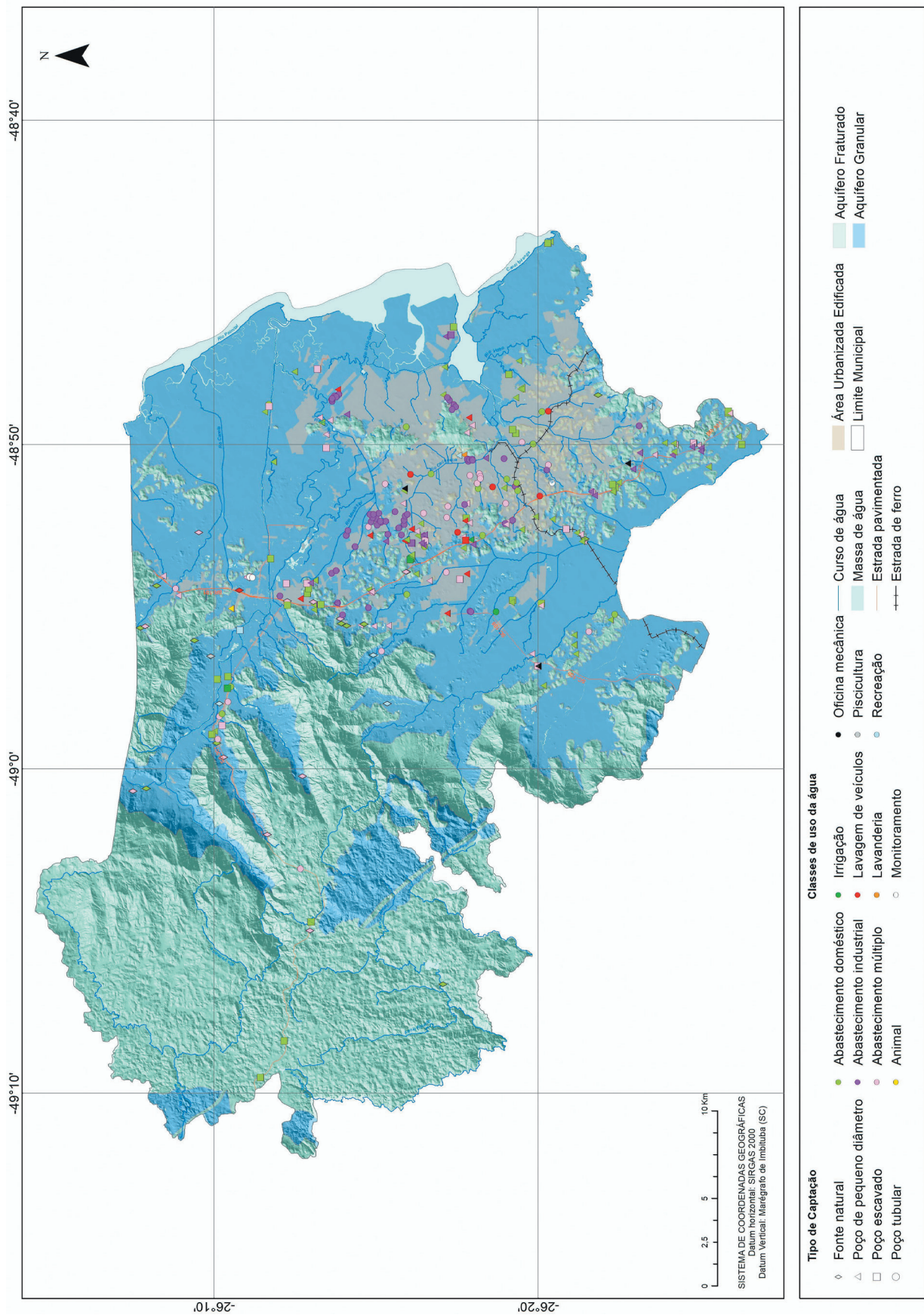


Figura 5.8. Distribuição espacial dos usos da água subterrânea nos pontos de captação cadastrados.

Histograma da Profundidade dos Poços Tubulares

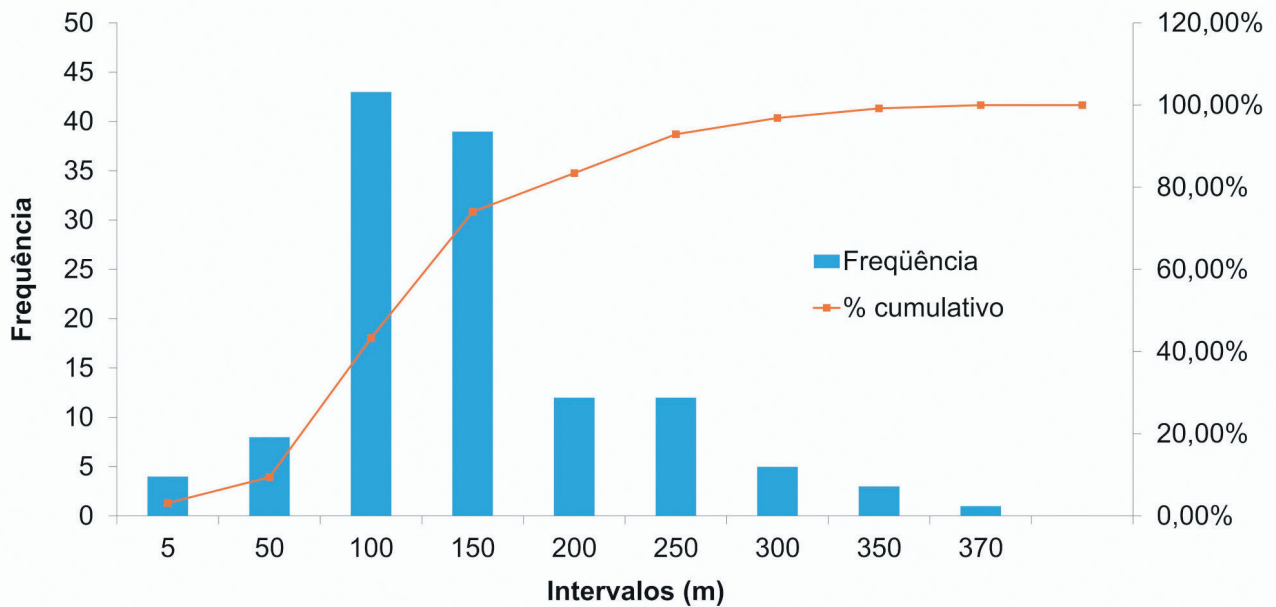


Gráfico 5.4. Histograma da profundidade dos poços tubulares cadastrados em Joinville.

Histograma da Profundidade dos Poços de Pequeno Diâmetro

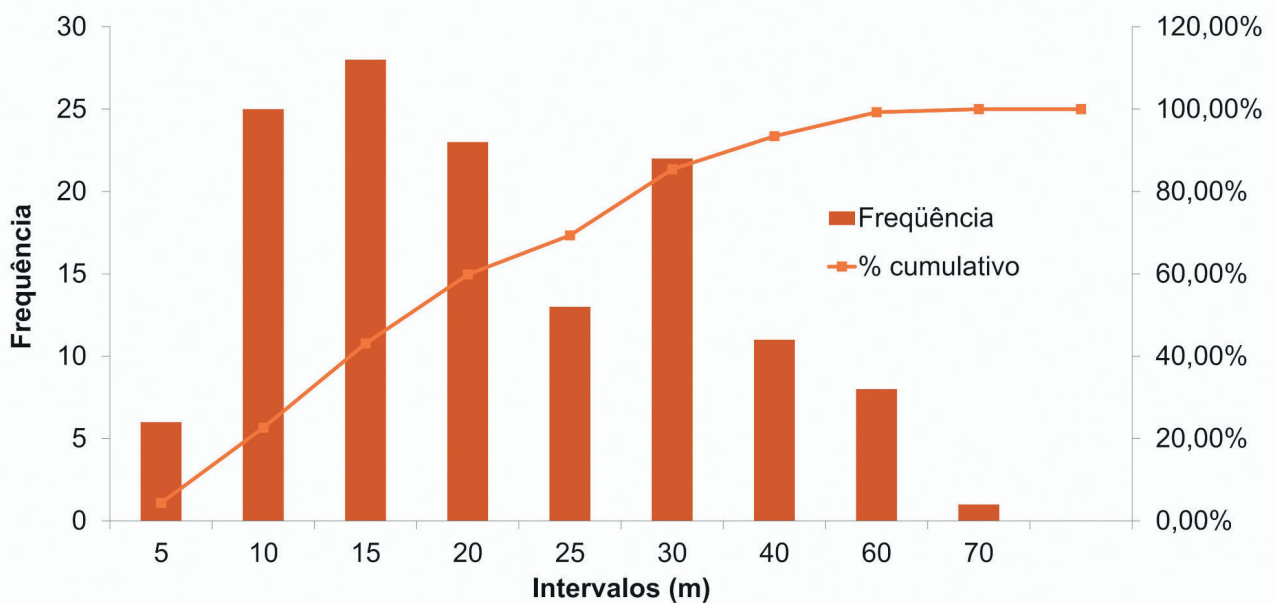


Gráfico 5.5. Histograma das profundidades dos poços de pequeno diâmetro.

Os poços escavados cadastrados destacam-se por possuírem a menor das profundidades entre os poços, devido ao seu característico método de construção, que é a escavação manual. As profundidades variam entre 0,87 e 15,0 m, com média de 4,81 m. Cerca de 80% dos poços escavados possuem profundidades de até 6,0 m (Gráfico 5.6).

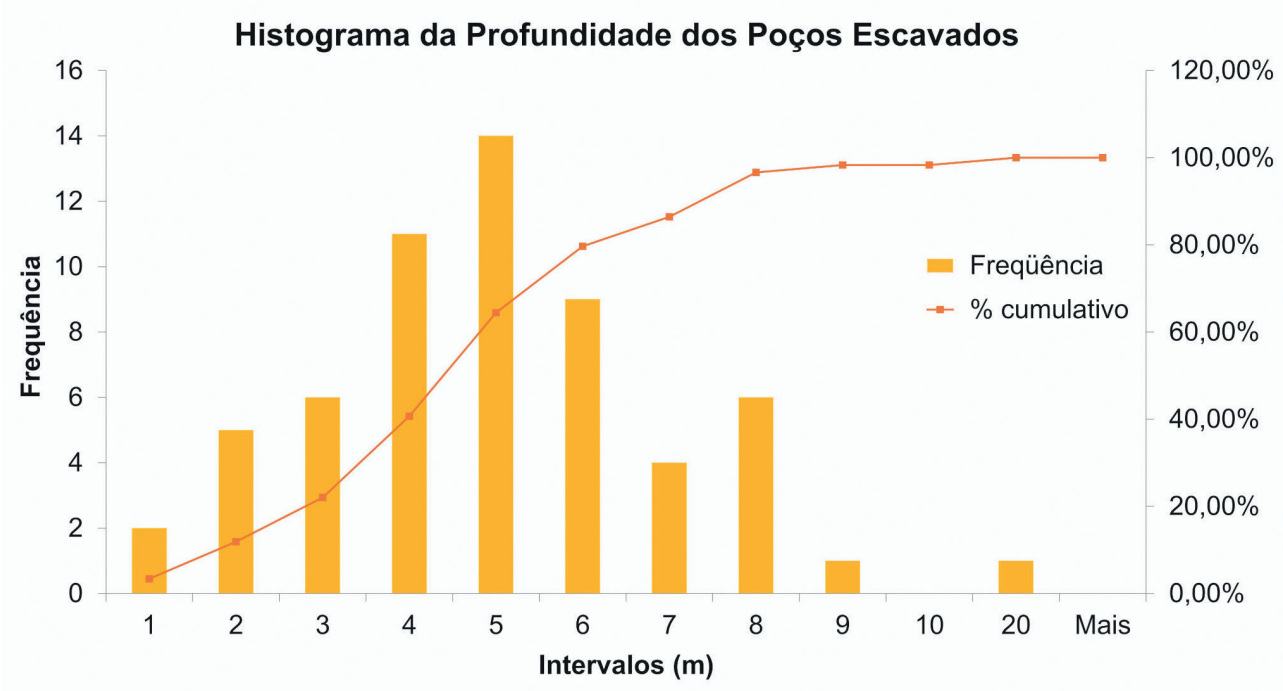


Gráfico 5.6. Histograma da profundidade dos poços escavados cadastrados em campo.

5.2.6 Produtividade

A produtividade dos poços é função da vazão e da capacidade específica, determinadas a partir dos ensaios de bombeamento realizados na finalização da perfuração e completação. Esses parâmetros são fundamentais para a correta exploração do aquífero, respeitando suas limitações e recarga. No entanto, na maioria das vezes, esse procedimento não é realizado, sobretudo em poços construídos por empresas desqualificadas tecnicamente ou de modo clandestino. Dos poços cadastrados em Joinville, somente os poços tubulares apresentam essas informações, sendo que em 95 deles foi realizado ensaio de bombeamento. Nos demais pontos de captação, a estimativa da vazão foi obtida a partir de informações dos proprietários.

Os poços tubulares possuem vazões muito variáveis que oscilam entre 0,4 e 29,0 m³/h, com média de 8,04 m³/h e mediana de 6,2 m³/h. Em 75,79% dos casos (Gráfico 5.7), as vazões são de até 10,0 m³/h, o que é considerado muito satisfatório para aquíferos fraturados, quando são comparados a aquíferos cristalinos nas demais regiões do país. Dos 23 poços com vazões superiores a 10,0 m³/h, 16 captam também água dos filtros em porções superiores relacionadas ao aquífero granular. No entanto, quando se compara as médias das vazões entre os poços que captam água somente do aquífero fraturado e os poços que captam o aquífero misto, há um ligeiro incremento na vazão média dos poços com captação simultânea devido à contribuição dos filtros. A média das vazões no aquífero fraturado é de 7,6 m³/h, enquanto que no aquífero misto é de 8,04 m³/h.

Os valores de capacidade específica nos poços variam entre 0,017 e 12,0 m³/h/m, com média de 0,62 e 0,21 m³/h/m, respectivamente. A Gráfico 5.8 evidencia que aproximadamente 60 % dos poços têm capacidades específicas de no máximo 0,25 m³/h/m, indicando que o aquífero tem potencialidade mediana.

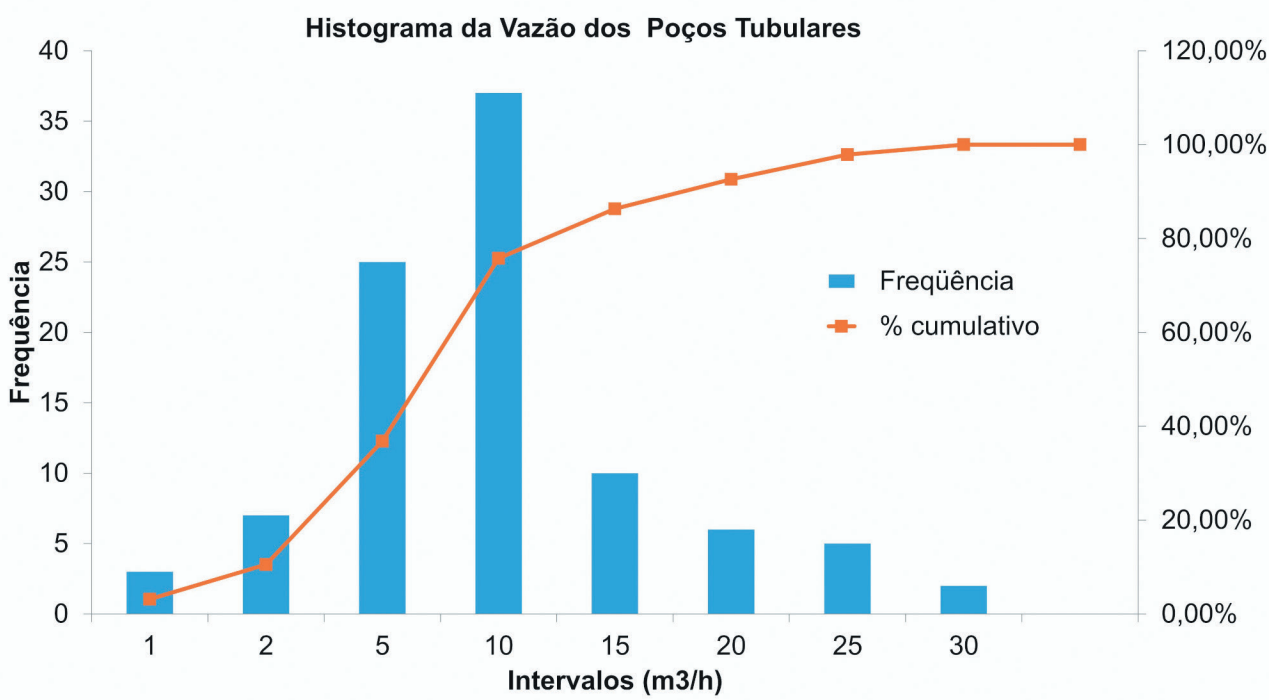


Gráfico 5.7. Histograma das vazões dos poços tubulares cadastrados.

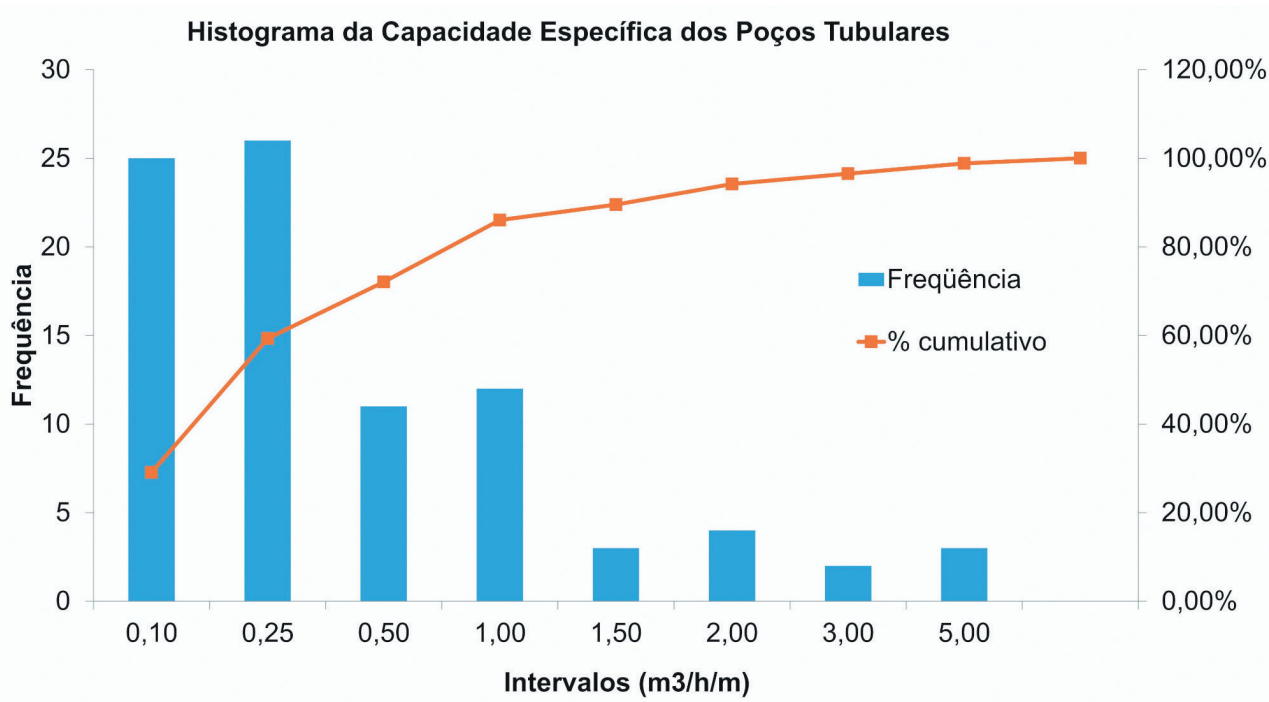


Gráfico 5.8. Histograma das capacidades específicas dos poços tubulares.

Os poços de pequeno diâmetro, em geral, têm sua produtividade em função das características construtivas, cuja limitação ocorre, sobretudo, pelo diâmetro e quantidade de seção filtrante. Teoricamente, as vazões seriam definidas pela potência das bombas de recalque, no entanto, a seção filtrante, feita com ranhuras manuais, é o principal limitador. De modo geral, apresentam vazões de até 1,0 m³/h, podendo atingir até 2,0 m³/h, caso o do nível dinâmico não seja muito profundo. O que se observa é que os poços, a

despeito de não possuírem grandes vazões, são utilizados várias horas por dia e produzem volumes diários que podem ultrapassar os 5.000 litros diários.

A produtividade dos poços escavados é em função da constituição litológica local, profundidade e diâmetro da escavação. Os poços construídos em sedimentos de natureza aluvionar, sobretudo de composição arenosa, têm maior recarga e, portanto, melhor produtividade do que construídos em elúvios e colúvios de composição siltico-argilosa. O fator profundidade determina o quanto o poço penetrou na zona saturada (lençol freático) e o diâmetro, em conjunto com a profundidade, define o volume armazenando de água. As características do equipamento de bombeamento instalado também são importantes nas vazões encontradas no cadastramento, porém o que define o que o poço produz diariamente é a sua reservação e capacidade de recuperação do nível.

As captações de fontes naturais apresentam as mais variadas vazões em função da recarga e do tipo de captação. A recarga depende da variação na precipitação pluviométrica e das condições de acumulação e percolação de água local. Em relação ao tipo, as fontes podem ser captadas em um único ponto ou em uma pequena bacia de captação. No cadastramento realizado, as vazões das captações de fontes são muito variadas e em alguns locais chegam a produzir vazões superiores a 5 m³/h.

5.2.7 Parâmetros físico-químicos de campo

Os parâmetros físico-químicos, medidos *in loco* com sondas multiparâmetros durante o cadastramento dos pontos de captação de água subterrânea, fornecem importantes informações diretas e indiretas sobre a composição e tempo de residência das águas. Os principais parâmetros medidos foram: a condutividade elétrica (CE), potencial hidrogeniônico (pH) e potencial de oxirredução (Eh). Tais parâmetros de campo vão orientar posteriormente a seleção de pontos a serem coletados para a realização das análises físico-químicas laboratoriais.

5.2.7.1 Condutividade elétrica

A condutividade elétrica da água subterrânea é uma importante medida de investigação hidrogeológica que não necessita grandes preparações prévias e nem equipamentos sofisticados. Segundo Custódio e Llamas (1983), a condutividade elétrica consiste na capacidade que a água possui de conduzir eletricidade, estando diretamente relacionada à quantidade de sais dissolvidos (STD) que estão sob a forma de íons. A unidade-padrão de medida da condutividade no SI (Sistema Internacional) é a Siemens (S) e os valores para as águas subterrâneas são referidos ao milionésimo do S/cm, ou seja, $\mu\text{S}/\text{cm}$, a uma temperatura padrão de 25°C. A condutividade elétrica é diretamente proporcional ao teor de sais dissolvidos e permite obter sua estimativa de modo bastante econômico e prático.

Nos poços tubulares a CE varia de 79 a 14.160,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (poço JIP-020, Condomínio Porto Belo no Bairro Bucarein), sendo que a estatística dos valores revela uma média de 588,70 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e mediana de 243,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$, com desvio padrão alto (1.680), indicando a grande dispersão dos valores encontrados, provavelmente, em função da complexidade do sistema aquífero na região. No Gráfico 5.9, é possível observar essa variância nas águas dos poços tubulares. Os valores superiores a 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$, provavelmente, estão relacionados à influência de águas salinas nos depósitos estuarinos ou mesmo devido à interferência de marés. Esses fatos serão investigados através da realização das análises físico-químicas completas previstas para o próximo produto (P4).

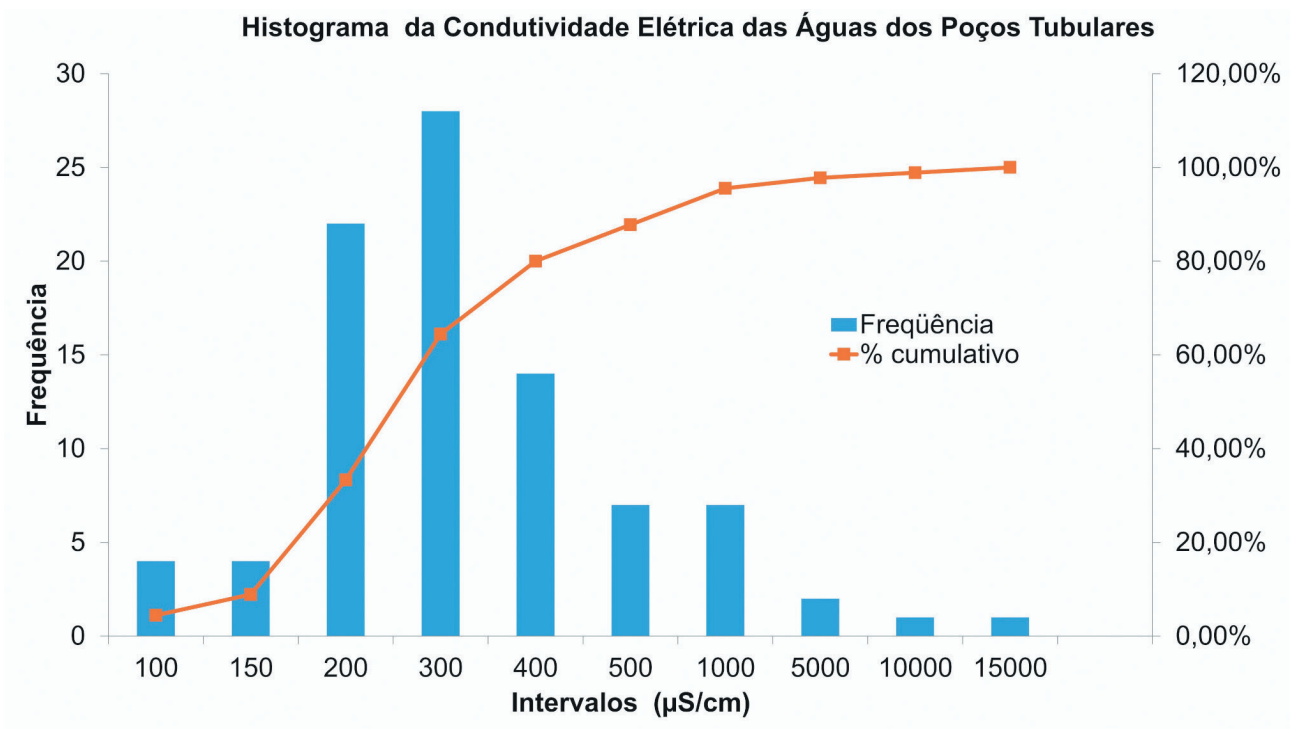


Gráfico 5.9. Histograma da condutividade elétrica das águas dos poços tubulares cadastrados.

Nos poços de pequeno diâmetro, os valores de CE (Gráfico 5.10) são consideravelmente menores, quando comparados com os valores dos poços tubulares, e oscilam entre 35,0 e 807,0 µS/cm, com média de 178,17 µS/cm e mediana de 148,5 µS/cm.

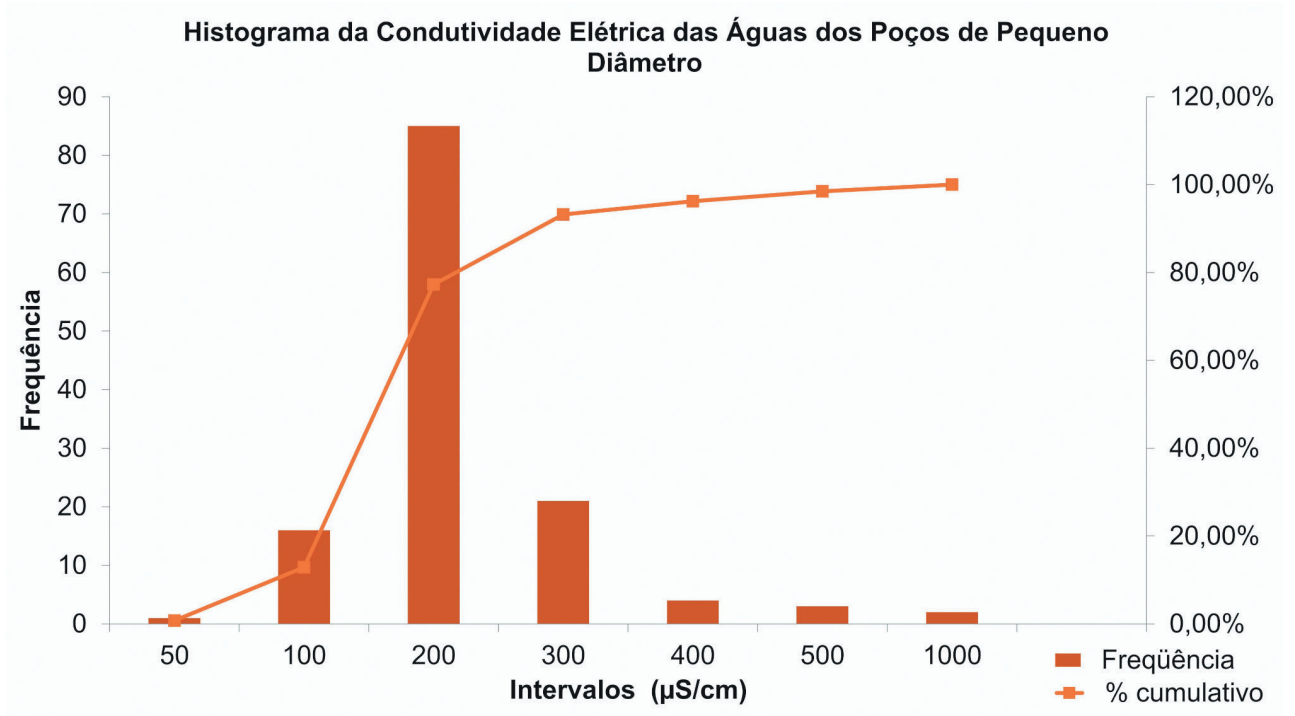


Gráfico 5.10. Histograma da condutividade elétrica das águas dos poços de pequeno diâmetro cadastrados.

A condutividade elétrica das águas dos poços escavados varia de 36,0 a 578,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sendo que cerca de 70% dos valores são de até 200,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Gráfico 5.11). O poço escavado de maior CE é o JAP-026, na propriedade de Adelino Wegner, que possui 5,7 metros e localiza-se na várzea do canal do Rio Cubatão. Esse poço está parado há muito tempo e só é utilizado nas épocas de estiagem. A média e mediana são respectivamente, 160,25 e 140,25 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

As captações de fontes naturais apresentam águas pouco mineralizadas, com CE variando de 26 a 241 $\mu\text{S}/\text{cm}$, com cerca de 97% dos casos com valores de até 150 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Gráfico 5.12). A média é de 97,25 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e a mediana 89,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Essa baixa mineralização é explicada pelo tipo de ocorrência de água subterrânea alimentada por água de chuva, caracterizando um baixo tempo de residência.

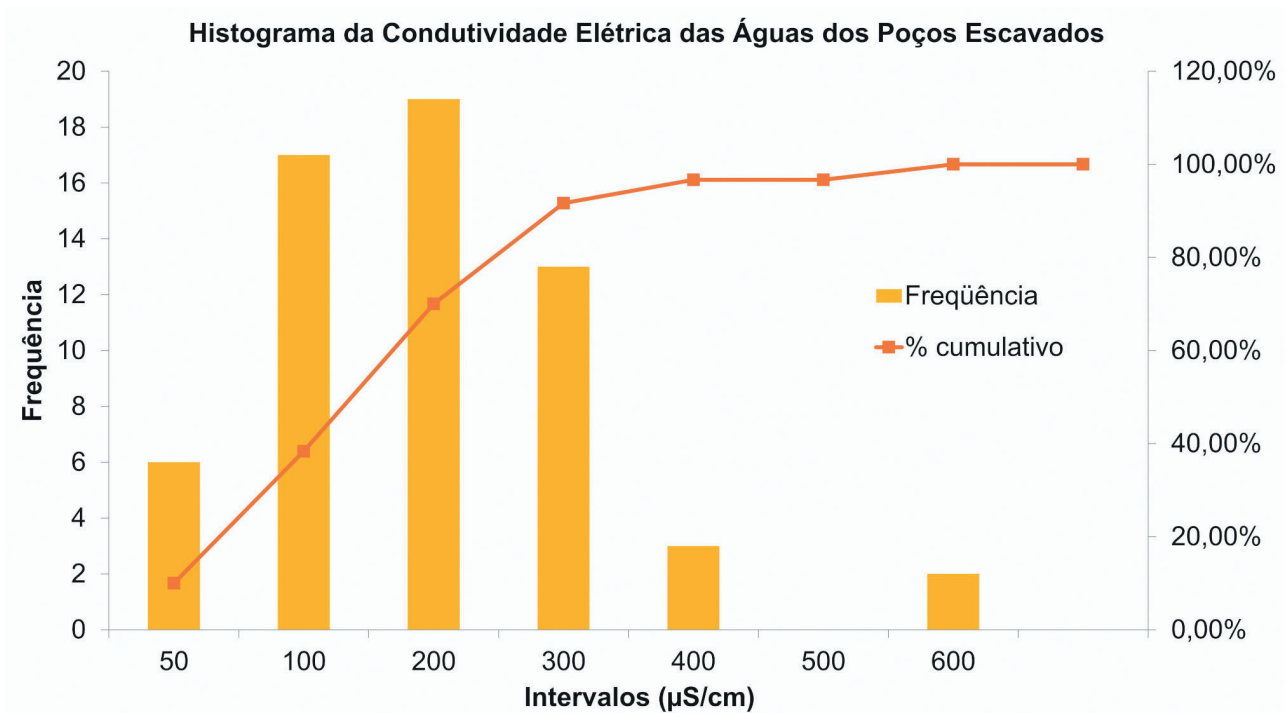


Gráfico 5.11. Histograma dos valores de condutividade elétrica dos poços escavados.

5.2.7.2 pH

O pH é a medida da concentração hidrogeniônica da água ou solução, sendo controlado pelas reações químicas e pelo equilíbrio entre os íons presentes. Nas águas naturais, o pH é essencialmente função do gás carbônico dissolvido, da presença de ácidos húmicos e da alcalinidade. O valor de pH tem influência sobre a solubilidade de muitos solutos e somente alguns íons, como cloreto, potássio e nitrato sofrem poucas variações de solubilidade em toda a faixa de pH. A maioria dos íons metálicos podem formar cátions em águas ácidas, e em condições alcalinas, precipitam na forma de hidróxidos ou sais básicos.

Nos poços tubulares, os valores de pH oscilam entre 5,65 a 8,48, com 84,62 % dos valores até 7,5. A média do pH nas águas dos poços tubulares é de 7,01 e a mediana é de 6,99. O Gráfico 5.13 ilustra distribuição dos valores de pH das águas dos poços tubulares cadastrados, salientando que são predominantemente neutras, com pequenas parcelas oscilando entre levemente ácidas e levemente alcalinas.

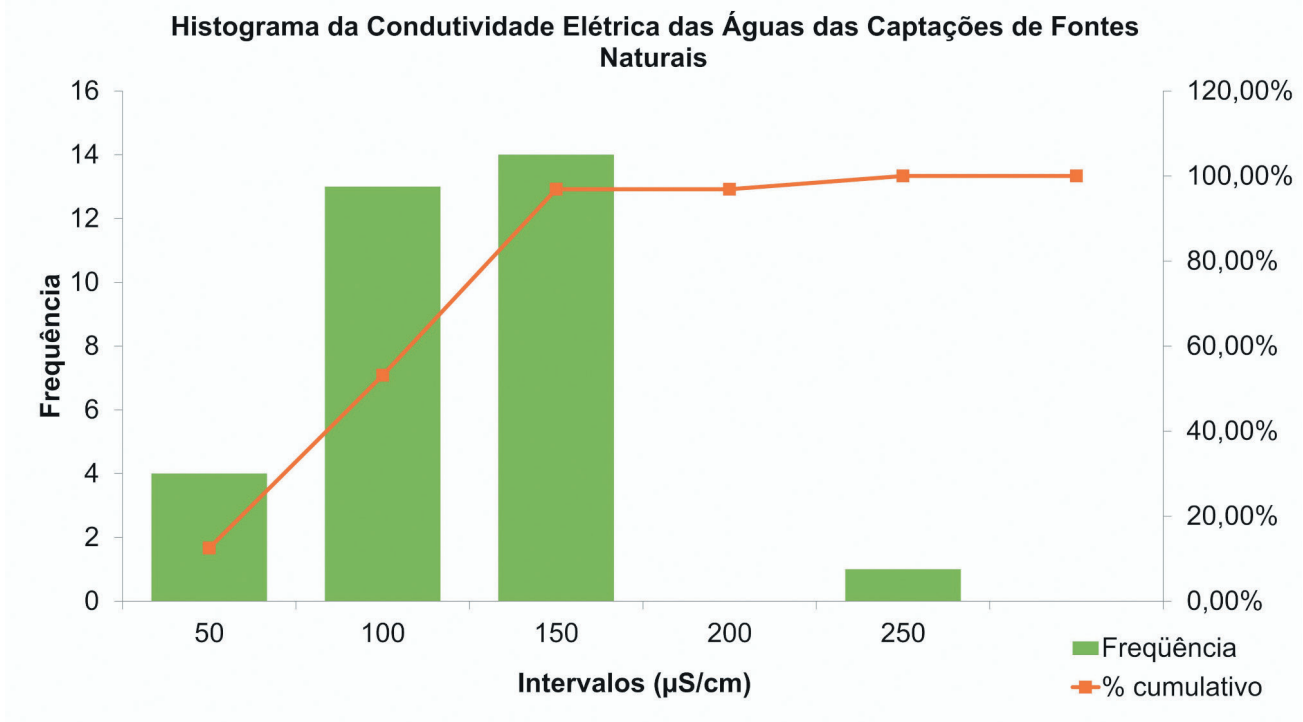


Gráfico 5.12. Histograma dos valores de condutividade elétrica das captações de fontes naturais cadastradas.

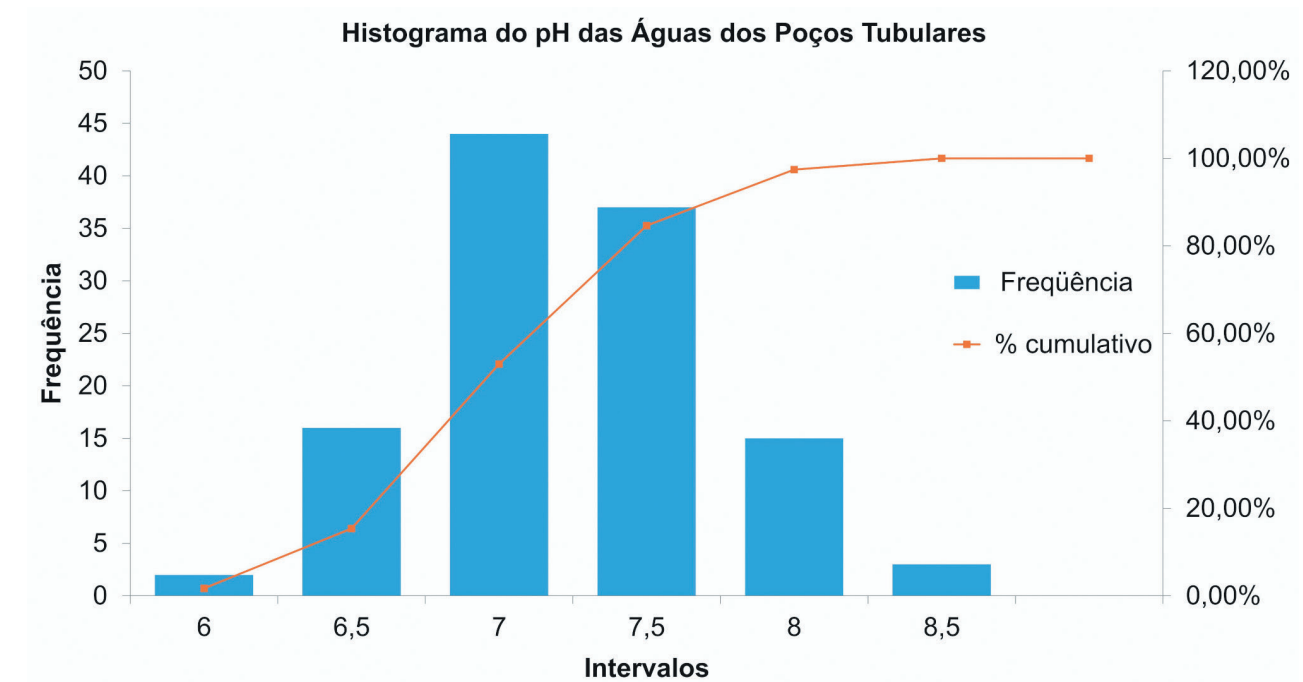


Gráfico 5.13. Histograma do pH das águas dos poços tubulares cadastrados.

O pH nas águas dos poços de pequeno diâmetro vai de 4,31 a 7,68, com média 6,48 e mediana 6,59, com cerca de 82 % dos valores até 7,0, caracterizando águas essencialmente pouco ácidas a neutras. O Gráfico 5.14 apresenta o histograma da frequência do pH nas águas dos poços de pequeno diâmetro.

Nos poços escavados, as águas apresentam pH com caráter levemente ácido, com valores medidos entre 4,65 e 7,44 e média de 6,04, representando típicas águas de manto de alteração, com influência

dos extratos de solo ricos em ácidos húmicos e águas com baixo tempo de residência. O Gráfico 5.15 exibe a distribuição da frequência dos valores de pH com aproximadamente 72 % dos valores ficando abaixo de 6,5.

As águas das captações de fontes naturais cadastradas têm pH variando entre 5,02 a 8,24, com média 6,96 e mediana 7,17. Suas águas apresentam maior alcalinidade que a dos poços escavados, fato que será investigado com a realização de análises físico-químicas completas (Gráfico 5.16).

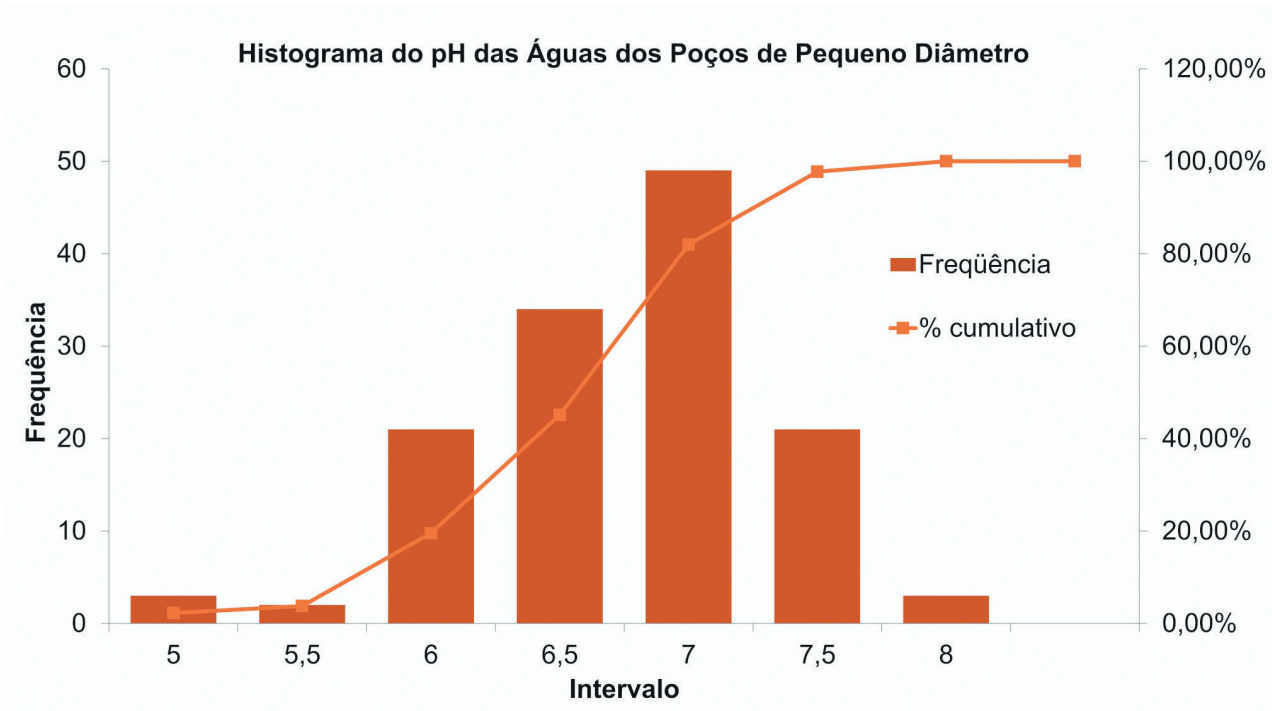


Gráfico 5.14. Histograma do pH das águas dos poços de pequeno diâmetro.

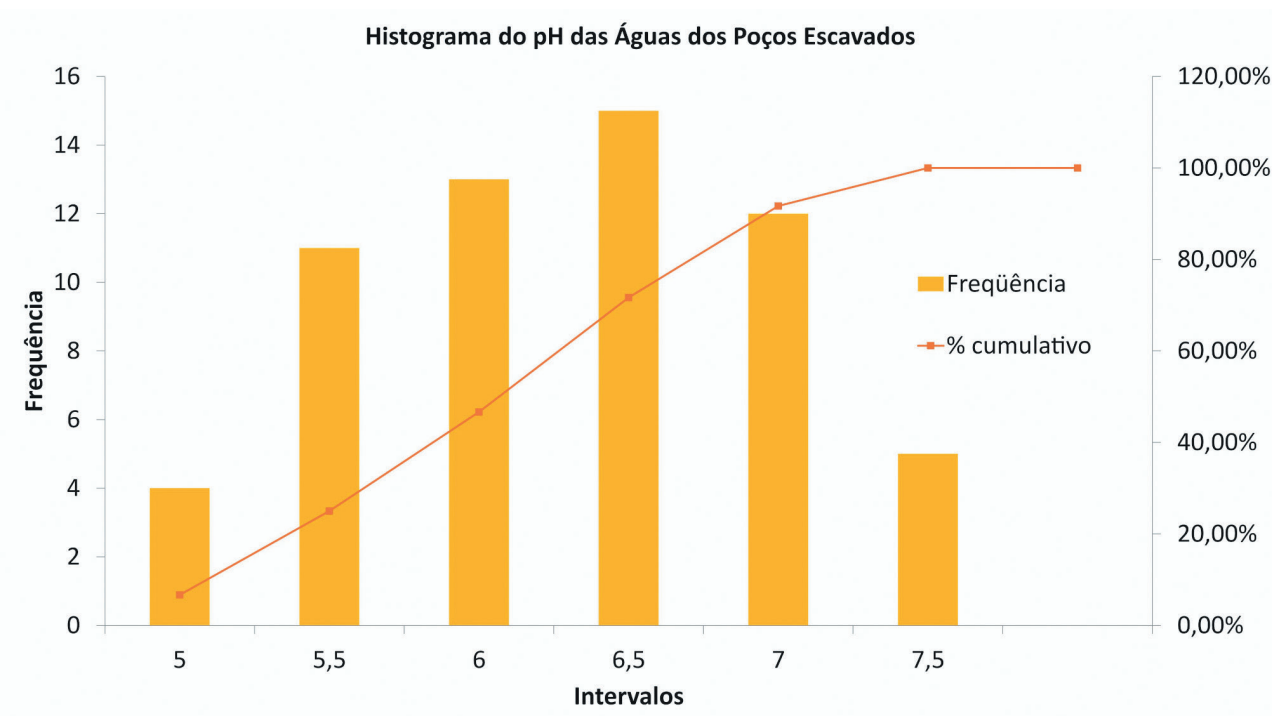


Gráfico 5.15. Histograma do pH das águas dos poços escavados.

