

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

DIRETORIA DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL
DEPARTAMENTO DE HIDROLOGIA
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE PORTO ALEGRE

Programa Disponibilidade Hídrica do Brasil

MAPA HIDROGEOLÓGICO DO ESTADO DE SANTA CATARINA

Escala 1:500.000

CONVÊNIO CPRM Nº 020/2008 – DRH/SDS/SC Nº 10.902/2088-9



PORTO ALEGRE
2013

PROGRAMA DE DISPONIBILIDADE HÍDRICA DO BRASIL
INTEGRAÇÃO, ATUALIZAÇÃO E DIFUSÃO DE DADOS DA GEOLOGIA DO BRASIL

CPRM - SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE PORTO ALEGRE
RUA BANCO DA PROVÍNCIA, 105 – SANTA TERESA
PORTO ALEGRE – RS – 90840-030
Fax: (51) 3406-7300
Tel: (51) 3233-7772
HTTP://WWW.CPRM.GOV.BR
bibliotecars@cprm.gov.br

Machado, José Luiz Flores.

Mapa hidrogeológico do estado de Santa Catarina / José
Luiz Flores Machado. – Porto Alegre : CPRM, 2013.
1 CD-ROM. – (Cartas Hidrogeológicas Estaduais)

ISBN 978-85-7499-208-2

1.Hidrogeologia – Brasil – Santa Catarina. 2.Águas
subterrâneas – Brasil – Santa Catarina. I. Título. II. Série.

CDD 551.49098164

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

DIRETORIA DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL

DEPARTAMENTO DE HIDROLOGIA

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE PORTO ALEGRE

Programa Disponibilidade Hídrica do Brasil

MAPA HIDROGEOLÓGICO DO ESTADO DE SANTA CATARINA

José Luiz Flores Machado



PORTO ALEGRE

2013

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

DIRETORIA DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL
DEPARTAMENTO DE HIDROLOGIA
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE PORTO ALEGRE

Programa Disponibilidade Hídrica do Brasil

MAPA HIDROGEOLÓGICO DE SANTA CATARINA

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
Edison Lobão
Ministro de Estado

SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
Carlos Nogueira da Costa Junior
Secretário

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - CPRM

Manoel Barretto da Rocha Neto
Diretor-Presidente
Roberto Ventura Santos
Diretor de Geologia e Recursos Minerais
Thales de Queiroz Sampaio
Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial
Antônio Carlos Bacelar Nunes
Diretor de Relações Institucionais e Desenvolvimento
Eduardo Santa Helena
Diretor de Administração e Finanças
Frederico Peixinho
Chefe do Departamento de Hidrologia
José Carlos da Silva
Chefe de Divisão de Hidrogeologia e Exploração
João Henrique Gonçalves
Chefe de Divisão de Geoprocessamento
Ernesto von Sperling
Chefe do Departamento de Relações Institucionais e Divulgação
José Márcio Henriques Soares
Chefe da Divisão de Marketing e Divulgação

GOVERNO DO ESTADO DE SANTA CATARINA

Raimundo Colombo
Governador
Paulo Bornhausen
Secretario de Estado e Desenvolvimento Econômico
Edison Pereira Lima
Diretor de Recursos Hídricos

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE PORTO ALEGRE

José Leonardo Silva Andriotti
Superintendente Regional
Marcos Alexandre de Freitas
Gerente de Hidrologia e Gestão Territorial
João Ângelo Toniolo
Gerente de Geologia e Recursos Minerais
Ana Cláudia Vieiro
Gerente de Relações Institucionais e Desenvolvimento
Alexandre Goulart
Gerente de Administração e Finanças

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

DIRETORIA DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL
DEPARTAMENTO DE HIDROLOGIA
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE PORTO ALEGRE

CRÉDITOS DE AUTORIA DO RELATÓRIO

José Luiz Flores Machado

COORDENAÇÃO TÉCNICA REGIONAL

Marcos Alexandre de Freitas (Gerente de Hidrologia e Gestão Territorial)

Marcelo Goffermann (Supervisor do Projeto)

José Luiz Flores Machado (Chefe do Projeto)

APOIO TÉCNICO DA CPRM

Departamento de Hidrologia

Frederico Peixinho

Divisão de Hidrogeologia e Exploração

José Carlos da Silva

Divisão de Geoprocessamento

João Henrique Gonçalves

Superintendência Regional de Porto Alegre

José Leonardo Silva Adriotti

Gerência de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Ana Cláudia Vero

Execução Técnica

José Luiz Flores Machado

Diogo Rodrigues Andrade da Silva

Bráulio Robério Caye

Geraldo Barros Pimentel

José Luiz Marques

Mário Luiz Dame Wrege

Mateus Marcili dos Santos Silva

Roberto Eduardo Kirchheim

Apoio Técnico

Bruno Francisco B. Schiehl

Romeu Premoli

Valter dos Santos Cabral

Paulo Rogério Ribeiro da Silva

Juarez dos Santos Marin

Pedro César de Freitas

Luiz Carlos da Silva

Tiago Marin

Multimídia

Álvaro Belotto

Marcos Vinícius Obino Cunha Junior

Raquel Barros Binotto

Estagiárias

Camila Dalla Porta Mattiuzi

Shaiene Vieira Figueira

Banco de Dados SIAGAS

Roberto Eduardo Kirchheim

Sistema de Informações Geográficas e Edição de Mapa

Ademir Evandro Flores

Álvaro Belotto Perini

Daniel Mottin Soares

Raquel Barros Binotto

Revisão Bibliográfica

Roberta Pereira Silva de Paula

Organização, Preparo e Controle da Edição Final

Alan Düssel Schiros

Editoração para publicação

Elias Estevam

PROJETO GRÁFICO E EDIÇÃO DO PRODUTO DIGITAL

Diretoria de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Departamento de Relações Institucionais e Divulgação – DERID - Ernesto von Sperling

Divisão de Marketing e Divulgação – DIMARK - José Márcio Henriques Soares

Divisão de Geoprocessamento – DIGEOP – João Henrique Gonçalves – SIG/GEOBANK

APRESENTAÇÃO

O Serviço Geológico do Brasil – CPRM tem a missão de gerar e difundir o conhecimento geológico e hidrológico básico para o desenvolvimento sustentável do Brasil. Nessa linha de atuação o convênio com o governo do Estado de Santa Catarina, por intermédio da Diretoria de Recursos Hídricos, da Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável, para a execução do Mapa Hidrogeológico de Santa Catarina, na escala 1:500.000, é exemplo significativo.

Os resultados alcançados descrevem a situação dos recursos hídricos subterrâneos em Santa Catarina, com destaque para os aspectos geológicos e hidrogeológicos do território, sua potencialidade para exploração, qualidade físico-química das águas subterrâneas e também a indicação das melhores condições de seu aproveitamento.

De posse dessas informações, o estado de Santa Catarina poderá melhor definir e elaborar políticas públicas adequadas ao aproveitamento sustentável das águas subterrâneas. O conhecimento gerado sobre as características gerais dos aquíferos, apresentados de forma acessível aos usuários, serve de subsídio à análise de processos de outorga e licenciamento ambiental de empreendimentos que utilizem águas subterrâneas ou apresentem algum risco potencial de contaminação.

O projeto foi desenvolvido em ambiente de Sistema de Informações Geográficas – SIG, facilitando sua utilização e permitindo ao usuário a realização de algumas tarefas de geoprocessamento, através da visualização e manipulação amigável dos arquivos. Os dados dos poços encontram-se armazenados no Sistema de Informações de Águas Subterrâneas – SIAGAS, disponível para consulta e acesso público no portal www.cprm.gov.br.

Com este produto, a CPRM e o governo de Santa Catarina dão mais um passo fundamental em direção ao incremento na geração de informações técnicas de qualidade, com a inserção desse tema nas políticas públicas governamentais, visando à melhoria da qualidade de vida do cidadão catarinense.

Os resultados desse trabalho realçam a crença de que o estabelecimento de parcerias e convênios com outros organismos governamentais é parte integrante dos objetivos estratégicos do Serviço Geológico do Brasil, na busca por soluções mais econômicas, racionais e socialmente mais abrangentes.

THALES DE QUEIROZ SAMPAIO
Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial

ANTÔNIO CARLOS BACELAR NUNES
Diretor de Relações Institucionais e Desenvolvimento

RESUMO

O Mapa Hidrogeológico do Estado Santa Catarina, na escala 1:500.000, é resultado de convênio entre a Diretoria de Recursos Hídricos, da Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável do Governo do Estado de Santa Catarina e o Serviço Geológico do Brasil – CPRM, em função da necessidade de melhor conhecer a capacidade dos recursos hídricos subterrâneos, devido ao aumento significativo de seu aproveitamento nos últimos anos.

O mapeamento hidrogeológico iniciou com o inventário de 2.000 poços tubulares que, junto com os dados de outros 5.200 poços provenientes de projetos anteriores, totalizaram um expressivo volume de 7.200 poços cadastrados e disponíveis na base de dados SIAGAS (Sistema de Informações de Águas Subterrâneas da CPRM) para o estado de Santa Catarina. Esse inventário inclui dados de localização, níveis de bombeamento, análises químicas, descrição litológica e perfil construtivo do poço.

A grande diversidade de condições hidrogeológicas das 16 (dezesesseis) unidades hidroestratigráficas mapeadas, denota a complexidade do sistema hidrogeológico regional, onde uma mesma unidade abriga litologias aquíferas, aquíferos e aquíclides, bem como a presença de litologias de unidades contíguas com mesmo comportamento hidráulico, tornou imperioso o mapeamento dos sistemas de fluxo subterrâneo em zonas aquíferas e não o tradicional mapeamento dos aquíferos apenas como formações geológicas.

O produto Mapa Hidrogeológico de Santa Catarina utiliza legenda que contribui para a uniformização de padrões compatíveis com a legenda internacional para mapas hidrogeológicos estabelecida pela Associação Internacional de Hidrogeólogos (IAH).

Dessas 16 unidades hidroestratigráficas compartimentadas, destacam-se, por sua alta porosidade, permeabilidade, homogeneidade, continuidade e dimensões, os aquíferos Pirambóia e Botucatu, que constituem o Sistema Aquífero Guarani, um dos mais importantes mananciais subterrâneos transfronteiriços do mundo e que ocorre, predominantemente, da porção central para o oeste do estado de Santa Catarina, ocupando uma área aproximada de 49.200km².

As capacidades específicas do Sistema Aquífero Guarani variam de um mínimo de 0,11m³/h/m para um máximo de 5,83m³/h/m e as vazões captadas podem variar entre 5m³/h até 350m³/h em poços bem construídos. As transmissividades alcançam de 3,07m²/dia a 94,21m²/dia, em regime de grande confinamento. As profundidades dos poços tubulares perfurados na zona confinada variam entre 90 e 1.560m e o coeficiente de armazenamento elástico varia de 2,7 x 10⁻⁴ a 8,0 x 10⁻⁴.

ABSTRACT

The Hydrogeological Map of Santa Catarina State in 1:500,000 scale, is the result of an Agreement between the Department of Water Resources of Secretary of State for Sustainable Economic Development, Government of the State of Santa Catarina and CPRM - Geological Survey of Brazil, due to the need for better understanding of the groundwater resources of the region, related to the significant increase in recent years of the use of groundwater.

The hydrogeological mapping began with compilation of geological data and the inventory of water wells. The result was the registration of 2,000 water wells, totaling along with data from other 5,200 wells from previous projects, resulting 7200 water wells in database SIAGAS (Information System for Groundwater from CPRM) for the Santa Catarina State. The inventory of wells include geographical location, pumping water levels, chemical analysis, lithological description and constructive record.

The wide range of hydrogeological conditions, with sixteen (16) described hydrostratigraphic units of the State, where the same unit comprises aquifer lithologies, aquitards and aquicludes as well as the presence of lithologies of contiguous units with the same hydraulic behavior, become imperative to map the groundwater flow systems in areas and not the mapping of geological formations as aquifers.

The Hydrogeological Map of Santa Catarina Project used the International Legend for Hydrogeological Maps established by the International Association of Hydrogeologists (IAH). This hydrogeological map is very similar in appearance and presentation with other maps of any part of the world, greatly facilitating the reading and understanding of the same.

Among the 16 hydrostratigraphic units, Botucatu and Piramboia hydrostratigraphic units have high porosity, permeability, uniformity, continuity and large dimensions. They constitute the Guarani Aquifer System (GAS), one of the most important transboundary aquifers in the world, occurring predominantly in the central portion to the west of the State of Santa Catarina, occupying an area of approximately 49,200 km².

The specific capacity of the Guarani Aquifer System (GAS) range from a minimum of 0.11 m³/h/m to a maximum of 5.83 m³/h/m. The wells yields can vary between 5 m³/h up to 350 m³/h. The transmissivity is 3.07 m²/dia up to 94.21 m²/day in large confinement regime. The depths of the water wells drilled in this aquifer system vary between 90 and 1,560 m and the elastic storage coefficient ranges from 2.7x 10⁻⁴ to 8.0 x 10⁻⁴.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	17
2 - OBJETIVOS	19
2.1 - Objetivos Gerais.....	19
2.2 - Objetivos Específicos	19
3 - ASPECTOS METODOLÓGICOS	21
3.1 - Inventário de Poços Tubulares.....	21
3.2 - Cartografia Hidrogeológica	22
3.3 - Atributos das Zonas Aquíferas	26
3.3.1 - Litologias, Dimensões e / ou Feições Estruturais	26
3.3.2 - Unidades Hidroestratigráficas	26
3.3.3 - Condições Hidrogeológicas	27
3.3.4 - Condições Morfológicas	27
3.3.5 - Vazões Prováveis e Variação do Nível Estático	27
3.3.6 - Qualidade da Água	27
3.3.7 - Tipos de Obras de Captação e Profundidade Estimada.....	27
3.3.8 - Importância Hidrogeológica Local.....	27
3.3.9 - Vulnerabilidade e Risco de Contaminação	27
3.4 - Aspectos Climatológicos	27
3.5 - Seções Hidrogeológicas Verticais.....	28
3.6 - Conceitos Relativos a Unidades Hidroestratigráficas e Sistemas Aquíferos Utilizados na Confecção do Mapa Hidrogeológico	28
4 - UNIDADES HIDROESTRATIGRÁFICAS DE SANTA CATARINA.....	31
4.1 - Unidade Hidroestratigráfica Embasamento Cristalino	31
4.2 - Unidade Hidroestratigráfica Campo Alegre	34
4.3 - Unidade Hidroestratigráfica Itajaí	36
4.4 - Unidade Hidroestratigráfica Mafra	37
4.5 - Unidade Hidroestratigráfica Rio Do Sul	38
4.6 - Unidade Hidroestratigráfica Rio Bonito	40
4.7 - Unidade Hidroestratigráfica Palermo.....	42
4.8 - Unidade Hidroestratigráfica Irati	44
4.9 - Unidade Hidroestratigráfica Serra Alta	45
4.10 - Unidade Hidroestratigráfica Teresina	47
4.11 - Unidade Hidroestratigráfica Rio Do Rasto	48
4.12 - Unidade Hidroestratigráfica Piramboia	51
4.13 - Unidade Hidroestratigráfica Botucatu	53
4.14 - Unidade Hidroestratigráfica Serra Geral	54
4.15 - Unidade Hidroestratigráfica Alcalinas	57
4.16 - Unidade Hidroestratigráfica Sedimentos Senozóicos	59

5. SISTEMA AQUÍFERO GUARANI	63
5.1 - ÁREA FLORANTE	63
5.2 - ÁREA CONFINADA	63
6. DESCRIÇÃO DOS ATRIBUTOS DAS ZONAS AQUÍFERAS DELIMITADAS NO MAPA HIDROGEOLÓGICO DO ESTADO DE SANTA CATARINA	69
6.1 - Definição das Zonas Aquíferas	69
6.2 - DESCRIÇÃO DAS ZONAS AQUÍFERAS	69
6.2.1 - af1_1 (Aquíferos Fraturados).....	69
6.2.2 - af1_2 (Aquíferos Fraturados)	70
6.2.3 - af2 (Aquíferos Fraturados)	70
6.2.4 - af3 (Aquíferos Fraturados).....	71
6.2.5 - as1 (Aquíferos Sedimentares)	71
6.2.6 - as2 (Aquíferos Sedimentares)	72
6.2.7 - as3_1 (Aquíferos Sedimentares)	73
6.2.8 - as3_2 (Aquíferos Sedimentares)	73
6.2.9 - as3_3 (Aquíferos Sedimentares)	74
6.2.10 - as4 (Aquíferos Sedimentares)	74
6.2.11 - as5 (Aquíferos Sedimentares)	75
6.2.12 - as6 (Aquíferos Sedimentares)	75
6.2.13 - app (Aquíferos Pouco Produtivos)	76
6.2.14 - na_1 (Não Aquífero)	76
6.2.15 - na_2 (Não Aquífero)	77
6.2.16 - na_3 (Não Aquífero)	78
7. CONCLUSÕES	79
BIBLIOGRAFIA CITADA	81
BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	83
ANEXOS	87

MAPA HIDROGEOLÓGICO DO ESTADO DE SANTA CATARINA

1 – INTRODUÇÃO

O Governo do Estado de Santa Catarina, consciente da necessidade de melhor conhecer os Recursos Hídricos Subterrâneos e principalmente, em função do aumento significativo nos últimos anos do aproveitamento das águas subterrâneas, assinou um Convênio com a CPRM – Serviço Geológico do Brasil, através da Diretoria de Recursos Hídricos - DRH/SDS - SC para elaboração do Mapa Hidrogeológico do Estado Santa Catarina.

A principal meta deste Trabalho é fornecer informação e conhecimento hidrogeológico para dar subsídio ao gerenciamento de recursos hídricos subterrâneos, em nível de macroplanejamento. Como produtos são destacados as características gerais dos aquíferos presentes no Estado, apresentados de forma acessível ao usuário planejador.

Há que se ressaltar que a disponibilização dos dados organizados em Sistema de Informações Geográficas (SIG) facilita a utilização e disseminação do conhecimento, propiciando ao usuário a realização de algumas tarefas de geoprocessamento, incluindo a manipulação dos arquivos através de diversas composições e pesquisas.

O ambiente de visualização e manipulação dos arquivos é amigável, permitindo a leitura e exibição de arquivos shapefile (formato ESRI® - ArcGis), assim como de imagens georreferenciadas (tif, bmp,

Mr.sid e jpg), de forma gratuita, sem necessidade de nenhum outro software ou bibliotecas adicionais, através do programa ArcExibe desenvolvido pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM.

O programa ArcExibe consiste em um conjunto de rotinas desenvolvidas em object Pascal, compiladas em ambiente Delphi®, que utiliza bibliotecas de livre distribuição Map Objects LT ESRI® e funções do programa Exibe do Sistema Geoexp, conectando-se com o GEOBANK e com qualquer serviço WMS do padrão OGC. Através do seu manual, o usuário pode obter informações detalhadas sobre o procedimento de montagem dos SIGs e utilização das suas funções.

Este relatório técnico aborda os aspectos metodológicos empregados e os resultados finais obtidos durante o desenvolvimento do trabalho de cadastramento de poços tubulares e da cartografia hidrogeológica na escala 1:500.000.

O resultado do cadastramento de 2.000 poços tubulares, que totalizam junto com os dados de outros 5.200 poços provenientes de projetos anteriores, estão disponíveis na base de dados SIAGAS (Sistema de Informações de Águas Subterrâneas) para o Estado de SC. O inventário de poços é completo, incluindo dados de localização, níveis de bombeamento, análises químicas, descrição litológica e perfil construtivo.

2 – OBJETIVOS

2.1 - OBJETIVOS GERAIS

Estudos recentes acerca do Estado de Santa Catarina têm revelado um notável crescimento nas captações de água subterrânea. A escassez de água superficial de boa qualidade em determinadas regiões, em períodos críticos, vem induzindo a um notável incremento na construção de poços tubulares nos últimos anos, notadamente para o atendimento às populações rurais.

Embora estima-se que existam hoje mais de 10.000 poços de captação no Estado, as águas subterrâneas são ainda pouco conhecidas e mal aproveitadas. Isto ocorre em parte devido a deficiências nas características construtivas dos poços de exploração por um lado, como também em função da escassez de estudos específicos abrangentes complementados por divulgação adequada, com orientações ao usuário, por exemplo.

O objetivo principal do projeto é descrever a situação dos recursos hídricos subterrâneos do Estado, destacando suas condições hidrogeológicas, potencialidades e qualidade físico-química das águas subterrâneas. De posse destas informações o Estado de Santa Catarina poderá melhor definir e elaborar, políticas públicas adequadas ao aproveitamento sustentável das águas subterrâneas.

2.2 - OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos deste projeto foram vários, sendo os mais importantes:

- Delinear a distribuição espacial das diversas unidades estratigráficas com vistas à sua importância hidrogeológica relativa no Estado de Santa Catarina;
- Realizar o inventário dos poços de água, identificando métodos e características construtivas, vazões, aquífero captado, níveis estáticos e dinâmicos, qualidade química e usos da água;
- Fornecer subsídios para a construção de poços futuros, conforme objetivos e áreas de localização, permitindo que o dinheiro público ou privado seja aplicado com melhor desempenho na relação custo / benefício. Inclusive fornecer diretrizes gerais visando à maximização do aproveitamento das dotações orçamentárias nos processos licitatórios;
- Servir de subsídio à análise de processos de outorga e licenciamento ambiental de empreendimentos que utilizem águas subterrâneas ou apresentem potencialidade de contaminá-las;
- Realizar o inventário dos poços de água, identificando métodos e características construtivas, caudal de extração, aquífero captado, níveis estáticos e dinâmicos, qualidade química e usos da água;
- Delinear a distribuição espacial das diversas unidades estratigráficas com vistas à sua importância hidrogeológica relativa no Estado de Santa Catarina;

3 – ASPECTOS METODOLÓGICOS

3.1 - INVENTÁRIO DE POÇOS TUBULARES

Os poços tubulares, entre os vários tipos de captação de água subterrânea, são os que traduzem, de modo mais próximo do real, as características hidráulicas e hidroquímicas dos sistemas aquíferos. O mapeamento hidrogeológico iniciou com o inventário de pontos de captação de água subterrânea, popularmente denominado de cadastramento de poços.

Visando otimizar os recursos financeiros disponíveis, a sistemática de trabalho adotada no projeto Mapa Hidrogeológico de Santa Catarina foi a de escolher prioritariamente áreas que não possuíam cadastramento de poços tubulares com diâmetro acima de 6 polegadas (125 mm). Assim as áreas escolhidas resumem-se à região onde aflora o Sistema Aquífero Guarani (SAG), áreas não inventariadas anteriormente do Sistema Aquífero Serra Geral e aquelas relacionadas com as bacias hidrográficas associadas à região litorânea (Figura 3.1).

Constituem fontes dos dados para o cadastro as seguintes instituições: CASAN, FATMA, CIDASC, EPAGRI, CPRM, SAMAE/FUNASA, UFSC e empresas de perfuração como Hidropel Hidrogeologia e Perfurações, Água Azul Poços Artesianos, Leão Poços Artesianos, Cristal Poços Artesianos e Hidroani Perfurações.

Nesta fase também foram feitos contatos com Prefeitos e Secretários Municipais para entrega de Carta de Apresentação do Projeto e solicitação de apoio logístico no cadastramento de poços nos municípios.

Posteriormente realizou-se o Cadastramento de Campo propriamente dito. Os dados de poços cadastrados em campo foram transcritos para os Boletins de Entrada de Dados – BED, do Sistema de Informações de Água Subterrânea – SIAGAS/CPRM.

No cadastramento de campo foram verificadas as coordenadas geográficas do poço e cota da boca, com GPS de navegação, situação do poço, dados do proprietário, níveis, equipamento de bombeamento,

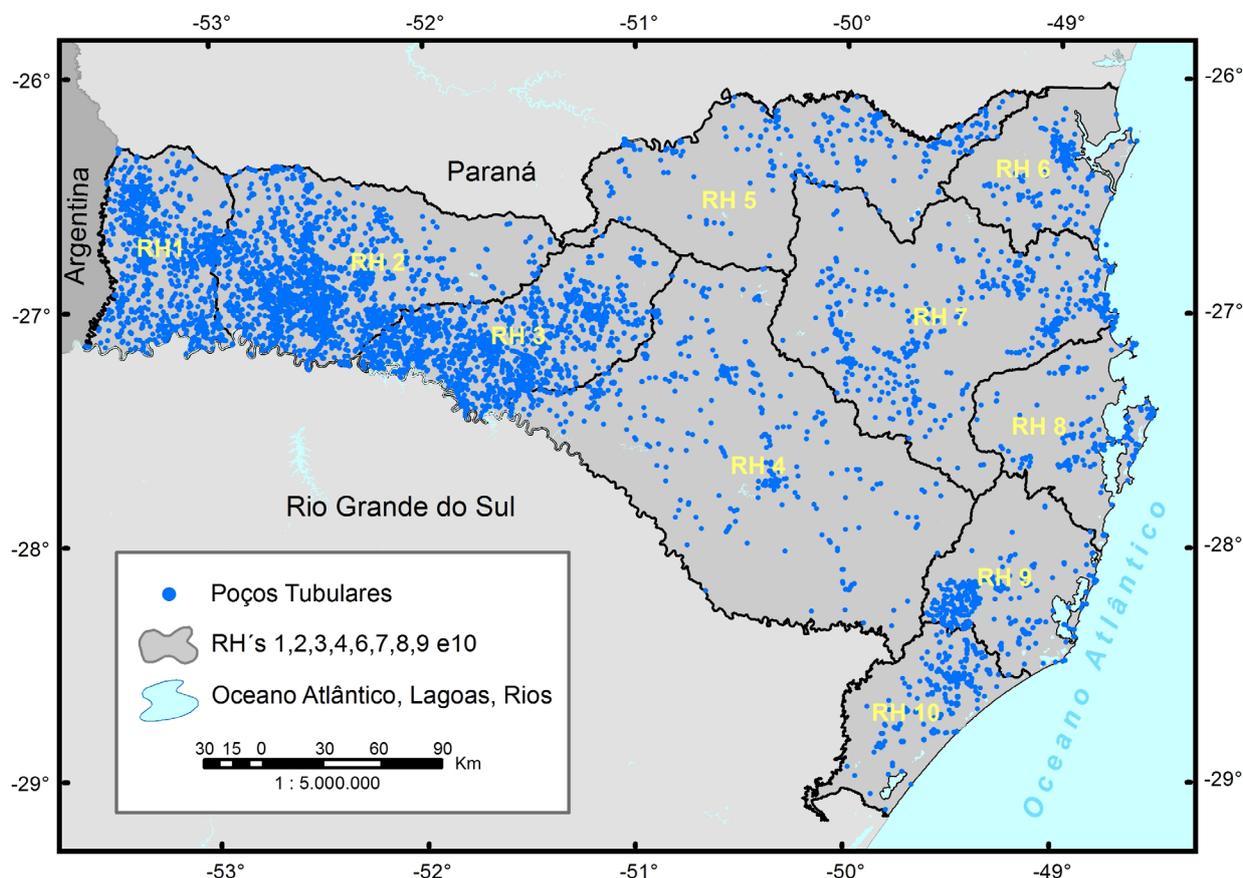


Figura 3.1 - Mapa com a distribuição dos poços do SIAGAS/CPRM e sua relação com as Regiões Hidrográficas.



Figura 3.2 - Esquema de identificação e condições dos poços cadastrados em campo.

aspectos da construção do poço (revestimento, laje sanitária), uso da água, vazão mensal produzida, etc.

A cada poço foi atribuída uma sigla, pintada com tinta spray sendo feito o seu registro fotográfico para mostrar as condições em que se encontram os poços na ocasião do cadastro. Nas fotografias fica registrada a identificação, data do cadastro e o nome do município (Figura 3.2). Todas estas informações fazem parte do banco de dados do projeto.

Em cada poço produtivo mediu-se com equipamentos móveis, o pH, condutividade elétrica e temperatura da água. Além destas informações foram cadastrados os perfis litológicos e construtivos juntamente com as análises químicas obtidas junto aos proprietários dos poços.

Os dados de poços cadastrados em campo foram transcritos para os Boletins de Entrada de Dados – BED, do Sistema de Informações de Água Subterrânea – SIAGAS/CPRM (quadros 3.1 e 3.2). Estes boletins são iguais aos anteriormente utilizados no cadastramento dos poços em Santa Catarina, sendo compatíveis com a entrada de dados no SIAGAS.

O módulo de entrada de dados do SIAGAS atualmente utilizado, versão 2.3, foi desenvolvido em Visual Basic e SQL-Server e sua entrada dos dados no sistema foi realizada através de 15 tabelas, como pode ser visualizado nos quadros abaixo:

3.2 - CARTOGRAFIA HIDROGEOLÓGICA

Os mapas hidrogeológicos têm por finalidade a representação das variações do potencial hídrico subterrâneo em função das distintas geologias e

regiões presentes. Neles devem figurar, numa base topográfica adequada, os elementos indicativos sobre a extensão das principais ocorrências de água subterrânea, a escassez de água subterrânea em outras áreas, a ocorrência ou possível presença de bacias artesianas, as áreas com água subterrânea salinizada e outras com água de potabilidade adequada. Além disso, nos mesmos devem constar também, de acordo com a escala, informações de caráter local, tais como as perfurações, os pontos de água (poços e fontes) e outras obras de captação existentes, os níveis de superfície piezométrica (ou configuração dos níveis d'água), a direção do fluxo subterrâneo, e as variações na qualidade de água.

De um modo geral, os mapas devem proporcionar, na dependência da escala adotada, quaisquer informações que possibilitem uma melhor compreensão da existência, do movimento, da quantidade e da qualidade das águas subterrâneas. As informações normalmente apresentadas estão relacionadas à precipitação, evaporação, hidrologia de superfície, dados geométricos dos aquíferos, hidroquímica e a disponibilidade de água. Além disso, dados geológicos, em quantidade suficiente, devem contribuir para uma boa compreensão das condições hidrogeológicas existentes. Porém, é necessária uma apresentação discreta dos dados geológicos, de modo a não se sobrepor ao motivo principal (hidrogeologia) do mapa. Conseqüentemente, há inúmeros mapas hidrogeológicos disponíveis que variam no modo de apresentação, principalmente conforme a escala, finalidade e usuários alvos.

O Projeto Mapa Hidrogeológico de Santa Catarina utiliza uma legenda que contribui para uma uniformização de apresentação de acordo com os padrões internacionalmente estabelecidos,

Quadro 3.1 - Modelo da ficha utilizada no cadastramento de poços tubulares (folha1).

 - Ficha de Cadastramento - Projeto Mapa Hidrogeológico										
Informações Gerais										
UF	Município				LAT	LONG	UTM-N	UTM-E		
MC	GPS	Nº ponto	Sigla		Localidade do ponto					
Sim () Não ()										
Dados do proprietário										
Nome do proprietário						Logradouro				
Bairro				Município			UF			
Dados de cadastramento e data de atualização de dados										
Data cadastro		Cadastrado por		Profissão		Fonte de informação		Data atualização		
/ /								/ /		
Dados hidrográficos, cartográficos e de boca de poço										
Natureza do ponto			Bacia Hidrográfica (DNAEE / ANA)				Sub-bacia Hidrográfica			
D			D				D			
Diâmetro da boca pol / mm			Bacia Hidrográfica Estadual			Feição geomorfológica				
D			D			D				
Provincia / sub-provincia Hidrogeológica										
D										
Dados de exploração										
Data instalação		Tipo de reservatório		Vol. reservatório (l)		Uso da água		Localidade abastecida		
/ /		D		D						
Profundidade útil do poço		Altura da boca do poço		Altitude do terreno		Método de medição de altitude				
				D						
Informações de perfuração										
Data perfuração		Prof. Inicial Prof. Final		Empresa perfuradora			Responsável pela locação			
/ /										
Responsável pela perfuração			CREA do responsável		Método de perfuração		Fluido de perfuração			
			D							
Informações de seções de perfuração										
Prof. Inicial (m)		Prof. Final (m)		Diâmetro mm/pol		De (m) Até (m)		Modalidade de tipo de espaço anular		Tipo de material de espaço anular
						D		D		
Informações de revestimento e filtro										
De (m)		Até (m)		Modalidade de revestimento ou filtro		Tipo de material de revestimento ou filtro		Diâmetro mm/pol		Ranhura (mm)
		D		D						
Informações de Litologia										
De (m)		Até (m)		Descrição						
Informações de formações geológicas										
De (m)		Até (m)		Formação						
Informações de entradas de água (m)										
EA1		EA4		EA7		EA10				
EA2		EA5		EA8		EA11				
EA3		EA6		EA9		EA12				
Situação do ponto										
D										

Quadro 3.2 - Modelo da ficha utilizada no cadastramento de poços tubulares (folha 2).

Informações de Aquíferos															
Nome do Aquíferos (tipo e extensão)				Topo (m)	Base (m)	Penetração no aquífero		Captação no aquífero		Condição do aquífero					
<input type="text"/>				<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		<input type="text"/>		<input type="text"/>					
Perfilagem geofísica															
Data		Tipo de Perfilagem													
<input type="text"/>		<input type="text"/>													
Informações teste de vazão															
Data teste		Tipo de teste de vazão			Surgência		Unidade bombeamento em teste			Duração (h:min)					
<input type="text"/>		<input type="text"/>			Sim () Não ()		<input type="text"/>			<input type="text"/>					
NE (m)	ND (m)	Vazão estabilização (m3/h)		Vazão específica (m3/h/m)		Vazão livre (m3/h)									
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		<input type="text"/>		<input type="text"/>									
Observações															
Informações de bombas															
Data instalação		Tipo de bomba			Marca da bomba				Modelo da bomba						
<input type="text"/>		<input type="text"/>			<input type="text"/>				<input type="text"/>						
Potência (CV)		Crivo da bomba (m)			Produção da bomba (m3/h)										
<input type="text"/>		<input type="text"/>			<input type="text"/>										
Informações de níveis de água															
Data medição		Hora da medição (h:min)			Nível de água (m)		Vazão (m3/h)		Poço bombeando?						
<input type="text"/>		<input type="text"/>			<input type="text"/>		<input type="text"/>		Sim () Não ()						
Informações de amostras de análise de água															
Nome da amostra		Data coleta		Volume esgotado m3		Profundidade (m)		Data análise		Laboratório					
<input type="text"/>		<input type="text"/>		<input type="text"/>		<input type="text"/>		<input type="text"/>		<input type="text"/>					
Responsável				CRQ				Condição climática							
<input type="text"/>				<input type="text"/>				<input type="text"/>							
Observação															
Características físicas															
Cond. Elétrica (µmhos/cm)		Cor (Pt/Co)		Sabor		Odor		Temperatura °C		pH (de 1 a 14)		Turbidez (NTU)		Sólidos suspensos (mg/l)	
<input type="text"/>		<input type="text"/>		<input type="text"/>		<input type="text"/>		<input type="text"/>		<input type="text"/>		<input type="text"/>		<input type="text"/>	
Sólidos sedimentáveis (mg/l)		Aspecto natural													
<input type="text"/>		<input type="text"/>													
Informações dos parâmetros inorgânicos (mg/l ppm)															
Alc. Tot	Al	As	Be	HCO ₃	B	Cd	Ca	CO ₃	Pb	CN	Cl	Cu	Cr	DBO	DQO
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Dur. perm	Dur. temp	Dur. total	S	Fe ₃	Fe ₂	Fe	F	CO ₂	Hidroxidos	I	Mg	Mn	Hg	NH ₃ N	Ni
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
NO ₃	NO ₂	Nitrog. Orgânico	Oxig. consum. meio básico	OD	pH	PO ₄	K	Resíduo seco	Se	SiO ₂	SNN	Na	Sólidos dissolvidos totais	SO ₄	Zn
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Informações de microorganismos na amostra de água															
NMP 100 ml															
Coliformes totais															
Coliformes fecais															
Estreptococos fecais															
Escherichia coli															
Bactérias termotolerantes															
Cianobactérias															
Cianotoxina															
Microcistina															
Dados de campo															
Temperatura do ar (°C)				Temperatura da água (°C)				pH				Condutividade (µmhos/cm)			
<input type="text"/>				<input type="text"/>				<input type="text"/>				<input type="text"/>			
Informações de produção do poço															
Data								Produção (m3/mês)							
<input type="text"/>								<input type="text"/>							

padrões estes referentes à Legenda Internacional para Mapas Hidrogeológicos (Struckmeier & Margat, 1995) estabelecida pela Associação Internacional de Hidrogeólogos (IAH) (Figura 3.3). Os mapas hidrogeológicos mais recentes (pós década de 80), de qualquer parte do mundo, que seguiram a Legenda Internacional, se assemelham muito em aparência e apresentação, facilitando sobremaneira a leitura e compreensão dos mesmos, independentemente dos idiomas agregados.

A Legenda Internacional para Mapas Hidrogeológicos da IAH define mapas hidrogeológicos como mapas nos quais são apresentadas as extensões dos aquíferos, junto com quaisquer feições de caráter geológico, hidrogeológico, meteorológico e hidrológico de superfície necessária para propiciar uma boa compreensão da ocorrência de água subterrânea.

A mesma Legenda destaca, logo em seguida, a importância dos mapas hidrogeológicos para os usuários em potencial que são hidrogeólogos e especialistas em água subterrânea, mas também para os não-especialistas como administradores e economistas, engenheiros da área de planejamento urbano ou rural, técnicos em agricultura, assim como pecuaristas, professores e outros indivíduos interessados de modo geral.

Em síntese, mapas hidrogeológicos podem ser definidos como representações sinóticas de fenômenos hidrogeológicos, em forma planar,

de acordo com determinada escala referente à superfície da terra. Com relação ao convênio da CPRM/Serviço Geológico do Brasil e a Secretaria de Desenvolvimento Econômico Sustentável do Governo de Santa Catarina, o mapeamento hidrogeológico do Estado corresponde aos denominados mapas de média escala, mais especificamente escalas de 1:250.000 e 1:500.000. Os principais dados obtidos relacionaram-se com os levantamentos geológicos, geofísica de superfície e subsuperfície, geofísica de poço e relatórios de poços perfurados. De grande importância foram as compilações dos mapas hidrogeológicos já existentes (Freitas et al, 2003), Machado (2000), além de consultas a várias dissertações e teses. Concomitante com o mapeamento, foi realizado um extenso cadastramento de poços, posteriormente incorporados ao Banco de Dados SIAGAS, que atualmente supera a 7200 poços.

Os detalhes que compõem esses pontos básicos serão apresentados a seguir de maneira extensa e textualmente conforme a legenda.

A. Informações de fundo do mapa

1. Todas as informações de fundo do mapa são impressas em preta rebaixada, com exceção da topografia simplificada do mapa-base que é cinza (60% preto). Compõe-se das locações e nomes das localidades mais importantes e os nomes geográficos (rios, lagos, montanhas, etc.), limites internacionais, estaduais, municipais, etc.

Determinação das Zonas Aquíferas

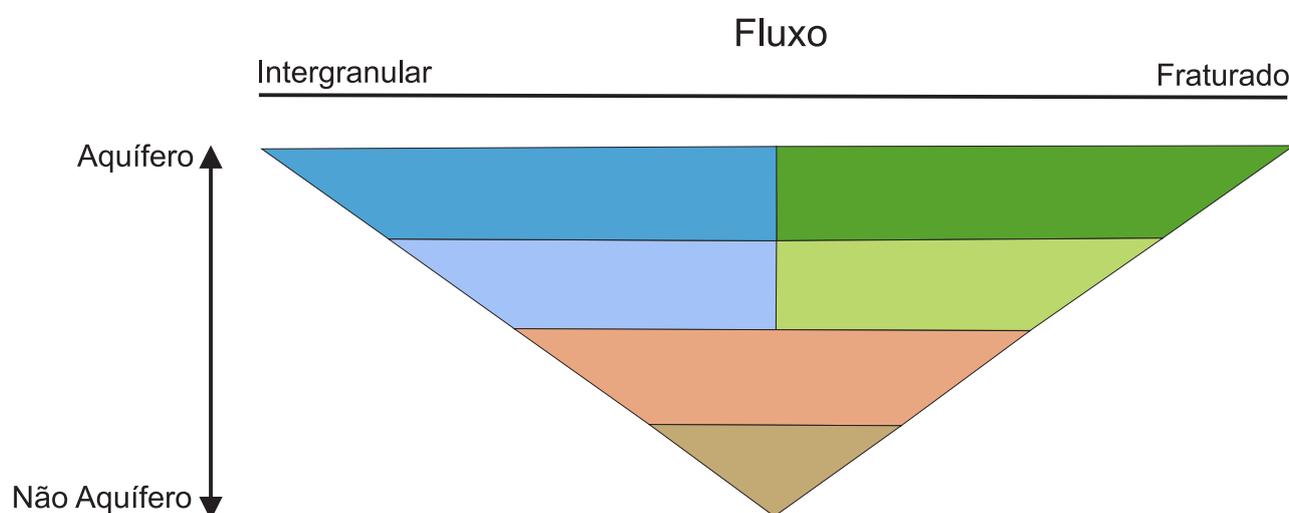


Figura 3.3- Triângulo de cores utilizado na representação internacional de aquíferos, modificado de Struckmeier & Margat (1995).

2. A rede de drenagem é impressa em azul.
3. Malhas ou linhas de longitude e latitude são impressas em preto.
4. Dados de fundo, mapas complementares aos da topografia e orografia, quando necessário são apresentados na nota explicativa ou como mapas de encarte.

B. Água subterrânea e rochas

1. Aquíferos porosos intergranulares

Azul	Aquíferos extensos e altamente produtivos
------	---

Azul rebaixada	Aquíferos produtivos locais ou descontínuos ou aquíferos extensos e produtividade moderada
----------------	--

2. Aquíferos porosos por fraturamento

Verde	Aquíferos extensos e altamente produtivos
-------	---

Verde rebaixada	Aquíferos produtivos locais ou descontínuos ou aquíferos extensos e produtividade moderada
-----------------	--

3. Camadas intergranulares ou rochas fraturadas com recursos de água subterrânea locais limitados ou camadas / rochas praticamente isentas de tais recursos

Marrom rebaixada	Camadas/rochas com recursos limitados de água subterrânea local
------------------	---

Marrom	Camadas/rochas praticamente isentas de recursos de água subterrânea
--------	---

A fim de contornar ou pelo menos minimizar os problemas de legibilidade, optou-se no Mapa Hidrogeológico de Santa Catarina, escala de trabalho 1:250.000 e escala de apresentação final 1:500.000, por uma solução que torne sua leitura mais auto-explicativa, tornando simples sua utilização por aqueles profissionais que tratam de gestão de recursos hídricos e que necessitam de respostas rápidas para suas demandas.

A grande diversidade de condições hidrogeológicas das 16 (dezesseis) unidades hidroestratigráficas do Estado, onde uma mesma unidade abriga litologias aquíferas, aquíferos e aquíferos, bem como a presença de litologias de unidades contíguas com mesmo comportamento hidráulico, tornou imperioso o mapeamento dos sistemas de fluxo subterrâneo em zonas aquíferas e

não o mapeamento dos aquíferos como formações geológicas.

Desse modo, optou-se pela construção de uma legenda hidrogeológica que combinasse as zonas aquíferas determinadas pelo mapeamento hidrogeológico, com uma série de variáveis que as representassem com maior detalhe e interesse para fins de conhecimento hidrogeológico, captação e gestão dos recursos, no nível da escala de trabalho e apresentação.

Para a confecção do mapa e a legenda hidrogeológica foram determinadas as zonas de ocorrência de águas subterrâneas: as1, 2,...são zonas aquíferas ligadas a sedimentos e rochas sedimentares, com predomínio de aquíferos com porosidade intergranular; af 1, 2,..., zonas aquíferas ligadas a rochas ígneas e metamórficas, com predomínio de aquíferos com porosidade por fraturas; app, aquíferos pouco produtivos ligados tanto a rochas sedimentares como ígneas e metamórficas; na 1, 2,..., para todas as zonas não aquíferas relacionadas com rochas sedimentares, ígneas ou metamórficas.

Para a descrição de cada zona aquífera foram determinadas nove variáveis, que representam com maior abrangência a sua caracterização hidrogeológica: 1) Litologias, Dimensões e Feições Estruturais, 2) Unidades Hidroestratigráficas; 3) Condições Hidrogeológicas, 4) Condições Morfológicas, 5) Vazões Prováveis e Variação do Nível Estático, 6) Qualidade da Água TSD Totais de Sais Dissolvidos, 7) Tipos de Obras de Captação e Profundidade Estimada, 8) Importância Hidrogeológica Local, 9) Vulnerabilidade e Risco à Contaminação.

3.3 - ATRIBUTOS DAS ZONAS AQUÍFERAS

3.3.1 - Litologias, Dimensões e /ou Feições Estruturais

Descreve os tipos de rocha e sua composição. No caso de aquíferos sedimentares, se arenosos, qual a granulometria, Estado de consolidação e geometria. Quando se tratam de aquíferos fraturados, observam-se estruturas de derrame, fraturamento e espessura do manto de intemperismo.

3.3.2 - Unidades Hidroestratigráficas

São mapeadas zonas aquíferas, desse modo, faz-se necessário estabelecer uma correspondência com uma unidade hidroestratigráfica, parte dela ou inclusive várias unidades integradas. A conceituação e definição das unidades hidroestratigráficas utilizadas

no mapeamento serão descritas posteriormente neste relatório.

3.3.3 - Condições Hidrogeológicas

Estabelecidas as unidades hidroestratigráficas, será descrita sua ocorrência como aquífero livre, semiconfinado ou confinado além da sua extensão, se regional ou local. Dados sobre sua porosidade, continuidade, homogeneidade ou heterogeneidade e isotropia/anisotropia completam sua caracterização.

3.3.4 - Condições Morfológicas

Descrição sucinta da geomorfologia da zona aquífera, por exemplo, se são terrenos planos, montanhosas de baixa ou grande altitude. Espessuras e tipos de solos. O relevo influencia diretamente nas condições de recarga e descarga das unidades hidroestratigráficas presentes.

3.3.5 - Vazões Prováveis e Variação do Nível Estático

As capacidades específicas dos poços de uma ou mais unidades hidroestratigráficas são analisadas para o estabelecimento das vazões prováveis. O nível estático médio indica a probabilidade de vazões maiores e mais constantes nos poços. Indica a potencialidade dos aquíferos captados, pois vazões mais significativas mostram valores maiores de condutância e capacitância hidráulica.

3.3.6 - Qualidade da Água

Através da interpretação das análises químicas, se compara teores e se verifica a adequabilidade das águas aos padrões de potabilidade. Como padrão comparativo utiliza-se os valores médios de Total de Sais Dissolvidos (TSD) da zona aquífera. A presença de anomalias químicas, como altos teores de flúor, nitratos, ferro total e presença de gás sulfídrico são ressaltadas, caso ocorram.

3.3.7 - Tipos de Obras de Captação e Profundidade Estimada

São aconselhados os principais tipos de obra para captar águas subterrâneas da zona aquífera. Geralmente são privilegiados os poços tubulares profundos, podendo ser também poços tipo ponteira, aproveitamento de fontes, etc. A profundidade dos poços leva em consideração o tipo de aquífero, sua espessura, confinamento e resultados hidráulicos obtidos através da interpretação de testes de bombeamento.

3.3.8 - Importância Hidrogeológica Local

O levantamento hidrogeológico permite fazer um balanço sobre a disponibilidade de água da zona

aquífera e a demanda a ela associada. Desse modo, um aquífero menos produtivo poderá ter grande importância em uma região densamente povoada ou industrializada. Ao contrário, um aquífero de grande potencialidade poderá ter pequena importância por situar-se em regiões despovoadas, sem vocação agrícola ou outras situações desfavoráveis de demanda.

3.3.9 - Vulnerabilidade e Risco à Contaminação

Estes temas, por sua importância e métodos, correspondem a um estudo específico. Trata-se aqui de estimar a partir das litologias, capacidades de infiltração e potencialidade aquífera, qual seria o grau de vulnerabilidade da zona aquífera. Também se estima o risco de contaminação pela presença de agentes perigosos como venenos e insumos agrícolas, além da falta de saneamento ambiental especialmente nas áreas urbanas.

3.4 - ASPECTOS CLIMATOLÓGICOS

O mapa das características climatológicas de precipitação foi apresentado conjuntamente ao mapa hidrogeológico, e também na forma de mapa de encarte (figuras, tabelas, etc.) no relatório final que acompanha o mesmo (Figura 3.4). Este mapa resulta do Projeto Atlas Pluviométrico do Brasil da CPRM/Serviço Geológico do Brasil, para o período hidrológico representativo de 1977 - 2006.

No contexto do Projeto Atlas Pluviométrico do Brasil (PINTO et al., 2011), que se propõe a definir as isoietas médias mensais, trimestrais, anuais, meses mais secos e mais chuvosos, trimestres mais secos e mais chuvosos, dentre outros aspectos, foram selecionadas 97 estações no Estado de Santa Catarina. Utilizaram-se séries pluviométricas de 30 anos de dados (1977 a 2006), contemplando estações da ANA (Agência Nacional de Águas), operadas pela CPRM e EPAGRI.

O volume total médio anual de precipitação no estado de Santa Catarina apresenta-se na faixa de 1400 a 2200 mm. A precipitação mínima média anual ocorre a sudeste de Santa Catarina, com 1409 mm, aumentando gradativamente para noroeste e nordeste do estado. As precipitações máximas médias anuais ocorrem a nordeste e oeste do estado, atingindo 2332 e 2185mm, respectivamente.

A interpretação do mapa de isoietas propiciará a visualização da distribuição espacial da precipitação pluviométrica, promovendo uma compreensão das condições de recarga direta dos aquíferos, auxiliando na determinação da potencialidade dos mesmos.

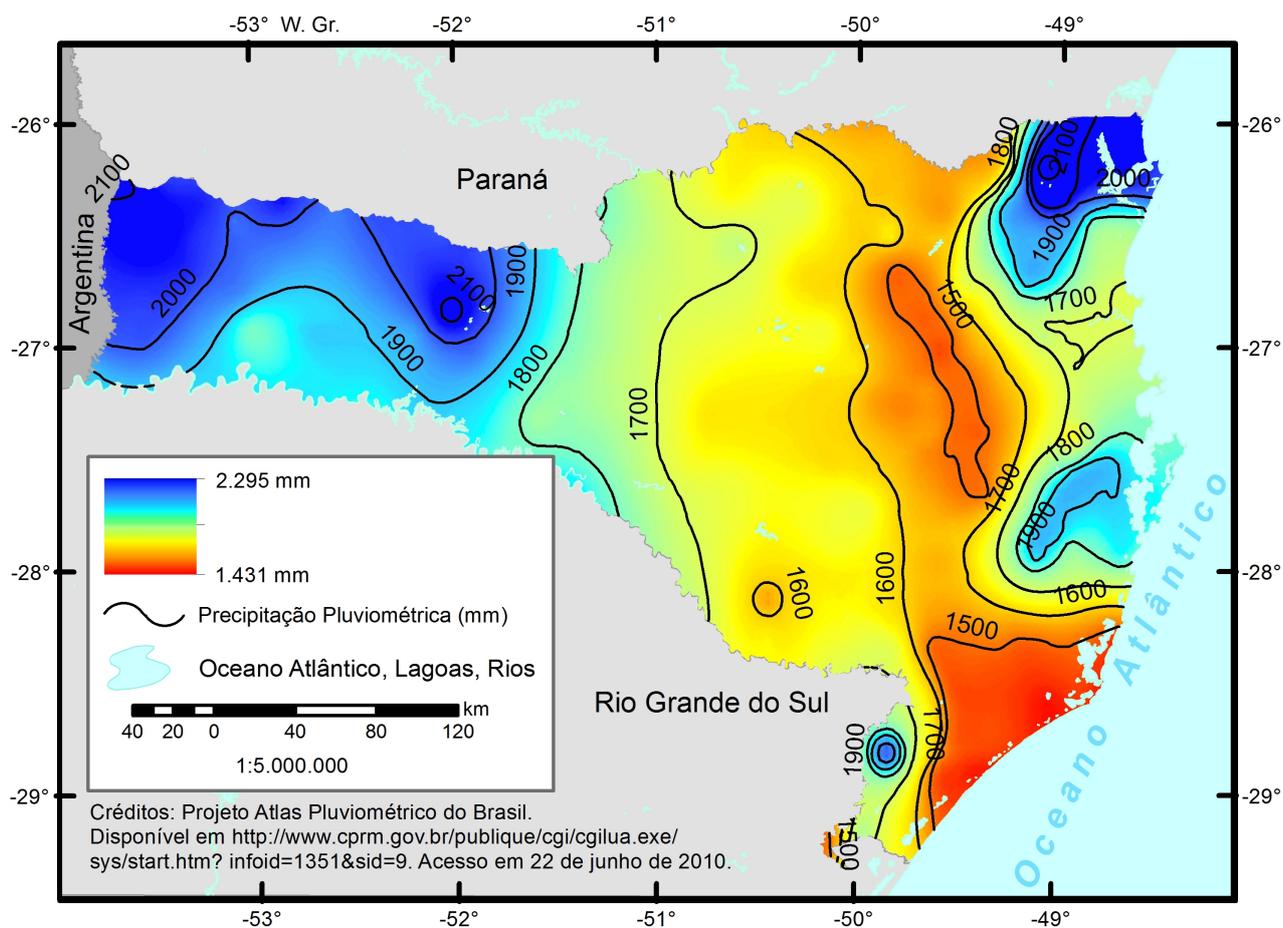


Figura 3.4 - Mapa de isoietas médias anuais (Período: 1977 - 2006) para o Estado de Santa Catarina (PINTO et al., 2011).

3.5 - SEÇÕES HIDROGEOLÓGICAS VERTICAIS

É muito comum utilizar seções transversais com fins de esclarecimento da geologia e hidrogeologia em profundidade como instrumento de auxílio aos mapas hidrogeológicos. No caso do Mapa Hidrogeológico de Santa Catarina foi desenhada uma seção interpretativa entre os municípios de São João do Oeste, São Carlos, Chapecó, Seara, Presidente Castelo Branco, Erval Velho, Marombas, Curitibanos e Monte Alegre, com objetivo primordial de estudar a ocorrência do Sistema Aquífero Guarani e sua relação com as unidades pré e pós-SAG no oeste de Santa Catarina.

3.6 - CONCEITOS RELATIVOS A UNIDADES HIDROESTRATIGRÁFICAS E SISTEMAS AQUÍFEROS UTILIZADOS NA CONFEÇÃO DO MAPA HIDROGEOLÓGICO

Uma etapa fundamental em qualquer investigação de águas subterrâneas é a definição e mapeamento das unidades aquíferas e confinantes (unidades hidroestratigráficas) presentes na área a ser estudada, tanto em sua superfície como em sub-superfície. A seguir serão visualizadas

as conceituações relacionadas com as unidades hidroestratigráficas e os sistemas aquíferos, de acordo com diferentes autores como apresentado em Machado (2005).

Com o delineamento dessas unidades, fragmenta-se o arcabouço geológico em função de sua permeabilidade, procurando-se definir o sistema de fluxo. Unidades hidroestratigráficas foram originalmente propostas por Maxey (1964) para “corpos de rocha com extensão lateral considerável compondo um arcabouço geológico que funciona razoavelmente como um sistema hidrológico distinto”. Ele também mostra a necessidade de definir unidades de água subterrânea que são baseadas não somente em características litológicas específicas, mas inclui parâmetros que correspondem especialmente ao movimento, ocorrência e armazenamento.

A definição proposta por Seaber (1982; 1986; 1988) para unidade hidroestratigráfica, é que esta é “um corpo rochoso distinto por sua porosidade e permeabilidade”, que ele considera mais consistente com a nomenclatura estratigráfica estabelecida. Com essa definição Seaber tenta comprovar a observação de que uma “unidade

hidroestratigráficas pode ocorrer em uma ou mais unidades estratigráficas, aloestratigráficas, pedoestratigráficas e litodêmicas”.

O sistema aquífero foi originalmente definido por Poland et al. (1972) como “um corpo heterogêneo de materiais com intercalações permeáveis e pobremente permeáveis que funcionam como uma unidade hidroestratigráfica produtora de água; ele compreende duas ou mais camadas permeáveis, separadas ao menos localmente por aquitardos que impedem o movimento das águas subterrâneas, mas que não afetam a continuidade hidráulica do sistema”. A unidade confinante foi definida como equivalente aos termos aquitardo e aquiclude e tem

sido usado nos relatórios do U.S. Geological Survey desde 1972. Laney e Davidson (1986) sugerem que a definição de sistemas aquíferos poderia ser mais geral se o termo “aquíferos” fosse substituído pelo termo “camadas permeáveis”. Para Jorgensen et al. (1993), um sistema aquífero pode ser descrito como consistindo de “dois ou mais aquíferos no mesmo sistema hidráulico, os quais estão separados na maioria dos locais por uma ou mais unidades confinantes”. Do mesmo modo, eles definem um sistema confinante como “duas ou mais unidades de confinamento, separadas na maioria dos locais por um ou mais aquíferos que não estão no mesmo sistema hidráulico”.

4 – UNIDADES HIDROESTRATIGRÁFICAS DE SANTA CATARINA

O Estado de Santa Catarina é constituído por uma sucessão de unidades hidroestratigráficas que representam todos os domínios geológicos desde o Pré-Cambriano até o Cenozóico. Cada uma apresenta características hidrodinâmicas, hidráulicas e hidroquímicas que permitem diferenciá-las, sendo que muitas delas são captadas simultaneamente pelos poços tubulares. Para o Mapa Hidrogeológico na escala 1:500.000 foram determinadas e descritas as seguintes unidades: Embasamento Cristalino, Campo Alegre, Itajaí, Mafra, Rio do Sul, Rio Bonito, Palermo, Irati, Serra Alta, Teresina, Rio do Rasto, Piramboia, Botucatu, Serra Geral, Alcalinas, Sedimentos Cenozóicos e por fim o Sistema Aquífero Guarani (SAG), que corresponde ao Sistema Botucatu/Piramboia. Todas estas unidades podem pertencer a uma ou mais zonas aquíferas de acordo com a sua potencialidade hidrogeológica.

4.1 - UNIDADE HIDROESTRATIGRÁFICA EMBASAMENTO CRISTALINO

Caracterização Geológica

A Unidade Hidroestratigráfica Embasamento Cristalino é composta por uma grande diversidade de rochas ígneas e metamórficas correspondentes

a uma série de eventos pré-cambrianos. Ela possui uma extensa faixa de afloramentos, de aproximadamente 20.000 km², que se destaca na topografia, geralmente com grandes altitudes. A área de ocorrência ao norte começa na divisa com o Estado do Paraná, ocupando quase toda a fachada atlântica do Estado, com largura que varia de 80 a 40 km, sendo a região carbonífera seu limite sul (Figura 4.1). Litologicamente esta unidade é bastante complexa, englobando litologias tão diversas como granulitos, xistos, granitoides, granitos, mármore e gnaisses. Os principais complexos e grupos geológicos serão brevemente descritos a seguir, sendo que sua associação em única unidade hidroestratigráfica deve-se ao fato de possuírem características hidrogeológicas semelhantes.

O Complexo Granulítico de Santa Catarina, ao norte do Estado, consiste de rochas metamórficas nos fácies granulito e anfibolito. Essa é a unidade predominante na área norte do Estado (cerca de 30%). Também ao norte na região de Joinville, quase na divisa com o Estado do Paraná ocorrem granitoides neoproterozóicos, encaixados em gnaisses, mica-xistos, quartzitos e anfibolitos. Eles pertencem ao Domínio Paranaguá, estando em contato tectônico com o Complexo Granulítico de Santa Catarina,

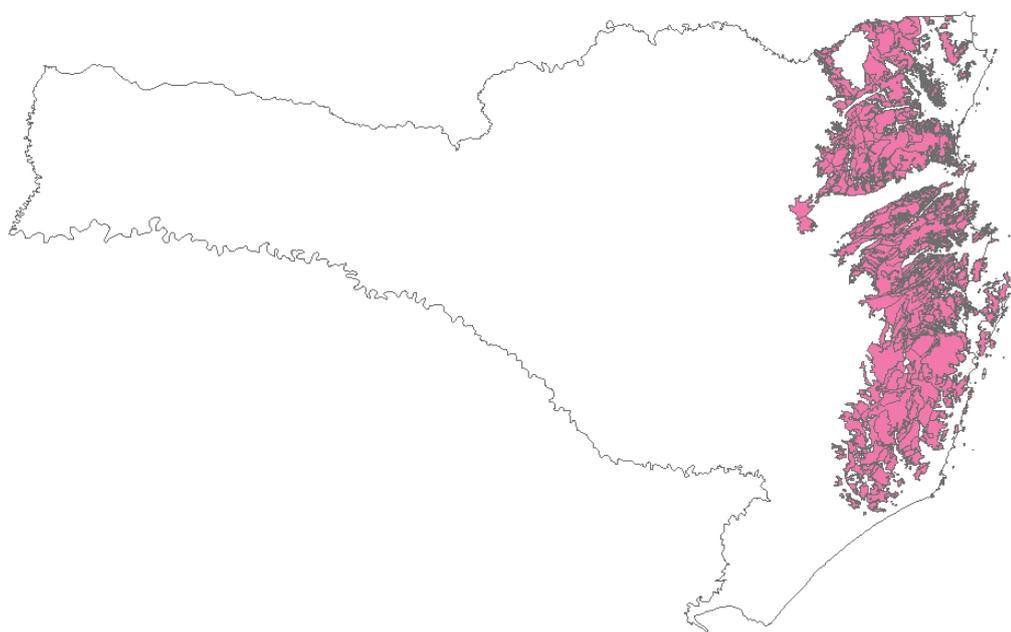


Figura 4.1 - Mapa de localização da área aflorante da Unidade Hidroestratigráfica Embasamento Cristalino.

a oeste, através do Lineamento Palmital. Ao sul desta área afloram rochas metassedimentares e metavulcânicas do Grupo Brusque. Essas rochas são intrudidas por rochas graníticas da Suíte Granitoide Guabiruba/Valsungana. O limite norte do Grupo Brusque é a Zona de Cisalhamento Perimbó, que se localiza ao sul do município de Blumenau, a qual coloca os xistos dessa unidade em contato com litologias do Complexo Granulítico de Santa Catarina e da Bacia do Itajaí. Em toda a parte norte da área há vários granitos intrusivos no Complexo Granulítico de Santa Catarina, como os granitos Dona Francisca, Piraí, Agudos do Sul, Corupá e Morro Redondo.

A região cratônica de Itapema-Camboriú correspondendo às rochas granito-gnáissicas e migmatíticas do Escudo Catarinense, que fazem parte do Domínio Interno do Cinturão Dom Feliciano. O Cráton de Itapema, ou Complexo Granito-Gnáissico, refere-se a todas as rochas granito-gnáissicas e migmatíticas submetidas a cisalhamento dúctil-frágil e injeções de magmas graníticos tardios, relacionados a uma granitogênese predominantemente sintranscorrente. O Complexo Camboriú e possivelmente os remanescentes da bacia Brusque, correspondem a frações de embasamento Paleoproterozóico pertencentes ao Craton de Luís Alves.

O magmatismo granítico que constitui o cinturão granítico Dom Feliciano estende-se ao longo de uma faixa com cerca de 250 km de comprimento por 30 a 50 km de largura, estando constituído por um conjunto de corpos graníticos de dimensões variadas, conformando desde stocks até massas batolíticas, cujas principais características estão relacionadas a contatos nítidos, relevo proeminente e metamorfismo térmico de contato impresso nas encaixantes (Figura 4.2). Alguns destes stocks graníticos associam-se, no tempo e no espaço, com

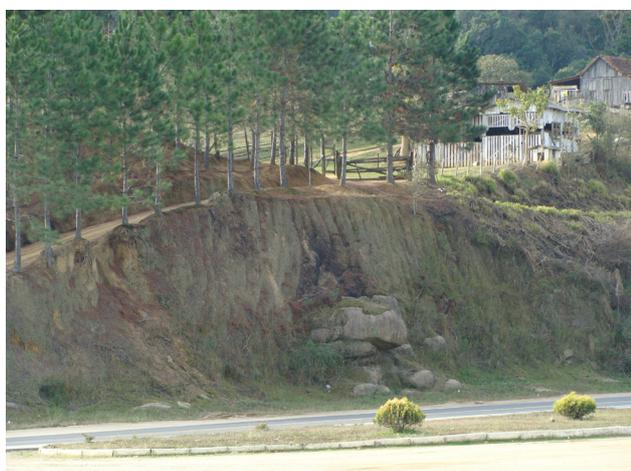


Figura 4.2 - Afloramento do aquífero fraturado de litologia granítica ampliado por espessa zona de alteração no município de Alfredo Wagner.

as sequências vulcanossedimentares presentes no Escudo Catarinense, especialmente como as das bacias de Campo Alegre e Itajaí.

O magmatismo granítico Dom Feliciano aflora desde a porção norte, onde é intrusivo no Cráton de Luís Alves e é designado como Suíte Serra do Mar, quanto na porção norte do Cráton de Itapema-Camboriú, onde ocorre como corpos isolados ou em batólitos localizados como a Suíte Granítica Guabiruba/Valsungana. A região de maior expressão do Cinturão Dom Feliciano encontra-se no contexto da folha Criciúma (1:250.000), onde as rochas graníticas compõem o Batólito de Florianópolis que é compartimentado em três domínios litológicos: o Complexo Granito- Gnáissico Águas Mornas, a Suíte Granítica Pedras Grandes e a Suíte Cambirela.

Caracterização Hidrogeológica

Esta unidade hidroestratigráfica caracteriza-se pela captação de águas quase exclusivamente das fraturas e pela pequena espessura de alteração superficial. As altitudes variam entre 200 m até mais de 1.000 m. Comporta-se como área de recarga. Desse modo, nas regiões de relevo íngreme, a captação é geralmente feita através do aproveitamento de fontes de encosta. Devido aos níveis potenciométricos nos poços, estes podem apresentar-se excessivamente profundos e antieconômicos.

A subunidade Complexo Granulítico caracteriza-se pela intensa intemperização das suas litologias, que se constituem em espessuras de alteração que podem ser maiores do que 50 m. É um aquífero de captação simultânea, em que a porção de alteração de rocha ou de sedimentos de origem continental e marinha influi positivamente na recarga dos aquíferos fraturados. Em muitas áreas de espessas camadas de alterações de rocha e com grande densidade demográfica é comum a utilização de poços tubulares de pequenas dimensões e pequena profundidade. Estes poços são mais vulneráveis à contaminação, por deficiência no saneamento ambiental. As vazões captadas raramente superam a 2 m³/h, suficientes para abastecerem residências ou pequenos empreendimentos comerciais e industriais.

Os poços profundos apresentam uma profundidade média de 100 m, podendo excepcionalmente superar os 300 m. As vazões variam entre 0,5 e 20,0 m³/h e os níveis de água são rasos nas porções mais aplainadas, variando de aflorante até 3 m. Nas áreas de relevo mais acentuado raramente ultrapassa os 6 m, devido em parte à recarga intensa proveniente das encostas

florestadas e dos altos valores de precipitação pluviométrica. Um poço na cidade de Joinville pode ser considerado como representativo do aquífero. Com profundidade de 134 m, ele capta 6,6 m³/h para um nível estático de 2 m e um rebaixamento de 9,8 m. A capacidade específica de 0,67 m³/h/m pode ser considerada média para este aquífero. A qualidade das águas subterrâneas é excelente, com baixos valores de sais totais, pH neutro a levemente alcalino e dureza entre 40 e 80 mg/L de CaCO₃. Quanto mais próximo de áreas de mangue, maior a probabilidade de águas de má qualidade. Localmente ocorrem níveis elevados de ferro.

Na subunidade Brusque, os xistos comportam-se como aquíferos fraturados, ampliados por porções alteradas mais próximas da superfície, que facilitam a infiltração e que, dependendo de sua espessura também, comportam-se como aquíferos. Nas áreas mais tectonizadas associadas aos vales, os poços podem apresentar capacidades específicas superiores a 1 m³/h/m, porém a anisotropia e heterogeneidade do aquífero sugerem uma menor potencialidade. Em um poço perfurado em xisto cinza-claro com profundidade de 100 m foi obtida uma vazão de 6,6 m³/h e uma capacidade específica de 0,17 m³/h/m. As águas dessa subunidade geralmente possuem baixa salinidade, da ordem de 100 a 200 mg/L de sais, e pH variando de neutro a ácido.

A subunidade Brusque também apresenta aquíferos associados com terrenos calcários, com feições cársticas (Figuras 4.3 e 4.4), especialmente cavernas das quais a mais importante por sua magnitude se encontra no município de Botuverá. Os poços atravessam calcários e dolomitos metamorfizados e mármore esbranquiçados, localmente apresentam metamorfismo de contato. Na região entre os municípios de Itajaí e Balneário Camboriú existem poços que atravessaram cavernas no calcário. A potencialidade do carste pode ser avaliada através de um poço com 46 m de profundidade. Nele para um rebaixamento de 1,23 m foi obtida uma vazão de 79,2 m³/h. A alta capacidade específica de 64,39 m³/h/m é devida à grande dimensão da caverna atravessada na perfuração, sendo mais comuns valores menores. O teor de sais totais, da ordem de 300 mg/L, e o pH de 8,2, indicam proximidade da área de recarga.

Nesta unidade as principais estruturas tectônicas presentes são de direção NW-SE, ENE-WSW e NNE-SSW. Os lineamentos de distensão NW-SE são estruturas pré-cambrianas, várias vezes reativadas. As fraturas abertas proporcionam o armazenamento e a circulação

das águas. Os lineamentos ENE-WSW, antigas falhas reativadas que controlavam os movimentos verticais de alçamento da Serra do Mar, não possuem características de modo a facilitar a circulação das águas subterrâneas e, portanto, são desinteressantes para a prospecção. Os lineamentos NNE-SSW da fase de compressão, apesar de sua extensão e importância na área, não apresentam interesse para a captação através de poços tubulares.

Na porção sul do Estado, as estruturas que controlam as mineralizações de fluorita e os diques de diabásio ao longo da costa, correlacionam-se também com a ocorrência de águas minerais, tendo grande importância na prospecção das fontes termais. A construção de poços tubulares somente é viável nas regiões de menor altitude e com fraturamento intenso, visando especialmente à captação de água mineral termal.

Os poços produtivos nos granitos dessa região apresentam vazões entre 1,37 e 72 m³/h e, no caso de captarem águas termais apresentam vazões superiores a 35 m³/h. Os níveis de água variam de 0,60 a 92 m de profundidade, com grandes rebaixamentos que podem alcançar a 88 m. Poços tubulares que



Figura 4.3 - Grande salão onde observam-se estalactites e estalagmites da caverna em terrenos calcários no município de Botuverá (Imagem obtida de www.botuvera.sc.gov.br).



Figura 4.4 - Circulação de água subterrânea na grande caverna do município de Botuverá (Imagem obtida de www.botuvera.sc.gov.br).

captaram águas minerais, devido às condições de pressão hidráulica e a elevação do terreno, podem apresentar surgência. As capacidades específicas de 0,015 e 0,42 m³/h/m para os poços tubulares indicam uma baixa produtividade, predominante para esta unidade.

O condicionamento hidrogeológico, com rápida circulação das águas através de fraturas, com grande área de recarga e elevado gradiente hidráulico proporcionou a presença de águas com boa qualidade. O pH varia de 5,75 a 8,00, portanto de ácido a alcalino; os baixos valores de resíduo seco são da ordem de 200 mg/l. Exceções ocorrem quando as rochas granitóides estiverem em contato com litologias sedimentares gonduânicas ou costeiras.

A fácies química predominante é bicarbonatada sódica ou bicarbonatada cloretada mista, e o único problema relacionado com a qualidade da água referem-se aos teores excessivos de flúor dissolvido que pode conter, devido fundamentalmente aos granitos estarem tectonizados em direções favoráveis à circulação de fluidos hidrotermais ricos em flúor. Os teores podem ser de tal ordem a inviabilizar seu uso no abastecimento público.

As águas minerais e termominerais associadas a este sistema são do tipo oligomineral, mesotermiais e radioativas na fonte, com temperatura média de 37°C. As principais fontes localizam-se no município de Tubarão, nas localidades de Santo Anjo da Guarda e Termas do Gravatal. Outras fontes importantes estão na localidade de Termas de São Pedro, Sanga Morta, Águas Mornas, Santa Rosa de Lima e Rio do Pouso. Estas águas alcalino-bicarbonatadas são utilizadas em instalações de repouso e banho, ou então para engarrafamento.

4.2 - UNIDADE HIDROESTRATIGRÁFICA CAMPO ALEGRE

Caracterização Geológica

A Unidade Hidroestratigráfica Campo Alegre está situada próximo da divisa nordeste com o Estado do Paraná, abrangendo uma área de cerca de 475 km², mais cerca de 2 km² que estão no Paraná. Tem uma forma triangular cordiforme, e é centrada na cidade de Campo Alegre (Figura 4.5). A Bacia Vulcanossedimentar de Campo Alegre subdivide-se nas subunidades Bateias, Campo Alegre e Rio Turvo.

A Unidade Hidroestratigráfica Campo Alegre é composta na base pela subunidade Bateias, dividida em duas fácies, uma conglomerática e a outra arenítica, com passagens abruptas e graduais entre elas. Não é possível determinar com

precisão o ambiente de deposição, mas observou-se que a granulometria é grossa, tornando-se fina gradativamente, uma vez que raros siltitos e folhelhos estão presentes nas partes superiores. O pacote de forma uma unidade quase contínua basal em torno do perímetro da bacia.