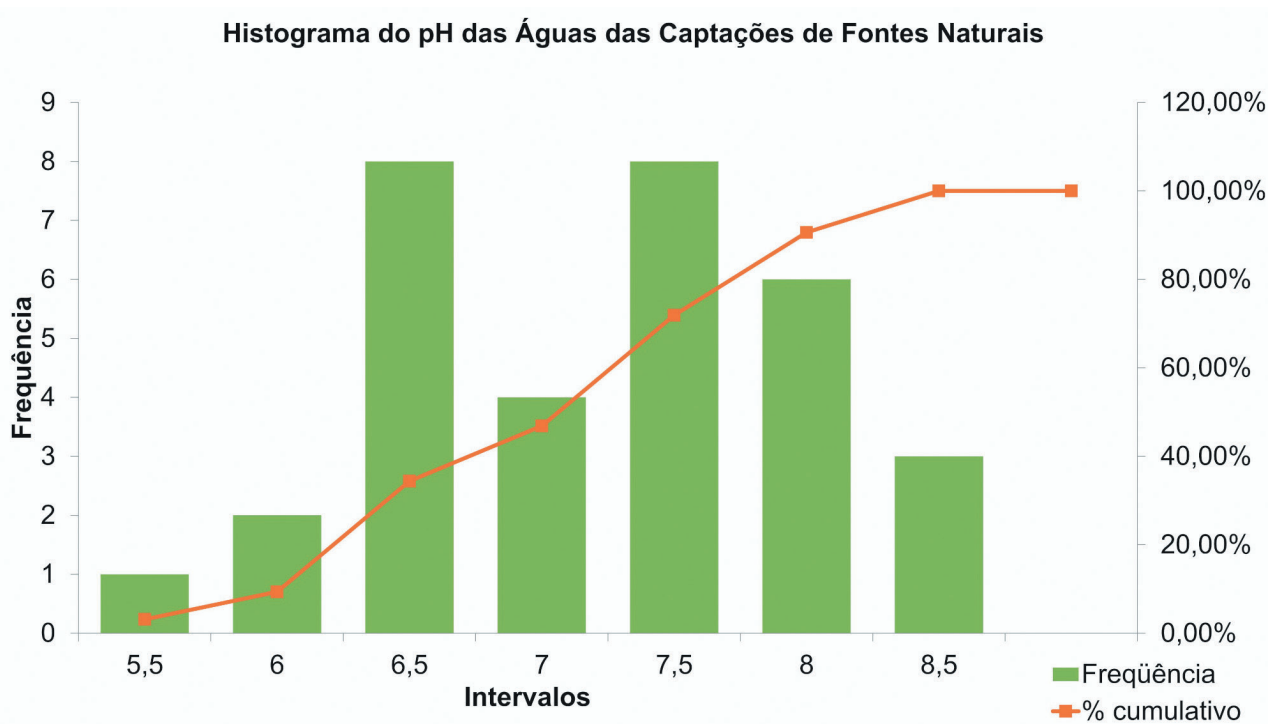


Gráfico 5.16. Histograma do pH das águas das captações de fontes naturais cadastradas.

5.2.7.3 Potencial de oxirredução

O potencial de oxirredução também é denominado Eh, potencial redox e ORP (*Oxidation Reduxtion Potential*) e representa as condições de intensidade relativa de oxidação ou redução em soluções (HEM, 1985). O Eh determina a característica do ambiente controlando os vários processos químicos que ocorrem na natureza. O sinal convencional na geoquímica de águas naturais para esse parâmetro é positivo (+), para condições oxidantes, e negativo (-), para condições redutoras.

Elementos e moléculas estão presentes na água em vários estados de oxidação, que determinam propriedades, tais como toxicidade, hidrólise, tendência de formar compostos insolúveis, etc. O Eh será fundamental para os estudos hidrogeoquímicos a serem desenvolvidos no produto P4.

Nos poços tubulares, os potenciais de oxirredução medidos variam entre -213,8 e +572,0 mV, com média +13,34 mV e mediana de +14,6 mV. Nos poços de pequeno diâmetro, as condições aparentam ser mais oxidantes, provavelmente devido à captação ser realizada nos aquíferos mais rasos e mais suscetíveis à presença de oxigênio. Da mesma forma, nos poços escavados e nas captações de fontes naturais, os valores de Eh representam ambientes mais oxidantes. Os histogramas da distribuição dos valores de Eh para as águas dos diversos tipos de captação estão ilustrados do Gráfico 5.17 até o Gráfico 5.20.

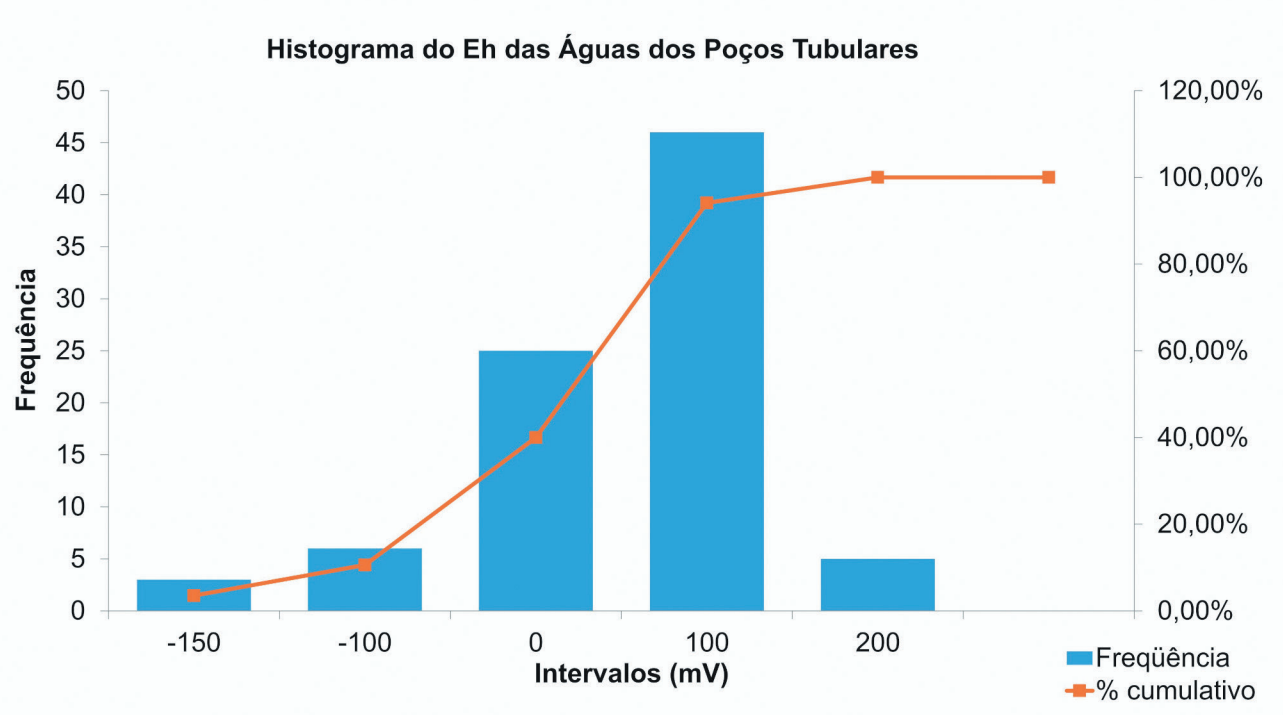


Gráfico 5.17. Histograma do Eh das águas dos poços tubulares.

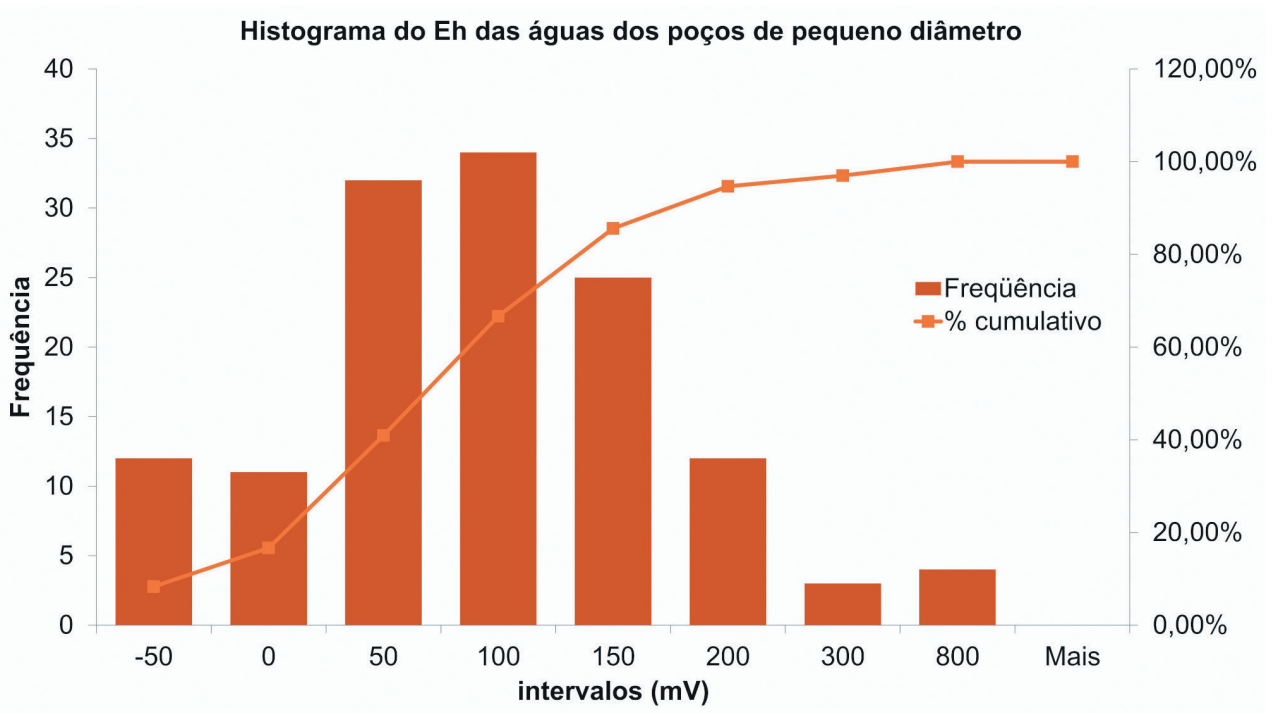


Gráfico 5.18. Histograma do Eh das águas dos poços de pequeno diâmetro.

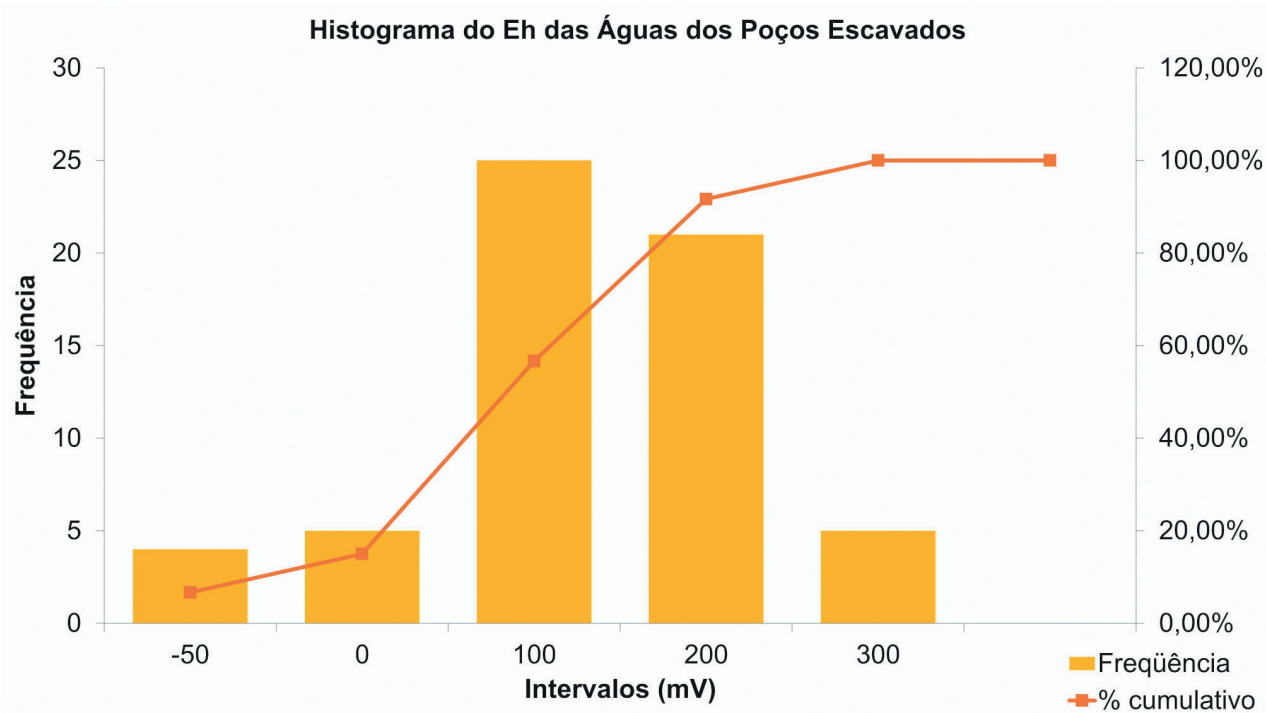


Gráfico 5.19. Histograma do Eh das águas dos poços escavados.

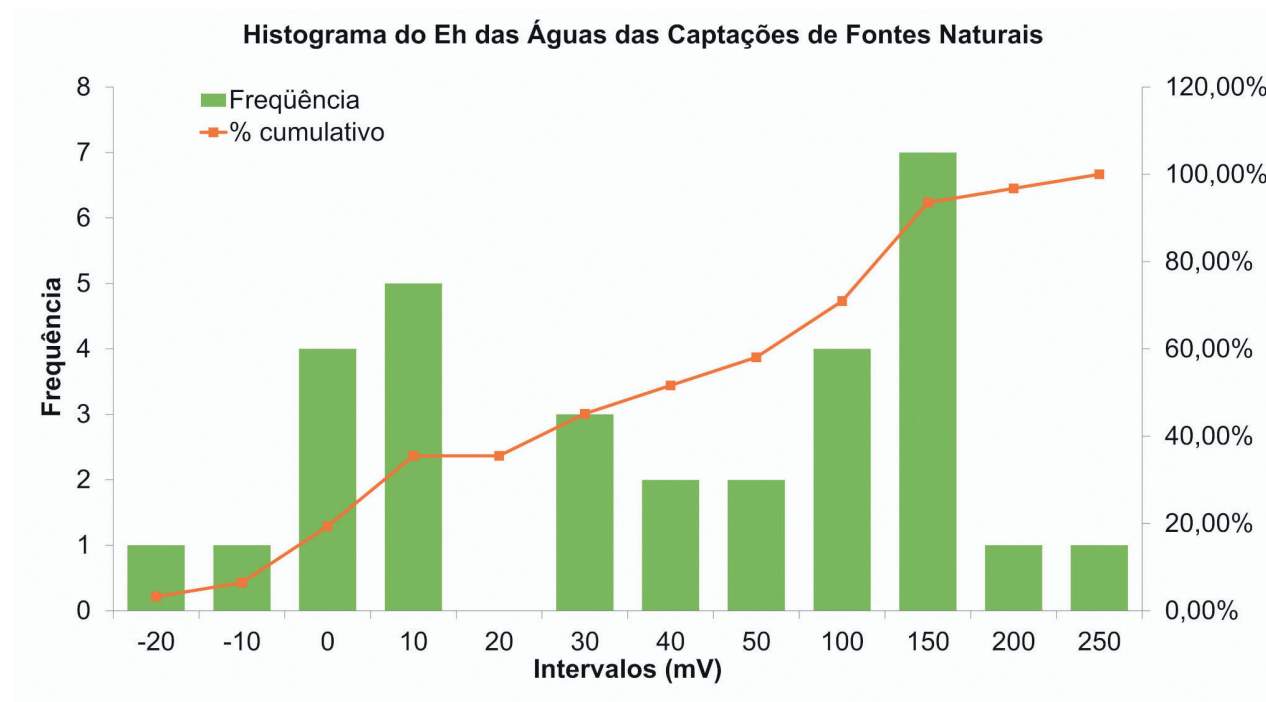


Gráfico 5.20. Histograma do Eh das águas das captações de fontes naturais.

A Figura 5.9 apresenta a distribuição espacial dos parâmetros físico-químicos de água subterrânea medidos em campo e classificados por tipo de captação. Um parâmetro que se destaca é a condutividade elétrica, evidenciando, na porção leste do município, poços com águas salinizadas, sobretudo, junto aos rios Cachoeira, Cubatão, Mississippi e Bucarein. Esta condição será objeto de maior estudo nos produtos subsequentes do projeto.

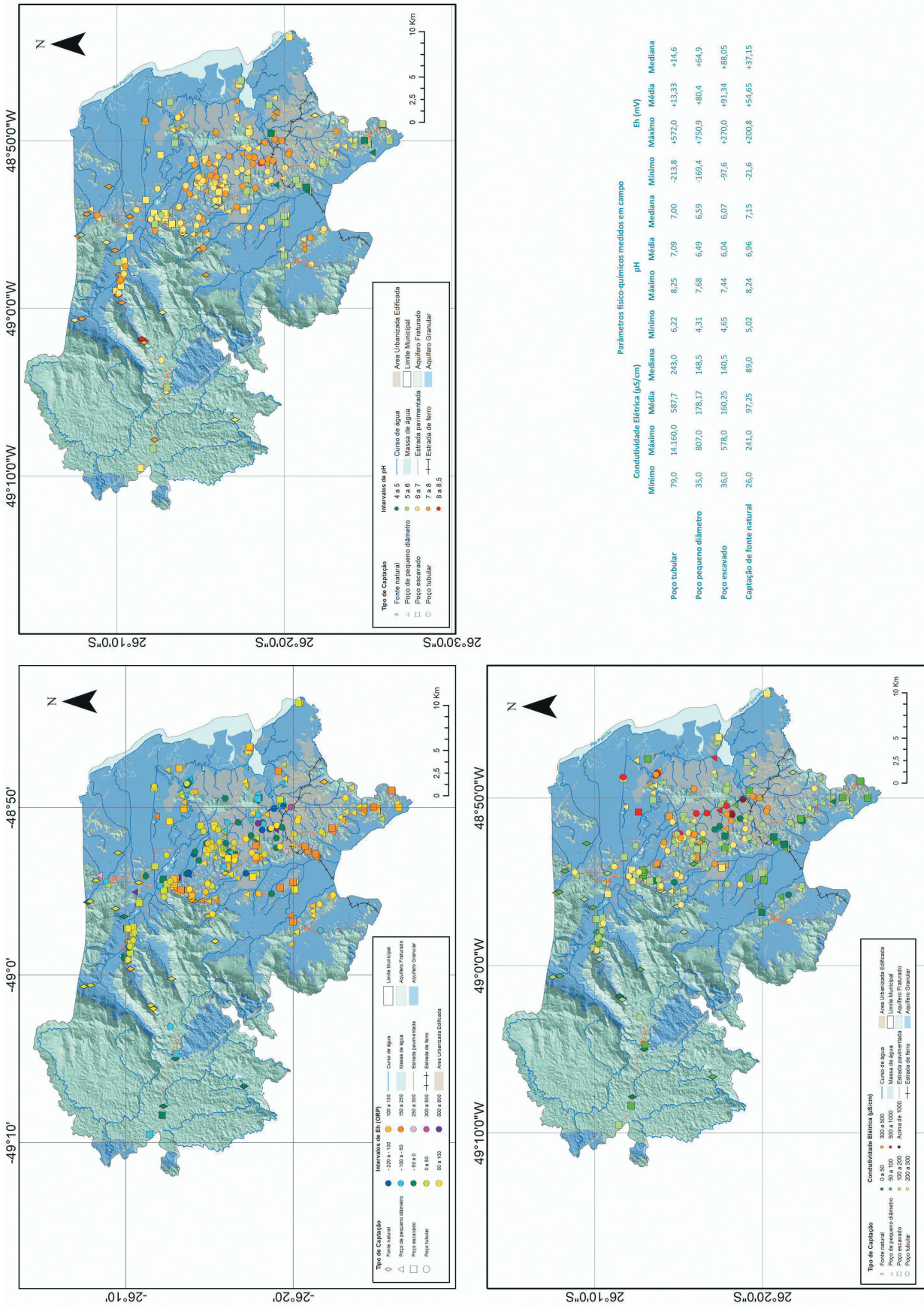


Figura 5.9. Resumo estatístico e distribuição espacial dos valores dos parâmetros físico-químicos medidos em campo nos pontos de captação de água subterrânea.

6. ESTIMATIVA DOS VOLUMES DE ÁGUA SUBTERRÂNEA EXPLOTADOS

Idealmente, a contabilização dos volumes retirados e consumidos deve estar baseada no inventário e séries históricas medidas, todavia, em virtude da indisponibilidade e consistência de dados, usualmente se utilizam estimativas indiretas para a avaliação e projeção das demandas.

A forma exata de se avaliar o volume de água subterrânea extraída dos aquíferos é, indubitavelmente, uma tarefa quase impossível. O correto é equipar os pontos de captação com hidrômetros ou outros equipamentos de controle de vazão. No entanto, na grande maioria dos casos, não existe controle, e nos poços que são dotados de hidrômetro, a informação não estava disponível no momento do cadastro.

Com base nas informações coletadas e compiladas durante o cadastramento de pontos de captação de água subterrânea, foi feita uma estimativa do volume de água explotada no município de Joinville. Para tanto, foram selecionados do banco de dados somente os pontos que estão sendo utilizados para extração de água, ficando de fora os pontos abandonados, não instalados e parados.

Também foi utilizado o banco de dados de fontes alternativas da Companhia de Águas de Joinville, que contém 3.998 pontos de captação não discriminados (poços tubulares, poços de pequeno diâmetro, poços escavados e nascentes). Como a parcela de pontos que está sendo utilizada não é conhecida, foi realizada uma consulta a CAJ, que realizou uma campanha de fiscalização de 361 fontes alternativas, onde 57% estavam em uso, 38% desativadas e em 5% não foi possível verificar a situação. Assim sendo, considerou-se que, na área urbanizada coberta pela rede pública de abastecimento, a tendência é de que 50% destas captações estejam desativadas.

Os pontos de captação cadastrados em campo foram subtraídos desse banco de dados e tiveram os cálculos realizados conforme a disponibilidade de dados e as informações.

A estimativa dos volumes explotados de água subterrânea foi realizado conforme a expressão abaixo:

$$Q_{exp} = Q1 + Q2 + Q3 + Q4 + Q5$$

Onde:

Q_{exp} = vazão explotada em m³/mês

Q1 = vazão de exploração informada x n° horas por dia x dias por mês

Q2 = vazão de ensaio de bombeamento x 12 horas x 30 dias

Q3 = vazão média dos poços x 12 horas x 30 dias

Q4 = n° de captações de fontes x 1,5 m³ x 24 horas x 30 dias

Q5 = (3.695 pontos x 0,5 m³/dia x 30 dias)/2

O cálculo do *Q1*, cujo volume bombeado mensal é de 14.399 m³, foi baseado nas informações dos 107 pontos de captação que possuem informação de vazão de exploração.

Nos 71 poços, que têm ensaio de bombeamento ou que não apresentam informações do regime de utilização, foi estimada a vazão de exploração utilizando-se a vazão de teste durante um período de 12 horas diárias durante 30 dias, já que a maioria apresenta uso industrial. O resultado para o *Q2* é de 179.977 m³/mês.

Nos 83 pontos de captação, onde não há nenhum registro de vazão de teste, utilizou-se para a estimativa do *Q3* as vazões médias de cada tipo de captação de água subterrânea conforme a Tabela 6.1:

Tabela 6.1. Estimativa da vazão de exploração mensal dos pontos de captação sem informações de ensaio de bombeamento, baseada em médias das vazões num período e 12 horas diárias.

Tipo de captação	Nº de pontos	Vazão média (m ³ /h)	Estimativa mensal
Poço tubular	11	8,04	31.838 m ³
Poço de pequeno diâmetro	49	1,5	26.460 m ³
Poço escavado	23	1,0	8.280 m ³
			Total = 66.578 m ³

A componente Q4, vazões das 26 captações de fontes naturais cadastradas e sem registro de vazão de exploração, foi calculada considerando-se que ficam produzindo água perenemente e que suas vazões médias são de 1.000 litros horários. Desta forma, as vazões estimadas para essas captações giram em torno de 18.720 m³ mensais.

Em relação aos pontos de captação levantados pela CAJ, estima-se que 50 % dos pontos estão sendo utilizados, principalmente para uso doméstico. Segundo o Manual de Usos Consuntivos de Água no Brasil (ANA, 2019), o consumo *per capita* na Região Sul, em cidades com mais de 75 mil habitantes, é de 137 l/hab.dia. Considerando que há quatro pessoas por família na área urbanizada de Joinville, chega-se a um consumo estimado de 0,5 m³/dia por ponto. Assim o cálculo do volume explorado (Q5) pelas fontes alternativas da CAJ, não cadastradas pelo SGB-CPRM, é de 27.712 m³ mensais.

Considerando todas as estimativas feitas para calcular o volume de água subterrânea explorada, chega-se a um volume mensal de 307.368 m³.

7. PROBLEMAS VERIFICADOS NAS CAPTAÇÕES DE ÁGUA SUBTERRÂNEA

7.1 Introdução

A utilização das águas subterrâneas no Brasil é, geralmente, feita de modo empírico, improvisado, sem planejamento e rigor técnico, resultando em frequentes problemas de interferências entre poços, superexploração de aquíferos, redução dos fluxos de base dos rios, impactos na qualidade das águas subterrâneas e redução das descargas de fontes e nascentes. A clandestinidade é outro fator que não permite precisar qual o volume de água extraída e nem garante que as perfurações não se tornarão fontes de contaminação por agrotóxicos, no campo, e demais poluentes, na zona urbana.

Em Joinville, esse panorama não é muito diferente. Durante o cadastramento dos pontos e captação de água subterrânea, verificou-se muitos problemas construtivos e operacionais devidos a fatores diversos, entre os quais:

- Negligência ou desconhecimento das normas técnicas vigentes de construção das obras de captação por parte dos usuários;
- Contratação de empresas ou pessoas não habilitadas para a perfuração de poços tubulares e poços de pequeno diâmetro;
- Fiscalização insuficiente por parte dos órgãos responsáveis;
- Problemas econômicos enfrentados pela população, principalmente a de menor renda, que contrata serviços inadequados por conta dos custos mais baixos;
- Insuficiência do serviço público de abastecimento pretérito ou atual.

Nesse capítulo serão tecidas considerações a respeito dos problemas relacionados aos aspectos técnico-constructivos e técnico-legais verificados durante o cadastramento de pontos de captação de água subterrânea em Joinville.

7.2 Aspectos Técnico-Constructivos

A seguir são relacionadas as principais dificuldades verificadas em Joinville para os diversos tipos de captações de água subterrânea. Durante o cadastramento, os problemas foram constatados, na grande maioria dos casos, apenas com as observações visuais realizadas in loco das captações, identificando-se somente os aspectos externos. Porém, a avaliação das condições construtivas dos poços tubulares contou com técnicas de observação interna, ou invasiva, como a perfilagem ótica e o ensaio de bombeamento.

A perfilagem ótica, também conhecida como videoendoscopia, é uma ferramenta muito útil e exhibe o resultado de modo instantâneo e claro, possibilitando uma melhor identificação dos problemas constructivos e de deterioração do poço estudado (GAINO, 2016). Para isso, foi utilizada uma câmera da marca Laval R-Cam-1000 (Figura 7.1), de propriedade do SGB-CPRM. O equipamento R-1000 Dual Cam, marca Laval Underground Surveys, é constituído por um conjunto montado em um carro-de-mão com duas rodas, um guincho elétrico portátil com capacidade para 300 metros e um braço ajustável para centralizar a câmera sobre o poço. O acionamento é elétrico, com uma bateria veicular de 12 Volts, cabos de conexão, monitor de LCD em cores, fixo na tampa do painel de controle com a medida de profundidade na tela. O gravador de vídeo é um DVR, digital, que grava vídeos diretamente da câmera para um cartão de memória ou mídia DVD. A câmera possui diâmetro externo de 2”, permitindo imagens coloridas com visão de fundo e lateral com 360° de rotação. A iluminação é realizada com 50 LEDs de alta intensidade propiciando imagens com alta resolução. Um centralizador de cintas regulável evita o impacto do equipamento com as paredes do furo.



Figura 7.1. Equipamento de videoendoscopia utilizado no poço JML-010: Caixa de comando, monitor câmera de videoendoscopia.



Figura 7.2. . Equipamento de videoendoscopia utilizado no poço JML-010: guincho e câmera.

Os ensaios de bombeamento foram realizados nos mesmos poços onde se realizou as videoendoscopias. Consistiram no bombeamento ininterrupto dos poços por aproximadamente 6 horas, quando foram apontados os níveis da água e vazão em intervalos de tempo previamente determinados. A realização desta atividade contou com a unidade própria do SGB-CPRM, constituída por um grupo gerador de 50 kWh, acionado por motor a diesel e instalado sobre o chassi de uma caminhão Ford Cargo 1713 E (Figura 7.3). Este grupo gerador permite o funcionamento da bomba submersa, utilizada para a extração da água dos poços.



Figura 7.3. Veículo do SGB-CPRM equipado com grupo gerador, guincho e bomba submersa, utilizados para os ensaios de bombeamento em Joinville.

Os ensaios de bombeamento permitiram investigar a potencialidade dos aquíferos e poços, permitindo o cálculo dos parâmetros hidrodinâmicos, bem como avaliar as características visuais dos poços ao longo do bombeamento ininterrupto, como turbidez, cor, odor, etc.

As técnicas invasivas exigem a interrupção do funcionamento do poço tubular por um intervalo de tempo de aproximadamente dois dias. Em razão disso, raramente os proprietários podem ficar sem usar seus poços durante esse período, mas alguns foram gentilmente cedidos, viabilizando tal tipo de inspeção. Os poços utilizados (Figura 7.4) foram:

- JML-007 da fábrica de tubos de concreto da Prefeitura de Joinville;
- JML-009 do Centro de Treinamento do JEC (Joinville Esporte Clube);
- JML-010 da Sementes Macoppi, na Rodovia do Arroz;
- JEL-032 do Rancho Esser, na Pirabeiraba;
- JAP-007 do Mini-Mercado Schroeder, na SC-401, Pirabeiraba.

Os resultados das perfilagens óticas e dos ensaios de bombeamento desses cinco poços encontram-se resumidos no Apêndice C – Planilhas de Ensaio de Bombeamento Executados – e Anexo A – Orientações Para Limpeza de Poços Escavados e Captações de Fontes.

Embora o diagnóstico tenha sido realizado numa pequena quantidade de poços tubulares, as informações obtidas, em conjunto com as que foram observadas em superfície nos demais poços, permitiram traçar um panorama geral sobre os problemas técnicos construtivos encontrados nos poços tubulares do município.

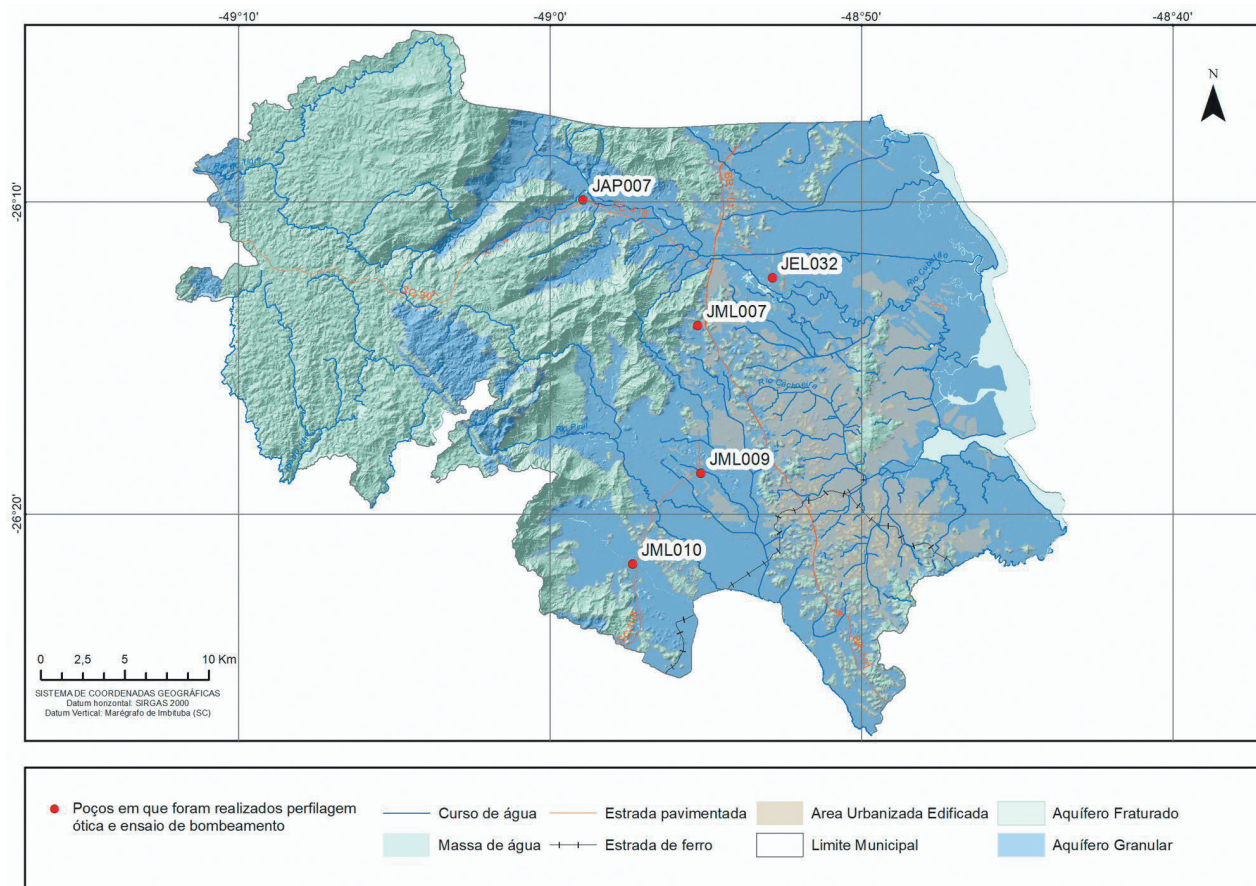


Figura 7.4. Poços tubulares cedidos para a realização de perfuração óptica e ensaio de bombeamento.

7.2.1 Poços Tubulares Profundos

A identificação de problemas em poços tubulares profundos pode não ser uma tarefa fácil, dependendo, na maioria dos casos, da avaliação de profissionais experientes e empresas especializadas sobre o assunto. A simples visualização da parte externa de um poço pode não ser o suficiente para a identificação de irregularidades, mas pode resultar em indicativos importantes. Entretanto, a identificação de patologias e a manutenção de poços são fundamentais, a fim de que o investimento aplicado na perfuração não seja perdido em curto espaço de tempo. Toda obra, incluindo a perfuração de poços, possui uma vida útil que dependerá de sua manutenção e resolução de problemas. Existem inúmeras causas para que um poço apresente perdas de desempenho e/ou deterioração durante sua vida útil, dentre elas pode-se citar as características inerentes à formação geológica/aquífero na qual o poço faz a captação, construção do poço e qualidade da água captada em condições naturais dos aquíferos (SMITH; COMESKEY, 2010).

As causas dos problemas que ocorrem em poços são associadas a diferentes origens, podendo ser mecânica, hidráulica e de qualidade química da água (GIAMPÁ *et al.*, 2013). Essas causas atuam de forma combinada, tornando difícil a identificação do fator predominante. As obstruções de seções filtrantes refletem-se em rebaixamentos progressivos do nível dinâmico, sem queda significativa do nível estático. A diminuição da vazão específica e o incremento da perda de carga no poço são determinantes na detecção do problema (GIAMPÁ *et al.*, 2013). Ainda, segundo o mesmo autor, outro inconveniente é a produção de areia originada por procedimentos inadequados de construção de poços, pelo desenvolvimento de processos de corrosão e por danos físicos ocasionados à coluna, principalmente na estrutura dos filtros.

Defeitos no equipamento de bombeamento, também, podem mascarar a real capacidade efetiva de um poço, sendo necessária constante manutenção. Os problemas hidráulicos são aqueles associados à queda de produção de água e à diminuição da vazão de bombeamento, que ocorrem devido a taxa de bombeamento em volume e período diário ser incompatível com a estrutura do poço e/ou a interferências não gerenciadas provocadas por poços vizinhos.

Mansuy (1999), apresenta uma lista de problemas de ordem construtiva que afetam, sobretudo, os poços tubulares, como:

- Perda de capacidade de produção;
- Turbidez da água;
- Corrosão;
- Águas avermelhadas.

Esses problemas refletem muito a realidade das captações cadastradas em Joinville, pois obedecem a uma tendência muito comum, tanto nas metodologias de perfuração, quanto nas unidades geológicas perfuradas, mas que somente puderam ser constatadas através de inspeções mais detalhadas, como a videoinspeção e os ensaios de bombeamento.

7.2.1.1 Perda de capacidade de produção

A análise da perda de capacidade de um poço só é possível de ser constatada quando os dados de vazão e capacidade específica são determinados logo após a perfuração ou com algum controle histórico, a partir de uma determinada data (história de meses, anos, etc.). Desta forma, caso haja a diminuição da vazão durante um período, afastando-se a hipótese de problemas com a motobomba submersa, pode-se levar a indícios de que haja problemas no poço, como corrosão, incrustações e obstruções dos filtros, conforme mostra a Figura 7.5.A.

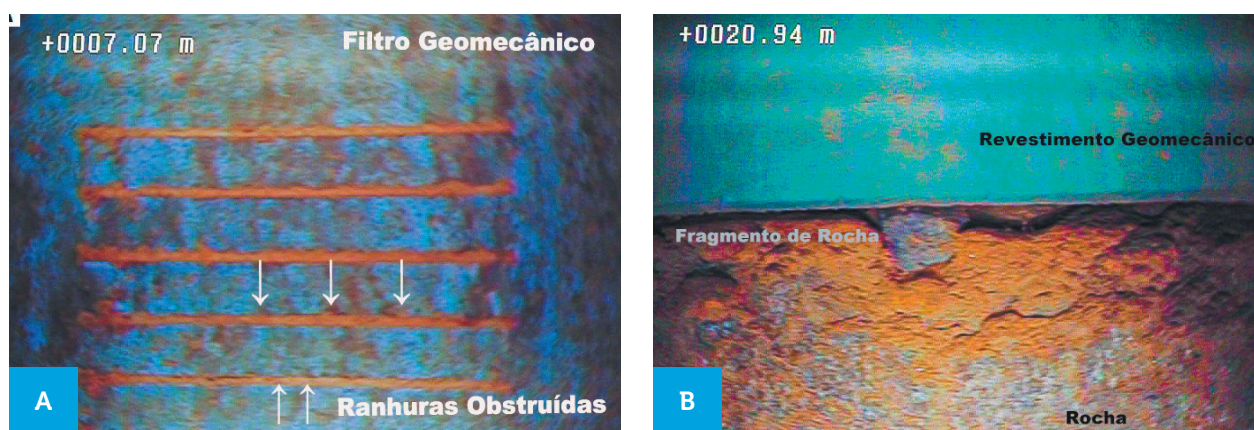


Figura 7.5. A: Obstrução dos filtros impedindo a entrada de água, diminuindo a capacidade de produção do poço (exemplo verificado no poço JEL-032 à profundidade de 7,07 metros); B: Presença de um fragmento de rocha entre o revestimento instalado e a rocha subjacente aos 20,94 metros.

7.2.1.2 Turbidez

Turbidez é a medição da resistência da água à passagem de luz provocada pela presença de partículas flutuantes. É um parâmetro de aspecto estético de aceitação ou rejeição do produto, sendo o valor máximo permitido de turbidez na água potável de 5,0 NTU (Unidade Nefelométrica de Turbidez), conforme Portaria do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011).

A ocorrência de turbidez elevada em água de poços é um dos principais indicativos de que há problemas construtivos, como:

- Instalações inadequadas de tubos de revestimentos e filtros, com relação ao tipo de material utilizado;
- Falta de dimensionamento das seções filtrantes em relação às aberturas dos filtros, permitindo a entrada de materiais da formação para dentro do poço;
- Não instalação de pré-filtro em poços totalmente revestidos ou mistos, em que foram instalados filtros;
- Inexistência ou má cimentação do espaço anelar, permitindo a entrada de sedimentos finos e águas superficiais indesejadas;
- Instalação inadequada de revestimentos dentro da rocha sã, em poços parcialmente revestidos, permitindo infiltrações de águas e sedimentos superficiais;
- Quebra e/ou avarias de revestimentos e filtros durante a completação do poço ou durante o seu uso.

As medidas de turbidez realizadas em campo durante o cadastramento dos poços tubulares revelaram que 23,6 % dos poços apresentam turbidez acima de 5 NTU, limite aceitável do Ministério da Saúde. Em alguns casos, o resultado não condiz com a realidade da água extraída no momento da coleta. Na maioria dos casos, a turbidez se manifesta nos momentos iniciais do bombeamento, quando o nível d'água está raso dentro do poço e "lavando" as paredes nas suas porções mais superficiais. À medida que o nível vai rebaixando e o fluxo d'água tende a ser laminar, a tendência é que haja a diminuição da turbidez da água. A Figura 7.6 indica a diminuição da turbidez ao longo do tempo, durante o ensaio de bombeamento de poço tubular, mostrando que quando a bomba do poço é desligada e novamente ligada, após um determinado tempo sem funcionar, a água normalmente volta a ficar turva.



Figura 7.6. Exemplo da evolução da turbidez da água do poço tubular conforme o andamento do seu bombeamento. Da esquerda para a direita, o tempo de bombeamento é de 08, 16 e 25 minutos.

A turbidez também está relacionada à entrada de material externo ao poço, composto, principalmente, por solo e sedimentos, através das ranhuras dos filtros. A Figura 7.7 ilustra, por meio de imagens da perfilagem ótica do poço tubular, a visada de fundo e da parede interna do filtro geomecânico repleta de partículas de argilominerais. Esta situação é típica de poços perfurados e revestidos com filtros em que não foi aplicado o pré-filtro, utilizado justamente para evitar a entrada destes materiais. O resultado é a água turva dentro do reservatório, provavelmente, gerando entupimento das tubulações da rede de água (Figura 7.8).

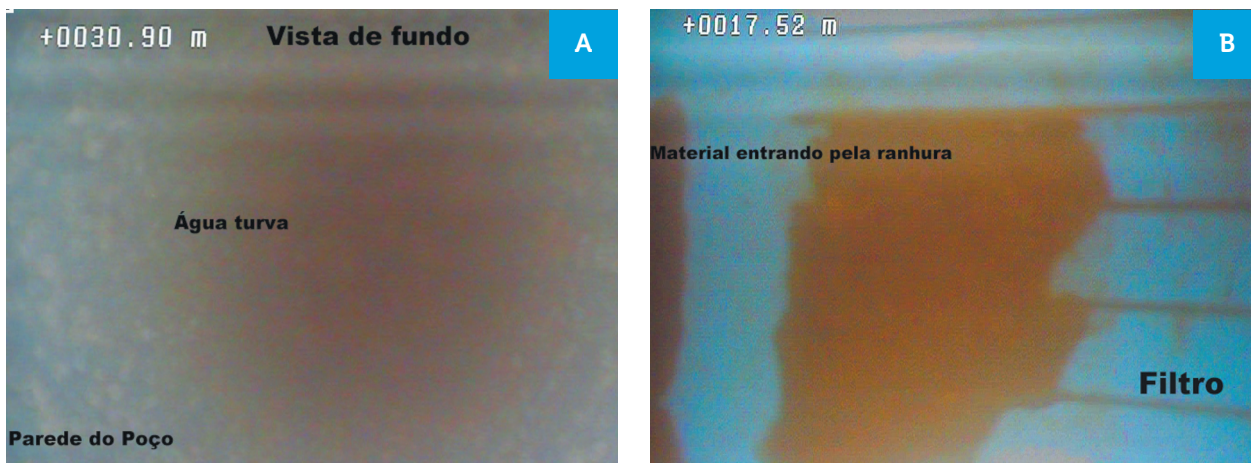


Figura 7.7. Imagens de videoendoscopia no poço: a) vista de fundo, onde é mostrada a turbidez da água; b) vista lateral do poço, onde está identificada a secção filtrante e a entrada de material, gerando excesso de material em suspensão e turbidez da água.



Figura 7.8. Reservatório com água turva bombeada diretamente do poço tubular.

O assentamento mal executado do revestimento do poço sobre a rocha, em poços parcialmente revestidos, também é uma causa do aumento da turbidez e pode levar à contaminação da água subterrânea. A percolação de águas superficiais, juntamente com materiais do solo ou de sedimentos, pode acarretar no aumento da quantidade de sólidos em suspensão, promovendo a turbidez da água. A Figura 7.5.B indica o revestimento do poço tubular mal assentado sobre a rocha cristalina subjacente. Observa-se um fragmento de rocha entre o revestimento e a rocha, na profundidade de 20,94 metros, evidenciando que a completação do poço foi mal executada, permitindo a entrada de materiais relacionados ao manto de intemperismo ou sedimentos, que aumenta a turbidez da água.

Outro fator que favorece a infiltração de materiais indesejados para dentro dos poços é a deficiência na vedação entre dois tubos de revestimento, causado pela falta de aperto entre as roscas, conforme pode ser visualizado na Figura 7.9. Essa imagem representa a visada lateral tomada pela câmera de videoendoscopia aos 2,19 metros no poço tubular. Observa-se que há sinais de infiltração de água e materiais sólidos, causando manchas na parede do poço e evidenciando, também, que não foi feita a cimentação do espaço anular entre a perfuração e o revestimento.

A ruptura de filtros é outro motivo pela qual a turbidez se torna excessiva em muitos poços, propiciando a entrada de materiais da formação geológica (Figura 7.10). Filtros quebrados ocasionam problemas de alta turbidez, atulhamento do poço, além de danos severos ao equipamento de bombeamento. Casos como este normalmente são insolúveis levando quase sempre à condenação do poço.