A subunidade Campo Alegre é predominantemente vulcânica e subdividida nas unidades informais Sequência Efusiva Inferior, Sequência Epiclástica-Vulcanoclástica Intermediária e Sequência Efusiva Superior. A porção basal da sequência vulcânica é composta de basaltos e andesitos com raros dacitos e mais diferenciados riocacitos e quartzotraquitos como fluxos individuais ou diferenciados laterais de vulcânicas mais básicas. As rochas básicas comumente têm vesículas decimétricas e amígdalas estreitamente espaçadas, enquanto tufos piroclásticos, tufos de granulação fina mistas e siltitos epiclasticos estão intercaladas entre os fluxos. A sequência intermediária consiste principalmente de rochas piroclásticas e sedimentos finos epiclásticos. Tais rochas piroclásticas estão intimamente associadas com rochas vulcânicas básicas, que ocorrem em diversos níveis na sequência, mas são mais comuns na base e no topo. Na porção superior o vulcanismo ácido começou enquanto atividade básica ainda estava em andamento, atingiu um pico de vulcanismo explosivo, evoluindo em seguida para os fluxos traquítico e riolítico da sequência superior vulcânica. Na subunidade Rio Turvo a sequência superior sedimentar tem um contato transicional com as rochas subjacentes piroclásticas. Há uma predominância de tufos de grão fino intercalados com rochas epiclásticas de granulação fina menos abundantes na base. Da base ao topo, as rochas epiclásticas se tornam mais abundantes até serem predominantes.

O Gráben de Corupá localiza-se ao sul da Bacia de Campo Alegre, estando em contato por falha com o Granito Corupá, a norte, e com o Complexo Granulítico de Santa Catarina, a sul. As características litológicas e o empilhamento estratigráfico são semelhantes aos da Bacia de Campo Alegre.

Caracterização Hidrogeológica

A Unidade Hidroestratigráfica Campo Alegre comporta-se predominantemente como um aquífero interestratificado, de litologias arenosas, conglomeráticas e vulcânicas. Nas bordas da Bacia de Campo Alegre a unidade pode ser classificada como um aquífero poroso intergranular, cujo grau de compactação das litologias localmente produz condições mais propícias ao armazenamento das águas subterrâneas através de fraturas.



Figura 4.5 - Mapa de localização da área aflorante da Unidade Hidroestratigráfica Campo Alegre.

Em direção ao interior da bacia existe uma predominância de derrames vulcânicos ácidos e básicos, associados a sedimentos de origem vulcânica, que se comportam como aquíferos de porosidade secundária por fraturas. No Gráben de Corupá ao sul da área, o fluxo e o armazenamento do aquífero também ocorre através de fraturamentos.

De modo semelhante ao que ocorrem com outros aquíferos associados com o Embasamento Cristalino, as condições de recarga e de transmissão de água seguem também as feições geomorfológicas, originadas das dinâmicas interna e externa, que influenciam o maciço rochoso.

Desse modo, áreas mais aplainadas pela erosão e com um alto grau de alteração das litologias promovem uma maior potencialidade hidrogeológica do aquífero (Figura 4.6), enquanto as áreas de rochas vulcânicas com relevo de maior declividade, localmente montanhoso apresentam uma menor potencialidade hidrogeológica, apesar da presença significativa de fraturas. Com relação às zonas de alteração, aquelas associadas com áreas afetadas por hidrotermalismo, podem sofrer restrições quanto à recarga, pelo elevado teor de argilominerais do solo.

Um poço perfurado em na localidade de Bateias de Baixo, no município de Campo Alegre, atravessando rochas vulcânicas e folhelhos em uma profundidade de 100 m, captou uma vazão de 18 m³/h para um rebaixamento de 6,7 m. Neste poço a capacidade específica é alta, da ordem de 2,7 m³/h/m, mas valores próximos a 0,5 m³/h/m são mais realistas. A condição de aquífero fraturado anisotrópico e heterogêneo exige que a locação dos poços seja realizada por técnicos habilitados,

visando a identificação de grandes estruturas armazenadoras. Outro poço atravessando arenitos, com profundidade de 85 m, captou uma vazão de 17,5 m³/h para um rebaixamento de 17,16 m. A capacidade específica de 0,93 m³/h/m indica uma boa potencialidade do aquífero nesta região, entretanto, como existem entradas de água em porções fraturadas, este valor de potencialidade hídrica deve ser tomado com cautela.

Com relação à caracterização química das águas, elas geralmente apresentam o teor de sólidos totais (TSD) abaixo de 200 mg/L e um pH de neutro à levemente alcalino, correlacionáveis com águas de pouco tempo de residência e de recarga recente a partir da precipitação pluviométrica. Devido às condições de recarga e armazenamento, este aquífero pode apresentar-se vulnerável à contaminação. Com



Figura 4.6 - Região aplainada das vulcânicas da Unidade Hidroestratigráfica Campo Alegre, na porção central do município de Campo Alegre.

relação à sua composição química são consideradas águas potáveis.

4.3 - UNIDADE HIDROSTRATIGRÁFICA ITAJAÍ

Caracterização Geológica

A Unidade Hidroestratigráfica Itajaí aflora da região sul de Blumenau até próximo de Itajaí. Ocupa uma área de mais de 700 km² no nordeste de Santa Catarina, perto do Vale do Rio Itajaí. É uma área alongada ao longo da direção N60°E e tem um formato aproximadamente triangular, com um comprimento de 80 km e larguras que variam entre 25 e 15 km (Figura 4.7). Sua localização, próxima de grandes centros urbanos e industriais, como Blumenau e Itajaí, confere-lhe grande importância hidrogeológica.

Nela são identificadas quatro sequências deposicionais compostas por sistemas deltaicos e turbidíticos. As rochas vulcânicas sedimentares e aquelas levemente metamorfozadas da Bacia do Itajaí recobrem discordantemente o Complexo Granulítico de Santa Catarina e estão em contato tectônico, a sudeste, com o Grupo Brusque, através da Zona de Cisalhamento Perimbó.

A subunidade basal inferior, denominada Gaspar, é constituída por arenitos feldspáticos médios a grossos, de coloração bordô predominante, com eventuais intercalações de ortoconglomerado com abundantes clastos subangulosos a subarredondados imersos em matriz arenítica feldspática bordô, principalmente na porção média. Ocorrem também camadas e lentes de paraconglomerados com clastos



Figura 4.8 - Sucessão de camadas de arenitos e siltitos da Unidade Hidroestratigráfica Itajaí no município de Indaial.

angulosos de composição variada e matriz argilosa bordô, próximo a base e eventuais intercalações de tufos riodacíticos, na porção superior (Figura 4.8).

A subunidade Campo Alegre, superior, da base para o topo subdivide-se em quatro porções: sequência de rochas efusivas básicas e intermediárias com pequena participação de derrames ácidos e rochas sedimentares epiclásticas; sequência rítmica de arenitos finos, argilitos e siltitos de coloração verde e cinza com intercalações de tufos e derrames básicos e intermediários, cortada por diques de mesma composição; sequência de vulcânicas e piroclásticas ácidas, principalmente traquitos, rio1itos e subordinadamente felsitos, traquiandesitos, dacitos e meláfiras com raras



Figura 4.7 - Mapa de localização da área aflorante da Unidade Hidroestratigráfica Itajaí.

intercalações de folhelhos e siltitos avermelhados; sequência rítmica de folhelhos e siltitos esverdeados com intercalações de tufos.

Caracterização Hidrogeológica

A Unidade Hidroestratigráfica Itajaí comporta-se como um aquífero multicamadas, com uma sucessão de leitos de arenitos e siltitos bordô. De acordo com sua litologia pode ser classificada como um aquífero poroso intergranular, porém seu grau de consolidação devido ao fato de possuir um baixo grau de metamorfismo, produz localmente condições mais propícias ao armazenamento por fraturas.

Como ocorre com outros aquíferos associados com o Embasamento Cristalino, as condições de recarga e de transmissão de água seguem também as feições geomorfológicas, originadas das dinâmicas interna e externa, que influenciam o maciço rochoso.

Desse modo, áreas mais aplainadas pela erosão e com um alto grau de alteração das litologias promovem uma maior potencialidade hidrogeológica do aquífero, enquanto as áreas de relevo mais acentuado, localmente montanhoso e com a presença de rochas vulcânicas apresentam uma menor potencialidade hidrogeológica, apesar da presença significativa de fraturas.

Exemplificando, pode ser citado um poço entre os municípios de Blumenau e Gaspar, com uma profundidade de 162 m, atravessando sucessões de arenitos de granulometria média a fina e siltitos, apresentou para uma vazão de 26,3 m³/h, um rebaixamento de 6,76 m e uma capacidade específica de 3,89 m³/h/m, confirmando uma boa

potencialidade hídrica. Poços perfurados em áreas com condições geomorfológicas e tectônicas mais difíceis produzem vazões que não ultrapassam 5 m³/h, indicando uma baixa capacidade específica e portanto, baixa potencialidade hídrica.

Com relação à caracterização química das águas, elas geralmente apresentam o teor de sólidos totais (TSD) abaixo de 150 mg/L e um pH de ácido a neutro, correlacionáveis com águas de pouco tempo de residência e de recarga recente, a partir da precipitação pluviométrica. Devido às condições de oxi-redução, estas águas podem apresentar problemas relacionados com teores altos de ferro. Com relação à sua composição química são consideradas águas potáveis.

4.4 - UNIDADE HIDROESTRATIGRÁFICA MAFRA

Caracterização Geológica

A Unidade Hidroestratigráfica Mafra possui uma extensa faixa de afloramentos, onde se assenta predominantemente, sobre a Unidade Hidroestratigráfica Embasamento Cristalino. Sua área de ocorrência ao norte começa no município de Rio Negrinho, aumenta gradativamente em direção ao município de Mafra, na divisa com o Estado do Paraná, onde a largura da faixa de exposição supera os 35 km (Figura 4.9). Em subsuperfície, na porção norte do Estado, nos poços exploratórios e estratigráficos perfurados pela Petrobrás e Paulipetro, foi encontrado rochas areno-argilosas correspondentes a esta unidade em seus perfis estratigráficos. A Unidade Hidroestratigráfica Mafra

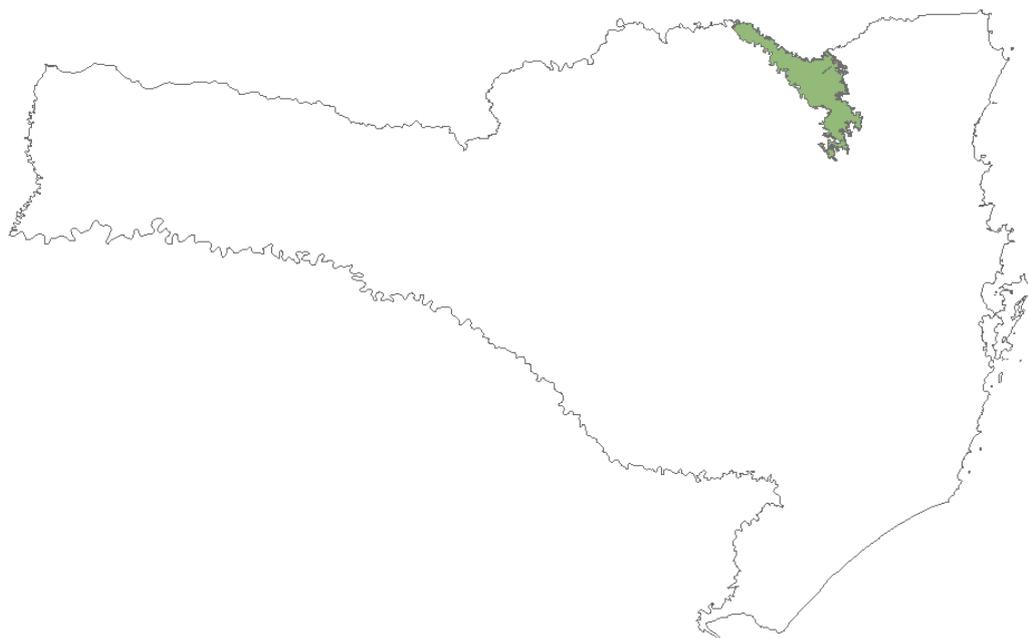


Figura 4.9 - Mapa de localização da área afluente da Unidade Hidroestratigráfica Mafra.

corresponde à parte intermediária do Grupo Itararé, que tem nas porções inferior e superior as formações Campo do Tenente e Rio do Sul.

Na área estudada as litologias estão representadas por arenitos finos a médios brancos e amarelo-avermelhados, mal selecionados, maciços ou com estratificação sigmoidal, com diamictitos de cores acastanhadas a cinza, maciços, varvitos predominantemente marrons, siltitos argilosos, esverdeados, finamente laminados, conglomerados e argilitos subordinados.

Este conjunto de camadas areno-argilosas de coloração amarelo-avermelhadas, acastanhadas e cinzas apresenta variações de espessura entre 50 e 200 m nas áreas de afloramento, sendo bastante variável devido ao relevo deposicional. Em subsuperfície, nas zonas de confinamento, esta unidade perde importância hidrogeológica pelas grandes profundidades em que se encontra e pela qualidade da água, que apresenta intensa mineralização.

Caracterização Hidrogeológica

A Unidade Hidroestratigráfica Mafra restringe-se principalmente nos municípios de Rio Negrinho possuindo uma área bastante restrita quando comparada com a Unidade Hidroestratigráfica Rio do Sul. Ela possui em seu perfil litológico camadas e lentes areníticas que compõem um aquífero poroso intergranular, que normalmente estão confinadas por um conjunto predominantemente pelítico, o que tende a aumentar a sua produtividade (Figura 4.10). Como ocorre em muitas outras unidades que compõem a hidroestratigrafia do Estado de Santa Catarina, as capacidades dos poços,



Figura 4.10 - Siltitos argilosos da Unidade Hidroestratigráfica Mafra entre Rio Negrinho e Mafra.

no entanto, são muito variáveis, decorrente da grande heterogeneidade litológica e estrutural do aquífero.

As vazões dos poços variam de 1 a 10 m³/h, sendo a distribuição de capacidades específicas bastante heterogêneas. Poços muito produtivos nesta região são raros, mas existe no município de Rio Negrinho um poço com 100 m de profundidade, nível estático próximo da superfície e vazão de 8 m³/h que apresentou uma capacidade específica de 0,75 m³/h/m. Muitos poços nesta região captam simultaneamente as unidades Mafra e Embasamento Cristalino (granulitos), sendo muitas vezes impossível determinar-se a origem das contribuições de cada aquífero para a vazão captada. Com relação à qualidade da água, ela não ultrapassa 170 mg/L de sólidos totais para um pH levemente alcalino. Os valores estão dentro das normas de potabilidade, indicando boas condições de utilização para todos os fins.

Dada a composição litológica predominante de folhelhos e argilitos, a produção dos poços é maior do que o esperado, supondo-se que o fluxo da água tenha um componente importante através de fraturamento tectônico, além das entradas de água nas porções arenosas. Um poço perfurou 450 m da unidade, o que demonstra sua grande espessura. A captação por poços tubulares nesta unidade aquífera, entretanto, deve ser feita entre profundidades de 100 a 150 m.

4.5 - UNIDADE HIDROESTRATIGRÁFICA RIO DO SUL

Caracterização Geológica

A Unidade Hidroestratigráfica Rio do Sul possui uma extensa faixa de afloramentos, que se assenta na porção norte, sobre a Unidade Hidroestratigráfica Mafra e, do centro ao sul do Estado, diretamente em contato com a Unidade Hidroestratigráfica Embasamento Cristalino. Sua área de ocorrência ao norte começa no município de Mafra, na divisa com o Estado do Paraná, onde a largura da faixa de afloramentos é de aproximadamente 15 km (Figura 4.11). Em direção sul diminui a sua faixa aflorante, e do sul do município de Alfredo Wagner até a região carbonífera raramente ultrapassa os 2 km de largura. Da região do município de Criciúma até a divisa com o Estado do Rio Grande do Sul ocorre somente em subsuperfície. Nos poços exploratórios e estratigráficos perfurados pela Petrobrás e Paulipetro foram encontradas rochas areno-argilosas correspondentes a esta unidade. A Unidade Hidroestratigráfica Rio do Sul corresponde



Figura 4.11 - Mapa de localização da área aflorante da Unidade Hidroestratigráfica Rio do Sul.

à parte intermediária do Grupo Itararé, que tem nas porções média e superior as formações Mafra e Campo do Tenente.

Na área estudada as litologias estão representadas por cinco litofácies: 1) folhelhos e siltitos cinza-escuros a pretos; 2) conglomerados; 3) diamictitos; 4) ritmitos e varvitos; e 5) arenitos com estratificações plano-paralela e cruzada de baixo ângulo e cruzada hummocky. Os folhelhos e siltitos apresentam coloração cinza-escura a preta (cinza-esverdeado, amarelado e avermelhado por alteração) e possuem matéria orgânica carbonosa. São micáceos, piritosos, localmente com aspecto várvido, mostrando laminações plano-paralela e ondulada, podendo conter seixos pingados e intercalações de lentes de arenito muito fino.

Este conjunto de camadas areno-argilosas de colorações cinza-escuras a pretas, apresenta variações de espessura entre 50 e 200 m nas áreas de afloramento, sendo bastante variável devido ao relevo deposicional (Figura 4.12).

Caracterização Hidrogeológica

A Unidade Hidroestratigráfica Rio do Sul possui em seu perfil litológico camadas e lentes areníticas que compõem um aquífero poroso intergranular. Essas camadas estão relacionadas com um conjunto predominantemente de granulometria fina, conferindo um caráter confinado ao aquífero, com aumento significativamente de sua produtividade. As capacidades dos poços, no entanto, são muito variáveis, dependendo das condições de sedimentação das litologias e também da estruturação tectônica.

Desse modo, na região sedimentar do centro do Estado para o norte, as vazões dos poços variam de 1 a 10 m³/h, sendo a distribuição de capacidades específicas bastante heterogêneas. Poços muito produtivos nesta região são raros, mas como ocorre no município de Dona Emma, um poço com 120 m de profundidade, com nível estático próximo da superfície com vazão de 42,35 m³/h apresentou uma capacidade específica de 6,32 m³/h/m. A qualidade da água não ultrapassou 300 mg/L de sólidos totais para um pH levemente alcalino de 7,4, indicando boas condições de utilização.

Na região sul do Estado, as camadas aquíferas correspondentes às litologias desta unidade resultam em poços que podem produzir entre 4,5 a 45 m³/h, com nível estático que varia de surgente



Figura 4.12 - Contato por falha entre as Unidades Hidroestratigráficas Embasamento Cristalino e Rio do Sul no município de Rancho Queimado.

até aproximadamente 13 m de profundidade. Este aquífero encontra-se sobreposto ao embasamento cristalino ou ocupando paleovales tectônicos. É na região entre os municípios de Braço do Norte e Grão-Pará, em um destes paleovales, que se encontram poços cujas capacidades específicas podem alcançar valores de até 3,5 m³/h/m.

Dada à composição litológica predominante de folhelhos e de argilitos, a produção dos poços é mais elevada do que o esperado, supondo-se que o fluxo da água tenha um componente importante através de fraturamento tectônico. A captação por poços nesta unidade hidroestratigráfica deve ocorrer entre profundidades de 80 a 130 m.

Esta unidade apresenta algumas restrições com relação à qualidade das águas captadas, tanto nas litologias associadas da unidade Rio Bonito quanto as unicamente da unidade Rio do Sul. As águas que percolam esta unidade possuem aí um pH que varia de 5,8 a 7,9. Os termos mais alcalinos encontram-se normalmente associados às áreas de sedimentação em paleovales. Os tipos químicos bicarbonatados cálcicos a mistos, com teores de sólidos dissolvidos entre 80 e 360 mg/L, são predominantes. As águas são moles a moderadamente duras. Os teores de ferro encontram-se entre 0,15 e 6 mg/L, em geral acima de 0,5 mg/L, o que exige tratamento para alguns usos. Em alguns poços a água possui pronunciado

cheiro de gás sulfídrico (H₂S) derivado da redução dos sulfatos. De um modo geral, entretanto, as águas são potáveis.

4.6 - UNIDADE HIDROESTRATIGRÁFICA RIO BONITO

Caracterização Geológica

A Unidade Hidroestratigráfica Rio Bonito possui uma extensa faixa de afloramentos, onde se assenta predominantemente sobre a Unidade Hidroestratigráfica Rio do Sul e ocasionalmente sobre a Unidade Hidroestratigráfica Embasamento Cristalino, neste caso em algumas áreas da região carbonífera do Estado. Sua área de ocorrência, que ao sul do município de Alfredo Wagner é bastante restrita, aumenta gradativamente em direção a região norte do Estado, onde a largura da faixa de exposição supera os 20 km (Figura 4.13). No restante do Estado, em todos os poços exploratórios e estratigráficos perfurados pela Petrobrás e Paulipetro, foram encontradas rochas arenosas em seus perfis litológicos. Esta unidade hidroestratigráfica caracteriza-se por apresentar diferentes conjuntos litológicos em suas porções inferior, média e superior, de modo que utilizando-se os nomes consagrados pela geologia do Gondwana, estaria subdividida nas subunidades Triunfo, Paraguaçu e Siderópolis.

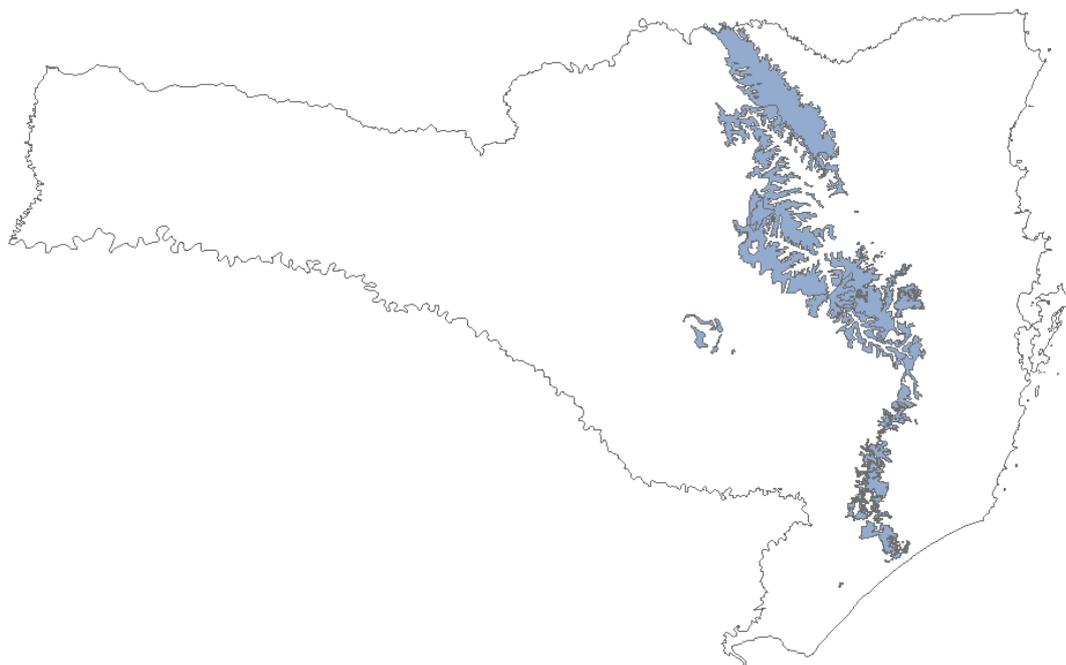


Figura 4.13 - Mapa de localização da área aflorante da Unidade Hidroestratigráfica Rio Bonito.

A subunidade Triunfo caracteriza a porção basal da unidade Rio Bonito, sendo constituída por arenitos cinza esbranquiçados com granulometria variável de fina até muito grossa, quartzofeldspáticos, com cimento carbonático. Na porção superior, predominam arenitos finos a médios e, na base, ocorre uma maior incidência de arenitos grossos. As camadas apresentam geometria sigmoidal, com aspecto maciço ou com estratificação cruzada acanalada, de pequeno e médio porte. Secundariamente ocorrem folhelhos, argilitos e siltitos cinza-escuro a pretos, carbonosos, leitos e camadas de carvão (Camada Bonito) que são comercialmente mineradas na região carbonífera de Santa Catarina.

A subunidade Paraguaçu recobre abruptamente a subunidade Triunfo e constitui a porção central da Unidade Hidroestratigráfica Rio Bonito, sendo caracterizada por uma sedimentação predominantemente pelítica representada por siltitos e folhelhos cinza a esverdeados e subordinadamente arenitos finos exibindo laminação plano-paralela e ondulada e bioturbação.

A subunidade Siderópolis recobre a subunidade Paraguaçu e constitui o terço superior da Unidade Hidroestratigráfica Rio Bonito, sendo constituída por arenitos finos a médios, quartzosos, bem selecionados, porosos e permeáveis (Figura 4.14). Subordinadamente ocorrem arenitos médios a grossos, feldspáticos, com matriz areno-argilosa, também bastante permeáveis. Intercalam camadas de siltitos, folhelhos carbonosos e carvão (Camada Barro Branco). As camadas apresentam espessuras variadas, desde alguns centímetros até mais de metro, geometria tabular ou lenticular, de aspecto maciço ou com estratificação cruzada. Os arenitos representam depósitos de barras e barreiras, com interdigitações de sedimentos flúvio-deltaicos

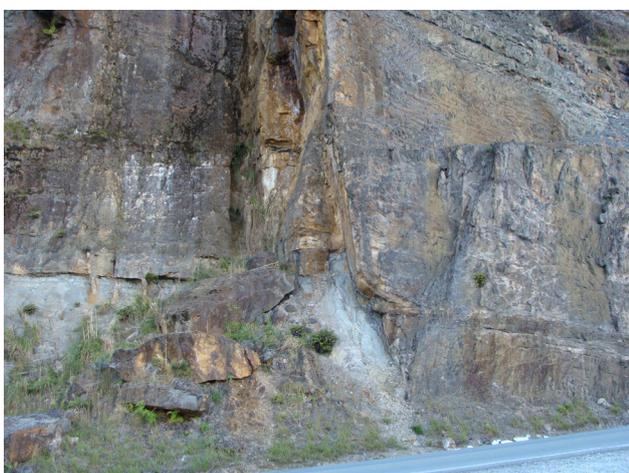


Figura 4.14 - Arenitos quartzosos tectonizados do topo da Unidade Hidroestratigráfica Rio Bonito no município de Rancho Queimado.

tendo os sedimentos carbonosos sido originados em lagunas e mangues costeiros, posteriormente recobertos por areias litorâneas.

Caracterização Hidrogeológica

A Unidade Hidroestratigráfica Rio Bonito é um aquífero com porosidade intergranular, sendo considerado um dos melhores do Estado. Sua subdivisão em unidades menores devido às variações litológicas e deposicionais, entretanto, lhe conferem diferentes graus de potencialidade, tanto nas áreas aflorantes quanto nas confinadas. Com relação à sua qualidade, também apresenta-se muito heterogêneo, pois a presença de camadas de carvão entre os leitos e lentes de arenitos proporciona que ocorram substâncias químicas indesejáveis dissolvidas na água. Com relação às águas captadas nas áreas confinadas, elas apresentam um incremento significativo de sólidos como cloretos e sulfatos, cuja origem está relacionada com as baixas descargas nas áreas confinadas de grande profundidade, que resultam no grande tempo de residência das águas subterrâneas.

A subunidade Triunfo, basal, com uma predominância de arenitos sobre siltitos e folhelhos é considerada aquífera. A presença de arenitos finos que predominam sobre as demais granulometrias promove condições de baixa produtividade para essa subunidade. Na região do município de Ituporanga até o norte do município de Rio do Sul esta unidade é aflorante e sustenta a topografia com camadas tabulares de arenitos endurecidos e com relevo escarpado. Nestas áreas a subunidade está fraturada e o armazenamento e fluxo das águas dá-se por estas fraturas, sendo esta uma das menos produtivas áreas da unidade Rio Bonito.

A subunidade Paraguaçu, intermediária, é caracterizada por ser constituída quase exclusivamente por siltitos e folhelhos, não sendo considerada como um aquífero e sim, mais propriamente um aquíclode. Ela confina o a subunidade aquífera Triunfo e a captação conjunta de diversas litologias impede uma caracterização hidrogeológica mais precisa.

A subunidade Siderópolis, superior, constitui-se de um espesso pacote predominantemente arenítico, que corresponde à porção com melhores características aquíferas da unidade Rio Bonito, de modo que os poços mais produtivos dela estão correlacionados a esta porção.

Como a unidade Rio Bonito é muito heterogênea, assim também se comporta a sua produtividade e a qualidade das águas. Os poços nas áreas aflorantes apresentam uma capacidade específica que por

vezes é alta, contrastando com outros em que ela é insignificante. Conforme o aquífero se aprofunda, aumenta a capacidade específica da unidade que está relacionada com os valores importantes de porosidade, que, mesmo em profundidades da ordem de 3.000 m alcança valores de 20 %. Quanto à sua qualidade, mesmo em profundidades da ordem de 500 m, a unidade Rio Bonito apresenta águas com salinidades maiores de 10.000 mg/L e em maiores profundidades as águas são salmouras com mais de 60.000 mg/L, muito superiores aos 35.000 mg/L da água do mar.

Da região central ao norte do Estado, a unidade Rio Bonito apresenta regular a boa produtividade e qualidade química sem objeções quanto à potabilidade. Um poço em área de afloramento no município de Itaiópolis, com profundidade de 118 m captou uma vazão de 14,4 m³/h para uma capacidade específica de 0,48 m³/h/m. A salinidade, de aproximadamente 160 mg/L, e o pH de 7,8, indicam uma água de restrito tempo de residência, apropriada para todos os usos.

Na região central, um poço de 56 m de profundidade no município de Chapadão do Lageado, captando o sistema aquífero formado pelas unidades Palermo e Rio Bonito, tem uma vazão de 7,3 m³/h para uma capacidade específica de 0,48 m³/h/m. Os valores de sólidos totais e pH são de aproximadamente 200 mg/L e 7,0, também indicando águas sem restrição de uso.

O aquífero relacionado com as litologias arenolíticas da Unidade Hidroestratigráfica Rio Bonito apresenta melhores características de vazão e de capacidade específica na região de Içara, na região carbonífera, onde suas vazões de exploração variam de 4 m³/h até mais de 80 m³/h e as capacidades específicas de 0,046 a 5,75 m³/h/m. A grande heterogeneidade das camadas aquíferas produz, não raras vezes, grandes rebaixamentos nos poços.

Na área de Criciúma constata-se a mesma heterogeneidade nas camadas aquíferas, porém as vazões situam-se em um intervalo entre 6 m³/h e a pouco mais de 17 m³/h nos poços analisados. A maior capacidade específica nestes poços foi de 1,72 m³/h/m, sendo observados, às vezes, grandes rebaixamentos. Das áreas entre o município de Urussanga e a região central do Estado não existem dados de poços tubulares; no entanto, sondagens realizadas para pesquisa de carvão indicam uma constituição litológica similar em toda a área de ocorrência desta unidade.

No município de Içara as águas são bicarbonatadas cálcicas, com pH predominantemente alcalino entre

7,1 e 7,8. O total de sais dissolvidos varia entre 60 e 497 mg/L, e as águas em geral são moles a moderadamente duras. O teor de ferro varia entre 0,05 até 1,4 mg/L, tornando necessário tratamento para adequação aos índices recomendados.

Em Criciúma as águas são ácidas com pH entre 5,9 e 6,8, bicarbonatadas e sulfatadas cálcicas ou mistas, moles a moderadamente duras. Nos poços analisados o teor de sólidos varia de 160 a 360 mg/L e a presença de ferro sempre ultrapassa os limites aceitáveis para a potabilidade, estando entre 0,8 e 15,8 mg/L. A área mais atingida pelos efeitos da mineração e lavagem de carvão é a do município de Siderópolis, segundo Machado et al. (1984), onde os poços afetados pelas lixiviações dos rejeitos podem apresentar água com péssima qualidade química (Figura 4.15). O pH neste caso pode baixar a 3,1, tornando a água extremamente ácida, permitindo a solubilização de diversos elementos nocivos à saúde.

A oxidação da pirita adiciona à água maior quantidade de íons sulfato, transformando os tipos químicos bicarbonatados em sulfatados cálcicos. A dureza é elevada nas áreas contaminadas, do mesmo modo que o teor de sais dissolvidos, que pode chegar a valores próximos a 6.000 mg/L. A presença



Figura 4.15 - A mineração de carvão e a deposição de rejeitos afetam a qualidade das águas do aquífero, pela contaminação com altos teores de ferro e acidez as águas de recarga, como se vê no município de Siderópolis.

de teores de ferro de até 700 mg/L e a concentração de metais pesados inviabilizam a utilização destas águas.

4.7 - UNIDADE HIDROESTRATIGRÁFICA PALERMO

Caracterização Geológica

A Unidade Hidroestratigráfica Palermo possui uma extensa faixa de afloramentos, onde se assenta exclusivamente sobre a Unidade Hidroestratigráfica Rio Bonito. Sua área de ocorrência ao norte começa



Figura 4.16 - Mapa de localização da área aflorante da Unidade Hidroestratigráfica Palermo.

no município de Mafra, na divisa com o Estado do Paraná, onde a largura da faixa de afloramentos é de aproximadamente 5 km. Em direção sul diminui a sua faixa aflorante, que localmente alcança valores da ordem de 0,5 km, voltando a ter largura de 10 km apenas no entorno do município de Criciúma, na região carbonífera (Figura 4.16). Desta região até a divisa com o Estado do Rio Grande do Sul ocorre somente em subsuperfície. Nos poços exploratórios e estratigráficos perfurados pela Petrobrás e Paulipetro foram encontradas rochas siltico-argilosas correspondentes a esta unidade em todos os perfis litológicos.

Na área estudada as litologias estão representadas por uma associação de siltitos e siltitos arenosos, intensamente bioturbados, cinza-esverdeados a cinza-escuros e com cores amarelas características quando intemperizados. São constituídos na base por interlaminações de silte e areia fina a muito fina, e em direção ao topo é mais pelítica, com intercalações de lentes de arenitos finos a médios. Este conjunto de camadas siltico-argilosas de coloração amarelada característica nas áreas aflorantes, apresenta uma espessura média de 100 m nas áreas de afloramento.

Caracterização Hidrogeológica

A constituição litológica, com uma predominância de frações granulométricas muito finas na Unidade Hidroestratigráfica Palermo, não é favorável ao armazenamento e fluxo de águas subterrâneas, tratando-se, portanto, de um aquífero pobre sem água subterrânea significativa (Figura 4.17).

O exame de perfis geológicos de perfis e sondagens, entretanto, indica que existem distribuídas de

modo esparso, camadas e lentes arenosas nesta unidade. Também existem discontinuidades entre os acamadamentos de rochas de granulometria fina, que funcionam como uma fonte primária de armazenamento. O alto grau de consolidação da litologia propiciou o aparecimento de fraturamentos, fontes secundárias de armazenamento e condutores hidráulicos da recarga natural.

Em áreas onde ela aflora forma um sistema com os arenitos da unidade Rio Bonito. Como a maioria dos poços é aberta, com revestimentos apenas nas porções superiores, ou filtros colocados nos dois aquíferos, torna-se difícil quantificar a contribuição na produção final do poço.

Um poço completado somente na unidade Palermo (Cerâmica Portinari próximo de Criciúma), constituído por siltitos cinza e argilitos esverdeados,

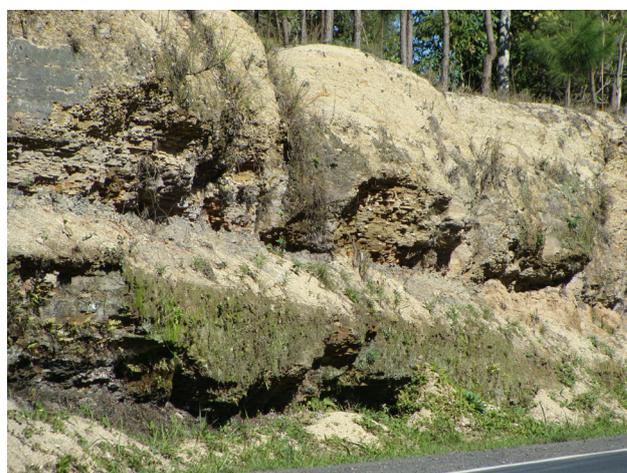


Figura 4.17 - Siltitos argilosos laminados da Unidade Hidroestratigráfica Palermo entre os municípios de Agrolândia e Atalanta.

apresentou pelo menos três entradas de água. A capacidade específica de 0,26 m³/h/m, o nível estático raso de 6,0 m e a vazão de 9,3 m³/h pressupõe a existência de fraturas, pois a produtividade é alta para litologias exclusivamente pelíticas. Poços com boa vazão, entretanto, são exceção nesta unidade hidroestratigráfica.

A pequena quantidade de poços perfurados neste sistema aquífero, não permite uma avaliação precisa da qualidade das águas, especialmente quando existe contribuição de dois aquíferos. Os dados disponíveis indicam uma baixa mineralização, da ordem de 200 a 300 mg/L e problemas relacionados com teores mais elevados de ferro.

4.8 - UNIDADE HIDROESTRATIGRÁFICA IRATI

Caracterização Geológica

A Unidade Hidroestratigráfica Irati possui uma extensa faixa de afloramentos, onde se assenta exclusivamente sobre a Unidade Hidroestratigráfica Palermo. Sua área de ocorrência ao norte começa no município de Mafra, na divisa com o Estado do Paraná, onde a largura da faixa de exposição alcança os 3 km. Essa largura se reduz a pouco mais de 0,5 km em quase todo o restante do Estado e apenas nos municípios de Siderópolis e Nova Veneza, na região carbonífera, volta a apresentar valores próximos de 3 km (Figura 4.18). Nos poços exploratórios e estratigráficos perfurados pela Petrobrás e Paulipetro foram encontradas rochas síltico-argilosas e carbonáticas correspondentes a esta unidade em todos os perfis litológicos. Esta unidade hidroestratigráfica caracteriza-

se por apresentar dois conjuntos litológicos em suas porções inferior e superior, de modo que, utilizando-se os nomes consagrados pela geologia do Gondwana estaria subdividida nas subunidades Taquaral e Assistência.

Na área estudada as litologias da subunidade Taquaral consistem de argilitos, folhelhos e siltitos cinza-escuros, eventualmente cinza-claros a azulados, que quando intemperizados adquirem tons amarelados, micáceos, mostrando desagregação conchoidal.

As litologias da subunidade Assistência também é predominantemente pelítica, sendo constituídas por um pacote de folhelhos cinza-escuro a pretos, intercalados com folhelhos pirobetuminosos e associados a lentes de margas creme a cinza-escuras, dolomíticas. Localmente, os folhelhos pirobetuminosos associam-se com camadas decimétricas de margas, onde se destacam a laminação plano-paralela, convoluta e concreções silicosas, que dão ao conjunto um aspecto rítmico.

Este conjunto de camadas síltico-argilosas e carbonáticas de colorações cinza e amarelo-avermelhadas quando intemperizadas apresentam variações de espessura entre 10 e 20 m para a subunidade Taquaral e 20 a 30 m para a subunidade Assistência. Sua variação de espessura também resulta dos sills de diabásio que são frequentes em toda sua área de ocorrência no Estado. A alternância de folhelhos e calcários (margas) origina o aparecimento de uma estratificação rítmica (Figura 4.19).

Caracterização Hidrogeológica

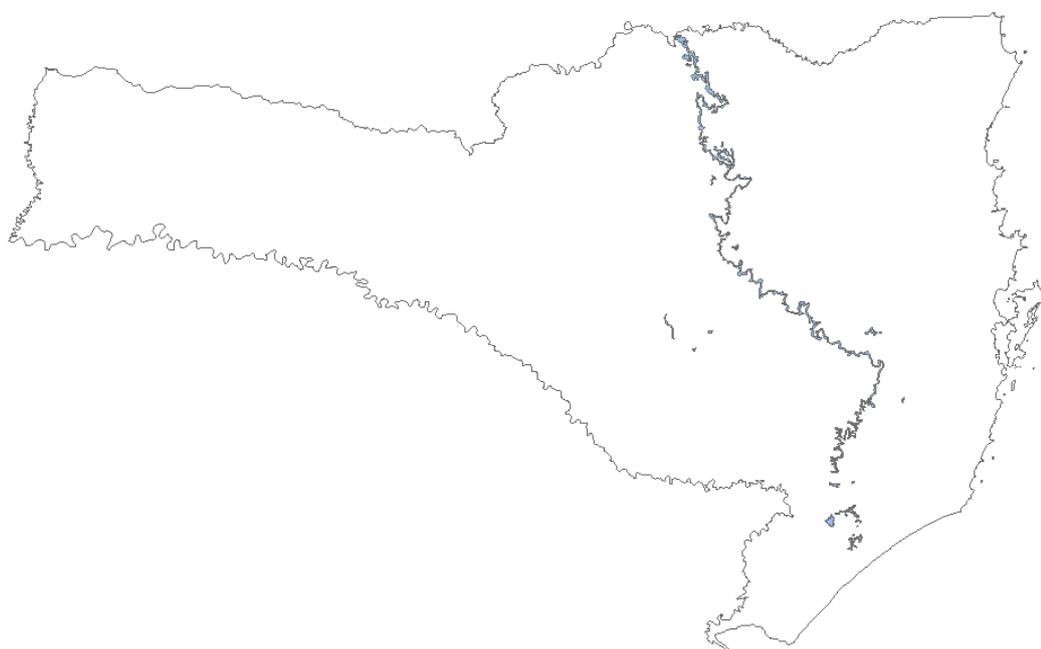


Figura 4.18 - Mapa de localização da área aflorante da Unidade Hidroestratigráfica Irati.



Figura 4.19 - Detalhe das intercalações entre folhelhos negros intemperizados e leitos centimétricos de margas da Unidade Hidroestratigráfica Irati, na BR-116 no município de Itaiópolis.

O aquífero que corresponde a esta unidade hidroestratigráfica é de difícil caracterização hidrogeológica, pois apresenta-se com uma espessura reduzida que normalmente é captada em conjunto com outras unidades hidroestratigráficas.

O armazenamento e o fluxo das águas se dão através de descontinuidades no acamadamento dos siltitos, folhelhos e margas das subunidades Taquaral e Assistência. Devido ao grau de consolidação das litologias, elas foram afetadas por esforços tectônicos que geraram sistemas de fraturas, que atuam como condutores hidráulicos, que podem aumentar substancialmente as vazões obtidas dos poços.

Muito comuns são as intrusões de diabásio, em forma de sills e diques fraturados, que eventualmente alcançam a dezenas de metros, contribuindo para o incremento das reservas do aquífero.

Duas perfurações no município de Nova Veneza, ao sul do Estado junto da região carbonífera, respectivamente com 37,0 e 31,2 m, atravessaram litologias típicas da unidade Irati. A presença de folhelhos escuros, endurecidos, afetados termicamente por intrusões de diabásio, contrasta com a produção obtida dos poços, com vazões entre 16,0 e 20,5 m³/h e rebaixamentos entre 1,0 e 1,5 m. Poços com níveis estáticos próximos da superfície (2 m) e alta capacidade específica são incompatíveis com litologias predominantemente pelíticas. Provavelmente a produção dos poços seja devida ao fraturamento associado com a intrusão de sills de diabásio.

No município de Três Barras, um poço com 160 m de profundidade, capta essa unidade simultaneamente com a unidade Palermo, com vazão captada de 3,6 m³/h para um rebaixamento de 30,75 m, resultando

em uma capacidade específica de 0,12 m³/h/m, que é mais coerente com a constituição litológica da unidade.

Do modo semelhante às condições geomorfológicas de outras unidades gonduânicas, extensas áreas onde ocorre esta unidade em Santa Catarina estão localizadas em encosta de serra, com grande declividade, onde a recarga natural e o armazenamento são insignificantes. Nestas condições esta unidade é considerada como não aquífera, sendo mais propriamente classificada como um aquíclode.

4.9 - UNIDADE HIDROESTRATIGRÁFICA SERRA ALTA

Caracterização Geológica

A Unidade Hidroestratigráfica Serra Alta possui uma extensa faixa de afloramentos, onde se assenta exclusivamente sobre a Unidade Hidroestratigráfica Irati. Sua área de ocorrência ao norte começa no município de Mafra, na divisa com o Estado do Paraná, onde a largura da faixa de afloramentos é de aproximadamente 8 km. Em direção sul diminui a sua faixa aflorante, que localmente alcança valores da ordem de 0,5 km, voltando a ter largura de 2 km nas proximidades da região carbonífera (Figura 4.20). Desta região até a divisa com o Estado do Rio Grande do Sul ocorre somente em subsuperfície. Nos poços exploratórios e estratigráficos perfurados pela Petrobrás e Paulipetro foram encontradas rochas siltico-argilosas correspondentes a esta unidade em todos os perfis litológicos.

Na área estudada as litologias compreendem uma sequência de folhelhos e siltitos cinza-escuros a pretos, tendo como principal estrutura a fratura conchoidal. Quando intemperizados mostram cores cinza-claro a cinza-esverdeado, e amareladas. Normalmente são maciços ou possuem uma laminação plano-paralela incipiente, às vezes micáceos. Localmente, contêm lentes e concreções calcíferas, com formas elipsoidais que podem alcançar até 1,5 m de comprimento com 50 cm de largura. Na região entre os municípios de Salete e Rio do Campo ocorrem camadas de calcário oolítico acinzentado, com extensa continuidade lateral e espessuras de até 3,5 m, localizados principalmente nas áreas de encosta.

Este conjunto de camadas siltico-argilosas de coloração cinza-escura, nas áreas aflorantes, mostra característica de intensa fissilidade e tons cinza mais claros (Figura 4.21). Sua espessura média nas áreas de afloramento parece não exceder a 90 m. Em



Figura 4.20 - Mapa de localização da área aflorante da Unidade Hidroestratigráfica Serra Alta.

subsuperfície, nas zonas de confinamento, esta unidade perde importância hidrogeológica pelas grandes profundidades em que se encontra e pela qualidade da água, que apresenta intensa mineralização.

Caracterização Hidrogeológica

O comportamento hidrogeológico desta unidade está intimamente ligado com a sua constituição litológica e também com o seu posicionamento geomorfológico. Desse modo, como essa unidade é predominantemente pelítica, ela é considerada como um aquífero de pouca produtividade, mais propriamente um aquífero ou aquíclode.

Os poucos poços que atravessam unicamente as litologias dessa unidade, entretanto, podem

apresentar vazões economicamente viáveis de captação. Isto se deve ao fato dela apresentar uma estratificação onde as discontinuidades podem ser importantes vias de fluxo subterrâneo. A unidade também foi afetada por fraturamentos que contribuem tanto para a recarga natural quanto para a produção de água por poços.

Apesar de ser considerado um aquífero pouco produtivo, nos municípios de Bom Retiro e Três Barras, localizados no leste e norte do Estado, poços mostram boas possibilidades aquíferas para essa unidade.

No município de Bom Retiro um poço com 136,0 m possui uma vazão de 5,0 m³/h, com um nível estático de 5,20 m e uma capacidade específica de 0,3 m³/h/m. No município de Três Barras, o poço com profundidade de 100 m e uma vazão de 8,8 m³/h, possui nível estático de 10,3 m e grande rebaixamento que resulta em uma capacidade específica de 0,14 m³/h/m. Estes valores podem ser considerados como máximos, já que em geral são observados valores mais reduzidos para as capacidades específicas dos poços. Os poucos poços que captam essa unidade na porção aflorante em geral não possuem dados quanto a sua qualidade química, porém os valores de pH são neutros a ácidos e os baixos valores de condutividade elétrica indicam águas de infiltração recente, próprias para todos os usos.

No restante das áreas, tanto de afloramentos como de litologias confinadas, não existe água subterrânea em volume significativo. Essa unidade



Figura 4.21 - Folhelhos cinza escuros alterados e com intensa fissilidade da Unidade Hidroestratigráfica Serra Alta, na BR-282 no município de Lages.

ocupa extensas áreas de encosta, com grandes declividades, onde apresenta estreita faixa de afloramento na qual somente é possível captar águas de fontes de baixa vazão.

4.10 - UNIDADE HIDROESTRATIGRÁFICA TERESINA

Caracterização Geológica

A Unidade Hidroestratigráfica Teresina possui uma extensa faixa de afloramentos, onde se assenta exclusivamente sobre a Unidade Hidroestratigráfica Serra Alta. Sua área de ocorrência ao norte começa no município de Mafra, na divisa com o Estado do Paraná, onde a largura da faixa de afloramentos é de aproximadamente 12 km. Em direção sul diminui a sua faixa aflorante, que localmente alcança valores da ordem de 0,5 km, voltando a ter largura entre 1 e 2 km ao norte da região carbonífera (Figura 4.22). Desta região até a divisa com o Estado do Rio Grande do Sul ocorre somente em subsuperfície. Nos poços exploratórios e estratigráficos perfurados pela Petrobrás e Paulipetro foram encontradas rochas siltico-argilosas correspondentes a esta unidade em todos os perfis litológicos.

Na área estudada, as litologias são constituídas por argilitos, folhelhos e siltitos cinza-escuros e esverdeados, ritmicamente intercalados com arenitos muito finos, cinza-claros. Quando alterada, esta unidade mostra cores diversificadas em tons creme, violáceos, bordôs e avermelhados. Comumente apresenta lentes e concreções carbonáticas, com formas elípticas e dimensões que



Figura 4.23 - Siltitos argilosos e arenitos muito finos fraturados da Unidade Hidroestratigráfica Teresina entre os municípios de Bocaina do Sul e Rio Rufino.

podem atingir 2 m de comprimento por 80 cm de largura.

Sua espessura nas áreas de afloramento parece variar entre 80 e 100 m (Figura 4.23). Em subsuperfície, nas zonas de confinamento, esta unidade perde importância hidrogeológica pelas grandes profundidades em que se encontra e pela qualidade da água, que apresenta intensa mineralização.

Caracterização Hidrogeológica

Em quase todo o Estado, esta unidade corresponde a um aquífero pouco produtivo ou áreas sem água subterrânea significativa, dificultando a sua

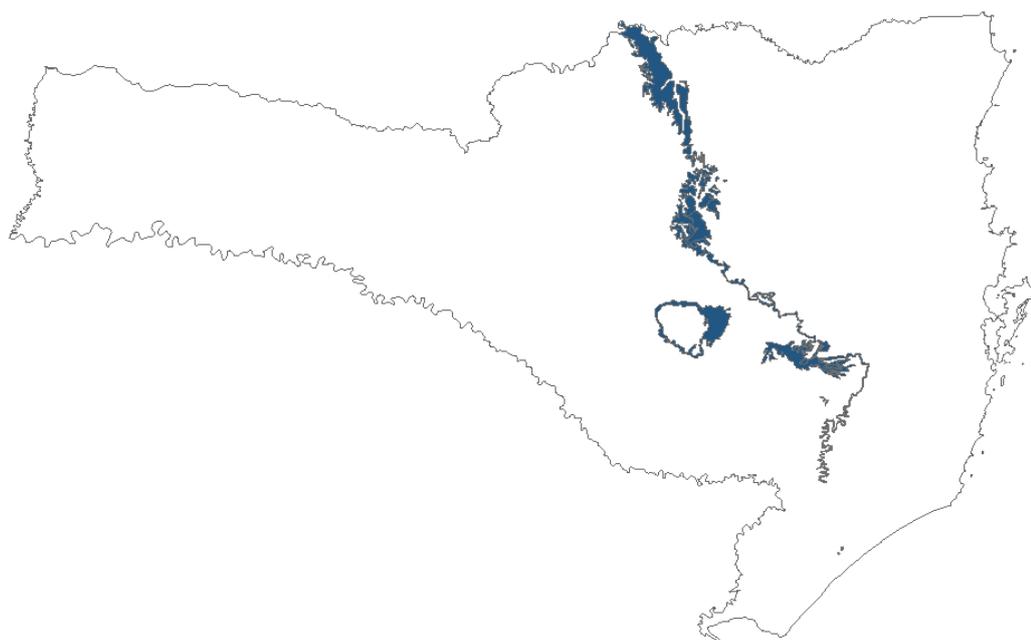


Figura 4.22 - Mapa de localização da área aflorante da Unidade Hidroestratigráfica Teresina.

caracterização hidrogeológica. Seu comportamento hidrodinâmico e hidráulico, como de outras unidades gonduânicas é regido principalmente pelas descontinuidades entre as camadas, que funcionam como um condutor hidráulico.

Também são importantes os intensos fraturamentos e falhamentos, visíveis em afloramentos, que contribuem significativamente para o aumento da vazão captada nos poços. A recarga natural pela precipitação também está condicionada à existência dessa rede de fraturas.

Existem pelo menos duas áreas no Estado cujas condições geológicas e geomorfológicas permitem uma ocorrência de melhores características hidrogeológicas. A primeira localiza-se na região central do Estado, no denominado Domo de Lages, entre os municípios de Otacílio Costa e Lages; a segunda situa-se entre os municípios de Papanduva e Canoinhas, na região norte do Estado.

No município de Papanduva, um poço com 60 m de profundidade captou uma vazão de 10,15 m³/h. Com um nível estático de 9,09 m, sua capacidade específica foi de 0,26 m³/h/m. No município de Lages, um poço com 82,0 m obteve uma vazão de 6,5 m³/h. Com um nível estático de 22,8 m e para essa vazão, sua capacidade específica alcançou o valor de 0,56 m³/h/m. Os valores citados de vazões e capacidades específicas estão próximos dos máximos a serem obtidos para essa unidade, em poços locados sobre importantes descontinuidades geológicas, entretanto, para as regiões aflorantes são esperados poços de menor produtividade.

A água subterrânea desta unidade Teresina também é captada conjuntamente com águas de outras unidades hidroestratigráficas, de modo que além das condições hidrogeológicas as características hidroquímicas não podem ser determinadas com precisão. Nas áreas aflorantes os poucos dados disponíveis indicam pH das águas como neutro a levemente ácido e baixos valores de condutividade elétrica, que demonstram serem águas de pouco tempo de residência, próprias para todos os usos.

No restante do Estado, entretanto, essa unidade está associada com relevos de alta declividade em encostas de serra, com estreita faixa de afloramentos, que resultaram em uma pequena recarga natural e armazenamento. A inviabilidade de captação através de poços tubulares é compensada apenas pela existência de fontes de pequena vazão.

4.11 - UNIDADE HIDROESTRATIGRÁFICA RIO DO RASTO

Caracterização Geológica

A Unidade Hidroestratigráfica Rio do Rasto distribui-se ao longo da faixa de afloramentos das rochas sedimentares gonduânicas, assentando-se diretamente sobre a unidade Teresina, e na sua porção superior em contato exclusivamente com a Unidade Hidroestratigráfica Botucatu (Figura 4.24). Sua área de ocorrência é contínua em todo o Estado, tanto em afloramento como em subsuperfície. As características sucessões de intercalações arenosílticas desta unidade localizam-se da divisa sul do Estado, abaixo da região carbonífera, até a região

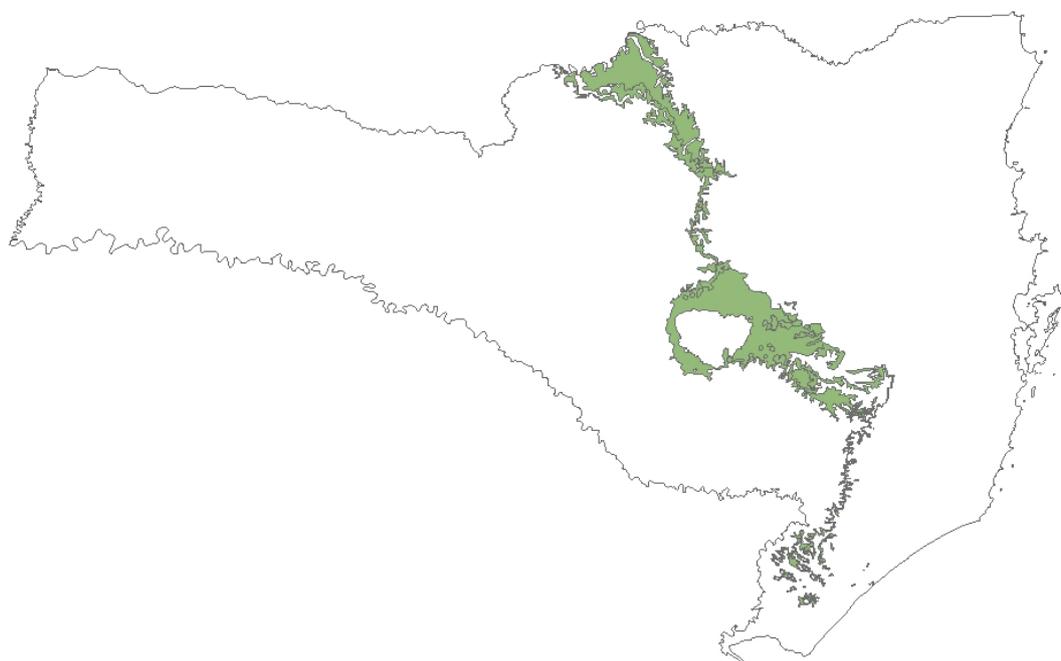


Figura 4.24 - Mapa de localização da área aflorante da Unidade Hidroestratigráfica Rio do Rasto.

norte do Estado, sendo encontradas também no extremo oeste do Estado, como constatado nos poços profundos perfurados nos municípios de São Miguel do Oeste e São João do Oeste. Esta unidade hidroestratigráfica caracteriza-se por apresentar diferentes conjuntos litológicos em suas porções inferior e superior, de modo que, utilizando-se os nomes consagrados pela geologia do Gondwana estaria subdividida nas subunidades Serrinha e Morro Pelado.

Na área estudada, as litologias da subunidade Serrinha são constituídas por arenitos finos, bem selecionados, intercalados com siltitos e argilitos cinza-esverdeados, amarronados, bordôs e avermelhados, podendo localmente conter lentes ou horizontes de calcário margoso. Com uma sucessão característica de camadas síltico-argilosas cinza-esverdeadas a bordôs intercaladas com camadas arenosas raramente ultrapassa os 100 m de espessura nas áreas aflorantes, entretanto, em subsuperfície pode apresentar valores superiores a 250 m.

Com relação às litologias da subunidade Morro Pelado, elas são constituídas por lentes de arenitos finos, avermelhados, intercalados com siltitos e argilitos arroxeados (Figura 4.25). O pacote sedimentar mostra também cores em tonalidades verdes, chocolate, amareladas e esbranquiçadas. Esta sucessão de camadas arenosas de coloração avermelhada a esbranquiçada raramente ultrapassa os 100 m de espessura nas áreas aflorantes, entretanto, em subsuperfície pode apresentar valores superiores a 250 m.

Quanto às relações de contato, através dos perfis geofísicos e das descrições litológicas dos perfis de sondagem, verifica-se que o contato inferior com a Unidade Hidroestratigráfica Teresina é tipicamente

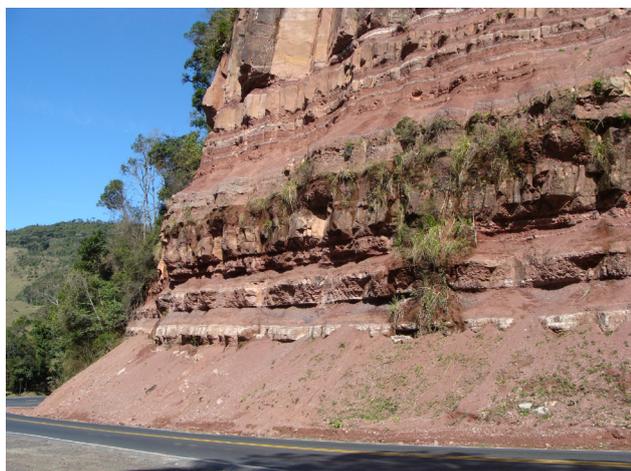


Figura 4.25 - Intercalações de camadas areníticas e sílticas consolidadas e fraturadas na BR-116 em Monte Castelo.

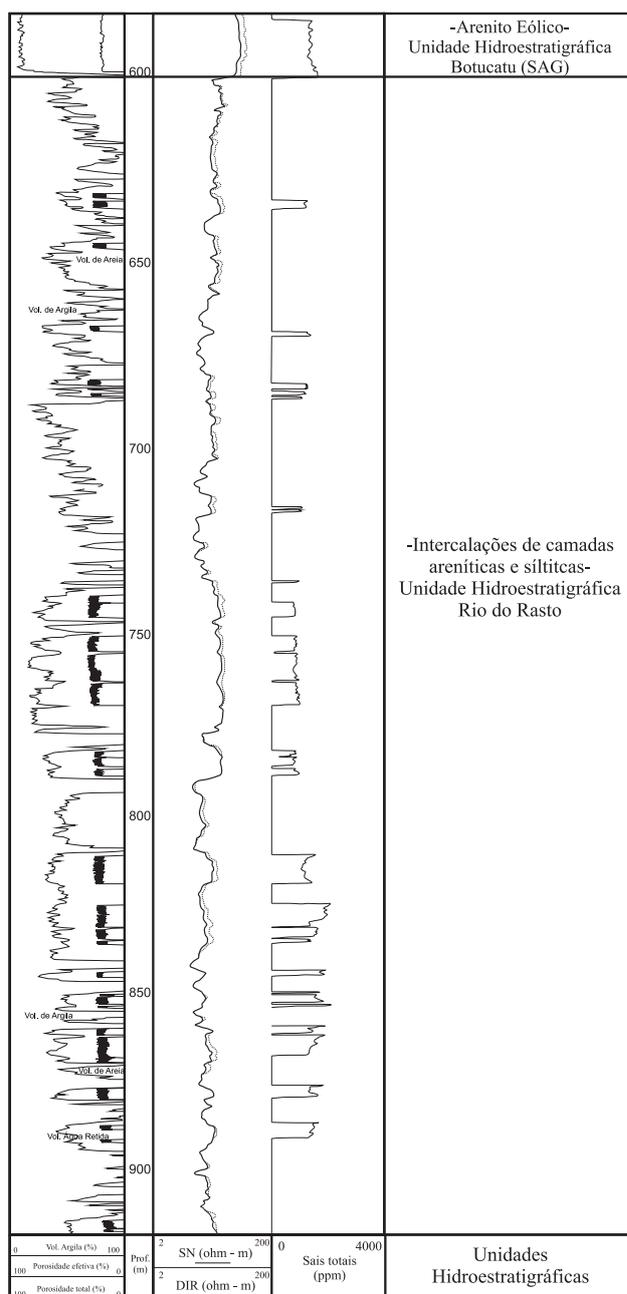


Figura 4.26 - Perfil geofísico com delimitação das camadas arenosas e aquíferas da Unidade Hidroestratigráfica Rio do Rasto a partir de 600 metros de profundidade. Poço profundo do Itá Thermas Resort & Spa, localizado no município de Itá.

transicional. O contato superior, com as Unidades Hidroestratigráficas Piramboia e Botucatu é dado por uma superfície de brusca mudança textural, que marca uma discordância erosiva (Figura 4.26).

Caracterização Hidrogeológica

A Unidade Hidroestratigráfica Rio do Rasto apresenta um comportamento hidrogeológico bastante distinto entre a sua faixa aflorante e as porções confinadas em direção ao centro da bacia. Nas duas situações, entretanto, comporta-se como um aquífero multicamadas, devido às inúmeras intercalações de camadas arenosas com

lentes e leitos de siltico-argilosos. A condição de aquífero com fluxo poroso intergranular é quase exclusiva para as porções de maior confinamento, sendo que nas áreas aflorantes, devido ao grau de consolidação dos arenitos, funciona também como um aquífero poroso ampliado por fraturas. Nas áreas aflorantes, seu comportamento hidráulico é de aquífero livre a semiconfinado, por vezes com grandes rebaixamentos nos poços, enquanto nas áreas em que está recoberto pelo Sistema Aquífero Guarani e pelos derrames da unidade Serra Geral, caracteriza-se pelo confinamento e coeficiente de armazenamento diminuto.

Ao norte do Estado já próximo da divisa com o Paraná, apresenta uma grande área de exposição que vai dos municípios de Canoinhas até Porto União. Neste município um poço com 120 metros e vazão captada de 8,8 m³/h, apresentou uma capacidade específica de 0,39 m³/h/m. Estes valores podem ser considerados como significativos das características médias dos poços desta região. Com relação à qualidade das águas, raramente ultrapassam a 150 mg/L de sais totais e o pH varia de ácido à levemente alcalino.

A partir do município de Monte Castelo até São Cristóvão do Sul, a unidade Rio do Rasto ocupa uma posição topográfica desfavorável hidrogeologicamente, com terrenos escarpados e de grande declividade, que dificultam a infiltração e o armazenamento de água no aquífero. Seu aproveitamento se dá exclusivamente através de nascentes.

Do município de São Cristóvão do Sul até próximo de Bom Retiro situa-se uma grande área de exposição da porção aquífera desta unidade, resultante dos esforços tectônicos da intrusão alcalina de Lages e também dos efeitos originados dos processos de levantamento da Serra do Mar. Aí, o aquífero apresenta boas condições de aproveitamento através de poços tubulares de moderada profundidade. Sua potencialidade hidrogeológica é bastante variável como se visualizará nas seguintes descrições de poços desta região: um poço em Otacílio Costa com 264 m de profundidade apresentou uma vazão de 10 m³/h para uma capacidade específica de 0,28 m³/h/m; no Distrito Industrial de Lages, um poço de 172 m atravessando a unidade Botucatu improdutiva, captou 31,6 m³/h para uma capacidade específica de 1,09 m³/h/m e um nível estático profundo de 54,15 m; outro poço tubular em Urubici com 112 m de profundidade captou vazão de 15 m³/h para uma capacidade específica de 1,70 m³/h/m.

A qualidade química das águas é boa para abastecimento público, agrícola e industrial. O teor de sólidos totais (TSD) é variável de 150 a 450 mg/L,

o pH de ácido à levemente alcalino. Teores de ferro podem estar acima dos limites da legislação.

Do sul do município de Bom Retiro até a região carbonífera, esta unidade volta a ocupar regiões serranas escarpadas, muito afetadas pelos processos de levantamento da Serra do Mar. Novamente as condições aquíferas são influenciadas pela dificuldade de recarga, reduzido fluxo subterrâneo e escasso armazenamento das águas nas áreas de grande declividade. A altitude do topo da unidade Rio do Rasto atinge de 1.000 a 1.300 m, quase integralmente em áreas desabitadas.

Ao sul da região carbonífera até a divisa com o Estado do Rio Grande do Sul, o topo da unidade gradualmente volta a aproximar-se do nível do mar, quando então é capeada por sedimentos cenozóicos marinhos. Esta é a área onde as condições deste aquífero são as melhores no Estado de Santa Catarina. Mesmo ele sendo um aquífero multicamadas, nesta área ele está representado pela porção mais arenosa da subunidade Morro Pelado, sendo que a presença maior ou menor de fraturas pode modificar substancialmente a sua potencialidade. Um poço típico desta unidade foi perfurado na zona urbana de Jacinto Machado, com uma profundidade de 104 m. Com uma vazão de 25 m³/h para um rebaixamento de 9 m e capacidade específica de 2,77 m³/h/m, confirma-se esta área entre as de maior potencialidade desta unidade no Estado.

Das áreas de maiores confinamento e profundidade desta unidade, destacam-se poços tubulares profundos que captaram a unidade confinada pelos derrames basálticos e o Sistema Aquífero Guarani. Os poços profundos perfurados em Treze Tílias e São João do Oeste definem as boas características hidráulicas desta unidade em condições de grande confinamento.

No município de Treze Tílias, um poço profundo com 750 m de profundidade atravessou 255 m de litologias desta unidade. Para uma vazão de 95,70 m³/h a capacidade específica foi de 1,70 m³/h/m. Os parâmetros hidrodinâmicos confirmam a condição de aquífero confinado, com valores para o coeficiente de armazenamento de $9,7 \times 10^{-4}$, transmissividade de 49,87 m²/dia e condutividade hidráulica de 0,24 m/dia. O poço de São João do Oeste, com profundidade de 1.376 m apresentou vazão de 106,98 m³/h para uma capacidade específica de 1,29 m³/h/m e 101 m de espessura atravessada. Os parâmetros hidrodinâmicos indicam um coeficiente de armazenamento elástico de $3,5 \times 10^{-4}$, transmissividade de 39,80 m²/dia e condutividade hidráulica de 0,37 m/dia. Estes valores podem ser considerados típicos para a unidade e

mostram a grande potencialidade hidrogeológica dela.

A qualidade química das águas desta unidade hidroestratigráfica piora com o aumento da profundidade. No poço de Treze Tílias o teor de sais totais variou de 306 a 357 mg/L e o pH de 9,5 a 9,78, indicando alta alcalinidade. As temperaturas variaram de 29,5 a 32,0°C. No poço de São João do Oeste a salinidade variou de 3.834 até 4.425 mg/L e o pH de 7,3 a 7,7, indicando possível mistura de águas de outros aquíferos permianos. A temperatura, devido à grande profundidade do aquífero, alcançou a 50,0°C.

4.12 - UNIDADE HIDROESTRATIGRÁFICA PIRAMBOIA

Caracterização Geológica

A Unidade Hidroestratigráfica Piramboia ocorre apenas em subsuperfície, não tendo sido encontrada na faixa de afloramentos, onde a unicamente a Unidade Hidroestratigráfica Botucatu assenta-se diretamente sobre o Rio do Rasto. Sua área de ocorrência, entretanto, é significativa. Rochas arenosas desta unidade localizam-se de São Joaquim até a região norte do Estado, sendo encontradas também no extremo oeste do Estado, como constatado no poço profundo perfurado pela CPRM para a CASAN no município de São Miguel do Oeste. Sua distribuição não é homogênea, podendo faltar seu registro na coluna estratigráfica de alguns poços.

Na área estudada as litologias estão representadas por arenitos esbranquiçados, amarelados, avermelhados e róseos, médios a muito finos, raramente grossos, regularmente classificados, síltico-argilosos, quartzosos, com grãos subarredondados, e intercalações de siltitos e argilitos. Raramente ocorrem arenitos conglomeráticos, com matriz argilosa.

Esta sucessão de camadas arenosas de coloração avermelhada a esbranquiçada raramente ultrapassa a 70 m de espessura em subsuperfície, valor que pode não registrar a realidade, pois devido sua amostragem ser muito semelhante às litologias da unidade Botucatu, somente em raros poços totalmente penetrantes e com perfilagem geofísica as medidas podem ser realizadas (Figura 4.27).

Em profundidade os poucos dados disponíveis indicam que a unidade é constituída por arenitos

médios e finos, moderado a bem selecionados, com grãos subarredondados, que constituem camadas de espessura métrica. A experiência relacionada a outras regiões e nas áreas aflorantes sugere que ocorram superfícies de truncamento que delimitam corpos de geometria cuneiforme, com estratificação cruzada do tipo tangencial na base, de médio a grande porte, além de estruturas plano-paralelas e acanaladas.

Quanto às relações de contato, através dos perfis geofísicos, verifica-se que o contato inferior com a Unidade Hidroestratigráfica Rio do Rasto mantém contato abrupto, o qual marca uma passagem da deposição por marés para a regida por ventos, quando o corpo aquoso recuou, permitindo o avanço da deposição eólica, mas sem provocar erosão e sem permitir exposição prolongada. O contato superior, com a Unidade Hidroestratigráfica Botucatu é dado por uma superfície de brusca mudança textural, de estrutura e cor, definido por uma superfície regional como uma notável inconformidade.

Caracterização Hidrogeológica

Em Santa Catarina, apesar da identificação e individualização desta unidade em relação às demais, o seu modo de ocorrência unicamente em subsuperfície, em regime de confinamento, sendo explotada sempre em conjunto com as litologias que petencem a Unidade Hidroestratigráfica Botucatu, não permitem uma estimativa mais precisa com relação à suas características hidrodinâmicas, hidráulicas e hidroquímicas.

Ela forma um sistema aquífero quando associada com a Unidade Hidroestratigráfica Botucatu, sendo esta sua única forma de captação em Santa Catarina. As estimativas qualitativas quanto as suas características hidrogeológicas podem ser deduzidas a partir de suas litologias e respostas dos perfis geofísicos Gama, SP, RTC, RTV e Sônico. Desta unidade são esperados valores menores de condutividade hidráulica e transmissividade quando comparadas com as litologias de características mais homogêneas da Unidade Hidroestratigráfica Botucatu. Do mesmo modo são esperados menores valores de armazenamento elástico assim como a presença maior de litologias pelíticas dificulta o fluxo subterrâneo, resultando daí um incremento de salinidade. A captação conjunta das duas unidades aquíferas, entretanto, reflete uma média desses valores e um incremento no potencial do sistema aquífero.