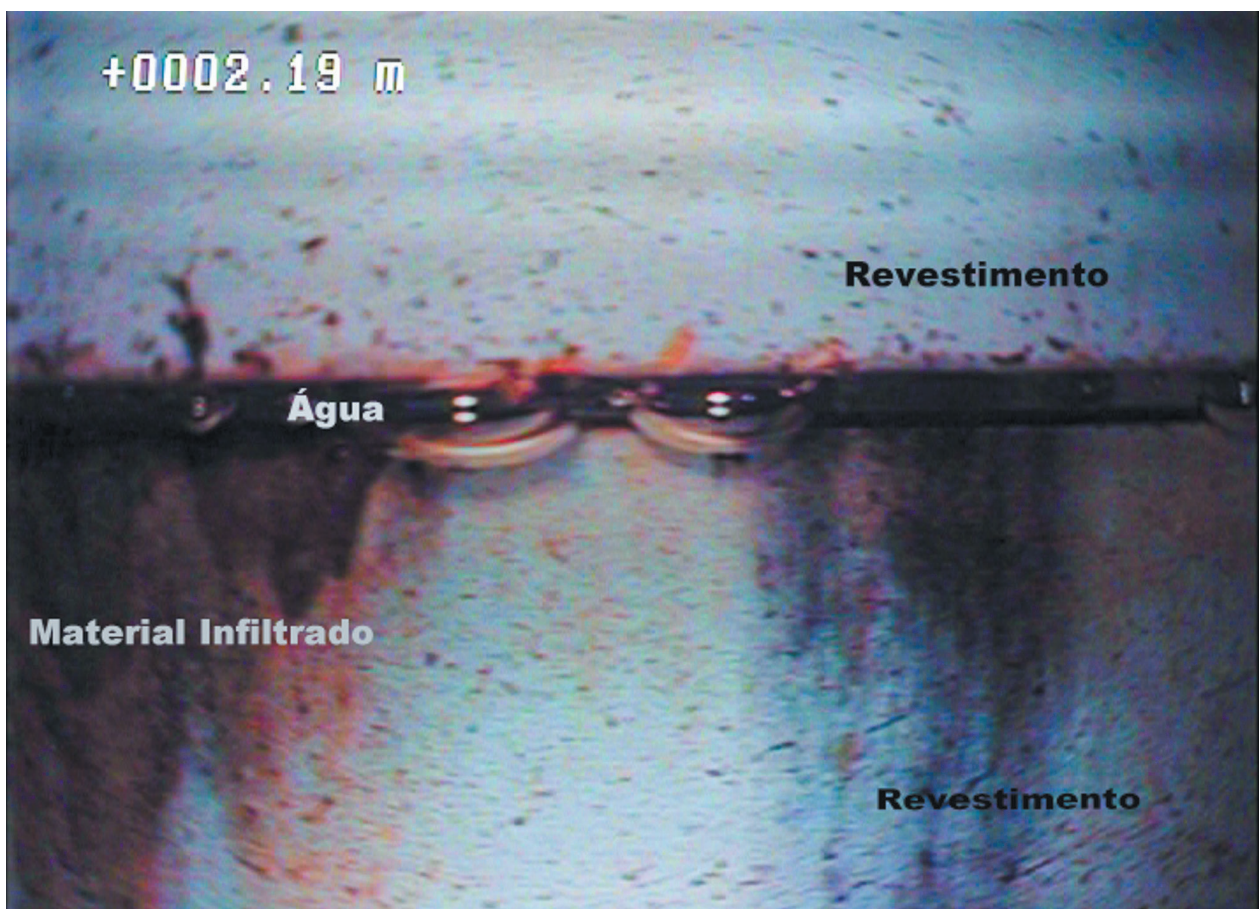


Figura 7.9. Exemplo de infiltração de água e materiais sólidos através da rosca mal vedada entre dois tubos de revestimento.



Figura 7.10. Imagem lateral da secção filtrante na profundidade de 7,07 metros, onde se observa a ranhura de filtro quebrada, permitindo a entrada de material da formação geológica para dentro do poço tubular.

7.2.1.3 Corrosão

A corrosão dos filtros, dos revestimentos e dos equipamentos de bombeamento de um poço tubular podem limitar muito a sua vida útil (JOHNSON, 1972). É um fenômeno muito complexo, e geralmente, associado aos metais, envolvendo a remoção de íons metálicos de metais sólidos em contato com soluções aquosas (SMITH; COMESKEY, 2010).

A corrosão é a ação química exercida sobre os materiais por fatores externos, causando-lhes desgaste ou destruição. Sua origem em tubulações de poços e bombas submersas pode ter variadas fontes, destacando-se a composição química da água do aquífero. De modo geral, boa parte das águas naturais é corrosiva, atacando os metais em maior ou menor grau. Algumas águas são extremamente corrosivas para a maioria dos metais, outras ocorrem apenas em alguns.

As causas de corrosão abióticas podem incluir águas naturalmente agressivas, contendo sulfetos (H_2S ou S^{2-}) e cloretos (Cl^-), e eletrólise, devido às correntes elétricas dispersas (SMITH; COMESKEY, 2010).

Outros processos que originam a corrosão de materiais dos poços podem estar relacionados às atividades microbiológicas, principalmente relacionadas às bactérias redutoras de sulfatos, geradas em ambientes anaeróbicos, que podem atacar os metais e gerar ferrobactérias (JOHNSON, 1972).

Qualquer corrosão é agravada pela seleção inadequada de materiais inapropriados para cada tipo de poço projetado e pode ser visualizada tanto em superfície, quanto internamente.

As Figura 7.11 e Figura 7.12 mostram processos de corrosão intensa do tubo edutor e pequenos sinais de corrosão na base do revestimento de aço galvanizado, respectivamente.



Figura 7.11. Tubo de revestimento e de educação corroídos no poço JAP-051 da antiga Cervejaria Antarctica.



Figura 7.12. Início de corrosão na tampa do poço e na base do tubo de revestimento de aço galvanizado.

A corrosão interna das roscas de uma tubulação galvanizada do revestimento de um poço tubular pode ser exemplificada pela Figura 7.13. A tubulação galvanizada ainda não sofreu corrosão devido à galvanização, mas as roscas internas, de ferro, estão corroídas. Com o decorrer do tempo, a tendência é o aprofundamento da corrosão, gerando orifícios e aberturas que podem carrear materiais externos para dentro do poço. As roscas, neste caso, deveriam ter sido apertadas até o final do curso, diminuindo a área de contato com a água, e, por consequência, diminuir a chance de corrosão.

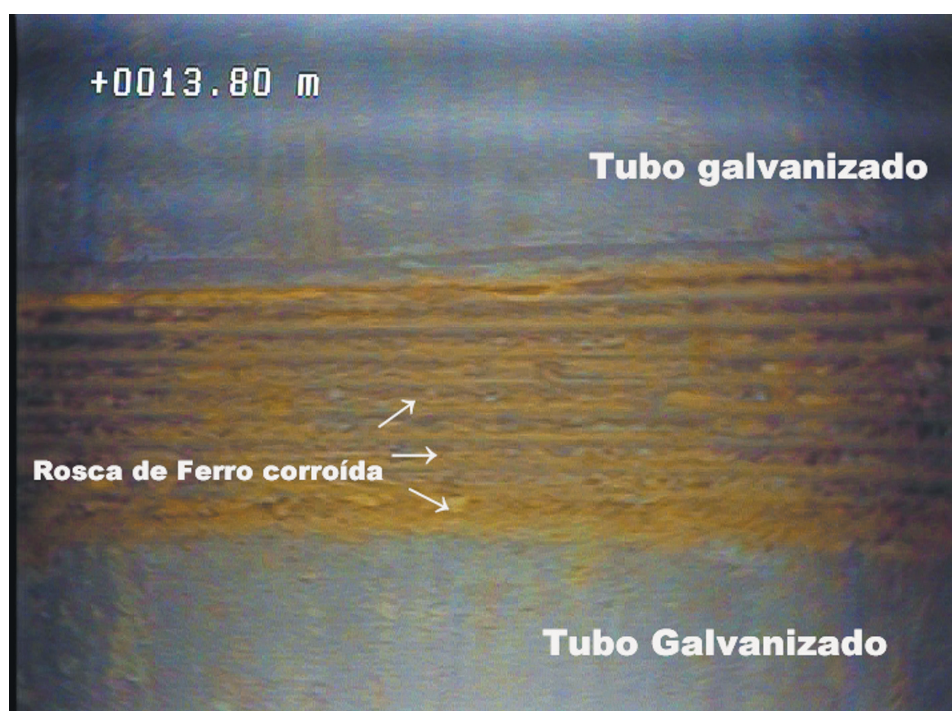


Figura 7.13. Imagem interna de um poço tubular, exibindo a rosca de emenda de dois tubos galvanizados, não apertadas o suficiente e com sinais de corrosão.

7.2.1.4 Produção de águas avermelhadas

A coloração avermelhada da água subterrânea é frequente no início do bombeamento de um poço tubular com problema. Essa cor é causada pelo arraste de materiais devido à alta velocidade do movimento da água através das formações geológicas (MANSUY, 1999). As águas avermelhadas são geralmente compostas por uma fração de bactérias e outra por minerais. Os minerais mais comuns são aqueles relacionados a compostos de ferro e manganês. O ferro encontra-se na forma oxidada (Fe^{3+}), nos solos, e reduzida (Fe^{2+}), dentro da água subterrânea. A forma oxidada, também denominada férrica, gera os materiais em suspensão dentro do poço. A forma reduzida (Fe^{2+}), ou ferrosa, é insolúvel, mas oxida, quando em contato com o oxigênio dissolvido na água ou em contato com a atmosfera, resultando em águas avermelhadas. O alto teor de ferro na água pode estar relacionado à ocorrência de ferrobactérias.

Esse tipo de problema em poços é de difícil solução. Normalmente, ocorre por questões naturais, pela presença de solos e rochas ricos em minerais de ferro e manganês, caso dos argissolos amarelos que ocorrem em grande parte do município de Joinville. Entretanto, em algumas situações específicas, a presença de formações geológicas ricas em minerais de ferro e manganês pode estar associada apenas a alguns níveis, camadas ou lentes. Desta forma, se durante a perfuração de um poço for identificada esta camada ou nível, ela deverá ser isolada por revestimentos e cimentação. As demais zonas aquíferas portadoras de águas com melhor qualidade poderão ser aproveitadas isoladamente.

A Figura 7.14 mostra a água de um poço extraída logo após o início do ensaio de bombeamento. A água avermelhada é constituída principalmente por materiais em suspensão ricos em Fe_2O_3 , carreados da parede do poço pela alta velocidade de arrasto proporcionado pelo bombeamento. Após o equilíbrio do bombeamento, a tendência é que a água torne-se mais clara, límpida, quando ocorre a atuação das bactérias anaeróbicas reduzindo o Fe^{3+} para Fe^{2+} , insolúvel, sem a geração de precipitados e materiais em suspensão, conforme é apresentado na Figura 7.15.



Figura 7.14. Água avermelhada retirada no início do bombeamento e constituída por material precipitado de Fe_2O_3 .



Figura 7.15. Água límpida após um determinado tempo de bombeamento do mesmo poço.



Figura 7.16. Tubos edutores retirados do poço, com material precipitado a base de ferro.

Os problemas vinculados à existência das águas avermelhadas são, principalmente, os relacionados às incrustações dos materiais precipitados. Essas incrustações podem atingir as tubulações edutoras (Figura 7.16), redes da água até o reservatório, redes internas das edificações, torneiras e também da bomba submersa (Figura 7.17). Nesse caso pode ocorrer uma diminuição do rendimento da bomba submersa, e, em casos mais extremos, a queima do seu motor, por superaquecimento devido à impossibilidade da água entrar e refrigerar seu mecanismo.

7.2.2 Poços de Pequeno Diâmetro

As análises dos problemas existentes em poços de pequeno diâmetro só puderam ser observadas externamente. Tanto as ferramentas de videoendoscopia, quanto de ensaios de bombeamento, não puderam ser executadas em função do reduzido diâmetro destas captações, normalmente de 1^{1/2}", insuficientes para a entrada da câmera de filmagem (diâmetro 2") e das bombas submersas (diâmetro mínimo de 4").

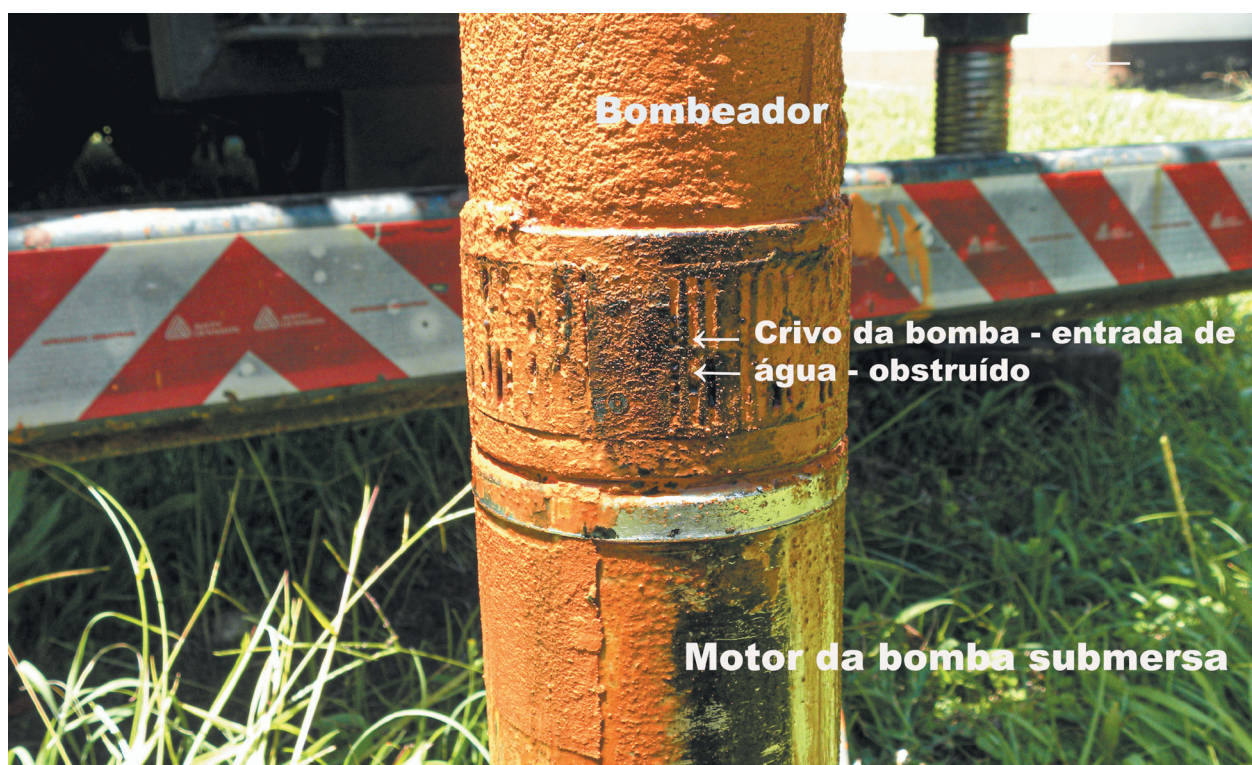


Figura 7.17. Exemplo de bomba submersa com impregnação de material precipitado rico em óxido de ferro, causando obstrução de seu crivo.

A utilização de poços de pequeno diâmetro é muito comum em regiões onde ocorrem terrenos geológicos compostos por materiais friáveis, como rochas sedimentares, sedimentos recentes e manto de intemperismo de rochas cristalinas. Esses materiais oferecem facilidades de perfuração com equipamentos simples, de fácil manuseio e que não sofrem resistências mecânicas à perfuração. Também são muito comuns em locais onde os níveis das águas subterrâneas são rasos, visto que as bombas de recalque para estes tipos de captação não possuem capacidades para bombear em profundidades superiores a 20 metros.

No município de Joinville esse tipo de captação é bastante difundido, tanto para o abastecimento doméstico, quanto para usos industriais e irrigação de pequenas plantações, desde que as demandas diárias não sejam expressivas (acima de 20 m³/dia). Em termos gerais, no município, esses sistemas de captação apresentam-se bem protegidos externamente, com tampas de proteção, mas deficientes em instalações de lajes de proteção sanitária (Gráfico 7.1) e cercados.

Além desses, outros problemas foram constatados durante o cadastramento de pontos de captação de água subterrânea. Por serem poços construídos fora das normas técnicas, os problemas de ordem construtiva mais significativos são: a ausência de pré-filtro envolvendo o revestimento; não cimentação do espaço anular (Figura 7.18 e Figura 7.19) e tamanho irregular das aberturas das ranhuras dos tubos de revestimento. Tais deficiências construtivas podem levar a problemas de turbidez da água, infiltração de águas superficiais indesejadas e, em situações mais extremas, a contaminação da água subterrânea.

Normalmente os poços de pequeno diâmetro podem ser perfurados em espaços reduzidos, na maioria das situações para abastecer residências e pequenos empreendimentos como oficinas, restaurantes, posto de combustíveis, minimercados, *et cetera*, o que leva muitos deles a não possuírem condições apropriadas de proteção, como pode ser observado na Figura 7.18 e na Figura 7.19. Em muitos casos, estes poços estão situados junto a entulhos e materiais não relacionados à captação (Figura 7.20), o que pode levar à contaminação dos aquíferos.

A despeito dos problemas encontrados, os poços de pequeno diâmetro cadastrados em Joinville, em muitos casos, foram bem construídos e são bem cuidados, especialmente em residências onde se observa a presença de tampa, laje de proteção e abrigo. Os poços suprem as demandas residenciais e, geralmente, apresentam água sem turbidez. Na área rural, constituem uma alternativa aos poços tubulares de maior custo, às captações de fontes naturais e aos poços escavados. Alguns exemplos de boas condições de manutenção desses poços estão ilustrados na Figura 7.21 e na Figura 7.22.

Proporção da Presença de Laje de Proteção em Poços de Pequeno Diâmetro

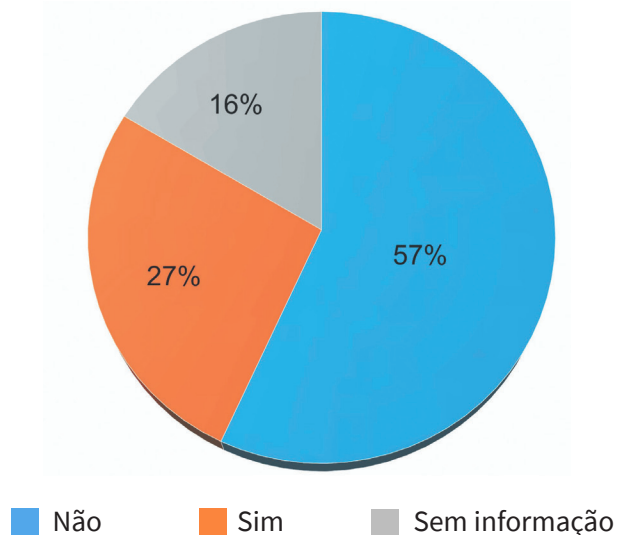


Gráfico 7.1. Histograma exibindo a proporção de lajes de proteção existentes nos poços de pequeno diâmetro.



Figura 7.18. Poço de pequeno diâmetro sem tampa e desprovido de laje de proteção sanitária, exemplificando a situação bastante comum encontrada em Joinville.



Figura 7.19. Poço de pequeno diâmetro residencial com tampa, porém sem laje de proteção sanitária.



Figura 7.20. Exemplo de má conservação e desleixo no entorno do poço de pequeno diâmetro.



Figura 7.21. Poço de pequeno diâmetro em excelentes condições de proteção e operação.



Figura 7.22. Poço de pequeno diâmetro com abrigo de proteção e cercado.

7.2.3 Poços escavados

Sendo uma das mais antigas construções usadas para captar águas subterrâneas, os poços escavados são encontrados, geralmente, em sedimentos não consolidados, como aluviões, e nas áreas rebaixadas cobertas por regolito e, geralmente, captam água em profundidades não superiores a 15 m. Os poços escavados são formas de captação em desuso, principalmente nas zonas urbanas, onde já se conta com rede pública de abastecimento. No entanto, em algumas situações, estes poços ainda são utilizados para irrigação de jardins e lavagens em geral. Já nas zonas rurais ou em locais onde inexistente rede pública de abastecimento de água, este tipo de poço ainda é utilizado para finalidades múltiplas, até mesmo para o abastecimento doméstico.

Os principais problemas encontrados nestas captações são os relacionados ao seu entorno, proteção externa, para evitar a entrada de substâncias nocivas, e os poços indevidamente abandonados, sem os devidos cuidados de selamento após o término de seu uso. Quando perfurados em locais mais urbanizados ou próximos a fontes potenciais de poluição podem significar vetores diretos de contaminação, em função da ausência total de proteção sanitária, expondo o nível freático a agentes externos. O perigo de contaminação das águas subterrâneas reside no fato de que esse tipo de captação representa uma verdadeira janela para a superfície freática do aquífero livre.

Um dos maiores problemas, entretanto, é quando estes poços não são mais utilizados e acabam sendo abandonados pelos seus proprietários sem as devidas precauções (Figura 7.23). Cabe ao poder público orientar e fazer uma campanha de conscientização para que os proprietários tenham o devido cuidado com esses poços ou mesmo os tamponem com a devida cimentação.



Figura 7.23. Poço escavado abandonado.

7.2.4 Captações de Fontes

As fontes naturais são outra forma de captação de águas subterrâneas muito utilizadas no município. Por conta dos baixos custos de instalação e da oferta contínua de água durante o ano, em função da alta taxa pluviométrica existente no município, as captações de fontes são importante alternativa de suprimento de água. Em Joinville, ocorrem próximo às encostas e bases de morros, por onde as águas percolam e acumulam-se, gerando os chamados olhos d' água ou bicas. Estas captações ocorrem majoritariamente em zonas rurais ou bairros mais afastados do centro urbano, mas também foram observadas nas regiões centrais.

As formas de extração da água são basicamente através da construção de cisternas ao redor da fonte (Figura 7.24 e Figura 7.25), possibilitando o acúmulo e armazenamento de água, e o bombeamento mediante a instalação de bombas centrífugas no interior das cisternas, levando a água por meio de mangueiras até os reservatórios. Quando ocorrem nas áreas mais elevadas topograficamente, a extração e uso se dão por gravidade até um ponto de cota inferior, onde é feita a reservação, com o excedente escorrendo pela superfície do terreno e seguindo o seu curso natural (Figura 7.26).

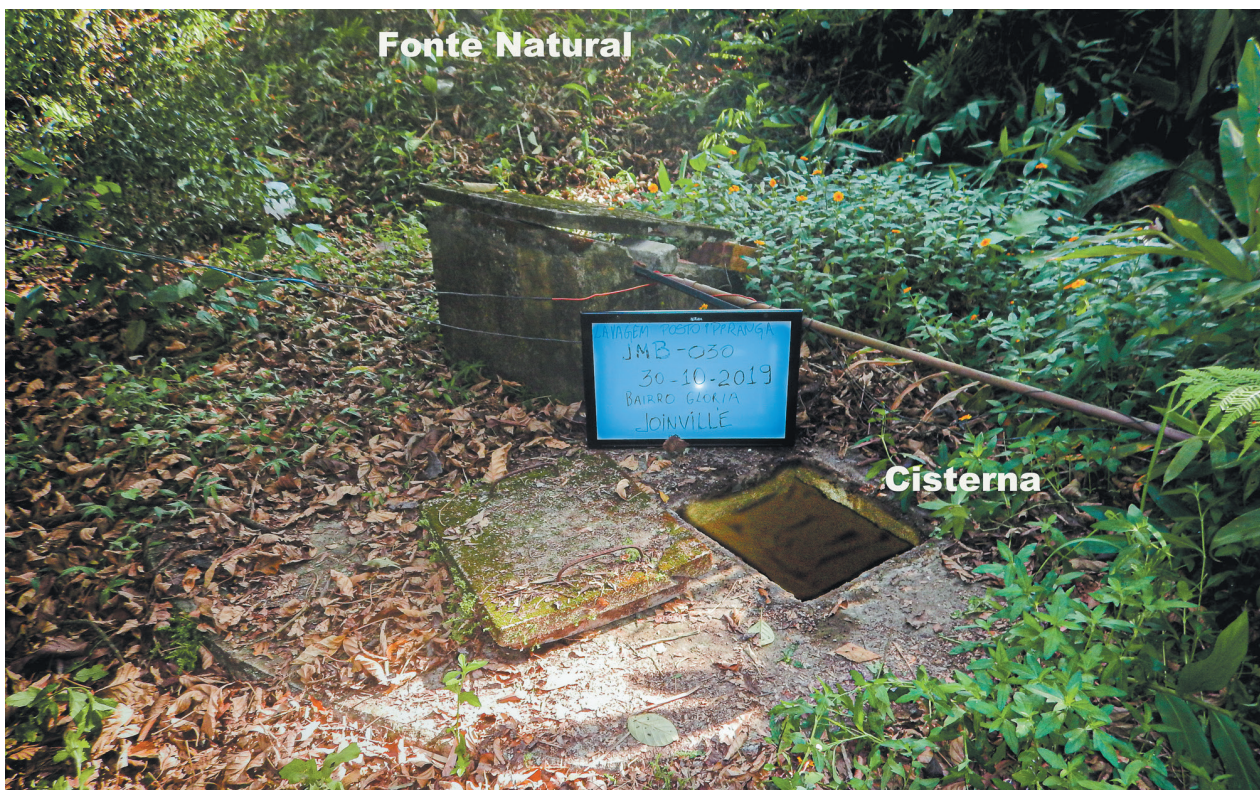


Figura 7.24. Fonte natural utilizada para lavagem de veículos na região central do município (ponto JMB-030).

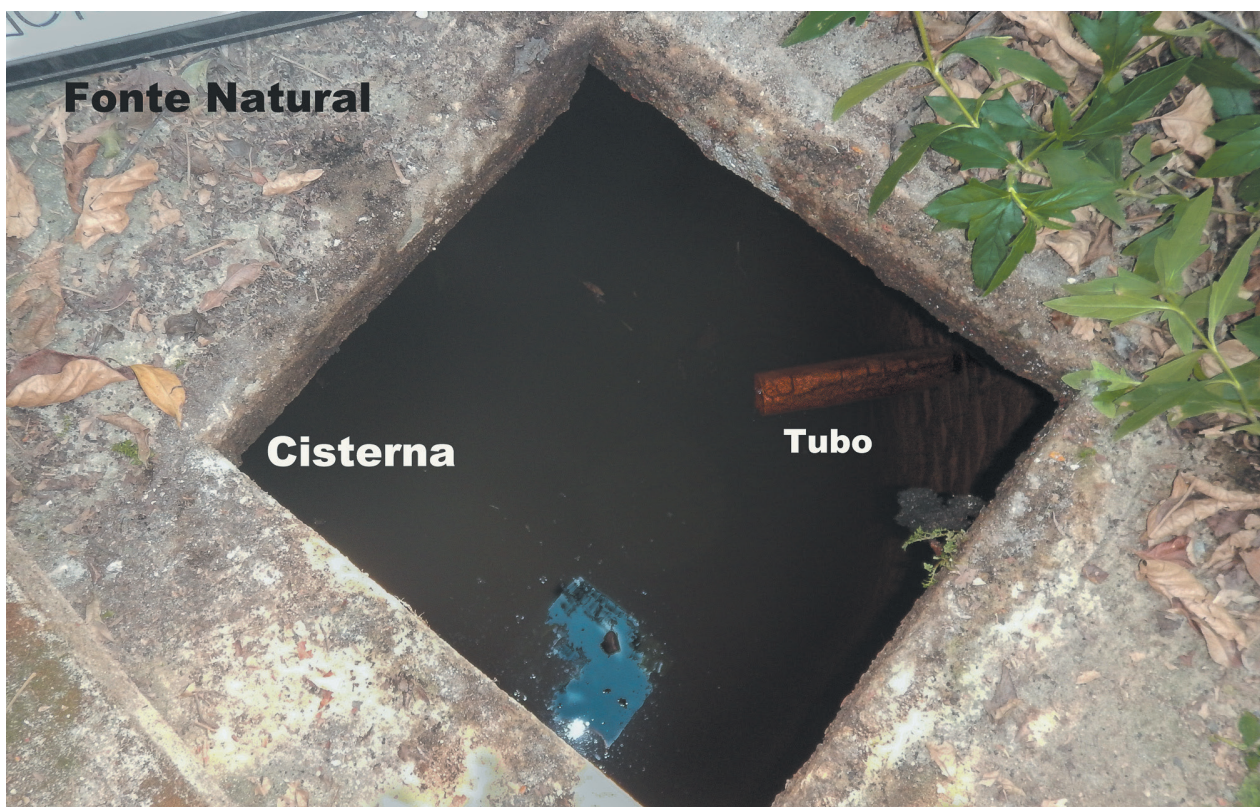


Figura 7.25. Cisterna do ponto JMB-030, em detalhe.

Os principais problemas observados nestas formas de captação estão relacionados aos seus aspectos de conservação, limpeza e higiene (Figura 7.27). Outro problema encontrado, especialmente nos terrenos acidentados, é que as águas das chuvas trazem material das partes mais elevadas, como sedimentos, galhos e restos de folhas que muitas vezes invadem a captação e entopem as mangueiras.



Figura 7.26. Exemplo de captação parcial de fonte natural, onde o restante da água segue seu curso natural.



Figura 7.27. Fonte natural sem os devidos cuidados de proteção.

7.3 Problemas de Ordem Técnico-Legal

Os problemas verificados neste tópico dizem respeito ao não atendimento de questões legais, como procedimentos de outorga necessários e solicitados pelo órgão do governo estadual, gestor dos recursos hídricos. Em Santa Catarina, este órgão é representado pela SDE (Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico Sustentável). Conforme a Resolução nº 2, de 14 de agosto de 2014, do Conselho Estadual de Recursos Hídricos de Santa Catarina, em seu Artigo 2º, do Capítulo 2, das disposições preliminares, define o seguinte: “A captação de água subterrânea em todo o Estado de Santa Catarina está sujeita ao regime de outorga de direito de uso, a ser emitida pela Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável –SDE órgão gestor dos recursos hídricos de domínialidade estadual”. Ainda segundo a mesma resolução, em seu Artigo 3º, estipula os prazos para a regularização das captações: “As captações de água subterrânea existentes deverão ser regularizadas (outorgadas) em até 5 (cinco) anos após a publicação desta resolução, incluindo o prazo de seis meses para efetuar o respectivo cadastro de usuário de recursos hídricos”.

A partir desta Resolução, a Diretoria de Recursos Hídricos e Saneamento elaborou uma lista de documentos necessários à solicitação de outorga das captações de água subterrânea em todo o território do estado (Figura 7.28).

Dos poços cadastrados em Joinville neste projeto, 26 possuem encaminhamento de solicitação de outorga junto ao órgão estadual, informados pelos seus proprietários aos cadastradores, correspondendo, aproximadamente, a 8% do total de poços cadastrados. Além destes, outros sete poços possuem andamento de processos junto à SDE, informados pela própria Secretaria em outras ocasiões, mas que constam no banco de dados do SIAGAS do SGB-CPRM.





ESTADO DE SANTA CATARINA
SECRETARIA EXECUTIVA DE MEIO AMBIENTE
DIRETORIA DE RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO



OUTORGA DE DIREITO DE USO DOS RECURSOS HÍDRICOS – CAPTAÇÃO SUBTERRÂNEA

DOCUMENTAÇÃO A SER ANEXADA

- I** – Requerimento Padrão de Outorga (Obs: deverá ser enviada a Procuração autenticada em cartório quando houver representante legal);
- II** – Localização da obra em coordenadas geográficas, referenciado ao sistema de coordenadas UTM e datum horizontal SIRGAS 2000, planta de locação 1:50.000 e planta de situação 1:2.000. As plantas e mapas devem ser entregues no formato pdf.
- III** – Identificação do requerente mediante dados do Cadastro de Pessoa Física (CPF), se pessoa física; ou dados do Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica (CNPJ) e Contrato Social ou Ato Constitutivo, se pessoa jurídica;
- IV** – Identificação e definição do tipo de aquífero a ser explorado e respectiva bacia hidrográfica;
- V** – Comprovação do recolhimento dos emolumentos correspondentes ao ressarcimento dos custos dos serviços de publicação no Diário Oficial do Estado e da tramitação e análise técnica do requerimento, de acordo com os procedimentos e valores fixados pelo Órgão Outorgante, na forma do regime orçamentário do Governo do Estado, como receitas diversas (Obs: após análise preliminar da documentação será gerado um DARE e enviado por e-mail ao requerente para pagamento);
- VI** – Certidão da Prefeitura Municipal declarando expressamente que o local e o tipo de empreendimento ou atividades estão em conformidade com a legislação municipal aplicável ao uso e ocupação do solo e à proteção do meio ambiente;
- VII** – Projeto técnico conforme as normas NBR 12.212 e 12.244 elaborado por profissional habilitado junto ao respectivo Conselho Profissional;
- VIII** – Projeto operacional do poço:
- a) a vazão máxima instantânea e volume diário que se pretenda derivar;
 - b) regime de variação, em termos de número de dias de captação, em cada mês, e de número de horas de captação, em cada dia;
 - c) a vazão consuntiva;
 - d) teste de bombeamento com duração de, no mínimo, 24 horas;
 - e) nível de água estático e nível de água dinâmico;
 - f) perfil litológico e construtivo;
 - g) condições de exploração recomendadas;
 - h) resultados de análises físico-químicas e bacteriológicas da água, para os parâmetros preconizados pelo Ministério da Saúde*;
 - i) profundidade do poço;
 - j) cota do poço;
 - k) Fotografias do poço (aspectos gerais, detalhes do hidrômetro, selo sanitário, tubos auxiliares para a medição de níveis, cercamento, tampa de proteção, sistema de cloração em casos de abastecimento humano);
- IX** – Informar a concentração de poços existentes no local e proximidades num raio de 200 m;
- X** - Indicação dos documentos de propriedade e quando aplicável o documento de cessão de uso do terreno onde se situa o empreendimento;
- XI** – Extrato da Declaração do Cadastro Estadual de Usuários de Recursos Hídricos – CEURH;
- XII** – Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) do responsável pelo estudo ou projeto básico;
- XIII** – Caracterização do equipamento de bombeamento e do hidrômetro (com a especificação técnica de cada

ENDEREÇO PARA PROTOCOLO DIGITAL DO PROCESSO DE OUTORGA

SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO SUSTENTÁVEL / DIRETORIA DE RECURSOS HÍDRICOS
Rod. SC 401, km 5, nº 4756 - Ed. Office Park - Bloco 2 - 2º andar - Saco Grande II – CEP 88032-005 – Florianópolis – SC
Informações: (48) 3665-4205 / Correio Eletrônico: outorga@sde.sc.gov.br

Figura 7.28. Documentação exigida para solicitação de outorga de uso das águas subterrâneas no estado de Santa Catarina. Fonte: Diretoria de Recursos Hídricos e Saneamento, SEMA (SANTA CATARINA).

Dentre os documentos exigidos, destacam-se aqueles de ordem técnica do item VIII-Projeto Operacional do Poço, os quais estão listados a seguir:

- a) A vazão máxima instantânea e volume diário que se pretenda derivar;
- b) Regime de variação, em termos de número de dias de captação, em cada mês, e de número de horas de captação, em cada dia;
- c) A vazão consuntiva;
- d) Teste de bombeamento com duração de, no mínimo, 24 horas;
- e) Nível de água estático e nível de água dinâmico;
- f) Perfil litológico e construtivo;
- g) Condições de exploração recomendadas;
- h) Resultados de análises físico-químicas e bacteriológicas da água, para os parâmetros preconizados pelo Ministério da Saúde;
- i) Profundidade do poço;
- j) Cota do poço;
- k) Fotografias do poço (aspectos gerais, detalhes do hidrômetro, selo sanitário, tubos auxiliares para a medição de níveis, cercado, tampa de proteção, sistema de cloração em casos de abastecimento humano).

Conforme o último item, os poços devem ser cercados, dotados de hidrômetro e tubos auxiliares para medição de níveis, possuírem tampas de proteção e sistemas de cloração em casos de abastecimento humano. Observando por exemplo essas exigências, os poços cadastrados *in loco*, na maioria das vezes, não apresentam essas instalações solicitadas pelo órgão gestor, exceto os que já foram outorgados (principalmente os poços de indústrias).

A situação mais comumente encontrada é de poços tubulares sem cercado de proteção, hidrômetro e tubos auxiliares para a medição de níveis, como pode ser visualizado na Figura 7.29.

Outro item problemático nos poços, que está em desacordo com o solicitado pela legislação, diz respeito à ausência de proteção sanitária, configurada pela não instalação da laje de proteção sanitária ao redor do poço. Essa condição não obedece também às normas construtivas da ABNT, especificamente a NR 12244 – Perfuração e Construção de poços. O poço da Figura 7.30 representa um bom exemplo de poço tubular que atende às normas com presença da laje de proteção, tubos para medição de nível e cercado no entorno do poço.

Uma parcela de 58 % dos poços cadastrados em campo apresenta laje de proteção sanitária, no entanto, uma boa parte não atende a essa exigência, como pode observado na Figura 7.31. Além da falta de laje de proteção sanitária no poço em questão, aparentemente, não foi feita a cimentação do espaço anelar, além de estar praticamente soterrado pelo material do aterro existente em sua volta. Este fato pode levar à percolação de águas superficiais e carrear sedimentos para dentro do poço, implicando no aumento da turbidez.



Figura 7.29. Situação mais comum encontrada no cadastramento de poços, onde não há hidrômetro, tubos auxiliares de medição de nível e cercado de proteção.



Figura 7.30. Exemplo de poço tubular que possui laje de proteção para a devida proteção sanitária.



Figura 7.31. Exemplo de poço tubular sem a laje de proteção sanitária e em péssimas condições construtivas e de operação.

A ausência de tampas de proteção em poços também é outro problema de ordem estrutural que pode acarretar danos tanto aos próprios poços, quanto ao aquífero e ao meio ambiente. As tampas de proteção impedem a entrada de objetos e/ou substâncias indesejáveis e nocivas para a instalação de caixas subterrâneas é uma opção necessária quando não há espaço suficiente dentro das propriedades para deixar os poços adequadamente expostos e cercados. Esta forma de isolamento e proteção pode ser estabelecida desde que medidas sejam tomadas, como, por exemplo, a instalação de drenos, a fim de que não haja acúmulo de águas pluviais dentro das caixas. Este acúmulo, dependendo do volume de água, pode cobrir a boca do poço, promovendo a infiltração de águas superficiais indesejadas para dentro dele (Figura 7.32). Observa-se que, em muitas caixas subterrâneas, os fios elétricos da bomba submersa ficam imersos na caixa, oferecendo riscos iminentes de curtos circuitos e queima da bomba.

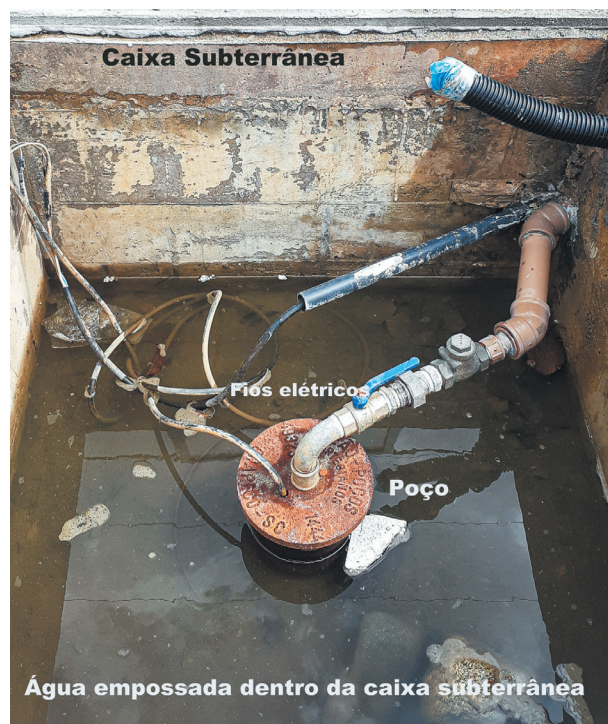


Figura 7.32. Água pluvial empossada dentro da caixa subterrânea de proteção do poço tubular.

8. DIRETRIZES PARA AS CAPTAÇÕES DE ÁGUA SUBTERRÂNEA EM JOINVILLE

8.1 Introdução

Este capítulo tem por objetivo tecer considerações sobre as questões legais e técnicas acerca das captações de água subterrânea, sobretudo para a construção e operação de poços tubulares, que são os únicos normalizados por normas técnicas e legislação específica. Orientações para a manutenção de poços escavados e captações de fontes naturais também são apresentadas.

8.2 Poços Tubulares

8.2.1 Questões de ordem técnica e legal

A construção de poços tubulares é regida por normas e legislações específicas, que dispõem sobre a sua perfuração, manutenção e utilização. Tais atividades demandam conhecimento técnico bastante específico, que envolve os temas geologia, hidrogeologia, hidráulica, hidroquímica, técnicas de perfuração, noções de bombas submersas, etc. Poucas são as empresas e profissionais que possuem capacitação técnica indispensável para atender estas demandas. A perfuração de poços tubulares é considerada uma obra de engenharia e, para tanto, a empresa de perfuração deve possuir registro no sistema CREA/CONFEA e ter no seu quadro um responsável técnico pelas obras, geólogo ou engenheiro de minas, devidamente habilitado.

As normas de ordem técnica referem-se como devem ser desempenhadas as perfurações, desde o projeto até a execução e conclusão das obras. As utilizadas no Brasil são as da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), identificadas pelas NBRs 12212 e 12244, de 2006, que tratam, respectivamente, de “Projetos de poço para captação de águas subterrâneas” e “Poço Tubular – Construção de poço tubular para captação de água subterrânea”. As normas técnicas ABNT, também solicitadas pelo órgão estadual outorgante das captações, contemplam também a instalação de lajes de proteção sanitária, tampas de proteção e cercados dos poços. As questões técnicas, de ordem normativa, devem ser atendidas tanto para fins de proteção dos poços, quanto dos aquíferos e do meio ambiente, pois um poço mal construído pode representar este múltiplo risco. A Figura 8.1 ilustra uma situação hipotética, na qual há um determinado local com presença de um contaminante qualquer, como por exemplo, a fase líquida de um combustível, sob a forma de uma pluma no aquífero freático. O poço da esquerda, construído de acordo com as normas técnicas está dotado de uma perfeita vedação sanitária que impede a entrada do contaminante para o poço. Por outro lado, o poço da direita foi construído fora das normas técnicas e não consegue impedir a entrada do contaminante para o poço, quando este está sendo bombeado, propiciando a contaminação do aquífero fraturado subjacente.

A legislação que aborda o tema poços tubulares está vinculada às legislações estaduais de recursos hídricos, levando em conta que a legislação federal (BRASIL, 1988) atribuiu aos estados o domínio e gerenciamento das águas, tanto superficiais, quanto subterrâneas. Desta forma, os estados elaboraram suas leis de recursos hídricos, onde criaram normativas para regulamentar as outorgas de direito de uso das águas. Neste contexto, o estado de Santa Catarina promulgou a Lei 9748/1994 (SANTA CATARINA, 1994), que dispõe sobre a política estadual de recursos hídricos e o Decreto 4778/2006 (SANTA CATARINA, 2006), que regulamenta a outorga de direito de uso dos recursos hídricos no estado de Santa Catarina. Já a Resolução CERH nº 02 (SANTA CATARINA, 2014) dispõe sobre os procedimentos de natureza técnica a serem observados no exame dos pedidos de outorga de uso das águas subterrâneas no âmbito do estado. As outorgas devem ser solicitadas à Diretoria de Recursos Hídricos, vinculada à SDE.

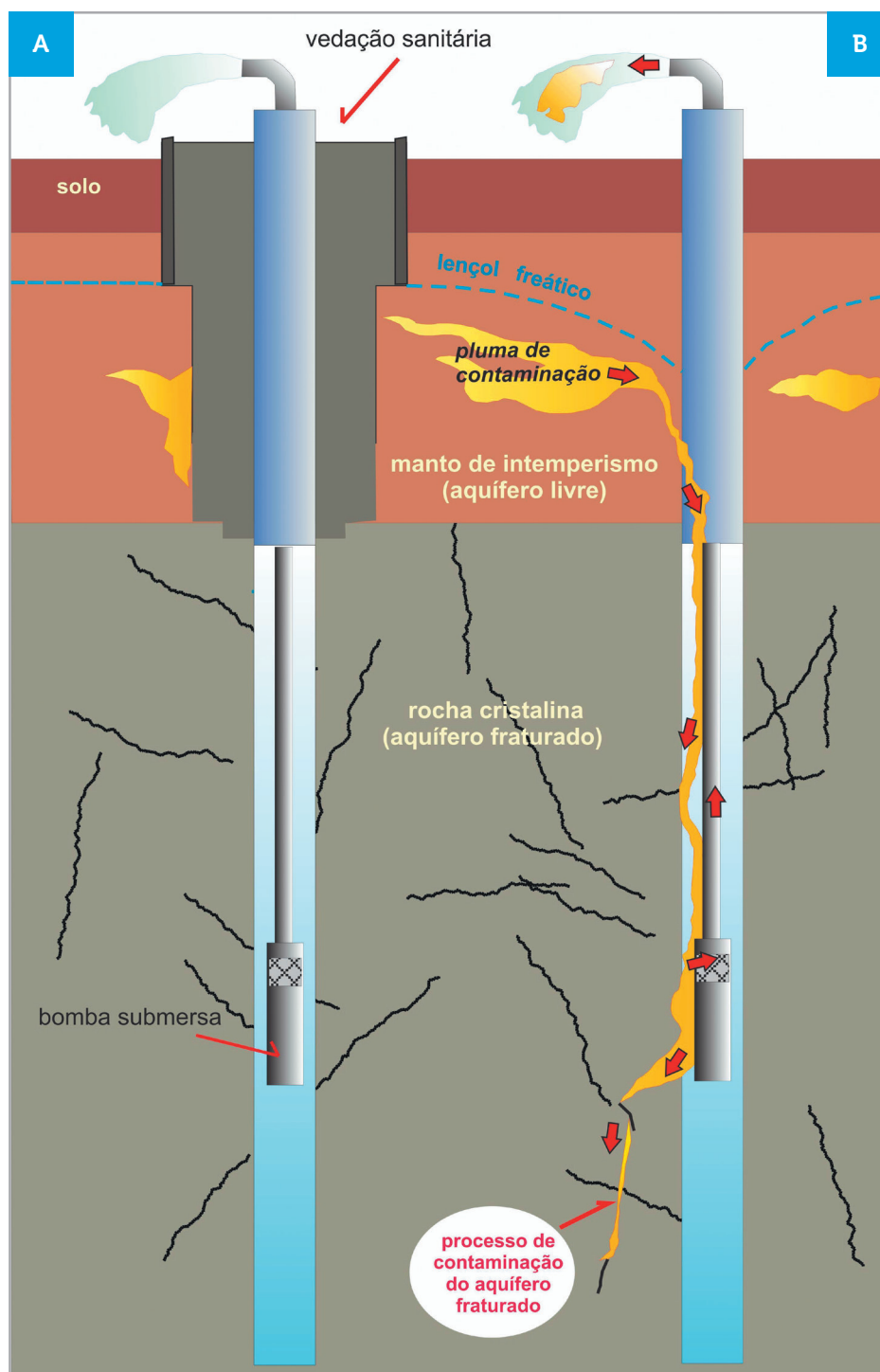


Figura 8.1. Comparação entre um poço bem construído (A) e um que foi perfurado sem seguir as normas técnicas exigidas (B), frente a presença de uma pluma de um contaminante qualquer. O segundo, não impede a contaminação da água subterrânea e espalha o contaminante para o aquífero fraturado subjacente.

Neste cenário, os municípios não são detentores de direitos sobre as outorgas de águas subterrâneas e superficiais. Na maioria dos casos no país, as legislações municipais sobre poços e captações de águas subterrâneas estão limitadas somente à criação e manutenção de cadastros dentro dos seus territórios. Entretanto, em alguns estados como, por exemplo, o Rio Grande do Sul, um dos requisitos solicitados

para a concessão das outorgas é a informação de que se o município na qual será perfurado o poço possui ou não legislação específica sobre o tema. Caso haja legislação municipal, o requerente deve demonstrar que a obra está de acordo com a legislação.

Portanto, conforme o exposto acima, é interessante que haja, em consonância com os órgãos estaduais gestores de recursos hídricos, uma maior fiscalização das obras dentro dos limites do município, destacando-se algumas ações:

- Organização de um cadastro atualizado e completo dos poços e equipamentos instalados de cada sistema, contendo o relatório final do poço, fornecido pela empresa perfuradora, onde deverá constar, basicamente, o perfil geológico e construtivo, análises físico-químicas e bacteriológicas e equipamentos de bombeamento instalados;
- Acompanhamento e monitoramento dos sistemas implantados, com a supervisão trimestral das análises bacteriológicas e anual das análises físico-químicas.

8.2.2 Perfuração de novos poços tubulares

As informações obtidas durante o cadastramento de poços e a experiência que vem sendo obtida durante o mapeamento geológico e hidrogeológico do município de Joinville possibilitou traçar um quadro de recomendações para a perfuração de novos poços tubulares. Essas recomendações, que levam em consideração as normas NBRs 12212 e 12244 (ABNT, 2006a, b) e a hidrogeologia do município, fornecem diretrizes gerais de projetos e execução para a construção de poços tubulares no município, visando o uso racional e sustentável das águas subterrâneas.