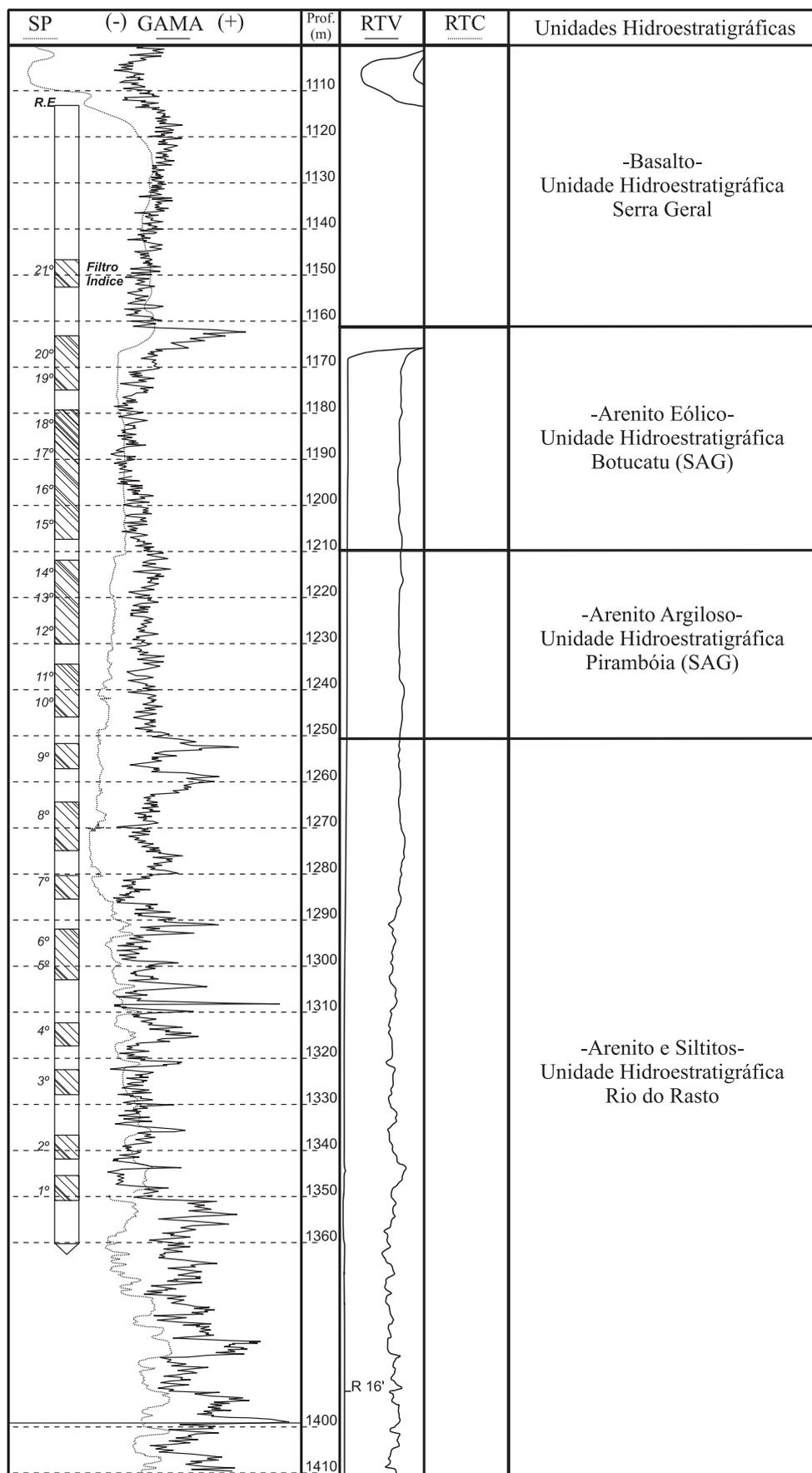


Figura 4.27 - Perfil geofísico da correlação entre as Unidades Hidroestratigráficas Pirambóia, Botucatu e Rio do Rasto em poço de São Miguel do Oeste.

4.13 - UNIDADE HIDROSTRATIGRÁFICA BOTUCATU

Caracterização Geológica e Hidrogeológica

A Unidade Hidroestratigráfica Botucatu possui uma extensa faixa de afloramentos, onde se assenta diretamente sobre a Unidade Hidroestratigráfica Rio do Rasto. Sua área de afloramento é significativa, estando associada ao rebordo da Serra Geral, desde a divisa com o Estado do Rio Grande do Sul ao sul e ao norte com a divisa do Estado do Paraná. De maneira ininterrupta, localizam-se suas litologias do município de Praia Grande até o Domo de Lages e daí, em uma direção N-NW até o município de Porto União (Figura 4.28).

A porção em que suas litologias encontram-se confinadas pelas rochas vulcânicas da Unidade Hidroestratigráfica Serra Geral alcança o extremo oeste, sendo limitadas ao norte e ao sul pelos Estados do Paraná e Rio Grande do Sul. Apesar desta ampla distribuição, em alguns poços não existem registros de litologias dessa unidade, onde então os derrames vulcânicos estão em contato direto com as litologias siltico-arenosas da Unidade Hidroestratigráfica Rio do Rasto. No poço profundo de São João do Oeste ocorrem apenas 8 m de um arenito na base dos derrames, tentativamente considerados como pertencentes à Unidade Hidroestratigráfica Botucatu, pois falta de perfilagem geofísica para confirmar a hipótese. Das situações de ocorrência anteriormente expostas, pode-se deduzir que houve áreas de não deposição e outras de intensa erosão de suas litologias.



Figura 4.29 - Afloramento de arenitos médios e eólicos ao sul do município de Lages.

Na área estudada as litologias são constituídas por pacote homogêneo de quartzo-arenitos e subarcóseos bimodais, médios a finos, localmente grossos, com grãos arredondados ou subarredondados, com grau de seleção bom a muito bom, maturidade textural variando de maturo a supermaturo, foscos, muito friáveis ou consolidados (Figura 4.29). Localmente podem ocorrer arenitos argilosos, mas sempre com uma porcentagem de material siltico-argilosos inferior a 5%. Apresentam desde cor cinza-avermelhado a rosada e até tons bege e é frequente a presença de cimento silicoso ou ferruginoso, especialmente nas áreas de afloramento, onde mostra formas de relevo bastante típicas, como no caso da região de Pedras Brancas em Lages. Nas partes mais profundas da unidade a calcita e a dolomita são os cimentos mais abundantes.

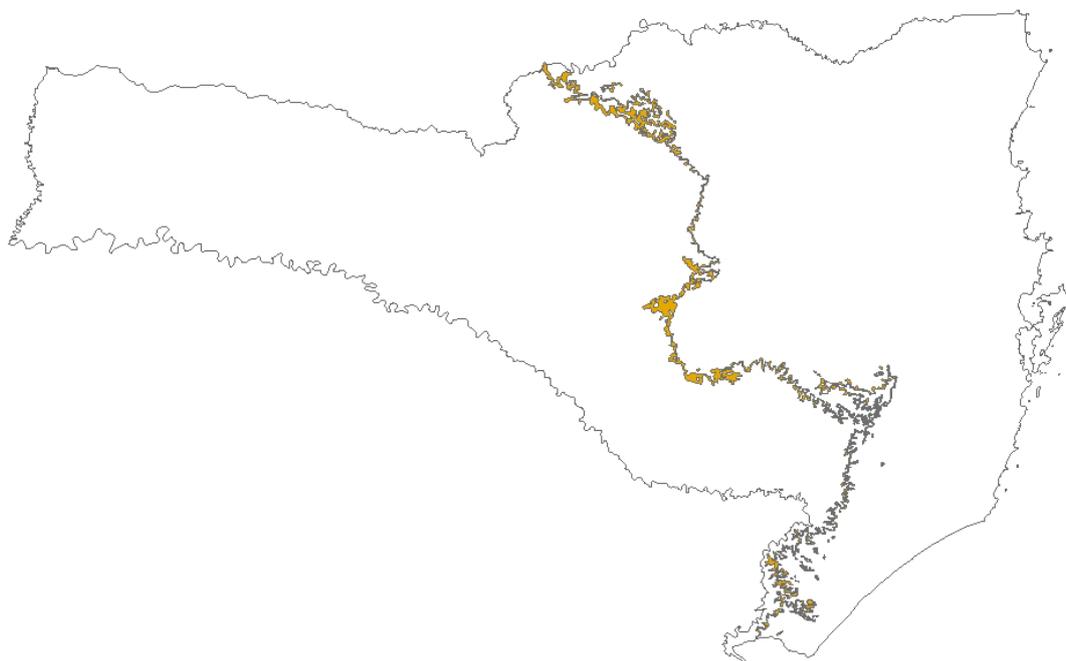


Figura 4.28 - Mapa de localização da área aflorante da Unidade Hidroestratigráfica Botucatu.

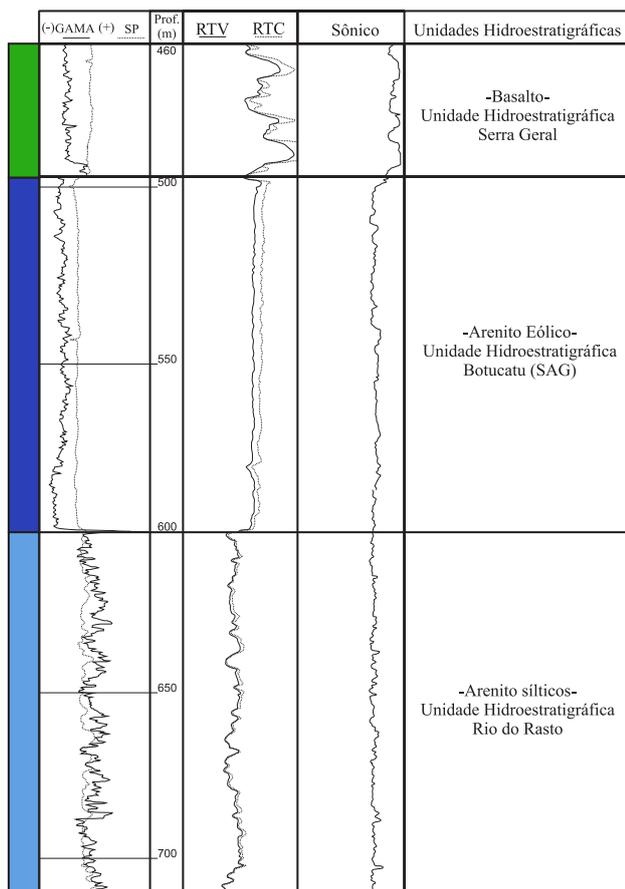


Figura 4.30 - Perfil geofísico com a correlação entre as Unidades Hidroestratigráficas Botucatu, Serra Geral e Rio do Rasto no poço do Itá Thermas Resort & Spa.

Este conjunto de camadas arenosas de coloração predominantemente rosada apresenta variações de espessura entre 50 e 120 m nas áreas de afloramento e raramente ultrapassa a 70 m de espessura em subsuperfície, sendo bastante variável devido ao relevo deposicional, erosão pré-basalto e tectônica

sindeposicional ou erosional (Figura 4.30). Estes valores podem apresentar variações importantes, com poços perfurados nesta unidade que não formam um sistema com a unidade Piramboia, e casos de ausência de sedimentação ou erosão pós-deposicional. Estes são os casos dos poços profundos de Itá e São João do Oeste, respectivamente. Valor anômalo de espessura é encontrado no poço de Marombas (poço estratigráfico da Petrobrás), onde a Unidade Hidroestratigráfica Botucatu alcança a 280 m de camadas arenosas.

Por sua alta porosidade, permeabilidade, homogeneidade, continuidade e dimensões, as Unidades Hidroestratigráficas Piramboia e Botucatu constituem um dos maiores sistemas aquíferos do mundo, o Sistema Aquífero Guarani, que será descrito adiante quanto à sua potencialidade hídrica, qualidade química e termalismo.

4.14 - UNIDADE HIDROESTRATIGRÁFICA SERRA GERAL

Caracterização Geológica

A Unidade Hidroestratigráfica Serra Geral, corresponde a 49,73% da área do Estado de Santa Catarina, é formada por uma grande diversidade de rochas vulcânicas de composição básica e ácida que constituem a Serra Geral, as quais possuem duas características hidrogeológicas importantes: suas litologias fraturadas comportam-se como aquíferos e atuam como confinante das Unidades Hidroestratigráficas Piramboia e Botucatu, que correspondem ao Sistema Aquífero Guarani. Ela possui uma extensa área de afloramentos que se

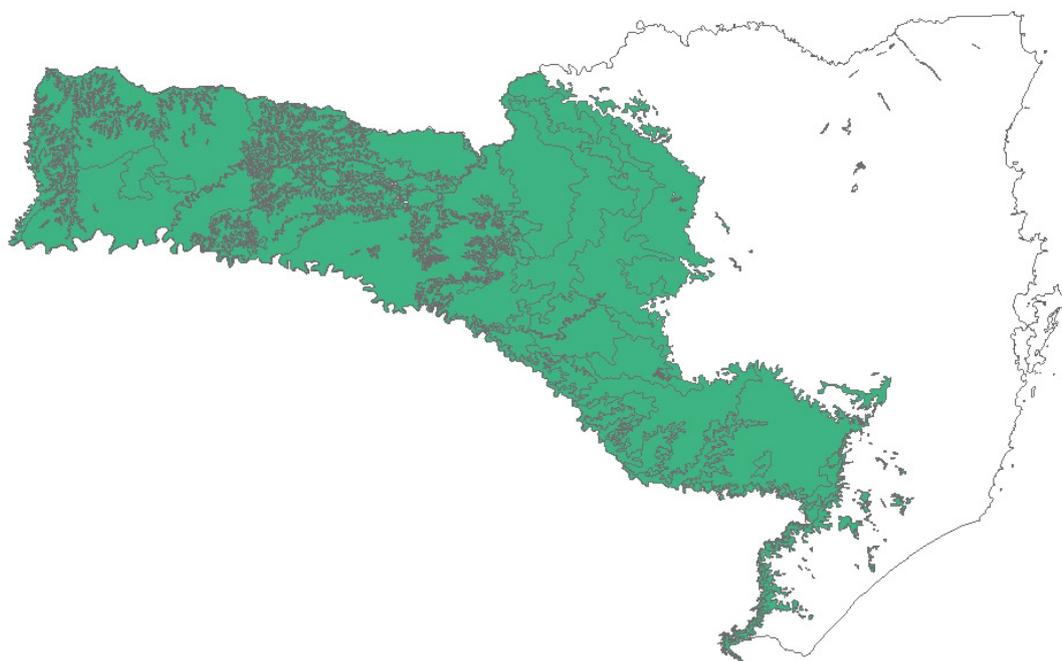


Figura 4.31 - Mapa de localização da área de aflorante da Unidade Hidroestratigráfica Serra Geral.

destaca na topografia, geralmente com grandes altitudes. A unidade possui uma extensa faixa de afloramentos, cuja área de ocorrência ao norte começa na divisa com o Estado do Paraná, ocupando da porção central até o extremo oeste do Estado, com largura que supera a 300 km, sendo que seu limite sul ocupa quase integralmente a divisa com o Estado do Rio Grande do Sul (Figura 4.31). Sua forma de ocorrência, a distribuição espacial de suas estruturas intra e interderrames e os estágios múltiplos de sua formação imprimem a este aquífero uma notável e peculiar heterogeneidade e anisotropia física.

As rochas vulcânicas desta região são constituídas predominantemente por derrames basálticos, intercalando na porção médio-superior da coluna manifestações ácidas subordinadas (riolitos e riodacitos), em pelo menos dois níveis distintos. São reconhecidas, ainda, manifestações hipabissais na forma de diques e soleiras intrudidas nas rochas do embasamento cristalino e nos sedimentos gonduânicos subjacentes (Freitas et al, 2003). O grande problema para a subdivisão estratigráfica deste pacote de rochas, que cerca de 1.500 m de espessura, reside na quase ausência de níveis-guia, com características mesoscópicas distintivas e de expressiva continuidade lateral (Figura 4.32). Talvez por essa razão, não é usual subdividir a Formação Serra Geral. Para o oeste de Santa Catarina, vale a seguinte subdivisão:

- Fácies Chapecó;
- Fácies Caxias;
- Fácies Campo Erê;
- Fácies Esmeralda;
- Fácies Gramado;
- Formação Paranapanema;
- Formação Serra Geral – indivisa.

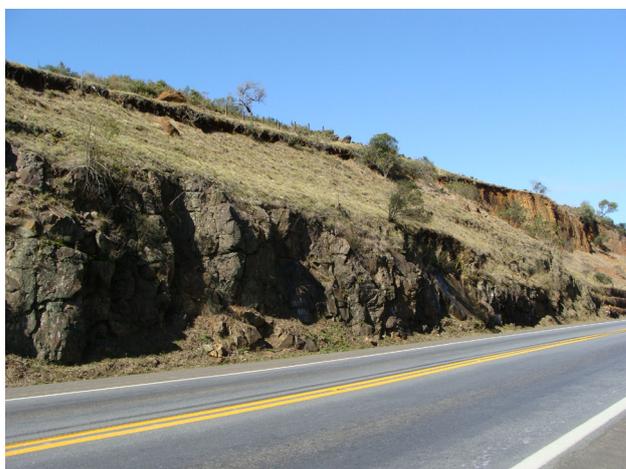


Figura 4.32 - Afloramento de derrame básico alterado e fraturado no município de Lages.

Os basaltos podem estar intercalados com sedimentos epiclásticos finos, arenitos, conglomerados e brechas peperíticas, sendo frequentes derrames espessos típicos, por vezes vítreos e microvesicular, basaltos andesíticos espessos e basaltos com frequentes autobrechas no topo.

Os termos ácidos podem ser representados por dacitos, riodacitos e traquitos porfíricos assentados sobre arenitos intertrapps e autobrechas. Riolitos e riodacitos afíricos com disjunção horizontal podem apresentar feições de fluxo bem pronunciadas. Dacitos afíricos de cor cinza esverdeada intercalam zonas amigdalóides ricas em calcita.

Sua relação de contato com a Unidade Hidroestratigráfica Botucatu é concordante e mostra uma clara concomitância entre as etapas finais da deposição de lentes arenosas em um ambiente de extrema aridez e os derrames vulcânicos que se seguiram. São constantes em toda a área de ocorrência desta unidade, lentes e camadas de arenitos intertrapps. Quando se tratam de unidades mais antigas da Bacia do Paraná o contato é discordante. É muito frequente a intrusão de diabásios em rochas sedimentares gonduânicas. Na região de Treviso, estas intrusões ocorrem principalmente nas Unidades Hidroestratigráficas Rio Bonito e Irati. A cronologia dos eventos magmáticos extrusivos obtidos através de datações indica uma idade eocretácica para esta unidade.

Um perfil clássico, e que individualiza o caráter interno de um derrame, pode ser sinteticamente descrito como: zona vítrea basal, com disjunção horizontal; zona intermediária, com juntas verticais; zona superior, com disjunção vertical e horizontal; e basalto vesicular, no topo. Geralmente, encontram-se bastante fraturados, exibindo fraturas conchoidais características. Esta formação é consequência de um intenso magmatismo de fissura, que conjuntamente com as rochas porosas intergranulares do sistema Botucatu/Piramboia constituem os mais importantes recursos hídricos subterrâneos do Estado.

Caracterização Hidrogeológica

Em termos hidrogeológicos, estas rochas comportam-se como aquíferos do tipo fraturado em que, tanto a condutividade hidráulica quanto a porosidade, consideradas secundárias, são decorrentes de discontinuidades do tipo fraturamentos, intercalação de zonas amigdalóides, contatos entre derrames e leitos de paleosolos ou mesmo zonas com intenso intemperismo.

A condição de ocorrência da água subterrânea na Unidade Hidroestratigráfica Serra Geral é de

aquífero livre, pelo menos no caso das primeiras entradas de água, podendo com o avanço da perfuração, desenvolver condições de aquífero confinado, com grande variação nos níveis potenciométricos das fraturas e casos de poços jorrantes. Seu comportamento hidrodinâmico é extremamente variável e depende de aspectos topográficos, geomorfológicos e tectônicos. A condutividade hidráulica, como parâmetro hidrodinâmico fundamental, é muito variável e de complexa avaliação e previsão, devido ao meio ser normalmente heterogêneo e anisotrópico. Sua expressão regional, tanto em superfície como em profundidade e suas condições de armazenamento e circulação da água lhe conferem propriedades hidrogeológicas diferenciadas e de grande interesse social e econômico.

Apesar de não ser o aquífero com as maiores recursos de água subterrânea, a Unidade Hidroestratigráfica Serra Geral pode ser considerada como sendo o mais importante aquífero do Estado, haja vista o grande número de poços perfurados, a maior facilidade e economicidade de exploração e os grandes volumes de água extraídas do mesmo.

Dentre os mais importantes trabalhos realizados na região dos derrames basálticos do Estado, destaca-se o projeto PROESC (Projeto Oeste de Santa Catarina) desenvolvido pela CPRM em parceria com a SDM e Epagri. Publicado em 2003, o Projeto foi realizado a partir de estudos multidisciplinares de mapeamento geológico, cadastramento de poços tubulares, estudos hidrológicos, climatológicos e hidroquímicos. Destaca-se a confecção de mapas compatíveis na escala 1: 250.000 e o cadastramento de 2.839 pontos de água, sendo 2.729 poços tubulares, 101 captações de fontes e 12 poços escavados. A profundidade dos poços tubulares que captam água subterrânea varia entre 24 e 310 m, sendo a profundidade média de 117 m; na maioria dos casos a perfuração da parte alterada é realizada em 8 ou mesmo 10 polegadas com revestimento de aço ou PVC geomecânico em 6 polegadas, com posterior perfuração em rocha fresca também em 6 polegadas. Do ponto de vista de entradas de água, observa-se que:

- i. 17,20% das entradas ocorrem até 20m de profundidade;
- ii. 70,27% das entradas ocorrem entre 20 e 100m de profundidade;
- iii. 11,06% das entradas ocorrem entre 100 e 150m de profundidade e
- iv. 1,47% das entradas ocorrem em profundidades superiores a 150m.

Em termos de vazões constata-se que:

- i. 31,83% possuem vazões inferiores a $1\text{ m}^3/\text{h}$;
- ii. 19,36% entre 1 e $5\text{ m}^3/\text{h}$;
- iii. 18,17% entre 5 e $10\text{ m}^3/\text{h}$;
- iv. 21,08% entre 10 e $20\text{ m}^3/\text{h}$, e
- v. 9,56% maiores que $20\text{ m}^3/\text{h}$.

Marcado por um forte controle tectônico, com presença de falhas e fraturas com direções principais NE e NW, o aquífero fraturado corresponde ao teto do conjunto litológico que compõe o platô gonduânico, onde em sua porção mais superior, confina os estratos areníticos das Unidades Hidroestratigráficas Botucatu e Piramboia, que formam o Sistema Aquífero Guarani (SAG).

As características aquíferas desta unidade dependem sobremaneira de seu posicionamento estrutural e das características geomorfológicas. Assim, os derrames que ocorrem na encosta superior do platô gonduânico, pelo fato de se posicionarem em local desfavorável ao armazenamento de água, por estarem muito próximo da escarpa, têm importância somente como área de recarga dos aquíferos subjacentes.

Aqueles posicionados na encosta média apresentam linhas de fontes de água, geneticamente relacionadas a contatos entre zonas de disjunção vertical e zonas de disjunção horizontal, constituindo-se em aquíferos suspensos formadores das nascentes de inúmeros cursos d'água. Ocorrem também na forma de soleiras (sills) capeando os morros-testemunho, sob a forma de diques de diabásio que se intrudem nas rochas sedimentares gonduânicas, principalmente no intervalo estratigráfico correspondente à Formação Irati e sob a forma de soleiras (sills) de diabásio. Um poço atravessando integralmente rochas básicas, na feição da região carbonífera conhecida por "Montanhão", com profundidade de 90 m, forneceu uma vazão de $1,46\text{ m}^3/\text{h}$ para um rebaixamento de 24,5 m, indicando pequena produtividade.

Consta serem as capacidades específicas muito variáveis, existindo poços não produtivos próximos de outros com excelentes vazões. Predominam poços com capacidades específicas entre $0,5$ e $4\text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$, e excepcionalmente se encontram poços com valores superiores a $4\text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$. No caso de suas porções de encosta valem as observações realizadas por Machado (2000), as quais afirmam existirem poucos dados em função de sua pequena utilização.

Do ponto de vista de qualidade, as análises e os estudos hidroquímicos da Unidade Hidroestratigráfica

Serra Geral indicam que as condutividades elétricas das águas variam de 40 a mais de 2.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e, por extensão, a salinidade também varia em proporção direta. As áreas de recarga possuem teores de sais totais que raramente ultrapassam a 100 mg/L e as áreas de circulação também possuem baixa salinidade na ordem de 100 a 400 mg/L. Teores salinos mais elevados geralmente indicam mistura com água de aquíferos mais profundos, ligados ao Sistema Aquífero Guarani e mesmo de aquíferos permianos pré-SAG (Freitas et al., 2003). Variações de temperatura das águas eventualmente podem indicar origens não meteóricas das águas.

A alcalinidade na grande maioria das amostras, apresenta valores inferiores a 200 mg/L de CaCO_3 . Os valores de sulfato e de cloreto inserem-se dentro de padrões de potabilidade, superando-os em apenas poços em que houve mistura de águas com aquíferos subjacentes. Quanto aos fluoretos, apenas poucos poços apresentaram teores levemente superiores aos máximos recomendáveis, não podendo ser considerado um risco à saúde pública. Uma pequena parcela de poços apresentam problemas de excesso de ferro, com um máximo de 5,6 mg/L, e concentrações excessivas de manganês, com valor extremos de 5,7 mg/L.

Esta unidade apresenta diferentes tipos químicos de águas (Figura 4.33), prevalecendo as bicarbonatadas cálcicas seguidas das bicarbonatadas

sódicas. Em zonas de maior tempo de residência ou que foram afetadas por mistura de água de outros aquíferos ocorrem fácies químicas clorosulfatadas sódicas.

As nascentes são as principais fontes de captação de água subterrânea nesta unidade hidroestratigráfica. As vazões variam entre 2 e 3 m^3/h , com razoável diminuição nos períodos de baixa precipitação pluviométrica, indicando provável alimentação do aquífero através da chuva e rápida circulação no solo e zona intemperizada. As águas são ácidas a neutras, com teor de sólidos dissolvidos inferior a 40 mg/L.

De maneira geral conclui-se que, em sua grande maioria, as águas subterrâneas captadas nesta unidade aquífera apresentam potabilidade suficiente para suprir demandas domésticas, industriais, agrícolas e outras. Neste sentido não foi percebida nenhum tipo de contaminação que pudesse comprometer o aquífero, a não ser em casos isolados e pontuais com presença de coliformes, associados a deficiências construtivas dos próprios poços como obras civis. Neste sentido é fundamental isolar as primeiras e mais superficiais entradas d'água, mais suscetíveis à contaminação orgânica de superfície.

4.15 - UNIDADE HIDROESTRATIGRÁFICA ALCALINAS

Caracterização Geológica

A Unidade Hidroestratigráfica Alcalinas é composta por uma grande diversidade de rochas ígneas intrusivas na sequência gonduânica. Ela possui uma série dispersa de afloramentos que se destaca na topografia, eventualmente com altitudes entre 1.100 e 1.250 m. A unidade possui uma pequena região de exposição, cuja área de ocorrência restringe-se ao centro da estrutura geológica e geomorfológica conhecida como Domo de Lages, ocupando a Unidade Geomorfológica Planalto Centro-Oriental de Santa Catarina (Figura 4.34). Os vários agrupamentos litológicos estão associados em única unidade hidroestratigráfica, devido ao fato de possuírem características hidrogeológicas de rochas fraturadas.

As litologias que compõem esta unidade ocupam uma área de 50 km^2 e são constituídas por rochas alcalinas leucocráticas, rochas ultrabásicas alcalinas, carbonatitos e brechas vulcânicas intrusivas nas camadas sedimentares gonduânicas (Figura 4.35). As rochas alcalinas leucocráticas constituem os corpos

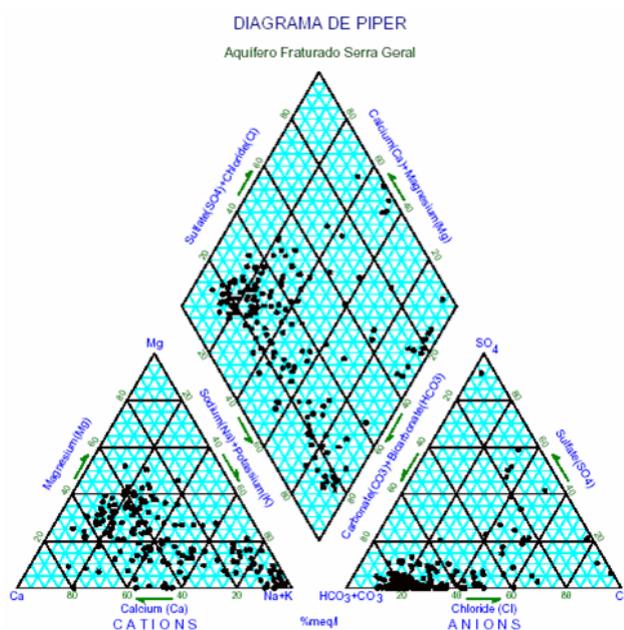


Figura 4.33 - Diagrama de Piper das amostras relativas aos aquíferos fraturados (Freitas et al, 2003)



Figura 4.34 - Mapa de localização da área aflorante da Unidade Hidroestratigráfica Alcalinas.

maiores e compreendem analcita traquitos, fonolitos e nefelina sienitos porfíricos, na porção sudeste, e fonolitos porfíricos, mais a noroeste da área. As rochas ultrabásicas são olivina melilitos e olivina nefelinitos, que ocorrem como diques ou formando a matriz de brechas vulcânicas. A maioria dos afloramentos desta unidade se concentra segundo uma faixa de direção N 60° E no denominado Distrito Alcalino de Lages.

Caracterização Hidrogeológica

A Unidade Hidroestratigráfica Alcalinas apesar de estar relacionada com extrusão vulcânica, apresenta um condicionamento geológico bem diverso daquele conhecido para os derrames da Unidade Hidroestratigráfica Serra Geral. Estes derrames ocupam extensa área e possuem estratificação característica, onde são encontradas descontinuidades que poderão armazenar águas subterrâneas. No caso da unidade Alcalinas esta importante característica hidrogeológica não é encontrada.

São encontrados importantes fraturamentos e falhamentos, visíveis em afloramentos, que podem contribuir significativamente para a recarga natural pela precipitação. A ausência de perfurações não permite determinar com precisão a potencialidade aquífera, porém o condicionamento geomorfológico, e as grandes altitudes e altas declividades indicam

que as condições de armazenamento e de fluxo subterrâneo são desfavoráveis para a existência de água subterrânea significativa.

A inviabilidade de captação através de poços tubulares é compensada apenas pela existência de fontes de pequena vazão. As águas de nascentes originadas da infiltração pluviométrica recente apresentam baixas salinidades, não tendo objeções de uso para qualquer fim.



Figura 4.35 - Afloramento de rochas alcalinas capeadas por siltitos da Unidade Hidroestratigráfica Teresina, ao lado da BR-282, no município de Lages.

4.16 - UNIDADE HIDROSTRATIGRÁFICA SEDIMENTOS CENOZÓICOS

Caracterização Geológica

A Unidade Hidroestratigráfica Sedimentos Cenozóicos distribui-se por toda a faixa litorânea atlântica, assentando-se diretamente sobre unidades pré-cambrianas e terrenos gonduânicos. Sua área de ocorrência costeira é praticamente contínua, com interrupções pouco significativas geralmente relacionadas com unidades do embasamento cristalino (Figura 4.36). Esta unidade hidroestratigráfica, devido às suas diversas condições deposicionais, apresenta diferentes conjuntos litológicos, que serão brevemente descritos abaixo.

O sistema de leques aluviais ocorreu provavelmente no Terciário, e os processos responsáveis por sua gênese perduraram por todo o Quaternário, podendo ser constatados até nos dias atuais. São materiais (cascalhos, areias e lamias) que sofreram transporte por gravidade, por movimentos de massa do tipo rastejo (lento) ou escorregamentos (rápidos). A espessura, extensão e granulometria são variadas, envolvendo desde argila até blocos de rocha e matacões. Os depósitos aluvionares e de retrabalhamento fluvial, constituídos por sedimentos arenosos e lamiosos, eventualmente com cascalheiras, ocorrem em regiões de baixa declividade e ao longo das drenagens, associados à deposição do sistema fluvial. Apresentam-se geralmente bem estratificados, refletindo deposição a partir de fluxos torrenciais canalizados e não-canalizados. Na vertente atlântica observa-se, em

algumas situações, o seu interdigitamento com depósitos paleolagunares ou depósitos praias marinho/eólico. Entre os tipos de depósitos fluviais mais ocorrentes podem ser citados os de fundo de canal, de planície de inundação, de rompimento de diques marginais e de meandro.

Depósitos flúvio-deltaico-marinhos correspondem a lentes e leitos de sedimentação clástica que se apresentam interdigitados. Estas feições encontram-se representadas principalmente na região de Tubarão/Laguna, onde se infere que esta área representava uma extensa baía no auge da transgressão marinha holocênica. Posteriormente eventos cíclicos de regressão e transgressão, registrados através de uma extensa sedimentação superficial areno-lamosa, sobrejacente a uma camada de areias biodetríticas marinhas que recobrem sedimentos lamiosos de fundo de baía, atestam a instalação da planície deltaica. Os depósitos flúvio-lagunares ocorrem em regiões na qual o sistema fluvial recorta áreas que eram extensão de antigas lagoas costeiras, e que atualmente apresentam-se parcialmente colmatadas, resultando numa sedimentação areno-argilosa com restos orgânicos vegetais.

As fácies sedimentares da barreira pleistocênica são interpretadas como originadas em ambiente praias e marinho raso, recobertas por sedimentação eólica. Os sedimentos praias marinhos são constituídos por areias quartzosas, finas a médias, de coloração amarelo claro até acastanhado. Os sedimentos eólicos que os recobrem compõem-se de areias quartzosas, bimodais, de coloração

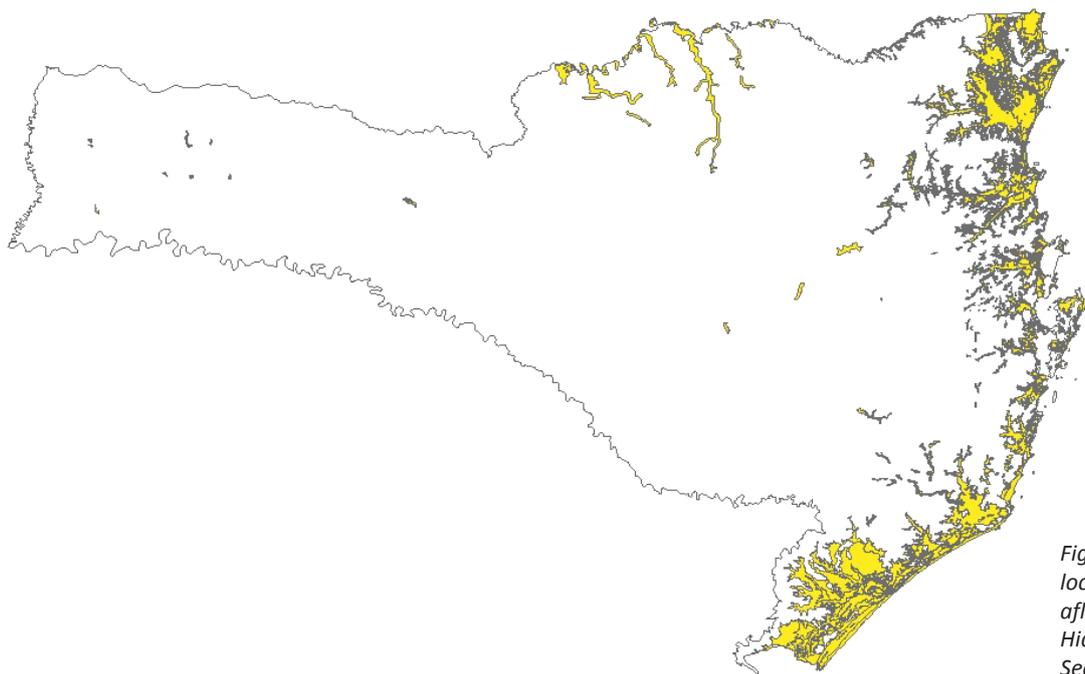


Figura 4.36 - Mapa de localização da área afluente da Unidade Hidroestratigráfica Sedimentos Cenozóicos.

amarelo-acastanhado até avermelhado, muitas vezes enriquecidas em matriz secundária composta por argilas e óxidos de ferro. Sua morfologia superficial indica a ação de uma expressiva atividade eólica, que retrabalhou parcialmente o terraço marinho, originando expressivos campos de dunas que cavalgaram parcialmente as encostas do embasamento. Concomitante com a formação da barreira arenosa instalou-se, no seu reverso, um grande corpo aquoso costeiro, também originado pelas fases de transgressão e regressão. Constatase também a ocorrência de depósitos eólicos atuais, originados do retrabalhamento de depósitos arenosos pleistocênicos, como na região do município de Imbituba. Os depósitos paleolagunares englobam turfeiras, pântanos e alagadiços, sendo constituídos por turfas ou depósitos lamosos ricos em matéria orgânica.

Caracterização Hidrogeológica

Na porção norte do Estado esta unidade está mais bem representada entre os municípios de Barra Velha e Itapoá na divisa com o Estado do Paraná. Sua profundidade é em média 60 m e seu perfil litológico uma intercalação predominante de sedimentos arenosos finos a médios inconsolidados e argilas subordinadas. O aquífero comporta-se como livre, porém as camadas e lentes de argila intercaladas lhe conferem também um caráter semiconfinado.

As melhores condições aquíferas desta unidade encontram-se no município de Balneário Barra do Sul. Ali, poços de propriedade da Companhia Catarinense de Saneamento -CASAN com níveis estáticos muito próximos da superfície apresentam vazões que alcançam a 90 m³/h. Um poço com 44 m de profundidade apresentou uma vazão de 65,45 m³/h para um rebaixamento de 13,75 m. A capacidade específica de 4,76 m³/h/m indica uma alta potencialidade hidrogeológica. Mais ao norte, no município de Itapoá, a potencialidade diminui e um poço na sede municipal possui capacidade específica da ordem de 2,5 m³/h/m. A facilidade de perfuração dos sedimentos inconsolidados permite a utilização de poços ponteira de pequena profundidade. Eles captam o aquífero livre, com vazões da ordem de 1,5 m³/h, geralmente para consumo doméstico.

Com relação à qualidade química, as águas dos poços profundos apresentam baixa salinidade, da ordem de 150 mg/L e pH levemente alcalino. Em Itapoá nas proximidades da costa um poço profundo apresentou condutividade elétrica de 1.103,00 µS/cm mostrando possível intrusão marinha com mistura das águas do aquífero. O pH também é levemente alcalino e os teores de ferro e gás sulfídrico (H₂S) podem ser elevados. Deve

ser considerada, na gestão desses aquíferos, a sua elevada vulnerabilidade, pela sua litologia, níveis de água muito próximos da superfície e sua condição de recarga. É elevado o risco de contaminação pela falta de saneamento ambiental.

Estas mesmas condições hidrogeológicas ocorrem na Ilha de Santa Catarina. Os poços construídos em localidades como Praia dos Ingleses, Campeche, Canasvieiras e outras apresentam-se muito produtivos, pois o aquífero apresenta excelente condutividade hidráulica. Esta potencialidade hidrogeológica proporciona uma intensa exploração que coloca em risco suas reservas hídricas, dependentes unicamente das precipitações pluviométricas. O aquífero é altamente vulnerável devido aos níveis de água próximos da superfície e com alto risco de contaminação devido às condições de saneamento das regiões praias.

Este aquífero foi estudado em detalhe na região do município de Laguna, pelo fato de participar no abastecimento público dessa cidade (Figura 4.37). Trata-se de um aquífero com nível d'água muito próximo da superfície, em geral, menor que 1 metro. Os poços apresentam uma capacidade específica alta, de 6 m³/h/m, podendo fornecer vazões superiores a 30 m³/h. As constantes hidrodinâmicas obtidas do Relatório Técnico do IPT (Santos, 1975) indicam valores de transmissividade (T) de 199,7 m²/dia, porosidade eficaz de 4,6 x 10⁻² e condutividade hidráulica (K) de 6,66 m/dia.

As águas deste aquífero apresentam pH de ácido a alcalino (5,5 a 7,7), com predomínio de águas com pH neutro. A dureza varia de 88 mg/L de CaCO₃ a 156,8 mg/L de CaCO₃, portanto de ligeiramente duras a moderadamente duras. Como consequência, o teor de sólidos totais dissolvidos normalmente é superior a 200 mg/L, sem, no entanto, ultrapassar a 400 mg/L. O ferro sempre está presente em teores muito variáveis, mas na maioria dos poços é maior que 0,3 mg/L, especialmente em pequenas profundidades, quando o aquífero é captado através de ponteiros. Os poços tubulares, entretanto, necessitam tratamento com aeração para a redução dos teores de ferro, para adequação aos padrões de potabilidade.

Um poço perfurado em Laguna com 55 m de profundidade, revestido e com seção filtrante apenas na parte correspondente a este aquífero; mostrou uma ótima produtividade, com uma capacidade específica de 19,5 m³/h/m. O nível estático de 1,64 m indica que existe recarga através de drenagem do aquífero superior com nível d'água mais próximo da superfície. De acordo com suas características granulométricas e hidrogeológicas, este seria o

melhor aquífero da planície costeira, caso sua espessura fosse significativa e a área de ocorrência constante. Este poço atualmente encontra-se desativado devido à presença de água com alto teor de sólidos dissolvidos, provavelmente decorrente da salinização.

O fácies arenoso de praia lagunar, com predomínio de litologias arenosas de granulometria fina a muito fina é a que apresenta melhores condições de captação de água subterrânea. As vazões são altas nos poços profundos, podendo ultrapassar a 40 m³/h, com níveis estáticos entre 0,2 e 2 m. O fácies arenoso de fundo lagunar apresenta um comportamento hidrogeológico semelhante, porém, devido às intercalações argilosas com matéria orgânica, ocorrem problemas com relação à qualidade das águas, como teores de ferro total muito superior aos limites recomendáveis e presença de gás sulfídrico (H₂S). A permeabilidade varia de média a baixa. O fácies areno-lamoso de fundo lagunar apresenta um mau comportamento aquífero, inviabilizando a perfuração de poços ponteiros, porque os níveis estáticos ficam muito profundos. Os poços tubulares profundos apresentam uma pequena capacidade específica, devido às intercalações de areia e lamas, com vazões inferiores a 5 m³/h.

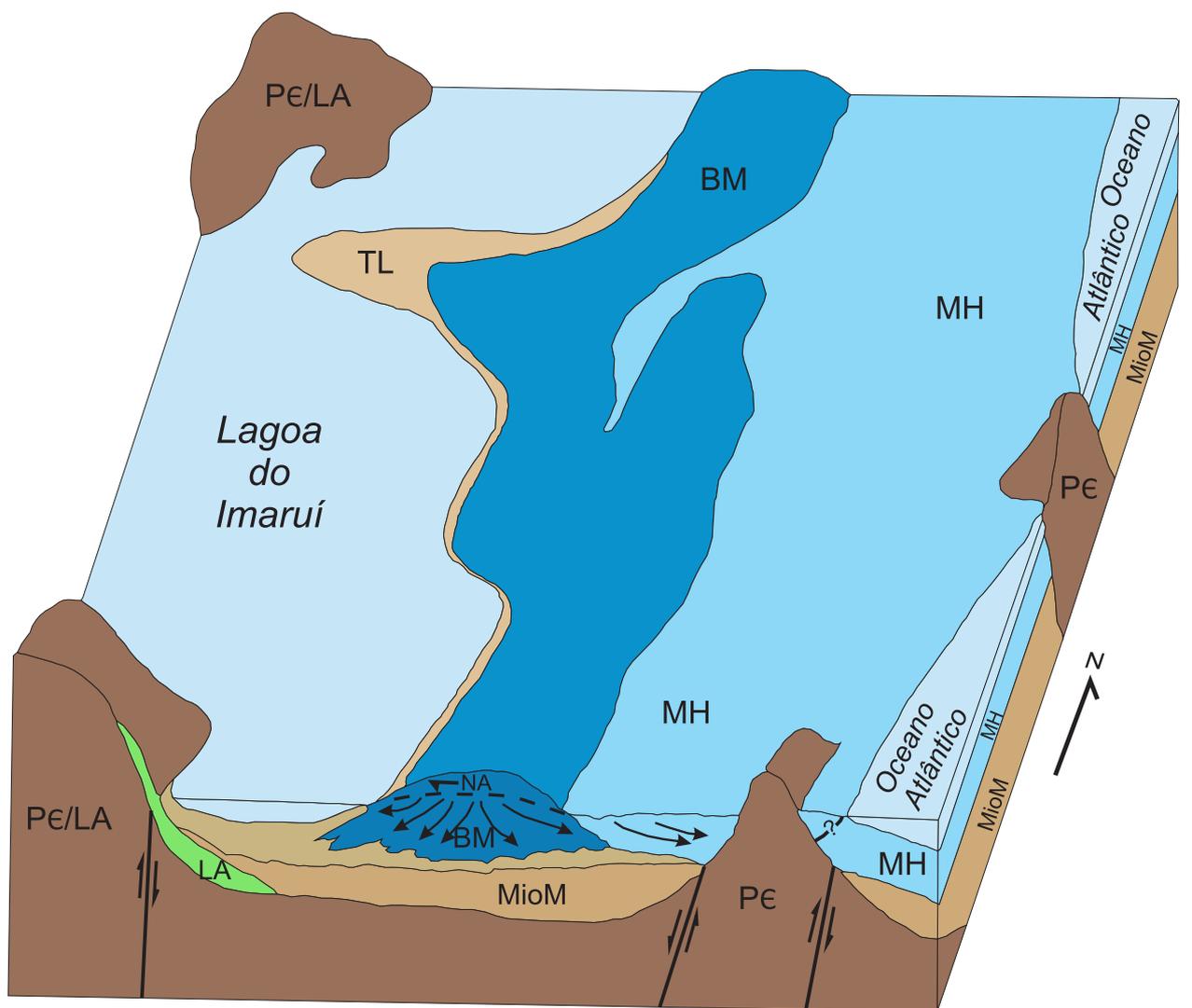
As águas do aquífero, relacionado com sedimentos das fácies lagunares, são alcalinas com pH variando de 7,2 a 8,0. Os valores de dureza indicam águas moderadamente a extremamente duras, com valores de 180 a 7.000 mg/L de CaCO₃ e teor de sólidos totais dissolvidos geralmente superior a 400 mg/L. Os menores valores de sólidos totais dissolvidos estão relacionados com os sedimentos de praia lagunar, com valores de 250 mg/L até próximo a 400 mg/L. Encontram-se teores de sólidos dissolvidos superiores a 14.000 mg/L em regiões de sedimentos lagunares encobertos por deltas intralagunares,

devido provavelmente à existência de águas conatas e a dificuldade de circulação das águas, em um meio predominantemente argiloso. Característica deste aquífero é a presença constante de ferro, quase sempre em teores acima de 0,3 mg/L, fora dos padrões de potabilidade. Nos intervalos argilosos associados com matéria orgânica é constante a presença de gás sulfídrico (H₂S).

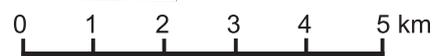
A barreira marinha corresponde à última fase de deposição das três transgressões e regressões pleistocênicas. Ela estende-se do sul da cidade de Araranguá até a cidade de Garopaba, quase ininterruptamente e com grande área de exposição.

Este sistema aquífero é atualmente o mais explorado na planície costeira. As litologias predominantemente arenosas da barreira marinha mostram em várias seções altitudes bem maiores que aquelas dos sedimentos holocênicos, o nível estático neste caso pode estar profundo e os poços apresentarem menor capacidade específica e vazão. Daí resultam poços com vazões tão diversas quanto 5 m³/h e 60 m³/h para uma mesma unidade aquífera.

As águas deste aquífero possuem pH de 4,4 a 5,5, não se conhecendo poços com águas alcalinas. Os valores de dureza são baixos, entre 8,9 mg/L e 58,0 mg/L de CaCO₃, com predominância dos valores abaixo de 20 mg/L de CaCO₃. Os valores de sólidos totais dissolvidos estão abaixo de 100 mg/L, sendo raramente ultrapassado esse valor, caso em que o poço pode estar captando também águas de litologias correspondentes aos sedimentos lagunares ou marinhos holocênicos. Os teores de ferro são baixos; entretanto, todos os poços invariavelmente apresentam alguma concentração deste elemento. O fácies químico predominante é de águas cloretadas sódicas, originadas da recarga através de chuvas influenciadas pelos aerossóis marinhos.



LEGENDA



Pe/LA Aquífero Fraturado em Rochas Granitóides, Leques Aluviais ou alteração de rocha no topo

Pe Aquífero Fraturado em Rochas Granitóides

MioM Aquífero Poroso. Fácies de Sedimentos Marinhos Transgressivos Pré-Barreira Pleistocênica

TL Aquífero Poroso. Fácies Arenosa-Lamosa de Fundo e Praia Lagunar

BM Aquífero Poroso. Barreira Marinha

MH Aquífero Poroso. Fácies Arenosa Marinha/Eólica Holocênica

NA Nível de água Subterrânea

Fluxo de Água Subterrânea

Interface Salina Indeterminada

Falhamentos

Figura 4.37 - Sistema hidrogeológico Barreira Marinha e aquíferos associados no município de Laguna. (Machado, J.L.F., 1996 modificado)

5 – SISTEMA AQUÍFERO GUARANI (SAG)

O Sistema Aquífero Guarani, um dos mais importantes aquíferos transfronteiriços do mundo, ocorre predominantemente da porção central para o oeste do Estado de Santa Catarina, ocupando uma área aproximada de 49.200 km². Durante as atividades de mapeamento hidrogeológico do Estado ele foi estudado e cartografado em escala regional, resultando na determinação da sua potenciométrica e, como encarte do mapa final na escala 1:500.000, a carta estrutural do topo do aquífero (Figura 5.1). Ele é tratado sob duas formas: área aflorante e área confinada.

5.1 - ÁREA AFLORANTE

O Sistema Aquífero Guarani (SAG) aflora em uma faixa estreita na região correspondente à borda dos derrames vulcânicos de Santa Catarina, entre a região carbonífera no sudeste e o norte do Estado. Este sistema aquífero está presente em locais tão distantes quanto os municípios de Praia Grande na divisa com o Estado do Rio Grande do Sul, Lages e Porto União na divisa com o Estado do Paraná. Ele é constituído por duas unidades hidroestratigráficas: Botucatu e Piramboia, sendo que nas áreas aflorantes ocorrem exclusivamente litologias correspondentes ao Botucatu.

Como é composto por apenas uma unidade litoestratigráfica na área aflorante, suas litologias apresentam-se quase homogêneas, predominando arenitos de granulometria média a localmente grossa, quartzosos, bem selecionados, foscos e com cimento ferruginoso. Como regra geral, as litologias apresentam cores avermelhadas, que localmente podem ser amareladas ou rosadas, onde se observam estratificações cruzadas de grande porte, típicas de ambiente eólico sem influência de umidade, como é o caso da sedimentação desértica da Formação Botucatu.

A Unidade Hidroestratigráfica Botucatu apresenta estreita área de exposição e pouca espessura na região de afloramento, com pacotes arenosos que raramente ultrapassam a 70 m de espessura, e os poços que aí captam a água subterrânea são sempre pouco produtivos, apresentando vazões insignificantes quando comparados com os poços em que os arenitos estão confinados.

A pequena produtividade dos poços deve-se

a vários fatores, dos quais se destaca a acentuada diagênese devida às variações climáticas, que reduziu muito a porosidade dos arenitos, apesar de sua granulometria favorável. Como consequência da cimentação ferruginosa e silicosa, a condutividade hidráulica fica drasticamente reduzida, diminuindo a transmissividade do aquífero e conseqüentemente a sua produção. Outro fator determinante da pequena produtividade é que, nas porções aflorantes, as camadas arenosas estão em uma situação topo-estrutural desfavorável, com relevo muitas vezes escarpado, impróprio para o armazenamento e também a transmissão de águas subterrâneas. Esta situação proporciona que os níveis potenciométricos estejam muito profundos, propiciando a captação apenas de pequenas vazões.

Quanto à qualidade das águas, geralmente a Unidade Hidroestratigráfica Botucatu apresenta baixos valores de salinidade, entre 50 e 150 mg/L, valores estes obtidos de poços escavados e fontes, devido à escassez de poços tubulares produtivos. Quase sem exceção, os poços perfurados nas áreas de afloramento do SAG captam águas da Unidade Hidroestratigráfica Rio do Rasto, possuindo também águas de baixa salinidade, apropriadas para todos os usos.

5.2 - ÁREA CONFINADA

O Sistema Aquífero Guarani está confinado pelas litologias resultantes dos derrames vulcânicos que compõem a Unidade Hidroestratigráfica Serra Geral desde a região carbonífera próxima do litoral até a região da divisa norte com o Estado do Paraná.

Ele é compartimentado em dois blocos principais: Leste e Oeste, sendo também constituído por duas unidades hidroestratigráficas: Botucatu e Piramboia. O Bloco Leste está associado com os fenômenos resultantes do levantamento tectônico da Serra do Mar, limitando-se com as áreas de influência do Domo de Lages. Este bloco está geneticamente associado com o Compartimento Leste do Sistema Aquífero Guarani no Rio Grande do Sul (Machado, 2005), apresentando características hidrogeológicas similares. O Bloco Oeste ocupa o restante do Estado, da região de Lages até o extremo-oeste, estando associado com o Compartimento Norte - Alto Uruguai do SAG no Rio Grande do Sul, do qual

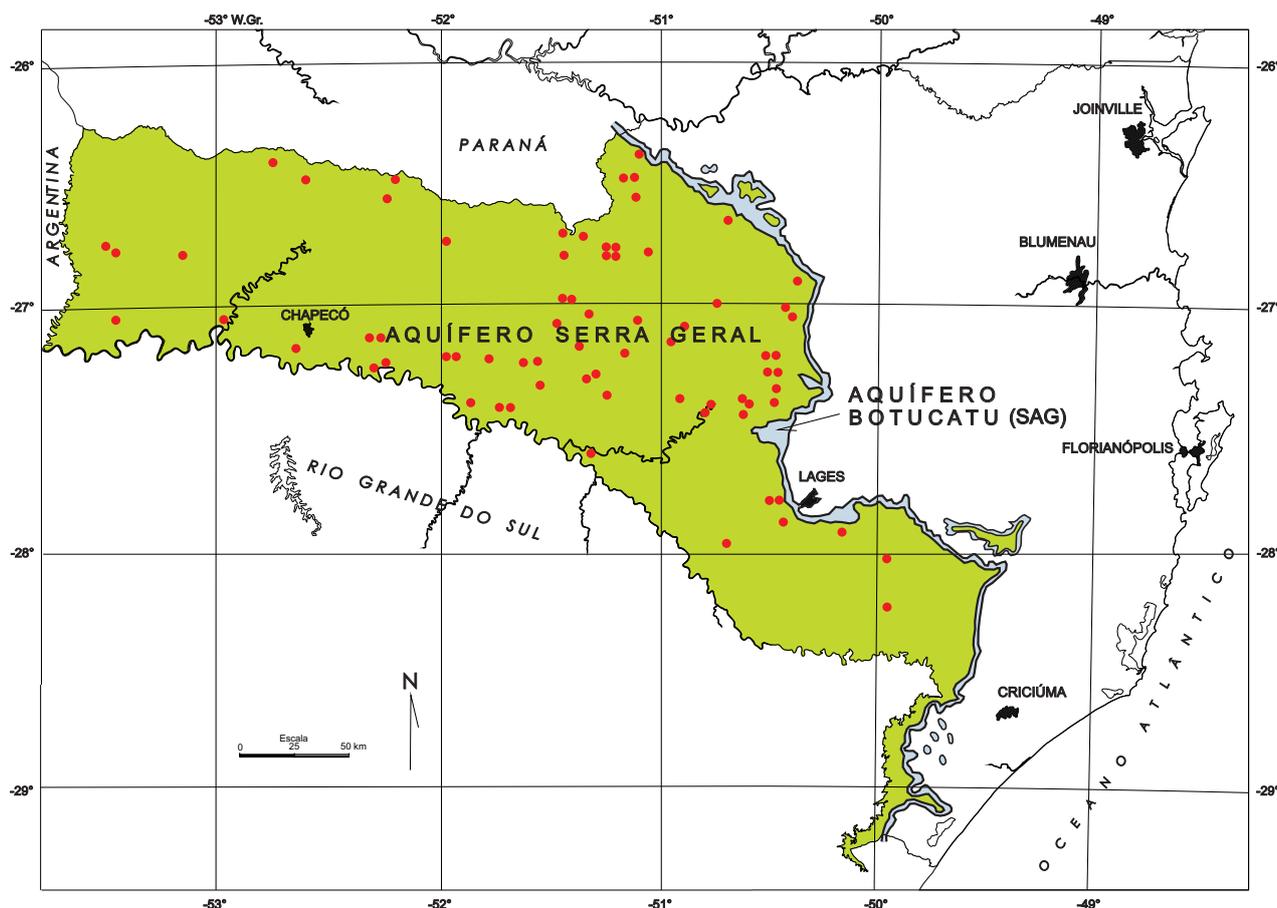


Figura 5.1 - Localização dos poços do Sistema Aquífero Guarani em Santa Catarina.

compartilha muitas características hidrogeológicas, hidrodinâmicas e hidroquímicas como altas vazões e grande variabilidade de qualidade.

Compõe-se de duas unidades hidroestratigráficas, diferentemente da área aflorante. A Unidade Hidroestratigráfica Piramboia, inferior, apresenta-se quase sempre associada com a unidade Botucatu, em poços de maior profundidade e consequentemente maior confinamento pela Unidade Hidroestratigráfica Serra Geral. Esta associação, que está restrita mais para o interior do Estado forma um sistema aquífero, denominado de Botucatu/Piramboia. A Unidade Hidroestratigráfica Piramboia constitui-se predominantemente de arenitos, de granulometria fina a muito fina, raramente médios, mal selecionados e com matriz argilosa. Diferencia-se das litologias arenosas da unidade Botucatu por apresentar intercalações de camadas e lentes sílticas e argilosas. Caracterizam-se pelas colorações levemente avermelhadas a amareladas quando então ocorreram lixiviações de cimento ferruginoso. Sua descrição litológica indica que as camadas estão relacionadas com sedimentação fluvial predominante.

A Unidade Hidroestratigráfica Botucatu é a que apresenta maior distribuição na área confinada, sendo também o principal aquífero captado pelos poços profundos. Ela abrange um conjunto de sedimentos depositados em ambiente continental eólico, extremamente seco, cuja espessura máxima raramente ultrapassa os 100 m. É constituída, predominantemente, por arenitos quartzosos foscos, com seleção variando de regular a boa, classe modal dominante de areia fina e localmente média, ocorrendo pouca matriz. Caracterizam-se também por possuírem coloração vermelha, rósea ou amarelo-clara, serem maduros e apenas localmente feldspáticos. É característica dessa formação a presença de estratificação de grande porte, correspondendo a um empilhamento de corpos prismáticos ou cuneiformes, achatados, podendo alcançar espessuras da ordem de 20 m.

Em subsuperfície, no regime de confinamento gradativo, de acordo com as maiores profundidades de ocorrência, o sistema aquífero, constituído pelas unidades hidroestratigráficas Botucatu e Piramboia, alcança sua maior potencialidade (Figura 5.2). Os dados hidrogeológicos, hidrodinâmicos e hidráulicos,

apresentados a seguir, não representam médias para o sistema aquífero, mas valores estimados de vazão, transmissividade, condutividade hidráulica e coeficiente de armazenamento, relacionados com os poços localizados nos seguintes municípios: Paineira, São Cristóvão do Sul, Timbó Grande, Capinzal, Presidente Castelo Branco, Seara, São Carlos, São Lourenço do Oeste e Maravilha. As capacidades específicas variam de um mínimo de 0,11 m³/h/m (correspondente ao Bloco Leste do SAG) e um máximo de 5,83 m³/h/m para o Bloco Oeste, indicando um aumento significativo na capacidade produtiva dos poços. As vazões captadas podem variar entre 5 m³/h até 350 m³/h em poços bem construídos. As transmissividades são baixas no Bloco Leste (3,07 m²/dia) e alcançam valores significativos no Bloco Oeste (194,21 m²/dia, em regime de grande confinamento), sendo diretamente proporcionais aos valores de condutividade hidráulica para o Bloco Leste (0,04 m/dia) e aqueles maiores do Bloco Oeste (1,73 m/dia). As profundidades dos poços tubulares perfurados na zona confinada variam entre 90 e 1.560 m e o coeficiente de armazenamento elástico varia de 2,7 x 10⁻⁴ a 8,0 x 10⁻⁴.

O mapa de contorno estrutural do topo do Sistema Aquífero Guarani corresponde ao topo da Unidade Hidroestratigráfica Botucatu, que nas áreas confinadas pode estar associado com a unidade Piramboia. Através dele verifica-se que existe um

grande mergulho do SAG em direção do centro da Bacia do Paraná. Nas áreas de afloramento a leste o topo pode estar a 1.200 m de altitude, enquanto no oeste, junto a divisa com o Rio Grande do Sul, encontra-se a mais de 950 m abaixo do nível do mar, totalizando um desnível de mais de 2.150 m. No Bloco Leste, o desnível entre o topo do SAG, na região do Campo dos Padres (entre Urubici e Bom Retiro) e a divisa com o Rio Grande do Sul varia entre 1.300 m e 50 m de altitude. O Mapa de Contorno Estrutural do SAG pode ser visualizado na figura 5.3.

Quanto à qualidade das águas, ela é variável de acordo com o grau de confinamento das unidades hidroestratigráficas Botucatu e Piramboia, seu posicionamento quanto à direção de fluxo desde as áreas de recarga e a influência eventual de fluxo indireto proveniente de outras unidades hidroestratigráficas pré ou pós-SAG (Figura 5.4). Os valores de salinidade são muito variáveis, com teores de sólidos dissolvidos que iniciam em 60,0 mg/L e alcançam até 1.231 mg/L, nos poços analisados. Geralmente os poços com profundidades menores do que 600 m apresentam salinidades da ordem de 400 mg/L, a partir desta profundidade o confinamento aumenta substancialmente os valores de mineralização das águas. No caso de poços muito profundos, como em Maravilha e São Lourenço do Oeste, os baixos valores de salinidade estão relacionados com a presença de zonas de fluxo não

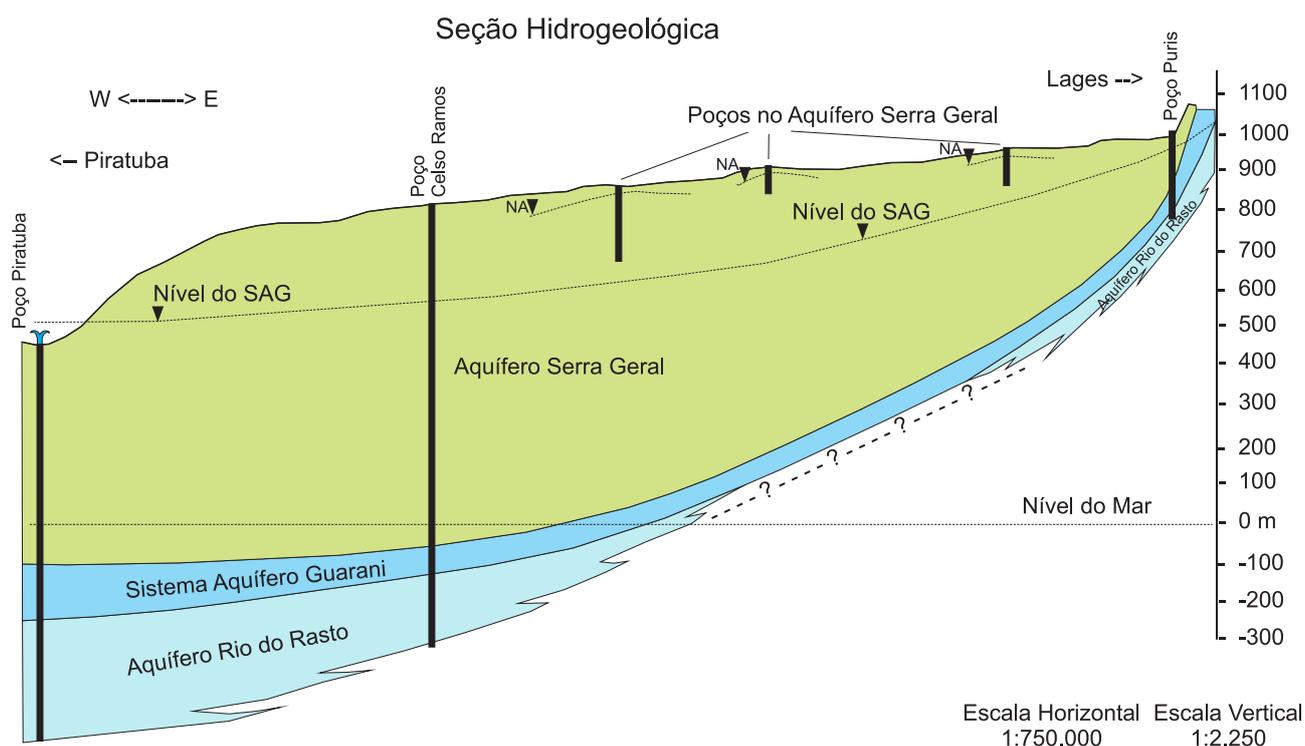


Figura 5.2 - O SAG comporta-se como um clássico modelo de aquífero confinado.

interligadas com as áreas de afloramento do limite leste do sistema aquífero.

A presença de fluxos ascendentes de unidades pré-SAG, espessuras pequenas das unidades Botucatu/Piramboia e localmente a ausência completa das litologias dessas unidades propiciam nas áreas de maior confinamento que os valores de sólidos dissolvidos alcancem valores como 4.425,0 mg/L, fora dos limites de potabilidade, como é o caso do poço de São João do Oeste. A presença de teores mais elevados de flúor nos poços de maior profundidade exige um monitoramento deste elemento, devido principalmente aos problemas graves de saúde que pode gerar. Alguns poços podem apresentar acentuado cheiro de gás sulfídrico e, dependendo das condições de oxi-redução no aquífero, teores mais elevados de ferro e manganês.

No Bloco Oeste, o condicionamento estrutural do Sistema Aquífero Guarani fez com que, por sua localização em grandes profundidades e o efeito do gradiente geotérmico, favorecesse a ocorrência de águas termais. Esta é a região do Estado onde estão localizadas as principais estâncias turísticas termais.

A presença de fontes de águas termais no oeste catarinense é conhecida de longa data, entretanto apenas nas últimas décadas foram mais intensamente exploradas pela indústria turística. As perfurações estratigráficas para pesquisa de hidrocarbonetos efetuadas pela Petrobrás e posteriormente pela Paulipetro ampliaram o conhecimento da geologia e das profundidades de onde estas águas se originaram.

Dentre os poços perfurados, o mais conhecido é o de Piratuba. Este poço apresentou um jorro de água sulfurosa, com altura piezométrica inicial de 140 m acima da boca do poço, além de temperatura próxima de 39°C. Após alguns anos de sua abertura e completação, a cidade de Piratuba tornou-se um dos mais importantes destinos turísticos de Santa Catarina.

Outros balneários termais o extremo-oeste de Santa Catarina são igualmente de grande importância turística. Entre as cidades de São Carlos e Águas de Chapecó, os balneários captam águas termais de poços de pequena profundidade perfurados na Unidade Hidroestratigráfica Serra

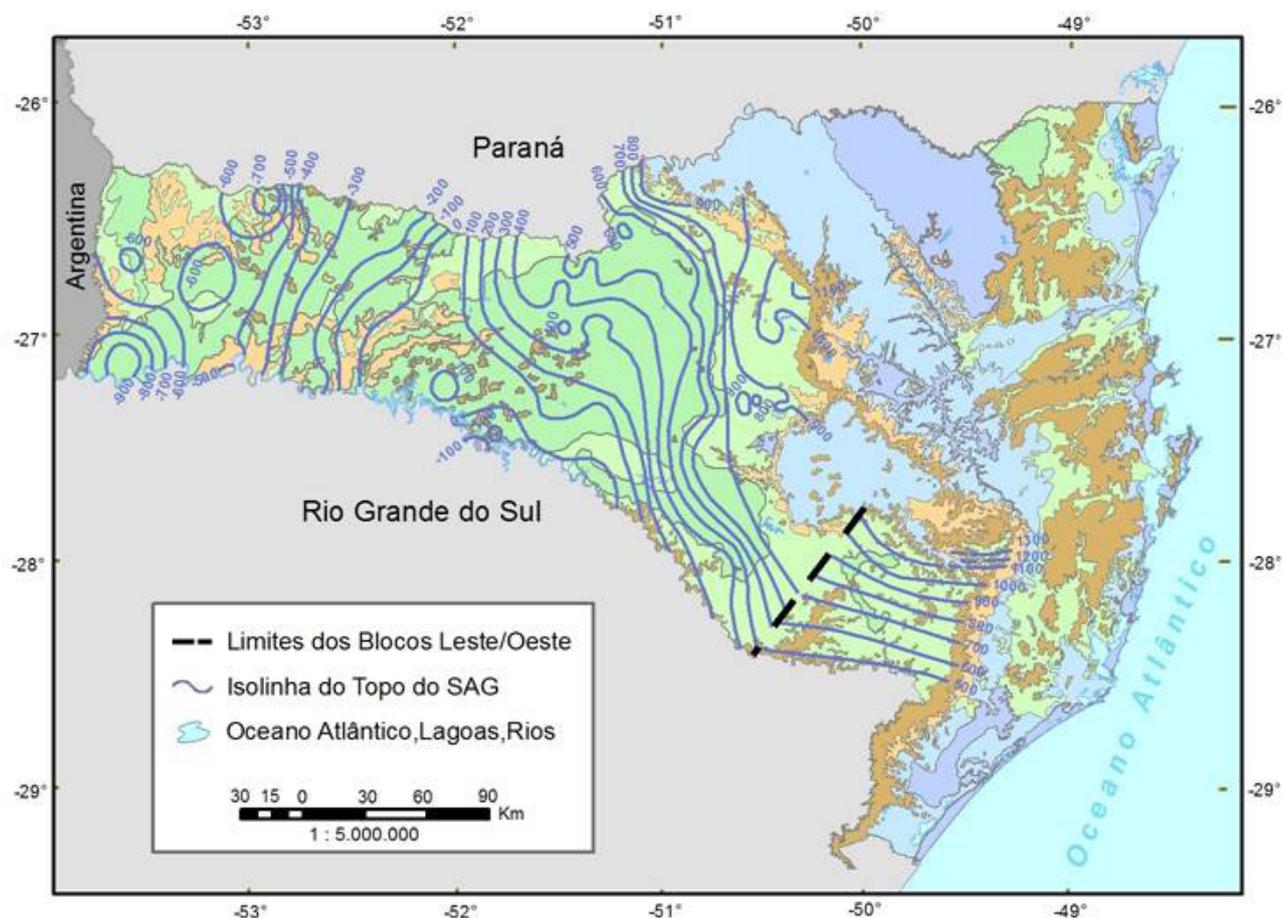


Figura 5.3 - Mapa de contorno estrutural do topo do Sistema Aquífero Guarani (Unidade Hidroestratigráfica Botucatu/Piramboia).

Modelo Conceitual Hidrogeoquímico do Sistema Aquífero Guarani

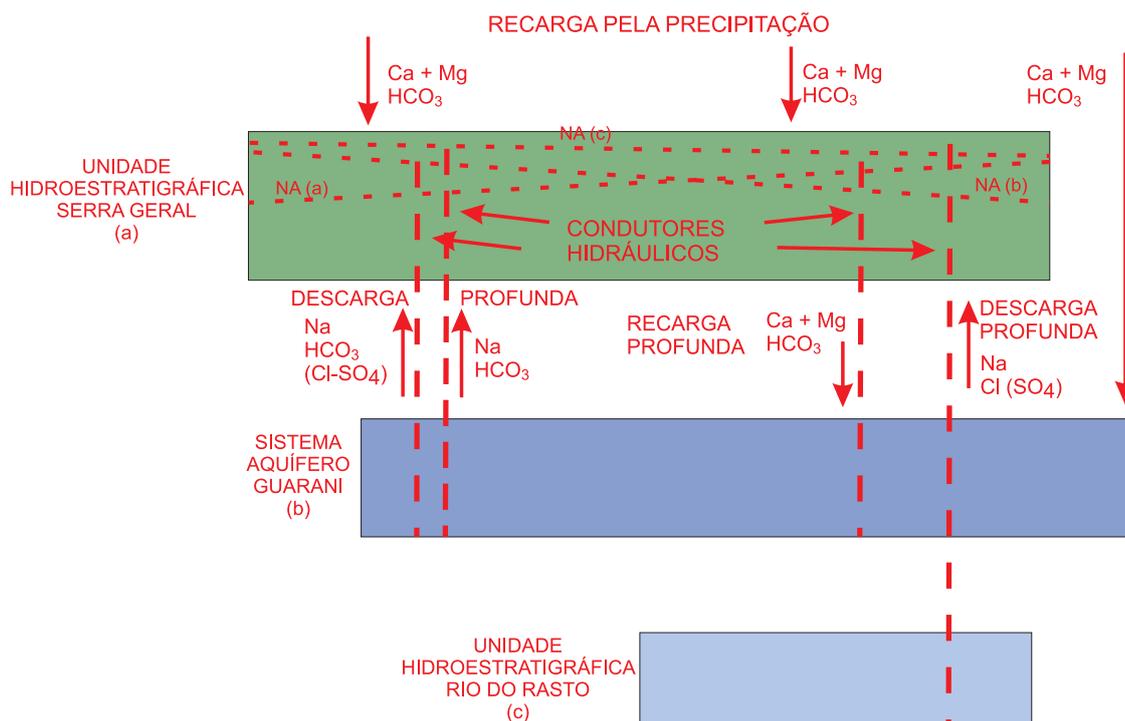


Figura 5.4 - Evolução hidrogeoquímica do fluxo das águas do Sistema Aquífero Guarani.

Geral. A origem destas águas termais, entretanto, está ligada aos fenômenos de ascensão de águas profundas do Sistema Aquífero Guarani, através de grandes estruturas tectônicas que interceptam os arenitos subjacentes e que através das grandes pressões alcançam as porções mais superficiais da unidade Serra Geral.

O conhecimento da distribuição da profundidade de ocorrência do aquífero termal proporcionou um incremento nas perfurações. Novas técnicas de perfuração de poços tubulares e equipamentos

modernos tornaram mais competitivos os custos dos empreendimentos. Além da procura por águas termais, poços também foram perfurados para abastecimento público e indústrias.

O grande número de perfurações proporcionou uma melhor distribuição espacial no conhecimento do Sistema Aquífero Guarani. Poços que captaram águas termais, tidos como pertencentes ao Sistema Aquífero Guarani, foram posteriormente interpretados como total ou parcialmente oriundas da Unidade Hidroestratigráfica Rio do Rasto.