8.2.2.1 Potencialidade hidrogeológica da área e locação do poço

A primeira atitude recomendável, antes da perfuração, é realizar um estudo hidrogeológico da viabilidade de captação de água subterrânea na área. Havendo a viabilidade de abastecimento por meio de poços tubulares, procede-se a fase de locação dos poços, que deverá ser obrigatoriamente realizada por profissional técnico legalmente habilitado, com base em critérios técnicos e científicos. Os estudos devem ser realizados a partir de interpretação de fotografias aéreas em conjunto com técnicas geofísicas.

Como o principal aquífero que ocorre em Joinville é do tipo fraturado, a locação do poço sempre deve levar em conta a interceptação de estruturas rúpteis em subsuperfície como falhas e fraturas. A interpretação de fotografias aéreas (Figura 8.2) é fundamental para o mapeamento das litologias e dos lineamentos morfo-estruturais, que refletem na superfície essas estruturas rúpteis. As feições geomorfológicas também podem ser mapeadas através de fotointerpretação e indiretamente revelam aspectos importantes sobre a ocorrência das águas subterrâneas e a produtividade do aquífero.

A produtividade dos poços tubulares depende, principalmente, da presença de estruturas rúpteis que ocorrem na rocha cristalina. Outros fatores, como relevo menos acidentado, intemperismo e/ou diaclasamento da rocha cristalina, presença de regolitos e depósitos aluvionares, ampliam as chances de êxito na prospecção da água subterrânea e devem ser levados em conta na hora de locar os poços. A Figura 8.3 representa esquematicamente os aquíferos presentes em Joinville e destaca a importância da correta locação das captações, sobretudo dos poços tubulares. O poço 1 é o mais produtivo porque foi perfurado na intersecção de duas fraturas que são alimentadas pelas águas do manto de intemperismo. O poço 2 também tem boa produtividade, pois capta água simultaneamente da fratura e do regolito. O poço 3 tem pequena produtividade, pois não intercepta nenhuma fratura, sendo sua captação limitada às diaclases da zona intemperizada. O poço 4, pouco produtivo, está localizado na área declivosa e intercepta uma fratura com recarga limitada. O poço 5 é seco por estar localizado numa área de alta declividade e não interceptar nenhuma fratura em subsuperfície.

Par Estereoscópico de Fotografias Aéreas

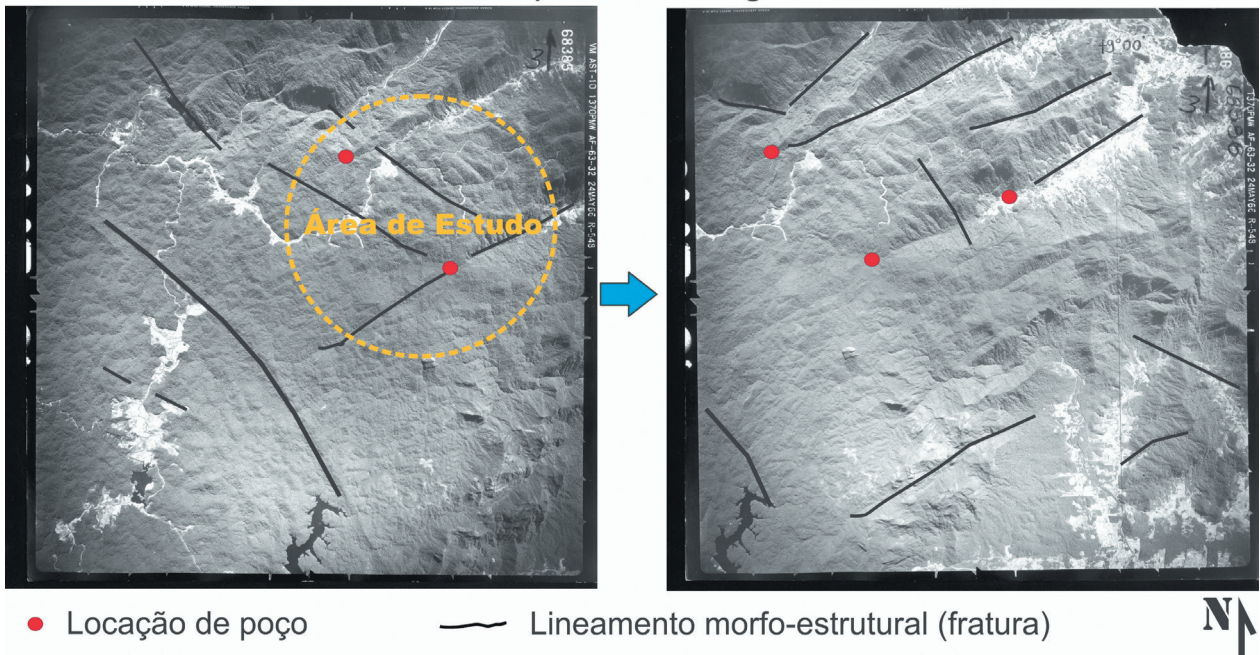


Figura 8.2. Exemplo de interpretação de fotografias aéreas em escala 1:60.000, para locação de poços tubulares. A área é hipotética e localiza-se na Serra Dona Francisca.

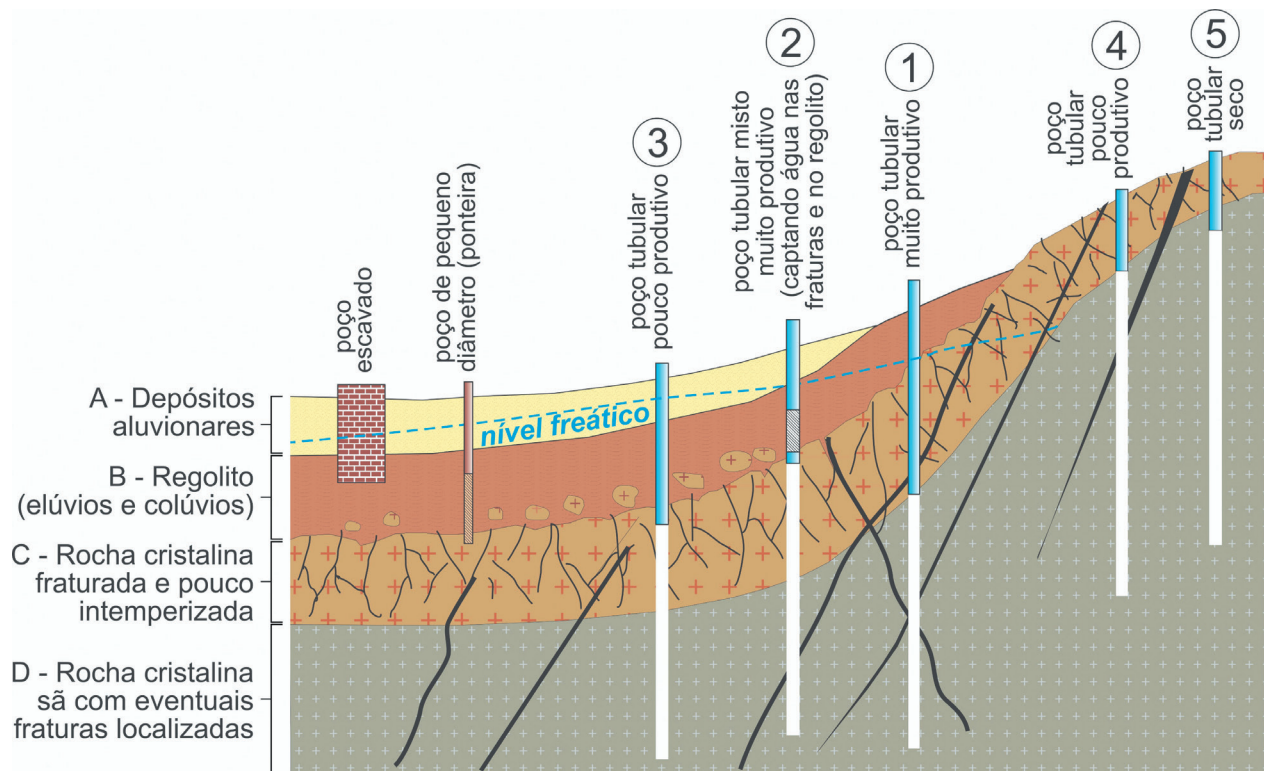


Figura 8.3. Seção esquemática representando o zoneamento hidrogeológico vertical dos aquíferos fraturados em Joinville e as locações hipotéticas de poços e suas respectivas produtividades. Fatores litológicos, estruturais e geomorfológicos devem ser levados em conta na fotointerpretação para a locação dos poços.

8.2.2.2 Projeto do poço tubular

Como em relação a qualquer outra obra de engenharia, a elaboração prévia do projeto do poço tubular, por profissional legalmente habilitado e conhecedor da área, é fundamental para espelhar, com a maior aproximação possível, o perfil da obra acabada e, assim, otimizar os custos.

Sugere-se que sejam levadas as seguintes considerações no projeto de um poço tubular:

- Identificação das litologias presentes no local específico e na área adjacente;
- Fixação da vazão necessária e do uso a que se destina a água;
- Avaliação da favorabilidade hidrogeológica da área, estimando especialmente a profundidade do nível estático e a capacidade específica do aquífero no local;
- Definição do método de perfuração e tipo de fluido;
- Definição da profundidade final e do diâmetro de perfuração;
- Especificação de revestimentos (tipo, diâmetro, extensão e posicionamento);
- Especificação de filtros, se for o caso (tipo, diâmetro, abertura, extensão e posicionamento);
- Especificação do pré-filtro, se for o caso (tipo, granulometria, quantidade);
- Especificação das conexões e centralizadores;
- Escolha do método e duração do desenvolvimento do poço;
- Definição do Teste de Vazão (método, duração);
- Projeção do equipamento de bombeamento (tipo de bomba, diâmetro, potência do motor, etc.), especulando o posicionamento do crivo;
- Definição do acabamento como laje sanitária, bocal, cercado de proteção e demais acessórios.

8.2.2.3 Profundidade final

Os dados do cadastramento de poços indicam que não há uma relação clara entre a profundidade dos poços tubulares e suas vazões e capacidades específicas. Assim, para definir uma profundidade limite padrão, optou-se por usar valor de 150 metros, já que 74% dos poços tubulares cadastrados tem profundidade final até esse patamar (Gráfico 5.4). Em casos específicos, essa profundidade pode variar para mais ou para menos. Embora existam vários poços com profundidades entre 150 e 346 metros, a produtividade média desses poços não aumentou. A vazão média e capacidade específica média dos poços de até 150 metros é 8,15 m³/h e 0,66 m³/h/m, respectivamente, enquanto que nos de profundidade superior a 150 metros é 7,78 m³/h e 0,52 m³/h/m.

8.2.2.4 Revestimentos

Os poços tubulares em Joinville são parcialmente revestidos, ou seja, as formações superficiais inconsolidadas necessitam ser contidas com tubos lisos e, por vezes, com filtros, enquanto que a rocha cristalina não necessita ser revestida. Os revestimentos devem penetrar pelo menos 2 metros na rocha sã e, sempre que possível, seja estendido até pelo menos 20 metros de profundidade. Também deve possuir um envoltório contínuo de cimento ao longo de todo o espaço anular, entre esse revestimento e as paredes do poço, complementado por laje sanitária de boca (Figura 8.4).



Figura 8.4. Exemplo de correta proteção sanitária de poço tubular, necessária para solicitação de outorga de captação de água subterrânea.

8.2.2.5 Ensaio de bombeamento

Todo poço, ao final de sua conclusão, deve ser submetido a um ensaio de bombeamento com no mínimo 24 horas de duração, na etapa de rebaixamento, e a etapa de recuperação deve estender-se até que pelo menos 80% do nível estático original esteja recuperado. O propósito do ensaio é fornecer subsídios para definir, através de cálculos hidráulicos, o regime de utilização do poço (exploração), visando economia, preservação do aquífero e uso racional do recurso hídrico subterrâneo.

8.2.2.6 Cercado e área de proteção

É recomendável que possua uma área delimitada em sua volta, sempre que possível com raio de 10 metros, definido como perímetro de proteção do poço. O objetivo principal é resguardá-lo contra a poluição superficial, sobretudo em áreas de vulnerabilidade muito alta e com presença de fontes potenciais de contaminação das águas subterrâneas.

Nessa área deve ser proibida qualquer atividade, armazenagem, manipulação ou aplicação perigosa, que possa causar risco de contaminação da água subterrânea.

8.2.2.7 Análise físico-química e bacteriológica

Todo poço construído deve ser submetido às análises físico-químicas e bacteriológicas, visando definir a potabilidade e adequabilidade ao uso, conforme os limites oficiais de padrão de potabilidade. Para isso, é indicado, já na fase final do ensaio de bombeamento, coletar amostras de água

para a realização das análises. A amostra coletada pouco antes do término do bombeamento é mais representativa da água do aquífero do que aquelas coletadas com pouco tempo de funcionamento da bomba submersa.

Se os resultados da análise físico-química indicarem problemas não solucionáveis relativo à qualidade da água, não se procede à instalação do poço, devendo este ser lacrado.

É recomendável a realização das análises periódicas das águas subterrâneas em períodos máximos de 6 meses para análise bacteriológica e de 1 ano para a análise físico-química.

8.2.2.8 Documentação técnica

Toda empresa construtora de poços tubulares deverá apresentar no final de cada obra um relatório técnico do poço perfurado contendo no mínimo:

- Localização do poço (coordenadas geográficas / UTM);
- Perfil litológico (descrição das litologias encontradas na perfuração);
- Perfil construtivo (descrição das entradas d'água encontradas, quantidade de revestimento, filtros instalados, vedação sanitária, laje de proteção, etc.);
- Resultado e planilha do ensaio de bombeamento, cálculo dos parâmetros hidráulicos, recomendação quanto ao tipo/potência do equipamento de bombeamento e a vazão a ser extraída com o regime de utilização do poço (período e total de horas de funcionamento da bomba);
- Análises físico-química e bacteriológica da água;
- Anotação de responsabilidade técnica da obra por profissional legalmente habilitado.

8.2.2.9 Projeto de Poço-Padrão

Embora ocorram variações pertinentes em função das peculiaridades de cada área, um projeto de poço-padrão é proposto, a título de contribuição, para ser usado como referência no município de Joinville (Figura 8.5). Caso haja expressiva contribuição de água subterrânea das camadas situadas acima da rocha sã, o projeto contempla uma versão para poço misto (Figura 8.6). Convém ressaltar que o poço deve ser construído com perfuratrizes, capazes de perfurar e completar seguindo as normas e especificações técnicas recomendadas.

É ideal que a seguinte ordem sequencial de procedimentos seja seguida:

- Perfuração no diâmetro 14" até 12 metros;
- Instalação de tubo de aço calandrado para segurar as formações superficiais inconsolidadas;
- Redução do diâmetro da perfuração para 12^{1/4}" até encontrar a rocha cristalina sã, quando o diâmetro deve ser reduzido para 8 ½" e adentrado pelo menos 2 metros na rocha compacta;
- Redução do diâmetro da perfuração para 6" até 150 metros (poço-piloto). Se o poço-piloto resultar em um poço seco, suspender a obra e cimentar o furo (a critério, aprofundar o poço). Acusando aporte suficiente de água, prosseguir com as demais etapas;
- Descida do revestimento de 6", em aço ou plástico geomecânico, com centralizadores devidamente espaçados;
- Caso haja contribuição importante de aquíferos granulares junto à rocha cristalina (poço misto), instalar seção de filtros espiralados ou geomecânicos com centralizadores. Antes de proceder com a vedação sanitária, instalar tubulação de recarga de pré-filtro com diâmetro de 2" e colocar pré-filtro (por gravidade ou por injeção) com granulometria e volume compatíveis;
- Colocação de *pellets* compostos de argilas expansivas de alta densidade ou bentonita para o sela-

mento sanitário da seção de revestimento;

- Colocação da pasta de cimento no ante-poço, por injeção ou por gravidade, em volume compatível para a devida proteção sanitária;
- Após a secagem do cimento, proceder com a realização da limpeza, desenvolvimento e desinfecção do poço;
- Realização do ensaio de bombeamento e coleta de água para as análises físico-química e bacteriológica da água;
- Fechamento da boca do revestimento, e que este fique pelo menos 50 cm saliente no terreno (altura da boca);
- Acabamento da boca do poço com a construção da laje de proteção de cimento medindo, aproximadamente, 1,00 m x 1,00 m x 0,30 m, com caimento do centro para as bordas.
- Instalação do conjunto de equipamentos para o bombeamento do poço (bomba submersa, tubos edutores, quadro de comando, etc.);
- Construção do cercado de proteção e instalação dos acessórios, como hidrômetro, dosador de cloro e tubos auxiliares para medição de nível.

8.2.3 Manutenção de poços tubulares existentes

Uma série de intervenções pode ser exercida sobre poços tubulares existentes que apresentem problemas construtivos estruturais, como limpeza, reabilitação e reconstrução. Os processos que envolvem a resolução de problemas em poços tubulares incluem limpeza, reabilitação e reconstrução.

A limpeza de um poço consiste na remoção de minerais e depósitos orgânicos do seu interior (HOUBEN; TRESTAKIS, 2007), tanto do revestimento quanto dos filtros. É gerado pela escovação e subsequente limpeza. A limpeza, que também pode ser realizada com auxílio de produtos químicos específicos, não atua na parte externa do revestimento do poço (espaço anular).

A reabilitação compreende a remoção de depósitos minerais, orgânicos e partículas de obstrução do interior do poço, abrangendo o espaço anular, incluindo o pré-filtro (se for o caso), e, se possível, também da formação geológica adjacente. O objetivo final é a restauração da função hidráulica, melhorando o aceso da água ao interior do poço, aumentando a vazão e diminuindo o rebaixamento. Este procedimento pode ser dividido em três etapas:

- Separação de incrustações ou partículas do revestimento, filtros e espaços anulares;
- Remoção de incrustações ou partículas soltas do poço;
- Monitoramento do processo de reabilitação e seu êxito.

A reconstrução de um poço pode ter como objetivo o restabelecimento de sua eficiência funcional e sua produtividade, ou ambos. Diferentemente da reabilitação, a reconstrução requer intervenção no aspecto construtivo do poço. Isso pode incluir uma troca de materiais de preenchimento do espaço anular e/ou do revestimento, promovendo a vedação de espaços anulares ou conexões de revestimento. Dependendo da situação, pode haver a necessidade de refurar o poço. As causas para reconstruções incluem dimensionamento inadequado do poço, deficiências na construção ou defeitos no material. A reconstrução é muitas vezes necessária para impedir a infiltração de águas superficiais poluídas para dentro dos poços e aquíferos mais profundos.

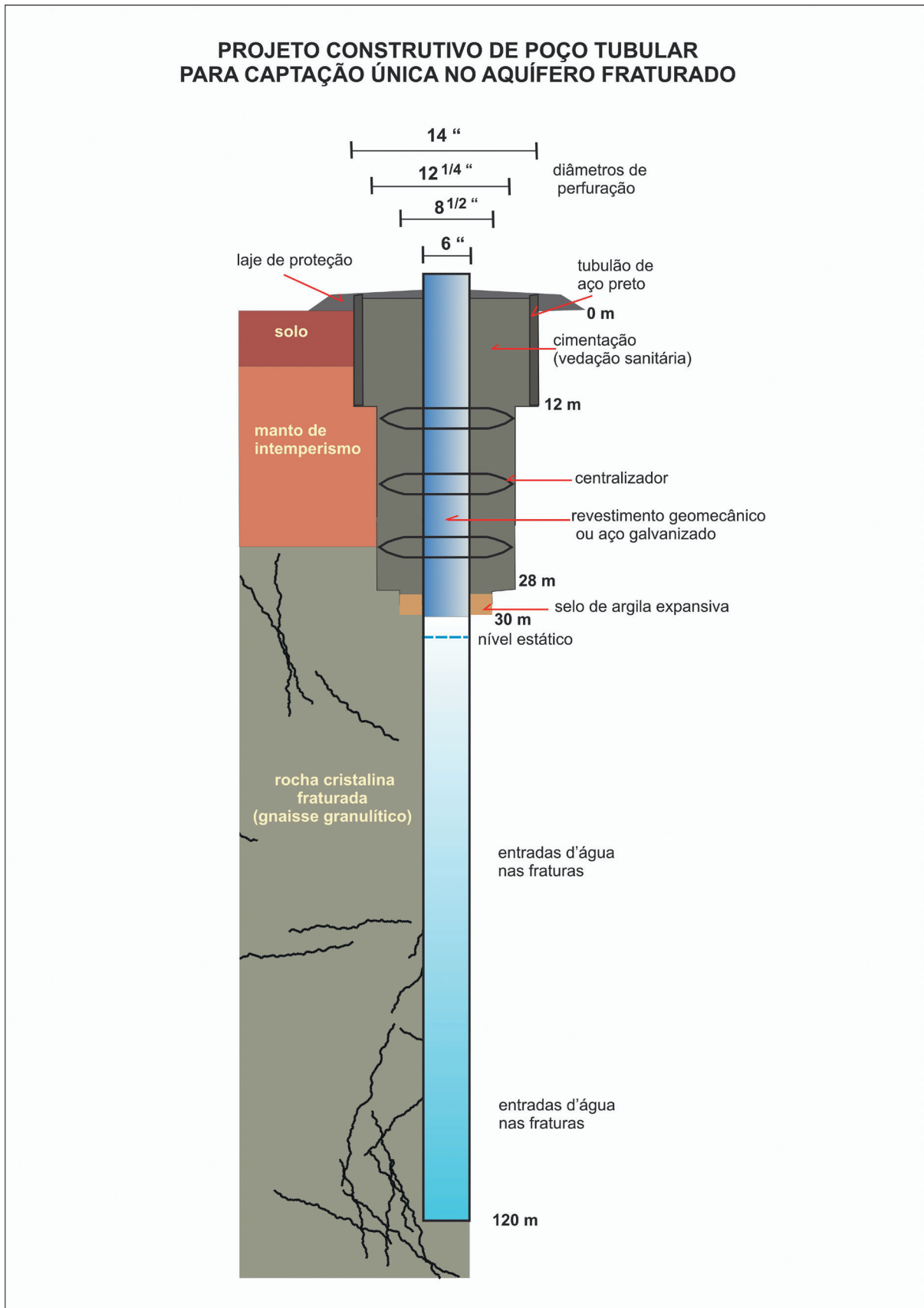


Figura 8.5. Perfil esquemático do poço-padrão sugerido para captação exclusiva no aquífero fraturado existente em Joinville

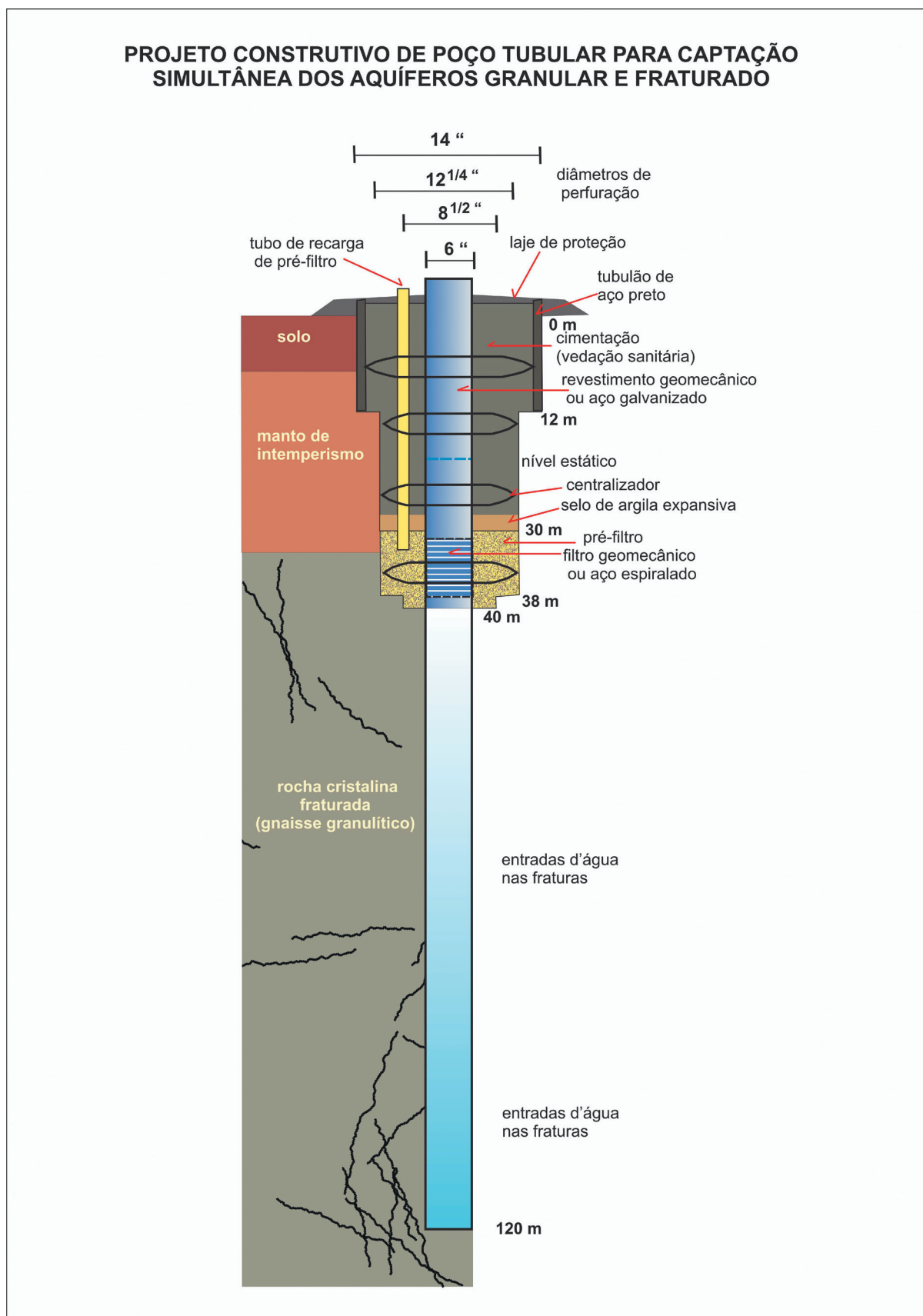


Figura 8.6. Perfil esquemático do poço-padrão sugerido para captação simultânea no aquífero granular e no aquífero fraturado em Joinville.

Se o poço não for mais ser utilizado, jamais deve ser abandonado, mas sim lacrado e tamponado. Esse processo de tamponamento deve ser realizado de forma segura e permanente. Em muitos casos, todas as instalações devem ser desmontadas e o poço deve ser preenchido com pasta de cimento em todo seu perfil.

Os poços investigados e diagnosticados através de videoendoscopia e ensaios de bombeamento, relatados no capítulo anterior, apresentam problemas estruturais construtivos bastante importantes. Neste sentido, suas reabilitações e/ou recuperações tornam-se praticamente inviáveis sob o ponto de vista técnico e de custo/benefício. Também seria difícil garantir que os procedimentos obtivessem sucesso. Neste caso, seria mais interessante a perfuração de novos poços. Com base nas informações dos já perfurados e com as referências dos problemas visualizados, a chance de sucesso em novas perfurações nestes locais seria grande. Entretanto, a qualidade das águas subterrâneas dos aquíferos explorados pode não ser boa, principalmente em função das grandes concentrações de ferro e manganês encontrados.

8.3 Poços de Pequeno Diâmetro

Os poços de pequeno diâmetro, amplamente utilizados no município, constituem-se em obras de baixo custo e com eficiência satisfatória, no que diz respeito aos volumes de água produzidos (vazões). Favorecidos pelas condições geológicas e hidrogeológica locais, as perfurações de poços de pequeno diâmetro atendem desde domicílios individuais, indústrias, dessedentação de animais, lavagem de veículos, entre outros usos já relatados.

Durante o cadastramento de poços, os problemas visualizados destas captações foram descritos no capítulo anterior, destacando-se principalmente a turbidez elevada, motivada pela ausência de completação eficiente destes poços. Não há, sob o ponto de vista construtivo (recursos técnicos dos equipamentos utilizados), condições para se estabelecer uma proteção dos revestimentos e filtros à entrada de materiais da formação. A diferença entre os diâmetros de perfuração e dos revestimentos não possibilitam a instalação de pré-filtros selecionados, que os protegeriam da entrada destes materiais. Desta maneira, a turbidez das águas sempre será causa para outros problemas advindos, como incrustações de rede, danificação dos sistemas hidráulicos, impossibilidade de consumo da água, etc.

No panorama técnico, quando comparados aos poços tubulares, os procedimentos que poderiam ser utilizados para a melhoria das condições dos poços de pequeno diâmetro, como a limpeza, reabilitação e/ou reconstrução, não se aplicam. Estes tipos de poços não permitem ações de intervenção devido às suas limitações de diâmetro e tipos de materiais utilizados. Portanto, depois de perfurados, não podem mais ser retificados, caso necessário. Também devido ao seu baixo custo de instalação, a relação custo/benefício não seria apropriada em qualquer cenário.

Para amenizar os problemas de produção de areia e turbidez nos poços de pequeno diâmetro, os proprietários utilizam filtros (Figura 8.7), que retêm as partículas em suspensão diminuindo a turbidez da água.

Observa-se, contudo, que a instalação de filtros para a diminuição de turbidez nem sempre é totalmente eficiente e, também, não soluciona os problemas existentes, apenas os torna em condições de uso para algumas finalidades, excetuando o consumo humano, já que partículas muito finas podem passar pelos filtros, podendo ser nocivas quando ingeridas.



Figura 8.7. Utilização de filtros para diminuir a turbidez da água.

Os poços de pequeno diâmetro devem ser submetidos a processos de outorga e, para tanto, necessitam de adaptações nas suas instalações. A Figura 8.8 e a Figura 8.9 mostram as adaptações dessas captações às exigências de outorga, como a instalação de hidrômetro, aparelho dosador de cloro, cercado de proteção e abrigo, quando for utilizado para consumo humano.

Da mesma forma como ocorre com as perfurações de poços tubulares, estes poços devem obedecer às normas legais e técnicas, visando proteger os recursos hídricos e o meio ambiente de contaminações. Entretanto, apesar desta categoria de poço ser passível de outorga de captação de águas subterrâneas perante a legislação estadual de recursos hídricos, não possui normativas sob a ótica técnica. As normas da ABNT, relativas aos poços tubulares, se limitam a poços com diâmetro mínimo de 4". Os de pequeno diâmetro são, em média, de 1.1/2". Contudo, apesar de não existir regulamento técnico normativo, estas

atividades são consideradas como obras pelo sistema CREA/CONFEA, devendo, portanto, ser acompanhadas por profissionais habilitados, que deverão garantir sua perfeita condução, principalmente evitando que gerem problemas aos aquíferos e ao meio ambiente. O fato grave é que essas obras são, quase sempre, construídas por empresas de pequeno porte ou práticos sem os devidos requisitos técnicos necessários.

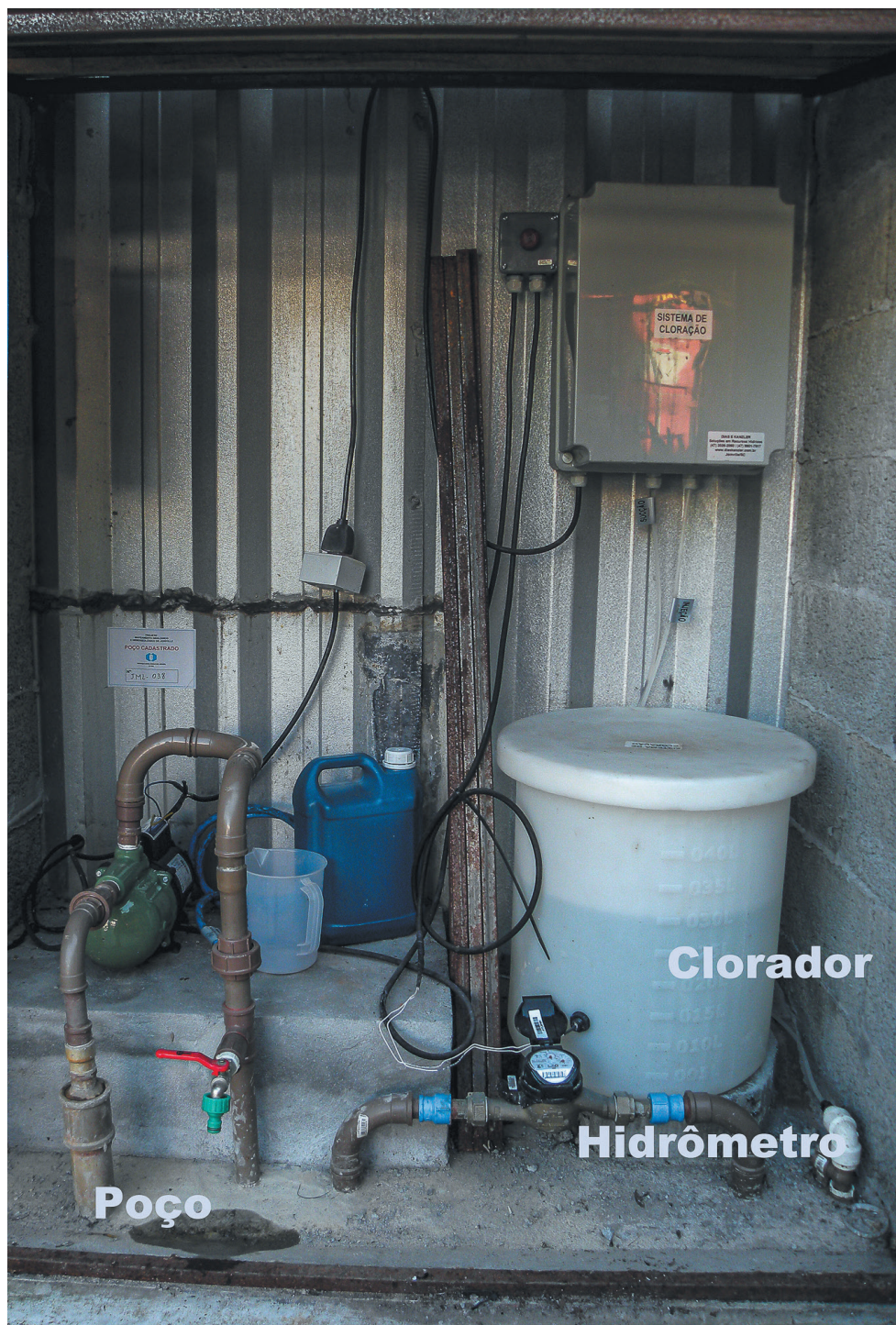


Figura 8.8. Poço de pequeno diâmetro com as instalações necessárias para a outorga.

De modo geral, não há legislação ou regramento específicos para este tipo de poço, excetuando-se o Termo de Referência elaborado pelo Departamento de Recursos Hídricos do RS para poços de pequeno diâmetro. Este termo foi elaborado a fim de tentar resolver solicitações de outorga de captação de águas subterrâneas e a regularização desses poços no estado do Rio Grande do Sul, principalmente em regiões litorâneas, onde são muito utilizados, entretanto não se aplica totalmente à realidade das situações envolvidas nas perfurações e completações. Muitas demandas solicitadas não podem ser atendidas, como, por exemplo, a execução de ensaios de bombeamentos com medição de níveis e vazões. Por se tratarem de poços com diâmetros muito reduzidos, não é possível a inserção de bombas submersas e medidores de nível, inviabilizando o teste de bombeamento conforme a norma exigida no termo de referência. Não são conhecidos outros termos de referência, sejam estaduais ou municipais, que tratam especificamente de poços de pequeno diâmetro. Tendo em vista a grande quantidade de poços de pequeno diâmetro existentes em Joinville, e que o estado de Santa Catarina permite a sua outorga, algumas considerações minimamente necessárias foram elaboradas sob o ponto de vista técnico, para que seja viabilizada a utilização destas formas de captação. Tais considerações têm por base o Termo de Referência do Departamento de Recursos Hídricos do Rio Grande do Sul (<https://www.sema.rs.gov.br/upload/arquivos/201904/23161133-requerimento-regularizacao-construcao-poco-pequeno-diametro-e-outorga-agua-sub.pdf>), mas foram adaptadas à realidade do que é considerado exequível para que as exigências possam ser cumpridas.



Figura 8.9. Abrigo de proteção de poço de pequeno diâmetro.

Para o caso de poços a serem perfurados, sugere-se que devem ser cumpridas as seguintes exigências:

- Informar a situação do empreendimento onde se localiza o poço, junto ao órgão ambiental, e apresentar, se for o caso, a licença vigente, que deve autorizar a atividade para a qual a água está sendo requerida;
- Exigir a ART do responsável habilitado pelo projeto de regularização e outorga do poço (a Autorização de Responsabilidade Técnica faz parte do sistema CREA/CONFEA);
- Apresentar perfil geológico e construtivo;
- A perfuração deve ser de diâmetro maior do que aquele em que será revestido permitindo realizar adequadamente a cimentação do espaço anelar e colocação de pré-filtro;
- Confecção de cimentação do espaço anular, através do preenchimento de calda de cimento de, no mínimo, 1” ao redor do tubo de revestimento e aproximadamente 20% da profundidade total do poço;
- Deverão ser instalados pré-filtros selecionados abaixo da cimentação anular até o final do poço, a fim de proteger os filtros da entrada de areia da formação geológica para dentro do poço;
- Após o término da perfuração, fazer uma desinfecção do poço com hipoclorito de sódio, por exemplo;
- Desenvolver o poço com um compressor de ar por pelo menos seis horas, a fim de remover todos os detritos da perfuração e medir a vazão durante este período, em intervalos de tempo de 5 em 5 minutos;
- Construir uma laje de proteção ao redor do poço, com no mínimo 1 m² e caimento do centro para as bordas, a fim de evitar o acúmulo de água nas proximidades do poço;
- Construir um cercado ao redor do poço, com instalação de cadeado, a fim de protegê-lo de acidentes e/ou vandalismos;
- Apresentar análise de água para verificar seus padrões de potabilidade, conforme Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde;
- Apresentar fotografias do poço demonstrando as instalações solicitadas.

No caso de poços antigos já existentes, o responsável técnico deve elaborar perfil geológico e construtivo a partir dos dados obtidos durante a sua construção. Caso não seja possível recuperar esses dados, apresentar perfil geológico e construtivo elaborado a partir de informações de poços próximos. Também devem ser realizadas as adequações, como instalação de laje de proteção sanitária, cercamento e análise da água, conforme os itens mostrados para os poços novos.

8.4 Poços Escavados

Os poços escavados, devido a simplicidade de construção, foram instrumento muito importante para o abastecimento de comunidades rurais, sobretudo em residências. Com o passar do tempo e com as novas técnicas de perfuração de baixo custo dos poços de pequeno diâmetro, os poços escavados foram paulatinamente sendo desativados e abandonados. Entretanto, o maior problema que se observa é a maneira como ocorre este abandono. Poços escavados abandonados podem representar riscos de danos ao meio ambiente, sobretudo às águas subterrâneas.

No caso de desativação, os poços escavados devem ser devidamente lacrados e concretados, a fim de que não passem a ser locais de descarte de objetos e substâncias para dentro deles. Caso o poço ainda está ativo ou usado como reserva estratégica, os proprietários devem ao menos preservá-los de forma satisfatória, como os exemplos da Figura 8.10 e da Figura 8.11, e proceder com limpeza e desinfecção a cada seis meses.



Figura 8.10. Vista lateral de poço escavado bem cuidado (ponto JML-029).



Figura 8.11. Vista do interior de poço escavado bem cuidado (ponto JML-029).

O antigo Instituto das Águas do Paraná, atual IAT (Instituto Água e Terra), propõe um didático roteiro para manutenção e limpeza de poços escavados e captações de fontes, que se encontra no Apêndice C – Planilhas de Ensaio de Bombeamento Executados.

8.5 Captações de Fontes

Uma das principais alternativas para o abastecimento de água das famílias rurais que não possuem seus domicílios ligados a nenhuma rede de distribuição é a captação de água de nascentes e olhos d'água. Este tipo de captação, basicamente, reside na construção de uma pequena estrutura no local de afloramento da água, para evitar contaminantes externos, contendo drenos que captam a água que aflora nas encostas ou nas partes mais baixas do terreno. Parte dessa água é direcionada através de mangueiras ou canos de PVC para os reservatórios das famílias e o restante da água escorre pelo chamado “ladrão” e segue seu curso constituindo, rios, riachos ou sangas. A proteção melhora as condições das nascentes e influencia positivamente na quantidade e na potabilidade natural da água, uma vez que a nascente é o afloramento da água subterrânea

Para tornar esse tipo de captação sustentável e garantir qualidade da água a ser consumida, sugere-se uma série de cuidados e diretrizes discutidos a seguir.

Segundo Katz (2018), a intervenção na nascente ou olho d'água deverá ser minimizada, mas de forma que permita a captação e a condução da água, mantendo o sentido do fluxo hídrico e uma vazão mínima de modo a garantir a sobrevivência e diversidade das espécies no entorno das mesmas. A preservação da vegetação nativa no entorno das nascentes ou olhos d'água, adotando-se um manejo de solo e técnicas conservacionistas em áreas adjacentes, é condição essencial e o usuário deve sempre realizar e facilitar a recomposição e recuperação ambiental no local onde foi feita a intervenção. Outra diretriz importante é evitar o uso de agrotóxicos e fertilizantes químicos e orgânicos nas áreas próximas às captações, bem como dar o adequado destino ao despejo do esgoto e lixo doméstico;

Os animais domésticos podem causar problemas nas captações de fontes e, portanto, alguns cuidados devem ser tomados como: instalar as construções destinadas ao alojamento de animais sempre em nível inferior ao da fonte e impedir o acesso de animais na APP (Área de Proteção Permanente) através do isolamento e/ou cercamento da área.

Em Joinville, observou-se que para satisfazer suas necessidades de água, as populações rurais fazem uso das mais diversas formas de estruturas hidráulicas em nascentes. Em boa parte, as intervenções são feitas de forma inadequada e sem proteção do entorno. Existem locais que precisam de ações de recuperação das estruturas de captação, bem como das áreas degradadas, levando a necessidade de se implantar um processo de educação ambiental e melhor construção e gerenciamento das fontes.

Vários são os projetos de construções de captação de fontes que podem ser seguidos, nos quais destacam-se os orientados por Hentges (2016) e o da fonte Caxambu (EPAGRI, 2017).

A fonte Caxambu é um dos projetos de construção de fontes naturais mais disseminados em Santa Catarina e tem como principais virtudes preservar as características naturais do terreno e baixo custo de construção. A EPAGRI tem orientado as famílias rurais para o uso da proteção desse tipo de fonte, sobretudo no oeste catarinense, como alternativa para garantir a disponibilidade e a qualidade da água.

Os materiais necessários para sua construção são de simples aquisição e baixo custo:

- Um tubo de concreto (manilha) de 20 cm de diâmetro e 1 m de comprimento;
- Dois tubos de PVC com 30 cm de comprimento e 40 mm de diâmetro para a instalação do cano-ladrão e limpeza;
- Dois tubos de PVC com 30 cm de comprimento e 25 mm de diâmetro ou tubo soldável para captação da água;

- Dois adaptadores de 0,5 polegadas;
- Pedras de mão;
- Brita nº 02;
- Areia média;
- Pedacos de telha ou de tijolos (cacos);
- Mangueira para escoamento da água durante a construção;
- Mangueira para encanamento da água até o reservatório;
- Lona plástica ou ráfia.

O projeto construtivo é ilustrado pela Figura 8.12 e sua execução segue os passos descritos a seguir. Para instalação da proteção da fonte faz-se, inicialmente, a abertura de uma vala para colocação da manilha de concreto. Um dos lados desse tubo deve ser mantido aberto para o interior da vala e outro para o exterior. No lado de fora, parcialmente fechado, deve ser colocado 4 ou 5 saídas: uma para o cano-ladrão, na parte superior; uma para o cano de limpeza, na parte inferior; e 2 ou 3 canos para saída da água, na parte central do tubo (Figura 8.13). O tubo deve ser assentado no fundo da vala com massa de barro e concreto; logo acima, uma camada de pedra de mão, até cobrir totalmente o tubo de concreto, e mais três camadas de cacos de telha ou cascalho, brita areia e terra. O material instalado deve ser vedado com lona plástica ou saco de ráfia, coberta com terra até o nível original do solo.

Medidas complementares à proteção da fonte precisam ser adotadas, tais como o isolamento (cerca) e manutenção ou reconstituição da vegetação da área circunvizinha (mínimo de 50 m de raio), para que as nascentes sejam preservadas com consequentes melhorias na qualidade da água.

As captações de fontes também demandam manutenção como limpeza e desinfecção frequentes, controle da erosão do solo de reposição, recuperação da vegetação de fixação, principalmente em épocas de muita chuva.

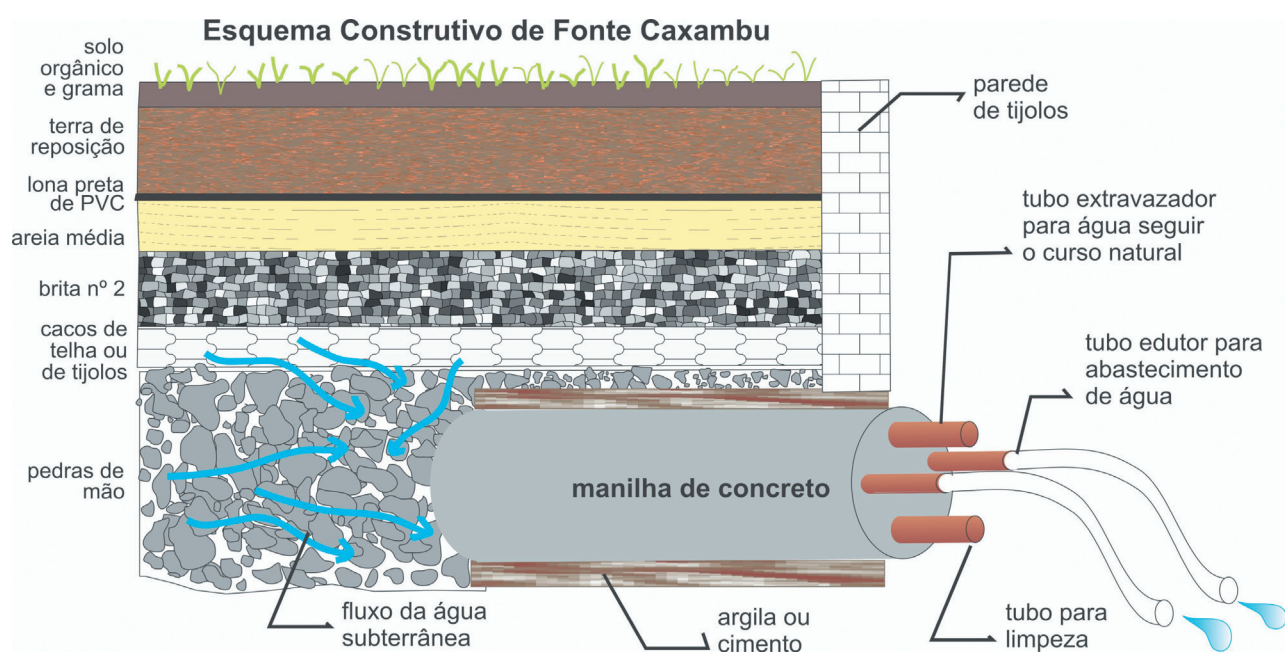


Figura 8.12. Projeto de construção de fonte modelo Caxambu (adaptado de Carneiro, 2017).

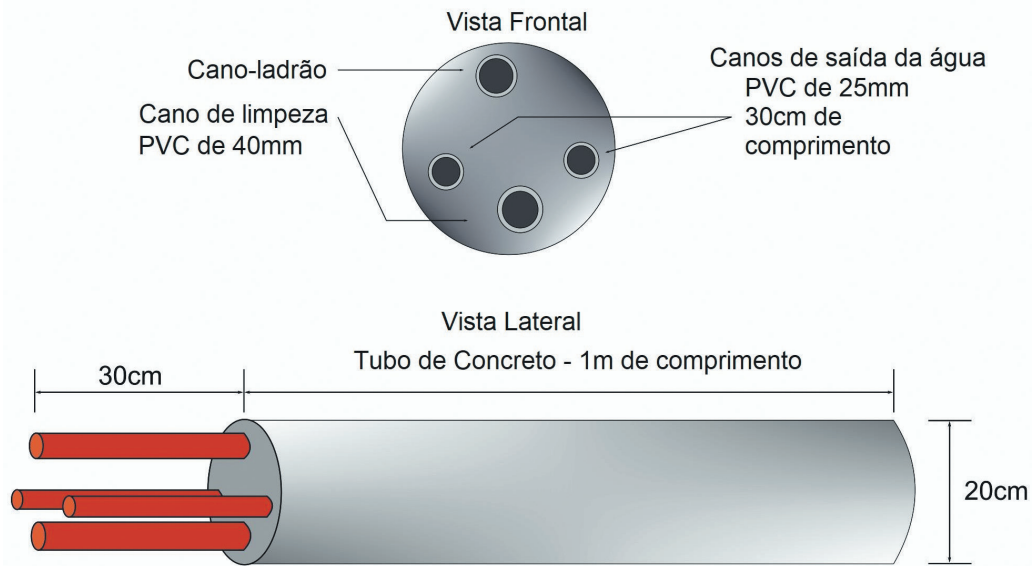


Figura 8.13. Detalhe do tubo de concreto que compõe a fonte Caxambu.



9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O cadastramento de pontos de captação de água subterrânea permitiu traçar um panorama atual de como os recursos hídricos estão sendo explorados e utilizados em Joinville.

As informações obtidas aprimoraram o conhecimento hidrogeológico do município e possibilitaram reunir novos dados técnicos e científicos, em um completo banco de dados em formato geodatabase. O manuseio correto desse banco de dados vai permitir a proposição de estratégias de controle e de gestão dos recursos hídricos subterrâneos no município. A atualização desse conhecimento, juntamente com a compilação de informações existentes, permitiu que o projeto levantasse novas óticas para a hidrogeologia e para o arcabouço estratigráfico e tectônico. Tais informações embasam robustamente a execução dos demais produtos dentro do Projeto Mapa Geológico e Hidrogeológico de Joinville.

Algumas dificuldades foram observadas, como a pequena disponibilidade de poços para realização dos testes de aquífero e, sobretudo, a impossibilidade de cadastro de alguns poços. Por outro lado, na maioria das vezes, houve muita colaboração dos proprietários dos poços, sejam eles cidadãos ou empresas, onde cabe registrar o devido agradecimento.

Também convém destacar a desatualização ou indisponibilidade de alguns dados oficiais de licenciamento dos poços tubulares, anterior à política de outorga implantada em Santa Catarina, que seriam de extrema importância para a montagem do banco de dados apresentado.

Apesar da legislação brasileira atribuir o poder de gerenciamento e controle dos recursos hídricos aos estados, algumas ações de caráter municipal são aconselhadas para minimizar a problemática da água subterrânea em Joinville a curto e em médio prazo. Como contribuição, destacam-se as seguintes sugestões:

- Incrementar a fiscalização da perfuração de poços tubulares;
- Tomar maior cuidado com poços abandonados (poços ponteira, escavados e tubulares), realizando campanhas de fomento à cimentação dos mesmos (em toda a coluna perfurada), evitando riscos de contaminação das águas subterrâneas;
- Orientar a população para a melhoria das condições de aproveitamento das nascentes, através de proteção de fontes corretamente construídas e realizar campanhas de educação ambiental para reforçar a necessidade da preservação das matas e nascentes;
- Realizar campanhas para minimização dos desperdícios, especialmente em decorrência de perdurados vazamentos nas redes de distribuição pública (nas cidades e no meio rural) e nas canalizações para as lavouras;
- Instalar dispositivos contra desperdício nos poços naturalmente jorantes;
- Incentivar a cultura do reaproveitamento das águas residuais (reuso) e fomentar a captação de água de chuva;
- Promover arrocho nos dispositivos regulamentares para coibir a poluição das águas subterrâneas e superficiais;
- Fomentar, em conjunto com a SDE, a outorga de direito de uso dos recursos hídricos subterrâneos em todo o município;
- Dar continuidade ao cadastramento de captações de água subterrânea com a finalidade de sempre manter atualizada a base de dados.

10. REFERÊNCIAS

ALAZARD, M.; BOISSON, A.; MARÉCHAL, J. C.; PERRIN, J.; DEWANDEL, B.; SCHARZ, T.; PETTENATI, M.; PICOT-COLBEAUX, G.; KLOPPMAN, W; AHMED, S. Investigation of recharge dynamics and flow paths in a fractured crystalline aquifer in semi-arid India using borehole logs: implications for managed aquifer recharge. **Hydrogeology Journal**, v. 24, p. 35–57, 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA (Brasil). **Manual de usos consuntivos da água no Brasil**. Brasília: ANA, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 12212**: projeto de poço para captação de água subterrânea. Rio de Janeiro: ABNT, 2006a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 12244**: construção de poço para captação de água subterrânea. Rio de Janeiro: ABNT, 2006b.

BAGGIO, S. B. **Água subterrânea em Joinville-SC**: avaliação hidrogeológica do aquífero fraturado. Orientador: Aldo da Cunha Rebouças. 1997. 111f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Rio de Janeiro: Roma, 1988.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria 2914, de 12 de dezembro de 2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html#:~:text=PORTARIA%20N%C2%BA%202.914%2C%20DE%2012,e%20seu%20padr%C3%A3o%20de%20potabilidade. Acesso em: 24 jun. 2020.

CALHEIROS, R. de O.; TABAI, F. C. V.; BOSQUILIA, S. V.; CALAMARI, M. **Preservação e recuperação das nascentes**. Piracicaba, SP: Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios PCJ - CTRN, 2004.

CARNEIRO, C. G.; BUCK, A. L. B.; SOUZA, F. H.; SENS, M. L. **Desenvolvimento de um sistema alternativo para o tratamento de água oriunda de nascente em propriedades rurais**. In: Encontro Técnico AESA-BESP FENASAN, 27., 2017, São Paulo. São Paulo: AESABESP, 2017.

CUSTODIO, E.; LLAMAS, M.R. **Hidrologia Subterrânea**. 2 ed. Barcelona: Omega, 1983. 2v.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA - EPAGRI. **Água da fonte**: proteção de fonte modelo Caxambu. 2.ed. Florianópolis: Epagri, 2017.

GAINO, A. H. **Deterioração de poços tubulares**: método de vídeo-endoscopia como ferramenta de análise de poços no RS. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Geologia) – Universidade Federal do Pampa, Caçapava do Sul, 2016.

GIAMPÁ, C. E. Q.; GONÇALVES, V. G. **Água subterrânea e poços tubulares profundos**. 2.ed. São Paulo: a Oficina de Textos, 2013.

GONÇALVES, M. L.; CARVALHO, R. J. de. O novo mapa geológico do nordeste de Santa Catarina, Brasil. In: CONGRESO LATINOAMERICANO DE GEOLOGÍA, 11.; CONGRESO URUGUAYO DE GEOLOGÍA, 3., 2001, Montevideo. **Actas**[...] Montevideo: ANCAP/DINAMIGE, 2001. 1 CD ROM.

GONÇALVES, V.G.; GIAMPÁ, C.E.Q. **Águas subterrâneas e poços tubulares**. São Paulo: Signus, 2006.

GONÇALVES, M. L.; ZANOTELLI, C. T.; OLIVEIRA, F. A. **Diagnóstico e prognóstico das disponibilidades e demandas hídricas do Rio Cubatão do Norte, Joinville, Santa Catarina**. Joinville, SC: UNIVILLE, 2006.

HENTGES, S. C. (Coord). **Proteção, preservação e recuperação de nascentes e olhos d'água** : roteiro técnico para implementação do sistema de captação de água de nascentes e olhos d'água. Porto Alegre: EMATER-ASCAR, 2016.

HEM, J. D. **Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water**. 3.ed. Whashington: USGS, 1985. U.S. Geological Survey Water-Supply Paper n. 2254

Houben, G.; Treskatis, Christoph. **Water well: rehabilitation and reconstruction**. New York: MacGraw-Hill, 2007.

IRITANI, M.A.; EZAKI, S. **As águas subterrâneas do Estado de São Paulo**. Secretaria de Estado do Meio Ambiente - SMA, – São Paulo: Instituto Geológico, 2008.

JOHNSON SCREENS. **Águas subterrâneas e poços tubulares**. 3.ed. [s.l]: Johnson Screens, 1972.

KATZ, G. L. **Proteção de nascentes para o abastecimento de água para as famílias rurais**. Porto Alegre: Emater - Ascar, 2018. Disponível em: <http://biblioteca.emater.tche.br:8080/>. Acesso em: 15 mai. 2020.

KRÁSNY, J.; SHARP, J. M. **Groundwater in fractured rocks**. Praga: [s.n], 2003. Selected papers from the Groundwater in Fractured Rocks International Conference, Prague, 2003.

LARSSON, I. **Ground Water in hard rocks**. Paris: UNESCO, 1984.

MANSUY, Neil. **Water well rehabilitation: a practical guide to understanding well problems and solutions**. [s.l.]: Layne GeoSciences, 1999.

REBOUÇAS, A. C.; CAVALCANTE, I. N. Hydrogeology of crystalline basement rocks in Brazil. Proceedings *In: WORKSHOP HELD IN ZIMBABWE, HARARE, COMMONWEALTH SCIENCES COUNCIL*, 1987, Londres. **Anais[...]** Londres, 1987. Technical Publication series no. 232.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria do Meio Ambiente. Departamento de Recursos Hídricos. **Requerimento de regularização da construção de poço de pequeno diâmetro e outorga do uso de água subterrânea**: concedida para poço que esteja sendo explorado sem outorga. Porto Alegre: SEMA/ DRH, [20_ _]. Disponível em: <https://www.sema.rs.gov.br/upload/arquivos/201904/23161133-requerimento-regularizacao-construcao-poco-pequeno-diametro-e-outorga-agua-sub.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2020

SANTA CATARINA. **Decreto n. 4778 de 11 de outubro de 2006**. Regulamenta outorga de direito de uso de recursos hídricos de domínio do estado, de que trata a Lei Estadual n. 9748 de 30 de novembro de 1994 e estabelece outras providências. Florianópolis, 2006. Disponível em: <https://leiestaduais.com.br/sc/decreto-n-4778-2006-santa-catarina-regulamenta-a-outorga-de-direito-de-uso-de-recursos-hidricos-de-dominio-do-estado-de-que-trata-a-lei-estadual-n-9748-de-30-de-novembro-de-1994-e-estabelece-outras-providencias>. Acesso em: 24 jun 2020.

SANTA CATARINA. **Lei nº 9.748, de 30 de novembro de 1994**. Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e dá outras providências. Florianópolis, 1994. Disponível em: http://www.aguas.sc.gov.br/jsmallfib_top/DHRI/Legislacao/Lei-Estadual-9748-1994.pdf. Acesso em: 24 jun. 2020.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável. Conselho Estadual de Recursos Hídricos. **Resolução nº 02, de 14 de agosto de 2014**. Dispõe sobre o uso das águas subterrâneas no Estado de Santa Catarina. Disponível em: <http://www.sde.sc.gov.br/index.php/biblioteca/recursos-hidricos-e-saneamento/1287-resolucao-2014-uso-da-agua-1/file>. Acesso em: 15 mai. 2020.

SANTA CATARINA. Secretaria Executiva de Meio Ambiente. Diretoria de Recursos Hídricos e Saneamento. **Outorga de direito de uso dos recursos hídricos - Captação Subterrânea**. Florianópolis, [2020] Dis-

ponível em: http://www.aguas.sc.gov.br/jsmallfib_top/Diretoria%20de%20Recursos%20Hidricos/Outorga/Formularios/Lista%20de%20Documentos%20-%20Outorga%20de%20Direito%20de%20Uso/2020-Outorga_de_Direito_de_Uso-Captcao_Subterranea.pdf. Acesso em: 15 mai. 2020.

SMITH, S.A; COMESKEY, A. E. **Sustainable Wells**: maintenance, problem prevention and rehabilitation. Boca Raton: CRC Press, 2010.

TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M. C. M. de; FAIRCHILD, T. R.; TAIOLI, F. (Org.) **Decifrando a Terra**. 2.ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2006.



11. RESPONSÁVEIS TÉCNICOS

Marcos Alexandre de Freitas

Geólogo DSc
CREA RS 068952
CREA SC 165592-6
RN 2218579863

Marcelo Goffermann

Geólogo MSc
CREA SC 063873-7
RN 2200017715

Eliel Martins Senhorinho

Geólogo
CREA RS 072512
RN 2201074771

12. APÊNDICE A – FICHA UTILIZADA PARA O CADASTRAMENTO DOS PONTOS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA



PROJETO JOINVILLE
 CADASTRAMENTO DE FONTES DE ABASTECIMENTO
 POR ÁGUA SUBTERRÂNEA



DADOS GERAIS			
Nº do Ponto no Cadastro: □□□□□□□□	Equipe:	Código no SIAGAS (poço já cadastrado antes): □□□□□□□□	
Natureza do Ponto: <input type="checkbox"/> Poço Tubular <input type="checkbox"/> Poço Escavado <input type="checkbox"/> Fonte Natural <input type="checkbox"/> Poço Ponteira	Localidade:..... Município/UF:..... Proprietário do poço..... Propriedade: <input type="checkbox"/> Pública <input type="checkbox"/> Particular Endereço:.....		
Construído em:/...../.....	Construtor:.....		
COORDENADAS GEOGRÁFICAS			
Latitude □□° □□' □□, □□"	Longitude □□° □□' □□, □□"	Altitude (m) □□□	
DADOS HIDROGEOLÓGICOS			
Natureza do Aquífero: <input type="checkbox"/> Granular <input type="checkbox"/> Fissural <input type="checkbox"/> Misto			
CARACTERÍSTICAS DO POÇO			
Profundidade (m): Informada:.. Medida: Método de Perfuração:.....	Tipo de Revestimento: <input type="checkbox"/> Aço <input type="checkbox"/> PVC Comum <input type="checkbox"/> Geomecânico <input type="checkbox"/> Aço Galvanizado <input type="checkbox"/> Concreto <input type="checkbox"/> Tijolos Altura da boca (m):..... Diâm.Int.(pol):.....		Condições Sanitárias: Laje de Proteção: <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não Tampa: <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não Cercado: <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
INSTALAÇÕES DO POÇO			
Equipamento Bombeamento: <input type="checkbox"/> Bomba Submersa <input type="checkbox"/> Compressor <input type="checkbox"/> Bomba Injetora <input type="checkbox"/> Manual <input type="checkbox"/> Bomba Centrífuga <input type="checkbox"/> Sarilho <input type="checkbox"/> Outros:..... Crivo da Bomba (m):..... Potência do Equipamento: Diâmetro do Tubo Edutor(pol):.....	Reservatório: <input type="checkbox"/> Alvenaria <input type="checkbox"/> Elevado <input type="checkbox"/> Enterrado <input type="checkbox"/> Fibra Capacidade (m³):.....	Localização do poço na área:	
Documentação do Ponto: Tem perfil litológico/construtivo: <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não Foto nº:..... Tem planilha de ensaio de bombeamento: (se sim, tirar fotos do documento): <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não Foto nº:..... Tem outorga (se sim, tirar fotos do documento): <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não Foto nº:..... Tem análise de água (se sim, tirar fotos do documento): <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não Foto nº:.....			
SITUAÇÃO DA CAPTAÇÃO			
<input type="checkbox"/> Bombeando <input type="checkbox"/> Parado <input type="checkbox"/> Não Instalado <input type="checkbox"/> Abandonado <input type="checkbox"/> Seco	Motivo da Falta de Funcionamento		
	Poços Paralisados <input type="checkbox"/> Salinização <input type="checkbox"/> Quebra da Bomba <input type="checkbox"/> Baixa Vazão <input type="checkbox"/> Peça de Reposição	Poços Não Instalados <input type="checkbox"/> Baixa Vazão <input type="checkbox"/> Salinização <input type="checkbox"/> Falta de Energia <input type="checkbox"/> Qualidade Química	Poços Abandonados <input type="checkbox"/> Baixa Vazão <input type="checkbox"/> Seco <input type="checkbox"/> Obstruído
SITUAÇÃO DAS INSTALAÇÕES			
Sistema de Bombeamento (Bomba + Motor + Educação) <input type="checkbox"/> Boa <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Ruim	Sistema de Distribuição (Adução+Reservatório+Distribuição) <input type="checkbox"/> Boa <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Ruim	Abrigo (Casa de Bomba) <input type="checkbox"/> Boa <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Ruim	Proteção Sanitária (Laje+Tampa+Cercado) <input type="checkbox"/> Boa <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Ruim

Figura 12.1. Frente da Ficha “Cadastramento de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea”.

DADOS OPERACIONAIS DO POÇO							
Vazão (m ³ /h)		Surgência	Níveis da Água (m)			Regime de Bombeamento	
Medida (m ³ /h):.....	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	Nível Estático Medido:.....	Vazão Explotada:.....m ³ /h				
Informada (m ³ /h):.....		Nível Estático Informado:.....	Horas/Dia:.....				
		Nível Dinâmico Medido:.....	Dias/Semana:.....				
		Nível Dinâmico Informado:.....					
QUALIDADE DA ÁGUA (MEDIDAS DE CAMPO)							
Temp. (°C)	ORP (mV)	pH	OD (mg/L)	CE (µS/cm)	TSD (mg/L)	Turbidez (NTU)	Memória
							M:
Tem potencial para coleta de amostra para análise físico químico: <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não Autoriza: <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não							
*(no caso de poços, somente amostra que possa ser coletada na boca do poço)							
Tem potencial para coleta de amostra para análise isotópica: <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não							
*(no caso de poços, somente amostra que possa ser coletada na boca do poço, que não seja captada por compressor)							
USO DA ÁGUA							
<input type="checkbox"/> Doméstico <input type="checkbox"/> Animal <input type="checkbox"/> Agricultura/Irrigação <input type="checkbox"/> Industrial <input type="checkbox"/> Recreação <input type="checkbox"/> Lavagem de Veículo <input type="checkbox"/> Outros:.....		Atendimento: <input type="checkbox"/> Comunitário <input type="checkbox"/> Particular <input type="checkbox"/> Industrial <input type="checkbox"/> Suficiente <input type="checkbox"/> Insuficiente Percentual Atendido pelo Poço (%):.....		Complemento de Abastecimento <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Açude/Barragem <input type="checkbox"/> Rio <input type="checkbox"/> Fonte Natural <input type="checkbox"/> Poço Escavado <input type="checkbox"/> Poço Tubular <input type="checkbox"/> Carro Pipa <input type="checkbox"/> Água da Rede <input type="checkbox"/> Água de Chuva Local:..... Distância (m):.....			
ASPECTOS AMBIENTAIS				PERFIL CONSTRUTIVO			
Fontes Potenciais de Poluição <input type="checkbox"/> Cemitério <input type="checkbox"/> Curtume <input type="checkbox"/> Abatedouro <input type="checkbox"/> Postos de Combustível <input type="checkbox"/> Oficina <input type="checkbox"/> Lançamento de efluentes <input type="checkbox"/> Lixão <input type="checkbox"/> Curral/pocilga/granja <input type="checkbox"/> Fossa <input type="checkbox"/> Agrotóxicos e fertilizantes <input type="checkbox"/> Indústria <input type="checkbox"/> Outros:..... Distância Fonte de Poluição - Poço (m):.....							
OBSERVAÇÕES							
Informante: Recenseador: Data:/...../..... Hora:.....							
Assinatura Recenseador: Assinatura Coordenação de Área:							

Figura 12.2. Verso da Ficha “Cadastramento de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea”.

13. APÊNDICE B - QUADRO RESUMIDO DOS PONTOS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA ATÉ JANEIRO DE 2020

Quadro 13.1. Quadro resumido dos pontos de captação de água subterrânea até janeiro de 2020.

PONTO Nº	SIGLA	TIPO	LOCAL	PROPRIETÁRIO	SITUAÇÃO	USO DA ÁGUA
4300027840	JAP001	Poço de pequeno diâmetro	RUA ANABURGO, 3450, DISTRITO INDUSTRIAL/VILA NOVA	INPLAVEL LTDA	Não instalado	Sem uso
4300020055	JAP002	Poço tubular	RUA DOS PORTUGUESES, S/Nº, VILA NOVA	GREMIO ESPORTIVO NIELSON	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300018195	JAP003	Poço tubular	RUA XV DE NOVEMBRO, 7000, PIRABEIRABA	FUNDAÇÃO 25 DE JULHO	Abandonado	Sem uso
4300018200	JAP004	Poço tubular	RODOVIA SC-418 km 6, PIRABEIRABA	COMUNIDADE EVANGELICA CRISTO SALVADOR	Bombeando	Abastecimento múltiplo
4300020054	JAP005	Poço tubular	RODOVIA SC-418, km 81, PIRABEIRABA	MARCOS MERKEL	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300027841	JAP006	Poço de pequeno diâmetro	RODOVIA SC-418, PIRABEIRABA	IVONE SCHMIDT DA ROSA	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300027822	JAP007	Poço tubular	RODOVIA SC-418, PIRABEIRABA	WERNER SCHROEDER	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300027828	JAP008	Poço escavado	RODOVIA SC-418, COMERCIAL SCHROEDER, PIRABEIRABA	WERNER SCHROEDER	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300027823	JAP009	Fonte natural	RODOVIA SC-418/DONA FRANCISCA - CURVA DA ESTRADA	COMUNITÁRIO	Fluxo por gravidade	Sem uso
4300027837	JAP010	Fonte natural	RODOVIA SC-418/RUA DONA FRANCISCA	COMUNITÁRIO	Fluxo por gravidade	Sem uso
4300027824	JAP011	Fonte natural	RODOVIA SC-418/RUA DONA FRANCISCA	COMUNITÁRIO	Fluxo por gravidade	Sem uso
4300027825	JAP012	Fonte natural	RODOVIA SC-418/RUA DONA FRANCISCA, PIRABEIRABA	SOCIEDADE DONA FRANCISCA	Fluxo por gravidade	Abastecimento doméstico
4300027826	JAP013	Poço escavado	RODOVIA SC-418/RUA DONA FRANCISCA, PIRABEIRABA	PETER DÜTKE - FLORICULTURA RIO DA PRATA	Bombeando	Irrigação
4300027827	JAP014	Poço escavado	RODOVIA SC-418, PIRABEIRABA	PETER DÜTKE - FLORICULTURA RIO DA PRATA	Bombeando	Abastecimento doméstico

continua...

...continuação

PONTO Nº	SIGLA	TIPO	LOCAL	PROPRIETÁRIO	SITUAÇÃO	USO DA ÁGUA
4300027831	JAP015	Poço escavado	SOCIEDADE RIO DA PRATA - SC-418, km 7 PIRABEIRABA	EVANDRO BRANIGK	Não instalado	Sem uso
4300027832	JAP016	Poço escavado	PIRABEIRABA	RICARDO WEBERA	Bombeando	Abastecimento múltiplo
4300019508	JAP017	Poço tubular	RODOVIA SC-418 km 8, PIRABEIRABA	JOSE MACHADO	Bombeando	Abastecimento múltiplo
4300020048	JAP018	Poço tubular	RODOVIA SC-418 km 7, PIRABEIRABA	ANA LUCIA SILVA DO NASCIMENTO	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300027833	JAP019	Fonte natural	QUIRIRI	MARCELO DUMKE	Fluxo por gravidade	Abastecimento múltiplo
4300020049	JAP020	Poço tubular	QUIRIRI	MARCELO DUMKE	Parado	Sem uso
4300027834	JAP021	Fonte natural	QUIRIRI	PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE	Fluxo por gravidade	Abastecimento doméstico
4300027835	JAP022	Poço escavado	ESTRADA DO PICO - PARQUE AQUÁTICO RECANTO DAVET	NORBERTO DAVET - PARQUE AQUÁTICO RECANTO DAVET	Bombeando	Recreação
4300027838	JAP023	Fonte natural	ESTRADA DO PICO	EDILSON CLAUDIONOR FIX	Fluxo por gravidade	Abastecimento doméstico
4300027839	JAP024	Fonte natural	ESTRADA DO PICO, POSTE 48, PIRABEIRABA	PESQUE E PAGUE CHÁCARA SÃO FRANCISCO	Fluxo por gravidade	Piscicultura
4300027979	JAP025	Fonte natural	BR-101, km 25, PIRABEIRABA	POSTO RITCHER	Fluxo por gravidade	Lavagem de veículos
4300027981	JAP026	Poço escavado	RUA MAJOR LIMA, BAIRRO PIRABEIRABA	ADELINO VEGNER	Parado	Sem uso
4300027983	JAP027	Poço escavado	RUA MAJOR LIMA, BAIRRO PIRABEIRABA	ADELINO VEGNER	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300018932	JAP028	Poço tubular	BR 101 - KM 21 -POÇO 3	KRONA - TUBOS E CONEXÕES	Bombeando	Abastecimento múltiplo

continua...

...continuação

PONTO Nº	SIGLA	TIPO	LOCAL	PROPRIETÁRIO	SITUAÇÃO	USO DA ÁGUA
4300019364	JAP029	Poço tubular	RODOVIA BR-101, KM 21	KRONA - TUBOS E CONEXÕES	Abandonado	Sem uso
4300027982	JAP030	Poço de pequeno diâmetro	BR-101, km 21, RIO BONITO	PALMITARIA ARMAZÉM BRASIL	Bombeando	Abastecimento múltiplo
4300027984	JAP031	Poço escavado	ESTRADA DO PICO, BAIRRO PIRABEIRABA	ALEXANDRE FLEITH	Parado	Sem uso
4300027985	JAP032	Poço escavado	ESTRADA DO PICO, BAIRRO PIRABEIRABA	OSNI FLEITH	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300027986	JAP033	Poço de pequeno diâmetro	BAIRRO PIRABEIRABA	Sr. Olimpio	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300027987	JAP034	Poço de pequeno diâmetro	CHÁCARA DO POSTO RUDNICK	RUDNICK E CIA LTDA.	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300027988	JAP035	Poço de pequeno diâmetro	CHÁCARA RUDNICK	RUDNICK E CIA LTDA.	Bombeando	Abastecimento múltiplo
4300027989	JAP036	Poço de pequeno diâmetro	CHÁCARA RUDNICK	RUDNICK E CIA LTDA -	Bombeando	Abastecimento múltiplo
4300027990	JAP037	Poço de pequeno diâmetro	CHÁCARA RUDNICK	RUDNICK E CIA LTDA.	Bombeando	Abastecimento múltiplo
4300028021	JAP038	Poço tubular	CHÁCARA RUDNICK	RUDNICK E CIA LTDA -	Não instalado	Sem uso
4300027991	JAP039	Poço de pequeno diâmetro	CHÁCARA RUDNICK	RUDNICK E CIA LTDA.	Bombeando	Abastecimento múltiplo
4300027992	JAP040	Poço tubular	CHÁCARA RUDNICK	RUDNICK E CIA LTDA.	Monitorado	Monitoramento
4300027993	JAP041	Poço tubular	CHÁCARA RUDNICK	RUDNICK E CIA LTDA.	Monitorado	Monitoramento
4300027994	JAP042	Fonte natural	BR-101, km 33	DNIT	Fluxo por gravidade	Abastecimento múltiplo
4300027995	JAP043	Fonte natural	BR-101, km 33	DNIT	Fluxo por gravidade	Abastecimento múltiplo

continua...

...continuação

PONTO Nº	SIGLA	TIPO	LOCAL	PROPRIETÁRIO	SITUAÇÃO	USO DA ÁGUA
4300027996	JAP044	Poço escavado	RUA CONSELHEIRO PEDREIRA, Nº624, BAIRRO PIRABEIRABA	HOSPITAL BETHESDA	Bombeando	Abastecimento múltiplo
4300027997	JAP045	Poço de pequeno diâmetro	RUA QUINZE DE OUTUBRO, nº 4750, BAIRRO RIO BONITO	FRIGORÍFICO DUVOISIN	Bombeando	Abastecimento múltiplo
4300027998	JAP046	Fonte natural	RIO BONITO	FAZENDA GIRASSOL	Fluxo por gravidade	Abastecimento múltiplo
4300019223	JAP047	Poço tubular	ESTRADA DAS PALMEIRAS	LATICÍNIOS MORAES	Parado	Sem uso
4300027999	JAP048	Fonte natural	ESTRADA BONITA, s/n	FAZENDA BIG VALEY	Fluxo por gravidade	Abastecimento doméstico
4300028000	JAP049	Fonte natural	ESTRADA BONITA, s/n	FAZENDA BIG VALEY	Fluxo por gravidade	Abastecimento múltiplo
4300028001	JAP050	Fonte natural	ESTRADA BONITA, s/nº	ANGO KERSTEN	Fluxo por gravidade	Abastecimento doméstico
4300027980	JAP051	Poço tubular	POÇO DA ANTÁRTICA (ÁREA TOMBADA), BAIRRO AMÉRICA	PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE	Abandonado	Sem uso
4300028002	JAP052	Poço tubular	RUA BERTHA BUHNERMANN, BAIRRO PIRABEIRABA	BRITÂNIA S/A	Bombeando	Abastecimento industrial
4300028003	JAP053	Fonte natural	ESTRADA RIO DA PRATA, s/nº	RECANTO NASCENTES DIVINAS	Fluxo por gravidade	Abastecimento múltiplo
4300028004	JAP054	Poço tubular	RUA AUGUSTO BRUNO NIELSON, 345, ZONA INDUSTRIAL N	CARBUSS- INDÚSTRIA CATARI-NENSE DE CARROCERIAS LTDA	Parado	Sem uso
4300019505	JAP055	Poço tubular	RUA AUGUSTO BRUNO NIELSON, 345	CARBUSS- INDÚSTRIA CATARI-NENSE DE CARROCERIAS LTDA	Bombeando	Abastecimento industrial
4300019503	JAP056	Poço tubular	RUA AUGUSTO BRUNO NIELSON, 345	CARBUSS- INDÚSTRIA CATARI-NENSE DE CARROCERIAS LTDA	Parado	Sem uso
4300026732	JAP057	Poço tubular	DISTRITO INDUSTRIAL, POÇO 2.	SCHULZ S.A.	Bombeando	Abastecimento industrial

continua...

...continuação

PONTO Nº	SIGLA	TIPO	LOCAL	PROPRIETÁRIO	SITUAÇÃO	USO DA ÁGUA
4300026490	JAP058	Poço tubular	DISTRITO INDUSTRIAL, POÇO 1	SCHULZ S.A.	Bombeando	Abastecimento industrial
4300028005	JAP059	Poço de pequeno diâmetro	RUA EMÍLIO HARDT,1000, BAIRRO RIO BONITO	OVOS CANELA	Bombeando	Abastecimento múltiplo
4300028006	JAP060	Poço de pequeno diâmetro	RUA EMÍLIO HARDT,1000, BAIRRO RIO BONITO	OVOS CANELA	Bombeando	Animal
4300019523	JAP061	Poço tubular	RUA DONA FRANCISCA, Nº 6901	SCHULZ S.A.	Abandonado	Sem uso
4300028016	JAP062	Poço tubular	RODOVIA SC-418, km 19, BAIRRO PIRABEIRABA	HOTEL FAZENDA DONA FRANCISCA	Bombeando	Abastecimento múltiplo
4300028017	JAP063	Poço tubular	SC 418, km 19, PIRABEIRABA	HOTEL FAZENDA DONA FRANCISCA	Abandonado	Sem uso
4300028007	JAP064	Poço tubular	SERRA DONA FRANCISCA,SC418-TRILHA CASTELO D BUGRES	CONEVILLE	Parado	Sem uso
4300028008	JAP065	Poço escavado	SC 418, km 33, BAIRRO QUARENTA E OITO	GILSON DA SILVA	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300028009	JAP066	Poço escavado	SC 418, km 30, QUARENTA E OITO	DORCILHA BORGES	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300028010	JAP067	Poço de pequeno diâmetro	SC-418, km 30, LOCALIDADE QUARENTA E OITO	ESCOLA MUNICIPAL DOM PEDRO I	Abandonado	Sem uso
4300028011	JAP068	Fonte natural	SC-418, km 29	DNIT	Fluxo por gravidade	Sem uso
4300028012	JAP069	Fonte natural	ESTRADA RIO DO JÚLIO, 12500, BAIRRO PIRABEIRABA	HOTEL FAZENDA VALE DAS HORTÊNSIAS	Fluxo por gravidade	Abastecimento doméstico
4300028013	JAP070	Fonte natural	RUA DONA FRANCISCA	EDITH S PISKE	Fluxo por gravidade	Abastecimento múltiplo
4300028014	JAP071	Poço escavado	SC-418, km 23, SERRA DONA FRANCISCA	MÁRCIO DUMKE	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300028015	JAP072	Poço de pequeno diâmetro	SC-418, km 23, SERRA DONA FRANCISCA	MÁRCIO DUMKE	Bombeando	Abastecimento doméstico

continua...

...continuação

PONTO N°	SIGLA	TIPO	LOCAL	PROPRIETÁRIO	SITUAÇÃO	USO DA ÁGUA
4300019524	JAP073	Poço tubular	MATALÚRGICA SCHULZ	SCHULZ S.A.	Abandonado	Sem uso
4300019198	JAP074	Poço tubular	ESTRADA CANELA - PIRABRIRABA	VILMAR LEMBECK-OVOS CANELA	Abandonado	Sem uso
4300028119	JEB001	Poço tubular	RUA DONA FRANCISCA, 8300, DISTRITO INDUSTRIAL	WETZEL S.A.	Bombeando	Abastecimento industrial
4300028120	JEB002	Poço tubular	RUA RUI BARBOSA, 2062, ZONA INDUSTRIAL	WETZEL S.A.	Bombeando	Abastecimento industrial
4300028121	JEB003	Poço de pequeno diâmetro	RUA DOS HOLANDESES, 12700, PIRABEIRABA	MOTEL COLONIAL	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300028122	JEB004	Poço de pequeno diâmetro	RUA DONA FRANCISCA, ZONA INDUSTRIAL, PIRABEIRABA	AUTO POSTO PETROVEIGA DB8 - SHELL	Parado	Sem uso
4300028123	JEB005	Poço de pequeno diâmetro	RUA DONA FRANCISCA, ZONA INDUSTRIAL, PIRABEIRABA	AUTO POSTO PETROVEIGA DB8 - SHELL	Bombeando	Lavagem de veículos
4300028124	JEB006	Poço de pequeno diâmetro	RUA DONA FRANCISCA, 9215, ZONA INDUSTRIAL	TERRAPLANAGEM MEDEIROS	Não instalado	Sem uso
4300028125	JEB007	Poço tubular	RUA DONA FRANCISCA, 9976. CONDOMÍNIO MAJOR FARIAS	PEDRO MEDEIROS	Bombeando	Abastecimento múltiplo
4300028126	JEB008	Poço escavado	RUA BALNEÁRIO DE CAMBURIÚ, 135, BAIRRO BOM RETIRO	CLAUDIONOR M. NARCISO	Não instalado	Sem uso
4300028127	JEB009	Poço escavado	RUA BALNEÁRIO DE CAMBURIÚ, 242, BAIRRO BOM RETIRO	MARGARETE FIEDLER	Parado	Sem uso
4300028128	JEB010	Poço escavado	AV. SANTOS DUMONT, 1966, BOM RETIRO	MECÂNICA WAGNER LTDA.	Não instalado	Sem uso
4300028173	JEB011	Poço de pequeno diâmetro	SUPERMERCADO CORSI	WILSON CORSI - SUPERMERCADO CORSI	Bombeando	Abastecimento múltiplo
4300028129	JEB012	Poço de pequeno diâmetro	RUA TITAN, 67, JARDIM PARAÍSO	HENRIQUE DORVALINO DE PINHO	Bombeando	Abastecimento doméstico

continua...

...continuação

PONTO Nº	SIGLA	TIPO	LOCAL	PROPRIETÁRIO	SITUAÇÃO	USO DA ÁGUA
4300028130	JEB013	Poço de pequeno diâmetro	CASA DO CAPITÃO - GASTRONOMIA E EVENTOS	CASA DO CAPITÃO	Bombeando	Lavanderia
4300028131	JEB014	Poço de pequeno diâmetro	RUA HANS DIETER SCHMIDT, 1122, ZONA INDUSTRIAL NORT	MKRAFT AÇOS	Bombeando	Abastecimento industrial
4300028132	JEB015	Poço de pequeno diâmetro	RUA TITAN, 95, JARDIM PARAÍSO	HENRIQUE DORVALINO DE PINHO	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300028133	JEB016	Poço de pequeno diâmetro	RUA ORESTES GUIMARAES, 470, BAIRRO AMÉRICA	CONDOMÍNIO EDIFÍCIO SAINT MICHEL	Parado	Sem uso
4300028134	JEB017	Poço tubular	RUA RUI BARBOSA, 3230, COSTA E SILVA	DOUAT TÊXTIL LTDA.	Abandonado	Sem uso
4300028135	JEB018	Poço escavado	RUA XV DE NOVENBRO, 2966, BAIRRO GLÓRIA	RENATO OTACÍLIO SEILER	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300028136	JEB019	Poço de pequeno diâmetro	RUA XV DE NOVENBRO, 3100, BAIRRO GLÓRIA	POSTO XV - SHELL	Bombeando	Lavagem de veículos
4300028137	JEB020	Poço tubular	RODOVIA BR-101, km 40, BAIRRO GLÓRIA	MAKRO	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300028174	JEB021	Poço tubular	PENINI BUSINESS PARK	PERINI BUSINESS PARK	Bombeando	Abastecimento industrial
4300028175	JEB022	Poço tubular	PENINI BUSINESS PARK	PERINI BUSINESS PARK	Bombeando	Abastecimento industrial
4300028176	JEB023	Poço de pequeno diâmetro	SAGUÇU	JAIME MATOS FERREIRA	Bombeando	Recreação
4300028177	JEB024	Poço de pequeno diâmetro	MATILHA EQUILIBRADA (ADESTRAMENTO)	MATILHA EQUILIBRADA (ADESTRAMENTO)	Bombeando	Abastecimento múltiplo
4300018203	JEB025	Poço tubular	DENTRO DAS INSTALACOES DA FABRICA	INCASA S.A. - IND. E COM. CATA-RINENSE	Bombeando	Abastecimento industrial
4300027337	JEB026	Poço tubular	RUA DONA FRANCISCA, 13700, DISTRITO INDUSTRIAL	IAB - INCASA ADMINISTRADORA DE BENS LTDA.	Bombeando	Abastecimento industrial

continua...

...continuação

PONTO Nº	SIGLA	TIPO	LOCAL	PROPRIETÁRIO	SITUAÇÃO	USO DA ÁGUA
4300027338	JEB027	Poço tubular	RUA DONA FRANCISCA, 11.650, DISTRITO INDUSTRIAL	IAB - INCASA ADMINISTRADORA DE BENS LTDA.	Parado	Sem uso
4300027339	JEB028	Poço tubular	RUA DONA FRANCISCA, 13.700, DISTRITO INDUSTRIAL	IAB - INCASA ADMINISTRADORA DE BENS LTDA.	Parado	Sem uso
4300028178	JEB029	Poço tubular	OPA BIER - INC - OPA	INCASA S.A. - IND. E COM. CATARINENSE	Parado	Sem uso
4300019203	JEB030	Poço tubular	SHOPPING MUELLER - POÇO 2	COMPASC - INCORPORAÇÃO E ADMINISTRAÇÃO DE IMÓVEIS	Bombeando	Abastecimento múltiplo
4300019202	JEB031	Poço tubular	CONDOMÍNIO CIVIL DO MUELLER - POÇO 3	CONDOMÍNIO CIVIL DO MÜELLER	Bombeando	Abastecimento múltiplo
4300028179	JEB032	Poço tubular	POSTO ANGELONI, 70	GRUPO ANGELONI	Bombeando	Lavagem de veículos
4300028214	JEB037	Poço escavado	RUA PROCÓPIO PEREIRA S/N, BAIRRO CORVETA	ROLFI SCHATTSCHNEIDER	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300028224	JEB038	Poço escavado	RUA PROCÓPIO PEREIRA, Nº 460, CORVETA	CLÁUDIO SCHATTSCHNEIDER	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300028207	JEB039	Poço de pequeno diâmetro	EPS COMTRAVA, R. PROCÓPIO PEREIRA, Nº 300	CLÁUDIO SCHATTSCHNEIDER	Bombeando	Abastecimento múltiplo
4300018405	JEB040	Poço tubular	RUA ANITA GARIBALDI, Nº 79, ANITA GARIBALDI	MOACIR BOGO	Abandonado	Sem uso
4300028223	JEB041	Fonte natural	PARQUE GUARANI, RUA MATO GROSSO DO SUL, Nº 302	SELVINO MICHELS	Fluxo por gravidade	Abastecimento doméstico
4300026734	JEB042	Poço tubular	CONCREMOHR, RUA TUPÍ, Nº 497, SÃO MARCOS.	MAX MOHR FILHO CIA. LTDA.	Bombeando	Abastecimento industrial
4300028221	JEB043	Poço de pequeno diâmetro	JAYFEX, RUA TUPY, Nº 565.	JAYFEX TRADING & CONSULTING	Bombeando	Abastecimento múltiplo
4300028220	JEB044	Poço de pequeno diâmetro	LAVAÇÃO DO CARLOS, RUA RIO DO FERRO Nº 117	CARLOS SIDNEY DA SILVA	Bombeando	Lavagem de veículos

continua..

...continuação

PONTO Nº	SIGLA	TIPO	LOCAL	PROPRIETÁRIO	SITUAÇÃO	USO DA ÁGUA
4300028206	JEB045	Poço de pequeno diâmetro	GALPÃO IND.-ABANDONADO, ROD. BR-101, Km 48, S/Nº	JUCIMAR AUGUSTINO	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300028205	JEB046	Poço escavado	GG RADIADORES, BR-101, Km 48, SANTA CATARINA	ITACIR BELEGANTI	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300028219	JEB047	Poço escavado	VIA PARTICULAR, BR 101, KM-48, FUNDOS DA MERCÚRIO	FERNANDA PEREIRA LIMA	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300019217	JEB048	Poço tubular	BR-101 47, KM-47, Nº 3300	GRUPO BREITKOPF MAN VOLKSWAGEN	Bombeando	Abastecimento múltiplo
4300028217	JEB049	Poço de pequeno diâmetro	ARGAVILLE, RUA OSCAR ALFREDO J. BOHN, 3452	NATALI HERTEL	Bombeando	Abastecimento industrial
4300028218	JEB050	Poço escavado	BAIRRO VILA NOVA, RUA OLÍVIO MENESTRINA, 668	BERNADETE SCHULZ	Não instalado	Sem uso
4300028215	JEB051	Poço escavado	BAIRRO VILA NOVA, RUA MENESTRINA 671	VALDECIR VITOR PELLENS	Bombeando	Abastecimento múltiplo
4300028216	JEB052	Poço de pequeno diâmetro	AUTO POSTO PIRAI SHELL, RUA 15 DE NOVENBRO, 5031	POSTO DE COMBUSTÍVEIS REDE GRACIOSA	Não instalado	Sem uso
4300028186	JEB053	Poço de pequeno diâmetro	MAXINEO MARCENARIA, Nº 212	SILVIO E ROSELI MARINI DA SILVA CORADINI	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300028187	JEB054	Poço de pequeno diâmetro	PLASFORRO, RUA BENTO JOSÉ FLORES, 196	PLASFORRO	Bombeando	Abastecimento industrial
4300028188	JEB055	Poço escavado	REST. POLINÉSIA, RUA P. BALTAZAR BUSCHLER, Nº 3537	OSMAR NECKIL	Bombeando	Abastecimento industrial
4300028189	JEB056	Poço escavado	PORTA DO MAR, RUA ANTONIO GONÇALVES, 321	EVALDO AUGUSTO DO LIVRAMENTO	Não instalado	Sem uso
4300028190	JEB057	Poço escavado	RUA JOÃO DA SILVA, Nº 524, ESPINHEIROS	MARCO FERREIRA DO VALE	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300028193	JEB058	Poço de pequeno diâmetro	MERCADO COMPRE MAIS, RUA DILSON FUNARO, Nº 872	FELIPE CAMPELO	Parado	Sem uso

continua...

...continuação

PONTO Nº	SIGLA	TIPO	LOCAL	PROPRIETÁRIO	SITUAÇÃO	USO DA ÁGUA
4300028191	JEB059	Poço de pequeno diâmetro	RUA JOÃO AUGUSTO DE OLIVEIRA, Nº 90	EUGÊNIO NEGHERBON	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300028192	JEB060	Poço escavado	RUA WALDOMIRO ROSA, Nº1455	LAURITA MORAES	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300028194	JEB061	Poço de pequeno diâmetro	RUA ROSA VIEIRA DIAS, Nº 290	LEANDRO DE SOUZA	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300028195	JEB062	Poço de pequeno diâmetro	RUA ADALBERTO PROBST, Nº 34	JUSTINA PELLIZZARI BITTENCOURT	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300028196	JEB063	Poço de pequeno diâmetro	RUA JOSÉ CLARA DE OLIVEIRA, Nº 130	FRANCIELE LIMA DOS SANTOS	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300027950	JEL001	Fonte natural	PIRABEIRABA	MARIA LOPES OSZIKA	Fluxo por gravidade	Abastecimento doméstico
4300027951	JEL002	Poço de pequeno diâmetro	RUA ANABURGO, EIXO INDUSTRIAL NORTE	VALDIR VENÂNCIO	Bombeando	Abastecimento múltiplo
4300027952	JEL003	Fonte natural	PIRABEIRABA	ADRIANO ROBERTO RECH	Fluxo por gravidade	Abastecimento doméstico
4300027953	JEL004	Poço de pequeno diâmetro	VILA NOVA/ PIRABEIRABA	EGON BECKENDORF	Bombeando	Abastecimento múltiplo
4300027954	JEL005	Poço tubular	GARTEN SHOPPING JOINVILLE	CONDOMÍNIO GARTEN SHOPPING	Bombeando	Abastecimento múltiplo
4300027955	JEL006	Fonte natural	CUBATÃO RAAB	TEREZINHA DE FÁTIMA LINHARES	Fluxo por gravidade	Abastecimento doméstico
4300027956	JEL007	Fonte natural	PIRABEIRABA	ERNESTO PIGOZZO	Fluxo por gravidade	Abastecimento múltiplo
4300027927	JEL008	Poço tubular	RUA DOS BORORÓS	CEASA UNIDADE JOINVILLE	Não instalado	Sem uso
4300019586	JEL009	Poço tubular	RUA DOS BOROROS, Nº 84, DISTRITO INDUSTRIAL	TIGRE S.A. TUBOS E CONEXÕES	Bombeando	Abastecimento industrial

continua...