6 – DESCRIÇÃO DOS ATRIBUTOS DAS ZONAS AQUÍFERAS DELIMITADAS NO MAPA HIDROGEOLÓGICO DO ESTADO DE SANTA CATARINA

6.1 - DEFINIÇÃO DAS ZONAS AQUÍFERAS

Visando um melhor entendimento por parte do usuário do Mapa Hidrogeológico de Santa Catarina na escala 1:500.000, os trabalhos de campo, o inventário de poços tubulares, a compilação de dados bibliográficos e a análise e interpretação dos dados geológicos, hidrológicos, hidráulicos e hidroquímicos proporcionaram o enquadramento das zonas aquíferas do Estado de Santa Catarina na legenda proposta, tendo sido definidas 16 classes apresentadas a seguir:

Aquíferos sedimentares

As1, As2, As3_1, As3_2, As3_3, As4, As5, As6

Aquíferos fraturados

Af1_1, Af1_2, Af2, Af3

Aquíferos pouco produtivos

App

Não Aquíferos

Na_1, Na_2, Na_3

6.2 - DESCRIÇÃO DAS ZONAS AQUÍFERAS

A seguir serão descritos os atributos geológicos, geomorfológicos, hidrogeológicos e hidroquímicos das zonas aquíferas delimitadas no mapeamento hidrogeológico. Estas zonas cartografadas na escala 1:500.000 definem a espacialização dos aquíferos fraturados, aquíferos sedimentares, aquíferos pouco produtivos e áreas não aquíferas do Estado. As zonas aquíferas correspondem a partes de uma unidade hidroestratigráfica e/ou o conjunto de duas ou mais unidades hidroestratigráficas com características hidrogeológicas similares.

6.2.1 - af1_1 (Aquíferos Fraturados)

Litologias, Dimensões e/ou Feições Estruturais

Rocha vulcano-sedimentar com vulcanitos ácidos e sedimentos vulcanogênicos. Na base ocorrem

conglomerados e arcósios consolidados intercalados com lavas traquíticas, andesíticas e básicas. Estrutura-se em derrames vulcânicos, brechas e tufos riolíticos e traquíticos.

Unidades Hidroestratigráficas.

Unidade Hidroestratigráfica Campo Alegre, subordinadamente Unidade Hidroestratigráfica Embasamento Cristalino (Complexo Granulítico).

Condições Hidrogeológicas.

Aquífero livre a semiconfinado de extensão regional, com porosidade por fraturamento, descontínuo, heterogêneo e anisotrópico.

Condições Morfológicas.

Zona aquífera que ocupa áreas resultantes da erosão sobre uma bacia vulcano-sedimentar em contato com o Complexo Granulítico. Caracteriza-se pela ocorrência de extensas regiões de campos de altitude, circundadas por faixas de serra com o topo em 1000 m de altitude.

Vazões Prováveis e Variação do Nível Estático (NE).

As vazões captadas por poços bem construídos variam entre 2,0 e 15,0 m³/h. Os níveis estáticos variam geralmente entre 5,0 e 20,0 m.

Qualidade da Água TSD (Total de Sais Dissolvidos).

Esta zona aquífera caracteriza-se por apresentar água com qualidade química boa para todos os fins: abastecimento doméstico e público, agrícola e industrial. O valor de TSD geralmente é inferior a 150 mg/L.

Tipos de Obras de Captação e Profundidade Estimada (m)

São aconselhados poços tubulares profundos, com profundidades da ordem de 100 m.

Importância Hidrogeológica Local

Aquíferos com boa produtividade, ocupando basicamente uma área rural pouco povoada, o que confere a eles condição de média a pequena importância hidrogeológica.

Vulnerabilidade e Risco à Contaminação

Aquíferos fraturados vulcano-sedimentares, com intercalações de aquíferos porosos muito consolidados localmente muito vulneráveis. Possuem baixo risco à contaminação, especialmente pelo escasso povoamento. Poços mal construídos e abandonados contribuem para aumentar o risco.

6.2.2 - af1_2 (Aquíferos Fraturados)

Litologias, Dimensões e/ou Feições Estruturais

Na área ocorrem derrames vulcânicos basálticos típicos e andesíticos, dacitos afíricos, zonas amigdalóides e ocasionalmente arenitos "intertrapps". Apresentam cor cinza-escuro, amarronzados quando intemperizados para solo argiloso. Todo o conjunto encontra-se fraturado e estruturado em uma sucessão de derrames intercalados por zonas amigdalóides alteradas. A espessura das rochas basálticas pode superar a 1200 m.

Unidades Hidroestratigráficas

Unidade Hidroestratigráfica Serra Geral.

Condições Hidrogeológicas

Aquífero livre a semiconfinado de extensão regional, com porosidade por fraturamento, descontínuo, heterogêneo e anisotrópico.

Condições Morfológicas

Relevo residual ruiforme fortemente entalhado a plano-ondulado no norte da área. Vales amplos e superfície escalonada em degraus marcando contato entre derrames basálticos.

Vazões Prováveis e Variação do Nível Estático (NE)

As vazões captadas por poços bem construídos variam entre 5,0 e 40,0 m³/h. Os níveis estáticos variam geralmente entre 5,0 e 30,0 m.

Qualidade da Água TSD (Total de Sais dissolvidos)

Esta zona aquífera caracteriza-se por apresentar água com qualidade química boa para todos os fins: abastecimento doméstico e público, agrícola e industrial. O valor de TSD geralmente é inferior a 500 mg/L.

Tipos de Obras de Captação e Profundidade Estimada (m)

São aconselhados poços tubulares profundos, com profundidades da ordem de 150 m.

Importância Hidrogeológica Local

Aquíferos com boa produtividade, ocupando área rural muito povoada e importantes centros urbanos, o que confere a eles uma condição de grande importância hidrogeológica.

Vulnerabilidade e Risco à Contaminação

Aquíferos associados a derrames vulcânicos básicos e ácidos, localmente muito vulneráveis. Possuem baixo risco à contaminação nas áreas rurais, e médio risco nas áreas urbanas. Poços mal construídos e abandonados contribuem para aumentar o risco.

6.2.3 - af2 (Aquíferos Fraturados)

Litologias, Dimensões e/ou Feições Estruturais

Predomínio no norte do Estado de gnaisses granulíticos e bandados, quartzitos e formações ferríferas intensamente fraturados e intemperizados. As espessuras do manto de intemperismo podem ser superiores a 30 m. No restante da área divide-se entre a ocorrência de granitóides foliados sintectônicos, como o granito-gnaiss, de granulação média, textura porfiróide e matriz de cor cinza. As rochas graníticas são de cor rósea, granulação média, localmente associadas a xistos e metacalcários.

Unidades Hidroestratigráficas

Unidade Hidroestratigráfica Embasamento Cristalino (Complexo Granulítico, Granito-Gnáissico, Complexo Granítico Taboleiro e Grupo Brusque).

Condições Hidrogeológicas

Aquífero livre a semiconfinado de extensão regional, porosidade por fraturamento ampliada localmente por aquíferos com porosidade intergranular, descontínuo, heterogêneo e anisotrópico.

Condições Morfológicas

Caracteriza-se geomorfologicamente como uma sequência de serras dispostas em um sentido NE-SW, subparalelas, com altitudes nas bordas que podem ser inferiores a 100 m. O relevo apresenta intensa dissecação originada de um controle estrutural. As rochas do Complexo Granulítico, que estão em contato com as rochas sedimentares da Bacia do Itajaí, estão muito arrasadas pela erosão e intemperizadas com solos que ultrapassam os 20 m de espessura.

Vazões Prováveis e Variação do Nível Estático (NE)

As vazões dos poços variam geralmente entre 2,0 e 9,0 m³/h. Existem raros poços cuja vazão atinge 20,0 m³/h. Os níveis estáticos variam geralmente entre 3,0 e 12,0 m. Terrenos cársticos podem apresentar vazões mais altas, superiores a 70 m³/h.

Qualidade da Água TSD (Total de Sais dissolvidos)

Esta zona aquífera caracteriza-se por apresentar água com qualidade química boa para todos os

fins: abastecimento doméstico e público, agrícola e industrial. O valor de TSD geralmente é inferior a 300 mg/L, com valores de ferro e manganês que localmente ultrapassam as estipuladas pelas normas de potabilidade. Os poços que captam água dos granitos podem apresentar altos teores de flúor. Também ocorrem águas termais, radioativas.

Tipos de Obras de Captação e Profundidade Estimada (m)

São aconselhados poços tubulares profundos, com profundidades da ordem de 150 m. Nas áreas onde o manto de intemperismo é espesso, baixas vazões podem ser obtidas de poços ponteira, porém com o risco de captação de águas poluídas.

Importância Hidrogeológica Local

Aquíferos de média a baixa produtividade, englobando importantes áreas urbanas, o que lhes confere grande importância hidrogeológica local.

Vulnerabilidade e Risco à Contaminação

Aquíferos fraturados, localmente com espessas coberturas porosas. Os solos são predominantemente argilosos, o que os torna de média a baixa vulnerabilidade. Possuem alto risco de contaminação quando ocupam grandes áreas urbanas.

6.2.4 - af3 (Aquíferos Fraturados)

Litologias, Dimensões e/ou Feições Estruturais

Na área ocorrem derrames vulcânicos basálticos típicos e andesíticos, dacitos afíricos, zonas amigdalóides e ocasionalmente arenitos "intertrapps". Apresentam cor cinza-escuro, amarronzados quando intemperizados para solo argiloso. Todo o conjunto encontra-se fraturado e estruturado em uma sucessão de derrames intercalados por zonas amigdalóides alteradas. A espessura das rochas basálticas pode superar a 1.400 m.

Unidades Hidroestratigráficas

Unidade Hidroestratigráfica Serra Geral

Condições Hidrogeológicas

Aquífero livre a semiconfinado de extensão regional, com porosidade por fraturamento, descontínuo, heterogêneo e anisotrópico.

Condições Morfológicas

Esta área está associada com as efusivas ácidas/basálticas e também com as soleiras de diabásio, com cotas altimétricas situadas entre 700 e 1.800 m, caracterizando-se por relevo residual ruiforme fortemente entalhado a plano-ondulado no norte

da área. Vales amplos e superfície escalonada em degraus marcando contato entre derrames basálticos.

Vazões Prováveis e Variação do Nível Estático (NE)

As vazões captadas por poços bem construídos variam entre 2,0 e 15,0 m³/h. Os níveis estáticos variam geralmente entre 5,0 e 30,0 m.

Qualidade da Água TSD (Total de Sais dissolvidos)

Esta zona aquífera caracteriza-se por apresentar água com qualidade química boa para todos os fins: abastecimento doméstico e público, agrícola e industrial. O valor de TSD geralmente é inferior a 200 mg/L.

Tipos de Obras de Captação e Profundidade Estimada (m)

São aconselhados poços tubulares profundos, com profundidades da ordem de 150 m.

Importância Hidrogeológica Local

Aquíferos com média a baixa produtividade, ocupando área rural muito povoada e importantes centros urbanos, o que confere a eles uma condição de grande a média importância hidrogeológica local.

Vulnerabilidade e Risco à Contaminação

Aquíferos associados a derrames vulcânicos básicos e ácidos, capeados por solos argilosos, localmente vulneráveis. Possuem baixo risco à contaminação nas áreas rurais, e médio risco nas áreas urbanas. Poços mal construídos e abandonados contribuem para aumentar o risco.

6.2.5 - as1 (Aquíferos Sedimentares)

Litologias, Dimensões e/ou Feições Estruturais

Os sedimentos marinhos e costeiros são representados por sucessões de camadas arenosas, pouco ou não-consolidadas. As espessuras podem ultrapassar 40 m. Os sedimentos, de área de influência de maré nos mangues possuem muita matéria orgânica, existindo áreas com lentes de turfa e argila. Capeiam tanto litologias do embasamento cristalino quanto do gonduana.

Unidades Hidroestratigráficas

Predominantemente a Unidade Hidroestratigráfica Cenozóico correspondente a Sistemas Aquíferos Cenozóicos Litorâneos.

Condições Hidrogeológicas

Aquífero livre de extensão regional, com porosidade intergranular, contínuo, homogêneo e isotrópico.

Condições Morfológicas

Os terrenos ocupados por esta zona aquífera estão relacionados com a sedimentação marinha e em alguns casos, remobilização eólica em barreiras, caracterizando-se por constituírem-se em planícies com altitude média de 10 m (no caso de barreiras marinhas até 30 m).

Vazões Prováveis e Variação do Nível Estático (NE)

As vazões captadas em poços bem construídos variam entre 20,0 e 90,0 m³/h. Os níveis estáticos são próximos da superfície e variam geralmente entre 2,0 e 4,0 m.

Qualidade da Água TSD (Total de Sais dissolvidos)

Esta zona aquífera caracteriza-se por apresentar água com qualidade química boa para todos os fins: abastecimento doméstico e público, agrícola e industrial. O valor de TSD geralmente é menor do que 100 mg/L. Localmente pode apresentar teores de ferro e manganês acima das normas de potabilidade.

Tipos de Obras de Captação e Profundidade Estimada (m)

São aconselhados poços tubulares profundos, com profundidades da ordem de 60 m. Baixas vazões podem ser obtidas através de poços ponteira, porém com o risco de captação de águas poluídas.

Importância Hidrogeológica Local

Os aquíferos proporcionam boas vazões e água dentro dos limites de potabilidade. Ocupam as planícies costeiras e litorâneas, que exigem grandes volumes de água para abastecer cidades e balneários, o que lhes conferem grande importância hidrogeológica local.

Vulnerabilidade e Risco à Contaminação

Aquíferos porosos e praticamente inconsolidados são extremamente vulneráveis. Possuem alto risco de contaminação por esgotos por falta de saneamento ambiental.

6.2.6 - as2 (Aquíferos Sedimentares)

Litologias, Dimensões e/ou Feições Estruturais

Sedimentos continentais de origem aluvial e fluvial, localmente com algum sedimento marinho intercalado. Compreendem matacões, seixos, areias, siltes e argilas, geralmente inconsolidados. Recobrem rochas intemperizadas do embasamento.

Unidades Hidroestratigráficas

Predominantemente a Unidade Hidroestratigráfica Cenozóica correspondente a Sistemas Aquíferos

Cenozóicos Continentais associados a Sistemas Marinhas.

Condições Hidrogeológicas

Aquífero livre sobre aquíferos de menor permeabilidade, de extensão regional, com porosidade intergranular, contínua, homogêneo e anisotrópico.

Condições Morfológicas

Esta zona aquífera relaciona-se com sedimentações cenozóicas, de origem predominantemente continental, com influência marinha. Constituem-se em planícies com componentes aluviais e coluviais com altitudes geralmente abaixo de 20 m. Na região de Joinville ocorre a formação de mangues.

Vazões Prováveis e Variação do Nível Estático (NE)

As vazões captadas por poços tubulares e ponteiras variam entre 1,0 e 3,0 m³/h. Os níveis estáticos são próximos da superfície e variam geralmente entre 2,0 e 4,0 m.

Qualidade da Água TSD (Total de Sais dissolvidos)

Esta zona aquífera caracteriza-se por apresentar água com qualidade boa para todos os fins: abastecimentos domésticos, públicos, agrícolas e industriais. O valor de TSD geralmente é menor do que 200 mg/L, porém pode aumentar quando captado simultaneamente com outros aquíferos. Eventualmente pode apresentar teores de ferro e manganês acima das normas de potabilidade.

Tipos de Obras de Captação e Profundidade Estimada (m)

São aconselhados poços tubulares profundos, com profundidades da ordem de 120 m, visando captar simultaneamente aquíferos do embasamento cristalino. Baixas vazões podem ser obtidas através de poços ponteira, porém com o risco de captação de águas poluídas.

Importância Hidrogeológica Local

Apesar de menos produtivos, os aquíferos que ocupam áreas relacionadas com a região urbana de Joinville apresentam grande importância hidrogeológica local. Na porção sul, plana e de vocação agrícola, devido à baixa demografia apresentam média importância hidrogeológica local.

Vulnerabilidade e Risco à Contaminação

Aquíferos porosos e praticamente inconsolidados apresentam-se muito vulneráveis. Possuem alto risco à contaminação por esgotos, pela falta de saneamento ambiental e adubos, pesticidas, herbicidas, etc., nas áreas agrícolas.

6.2.7 - as3_1 (Aquíferos Sedimentares)

Litologias, Dimensões e/ou Feições Estruturais

Predomínio de arenitos finos a médios, cinza-claro a esbranquiçados, mal selecionados. Secundariamente ocorrem folhelhos, argilitos e siltitos cinza-escuro a pretos, carbonosos, com leitos e camadas de carvão. Em maiores profundidades diamictitos e varvitos. A estruturação é por estratificação paralela, cruzada, tabular e acanalada. A espessura pode superar a 150 m.

Unidades Hidroestratigráficas

Unidades Hidroestratigráficas Rio do Sul (Itararé) e Rio Bonito.

Condições Hidrogeológicas

Aquífero semiconfinado a confinado, de extensão regional, com porosidade intergranular ampliada por fraturamento, descontínuo, heterogêneo e anisotrópico.

Condições Morfológicas

A área corresponde à depressão de origem sedimentar relacionada com a zona carbonífera catarinense e apresenta formas de relevo côncavo-convexas com vales abertos e localmente relevos residuais de topo plano, associados a rochas areníticas mais resistentes.

Vazões Prováveis e Variação do Nível Estático (NE)

As vazões captadas em poços bem construídos variam entre 5,0 e 80,0 m³/h. Os níveis estáticos variam geralmente entre 5,0 e 20,0 m.

Qualidade da Água TSD (Total de Sais dissolvidos)

Esta zona aquífera caracteriza-se por apresentar água com qualidade boa para todos os fins: abastecimentos domésticos e públicos, agrícolas e industriais. O valor de TSD geralmente é maior do que 300 mg/L, porém de acordo com o fluxo da água pode chegar próximo a 1.300,00 mg/L. Podem ser encontradas águas com elevado teor de ferro, manganês e odor de gás sulfídrico.

Tipos de Obras de Captação e Profundidade Estimada (m)

São aconselhados poços tubulares profundos, com profundidades da ordem de 120 m.

Importância Hidrogeológica Local

Os aquíferos sedimentares apresentam boa produção e estão associados a importantes centros urbanos industrializados, que lhes conferem uma grande importância hidrogeológica local.

Vulnerabilidade e Risco à Contaminação

Aquíferos porosos e consolidados, com expectativa de média vulnerabilidade. Possuem médio risco de contaminação por rejeitos industriais e dejetos humanos pela falta de saneamento ambiental.

6.2.8 - as3_2 (Aquíferos Sedimentares)

Litologias, Dimensões e/ou Feições Estruturais

Arenitos amarelos-avermelhados e brancos, mal selecionados, subordinadamente diamictitos, conglomerados, argilitos e folhelhos cinza-escuros. Todo o conjunto é tabular com espessura superior a 250 m.

Unidades Hidroestratigráficas

Unidades Hidroestratigráficas Mafra, Rio do Sul (Itararé) e Rio Bonito.

Condições Hidrogeológicas

Aquífero semiconfinado, de extensão regional, com porosidade intergranular muito ampliada por fraturamento descontínuo, heterogêneo e anisotrópico.

Condições Morfológicas

Terrenos originários da erosão sobre sedimentação glacial e marinha permiana, apresentam vales associados a feições erosivas que mantiveram um topo aplainado em altitudes entre 600 e 900 m.

Vazões Prováveis e Variação do Nível Estático (NE)

As vazões captadas em poços bem construídos variam entre 3,0 e 10,0 m³/h. Os níveis estáticos variam geralmente entre 5,0 e 20,0 m.

Qualidade da Água TSD (Total de Sais dissolvidos)

Esta zona aquífera caracteriza-se por apresentar água com qualidade boa para todos os fins: abastecimentos domésticos e públicos, agrícolas e industriais. O valor de TSD geralmente é maior do que 300 mg/L, porém de acordo com o fluxo da água pode chegar próximo a 1.000,00 mg/L. Podem ser encontradas águas com elevado teor de ferro, manganês e odor de gás sulfídrico.

Tipos de Obras de Captação e Profundidade Estimada (m)

São aconselhados poços tubulares profundos, com profundidades da ordem de 150 a 200 m.

Importância Hidrogeológica Local

Os aquíferos sedimentares apresentam boa produção e estendem-se por amplas áreas,

que englobam cidades importantes e atividade agropastoril associada, que confere a eles uma condição de grande importância hidrogeológica local.

Vulnerabilidade e Risco à Contaminação

Aquíferos porosos e consolidados, com expectativa de média vulnerabilidade. Possuem médio risco de contaminação por insumos agrícolas, rejeitos industriais e dejetos humanos. Poços mal construídos e abandonados contribuem para aumentar o risco.

6.2.9 - as3_3 (Aquíferos Sedimentares)

Litologias, Dimensões e/ou Feições Estruturais

Arenitos amarelo-avermelhados e róseos, finos e em menor proporção médios, mal selecionados. A estruturação é por estratificações predominantemente eólicas. A espessura pode ultrapassar os 100 m, às vezes, em feição topo-estrutural desfavorável.

Unidades Hidroestratigráficas

Unidades Hidroestratigráficas Botucatu e Rio do Rasto.

Condições Hidrogeológicas

Aquífero livre, de extensão regional, com porosidade intergranular muito ampliada por fraturamento descontínuo.

Condições Morfológicas

Terrenos aplainados originados da erosão sobre depósitos de origem eólica associados a porções capeadas por derrames basálticos erodidos formando vales profundos. As altitudes variam entre 750 e 900 m.

Vazões Prováveis e Variação do Nível Estático (NE)

São esperadas vazões em poços bem construídos variando entre 3,0 e 10,0 m³/h. Os níveis estáticos variam geralmente entre 5,0 e 20,0 m.

Qualidade da Água TSD (Total de Sais dissolvidos)

Esta zona aquífera caracteriza-se por apresentar água com qualidade boa para todos os fins: abastecimentos domésticos e públicos, agrícolas e industriais. O valor de TSD geralmente é inferior a 100 mg/L.

Tipos de Obras de Captação e Profundidade Estimada (m)

São aconselhados poços tubulares profundos, com profundidades da ordem de 150 m.

Importância Hidrogeológica Local

Os aquíferos sedimentares apresentam boa produção. A região relativamente pouco povoada e com atividade agropastoril associada confere a eles uma condição de média importância hidrogeológica local

Vulnerabilidade e Risco à Contaminação

Aquíferos porosos e consolidados, com expectativa de alta vulnerabilidade. Possuem médio risco de contaminação por insumos agrícolas e em menor escala dejetos humanos. Poços mal construídos e abandonados contribuem para aumentar o risco.

6.2.10 - as4 (Aquíferos Sedimentares)

Litologias, Dimensões e/ou Feições Estruturais

Predomínio de arenitos finos, cinza-amarronzados, mal selecionados e localmente conglomerados cinza-claros. Secundariamente ocorrem folhelhos, argilito e siltito cinza-escuro a pretos. A estruturação é por estratificações paralelas, cruzadas tabulares e acanaladas. A espessura pode ultrapassar os 300 m, às vezes, em feição topo-estrutural desfavorável.

Unidades Hidroestratigráficas

Unidades Hidroestratigráficas Rio do Sul (Itararé) e Rio Bonito. Na porção sudoeste ocorre parcialmente as Unidades Hidroestratigráficas Serra Alta, Teresina e Rio do Rasto.

Condições Hidrogeológicas

Aquífero semiconfinado a confinado de extensão regional, com porosidade intergranular ampliada por fraturamento, descontínuo, heterogêneo e anisotrópico.

Condições Morfológicas

Zona aquífera em que a erosão se deu preferencialmente sobre terrenos glaciais e continentalizados fluviais do início ao final do permiano, com a presença de extensos patamares e relevos residuais de topo plano (mesas), com arenitos mais resistentes e escarpados no topo contrastando com os folhelhos facilmente erodíveis. As altitudes variam de 500 a 950 m.

Vazões Prováveis e Variação do Nível Estático (NE)

As vazões captadas por poços bem construídos variam entre 1,0 e 3,0 m³/h raramente alcançando valores próximos a 10 m³/h ou até maiores. Os níveis estáticos variam geralmente entre 5,0 e 20,0 m.

Qualidade da Água TSD (Total de Sais dissolvidos)

Esta zona aquífera caracteriza-se por apresentar água com qualidade boa para todos os fins:

abastecimento doméstico e público, agrícola e industrial. O valor de TSD geralmente é inferior a 300 mg/L, com eventuais teores elevados de ferro. As águas de fontes possuem escassa mineralização em teores de TSD menores do que 100 mg/L.

Tipos de Obras de Captação e Profundidade Estimada (m)

São aconselhados poços tubulares profundos, com profundidades da ordem de 150 m.

Importância Hidrogeológica Local

Devido à sua constituição litológica, os aquíferos apresentam médias a baixas vazões, mas sua localização em áreas com cidades importantes, confere a eles uma grande importância hidrogeológica local.

Vulnerabilidade e Risco à Contaminação

Aquíferos porosos e consolidados, com expectativa de média a baixa vulnerabilidade. Possuem médio a baixo risco de contaminação por insumos agrícolas e em menor escala dejetos humanos e animais. Poços mal construídos e abandonados contribuem para aumentar o risco.

6.2.11 - as5 (Aquíferos Sedimentares)

Litologias, Dimensões e/ou Feições Estruturais

Associação de rochas de origem vulcano-sedimentar. Nessa área o predomínio é de arenitos em camadas espessas e rítmicas de granulação fina, folhelhos de baixo grau metamórfico, ardósias, siltito e conglomerados. Os arenitos litofeldspáticos se mostram grosseiros, maciços ou com estratificações planas-paralelas ou cruzadas, com cores bordô.

Unidades Hidroestratigráficas

Unidade Hidroestratigráfica Itajaí.

Condições Hidrogeológicas

Aquífero semiconfinado a confinado de extensão regional, com porosidade intergranular muito ampliada por fraturamento, descontínuo, heterogêneo e anisotrópico.

Condições Morfológicas

Terrenos sedimentares planos, associados com a planície de inundação do Rio Itajaí-Açu na região de Gaspar, caracterizando-se pelas baixas altitudes em uma região de vale.

Vazões Prováveis e Variação do Nível Estático (NE)

As vazões captadas por poços bem construídos variam entre 5,0 e 25,0 m³/h. Os níveis estáticos são relativamente próximos da superfície, em média de 10m.

Qualidade da Água TSD (Total de Sais dissolvidos)

Esta zona aquífera caracteriza-se por apresentar água com qualidade boa para todos os fins: abastecimento doméstico e público, agrícola e industrial. O valor de TSD geralmente é inferior a 200 mg/L.

Tipos de Obras de Captação e Profundidade Estimada (m)

São aconselhados poços tubulares profundos, com profundidades da ordem de 150 m.

Importância Hidrogeológica Local

Nesta área os aquíferos sedimentares predominantemente arenosos ocupam áreas de topografia favorável em uma região densamente habitada, onde adquirem grande importância hidrogeológica local.

Vulnerabilidade e Risco à Contaminação

Aquíferos porosos e consolidados, com expectativa de média a baixa vulnerabilidade. Possuem médio a baixo risco de contaminação por dejetos humanos e localmente por atividades industriais.

6.2.12 - as6 (Aquíferos Sedimentares)

Litologias, Dimensões e/ou Feições Estruturais

Associação de rochas de origem vulcano-sedimentar. Nessa área existe um predomínio dos argilitos e folhelhos bordô intercalados com arenitos finos em uma associação turbidítica de escorregamento bacial ou de leques deltaicos. A estratificação mostra planos inclinados e diques de riolitos, tufo e ardósias friáveis.

Unidades Hidroestratigráficas

Unidade Hidroestratigráfica Itajaí.

Condições Hidrogeológicas

Aquífero semiconfinado a confinado de extensão regional, com porosidade intergranular e por fraturamento, descontínuo, heterogêneo e anisotrópico.

Condições Morfológicas

Terrenos sedimentares correspondentes aos arenitos, conglomerados e folhelhos da Bacia do Itajaí, ocupando serras originadas de intensa erosão diferencial, com morros em que os picos situam-se entre 500 e 800 m de altitude.

Vazões Prováveis e Variação do Nível Estático (NE)

As vazões captadas por poços bem construídos variam entre 1,0 e 4,0 m³/h. Os níveis estáticos variam geralmente entre 5,0 e 20,0 m.

Qualidade da Água TSD (Total de Sais dissolvidos)

Esta zona aquífera caracteriza-se por apresentar água com qualidade boa para todos os fins: abastecimento doméstico e público, agrícola e industrial. O valor de TSD geralmente é inferior a 200 mg/L.

Tipos de Obras de Captação e Profundidade Estimada (m)

São aconselhados poços tubulares profundos, com profundidades da ordem de 150 m.

Importância Hidrogeológica Local

Os aquíferos de origem sedimentar e vulcânica ocupam uma área de relevo onde predominam montanhas, estando longe de importantes centros urbanos, o que torna sua importância hidrogeológica local pequena.

Vulnerabilidade e Risco à Contaminação

Aquíferos porosos e consolidados que possuem vulnerabilidade baixa. O risco de contaminação é baixo por estarem em regiões montanhosas e escassamente povoadas, exceto na região de Blumenau onde apresentam médio risco.

6.2.13 - app (Aquíferos Pouco Produtivos)

Litologias, Dimensões e/ou Feições Estruturais

Engloba todas as litologias que propiciam pouca produção de água. Destacam-se camadas pelíticas, como folhelhos cinza a pretos, siltito com concreções, lentes calcárias e, em menor proporção camadas pouco espessas de arenitos finos a muito finos. Esta zona aquífera também está associada a derrames vulcânicos diversos, basálticos e andesíticos, associados a dacitos afíricos cinza esverdeados, pouco fraturados.

Unidades Hidroestratigráficas

Unidades Hidroestratigráficas Permianas (Rio do Sul, Palermo, Irati e Serra Alta e Cretácicas (Botucatu e Serra Geral)

Condições Hidrogeológicas

Aquitardos e aquíferos locais e limitados, com porosidade intergranular associados com aquíferos com porosidade por fraturas, descontínuos, heterogêneos e anisotrópicos.

Condições Morfológicas

Área com litologias gonduânicas predominantemente pelíticas, que ocupam áreas montanhosas com altitudes que variam entre 500

e 800 m. Relevo residual ruiforme fortemente entalhado e superfície escalonada em degraus marcando contato entre derrames basálticos, caracterizado por uma declividade média a alta e solos pouco desenvolvidos e pedregosos nas encostas.

Vazões Prováveis e Variação do Nível Estático (NE)

Zona aquífera em que as vazões dos poços raramente ultrapassam a 3,0 m³/h. Existem regiões com aquíferos locais com poços que captam até 10,0 m³/h. Os níveis estáticos variam predominantemente entre 10,0 e 30,0 m. As fontes proporcionam boas vazões.

Qualidade da Água TSD (Total de Sais dissolvidos)

Esta zona aquífera caracteriza-se pela ocorrência de fontes, apresentando águas relacionadas com a infiltração recente de precipitações. Poços tubulares são em geral profundos e as águas captadas com maior mineralização, com TSD superiores a 300 mg/L.

Tipos de Obras de Captação e Profundidade Estimada (m)

A predominância de pelitos associados a terrenos de encosta e derrames vulcânicos, localmente de grande altitude, exigem estudos geológicos, hidrogeológicos e geofísicos para o sucesso dos poços. Aconselha-se que os poços tubulares profundos não ultrapassem a 120 m. Possibilidades de aproveitamento de fontes.

Importância Hidrogeológica Local

A presença de aquíferos pobres e aquitardos em unidades hidroestratigráficas permianas e cretácicas, associados a condições morfológicas desfavoráveis e áreas escassamente povoadas, resulta em uma pequena importância hidrogeológica local.

Vulnerabilidade e Risco à Contaminação

Aquíferos porosos muito consolidados a derrames vulcânicos básicos e ácidos que possuem baixa vulnerabilidade. Ocupam áreas rurais com pouca população e eventualmente encostas abruptas com pequeno risco de contaminação.

6.2.14 - na_1 (Não Aquífero)

Litologias, Dimensões e/ou Feições Estruturais

Predominância de gnaisses granulíticos, localmente intercalados com gnaisses bandados, quartzitos, formações ferríferas, anfibolitos e ocorrências de granitoides foliados sintectônicos. Destacam-se intrusões de rochas graníticas de cor rósea, ocupando zonas topograficamente elevadas.

Unidades Hidroestratigráficas

Unidade Hidroestratigráfica Embasamento Cristalino (Complexo Granulítico, Granito-Gnássico e Complexo Granítico Taboleiro).

Condições Hidrogeológicas

Aquicludes e aquíferos, raramente aquíferos localizados, restritos a zonas fraturadas.

Condições Morfológicas

Áreas em que as rochas do Complexo Granulítico, intrusões de rochas graníticas e granitóides, apresentam-se maciças, estando representadas por regiões serranas dispostas em forma subparalela no sentido NE-SW, com picos que variam entre 300 até mais de 1000 m de altitude.

Vazões Prováveis e Variação do Nível Estático (NE)

Zona aquífera desfavorável para poços tubulares profundos. O aproveitamento se dá por captação de fontes ou localmente por poços ponteira.

Qualidade da Água TSD (Total de Sais dissolvidos)

Esta zona aquífera caracteriza-se pela grande ocorrência de fontes, apresentando águas selecionadas com a infiltração recente de precipitações. A potabilidade química é boa e o TSD não ultrapassa 50 mg/L.

Tipos de Obras de Captação e Profundidade Estimada (m)

As características litológicas, estruturais e geomorfológicas desta zona desaconselham a perfuração de poços tubulares profundos. A presença de uma densa rede de drenagem proporciona o aproveitamento de fontes.

Importância Hidrogeológica Local

Compõe-se de aquícludes, aquífugos e raramente aquíferos muito localizados, com pequena importância hidrogeológica local, pois ocupam áreas de grandes altitudes e despovoadas, por exemplo, como a Serra do Taboleiro.

Vulnerabilidade e Risco à Contaminação

Áreas praticamente sem aquíferos, representadas por maciços granulíticos e graníticos, pouco fraturados e em grandes altitudes, possuem baixa vulnerabilidade. Devido à geomorfologia desfavorável, as áreas escassamente povoadas não apresentam risco de contaminação.

6.2.15 - na_2 (Não Aquífero)

Litologias, Dimensões e/ou Feições Estruturais

Sucessão de formações geológicas predominantemente pelíticas, com níveis de folhelhos, argilitos, calcários e camadas de arenitos endurecidos que propiciam a formação de escarpas em um terreno de grande declividade, associados a extensas áreas capeadas por rochas basálticas. Áreas de ocorrência de rochas vulcânicas alcalinas.

Unidades Hidroestratigráficas

Unidades Hidroestratigráficas Teresina, Rio do Rastro e Botucatu (capeadas no topo por derrames vulcânicos).

Condições Hidrogeológicas

Aquitardos, aquícludes e aquífugos. Raramente ocorrem aquíferos localizados restritos a zonas fraturadas.

Condições Morfológicas

Esta área está associada com a feição geomorfológica da escarpa da Serra Geral, que se caracteriza pelas litologias vulcânicas que capeando as rochas sedimentares gonduânicas apresentam alto grau de dissecação em terrenos com altitudes que variam de 400 a 1400 m. Também se relaciona com o relevo produzido pelas intrusões de rochas alcalinas.

Vazões Prováveis e Variação do Nível Estático (NE)

Zona aquífera desfavorável para poços tubulares profundos. O aproveitamento se dá por captação de fontes.

Qualidade da Água TSD (Total de Sais dissolvidos)

Esta zona caracteriza-se pela grande ocorrência de fontes, apresentando águas relacionadas com a infiltração recente de precipitações. A qualidade química é boa e o TSD não ultrapassa a 50 mg/L.

Tipos de Obras de Captação e Profundidade Estimada (m)

As áreas de litologias predominantemente pelíticas e a morfologia característica de rebordo da serra, com vertentes íngremes e presença de escarpas nas porções mais arenosas desaconselham a perfuração de poços tubulares profundos, existindo a possibilidade de aproveitamento de fontes.

Importância Hidrogeológica Local

Aquitardos e aquícludes, raramente aquíferos localizados de pequena produtividade, que ocupam áreas escassamente povoadas em encostas de serra, o que caracteriza uma zona de pequena importância hidrogeológica local.

Vulnerabilidade e Risco à Contaminação

Áreas praticamente sem aquíferos, representadas por litologias gondwânicas muito litificadas e derrames vulcânicos pouco fraturados associados a arenitos endurecidos, com baixa vulnerabilidade. Devido à geomorfologia desfavorável, as áreas escassamente povoadas não apresentam risco de contaminação.

6.2.16 - na_3 (Não Aquífero)

Litologias, Dimensões e/ou Feições Estruturais.

Rochas basálticas ocupando cristas orientadas, caracterizando-se por uma condição topo-estrutural desfavorável ou então em talvegues de grande declividade.

Unidades Hidroestratigráficas

Unidade Hidroestratigráfica Serra Geral

Condições Hidrogeológicas

Aquícludes e aquífugos. Raramente ocorrem aquíferos localizados restritos a zonas fraturadas ou suspensos.