...continuação

PONTO Nº	SIGLA	TIPO	LOCAL	PROPRIETÁRIO	SITUAÇÃO	USO DA ÁGUA
4300027928	JEL010	Poço de pequeno diâmetro	VILA PRÓXIMA À RUA ANABURGO	PEDRINHO JAGIELLO	Bombeando	Abastecimento múltiplo
4300027929	JEL011	Poço tubular	CASA DE EVENTOS	HAUSMESSE CASA DE EVENTOS	Bombeando	Abastecimento múltiplo
4300027930	JEL012	Poço de pequeno diâmetro	ANABURGO	FÁBIO IOLANDO KUHNEN	Parado	Sem uso
4300027931	JEL013	Fonte natural	WATER WALLEY PARQUE	PARQUE AQUÁTICO WATER WALLEY LTDA.	Fluxo por gravidade	Recreação
4300027932	JEL014	Fonte natural	PARQUE ECOLÓGICO CAMINHO DAS ÁGUAS	WALDEMAR TAMAZIA	Fluxo por gravidade	Recreação
4300027933	JEL015	Fonte natural	PARQUE AQUÁTICO CASCATÁ DO PIRAJÁ	PEDRO GABRIEL ADRIANO	Fluxo por gravidade	Recreação
4300027934	JEL016	Poço de pequeno diâmetro	CEI VILA NOVA	CEI VILA NOVA	Bombeando	Abastecimento múltiplo
4300027935	JEL017	Poço de pequeno diâmetro	POSTO BAVÁRIA PETROBRAS	ROGÉRIO COSTA ROLDAN	Bombeando	Abastecimento industrial
4300027936	JEL018	Poço escavado	PIRABEIRABA	MARIA LÚCIA WEBER	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300027937	JEL019	Poço de pequeno diâmetro	PIRABEIRABA, PRÓXIMO BR 101	LUCIANE MAIA DA SILVA	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300027938	JEL020	Poço de pequeno diâmetro	RESTAURANTE BAVÁRIA	MÁRCIO GOMES SANTOS	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300027939	JEL021	Fonte natural	PIRABEIRABA	MÁRIO BANTZEN	Fluxo por gravidade	Abastecimento múltiplo
4300027957	JEL022	Poço escavado	PARABEIRABA	IVES EBERHARDT	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300027949	JEL023	Poço de pequeno diâmetro	PIRABEIRABA - LAVAGEM DE VEÍCULOS ELIAS	ELIAS VALDIR BÜHNEMANN	Bombeando	Lavagem de veículos

continua...

...continuação

PONTO Nº	SIGLA	TIPO	LOCAL	PROPRIETÁRIO	SITUAÇÃO	USO DA ÁGUA
4300027948	JEL024	Poço tubular	DOCOL - DISTRITO INDUSTRIAL	DOCOL	Bombeando	Abastecimento industrial
4300027947	JEL025	Fonte natural	PIRABEIRABA	LUIZELÇO MODESTO DA CRUZ	Fluxo por gravidade	Abastecimento múltiplo
4300027946	JEL026	Poço escavado	PIRABEIRABA	CARMEN DUMKEN KORTMANN	Não instalado	Sem uso
4300027945	JEL027	Poço escavado	PIRABEIRABA	EGON GRAPER	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300027944	JEL028	Poço tubular	POSTO RUDNICK (PIRABEIRABA)	WILSON RUDNICK	Não instalado	Sem uso
4300027943	JEL029	Poço escavado	PIRABEIRABA	MANUEL DALMARCO	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300027942	JEL030	Poço escavado	RUA DONA FRANCISCA, 13660 - PIRABEIRABA	SOCIEDADE RECREATIVA GUARANI	Bombeando	Abastecimento múltiplo
4300027941	JEL031	Poço de pequeno diâmetro	MARMORARIA PIRABEIRABA	MARMORARIA PIRABEIRABA	Bombeando	Abastecimento industrial
4300019362	JEL032	Poço tubular	PIRABEIRABA	MARTINHO ESSER	Não instalado	Sem uso
4300027940	JEL033	Poço de pequeno diâmetro	POSTO ZANDONÁ 8 - COSTA E SILVA	REDE ZANDONÁ POSTOS DE COMBUSTÍVEL	Bombeando	Abastecimento industrial
4300028138	JEL034	Poço tubular	HOTEL PERTUTTI	TALITA PASQUALE	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300028139	JEL035	Poço escavado	COSTA E SILVA	BERTHOLDO BRUEHMUELLER	Bombeando	Abastecimento múltiplo
4300028140	JEL036	Poço escavado	HORTA COMUNITÁRIA COSTA E SILVA	ASSOCIAÇÃO MORADA PARQUE DOUAT	Não instalado	Sem uso
4300028141	JEL037	Poço escavado	HORTA COMUNITÁRIA COSTA E SILVA	ASSOCIAÇÃO MORADA PARQUE DOUAT	Bombeando	Irrigação

continua...

...continuação

PONTO Nº	SIGLA	TIPO	LOCAL	PROPRIETÁRIO	SITUAÇÃO	USO DA ÁGUA
4300028142	JEL038	Poço escavado	HORTA COMUNITÁRIA COSTA E SILVA	ASSOCIAÇÃO MORADA PARQUE DOUAT	Bombeando	Irrigação
4300028180	JEL039	Poço tubular	COSTA E SILVA	LUIZA JOSÉ DOS SANTOS CÂN-DIDO	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300028143	JEL040	Poço de pequeno diâmetro	FAKINVILLE	ARI FACHINI	Bombeando	Abastecimento industrial
4300028144	JEL041	Poço escavado	FAKINVILLE	ARI FACHINI	Abandonado	Sem uso
4300028145	JEL042	Poço de pequeno diâmetro	OFICINA CLÁUDIO - MANUTENÇÃO AUTOMOTIVA	JOSÉ SALAZAR	Bombeando	Abastecimento industrial
4300028146	JEL043	Poço de pequeno diâmetro	INÊS ATELIER - TRAJES	JOÃO ELI DA ROSA	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300028147	JEL044	Poço de pequeno diâmetro	LAVAGEM AUTOMOTIVA LÁZAROS	ANDERSON APARECIDO LÁZARO	Bombeando	Lavagem de veículos
4300028148	JEL045	Poço de pequeno diâmetro	VILA NOVA	VANILDA ULMANN GIRARDI	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300028149	JEL046	Poço de pequeno diâmetro	VILA NOVA	SUZANA CARDOSO PINTO	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300028150	JEL047	Poço de pequeno diâmetro	VILA NOVA	MARLENE BRUEHMUELLER REIMANN	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300028151	JEL048	Poço de pequeno diâmetro	COSTA E SILVA	KELY CRISTIANA DE FREITAS	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300028152	JEL049	Poço de pequeno diâmetro	PARANAGUAMIRIM	ALEXSANDRO NAZÁRIO	Não instalado	Sem uso
4300028153	JEL050	Poço de pequeno diâmetro	PARANAGUAMIRIM	ANA REGINA MASUMOTO	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300028154	JEL051	Poço escavado	PARANAGUAMIRIM	JOSÉ DE ESPÍNDOLA	Bombeando	Abastecimento doméstico

continua...

...continuação

PONTO Nº	SIGLA	TIPO	LOCAL	PROPRIETÁRIO	SITUAÇÃO	USO DA ÁGUA
4300028155	JEL052	Poço de pequeno diâmetro	TRANSLOVATO UNIDADE JOINVILLE	TRANSPORTES TRANSLOVATO LTDA.	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300028156	JEL053	Poço de pequeno diâmetro	DEPÓSITO DE MATERIAL DE CONSTRUÇÃO JOINVILLE	GENÉSIO JORGE DERETTI	Bombeando	Abastecimento industrial
4300028157	JEL054	Poço de pequeno diâmetro	TELE-CARCAÇAS	ALZEMIRO DE OLIVEIRA	Bombeando	Abastecimento industrial
4300028158	JEL055	Poço de pequeno diâmetro	COSTA E SILVA	ILVO FRANCISCO LOPES	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300028159	JEL056	Poço escavado	PETRÓPOLIS INDUSTRIAL E COMÉRCIO	JOSÉ ROBERTO SANTOS	Bombeando	Abastecimento industrial
4300028160	JEL057	Poço de pequeno diâmetro	CONDOMÍNIO RESIDENCIAL COSTA E SILVA	CONDOMÍNIO DO BLOCO 4 DO RESIDENCIAL COSTA E SILVA	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300028161	JEL058	Poço de pequeno diâmetro	CONDOMÍNIO RESIDENCIAL COSTA E SILVA	CONDOMÍNIO DO BLOCO 4 DO RESIDENCIAL COSTA E SILVA	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300028162	JEL059	Poço de pequeno diâmetro	CONDOMÍNIO RESIDENCIAL COSTA E SILVA	CONDOMÍNIO DO BLOCO 4 DO RESIDENCIAL COSTA E SILVA	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300028163	JEL060	Poço de pequeno diâmetro	CONDOMÍNIO RESIDENCIAL COSTA E SILVA	CONDOMÍNIO DO BLOCO 4 DO RESIDENCIAL COSTA E SILVA	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300028164	JEL061	Poço de pequeno diâmetro	CONDOMÍNIO RESIDENCIAL COSTA E SILVA	CONDOMÍNIO DO BLOCO 4 DO RESIDENCIAL COSTA E SILVA	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300028165	JEL062	Poço de pequeno diâmetro	VANDA OFICINA MECÂNICA	VANDONI FREITAS	Não instalado	Sem uso
4300028166	JEL063	Poço de pequeno diâmetro	VANDO OFICINA MECÂNICA	VANDONI FREITAS	Não instalado	Sem uso
4300028167	JEL064	Poço de pequeno diâmetro	COSTA E SILVA - BAR DO MEDEIROS	ANTONIO MEDEIROS	Bombeando	Lavagem de veículos
4300028168	JEL065	Poço de pequeno diâmetro	COSTA E SILVA	RENATO STREITE	Bombeando	Recreação

continua...

...continuação

PONTO Nº	SIGLA	TIPO	LOCAL	PROPRIETÁRIO	SITUAÇÃO	USO DA ÁGUA
4300028169	JEL066	Poço de pequeno diâmetro	COSTA E SILVA	TABATA	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300028170	JEL067	Poço de pequeno diâmetro	CENTRO COMUNITÁRIO COSTA E SILVA	CENTRO COMUNITÁRIO COSTA E SILVA	Bombeando	Abastecimento múltiplo
4300028171	JEL068	Poço de pequeno diâmetro	RESTAURANTE MASSALÂNDIA	MÁRCIA REGINA M. MARTINI	Bombeando	Abastecimento múltiplo
4300028172	JEL069	Poço de pequeno diâmetro	AUTOPOSTO PETROVEIGA LTDA	JOSIAS ALCEU VEIGA	Não instalado	Sem uso
4300028197	JEP001	Poço escavado	RUA GUANABARA, Nº 1317	LEONEL ANTONIO JOSÉ XAVIER	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300028198	JEP002	Poço escavado	RUA GUANABARA, Nº 1625	SIMÃO HABIZENREUTER	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300028199	JEP003	Poço de pequeno diâmetro	ANDRÉ LAVACAR. RUA FATIMA, Nº 1608	MARLON LUCIO DE SOUZA	Parado	Sem uso
4300028200	JEP004	Poço de pequeno diâmetro	RUA HORTO FLORESTAL, Nº 157	TERESINHA GASTALDI	Bombeando	Abastecimento múltiplo
4300028201	JEP005	Poço escavado	RUA ANA NERI, Nº 415, BAIRRO BOA VISTA	LIANE FRITZ BERG	Não instalado	Sem uso
4300028202	JEP006	Poço de pequeno diâmetro	AUTO LAVAÇÃO E BORRACHARIA PARENTE	CÉLIO XAVIER DA SILVA	Bombeando	Lavagem de veículos
4300028203	JEP007	Poço de pequeno diâmetro	RUA GUANABARA, Nº 4079, FÁTIMA	DOMINGOS DA SILVA LUCIANO	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300028204	JEP008	Poço de pequeno diâmetro	RUA PAQUETÁ, Nº 647, BOA VISTA.	ALAMIR FERREIRA	Bombeando	Abastecimento múltiplo
4300019361	JGB001	Poço tubular	RUA DOROTHÓVIO DO NASCIMENTO, Nº 2105	KNAUF ISOPOR LTDA	Abandonado	Sem uso
4300019363	JGB002	Poço tubular	FAZENDA RIBESQUINI - PIRABEIRABA	LEONARDO RUBISQUINE	Bombeando	Abastecimento doméstico

continua...

...continuação

PONTO Nº	SIGLA	TIPO	LOCAL	PROPRIETÁRIO	SITUAÇÃO	USO DA ÁGUA
4300027958	JGB003	Poço escavado	CHÁCARA OLIVEIRA	MARIA PRADO DE OLIVEIRA	Bombeando	Abastecimento múltiplo
4300019226	JGB004	Poço tubular	CONDOMINIO VILLAGE CHAMPAGNAT	CONDOMINIO VILLAGE CHAMPAGNAT	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300027959	JGB005	Poço escavado	JARDIM SOFIA	DORLÍ SOUZA	Abandonado	Sem uso
4300027335	JGB006	Poço tubular	RUA AUGUSTO BRUNO NIELSON, 1170, INDUSTRIAL	CONCREBRAS	Bombeando	Abastecimento industrial
4300019506	JGB007	Poço tubular	RUA GUILHERME, 1347	OSVALDO RIEPER	Bombeando	Abastecimento múltiplo
4300018506	JGB008	Poço tubular	RUA RUI BARBOSA, Nº 1230	TECNOFIBRAS SA	Bombeando	Abastecimento industrial
4300019590	JGB009	Poço tubular	AV. SANTOS DUMONT, 450	TRANSTUSA	Bombeando	Lavagem de veículos
4300027960	JGB010	Poço de pequeno diâmetro	RIBEIRÃO DO CUBATÃO	JOSÉ LUIZ MAFRA	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300027961	JGB011	Poço escavado	RIBEIRÃO DO CUBATÃO	NELSON HOLZ	Abandonado	Sem uso
4300027962	JGB012	Poço de pequeno diâmetro	AKATO	AKATO	Parado	Sem uso
4300019369	JGB013	Poço tubular	RUA DONA FRANCISCA, Nº 7200 - DISTRI-TO INDUSTRIAL	WHIRLPOOL S.A. - DIVISÃO SUPRIMENTOS	Bombeando	Abastecimento industrial
4300019367	JGB014	Poço tubular	RUA DONA FRANCISCA, Nº 7200 - DISTRI-TO INDUSTRIAL	WHIRLPOOL S.A. - DIVISÃO SUPRIMENTOS	Bombeando	Abastecimento industrial
4300019382	JGB015	Poço tubular	RUA DONA FRANCISCA, Nº 7200 - DISTRI-TO INDUSTRIAL	WHIRLPOOL S.A. - DIVISÃO SUPRIMENTOS	Bombeando	Abastecimento industrial
4300019372	JGB016	Poço tubular	RUA DONA FRANCISCA, Nº 7200 - DISTRI-TO INDUSTRIAL	WHIRLPOOL S.A. - DIVISÃO SUPRIMENTOS	Bombeando	Abastecimento industrial

continua...

...continuação

PONTO Nº	SIGLA	TIPO	LOCAL	PROPRIETÁRIO	SITUAÇÃO	USO DA ÁGUA
4300019380	JGB017	Poço tubular	RUA DONA FRANCISCA, Nº 7200 - DISTRITO INDUSTRIAL	WHIRLPOOL S.A. - DIVISÃO SUPRIMENTOS	Bombeando	Abastecimento industrial
4300019376	JGB018	Poço tubular	RUA DONA FRANCISCA, Nº 7200 - DISTRITO INDUSTRIAL	WHIRLPOOL S.A. - DIVISÃO SUPRIMENTOS	Bombeando	Abastecimento industrial
4300019377	JGB019	Poço tubular	RUA DONA FRANCISCA, Nº 7200 - DISTRITO INDUSTRIAL	WHIRLPOOL S.A. - DIVISÃO SUPRIMENTOS	Bombeando	Abastecimento industrial
4300019370	JGB020	Poço tubular	RUA DONA FRANCISCA, Nº 7200 - DISTRITO INDUSTRIAL	WHIRLPOOL S.A. - DIVISÃO SUPRIMENTOS	Bombeando	Abastecimento industrial
4300019368	JGB021	Poço tubular	RUA DONA FRANCISCA, Nº 7200 - DISTRITO INDUSTRIAL	WHIRLPOOL S.A. - DIVISÃO SUPRIMENTOS	Bombeando	Abastecimento industrial
4300019365	JGB022	Poço tubular	RUA DONA FRANCISCA, Nº 7200 - DISTRITO INDUSTRIAL	WHIRLPOOL S.A. - DIVISÃO SUPRIMENTOS	Bombeando	Abastecimento industrial
4300027963	JGB023	Poço de pequeno diâmetro	CUBATÃO BAIXO	DRAGAGEM CUBATÃO	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300027964	JGB024	Poço escavado	VILA CUBATÃO	DOTINA SERAFIM	Bombeando	Abastecimento múltiplo
4300027965	JGB025	Poço de pequeno diâmetro	BAIRRO AVENTUREIRA	POSTO MARAMELLO	Bombeando	Abastecimento industrial
4300027966	JGB027	Poço tubular	DISTRITO INDUSTRIAL	CONFIO (CIA CATARINENSE DE FIAÇÃO)	Abandonado	Sem uso
4300027967	JGB028	Poço de pequeno diâmetro	CT NAÇÃO	CENTRO DE TREINAMENTOS NAÇÃO	Bombeando	Abastecimento múltiplo
4300027968	JGB029	Poço de pequeno diâmetro	PIRABEIRABA	GENÉSIO DOS PASSOS	Bombeando	Abastecimento múltiplo
4300027969	JGB030	Poço escavado	PIRABEIRABA	MARIANA	Bombeando	Abastecimento múltiplo
4300027970	JGB031	Poço de pequeno diâmetro	COSTA E SILVA	PARÓQUIA NOSSA SENHORA PERPETUO SOCORRO	Bombeando	Abastecimento doméstico

continua...

...continuação

PONTO Nº	SIGLA	TIPO	LOCAL	PROPRIETÁRIO	SITUAÇÃO	USO DA ÁGUA
4300028026	JGB032	Poço tubular	AV. SANTOS DUMONT, 7555 - DISTRITO INDUSTRIAL	MALHARIA PRINCESA	Bombeando	Abastecimento industrial
4300028028	JGB033	Poço tubular	AV. SANTOS DUMONT, 7555 - DISTRITO INDUSTRIAL	MALHARIA PRINCESA	Bombeando	Abastecimento industrial
4300028027	JGB034	Poço tubular	AV. SANTOS DUMONT, 7555 - DISTRITO INDUSTRIAL	MALHARIA PRINCESA	Bombeando	Abastecimento industrial
4300028032	JGB035	Poço tubular	AV. SANTOS DUMONT, 7555 - DISTRITO INDUSTRIAL	MALHARIA PRINCESA	Bombeando	Abastecimento industrial
4300028033	JGB036	Poço tubular	AV. SANTOS DUMONT, 7555 - DISTRITO INDUSTRIAL	MALHARIA PRINCESA	Parado	Sem uso
4300028031	JGB037	Poço tubular	AV. SANTOS DUMONT, 7555 - DISTRITO INDUSTRIAL	MALHARIA PRINCESA	Bombeando	Abastecimento industrial
4300028030	JGB038	Poço tubular	AV. SANTOS DUMONT, 7555 - DISTRITO INDUSTRIAL	MALHARIA PRINCESA	Bombeando	Abastecimento industrial
4300028029	JGB039	Poço tubular	AV. SANTOS DUMONT, 7555 - DISTRITO INDUSTRIAL	MALHARIA PRINCESA	Abandonado	Sem uso
4300018738	JGB040	Poço tubular	RUA TENENTE ANTONIO JOAO, Nº 4257	AGRICOLA DA ILHA	Abandonado	Sem uso
4300019208	JGB041	Poço tubular	DISTRITO INDUSTRIAL - POÇO 3	EMBRACO FUNDICAO	Bombeando	Abastecimento industrial
4300019214	JGB042	Poço tubular	RUI RUI BARBOSA, Nº 1020 - MATRIZ	EMBRACO FUNDICAO	Bombeando	Abastecimento industrial
4300019213	JGB043	Poço tubular	DISTRITO INDUSTRIAL - POÇO 1	EMBRACO FUNDICAO	Bombeando	Abastecimento industrial
4300019212	JGB044	Poço tubular	DISTRITO INDUSTRIAL - POÇO 4	EMBRACO FUNDICAO	Bombeando	Abastecimento industrial
4300027971	JGB045	Poço de pequeno diâmetro	BAIRRO SANTO ANTÔNIO	CLUBE 25 DE AGOSTO	Bombeando	Abastecimento doméstico

continua...

...continuação

PONTO Nº	SIGLA	TIPO	LOCAL	PROPRIETÁRIO	SITUAÇÃO	USO DA ÁGUA
4300027896	JIP001	Poço tubular	RUA AQUINO MANOEL QUINTINO, S/N BAIRRO FLORESTA	GTRUCK GUINCHOS/MRV IN- CORPORAÇÕES	Monitorado	Monitoramento
4300019390	JIP002	Poço tubular	RUA INÁCIO DE OLIVEIRA, 350	CONDOMÍNIO RESIDENCIAL RAIMANVILLE I	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300018191	JIP003	Poço tubular	RUA BARRA VELHA, 100	AMANCO- UNIDADE FLORESTAL E TUBOS E CONEXÕES	Bombeando	Abastecimento múltiplo
4300018192	JIP004	Poço tubular	RUA BARRA VELHA, 100, BAIRRO FLO- RESTA	AMANCO- UNIDADE FLORESTAL E TUBOS E CONEXÕES	Bombeando	Abastecimento industrial
4300018937	JIP005	Poço tubular	RUA GUANABARA, 765 BAIRRO FLORES- TA - POÇO 2	CONDOMÍNIO GUANABARA	Bombeando	Abastecimento múltiplo
4300019225	JIP006	Poço tubular	RUA GUANABARA, 765 BAIRRO FLORES- TA	CONDOMÍNIO GUANABARA	Parado	Sem uso
4300018193	JIP007	Poço tubular	RUA LUIZ DELFINO, 870	AMANCO / MEXICHEM / WAVIN - UNIDADE ACESSÓRIOS	Bombeando	Abastecimento múltiplo
4300018194	JIP008	Poço tubular	RUA LUIZ DELFINO, 870	AMANCO / MEXICHEM / WAVIN - UNIDADE ACESSÓRIOS	Parado	Sem uso
4300019502	JIP009	Poço tubular	RUA PRESIDENTE CAMPOS SALES, 850, IESVILLE	INSTITUTO EDUCACIONAL ANHANGUERA DE JOINVILLE	Abandonado	Sem uso
4300018505	JIP010	Poço tubular	RUA BENJAMIN CONSTANT, 2455 BAIR- RO GLÓRIA	BEBIDAS PRÍNCIPE LTDA	Bombeando	Abastecimento múltiplo
4300027897	JIP011	Poço escavado	RUA MARECHAL HERMES, 941 BAIRRO GLÓRIA	FLORA BACHTOLD	Parado	Sem uso
4300027898	JIP012	Poço de pequeno diâmetro	RUA MARQUÊS DE OLINDA, 3526, BAIR- RO GLÓRIA	POSTO BUFFON	Parado	Sem uso
4300018198	JIP013	Poço tubular	RUA COPACABANA, 1308 BAIRRO FLO- RESTA / ITAUM	GIODION S/A TRANSPORTE E TURISMO	Bombeando	Lavagem de veículos
4300018197	JIP014	Poço tubular	RUA COPACABANA, 1308 BAIRRO FLO- RESTA / ITAUM	GIODION S/A TRANSPORTE E TURISMO	Bombeando	Lavagem de veículos

continua...

...continuação

PONTO Nº	SIGLA	TIPO	LOCAL	PROPRIETÁRIO	SITUAÇÃO	USO DA ÁGUA
4300019227	JIP015	Poço tubular	RUA FÁTIMA, 504, BAIRRO ITAUM	OSVALDO LUIZ CEOLIN - RESTAURANTE DO NEGO	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300027899	JIP016	Poço de pequeno diâmetro	RUA PREFEITO BALTAZAR BUSCHELL, COMASA	EDGAR MASS	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300019588	JIP017	Poço de pequeno diâmetro	RUA PREFEITO BALTAZAR BUSCHLE	EDGAR MASS	Parado	Sem uso
4300027904	JIP018	Poço de pequeno diâmetro	RUA PREFEITO HELMUTH FALLGATTER, COMASA	ASSOCIAÇÃO ATLÉTICA TUPY	Bombeando	Recreação
4300028022	JIP019	Poço de pequeno diâmetro	ASSOCIAÇÃO ATLÉTICA TUPY	ASSOCIAÇÃO ATLÉTICA TUPY	Bombeando	Recreação
4300028023	JIP020	Poço tubular	RUA PADRE KOLB, 99, BAIRRO BUCA-REIN	CONDOMINIO CAMPO BELO	Não instalado	Sem uso
4300019652	JIP021	Poço tubular	RUA GILACIOSA, Nº 1520	MOTEL ROMA	Parado	Sem uso
4300019589	JIP022	Poço tubular	RUA PROCOPIO GOMES, 1127	ROBERTO BAUER	Bombeando	Abastecimento industrial
4300019499	JIP023	Poço tubular	RUA ANITA GARIBALDE, 1190	MALHARIA IRACEMA S/A	Bombeando	Abastecimento industrial
4300019500	JIP024	Poço tubular	RUA ANITA GARIBALDI, 1190	MALHARIA IRACEMA S/A	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300028020	JIP025	Poço escavado	RUA TUPI, 423, BAIRRO SÃO MARCOS	VOTORANTIM	Abandonado	Sem uso
4300019592	JIP027	Poço tubular	RUA XAVANTES, 54 - ATIRADORES	TIGRE TUBOS E CONEXOES	Bombeando	Abastecimento múltiplo
4300026731	JIP028	Poço de pequeno diâmetro	BAIRRO ANITA GARIBALDI	LAR DE IDOSOS BRILHO DA IDADE	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300028019	JIP029	Poço de pequeno diâmetro	RUA OTTOKAR DOERFFEL, 1975, SÃO MARCOS	PLANTAS ORNAMENTAIS ZANELATO	Bombeando	Abastecimento múltiplo

continua...

...continuação

PONTO Nº	SIGLA	TIPO	LOCAL	PROPRIETÁRIO	SITUAÇÃO	USO DA ÁGUA
4300019200	JIP030	Poço tubular	CASETEX - INDUSTRIA DE CIMENTO	JOSE CARLOS DOS SANTOS	Bombeando	Abastecimento industrial
4300019521	JIP031	Poço tubular	RUA MINISTRO CALÓGERAS, Nº 1639	A. ANGELONI E CIA LTDA	Não instalado	Sem uso
4300019651	JIP032	Poço tubular	RUA ANITA GARIBALDE, 1099	REDE BUCAREIN - COMBUSTIVEIS	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300026736	JIP033	Poço tubular	RUA OTTO EDUARDO LEPPER, 01 - SA-GUAÇU - P1	CIA. FABRIL LEPPER	Bombeando	Abastecimento industrial
4300027226	JIP034	Poço tubular	RUA OTTO EDUARDO LEPPER, 01 - SA-GUAÇU	CIA. FABRIL LEPPER	Bombeando	Abastecimento industrial
4300026737	JIP035	Poço tubular	RUA OTTO EDUARDO LEPPER, 01 - SA-GUAÇU - P2	CIA. FABRIL LEPPER	Bombeando	Abastecimento industrial
4300027227	JIP036	Poço tubular	RUA OTTO EDUARDO LEPPER, 01 - SA-GUAÇU	CIA. FABRIL LEPPER	Bombeando	Abastecimento industrial
4300027229	JIP037	Poço tubular	RUA OTTO EDUARDO LEPPER, 01 - SA-GUAÇU	CIA. FABRIL LEPPER	Bombeando	Abastecimento industrial
4300027228	JIP038	Poço tubular	RUA OTTO EDUARDO LEPPER, 01 - SA-GUAÇU	CIA. FABRIL LEPPER	Bombeando	Abastecimento industrial
4300019522	JIP039	Poço tubular	RUA PARAÍBA, 769	ESTAÇÃO RODOVIÁRIA	Parado	Sem uso
4300019219	JIP040	Poço tubular	RUA OTTO BOEHN, Nº 525	HOTEL PRINZ	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300019587	JIP041	Poço tubular	RUA EXPEDICIONARIO HOLZ, 587	ED. CORTINA D'AMPEZZO	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300018402	JIP042	Poço tubular	RUA OTTO BOEHN 265	CONDOMINIO EDIFICIO FONTANA DI TREVI	Bombeando	Abastecimento múltiplo
4300028018	JIP043	Poço tubular	RUA VISCONDE DE TAUNAY,340, ATIRA-DORES	HOTEL TANNENHOF	Bombeando	Abastecimento múltiplo

continua...

...continuação

PONTO Nº	SIGLA	TIPO	LOCAL	PROPRIETÁRIO	SITUAÇÃO	USO DA ÁGUA
4300019516	JIP044	Poço tubular	FUNDIÇÃO TUPY - POÇO-05	FUNDIÇÃO TUPY	Bombeando	Abastecimento industrial
4300019515	JIP045	Poço tubular	FUNDIÇÃO TUPY - POÇO-06 (REFLORESTAMENTO)	FUNDIÇÃO TUPY	Bombeando	Abastecimento industrial
4300019518	JIP046	Poço tubular	FUNDIÇÃO TUPY - POÇO-04	FUNDIÇÃO TUPY	Bombeando	Abastecimento industrial
4300019517	JIP047	Poço tubular	FUNDIÇÃO TUPY - POÇO-03	FUNDIÇÃO TUPY	Bombeando	Abastecimento industrial
4300019513	JIP048	Poço tubular	FUNDIÇÃO TUPY - POÇO-01	FUNDIÇÃO TUPY	Bombeando	Abastecimento industrial
4300019514	JIP049	Poço tubular	FUNDIÇÃO TUPY - POÇO-02	FUNDIÇÃO TUPY	Bombeando	Abastecimento industrial
4300028024	JIP050	Poço de pequeno diâmetro	AV. XV DE NOVENBRO, 4195, BAIRRO GLÓRIA	HOLZ HOTEL	Bombeando	Abastecimento múltiplo
4300028025	JIP051	Poço de pequeno diâmetro	RUA XV DE NOVENBRO, 2215, BAIRRO GLÓRIA	AGROFLORA JARDINS	Bombeando	Abastecimento múltiplo
4300027330	JIP052	Poço tubular	RUA XV DE NOVENBRO, 2250, GLÓRIA	RESTAURANTE GLÓRIA	Bombeando	Abastecimento industrial
4300018537	JIP053	Poço tubular	RUA JOÃO COLLIN / JOÃO PESSOA LOJA 21	SUPER ANGELONI - CRICIÚMA	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300019207	JIP054	Poço tubular	RUA MARIO LOBO, 106 - RAMPA DO ESTACIONAMENTO	SHOPPING CIDADE DAS FLORES	Bombeando	Abastecimento múltiplo
4300028034	JMB001	Poço de pequeno diâmetro	RUA IGUAÇU, 365, SANTO ANTÔNIO	SCHULZ SOLUÇÕES AUTOMOTIVAS	Bombeando	Oficina mecânica
4300028037	JMB005	Poço de pequeno diâmetro	RUA SANTA CATARINA, km 11, SANTA CATARINA	ANDREI DE SOUZA	Bombeando	Abastecimento múltiplo
4300028038	JMB006	Poço escavado	RUA SANTA CATARINA, km 11, nº 10800	MARIA MADALENA I. RETZLAFF	Bombeando	Abastecimento múltiplo

continua...

...continuação

PONTO Nº	SIGLA	TIPO	LOCAL	PROPRIETÁRIO	SITUAÇÃO	USO DA ÁGUA
4300028039	JMB007	Poço de pequeno diâmetro	RUA SANTA CATARINA, km 11, nº 10800	MARIA MADALENA I. RETZLAFF	Bombeando	Abastecimento múltiplo
4300028040	JMB008	Poço de pequeno diâmetro	BR 101, km 53, BAIRRO SANTA CATARINA	HIDEFRAN FERRAMENTARIA	Bombeando	Abastecimento industrial
4300028041	JMB009	Poço de pequeno diâmetro	RUA SANTA CATARINA, 10500	DECORPEL PAPEIS	Bombeando	Abastecimento múltiplo
4300028042	JMB010	Poço de pequeno diâmetro	RUA SANTA CATARINA, nº 10500	DECORPEL PAPEIS	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300028043	JMB011	Poço escavado	ESTRADA POÇO GRANDE, s/n, BAIRRO SANTA CATARINA	LUIS JOSÉ LODI	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300028044	JMB012	Poço de pequeno diâmetro	RUA SANTA CATARINA, nº 9911	NOVIADO DOS FREIS CAPUCHINHOS	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300028045	JMB013	Poço de pequeno diâmetro	RUA SANTA CATARINA, nº 8131, ITINGA	SOUJET INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE PLÁSTICOS	Bombeando	Abastecimento industrial
4300028046	JMB014	Poço de pequeno diâmetro	BR-101, km 52, s/nº	PLASMOTEC	Bombeando	Abastecimento industrial
4300028047	JMB015	Poço de pequeno diâmetro	BR-101, km 58	PLASMOTEC	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300028048	JMB016	Poço de pequeno diâmetro	BR-101, km 51, SANTA CATARINA	CERÂMICA BOM JARDIM	Bombeando	Abastecimento múltiplo
4300028104	JMB017	Poço de pequeno diâmetro	AV. PLÁCIDO HUGO DE OLIVEIRA, 1580	MOLDTOOL FERRAMENTARIA LTDA	Bombeando	Abastecimento industrial
4300028105	JMB018	Poço de pequeno diâmetro	RUA SANTA CATARINA, nº 6702, BAIRRO SANTA CATARINA	DIESELSUL	Bombeando	Oficina mecânica
4300027251	JMB019	Poço tubular	RUA ARILDO SILVA, 101, ITINGA	101 DO BRASIL INDUSTRIAL LTDA.	Bombeando	Abastecimento industrial
4300028107	JMB020	Poço de pequeno diâmetro	RUA WALDOMIRO JOSÉ BORGES, 4911, BAIRRO ITINGA	RECANTO DA PAZ	Bombeando	Recreação

continua...

...continuação

PONTO Nº	SIGLA	TIPO	LOCAL	PROPRIETÁRIO	SITUAÇÃO	USO DA ÁGUA
4300028106	JMB021	Poço escavado	ESTRADA MORRO DO MEIO, s/nº, BAIRRO MORRO DO MEIO	VILSON CLAUDINO	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300028108	JMB022	Poço de pequeno diâmetro	ESTRADA MORRO DO MEIO, POSTO 46, B. MORRO DO MEIO	RONALDO DANIEL	Bombeando	Abastecimento múltiplo
4300028109	JMB023	Poço de pequeno diâmetro	ESTRADA MORRO DO MEIO, s/nº, MORRO DO MEIO	ROBERTO LEITZKE	Bombeando	Abastecimento múltiplo
4300028049	JMB024	Poço escavado	RODOVIA SC-108, KM 10, RODOVIA DO ARROZ	ROBERTO SEWSKI	Bombeando	Abastecimento múltiplo
4300028050	JMB025	Poço de pequeno diâmetro	RODOVIA SC-108, KM 10	VALDIR DALFOVO	Bombeando	Oficina mecânica
4300028110	JMB026	Poço de pequeno diâmetro	ESTRADA DEDO GROSSO, 1600, BAIRRO DEDO GROSSO	ANTONIO LEITOLD	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300028111	JMB027	Poço tubular	ESTRADA DEDO GROSSO, 3001, BAIRRO DEDO GROSSO	SIDNEI	Bombeando	Abastecimento múltiplo
4300028116	JMB029	Poço de pequeno diâmetro	ESTRADA DEDO GROSSO, s/nº, POSTE 70	SAMIR GRAH	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300028051	JMB030	Poço escavado	RUA XV DE NOVENBRO, nº 4380, BAIRRO GLÓRIA	POSTO IPIRANGA PRUDENTE PÓRTICO	Bombeando	Lavagem de veículos
4300028114	JMB031	Poço de pequeno diâmetro	ESTRADA BLUMENAU, s/n, BAIRRO VILA NOVA	ACELINO ALBRECHT	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300028115	JMB032	Poço de pequeno diâmetro	ESTRADA BLUMENAU, s/nº, BAIRRO VILA NOVA	PESQUE PAGUE 3 LAGOAS	Bombeando	Piscicultura
4300028052	JMB033	Poço de pequeno diâmetro	RUA JULIO STOLF, nº 72, ESTRADA DO ARROZEIRO.	POSTO IPIRANGA VILA NOVA	Bombeando	Lavagem de veículos
4300028117	JMB034	Poço tubular	ESTRADA DEDO GROSSO, s/nº, VILA NOVA	CASE - CENTRO DE ATENDIMENTO SOCIOEDUCATIVO	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300028118	JMB035	Poço de pequeno diâmetro	RUA XV DE NOVENBRO, 4315, BAIRRO GLÓRIA	CENTRO TURÍSTICO E COMERCIAL DA EXPOVILLE	Bombeando	Irrigação

continua...

...continuação

PONTO Nº	SIGLA	TIPO	LOCAL	PROPRIETÁRIO	SITUAÇÃO	USO DA ÁGUA
4300028112	JMB036	Poço tubular	RUA XV DE NOVEMBRO, nº 3800, BAIRRO GLÓRIA	CONCESSIONÁRIA FIAT FLORENÇA	Parado	Lavagem de veículos
4300019199	JML001	Poço tubular	RODOVIA BR-101 km 33, ZONA INDUSTRIAL NORTE	ESSO COMPANHIA BRASILEIRA DE PETRÓLEO	Bombeando	Abastecimento múltiplo
4300027842	JML002	Poço de pequeno diâmetro	RODOVIA BR-101 km 33,5 - PONTES EMPILHADEIRAS	PONTES MÁQUINAS	Bombeando	Abastecimento industrial
4300027843	JML003	Poço de pequeno diâmetro	RODOVIA BR-101 km 33, nº 32.225	ASSOCOM S.A.	Bombeando	Abastecimento múltiplo
4300027844	JML004	Fonte natural	RODOVIA SC-418/DONA FRANCISCA - SERRA	PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE	Fluxo por gravidade	Abastecimento múltiplo
4300018201	JML005	Poço tubular	RODOVIA SC-418 KM8, LANCHONETE HUBENER	ANTONIO GALVAO DOS SANTOS	Bombeando	Abastecimento múltiplo
4300027845	JML006	Fonte natural	SC-418 km 10, ESCOLA MUN. GERMANO LENSCHOW	PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE	Fluxo por gravidade	Abastecimento múltiplo
4300018457	JML007	Poço tubular	RUA ANABURGO, 2085 PIRABEIRABA	PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE	Bombeando	Abastecimento industrial
4300027846	JML008	Poço escavado	RUA ANABURGO, 2085 PIRABEIRABA	PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE	Abandonado	Sem uso
4300027847	JML009	Poço tubular	ESTRADA BARBANTE, POSTE 54 - CT DO JEC	JEC - JOINVILLE ESPORTE CLUBE	Bombeando	Irrigação
4300019218	JML010	Poço tubular	RODOVIA DO ARROZ/SC-108 km 14 - VILA NOVA	ORDIVAL MACOPPI	Não instalado	Sem uso
4300018204	JML011	Poço tubular	RODOVIA SC-108 km 14 - FONTE VILA NOVA	INDUSTRIA VILA NOVA	Bombeando	Abastecimento industrial
4300027849	JML012	Poço tubular	RODOVIA SC-108 km 14 - VILA NOVA - POÇO-02	INDUSTRIA VILA NOVA	Não instalado	Sem uso
4300018205	JML013	Poço tubular	RODOVIA SC-108 km 10 - ARROZ VILA NOVA	INDUSTRIA VILA NOVA	Bombeando	Abastecimento industrial

continua...

...continuação

PONTO Nº	SIGLA	TIPO	LOCAL	PROPRIETÁRIO	SITUAÇÃO	USO DA ÁGUA
4300027850	JML014	Poço de pequeno diâmetro	RUA LUÍS BACA, 78, MORRO DO MEIO - COMPLEXO FINDER	COMPLEXO ESPORTIVO FINDER	Parado	Sem uso
4300027851	JML015	Poço escavado	ESTRADA LAGOINHA, 425, MORRO DO MEIO	AMÉLIO VENTURI	Não instalado	Sem uso
4300027854	JML016	Poço escavado	ESTRADA BARBANTE, MORRO DO MEIO	IMOBILIÁRIA ELLOS	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300027855	JML017	Poço de pequeno diâmetro	MORRO DO MEIO	ARNOLDO BUSEMEYER	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300027856	JML018	Poço de pequeno diâmetro	RUA XV DE NOVEMBRO, 5630 - VILA NOVA	AUTOPOSTO GERALDI	Bombeando	Lavagem de veículos
4300027857	JML019	Poço tubular	RUA JOÃO MIERS, 199 - VILA NOVA	NSO BORRACHAS - MILTON MELO	Bombeando	Abastecimento múltiplo
4300027858	JML020	Poço de pequeno diâmetro	RUA DOS SUÍÇOS, 1576 - VILA NOVA	GENÉZIO JORGE DERETTI	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300027859	JML021	Poço de pequeno diâmetro	RUA XV DE NOVEMBRO, 4785 -CAMPO DO AVAI- VILA NOVA	ACKSON DOS SANTOS	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300027860	JML022	Poço de pequeno diâmetro	RUA MIGUEL ÂNGELO, 52 CEB-CONEXÕES ESPECIAIS	VALMIRO DE OLIVEIRA	Bombeando	Abastecimento industrial
4300027861	JML023	Poço de pequeno diâmetro	RUA TUPI, 1580, INOX PRIME - SÃO MARCOS	CARLOS PEDRO DA ROCHA	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300027862	JML024	Poço de pequeno diâmetro	RUA JATIVOCA, POSTE 56, BAIRRO NOVA BRASÍLIA	GUMERCINDO MATTEI	Bombeando	Abastecimento múltiplo
4300027863	JML025	Fonte natural	RUA JATIVOCA, POSTE 56, BAIRRO NOVA BRASÍLIA	GUMERCINDO MATTEI	Fluxo por gravidade	Abastecimento doméstico
4300027864	JML026	Poço de pequeno diâmetro	RUA JATIVOCA, BAIRRO NOVA BRASÍLIA	SOLANGE PAUL	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300027865	JML027	Poço de pequeno diâmetro	RUA JATIVOCA, POSTE 3.600, BAIRRO NOVA BRASÍLIA	SOLANGE A. RODRIGUES	Bombeando	Abastecimento doméstico

continua...

...continuação

PONTO Nº	SIGLA	TIPO	LOCAL	PROPRIETÁRIO	SITUAÇÃO	USO DA ÁGUA
4300027869	JML028	Poço de pequeno diâmetro	RUA JATIVOCA, 3210, BAIRRO NOVA BRASÍLIA	BENTO MENDES	Bombeando	Abastecimento múltiplo
4300027879	JML029	Poço escavado	RUA JATIVOCA, 3210, BAIRRO NOVA BRASÍLIA	BENTO MENDES	Parado	Sem uso
4300027880	JML030	Poço escavado	RUA JATIVOCA, 1981, BAIRRO NOVA BRASÍLIA	MARCOS SOUZA	Bombeando	Abastecimento múltiplo
4300027881	JML031	Poço escavado	RUA FRANCISCO ALVES, 207, BAIRRO NOVA BRASÍLIA	ZENILDE DEMIRA	Parado	Sem uso
4300027882	JML032	Poço de pequeno diâmetro	RUA WALLY VOLLMANN, 191, BAIRRO NOVA BRASÍLIA	COMUNIDADE TERAPÉUTICA ROSA DE SARON	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300027883	JML033	Poço de pequeno diâmetro	RUA CERRO AZUL, 888, BAIRRO NOVA BRASÍLIA	CEEDUC - ASSOCIAÇÃO CENTRO EVANGÉLICO	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300027884	JML034	Poço de pequeno diâmetro	BR-101 km 47/RUA PARATI, 1700 BAIRRO NOVA BRASÍLIA	SUL AMBIENTAL INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE PLÁSTICOS	Bombeando	Abastecimento industrial
4300027885	JML035	Poço de pequeno diâmetro	RODOVIA BR-101 km 47	RHAMSÉS STEFENON FERREIRA	Bombeando	Abastecimento industrial
4300027886	JML036	Poço de pequeno diâmetro	RODOVIA BR-101 km 48	LÚCIO CARLOS DESCHAMPS	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300027887	JML037	Poço de pequeno diâmetro	BR-101 km53/RUA SANTA CATARINA, 10800, RESTAURANTE	GILMAR KURT STOEVERNAGEL	Bombeando	Abastecimento industrial
4300027888	JML038	Poço de pequeno diâmetro	RODOVIA BR-101 km 54, NOVA BRASÍLIA	NEOPLAS/K1 FERRAMENTARIA E PLÁSTICOS LTDA	Bombeando	Abastecimento industrial
4300027889	JML039	Poço de pequeno diâmetro	ESTRADA SANTA CATARINA km 11, 12500	ARTUR LÚCIO RODRIGUES	Bombeando	Abastecimento múltiplo
4300027890	JML040	Poço de pequeno diâmetro	ESTRADA SANTA CATARINA km 11, 12500	ARTUR LÚCIO RODRIGUES	Bombeando	Abastecimento doméstico
4300027891	JML041	Poço de pequeno diâmetro	ESTRADA POÇO GRANDE, POSTE 90	MOACIR FERNANDES	Bombeando	Abastecimento doméstico

continua...

14. APÊNDICE C – PLANILHAS DE ENSAIOS DE BOMBEAMENTO EXECUTADOS

Quadro 14.1. Teste de bombeamento realizado no poço JAP008 – Comercial Schroeder de Pirabeiraba.

PLANILHA DE TESTE DE BOMBEAMENTO Nº 1							
Município: Joinville				DATA: 16/01/2020			
Localidade: Mercado Schroeder				INÍCIO: 09:10 hs			
Poço: JAP008				TÉRMINO: 15:10 hs			
Prof. 33 m				TEMPO : 06 hrs			
Coord. 26°09'56" / 48°56'56"				N.E: (m)	3,47		
Bomba Submersa : Vanbro				N.D: (m)	9,49		
Crivo da Bomba: 18 m				Rebaixamento: (m)	6,02		
REBAIXAMENTO						Recuperação	
HORA	t (min)	N.A.	t (seg)	Q(m3/h)	Reb	N.A	Rec.p
9:11	1	4,36	12,75	5,65	0,89	8,83	0,42
9:12	2	4,6	12,81	5,62	9,34	8,61	0,64
9:13	3	4,76	12,90	5,58	9,43	8,5	0,75
9:14	4	4,89	12,72	5,66	1,42	8,4	0,85
9:15	5	4,99	15,37	4,68	1,52	8,32	0,93
9:16	6	5,09	13,22	5,45	1,62	8,25	1
9:17	7	5,17	13,01	5,53	1,7	8,19	1,06
9:18	8	5,25	13,05	5,52	1,78	8,12	1,13
9:19	9	5,32	13,00	5,54	1,85	8,02	1,23
9:20	10	5,39	13,41	5,37	1,92	7,92	1,33
9:22	12	5,5	13,28	5,42	2,03	7,84	1,41
9:24	14	5,61	13,41	5,37	2,14	7,76	1,49
9:26	16	5,72	13,75	5,24	2,25	7,7	1,55
9:28	18	5,81	12,90	5,58	2,34	7,62	1,63
9:30	20	5,9	13,82	5,21	2,43	7,5	
9:35	25	6,09	13,99	5,15	2,62	7,39	
9:40	30	6,27	12,30	5,85	2,8	7,29	
9:45	35	6,45	13,07	5,51	2,98	7,21	
9:50	40	6,61	13,16	5,47	3,14	7,12	
9:55	45	6,75	13,25	5,43	3,28	6,93	

continua...

...continuação

PLANILHA DE TESTE DE BOMBEAMENTO Nº 1							
REBAIXAMENTO						Recuperação	
10:00	50	6,89	13,01	5,53	3,42	6,77	
10:05	55	7,03	12,63	5,70	3,56	6,62	
10:10	60	7,1	12,34	5,83	3,63	6,49	
10:20	70	7,29	13,58	5,30	3,82	6,36	
10:30	80	7,46	13,42	5,37	3,99	6,26	
10:40	90	7,64	13,52	5,33	4,17	6,16	
10:50	100	7,76	13,23	5,44	4,29	6,07	
11:00	110	7,89	13,50	5,33	4,42		
11:10	120	8,04	13,51	5,33	4,57		
11:40	150	8,33	13,69	5,26	4,86		
12:10	180	8,58	13,52	5,33	5,11		
12:40	210	8,8	12,68	5,68	5,33		
13:10	240	8,96	13,16	5,47	5,49		
13:40	270	9,11	13,65	5,27	5,64		
14:10	300	9,25	13,62	5,29	5,78		
14:40	330	9,36	13,07	5,51			
15:10	360	9,49	13,65	5,27			
EQUIPE : Marcelo/Bruno/Luiz Alberto							

Quadro 14.2. Teste de bombeamento realizado no poço JEL032 – Granja Esser.

PLANILHA DE TESTE DE BOMBEAMENTO Nº 2							
Município: Joinville				DATA: 21/01/2020			
Localidade: Rancho Esser				INÍCIO: 11:05 hs			
Poço: JEL032				TÉRMINO: 17:05 hs			
Prof. 94,00 m				TEMPO : 06 hrs			
Coord. 26°12'26"/ 48°52'49"				N.E: (m)	1,16		
Bomba Submersa : Vanbro				N.D: (m)	54,40		
Crivo da Bomba: 18 m				Rebaixamento: (m)	53,24		
REBAIXAMENTO					Recuperação		
HORA	t (min)	N.A.	t (seg)	Q(m3/h)	Reb	N.A	Rec.p
11:06	1	8,27	3,58	20,11	7,11	50,4	4,00
11:07	2	12,66	8,75	8,23	7,59	47,66	6,74
11:08	3	14,3	16,00	4,50	14,84	46	8,4
11:09	4	13:12	16,50	4,36	13,39	44,19	10,21
14:05	5	14,64	12,70	5,67	13,48	42,34	12,06
11:11	6	14,93	14,15	5,09	13,77	41	13,4
11:12	7	15,13	14,10	5,11	13,97	39,18	15,22
11:13	8	15,54	14,46	4,98	14,38	37,73	16,67
11:14	9	15,99	14,11	5,10	14,83	34,44	19,96
11:15	10	16,43	14,28	5,04	15,27	31,6	22,8
11:17	12	17,34	14,50	4,97	16,18	26,61	27,79
11:19	14	18,14	14,52	4,96	16,98	26	28,4
11:21	16	18,94	14,62	4,92	17,78	23,01	31,39
11:23	18	19,79	14,60	4,93	18,63	20,42	33,98
11:25	20	20,6	14,57	4,94	19,44	15,02	39,38
11:30	25	23,11	14,53	4,96	21,95	10,58	43,82
11:35	30	25,87	14,48	4,97	24,71	8,05	46,35
11:40	35	26,56	14,52	4,96	25,4	7,1	47,3
11:45	40	31,01	14,22	5,06	29,85	5,6	48,8
11:50	45	33,87	14,94	4,82	32,71	4,35	50,05
11:55	50	37,62	15,25	4,72	36,46	3,66	50,74
12:00	55	38,25	14,54	4,95	37,09		
12:05	60	40,32	14,32	5,03	39,16		

continua...

...continuação

PLANILHA DE TESTE DE BOMBEAMENTO Nº 2							
REBAIXAMENTO						Recuperação	
12:15	70	42,58	15,28	4,71	41,42		
12:25	80	45,35	15,64	4,60	44,19		
12:35	90	45,95	16,25	4,43	44,79		
12:45	100	47,04	16,41	4,39	45,88		
12:55	110	48	16,35	4,40	46,84		
13:05	120	48,87	16,60	4,34	47,71		
13:35	150	49,94	17,56	4,10	48,78		
14:05	180	48,6	17,16	4,20	47,44		
14:35	210	48,63	16,94	4,25	47,47		
15:05	240	50,71	17,97	4,01	49,55		
15:35	270	49,97	17,32	4,16	48,81		
16:05	300	49,79	16,81	4,28	48,63		
16:35	330	53,69	18,62	3,87	52,53		
17:05	360	54,40	18,30	3,93	53,24		
EQUIPE : Marcelo/Bruno/Luiz Alberto							

Quadro 14.3. Teste de bombeamento realizado no poço JML010 – Sementes Macoppi.

PLANILHA DE TESTE DE BOMBEAMENTO Nº 3							
Município: Joinville				DATA: 20/01/2020			
Localidade: Sementes Macoppi				INÍCIO: 14:00 hs			
Poço: JML010				TÉRMINO: 19:00 hs			
Prof. 71 m: 71,00 m				TEMPO : 05 hrs			
Coord.26°21'37"/ 48°57'20"				N.E: (m)	2,47		
Bomba Submersa : Vanbro				N.D: (m)	6,17		
Crivo da Bomba: 18 m				Rebaixamento: (m)	3,70		
REBAIXAMENTO						Recuperação	
HORA	t (min)	N.A.	t (seg)	Q(m3/h)	Reb	N.A	Rec.p
14:01	1	3,36	3,44	20,93	0,89	5,43	0,74
14:02	2	3,53	4,25	16,94	1,78	5,28	0,89
14:03	3	3,66	4,42	16,29	1,95	5,19	0,98
14:04	4	3,77	3,37	21,36	1,3	5,11	1,06
14:05	5	3,86	3,81	18,90	1,39	5,06	1,11
14:06	6	3,93	3,91	18,41	1,46	5,01	1,16
14:07	7	3,97	4,07	17,69	1,5	4,97	1,2
14:08	8	4,03	4,13	17,43	1,56	4,92	1,25
14:09	9	4,08	4,15	17,35	1,61	4,76	1,41
14:10	10	4,14	4,30	16,74	1,67	4,69	1,48
14:12	12	4,23	4,01	17,96	1,76	4,65	1,52
14:14	14	4,28	3,12	23,08	1,81	4,57	1,6
14:16	16	4,36	4,01	17,96	1,89	4,55	1,62
14:18	18	4,4	3,85	18,70	1,93	4,49	1,68
14:20	20	4,45	3,93	18,32	1,98		
14:25	25	4,59	3,87	18,60	2,12		
14:30	30	4,68	4,01	17,96	2,21		
14:35	35	4,79	3,95	18,23	2,32		
14:40	40	4,9	3,28	21,95	2,43		
14:45	45	4,94	4,13	17,43	2,47		
14:50	50	4,99	4,06	17,73	2,52		
14:55	55	5,06	4,14	17,39	2,59		

continua...

...continuação

PLANILHA DE TESTE DE BOMBEAMENTO Nº 3							
REBAIXAMENTO						Recuperação	
15:00	60	5,11	4,03	17,87	2,64		
15:10	70	5,15	4,06	17,73	2,68		
15:20	80	5,19	3,57	20,17	2,72		
15:30	90	5,32	3,72	19,35	2,85		
15:40	100	5,4	3,82	18,85	2,93		
15:50	110	5,45	3,78	19,05	2,98		
16:00	120	5,52	4,10	17,56	3,05		
16:30	150	5,66	3,78	19,05	3,19		
17:00	180	5,8	3,72	19,35	3,33		
17:30	210	5,92	3,77	19,10	3,45		
18:00	240	5,98	4,07	17,69	3,51		
18:30	270	6,1	4,06	17,73	3,63		
19:00	300	6,17	4,16	17,31	3,7		
EQUIPE : Marcelo/Bruno/Luiz Alberto							

Quadro 14.4. Teste de bombeamento realizado no poço JML009 – CT do JEC (Centro de Treinamento do Joinville Esporte Clube).

PLANILHA DE TESTE DE BOMBEAMENTO Nº 4								
Município: Joinville				DATA: 29/01/2020				
Localidade: CT Joinville (JEC)				INÍCIO: 09:15 hs				
Poço: JML009				TÉRMINO: 14:45 hs				
Prof. 37,00 m				TEMPO : 05:30 hrs				
Coord. 26°18'42" / 48°55'08				N.E: (m)	3,70			
Bomba Submersa : Vanbro				N.D: (m)	6,17			
Crivo da Bomba: 18 m				Rebaixamento: (m)	2,47			
REBAIXAMENTO							Recuperação	
HORA	t (min)	N.A.	t (seg)	Q(m3/h)	Reb	N.A	Rec.p	
9:16	1	9,41	27,53	2,62	5,71	14,5	1,52	
9:17	2	9,56	28,57	2,52	24,87	12,83	3,19	
9:18	3	9,68	29,35	2,45	25,65	11,35	4,67	
9:19	4	9,82	28,40	2,54	6,12	10,11	5,91	
9:20	5	9,95	28,25	2,55	6,25	9,12	6,9	
9:21	6	10,03	29,22	2,46	6,33	8,23	7,79	
9:22	7	10,08	28,22	2,55	6,38	7,54	8,48	
9:23	8	10,14	29,94	2,40	6,44	7,02	9	
9:24	9	10,13	29,81	2,42	6,43	6,17	9,85	
9:25	10	10,13	29,74	2,42	6,43	5,66	10,36	
9:27	12	10,17	30,46	2,36	6,47	5,36	10,66	
9:29	14	10,21	30,38	2,37	6,51	5,17	10,85	
9:31	16	10,24	30,25	2,38	6,54	5,05	10,97	
9:33	18	10,27	30,85	2,33	6,57	4,96	11,06	
9:35	20	10,3	29,87	2,41	6,6	4,85		
9:40	25	10,37	29,90	2,41	6,67	4,78		
9:45	30	10,43	29,91	2,41	6,73	4,72		
9:50	35	10,47	29,12	2,47	6,77	4,67		
9:55	40	11,03	27,53	2,62	7,33	4,63		
10:00	45	11,16	27,34	2,63	7,46			
10:05	50	11,17	27,97	2,57	7,47			
10:10	55	12,44	24,11	2,99	8,74			

continua...

...continuação

PLANILHA DE TESTE DE BOMBEAMENTO Nº 4							
REBAIXAMENTO						REBAIXAMENTO	
10:15	60	12,65	25,13	2,87	8,95		
10:25	70	12,73	25,16	2,86	9,03		
10:35	80	12,8	24,66	2,92	9,1		
10:45	90	12,85	24,67	2,92	9,15		
10:55	100	12,88	24,78	2,91	9,18		
11:05	110	12,93	24,87	2,90	9,23		
11:15	120	14,16	22,41	3,21	10,46		
11:45	150	14,28	23,18	3,11	10,58		
12:15	180	14,27	22,73	3,17	10,57		
12:45	210	15,82	21,56	3,34	12,12		
13:15	240	15,92	20,87	3,45	12,22		
13:45	270	16,01	20,80	3,46	12,31		
14:15	300	16,02	21,25	3,39	12,32		
14:45	330	16,98	19,07	3,78			
EQUIPE : Marcelo/Bruno/Luiz Alberto							

Quadro 14.5. Teste de bombeamento realizado no poço JML007 – Fábrica de Tubos de Concreto da Prefeitura Municipal de Joinville.

PLANILHA DE TESTE DE BOMBEAMENTO Nº 5							
Município: Joinville				DATA: 25/01/2020			
Localidade: Fábr. de Tubos PMJ				INÍCIO: 08:00 hs			
Poço: JML007				TÉRMINO: 19:00 hs			
Prof. 102,00 m				TEMPO : 05 hrs			
Coord. 26°13'58 / 48°55'15				N.E: (m)		4,05	
Bomba Submersa : Vanbro				N.D: (m)		19,90	
Crivo da Bomba: 18 m				Rebaixamento: (m)		15,85	
REBAIXAMENTO						Recuperação	
HORA	t (min)	N.A.	t (seg)	Q(m3/h)	Reb	N.A	Rec.p
9:01	1	7,56	7,11	10,13	3,51	14,98	4,60
9:02	2	8,41	7,90	9,11	3,85	14	5,58
9:03	3	8,92	7,87	9,15	3,82	13,1	6,48
9:04	4	9,26	8,03	8,97	5,21	12,52	7,06
9:05	5	9,5	8,12	8,87	5,45	12,07	7,51
9:06	6	9,7	7,78	9,25	5,65	11,76	7,82
9:07	7	9,85	8,06	8,93	5,8	11,47	8,11
9:08	8	9,99	7,94	9,07	5,94	11,19	8,39
9:09	9	10,11	8,09	8,90	6,06	10,81	8,77
9:10	10	10,2	7,31	9,85	6,15	10,58	9
9:12	12	10,4	7,97	9,03	6,35	10,31	9,27
9:14	14	10,55	7,81	9,22	6,5	10,14	9,44
9:16	16	10,67	7,91	9,10	6,62	9,93	9,65
9:18	18	10,8	7,82	9,21	6,75	9,77	9,81
9:20	20	10,9	8,03	8,97	6,85	9,53	
9:25	25	11,12	8,03	8,97	7,07	9,24	
9:30	30	11,31	8,01	8,99	7,26	9,07	
9:35	35	11,47	8,03	8,97	7,42	8,9	
9:40	40	11,61	8,00	9,00	7,56	8,73	
9:45	45	11,75	8,22	8,76	7,7	8,4	
9:50	50	11,87	7,90	9,11	7,82	8,12	
9:55	55	11,97	8,03	8,97	7,92	7,88	

continua...

...continuação

PLANILHA DE TESTE DE BOMBEAMENTO Nº 5							
REBAIXAMENTO						Recuperação	
10:00	60	12,07	8,00	9,00	8,02	7,68	
10:10	70	13,7	6,37	11,30	9,65	7,51	
10:20	80	13,97	6,38	11,29	9,92	7,35	
10:30	90	14,64	5,47	13,16	10,59	7,2	
10:40	100	14,97	5,44	13,24	10,92	7,07	
10:50	110	15,6	5,47	13,16	11,55		
11:00	120	17,02	4,03	17,87	12,97		
11:30	150	18,2	4,02	17,91	14,15		
12:00	180	18,64	4,56	15,79	14,59		
12:30	210	18,98	4,43	16,25	14,93		
13:00	240	19,2	4,25	16,94	15,15		
13:30	270	19,42	4,43	16,25	15,37		
14:00	300	19,58	4,53	15,89	15,53		
14:30	330	19,74	4,37	16,48			
15:00	360	19,9	4,52	15,93			
EQUIPE : Marcelo/Bruno/Luiz Alberto							

15. APÊNDICE D – MAPA DE PONTOS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA DO MUNICÍPIO DE JOINVILLE

Este mapa espacializa o resultado do inventário e cadastramento de poços realizado entre agosto de 2019 e março de 2020, dentro do Projeto Mapa Geológico e Hidrogeológico de Joinville. O objetivo principal do cadastramento foi buscar o conhecimento parcial da infraestrutura hídrica instalada e a estimativa dos recursos de águas subterrâneas utilizados, bem como avaliar e caracterizar os tipos de obras de captação de água subterrânea instaladas até o momento no município de Joinville.

As obras de captação encontradas em Joinville durante o inventário de pontos de captação de água subterrânea foram os poços tubulares, poços de pequeno diâmetro ou ponteira, poços escavados e captações de fontes naturais.

Os poços tubulares consistem em uma obra de engenharia hidrogeológica que permite o acesso a um ou mais aquíferos, para captação de água subterrânea. São construídos com sonda perfuratriz mediante perfuração com diâmetro nominal de revestimento mínimo de 100 mm (4”), podendo ser totalmente ou parcialmente revestido, dependendo do tipo de formação geológica perfurada e o tipo de aquífero que será explorado.

Poços de pequeno diâmetro, popularmente conhecidos como poços-ponteira, são poços com diâmetros inferiores a 100 mm, perfurados com sondas manuais ou mecânicas de pequeno porte e por pessoal sem especialização técnica. As perfurações, que só avançam em materiais inconsolidados, atingem profundidades normalmente pequenas (< 50 m).

Poços escavados consistem em uma obra de captação de água subterrânea construída manualmente através da escavação, em geral, de grande diâmetro (entre 0,5 e 1,5 m), utilizada para extrair água de aquíferos livres e rasos, com profundidades normalmente inferiores a 30 m, captando muitas vezes água do lençol freático.

As captações de fontes são obras executadas nos pontos com surgimento espontâneo de água subterrânea, geralmente em posições elevadas do terreno o que permite que a água venha até o ponto de abastecimento por gravidade. Essas fontes também conhecidas como olho d’água, mina, cabeceira e fio d’água, surgem geralmente nas encostas dos morros com alta declividade, característica topográfica da região, e junto de afloramentos rochosos.

Durante o cadastramento em campo dos pontos de captação de água subterrânea foram medidos *in loco* com sonda multiparâmetros o pH; condutividade elétrica (C.E.); temperatura da água; potencial de oxirredução (ORP ou Eh); turbidez; e oxigênio dissolvido (OD). Os níveis estáticos e dinâmicos também foram observados com medidor de nível eletrônico quando o acesso ao interior do poço era possível.

As equipes de campo da CPRM cadastraram 379 pontos de captação de água subterrânea sendo: 139 poços tubulares, 146 poços de pequeno diâmetro, 61 poços escavados e 33 captações de fontes naturais.

Esses pontos de captação de água subterrânea têm como base o presente mapa que exhibe de maneira simplificada os sistemas aquíferos de Joinville e encartes contendo informações construtivas, vazão, situação do ponto, uso da água e parâmetros físico-químicos.

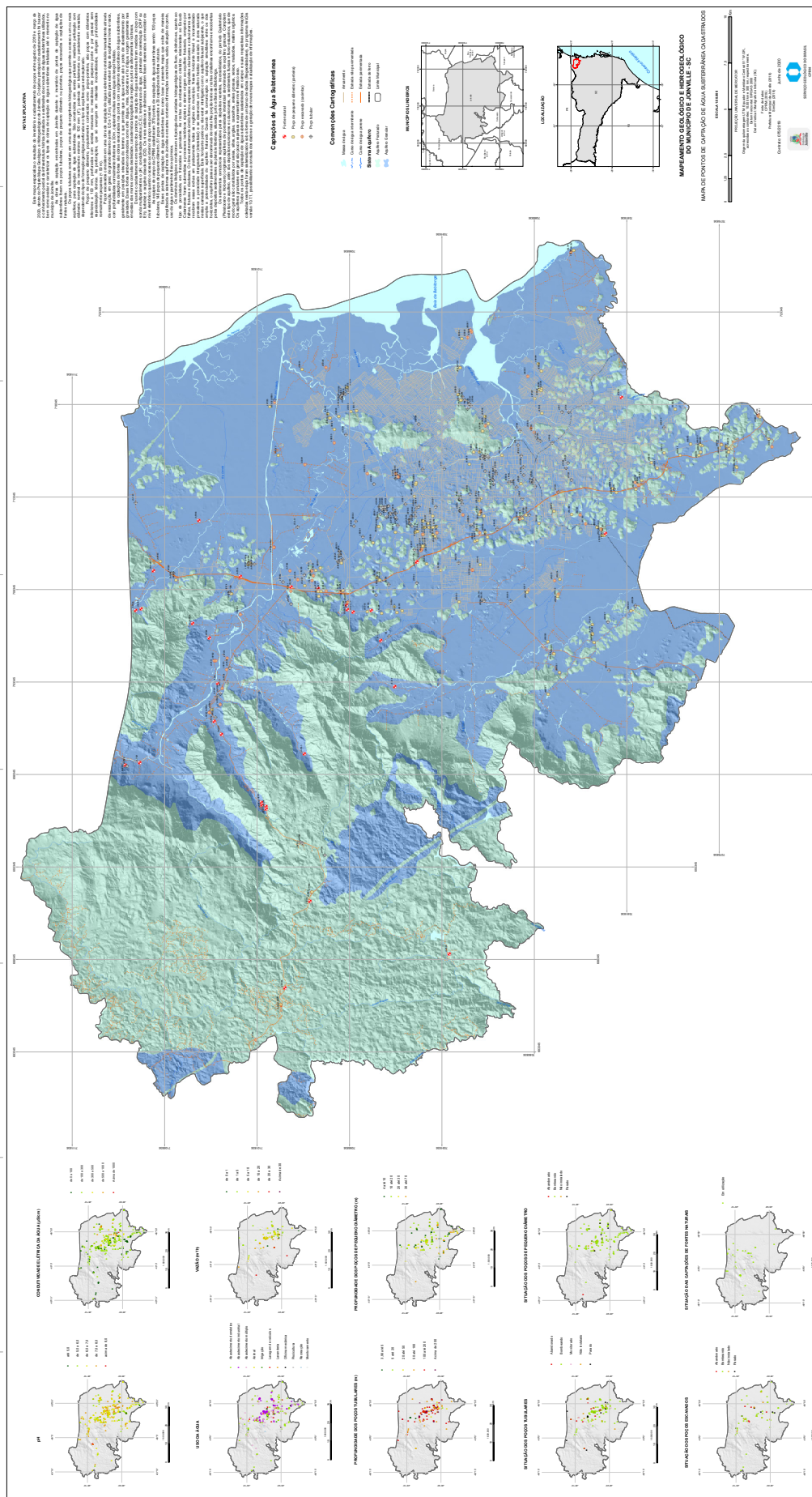
Os domínios litológicos condicionam a tipologia das unidades hidrogeológicas de fluxo, dividindo-as, quanto ao tipo de porosidade, em fraturadas e granulares. As rochas do embasamento cristalino relacionadas ao Escudo Catarinense foram submetidas a processos tectônicos rúpteis e deram origem ao aquífero fraturado, composto por falhas, fraturas e diaclases. O clima extremamente úmido formou espessos depósitos eluvionares e coluvionares que recobrem essas rochas em praticamente todas as regiões do município. Nesse horizonte friável e inconsolidado prevalece a porosidade intergranular (intersticial) e se desenvolve um aquífero freático associado à zona saturada nestas camadas superfi-

ciais. Este horizonte pode ou não estar interligado com o aquífero fissural subjacente, o que amplia a potencialidade do aquífero fraturado. Quando há comunicação ou captação simultânea entre os dois horizontes, o aquífero passa a ser denominado de misto. Na porção leste as rochas cristalinas encontram-se recobertas pelos depósitos sedimentares da planície litorânea, situadas junto a Baía da Babitonga.

Os sedimentos cenozoicos representados pelos depósitos recentes, inconsolidados, do período Quaternário (Pleistoceno e Holoceno) originam aquíferos de porosidade intersticial denominados de aquífero granular. Compõem este tipo de aquífero, além dos depósitos eluvionares e coluvionares, os sedimentos fluviais e fluvio-estuarinos, que de modo geral são constituídos por areias, siltes, argilas, cascalhos, areias grossas, seixos, matações e matéria orgânica. Os aquíferos granulares em geral são pouco espessos e apresentam nível freático raso.

Todos os pontos de captação de água subterrânea cadastrados em campo e suas respectivas informações coletadas nesta etapa foram sistematizados sob a forma de um banco de dados (geodatabase), no programa ESRI® ArcGIS versão 10.7.1, possibilitando a consulta dos dados e a geração de novos mapas e atualização de informações.





16. APÊNDICE E – MANUAL DE POÇOS E ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO
E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM
DIRETORIA DE GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS

| PROGRAMA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL |

MANUAL DE POÇOS E ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

ORGANIZADORES

Marcos Alexandre de Freitas

Marcelo Goffermann

Eliel Martins Senhorinho



Prefeitura de
Joinville



SERVIÇO GEOLÓGICO
DO BRASIL – CPRM

Porto Alegre
Junho de 2020

1. A IMPORTÂNCIA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Cerca de 97,5% de toda a água existente no planeta é salgada. Dos 2,5% de água doce restantes, 68,9% estão na forma de gelo (geleiras polares), 0,9% estão nos rios e lagos e os 0,3% restantes estão em outras formas de ocorrência (Figura 1). As águas subterrâneas na porção continental correspondem a 97,5% de toda a água doce e líquida do planeta.

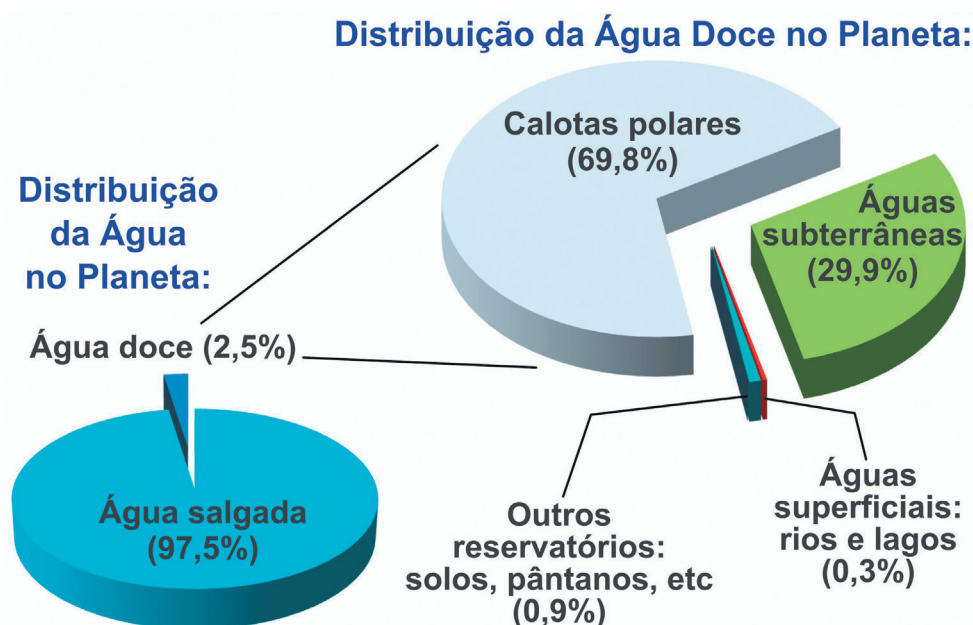


Figura 1 – Distribuição das águas subterrâneas em relação as águas no planeta (Fonte: Modificado de Pena, 2020).

Em muitos locais, a depender de situações climáticas e ambientais, se constata que as águas subterrâneas constituem-se na única reserva de água potável disponível para consumo. Com a crescente contaminação e poluição dos recursos hídricos superficiais, as águas subterrâneas assumem um papel estratégico para o abastecimento futuro. Além disto, mesmo de forma imperceptível, as águas subterrâneas também possuem uma importante função na regularização dos arroios e rios, e assim, na manutenção de ecossistemas aquáticos e terrestres.

Um dos aspectos mais relevantes relativos às águas subterrâneas diz respeito a sua importância no âmbito da saúde pública. Por estar mais protegida dos contaminantes gerados em superfície (destinação inadequada de lixo, falta de saneamento, resíduos industriais e agrotóxicos, por exemplo) e pela capacidade filtrante do meio poroso, através do qual a água percola, assume-se que sua qualidade seja superior à das águas de superfície. Admite-se que tenha uma composição química mais constante também. Este conjunto de características faz com que os custos de tratamento da água e manutenção dessas fontes (quando necessário) sejam muito menores.

Outro aspecto favorável ao uso das águas subterrâneas está relacionado com a constância dos suprimentos ao longo das estações climáticas, mesmo em períodos de seca, ao contrário do que se observa para as águas superficiais, que apresentam problemas sazonais de abundância.

2. ÁGUAS SUBTERRÂNEAS E HIDROGEOLOGIA

As águas subterrâneas fazem parte do denominado ciclo hidrológico, que ilustra de que forma a água ocorre e circula na Terra (Figura 2). O calor do Sol evapora as águas dos oceanos e lagos, que na forma de nuvens de vapor d'água se espalha pela atmosfera da Terra. Na atmosfera resfria-se, condensa-se e precipita-se, como chuva, por exemplo. Ao chegar à superfície terrestre, a água adota dois caminhos, ora infiltra no subsolo, ora escoar na superfície. A parte que infiltra se acumula no subsolo, preenchendo os poros dos solos, sedimentos e rochas, formando a porção denominada de água subterrânea. A parte que escoar, forma os arroios e rios.

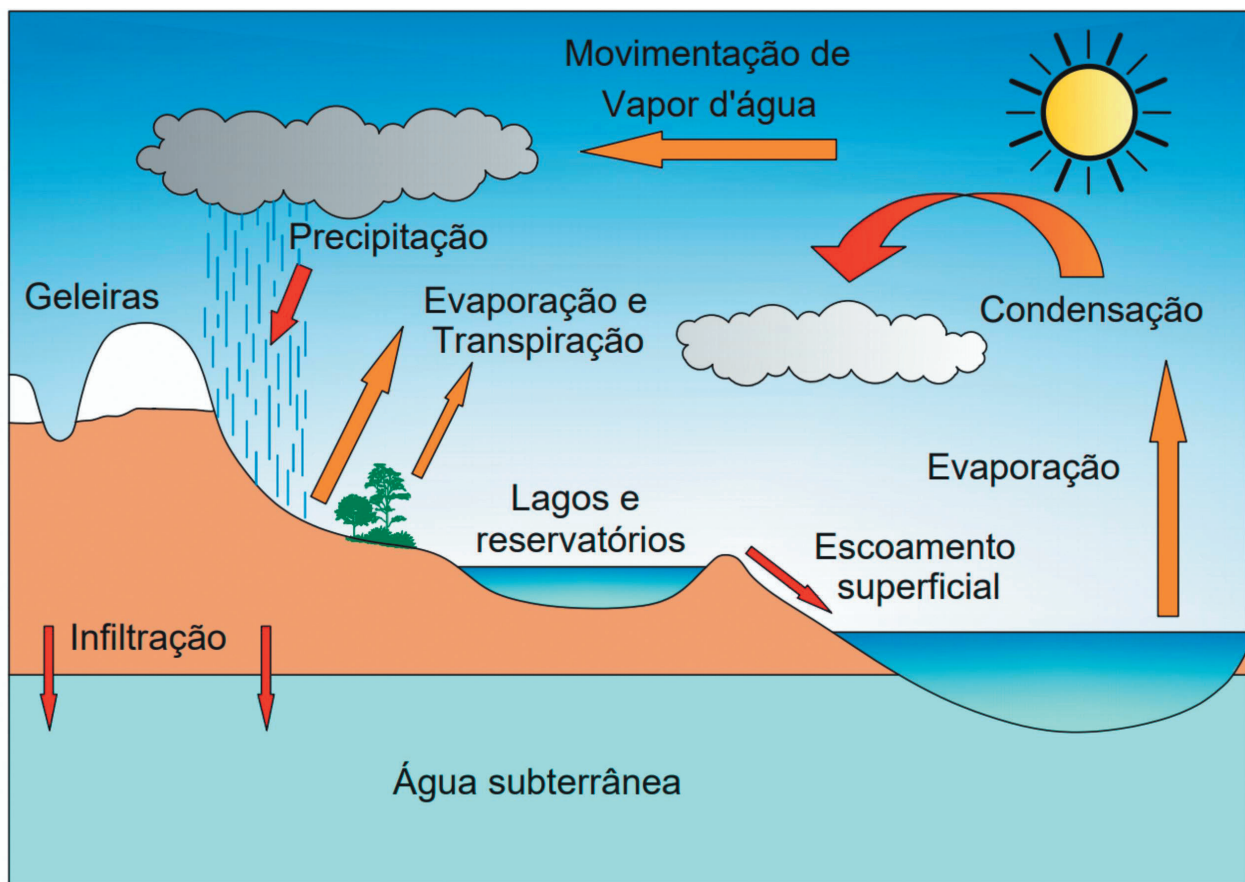


Figura 2 – Ciclo hidrológico (Fonte: Modificado de Grassi, 2001).

As águas subterrâneas possuem uma dinâmica fundamental no ciclo hidrológico e constituem-se numa parcela muito importante sob o ponto de vista ambiental. São elas que alimentam as nascentes, que se transformam em banhados, açudes e outros corpos de água. Elas também são responsáveis pela contribuição de aporte de água aos rios, através do fluxo de água das nascentes. Isto pode ser verificado em longos períodos de estiagens, pelo contínuo escoamento dos leitos dos rios devido ao aporte das águas subterrâneas através do subsolo, conforme mostra a Figura 3.

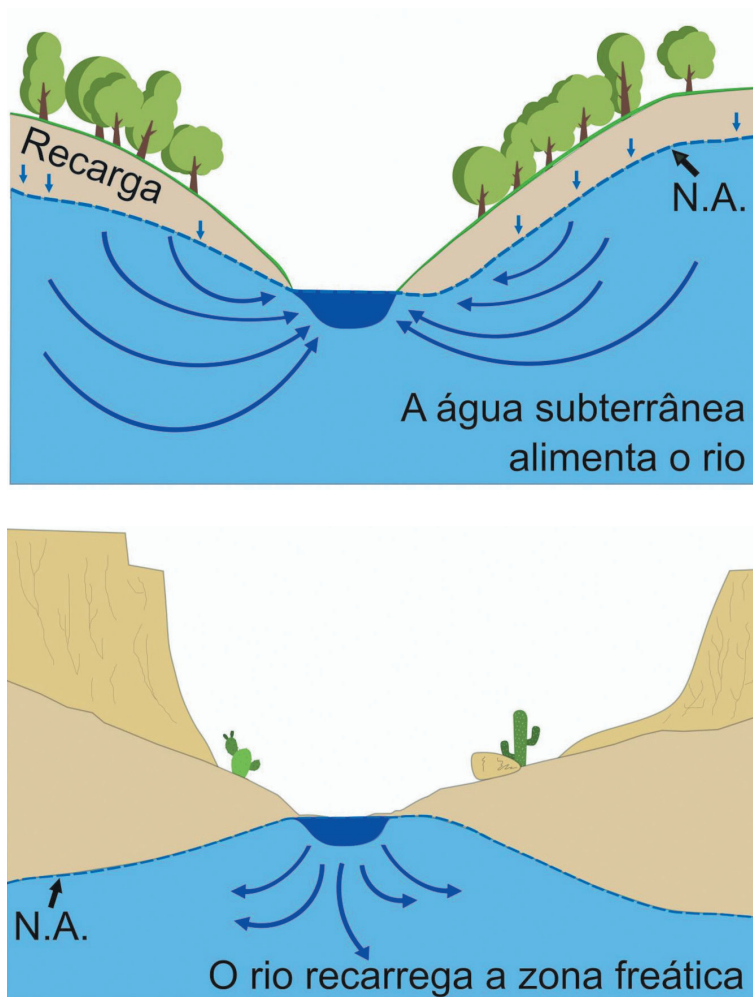


Figura 3 – Contribuição das águas subterrâneas aos rios (Fonte: Modificado de Teixeira, 2006).

3. AQUÍFEROS

As águas subterrâneas são a porção do ciclo hidrológico, abaixo da superfície da terra, que preenchem ou saturam os poros e fraturas das rochas, sedimentos inconsolidados e solos (Figura 4). A infiltração da água das chuvas no subsolo pode avançar de tal modo que leva a sua saturação. A superfície gerada pela formação de uma lâmina d'água saturada denomina-se freático. Acima do nível freático, os poros não estão totalmente preenchidos com água (contém ar também), formando a zona vadosa ou não saturada, enquanto abaixo, estão saturados com água denominado de zona freática ou saturada. O lençol freático tende a acompanhar a topografia do terreno e oscila ao longo do ano, sendo mais raso em áreas úmidas com alta pluviosidade, e mais profundas, em regiões mais secas.

Quando as formações geológicas em subsuperfície (com seus poros e espaços vazios saturados em água) tem capacidade de armazenar e transmitir esta água em quantidades possíveis para uso, o conjunto recebe o nome de aquífero.

A palavra aquífero vem do latim "carregar água" e é formado por um reservatório natural a partir do qual podemos extrair água subterrânea por meio de obras civis do tipo poços. Ou seja, os aquíferos correspondem às zonas totalmente saturadas das rochas, abaixo do lençol freático.

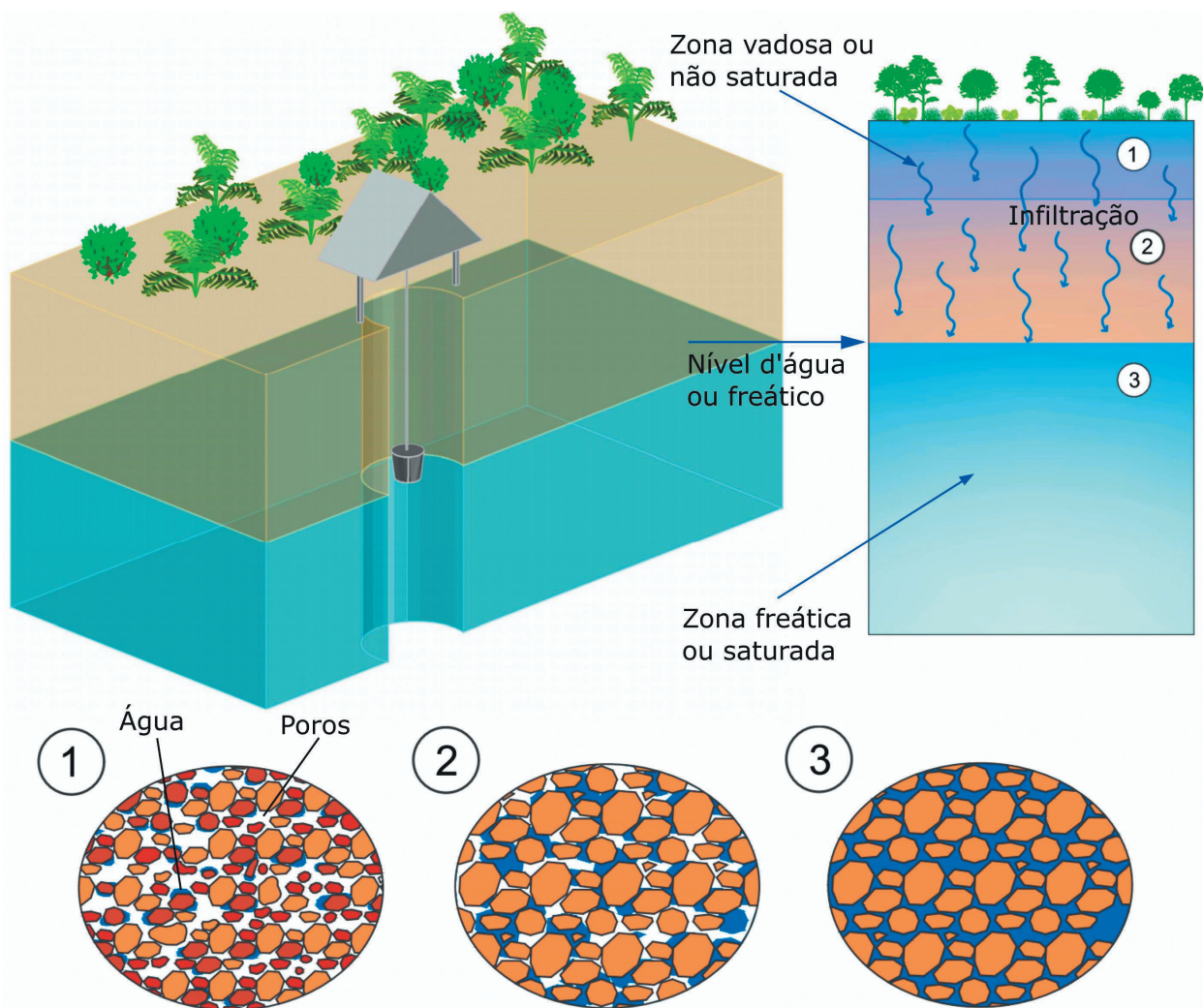
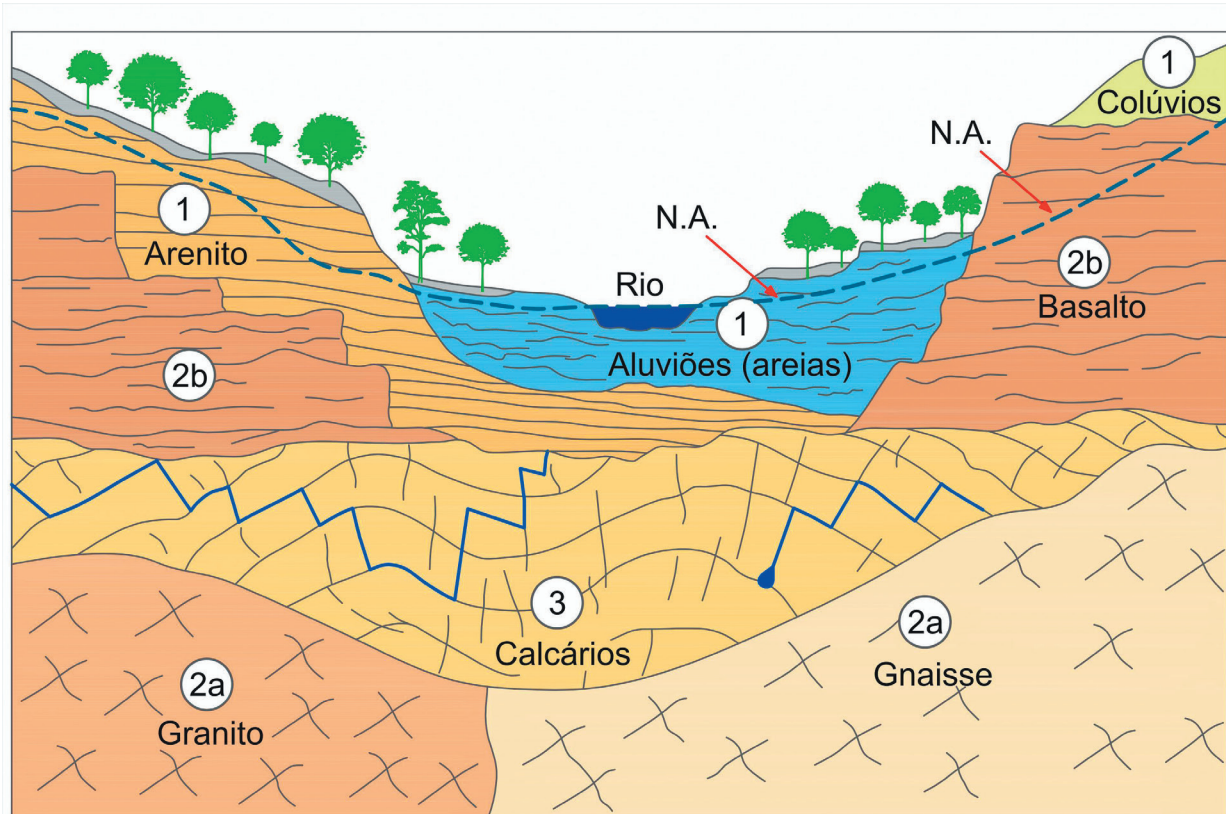


Figura 4 – A figura apresenta as zonas saturadas, não saturadas e nível freático (Fonte: Modificado de Teixeira, 2006).

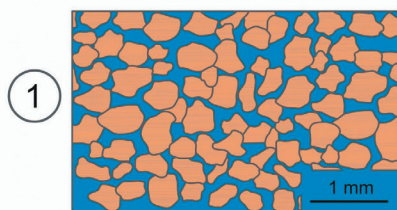
A quantidade de água capaz de ser armazenada e transmitida pelos aquíferos depende, respectivamente, de duas de suas mais importantes propriedades: porosidade e permeabilidade. A primeira, é relacionada com a quantidade total de poros, e a segunda a conectividade destes poros (Figura 5).

As principais categorias de aquíferos estão relacionadas com os tipos de rochas: (1) aquíferos porosos - rochas sedimentares e sedimentos inconsolidados, (2) aquíferos fraturados - rochas ígneas, metamórficas, sedimentares e calcárias (aquíferos cársticos). Os aquíferos também podem se comportar de forma diferente, dependendo das pressões a que estão submetidos (Figura 6).

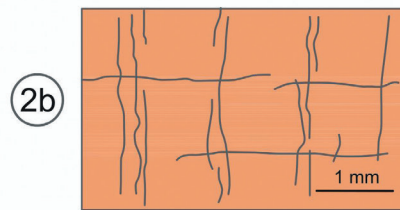
Os aquíferos livres, também denominados de freáticos (nos quais o nível d'água coincide com o nível freático), estão submetidos à pressão atmosférica, são normalmente mais rasos, proporcionando a captação de águas mais superficiais, com obras de baixo custo. E também estão mais sujeitos às contaminações e variações de condições climáticas. Já os aquíferos confinados são aqueles nos quais as camadas aquíferas estão sob pressão litostática confinadas por outras camadas impermeáveis sobrepostas. Normalmente, são aquíferos mais profundos, e menos suscetíveis a contaminações, por serem mais profundos e por estarem protegidos por camadas mais argilosas.



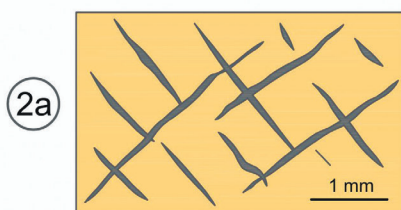
Porosidade intergranular



Porosidade de fraturas de resfriamento



Porosidade de fraturas tectônicas



Porosidade de condutos (cárstica)

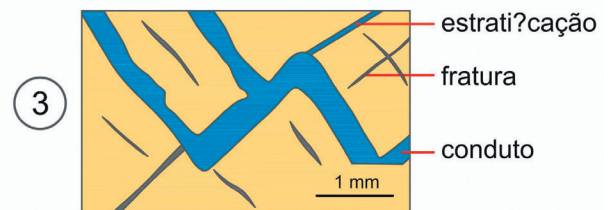


Figura 5 – Percolação da água no subsolo de acordo com a sua porosidade e permeabilidade (Fonte: Modificado de Teixeira, 2006).

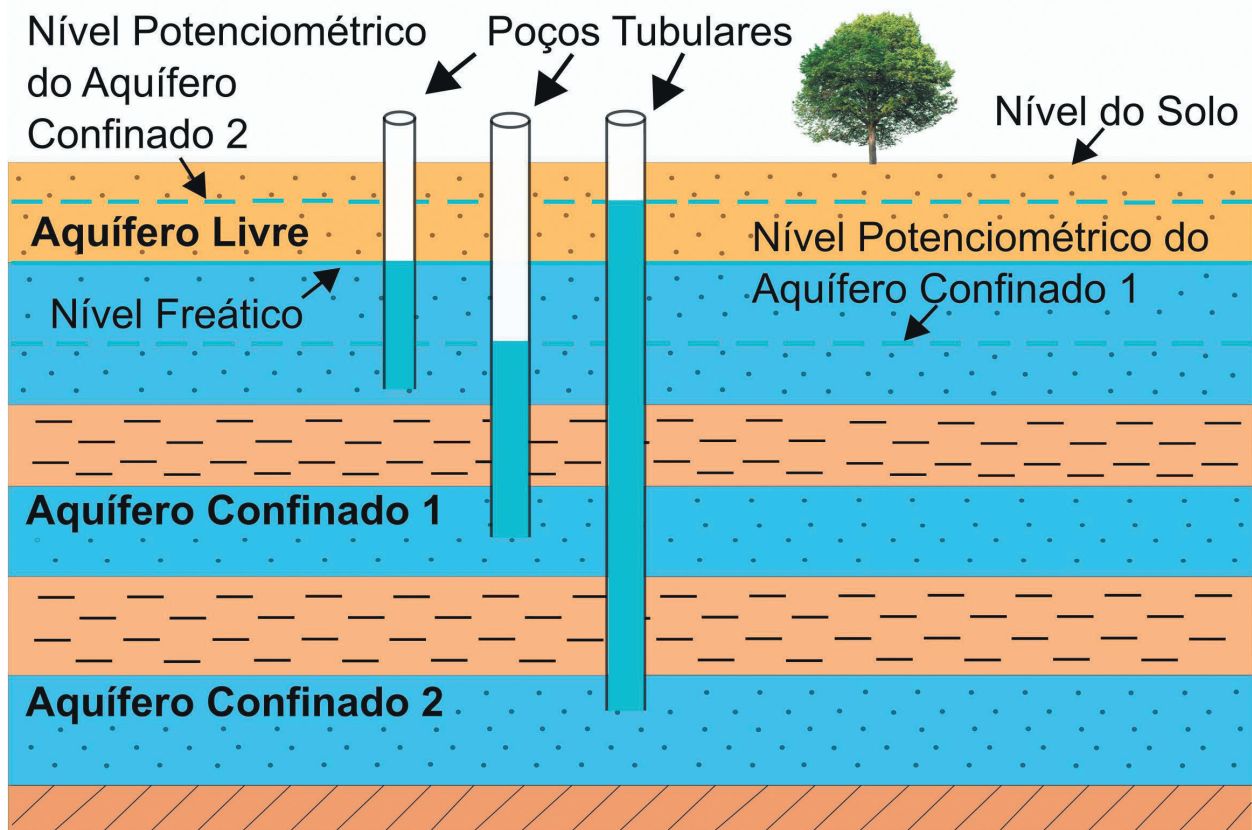


Figura 6 – Tipos de aquíferos (fonte: Modificado de Feitosa et al., 2008).

4. OBRAS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

O acesso aos aquíferos pode ser realizado por meio de obras de captação, como a perfuração de poços, forma mais comum, ou por meio de fontes naturais. Estas fontes representam a exsudação de águas que circulam pelos solos e são descarregadas ao natural na superfície, em função dos aspectos topográficos locais.

4.1 Tipos de Poços

1. Escavados: São muito comum em áreas rurais. Possuem grandes diâmetros (até 2 metros), com profundidades geralmente inferiores a 30 metros. Normalmente são revestidos com tijolos, pedras ou concreto (Figura 7). Nestes poços, a água é extraída com uso de baldes, bombas centrífugas, bombas injetoras e cata-ventos. Captam aquíferos freáticos e são muito suscetíveis a contaminações, principalmente por fossas domésticas, latrinas, pocilgas, entre outros. São poços em desuso, pois fornecem pequenos volumes de água e restringem-se a regiões rurais para satisfazer demandas domésticas. Entretanto, seu abandono de forma inapropriada pode constituir-se numa potencial fonte de poluição, em função de seu grande diâmetro e por expor diretamente o lençol freático.



Figura 7 – Poço escavado construído com tijolos.

2. Poços de pequeno diâmetro: Também conhecidos como poços ponteira, possuem diâmetros inferiores a 100 mm (Figura 9), perfurados com sondas manuais ou mecânicas de pequeno porte e por pessoal sem especialização técnica. As perfurações atingem profundidades normalmente pequenas (< 50 m), dependendo dos portes dos equipamentos e das condições geológicas locais. Normalmente, estes poços são perfurados em terrenos que apresentam sedimentos inconsolidados (planícies costeiras, aluviões, planícies de inundações, rochas intemperizadas, solos, etc). O método utilizado é limitado a terrenos que ofereçam pouca resistência à perfuração. As perfurações deste tipo não conseguem avançar em rochas com muita resistência à perfuração, em rocha sã ou em níveis de cascalho. Em geral são revestidos com tubos de PVC 50 mm para água com seções filtrantes constituídas por tubos ranhurados manualmente. Devido às limitações do método de construção utilizado, são poços que não apresentam vedação sanitária e podem vir a ser um vetor de entrada de contaminantes para o aquífero. No entanto, devido ao baixo custo e facilidade de construção, são os poços mais disseminados na região. Os equipamentos de extração de água mais comuns nesses poços são o compressor e as bombas de recalque, esta última quando os níveis são mais rasos.



Figura 8 – Poço de pequeno diâmetro, revestido com tubo PVC de 50 mm.

3. Poços tubulares profundos: constituem uma obra de engenharia hidrogeológica para captação de água subterrânea (Figura 9), que permite o acesso aos aquíferos. A perfuração é executada com sonda perfuratriz específica, do tipo rotativa, roto-pneumática ou à percussão, revestidos no diâmetro nominal mínimo de 100 mm (4”), podendo ser totalmente ou parcialmente revestido (Figura 10). A classe do revestimento depende do tipo de rocha perfurada e o tipo de aquífero que será explorado. Tecnicamente, é o tipo de poço melhor construído com profundidades desde poucos metros até milhares de metros. São os poços que produzem mais água, desde que devidamente projetados e perfurados e que atinjam os aquíferos desejados. Também possuem melhor proteção sanitária, permitindo a utilização mais eficiente das águas subterrâneas, protegendo-as de contaminações. A extração de água é feita com uso de bombas submersas. Este tipo de poço pode ser utilizado para usos múltiplos, como indústrias, abastecimentos comunitários, irrigação, dessedentação de animais, etc. Para a perfuração de um poço tubular, devem ser obedecidos normativos técnico e legal. Isto propicia a segurança para os proprietários, pois a sua perfuração constitui uma obra de engenharia, sujeita a fiscalização técnica. No mesmo sentido, a perfuração de um poço também possui uma conotação ambiental, de recursos hídricos e saúde pública. Desta forma, as perfurações devem obedecer às legislações vigentes.



Figura 9 – Poço tubular profundo.

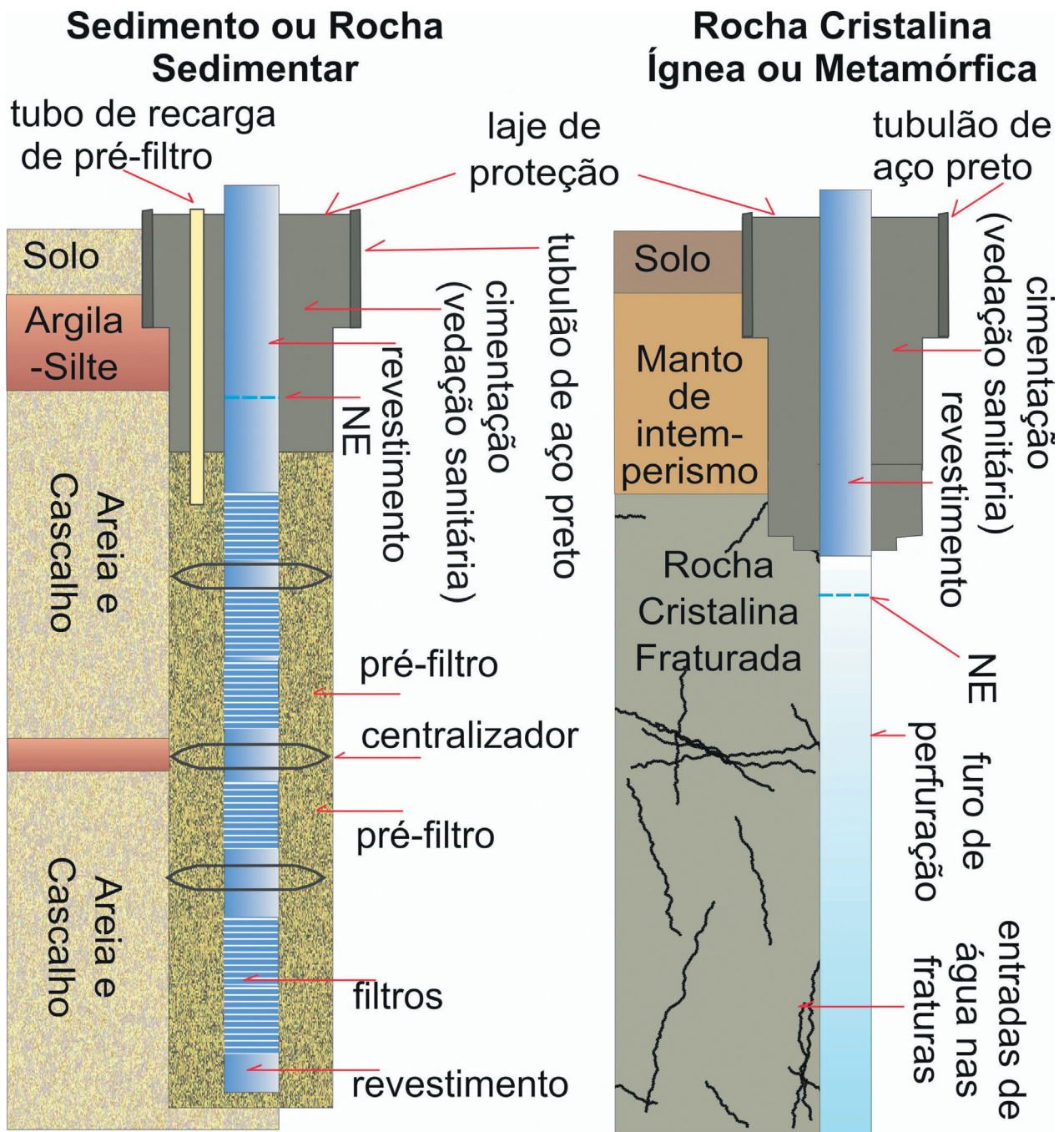


Figura 10 – Tipos de poços (total ou parcialmente revestido).

5. ASPECTOS TÉCNICOS PARA A PERFURAÇÃO DE POÇOS

Os aspectos técnicos para a perfuração de poços dizem respeito às etapas de construção do poço desde o seu planejamento, locação, elaboração do projeto, perfuração, completação e instalações definitivas dos equipamentos.

1. Locação: é a escolha do local onde será perfurado o poço, por meio do estudo hidrogeológico. O estudo identifica o local mais favorável para a ocorrência de água subterrânea e os métodos mais comuns são a interpretação de fotografias aéreas (Figura 11), imagens de satélite, geofísica, estudos geológicos específicos, consultas e investigações de poços existentes na região, reconhecimentos de campo.

Par Estereoscópico de Fotografias Aéreas:

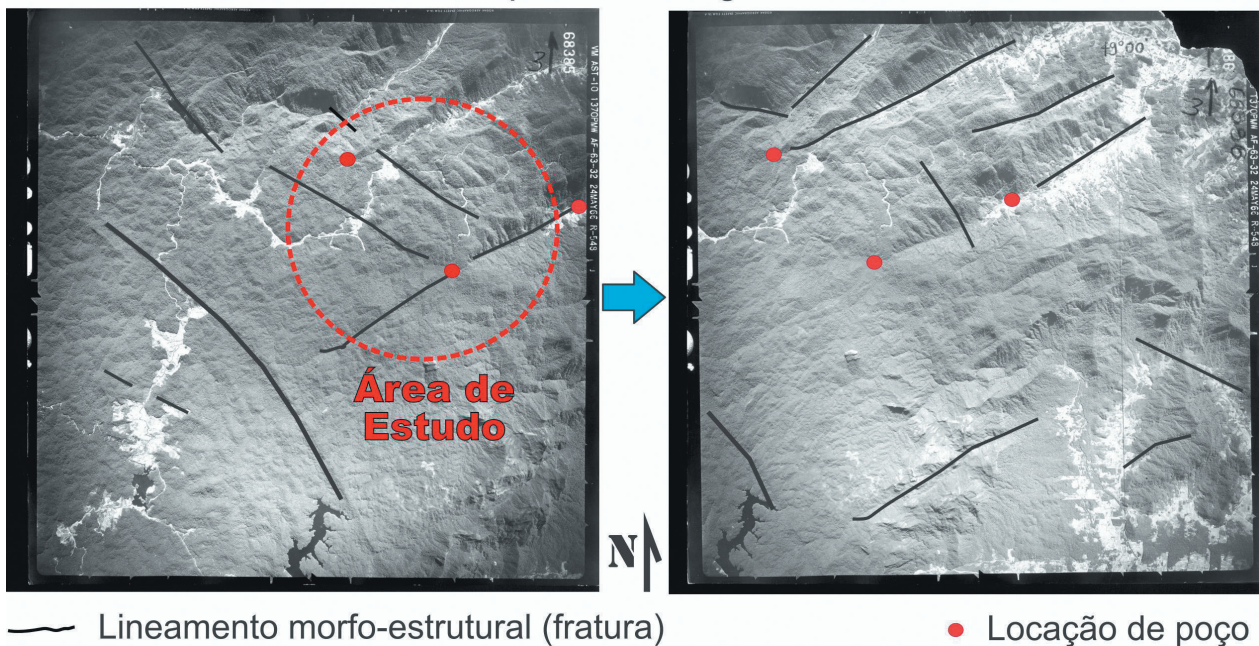


Figura 11 – Localização através de fotografia aérea.

Um aspecto muito importante no reconhecimento hidrogeológico da região são as consultas que os profissionais fazem no SIAGAS (Sistema de Informações de Água Subterrâneas – <http://sia-gasweb.cprm.gov.br/>). Neste sistema estão todos os poços já cadastrados por equipes de técnicos do SGB-CPRM em todo o Brasil. As informações dos poços já cadastrados nos municípios auxiliam muito no trabalho do profissional que vai estudar a região para fazer a locação de novos poços.

2. Projeto: a eficiência de um poço depende da qualidade do seu projeto, que deve considerar todos os aspectos envolvidos. Devem ser considerados desde o local onde será perfurado o poço (características geológicas, aquíferos a serem captados), sistema de perfuração mais apropriado para a perfuração (tipos de perfuratrizes e equipamentos), profundidades previstas, se o poço será totalmente ou parcialmente revestido, filtros, pré-filtros, distância do local a ser abastecido, diâmetros da perfuração e dos revestimentos. Os poços perfurados em rochas maciças como granitos, gnaisses e basaltos são parcialmente revestidos, enquanto aqueles perfurados em material poroso e/ou inconsolidado devem ser totalmente revestidos. A água é extraída com bombas submersas elétricas.

3. Construção (Execução da Obra): a construção do poço deverá ser de acordo com o previsto no projeto. Os itens principais que devem ser considerados na construção são aqueles fundamentais para uma maior vida útil do poço, tais como eficiência hidráulica e condições químicas e sanitárias plenas para uso, sem gerar quaisquer tipos de riscos a danos ambientais e de saúde pública para seus usuários.

5.1 Componentes Principais de Poços Tubulares

Tampa superior: Possui a finalidade de proteger o poço contra a entrada de substâncias ou objetos.

Laje de proteção sanitária: Consiste na confecção de uma laje de concreto, fundida no local, envolvendo o revestimento, com a finalidade de impedir a entrada de águas superficiais

Cimentação anular: Também denominada de selamento, consiste no preenchimento do espaço anular existente entre a parede da perfuração e os revestimentos instalados (Figura 10). O material de preenchimento deve ser constituído por uma mistura de cimento e água ou pellets de argilas expansivas, com espessura mínima de 75 mm. Esta etapa é uma das mais importantes na construção dos poços, pois evita a infiltração de águas superficiais indesejáveis e partículas sólidas para dentro do poço. A maioria dos casos de contaminações de poços se dá pela má cimentação do espaço anular.

Revestimento: É a tubulação definitiva (Figura 12), que vai constituir as paredes do poço propriamente dita.



Figura 12 – Revestimento galvanizado de 6”.

Possui a finalidade de sustentar as paredes da perfuração e constituir a conexão hidráulica que ponha os aquíferos em comunicação com a superfície. Os tipos mais utilizados são os metálicos (aço galvanizado) e os de PVC aditivado (geomecânico). Atualmente os de PVC são os mais utilizados, devido à maior facilidade de instalação e pela maior durabilidade, principalmente em águas mais corrosivas. Os diâmetros mais utilizados em poços tubulares são de 4, 6, 8 e 10”, dependendo do projeto do poço, em função da expectativa de vazão. Os mais comuns são os de 4” e 6”.

Filtro: É um tipo de revestimento que possui aberturas para permitir a passagem de água dos aquíferos para dentro do poço. É utilizado em aquíferos porosos, onde há risco de desmoronamentos das paredes dos poços. Quando os poços são totalmente revestidos, os filtros são instalados nas secções das formações aquíferas. Existem vários tipos de filtros como os espiralados (Figura 13), nold, ranhurados, perfurados, etc.

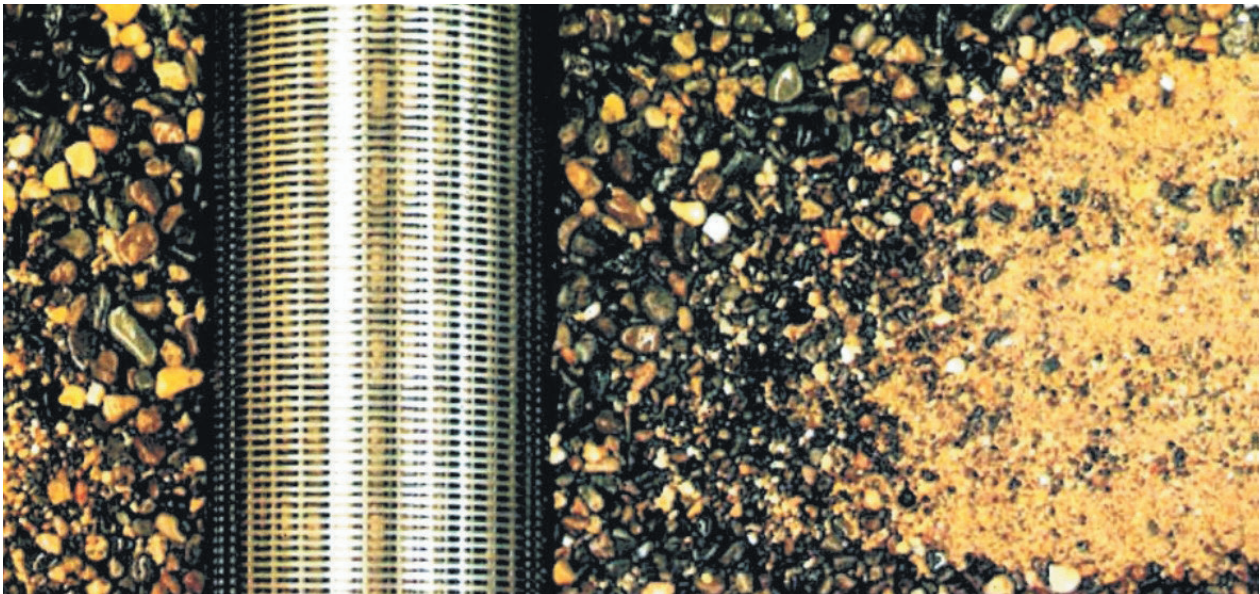


Figura 13 – Filtro espiralado envolvido por pré-filtro selecionado.

Pré-filtro: É um material constituído por grãos de areia selecionados, introduzido no espaço anular entre a parede do poço e os filtros. Tem por objetivo evitar a entrada de materiais da formação geológica para dentro do poço durante o seu bombeamento (Figura 13).

Tampão inferior: É colocado na extremidade inferior dos poços totalmente revestidos, emendado na última barra de revestimento, instalado no final do poço. Tem por objetivo evitar a entrada de materiais por baixo do poço durante o bombeamento ou pela pressão de água.

Determinação da vazão ideal dos poços: Após a conclusão de todas as etapas de perfuração e complementação de um poço, é necessário definir qual é a sua vazão ideal de operação. Ou seja, qual a quantidade de água que pode ser bombeada do poço sem prejudicar o seu regime hídrico. Esta etapa se chama Ensaio de Bombeamento, que é de fundamental importância para a longevidade do uso do poço. Este ensaio está previsto nas normas técnicas de projeto e construção de poços tubulares, NBRs 12212 e 12244 da ABNT. Os ensaios de bombeamento têm por objetivo determinar a vazão de exploração ideal de um poço, permitindo o cálculo dos parâmetros hidrodinâmicos do aquífero. A norma 12212 ABNT determina que o poço deva ser bombeado durante um período de 24 horas ininterruptas, com registros e controle de vazão, nível estático (NE) e nível dinâmico (ND); após bombear por 24 horas, a bomba é desligada e, passa-se a medir a recuperação do nível d'água, por no mínimo 04 horas, ou até o nível recuperar 90% do nível estático original. A sua realização é de fundamental importância para o futuro do poço (Figura 14). O ensaio de bombeamento vai permitir que seja definida o tipo de bomba submersa ideal para o poço (capacidade do motor e nº



Figura 14 – Ensaio de bombeamento (bombeamento por 24 horas ininterruptas).

de estágios). Este cálculo é feito em função da vazão ideal de operação do poço determinada no ensaio de bombeamento (figura 21) e da altura manométrica total em que a água será levada até o reservatório (profundidade da bomba + desnível e distância até o reservatório).

Qualidade da água: outra etapa fundamental antes de um poço entrar em operação é a certificação das características físico-químicas de acordo com as finalidades do uso da água, principalmente no que diz respeito à sua potabilidade, quando se trata de utilizar a água para consumo humano. Os padrões para o consumo humano são determinados pelo Ministério da Saúde (Portaria 1469/2014). A água para beber tem que ser inodora e insípida, além de translúcida. A Tabela 1 define os VMPs dos principais parâmetros analisados para a potabilidade das águas.

Tabela 1. Principais parâmetros analisados para a potabilidade de águas subterrâneas (Fonte: Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde).

Parâmetro	VMP ¹ (até)	Unidade
Aspecto	Límpido	-----
Alcalinidade Total	-	mg/L CaCO ³
Odor	Sem objeção	
Cor	15	UH
Turbidez	5,0	NTU
pH	6,0 a 9,5	no*
SDT ²	1.000	mg/L
Condutividade Elétrica	» 1.500	mS/cm (25 °C)
Dureza Total	500	mg/l de CaCO ³
Alumínio	0,2	mg/L
Bicarbonatos	-	mg/L de CaC ³
Cálcio	-	mg/L
Chumbo	0,01	mg/L
Cloro (Cl)	250	mg/L
Cobre	2,0	mg/L
Cromo	0,05	mg/L
Ferro (Fe)	0,3	mg/L
Fluor (F)	1,5	mg/l de F
Magnésio	-	mg/L
Manganês	0,1	mg/L
Nitratos	10	mg/L
Nitritos	1,0	mg/L
Sulfatos	250	mg/L
Bactéria Heterotrófica	500	UFC/ml
Coliforme fecal	Ausência	UFC/100ml
Coliforme total	Ausência	UFC/100ml

¹VMP: Valor Máximo Permitido ²SDT: Sólidos Dissolvidos Totais.

5.2 Instalação de Poços

Após o poço ser perfurado, são necessárias instalações de equipamentos para a extração de água. Estes equipamentos podem ser resumidos em:

Quadro de Comando: Caixa de metal ou de fibra que contém os componentes elétricos utilizados para o acionamento da bomba submersa. Normalmente são constituídos por um contactor, relé de proteção, fusíveis, terminais de entrada de cabos elétricos (rede elétrica) e de saída (bombas), para-raios, capacitores de partida e permanentes (redes monofásicas) e chaves de partida em três posições: manual, automático e desligado (Figura 15).

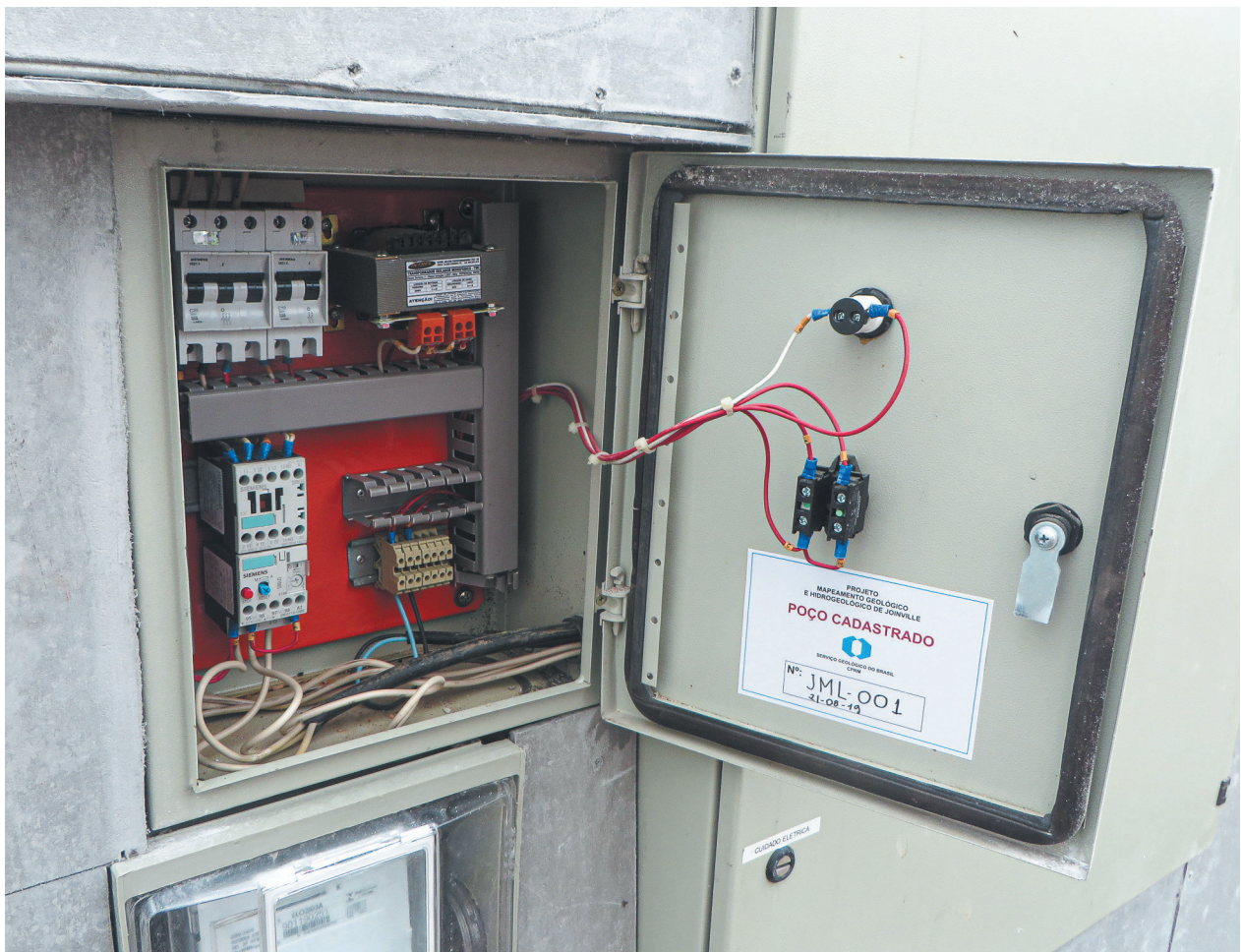


Figura 15 – Quadro de comando com seus componentes elétricos.

Bomba Submersa: É constituída por um conjunto integrado de motor elétrico, bombeador e crivo (Figura 16), dimensionados de acordo com as características hidráulicas de cada poço. É instalada no interior do poço de acordo com a profundidade determinada através dos resultados do ensaio de bombeamento. Cada fabricante possui uma curva específica para cada modelo de bomba submersa, com indicação do seu melhor rendimento da vazão em uma determinada altura manométrica total. As bombas podem vir com os diversos tipos de tensão das redes elétricas disponíveis: 220 V monofásica / 380 V trifásica, etc.



Figura 16 – Bomba submersa para extração de água de poços.

Cabo Elétrico: Condutor elétrico que interliga o quadro de comando à bomba submersa no interior do poço. Deve ser dimensionado conforme a capacidade do motor da bomba submersa e a distância entre a bomba submersa e o quadro de comando. Os cabos mais utilizados são: 3x2, 3x4, 3x6 e 3x10 mm².

5.3 Recomendações de Uso de Poços

- Manter limpa a área do entorno do poço;
- Manter o poço tamponado;
- Manter conservado o cercamento do entorno;
- Seguir as normas de manutenção da bomba;
- Anotar mensalmente o consumo de água do poço;
- Anotar mensalmente o consumo de energia elétrica da bomba do poço;
- Guardar o relatório da obra, em lugar seguro;
- Fazer as análises recomendadas, nos prazos;
- Providenciar conserto logo ao estragar;
- Providenciar avaliação técnica se identificar algo estranho no funcionamento;
- Efetuar limpezas periódicas do reservatório (a cada ano ou em casos especiais).

5.4 Problemas Mais Comuns em Poços e Possíveis Soluções

Quadro 1. Possíveis causas e soluções para alguns dos problemas construtivos mais comuns.

Problemas Construtivos	Possíveis Causas	Possíveis Soluções
Turbidez na água + Cor	Problema na estrutura Não aplicação de pré-filtro ou pré-filtro mal dimensionado Mal revestido/mal roscado Revestimentos / Filtros quebrados Mal desenvolvido na construção Sem cimentação anular	Limpeza mecânica Desenvolvimento Revitalização Recuperação
Perda de vazão	Defeito na Bomba Defeito no Poço (Incrustações, corrosões) Excesso de bombeamento	Troca e/ou reparo da bomba Novo teste de bombeamento Limpeza mecânica e química
Sólidos em suspensão	Produção de areia/bioincrustações	Limpeza mecânica Desenvolvimento

6. ASPECTOS LEGAIS

6.1 Legislação de Recursos Hídricos - Leis Federais

Constituinte federal (1988) – Artigo 20/26/176 – água como bens do estado. Artigo 21 – institui o Sistema Nacional de Recursos Hídricos e a outorga de uso.

Lei 9433/1997 – Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

6.2 Legislação Estadual (SC)

Lei 9748/1994 – Dispõe sobre a política estadual de recursos hídricos.

Decreto 4778/2006 – regulamenta a outorga de direito de uso dos recursos hídricos no estado de Santa Catarina.

Resolução CNRH nº 32, 2003 — estabelece critérios gerais para outorgas de direito de usos das águas subterrâneas.

Resolução CERH nº 02, 2014 — dispõe sobre o uso das águas subterrâneas no estado de Santa Catarina.

Resolução CERH nº, 2014 — dispõe sobre os procedimentos de natureza técnica a serem observados no exame dos pedidos de outorga de uso das águas subterrâneas no estado de Santa Catarina.

Pela Legislação, tanto federal, quanto estadual, há a necessidade de solicitação de outorga para a captação das águas subterrâneas.

6.3 Tipos de outorgas em SC (SDE, 2020)

Autorização Prévia para a perfuração de poços: para novos empreendimentos, deverá ser requerida, primeiramente, a Autorização Prévia, e, posteriormente, a outorga de direito de uso. O empreendedor deverá solicitar a autorização prévia para a perfuração do poço em futuros empreendimento ou atividades, observando o disposto na Resolução nº 02, de 14 de agosto de 2014, do CERH.

Outorgas de direito de uso: é o ato administrativo que expressa os termos e as condições mediante as quais o Poder Público permite, por prazo determinado, o uso de recursos hídricos por um período de até 10 anos, a contar da data de emissão pelo órgão gestor de recursos hídricos. Os poços já existentes que possuam licença ambiental (LAO), ao final da validade desta, devem solicitar a Outorga de Direito de Uso que equivale à renovação da LAO.

Órgão concedente da outorga: No estado de Santa Catarina, os atos de autorização de uso de recursos hídricos de domínio estadual (superficiais ou subterrâneas) são de competência da SDE (Secretaria de Desenvolvimento Econômico Sustentável), por meio da DRHI (Diretoria de Recursos Hídricos), órgão gestor de recursos hídricos no estado. Quem pretende fazer a extração de água subterrânea, através da captação de poços tubulares, deve solicitar a anuência prévia junto a DRHI. Essa manifestação da diretoria autoriza ao requerente o direito de perfurar o poço tubular profundo e tem validade por um ano.

Após o recebimento do documento de anuência e até 60 dias depois de executada a obra, deve ser solicitada a outorga de direito de uso antes de se iniciar a utilização das águas subterrâneas.

6.4 Passos para solicitar a anuência prévia e outorga de uso das águas subterrâneas

Em casos de poços a serem perfurados:

1º Passo — Cadastro de usuários de água (www.aguas.sc.gov.br)

2º Passo — Requerimento de Autorização Prévia para perfuração de poços (www.aguas.sc.gov.br)

3º Passo — Outorga de direito de uso mediante lista de documentos (www.aguas.sc.gov.br) (Figura 17)

Em casos de poços já existentes:

1º Passo — Cadastro de usuários

2º Passo — Outorga de direito de uso, mediante lista de documentos (Figura 17)



ESTADO DE SANTA CATARINA
SECRETARIA EXECUTIVA DE MEIO AMBIENTE
DIRETORIA DE RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO



OUTORGA DE DIREITO DE USO DOS RECURSOS HÍDRICOS – CAPTAÇÃO SUBTERRÂNEA

DOCUMENTAÇÃO A SER ANEXADA

- I** – Requerimento Padrão de Outorga (Obs: deverá ser enviada a Procuração autenticada em cartório quando houver representante legal);
- II** – Localização da obra em coordenadas geográficas, referenciado ao sistema de coordenadas UTM e datum horizontal SIRGAS 2000, planta de locação 1:50.000 e planta de situação 1:2.000. As plantas e mapas devem ser entregues no formato pdf.
- III** – Identificação do requerente mediante dados do Cadastro de Pessoa Física (CPF), se pessoa física; ou dados do Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica (CNPJ) e Contrato Social ou Ato Constitutivo, se pessoa jurídica;
- IV** – Identificação e definição do tipo de aquífero a ser explorado e respectiva bacia hidrográfica;
- V** – Comprovação do recolhimento dos emolumentos correspondentes ao ressarcimento dos custos dos serviços de publicação no Diário Oficial do Estado e da tramitação e análise técnica do requerimento, de acordo com os procedimentos e valores fixados pelo Órgão Outorgante, na forma do regime orçamentário do Governo do Estado, como receitas diversas (Obs: após análise preliminar da documentação será gerado um DARE e enviado por e-mail ao requerente para pagamento);
- VI** – Certidão da Prefeitura Municipal declarando expressamente que o local e o tipo de empreendimento ou atividades estão em conformidade com a legislação municipal aplicável ao uso e ocupação do solo e à proteção do meio ambiente;
- VII** – Projeto técnico conforme as normas NBR 12.212 e 12.244 elaborado por profissional habilitado junto ao respectivo Conselho Profissional;
- VIII** – Projeto operacional do poço:
- a) a vazão máxima instantânea e volume diário que se pretenda derivar;
 - b) regime de variação, em termos de número de dias de captação, em cada mês, e de número de horas de captação, em cada dia;
 - c) a vazão consuntiva;
 - d) teste de bombeamento com duração de, no mínimo, 24 horas;
 - e) nível de água estático e nível de água dinâmico;
 - f) perfil litológico e construtivo;
 - g) condições de exploração recomendadas;
 - h) resultados de análises físico-químicas e bacteriológicas da água, para os parâmetros preconizados pelo Ministério da Saúde*;
 - i) profundidade do poço;
 - j) cota do poço;
 - k) Fotografias do poço (aspectos gerais, detalhes do hidrômetro, selo sanitário, tubos auxiliares para a medição de níveis, cercamento, tampa de proteção, sistema de cloração em casos de abastecimento humano);
- IX** – Informar a concentração de poços existentes no local e proximidades num raio de 200 m;
- X** - Indicação dos documentos de propriedade e quando aplicável o documento de cessão de uso do terreno onde se situa o empreendimento;
- XI** – Extrato da Declaração do Cadastro Estadual de Usuários de Recursos Hídricos – CEURH;
- XII** – Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) do responsável pelo estudo ou projeto básico;
- XIII** – Caracterização do equipamento de bombeamento e do hidrômetro (com a especificação técnica de cada

ENDEREÇO PARA PROTOCOLO DIGITAL DO PROCESSO DE OUTORGA

SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO SUSTENTÁVEL / DIRETORIA DE RECURSOS HÍDRICOS
Rod. SC 401, km 5, nº 4756 - Ed. Office Park - Bloco 2 - 2º andar - Saco Grande II – CEP 88032-005 – Florianópolis – SC
Informações: (48) 3665-4205 / Correio Eletrônico: outorga@sde.sc.gov.br

Figura 17a – Documentação solicitada pela SDE para outorga de captação de águas subterrâneas em SC.



ESTADO DE SANTA CATARINA
 SECRETARIA EXECUTIVA DE MEIO AMBIENTE
 DIRETORIA DE RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO



equipamento);

XIV – Licença Ambiental, quando aplicável;

XV – Documento do concedente ou concessionária de água informando a falta de capacidade ou inviabilidade de abastecimento onde existir rede pública de abastecimento;

*** Parâmetros a serem apresentados na análise físico-química e bacteriológica:**

N.º	PARÂMETRO	N.º	PARÂMETRO
1	Alcalinidade Total – CaCO ₃ (mg/l)	17	Nitritos – N-NO ₂ (mg/l)
2	Bicarbonatos – HCO ₃ (mg/l)	18	Odor
3	Cálcio – Ca (mg/l)	19	pH
4	Carbonatos – CO ₃ (mg/l)	20	Potássio – K (mg/l)
5	Cloretos – Cl (mg/l)	21	Sílica dissolvida – SiO ₂ (mg/l)
6	Condutividade (µS/cm) à 25°C	22	Sódio – Na (mg/l)
7	Cor (uH)	23	Sólidos dissolvidos totais (mg/l)
8	Dióxido de Carbono livre – CO ₂ (mg/l)	24	Sólidos totais à 103°C (mg/l)
9	Dureza total – CaCO ₃ (mg/l)	25	Sulfatos – SO ₄ (mg/l)
10	Ferro total – Fe (mg/l)	26	Turbidez (UT)
11	Fluoretos – F (mg/l)	27	Balanco iônico (Σ cátions e Σ ânions)
12	Fosfatos – PO ₄ (mg/l)	28	DBO (mg/l)
13	Hidróxidos – OH (mg/l)	29	DQO (mg/l)
14	Magnésio – Mg (mg/l)	30	Coliformes Termotolerantes- E. coli
15	Manganês – Mn (mg/L)	31	Coliformes Totais
16	Nitratos – N-NO ₃ (mg/L)		

Onde existir rede pública de abastecimento não será permitido à captação de água subterrânea, salvo quando houver manifestação formal do concedente ou concessionária do respectivo serviço, informando a falta de capacidade ou inviabilidade de abastecimento. Esta orientação está de acordo com o que reza o Decreto nº 7.217 de 21 de junho 2010 (ver art. 6º e 7º), que regulamenta a Lei no 11.445, de 5 de janeiro de 2007 (ver art. 45), que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências.

OBSERVAÇÃO: Os documentos deverão ser protocolados **exclusivamente na forma digital** através do e-mail protocolo@sde.sc.gov.br ou diretamente na SDE, através de dispositivo de armazenamento (por exemplo, Pen Drive) limitado em 15 Mega por arquivo. **Documentação complementar** em resposta a pedidos feitos pela Gerencia de Outorga (GEORH) **deverá ser encaminhada, no prazo de 30 dias, exclusivamente pelo e-mail do técnico analista da GEORH que os solicitou.**

Figura 17b – Documentação solicitada pela SDE para outorga de captação de águas subterrâneas em SC.

Além da legislação de recursos hídricos, há outra legislação, relativa à atividade técnica para a perfuração de um poço. Como se sabe, a perfuração de um poço é considerada como uma obra de engenharia. Para execução de tal obra, portanto, é necessário o acompanhamento de um responsável técnico devidamente habilitado durante todo o processo, desde a elaboração do projeto até a perfuração. Este responsável técnico e empresa perfuradora devem estar habilitados pelo CREA. Desta forma, procura-se garantir a boa condução técnica do projeto e a construção do poço, proporcionando a utilização do mesmo com a melhor eficiência e proteção do meio ambiente.

A Figura 18 exibe um poço tubular instalado com as características solicitadas no VIII (k), da documentação solicitada para a outorga de captação de água subterrânea.

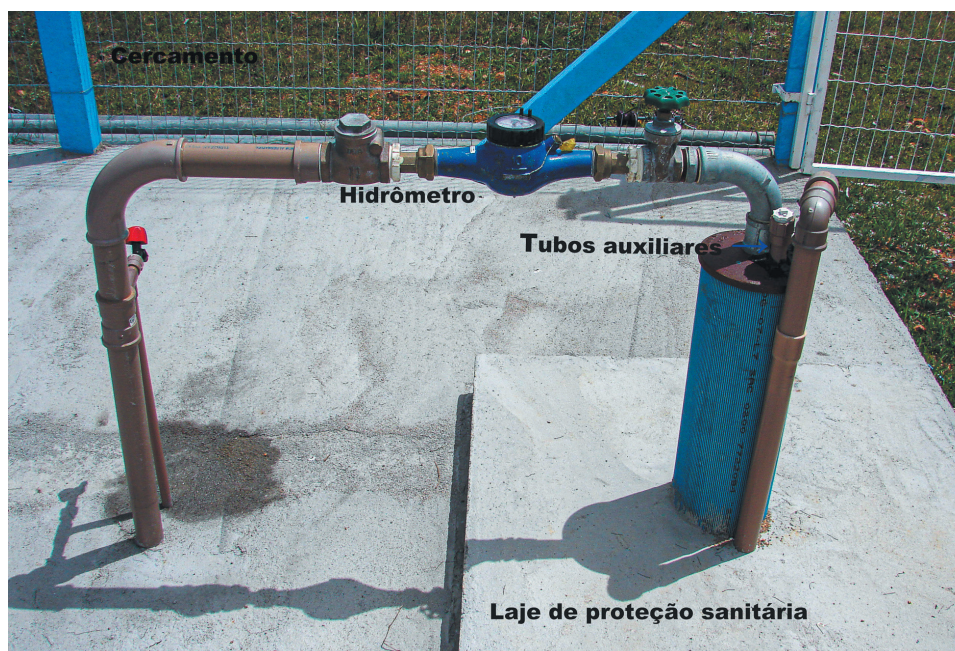


Figura 18 – Poço instalado com equipamentos necessários para a outorga

7. REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas – NBR 12212 – **Projeto de poço para captação de água subterrânea, 2006.**

_____. – NBR 12244 – Construção de poço para captação de água subterrânea, 2006.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria 2914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

COSTA FILHO, W. D. **Noções básicas sobre poços tubulares:** cartilha técnica. Fortaleza: ABAS; SEBRAE, 2000. 40 p.

ESTADO DE SANTA CATARINA. Resolução nº 02, de 14 de agosto de 2014. <http://www.sde.sc.gov.br/index.php/biblioteca/recursos-hidricos-e-saneamento/1287-resolucao-2014-uso-da-agua-1/file> Acessado em 18 de Dezembro de 2020.

------. Outorga de direito de uso dos recursos hídricos – Captação Subterrânea. http://www.aguas.sc.gov.br/jsmallfib_top/Diretoria%20de%20Recursos%20Hidricos/Outorga/Formularios/Lista%20de%20Documentos%20-%20Outorga%20de%20Direito%20de%20Uso/2020-Outorga_de_Direito_de_Uso-Capcao_Subterranea.pdf Acessado em 18 de Dezembro de 2020.

FEITOSA, Fernando A. Carneiro (Coord.) *et al.* Hidrogeologia: conceitos e aplicações. 3 ed. rev. e ampl. Rio de Janeiro: CPRM ; Recife: LABHID, 2008. 812 p. il. color. ISBN 9788574990613. <http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/14818> Acessado em 18 de Dezembrod e 2020.

GRASSI, M.T. As águas do planeta Terra. Química Nova na Escola, Cadernos Temáticos, 1, 31-40, 2001. <http://qnesc.s bq.org.br/online/cadernos/01/aguas.pdf> Acessado em 18 de Dezembro de 2020.

PENA, Rodolfo F. Alves. «Distribuição da água no mundo»; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/geografia/distribuicao-agua-no-mundo.htm>. Acesso em 28 de maio de 2020.

TEIXEIRA, Wilson (Org.) *et al.* **Decifrando a Terra.** 2.ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2006. 623 p.

17. ANEXO A – ORIENTAÇÕES PARA LIMPEZA DE POÇOS ESCAVADOS E CAPTAÇÕES DE FONTES

Fonte da informação:

IAT (antigo Instituto das Águas do Paraná, atual Instituto Água e Terra do Paraná)

<http://www.aguasparana.pr.gov.br/pagina-72.html>

Acessado em dezembro de 2019.

A desinfecção deve ser realizada após a conclusão da construção, eventual reparo realizado no poço ou fonte e sempre que comprovar a contaminação da água.

1. Retirar toda água do poço ou fonte com auxílio de uma bomba;
2. Limpar todo o lodo do fundo e escovar bem as paredes do poço ou fonte;
3. Deixar entrar água novamente até estabilizar o nível;
4. Preparar a solução desinfetante num balde, com quantidade suficiente de água para dissolver o desinfetante e depois misturar na água do poço ou fonte;
5. Fazer recirculação da água para misturar bem o desinfetante (tirar a água do poço e jogar ao interior várias vezes);
6. Esperar 12 horas e esvaziar totalmente o poço ou fonte;

Obs.: Quando houver reservatório domiciliar (caixa d'água) deverá ser efetuada a sua desinfecção, observando a instruções abaixo:

- a) Escovar e limpar a caixa d'água;
- b) Enchê-la com a mesma água clorada do poço (água que foi adicionada a solução desinfetante), a seguir, abra todas as torneiras e deixe escoar até sentir o cheiro do desinfetante, depois feche-as;
- c) Esperar 4 horas e abrir as torneiras para esvaziar a caixa d'água.

7. Deixar que o poço ou fonte encha novamente de água;
8. Repetir o exame bacteriológico após o término do serviço.

Com esse tratamento, o poço ou fonte, a caixa d'água e as canalizações ficarão desinfetadas.

A OPERAÇÃO DE LIMPEZA E DESINFECÇÃO DO POÇO, FONTE OU CAIXA D'ÁGUA, DEVERÁ SER FEITA PELO MENOS DE 6 EM 6 MESES.

Tabela para calcular o volume de água de poço cacimba (m³)

- Medir o diâmetro (bocal) do poço;
- Medir a quantidade de água (altura-h).

Com estes dados, verifique na Tabela, abaixo, a quantidade de m³ de água que possui seu poço ou fonte.

Para saber a quantidade de desinfetante a ser utilizado na desinfecção de um poço, basta saber o volume de água existente no mesmo e acrescentar o desinfetante na medida certa, multiplicando os m³ de água pela quantidade de desinfetante.

Quantidade de desinfetante a usar:

CAL CLORADA a 32% – 200 gr/m³ ou

ÁGUA SANITÁRIA (Q boa, etc.) – 2 litros/ m³

HIPOCLORITO DE SÓDIO A 10% – ½ litros/ m³

Tabela 17.1 Tabela para calcular o volume de água de poço cacimba.

D	Altura do nível da água (h)									
	1,00	1,40	1,80	2,20	2,60	3,00	3,40	3,80	4,20	4,60
0,80	0,50	0,70	0,90	1,10	1,30	1,50	1,80	2,00	2,20	2,30
1,00	0,80	1,10	1,40	1,70	2,00	2,30	2,70	3,00	3,30	3,60
1,20	1,10	1,60	2,00	2,50	2,90	3,40	3,80	4,30	4,70	5,20
1,40	1,50	2,10	2,80	3,40	4,00	4,60	5,20	5,80	6,40	7,00
1,60	2,00	2,80	3,60	4,40	5,20	6,00	6,80	7,60	8,40	9,20

Onde D = Diâmetro do Poço.

Exemplo prático:

Para um poço com as medidas de:

D = 1,20 m de diâmetro (largura do bocal)

H = 3,00 m de altura do nível da água (h)

Pela tabela acima, notamos que um poço com essas medidas contém 3,40 m³/h. Para cada 1,00 m³ de água é necessário usar 200 gramas de cal clorada para desinfetar, portanto é só multiplicar o volume encontrado na tabela por 200 g.

Assim: **3,40 m³/h. x 200 gramas = 680 gramas de cal clorada.**



Foto: Prefeitura Municipal de Joinville

Este produto apresenta os resultados do cadastramento de poços realizado entre agosto de 2019 e março de 2020, cujo objetivo principal foi buscar o conhecimento parcial da infraestrutura hídrica instalada e a estimativa dos recursos hídricos subterrâneos utilizados, bem como avaliar e caracterizar os tipos de obras de captação de água subterrânea instaladas até o momento no município de Joinville.

Uma breve conceituação teórica a respeito dos termos técnicos mais comumente adotados em captação de água subterrânea e uma descrição resumida dos aquíferos presentes no município de Joinville são abordadas, seguidas da caracterização dos tipos de obras de captação de água subterrânea existentes. Baseados nos resultados obtidos, é traçado um panorama das obras de captação existentes em Joinville através de uma análise crítica e propositiva, culminando com uma diretriz para as futuras obras de captação de água subterrânea no município.

O banco de dados de poços em formato geodatabase, mapa de pontos cadastrados, fichas cadastrais de campo e fotografias dos pontos cadastrados acompanham este relatório técnico.

Também foi elaborado um manual simplificado sobre a forma de perfuração, operação e manutenção de poços tubulares para exploração das águas subterrâneas nos sistemas aquíferos presentes no município de Joinville.

Contrato SEI Nº 1621270-SAP.GABE/SAP.USU/SAP.USU.ADI

Serviço Geológico do Brasil – CPRM
Superintendência Regional de Porto Alegre
Rua Banco da Província, 105 – Santa Tereza
Porto Alegre – RS – CEP: 90840-030
Tel.: (51) 3406-7300