Condições Morfológicas

Relevo ruiforme com alta declividade e interflúvios sob a forma de cristas alinhadas, em áreas intensamente dissecadas pelas drenagens mais

importantes. caracteriza-se também por litologias vulcânicas em elevadas altitudes de morros isolados.

Vazões Prováveis e Variação do Nível Estático (NE)

Zona aquífera com escassas possibilidades para a perfuração de poços tubulares profundos. O aproveitamento se dá por captação de fontes, quando houver aquíferos restritos suspensos.

Qualidade da Água TSD (Total de Sais dissolvidos)

Esta zona aquífera caracteriza-se pelas escassas possibilidades para água subterrânea. Quando ocorrem aquíferos suspensos a potabilidade química é boa e o TSD não ultrapassa 50 mg/L.

Tipos de Obras de Captação e Profundidade Estimada (m)

As litologias vulcânicas, associadas com terrenos montanhosos geralmente de grande altura desaconselham a perfuração de poços tubulares profundos, existindo a possibilidade de aproveitamento de fontes.

Importância Hidrogeológica Local

Aquitardos e aquícludes, raramente aquíferos suspensos localizados de pequena produtividade, que ocupam áreas escassamente povoadas no topo de regiões montanhosas, o que caracteriza uma zona de pequena importância hidrogeológica local.

Vulnerabilidade e Risco à Contaminação

Áreas praticamente sem aquíferos, representadas por litologias associadas a derrames vulcânicos pouco fraturados, com baixa vulnerabilidade. Devido à geomorfologia desfavorável, as áreas escassamente povoadas não apresentam risco de contaminação.

7 – CONCLUSÕES

- No Estado de Santa Catarina existem três tipos básicos de aquíferos: poroso intergranular, poroso por faturamento e poroso por faturamento/dissolução (carste).

- As unidades hidroestratigráficas predominantemente porosas intergranulares são: Mafra, Rio do Sul, Rio Bonito, Rio do Rasto, Piramboia, Botucatu e Sedimentos Cenozóicos,

- As unidades hidroestratigráficas predominantemente porosas por fraturamento são: Embasamento Cristalino, Campo Alegre, Serra Geral e Alcalinas.

- A Unidade Hidroestratigráfica Embasamento Cristalino possui um aquífero cárstico associado aos xistos e metacalcários do Grupo Brusque.

- As demais unidades hidroestratigráficas podem possuir porosidades intergranulares e por fraturamento variáveis dependendo do grau de diagênese e compactação de suas litologias.

- A grande diversidade de condições hidrogeológicas das 16 (dezesseis) unidades hidroestratigráficas do Estado, onde uma mesma unidade abriga litologias aquíferas, aquíferos e aquíferos, bem como a presença de litologias de unidades contíguas com mesmo comportamento hidráulico, tornou imperioso o mapeamento dos sistemas de fluxo subterrâneo em zonas aquíferas e não o mapeamento dos aquíferos como formações geológicas.

- As melhores condições de ocorrência de água subterrânea no Estado estão nas áreas de rochas vulcânicas, rochas sedimentares areníticas do Sistema Aquífero Guarani e nos aquíferos associados com os sedimentos cenozóicos litorâneos. As piores condições de ocorrência de água subterrânea no Estado estão nas áreas de embasamento cristalino, rochas sedimentares eo-paleozóicas e de algumas formações permianas em condições topo-estruturais desfavoráveis.

- As águas subterrâneas do Estado são predominantemente bicarbonatadas. Quando os cátions dominantes são cálcio e magnésio, as águas

estão associadas a áreas de recarga ou de pouco tempo de residência nos aquíferos.

- A infiltração das águas se dá predominantemente pela precipitação pluviométrica. São águas de baixo pH e teor de sais totais dissolvidos. No litoral, devido aos aerossóis marinhos, águas de áreas de recarga podem possuir cátion sódio dominante.

- As águas com cátion sódio dominantes correspondem a áreas dos aquíferos já próximos à região de descarga, portanto, com mais tempo de residência. Em geral, o pH é alcalino e os valores de sais totais dissolvidos são maiores. Águas oriundas do embasamento cristalino granítico, entretanto, podem ser bicarbonatadas sódicas mesmo nas áreas de recarga.

- As águas cloretadas correspondem às áreas de descarga ou de grande tempo de residência, estando associadas ao Sistema Aquífero Guarani e camadas aquíferas permianas quando em grande profundidade. Geralmente possuem pH alto, baixa dureza e elevado teor de sais totais dissolvidos. A Unidade Hidroestratigráfica Sedimentos Cenozóicos pode possuir águas cloretadas mesmo nas áreas de recarga.

- Apesar da grande disseminação de áreas e focos potencialmente poluidores, não foi encontrado nos poços cadastrados, número significativo de problemas relacionados com a contaminação das águas subterrâneas, estando este problema restrito aos poços mal construídos e abandonados.

- Problemas relacionados com elevados teores de flúor estão restritos geralmente com a Unidade Hidroestratigráfica Embasamento Cristalino e o Sistema Aquífero Guarani.

- Com exceção dos aquíferos com águas cloretadas e bicarbonatadas com elevado teor de sais totais dissolvidos, as águas das principais unidades hidroestratigráficas do Estado mostram boas condições de aproveitamento na irrigação.

- O ferro foi um dos elementos indesejados na água que apresentou uma das maiores distribuições de teores elevados, na maioria dos casos ultrapassando

aos limites de potabilidade, estando presente em quase todas as unidades hidroestratigráficas do Estado. Os teores de gás sulfídrico ocorrem principalmente nas unidades hidroestratigráficas Sedimentos Cenozóicos, aquelas com litologias de origem permiana e também no Sistema Aquífero Guarani.

- O intervalo de precipitação pluviométrica varia entre 1.500 e 2.500 mm, o que indica um regime de chuvas apropriado para a recarga natural dos aquíferos.

- A atividade de perfuração de poços tubulares, apesar das exigências dos processos de outorga, ainda carece de maior controle. Isto resulta que grande parte dos poços tubulares está sem registros litológicos, construtivos, de análises químicas e de testes de bombeamento.

- Poços mal cuidados, sem proteção sanitária apropriada, com tubo de boca aberto sem tampa, rodeados de mato e depósitos de lixo, em estado de semiabandono mesmo em uso são comuns. Seus proprietários desconhecem que, além dos prejuízos ao aquífero, também colocam em risco a saúde das pessoas que se utilizam dessas águas.

- O cadastramento de 7.200 poços tubulares no Banco de Dados SIAGAS/CPRM, com grande quantidade de dados completos de localização, vazão, descrição litológica, perfil construtivo e análise química é um grande avanço no conhecimento da situação atual da perfuração de poços, além de ser importante fonte de informações para a gestão das águas subterrâneas no Estado.

- As principais características hidrogeológicas das unidades hidroestratigráficas e a distribuição das zonas aquíferas do Estado foram determinadas em nível de planejamento estratégico e gestão dos recursos hídricos. Os problemas de sobre-exploração, qualidade físico-química e bacteriológica das águas, cenários futuros da evolução e proteção dos aquíferos, vulnerabilidade e risco à contaminação dos aquíferos são temas a serem abordados futuramente em escalas de detalhe apropriadas.

- O Sistema Aquífero Guarani ocupa 49.200 km² da área do Estado de Santa Catarina, apresentando grande diversidade de potencialidade e qualidade. É limitado na base pela Unidade Hidroestratigráfica Rio

do Rasto. No topo é limitado pela base da Unidade Hidroestratigráfica Serra Geral. Suas espessuras variam entre 50 e 280 m.

- O Sistema Aquífero Guarani é constituído pelas unidades hidroestratigráficas Botucatu e Piramboia na área confinada e Botucatu na área aflorante.

- O Sistema Aquífero Guarani é dividido em dois grandes compartimentos em nível regional: Compartimentos Leste e Oeste.

- O Compartimento Oeste apresenta grande potencialidade pela maior profundidade de confinamento, espessura das unidades hidroestratigráficas, vazão e qualidade da água geralmente própria para todos os usos. É neste bloco que ocorrem as principais ocorrências de águas termais no Estado.

- O Compartimento Leste situado na fachada atlântica é o que apresenta menor potencialidade devido ao condicionamento geológico - estrutural das camadas aquíferas, porosidade reduzida e níveis estáticos profundos, que proporcionam menores vazões e dificuldades técnicas de captação das águas. As condições aquíferas impedem um aproveitamento econômico das águas termais.

- O Sistema Aquífero Guarani em sua porção confinada está protegido de contaminações superficiais pelas altas pressões de confinamento e pelas litologias dos derrames vulcânicos. Nas áreas aflorantes, os níveis de água profundos diminuem sua vulnerabilidade, entretanto, a presença de litologias arenosas muito porosas, permeáveis e a alta precipitação pluviométrica indicam que esta área deve ser protegida.

- As velocidades de fluxo subterrâneo, valores de condutividade hidráulica e a grande extensão da área de ocorrência proporcionam que o Sistema Aquífero Guarani possua águas que alcançam idades superiores a 30.000 AP.

- Em grandes profundidades o Sistema Aquífero Guarani pode estar ausente, estando a Unidade Hidroestratigráfica Serra Geral em contato direto com a unidade Rio do Rasto que, neste caso, pode revelar-se um importante aquífero.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- FREITAS, M. A.; CAYE, B. R.; MACHADO, J. L. F. (Orgs.). Projeto Oeste de Santa Catarina - PROESC: diagnóstico dos recursos hídricos subterrâneos do oeste do Estado de Santa Catarina. Florianópolis: CPRM, 2002. 1 CD-ROM. Convênio CPRM; Governo do Estado de Santa Catarina, Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente, Secretaria de Estado do desenvolvimento e Extensão Rural e Agricultura; EPAGRI.
- JORGENSEN D. G.; HELGESON J. O.; IMES J. L. Aquifer Systems underlying Kansas, Nebraska, and parts of Arkansas, Colorado, Missouri, New Mexico, Oklahoma, South Dakota, Texas and Wyoming - Geohydrologic framework. U.S. Geological Survey, Professional Paper 1414-B, 1993. 238 p.
- LANEY R. L.; DAVIDSON C. R. Aquifer-nomenclature guidelines. U.S. Geological Survey, Open-file Report, 86-534, 1986. 46 p.
- MACHADO, J. L. F.; LIMA, J. E. S.; PERUFFO, N. Projeto Estudo da Vulnerabilidade à Contaminação dos Mananciais Subterrâneos decorrentes da Extração do Carvão Mineral. Porto Alegre: DNPM/CPRM, 1984. 2 v.
- MACHADO, J. L. F. Mapa Hidrogeológico da Folha de Criciúma, Escala 1:250.000. Porto Alegre: CPRM, 2000, In: SILVA, Marco Aurélio Schneiders da; LEITES, Sérgio Reali. Criciúma – Folha SH.22-X-B: Estado de Santa Catarina; Escala 1:250.000. Rio de Janeiro: CPRM, 2000. 1 CD-ROM. Projeto de Mapeamento Geológico, Metalogenético Sistemático; Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB
- MACHADO, J. L. F. Compartimentação Espacial e Arcabouço Hidroestratigráfico do Sistema Aquífero Guarani no Rio Grande do Sul. 2005, 237 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Geologia Sedimentar, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, RS, 2005.
- MAXEY G. B. Hydrostratigraphic units. Journal of Hydrology, v.2, p.124-129, 1964.
- PINTO, E. J. de A.; AZAMBUJA, A. M. S. de; FARIAS, J. A. M.; SALGUEIRO, J. P. de B.; PICKBRENNER, K. (Coords.). Atlas pluviométrico do Brasil: isoietas mensais, isoietas trimestrais, isoietas anuais, meses mais secos, meses mais chuvosos, trimestres mais secos, trimestres mais chuvosos. Brasília: CPRM, 2011. 1 DVD. Escala 1.5:000.000. Equipe Executora: Andressa Macêdo Silva de Azambuja; Margarida Regueira da Costa; Carlos Eduardo de Oliveira Dantas; José Alexandre Moreira Farias; Érica Cristina Machado; Francisco F. N. Marcuzzo; Vanesca Sartorelli Medeiros; Denise Chistina de Rezende Melo; Jean Ricardo da Silva do Nascimento; Paulo de Tarso R. Rodrigues; André Luis M. Real dos Santos; Adriana Burin Weschenfelder; Sistema de Informação Geográfica-SIG - versão 2.0 - atualizada em novembro/2011; Programa Geologia do Brasil; Levantamento da Geodiversidade.
- POLAND J. F.; LOFGREN B. E.; RILEY F. S. Glossary of selected terms useful in studies in the mechanisms of the aquifer systems and land subsidence due to fluid withdrawal. U.S. Geological Survey, Water-Supply Paper, n. 2025, 1972, 9 p.
- SANTOS, J. P. Estudos Hidrogeológicos para o Abastecimento de Água da Cidade de Laguna – SC. São Paulo: IPT; CASAN, 1975. (Relatório 8002).
- SEABER, P. R. 1982. Definition of hydrostratigraphic units. 2nd Annual Symposium on Florida Hydrogeology, Northwest Florida Water Management District. Public Information Bulletin, 82 (3):25-26.
- SEABER, P. R. 1986. Evolution of Classification and Nomenclature of Hydrogeologic Units. EOS 67 (16):28.
- SEABER, P. R. Hydrostratigraphic Units. In: ROSENSHEIN: J. S., SEABER P. R. (Eds.) Hydrogeology: the geology of North America. Boulder, CO.: W. Back/ Geological Society of America, 1988. p. 9-14.
- STRUCKMEIER, W. F.; MARGAT, J. Hydrogeological Maps: a guide and a standart legend. Hanover. Heise: International Association of Hydrogeologists, 1995. 177 p.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- ÁVILA, E. L. Caracterização hidrogeológica e hidroquímica da Formação Rio Bonito na região de Criciúma e adjacências. 1992. 1 v. Dissertação (Mestrado em Geografia, Área de Concentração: Utilização e Conservação de Recursos Naturais) - Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1992.
- BAGGIO, S. B. Água Subterrânea em Joinville – SC: avaliação hidrogeológica do aquífero fraturado. 1997. 95p. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências. Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.
- BOCARDI, L. B.; ROSTIROLLA, S. P.; FRANÇA, A. B. Diagênese, contexto deposicional e história de soterramento da Formação Rio Bonito, Bacia do Paraná. Revista Brasileira de Geociências, v. 39, n.3, p.465-478, 2009.
- BORGES, S. F. Características Hidroquímicas do Aquífero Freático do Balneário Campeche, Ilha de Santa Catarina, SC. Florianópolis. 1996. 1 v. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1996.
- CANUTO, J. R. Origem dos diamictitos e de rochas associadas do Sub-Grupo Itararé, no sul do Estado do Paraná e norte do Estado de Santa Catarina. 1985, 187 f. 187 p. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1985.
- CARUSO JR., F. Mapa Geológico e de Recursos Minerais do Sudeste de Santa Catarina, escala 1: 100.000: texto explicativo e mapa. Brasília: DNPM, 1995. 52 p. mapa.
- CARUSO JR., F. Mapa Geológico da Região Sul de Santa Catarina. [Itajaí]: UNIVALI/OSNLR/CECO/UFRJ, 1997. mapa color. 90 x 90 cm. Escala 1: 100.000.
- CASTRO, J. C. A. Evolução dos sistemas glacial, marinho e deltaico das formações Rio do Sul e Rio Bonito/Mb. Triunfo (Eopermiano), sudeste da Bacia do Paraná. 1991, 146 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Rio Claro, 1991.
- CASTRO, J. C. A. Ciclos ou sequências no arcabouço cronoestratigráfico da sucessão Itararé (Formação Taciba) - Rio Bonito (Membro Triunfo), Bacia do Paraná. In: SIMPÓSIO SOBRE CRONOESTRATIGRAFIA DA BACIA DO PARANÁ, 2, 1995. Porto Alegre. Boletim de Resumos Expandidos... Porto Alegre: UFRGS, 1995. p. 66-70.
- COITINHO, J. B. L. Águas Minerais de Santa Catarina. 2000, 1 v. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.
- CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Mapa Geológico de Santa Catarina. Versão Preliminar. Porto Alegre. s.d. (Inédito)
- CUSTÓDIO, E.; LLAMAS, M. R. Hidrologia subterrânea. Barcelona: Omega, 1983. v.1, 1157 p.
- DAEE/USP. Projeto, Perfuração e Operação de Poços Profundos: cursos de formação e especialização. Ribeirão Preto, 1992. 249 p.
- DRECKMANN, M. Monitoração do Poço Hidrotermal de Piratuba. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 12., 2002, Florianópolis. Anais... Florianópolis: ABAS, 2002. 1 CD ROM.
- FEITOSA, F. A. C.; MANOEL FILHO, J.; FEITOSA, E. C.; DEMÉTRIO, J. G. (Orgs.) Hidrogeologia: conceitos e aplicações. 3.ed. Rio de Janeiro: CPRM, LABHID-UFPE, 2008. 812 p.
- FETTER C. W. Applied Hydrogeology. 3.ed. New York: Macmillan College Publishing, 1994. 691 p.
- FOSTER, S. S. D. Fundamental concepts in aquifer vulnerability pollution risk and protection strategy. In: INTERNATIONAL CONFERENCE VULNERABILITY OF SOIL AND GROUNDWATER TO POLLUTANTS, 1987, Noordwijk. Proceedings... Noordwijk, Netherland: s.n., 1987.
- FRANÇA, A. B.; POTTER, P. E. Estratigrafia, ambiente deposicional e análise de reservatório do Grupo Itararé (Permocarbonífero), Bacia do Paraná (Parte 1). Boletim de Geociências da Petrobrás, v. 2, n.2/4, p. 147-191, 1988.
- FREEZE R. A.; CHERRY J. A. Ground Water. New Jersey: Prentice Hall, 1979. 604 p.
- FREITAS, M. A. de; ECKERT, R. M.; CAYE, B. R. Captações de água subterrânea no oeste do Estado de Santa Catarina. Porto Alegre: CPRMSDMEPAGRI, 2001. 24 p. il.
- GALLOWAY W. E.; HENRY C. D.; SMITH, G. E. Depositional framework, hydrostratigraphy and uranium mineralization of the Oakville Sandstone (Miocene), Texas Coastal Plain. Bureau of Economic Geology. Univ. Texas, Austin, 1982. Rept. Invest. N° 113.
- GONÇALVES, M. L. Geologia para Planejamento de Uso e Ocupação Territorial do Município de Joinville. 1993, 71 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências. Universidade de São Paulo. São Paulo, 1983.
- GONÇALVES, M. L.; DUARTE, U. Água Subterrânea na cidade de Joinville, SC. In:

CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 9., 1996, Salvador. Anais... Salvador: ABAS, 1996.

JORGENSEN, D. G. Aquifer Names. In: JORGENSEN D. G., SIGNOR D.C. (Eds.) Geohydrology of the Dakota Aquifer. Lincoln, Nebraska: s.n., 1982. p. 4-7. (Proceedings of the First C.V. Theis Conference on Geohydrology.)

KIRCHHEIM, R. Diagnóstico de águas subterrâneas - Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Santa Catarina. Porto Alegre: Magna Engenharia, 2007. (Trabalho realizado pela Magna Engenharia Ltda. para a Secretaria de Desenvolvimento Sustentável de Santa Catarina - SDS-SC) (Inédito).

KREBS, A. S. J.; NOSSE, E. de O. Potencial hidrogeológico do município de Criciúma. Porto Alegre: CPRM, 1998. (Série Cartas Temáticas – Porto Alegre, v. 24). Programa de Informações Básicas para a Gestão Territorial de Santa Catarina.

KREBS, A. S. J. Contribuição ao Conhecimento dos Recursos Hídricos Subterrâneos da Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá, SC. 2004. 375 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

LOHMAN S. W. et al. Definitions of selected groundwaters terms - Revisions and conceptual refinements. U.S. Geological Survey, Water-Supply Paper, n.1988, 1972, 9 p.

MACFARLANE, P. A. et al. 2000. Revision to the Nomenclature for Kansas Aquifers: Current Research in Earth Sciences. Kansas Geological Survey Bulletin, n. 244, part 2. Disponível em: <<http://www.kgs.ku.edu/Current/2000/macfarlane/macfarlane1.html>>. Acesso em: 14 abr. 2012.

MACHADO, L. C. Fácies e arcabouço estratigráfico do Grupo Itararé em Alfredo Wagner, SC: sedimentação periglacial. 1989, 163 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Ouro Preto, 1989.

MACHADO, J. L. F. Contribuição à Hidrogeologia dos Sedimentos Cenozóicos da Região Sul do Estado de Santa Catarina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 9., 1996, Salvador. Anais... Salvador: ABRH, 1996.

MACHADO J. L. F. (Coord.) Mapa de Integração Hidrogeológica da Bacia do Prata e Áreas Adjacentes. Porto Alegre, CPRM/MERCOSUL- Subgrupo de Trabalho 2 - SGT2. Comissão Temática de Geologia e Recursos Minerais, 2000. 1 mapa.

MACHADO J. L. F.; FREITAS M. A. de; CAYE B. R. Evolução hidrogeoquímica dos aquíferos no oeste catarinense. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 12., Florianópolis, 2002. Anais... Florianópolis: ABAS, 2002. 1 CD-ROM.

MILANI E. J. Evolução tectono-estratigráfica da Bacia do Paraná e seu relacionamento com a geodinâmica fanerozóica do Gondwana sul-ocidental. 1997, 225 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1997.

NORTH AMERICAN COMMISSION ON STRATIGRAPHIC NOMENCLATURE - NACSN. North American Stratigraphic Code: American Association of Petroleum Geologists, Bulletin, v.67, n.5, p. 841-875, 1983.

NEVES, B. B. B.; SILVA, A. B.; ALBUQUERQUE, J. P. T.; BARROS, C. A. F. Geologia e Províncias Hidrogeológicas de Santa Catarina. Revista Mineração e Metalurgia, p. 22-34, 1977.

NOYES C. M.; MALEY M. P.; BLAKE R. G. Defining Hydrostratigraphic Units within the Heterogeneous Alluvial Sediments at Lawrence Livermore National Laboratory. Disponível em: <<http://www-erd.llnl.gov/library/JC-139779.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2012.

PERCEBON, C. M. Influência de Processos Naturais do Meio Físico e das Atividades Antrópicas na Qualidade das Águas Subterrâneas de Blumenau. Tese de Doutorado. Curso de Pós-graduação em Geologia, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR. 214 p. II. 2008.

ROLDÁN, L. F. Tectônica Rúptil Meso-Cenozóica na Região do Domo de Lages – SC. 2007, 121 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

SANTA CATARINA. Gabinete de Planejamento e Coordenação Geral. Subchefia de Estatística, Geografia e Informática. Atlas de Santa Catarina. Rio de Janeiro: Aerofoto Cruzeiro, 1986. 173 p.

SATO, R. del O. Investigações Hidrogeológicas das Ocorrências Termais e Termo-minerais da Região Centro-Sul da Borda Oriental do Estado de Santa Catarina e Possíveis Modelos Genéticos. 2006, 156 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

SCHEIBE, L. F.; HIRATA, R. C. A. O Contexto Tectônico dos Sistemas Aquíferos Guarani e Serra Geral em Santa Catarina: Uma Revisão. 2008. 14 f. (Monografia de Pós-Doutoramento) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SCHEIBE, L. F.; FURTADO, S. M. A. Proposta de Alinhamentos Estruturais para um Esboço Geotectônico de Santa Catarina. GEOSUL, v.4, n. 98, 1989.

SCHNEIDER R. L.; MÜHLMANN H.; TOMMASI E.; MEDEIROS R.; DAEMON R. F.; NOGUEIRA A. A. Revisão Estratigráfica da Bacia do Paraná In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28., 1974, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: SBG, 1974, p.41-65.

SILVA, L. M. Água Subterrânea em Içara: Construção do Poço Tubular mais produtivo do Estado de Santa Catarina. In: ENCONTRO NACIONAL DE PERFURADORES DE POÇOS, 3., Curitiba, 1983. Anais... Curitiba: ABAS, 1983. 33 p.

SILVA, E. A.; SANTOS, E. Esboço Preliminar das Províncias Hidrogeológicas do Estado de Santa Catarina. Florianópolis: CASAN, 1990. 15 p.

SILVA, L. C. da; BORTOLUZZI, C. A. (Eds.). Mapa geológico do Estado de Santa Catarina, escala 1:500.000: texto explicativo e mapa. Florianópolis: DNPM/SCTME, 1987. 216 p. il, 1 mapa. (Textos Básicos de Geologia e Recursos Minerais de Santa Catarina, 1).

TREIN, H. A. A Implicação Antrópica na Qualidade dos Recursos Hídricos Subterrâneos da Bacia do Rio Urussanga, SC. 2008, 149 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho. Rio Claro, SP, 2008.

VERGARA, V.; MACHADO, J. L. F. Projeto Inventário de Calcário no Estado de Santa Catarina. Porto Alegre. CPRM/SUDESUL, 1976. 100 p.

WEINSCHÜTZ, L. C.; CASTRO, J. C. de Arcabouço cronoestratigráfico da Formação Mafra (Intervalo médio) na região de Rio Negro/PR - Mafra/SC, borda leste da bacia do Paraná. Revista da Escola de Minas, Ouro Preto, v.57, n. 3, 2004.

WEINSCHÜTZ, L. C. Análise estratigráfica e faciológica do Grupo Itararé na região de Mafra/SC e Rio Negro/PR, borda leste da Bacia do Paraná. 2001, 59 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista Júlio Mesquita Filho, Rio Claro: 2001.

ZALÁN P. V.; CONCEIÇÃO J. C. J.; WOLF S.; ASTOLFI M. A. M.; VIEIRA I. S.; APPI V. T.; NETO E. V. S.; CERQUEIRA J. S.; ZANOTTO O. A.; PAUMER M. L.; MARQUES A. Análise da Bacia do Paraná. Rio de Janeiro: PETROBRÁS/DEPEX/CENPES, 1986. 172 p. (Relatório GT – OS – 009/25)

ZANATTA, L. C.; COUTINHO, J. B. L. Utilização de Poços Profundos no Aquífero Guarani para Abastecimento Público em Santa Catarina In: XII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 12., 2002, Florianópolis. Anais... Florianópolis ABAS, 2002. 16 p.

ANEXOS

Tabela 1 - Poços do SAG no Mapa Hidrogeológico RH1

Poço/Município	Hidrogeologia	Coordenadas		Fuso	Prof. (m)	Q (m³/h)	NE (m)	ND (m)	STD (mg/l)
		UTM-N	UTM-E						
Mondaí	UHSG	6.996.856	254.930	22	60	36	5	12	1554
Campo Erê	UHSG	7.066.051	290.382	22	126	3	5,86	42	40
São Miguel da Boa Vista	UHSG	7.045.534	275.828	22	130	12,18	96	102	220
Palma Sola	UHSG	7.086.672	267.086	22	116	2	96,7	108	166
São José do Cedro	UHSG	7.070.194	245.828	22	129	24			162
Barra Bonita	UHSG	7.053.005	259.844	22	Fonte				363
Palmitos	UHSG	6.991.665	272.705	22	108	1,2	SURG.		1942
Iraceminha	UHSG	7.029.252	265.379	22	68	23	SURG.		258
Bandeirantes	UHSG	7.037.715	235.271	22	163	0,75	SURG.		196
Dionísio Cerqueira	UHSG	7.093.234	236.373	22	105	17,2	45,4	72	140
São João do Oeste	UHSG/B	6.999.985	243.025	22	1376	106,98	89,42	172,28	4425
Maravilha	UHSG/B	7.038.180	283.752	22	1305	65,72	235,24	287,65	180

Tabela 2 - Poços do SAG no Mapa Hidrogeológico RH2

Poço/Município	Hidrogeologia	Coordenadas		Fuso	Prof. (m)	Q (m³/h)	NE (m)	ND (m)	STD (mg/l)
		UTM-N	UTM-E						
Água Doce	UHSG	7.043.662	449.575	22	82	6	12,6	21,9	92
Vargeão	UHSG	7.030.206	387.078	22	100	48	5		102
Abelardo Luz	UHSG	7.061.486	368.409	22	100	36	4,05	41,69	124
Xanxerê	UHSG	7.026.332	360.289	22	53	12	2,5	7	101
Ouro Verde	UHSG	7.047.165	369.915	22	120	25	0,68	19	103
Chapecó	UHSG	6.999.083	339.527	22	156	5	138	139	168
Águas de Chapecó	UHSG	7.003.170	302.920	22	95	9	SURG.		644
Cordilheira Alta	UHSG	7.013.496	334.097	22	Fonte	8			114
Galvão	UHSG	7.073.520	331.707	22	100	3,52	22	77	212
SulBrasil	UHSG	7.044.570	305.650	22	100	16,16	65,47	78,47	173
São Lourenço do Oeste	UHSG	7.068.702	312.312	22	148	12	119,2	120,2	141
Quilombo	UHSG	7.042.388	329.206	22	52	20	SURG.		394
Pinhalzinho	UHSG	7.027.272	303.410	22	120	7,4	14,54	102	153
São Lourenço do Oeste	UHSG/B	7.078.629	310.883	22	1560	124,7	178,9	270,33	60
São Carlos	UHSG/B	7.003.627	296.739	22	852	175	-30	0	887
Chapecó	UHSG/B	6.990.834	334.763	22	1050	75	350	400	376

Tabela 3 - Poços do SAG no Mapa Hidrogeológico RH3

Poço/Município	Hidrogeologia	Coordenadas		Fuso	Prof. (m)	Q (m³/h)	NE (m)	ND (m)	STD (mg/l)
		UTM-N	UTM-E						
Tangará	UHSG	6.997.268	495.991	22	102	44	18,7	30,6	105
Ibiam	UHSG	6.994.785	472.025	22	132	17,21	16,63	21,9	
Videira	UHSG	7.015.212	480.802	22	57	29,8	10,38	18,43	101
Caçador	UHSG	7.038.623	473.763	22	72	30	13,2	17,96	125
Treze Tílias	UHSG	7.013.989	462.586	22	81	11,82	6	19,7	
Catanduvas	UHSG	7.013.485	432.349	22	102	50	22,7	28,8	93
Rio das Antas	UHSG	7.028.255	488.573	22	100	10	42,75	50	109
Herval D'Oeste	UHSG	6.993.911	451.928	22	92	33	11,06	11,51	245
Jaborá	UHSG	7.003.864	418.836	22	107	13,65	16,4	26,7	120
Capinzal	UHSG	6.962.202	434.923	22	90	25	SURG.	6,66	126
Lindóia do Sul	UHSG	7.001.769	401.455	22	85	29	6,8	39,37	178
Concórdia	UHSG	6.980.804	412.573	22	64	27,9	4,5	6,5	191
Seara	UHSG	6.993.144	364.150	22	92	20,84	2,3	3835	193
Zortéa	UHSG	6.961.067	454.036	22	150	4,52	12	70,6	140
Vargem Bonita	UHSG	7.015.919	417.493	22	132	8			90
Piratuba Park	UHSG/ B	6.966.252	421.894	22	680	268,95	-59,5	-1,61	848
Treze Tílias	UHSG/RR	7.014.363	459.862	22	750	95,7	170	226,3	357
Seara	UHSG/B	6.997.195	370.316	22	588	156,4	213	266,04	360
Pres. Castelo Branco	UHSG/B	6.990.444	420.348	22	702	150	62	117,6	450

Tabela 4 - Poços do SAG no Mapa Hidrogeológico RH4

Poço/Município	Hidrogeologia	Coordenadas		Fuso	Prof. (m)	Q (m³/h)	NE (m)	ND (m)	STD (mg/l)
		UTM-N	UTM-E						
Urubici	UHRR	6.901.386	638.658	22	112	15	2,7	11,5	55,3
São Joaquim	UHSG	6.873.032	601.799	22	92	15	5,1	22,4	58,1
Capão Alto	UHSG	6.911.049	544.997	22	72	12	4,65	33	65,8
Campos Novos	UHSG	6.970.274	478.600	22	108	23	13,6	55,6	48,3
Lebon Régis	UHSG	7.020.627	530.759	22	88	17,6	27	38	86,1
São José do Cerrito	UHSG	6.940.527	541.256	22	85	19,45	2,42	22,87	169,5
Bocaína do Sul	UHRR	6.931.001	608.611	22	81	3	15	72	67,9
Bom Retiro	UHSA	6.923.669	648.720	22	152	1,4	12,3	30	562
Correia Pinto	UHRR/T	6.934.270	563.154	22	112	4,25	26,9	86,1	289,2
Otacílio Costa	UHRR/T	6.953.857	591.499	22	180	4	6,7	119,6	450,8
Lages	UHRB	6.932.326	578.441	22	118	26,4	11,03	62,6	186,9
Vargem	UHSG	6.956.462	508.400	22	78	15,5	12	14,1	96,8
Curitibanos	UHSG	7.001.470	535.836	22	100	1	32	84	69,5
Brunópolis	UHSG	6.975.692	514.288	22	90	6,6	12,4	55,8	104,6
São Cristóvão do Sul	UHSG	6.979.106	575.434	22	180	2,18	54,9	110,43	290
Ponte Alta	UHRR	6.962.231	560.291	22	54	3,6	5	30	250,2
Abdon Batista	UHSG	6.947.089	496.745	22	108	44	9,7	22,1	130,6
Campo Belo do Sul	UHSG	6.913.099	523.878	22	100	35	0	22,88	167,7
Lages	UHSG	6.869.380	532.550	22	94	3,16	18,92	38,98	117
Cerro Negro	UHSG	6.932.787	508.095	22	102	5	3	95	104
Capinzal	UHSG / B	6.970.905	441.637	22	817	252	96,6	185,45	376
Urupema	UHSG / B	6.901.288	609.938	22	246	8,34	120	204	63
Painel	UHSG / B	6.911.019	588.549	22	286	10,56	87	180	243
Lages - Puris	UHSG / B	6.924.736	559.166	22	246	44	10,5	127,35	114
Ponte Alta	UHSG / B	6.971.055	555.401	22	90	14,94	0	54	61,1
Santa Cecília	UHSG / B	7.017.370	557.273	22	154	16,5	51	110,5	119
Ponte Alta do Norte	UHB	6.995.832	552.843	22	125	36	21,2	63,21	125
São Cristóvão do Sul	UHSG / B	6.984.521	555.157	22	176	27	18	32	233
Curitibanos	UHB	6.983.142	541.059	22	97	12,5	15	20	149,5
Capão Alto	UHSG/B	6.899.182	527.388	22	596	3,7	79,82	258	291
Monte Alegre	UHSG / B	6.979.279	557.442	22	200	12	51	67	286

Tabela 5 - Poços do SAG no Mapa Hidrogeológico RH5

Poço/Município	Hidrogeologia	Coordenadas		Fuso	Prof. (m)	Q (m³/h)	NE (m)	ND (m)	STD (mg/l)
		UTM-N	UTM-E						
Campo Alegre	UHCA	7.114.519	680.447	22	85	17,5	0,34	18,5	135
Rio Negrinho	UHM	7.090.300	643.616	22	102	9	36,8	90	105
Rio Negrinho	UHM	7.060.850	639.742	22	174	9,7	10	131,95	114
Mafra	UHM	7.111.279	619.566	22	102	24,7	5,8	55,8	174
Itaiópolis	UHRb	7.082.601	609.615	22	160	17	12,1	91,36	168
Mafra	UHRb	7.107.040	594.573	22	100	7,57	13	53,2	163
Papanduva	UHLr	7.082.173	578.750	22	51	2,25	3	35,5	163
Canoinhas	UHT	7.104.262	550.715	22	120	2,8	6,5	35,2	103
Bela Vista do Toldo	UHT	7.076.203	554.945	22	282	1,1	15	92	
Irineópolis	UHRR/T	7.097.622	519.635	22	510	12	SURG.	37	420
Porto União	UHRR	7.095.633	493.577	22	120	7,9	3,32	23	202
Matos Costa	UHSG	7.071.720	485.466	22	87	14	8,5	28,5	91
Calmon	UHSG	7.058.044	489.670	22	82	1,25	5,1	27,3	102
Timbó Grande	UHSG/B	7.057.409	532.975	22	150	34,34	3	24,57	116

Tabela 6 - Poços do SAG no Mapa Hidrogeológico RH6

Poço/Município	Hidrogeologia	Coordenadas		Fuso	Prof. (m)	Q (m³/h)	NE (m)	ND (m)	STD (mg/l)
		UTM-N	UTM-E						
Garuva	UHEC	7113889	714257	22	306	3,95	2,7	58,15	150
Joinville	UHEC	7095967	711313	22	300	3,5	3,25	22,43	156
Joinville	UHQ/EC	7078617	715803	22	100	7	11,5	55	65
Balneário Barra do Sul	UHQ	7073657	734484	22	64	90	3,09	14,37	80,24
Jaraguá do Sul	UHEC	7057772	685037	22	118	4,168	2,4	27,6	246
São João de Itaperiú	UHQ/EC	7054790	713670	22	140	1,6	0,4	40,74	303,55
Itapoá	UHQ	7111137	739675	22	77	8,8	3,56	7,3	716,95
Guaramirim	UHEC	7069002	697946	22	80	7,8	1,5	20,45	119,6
Corupá	UHEC	7074457	675864	22	141	3,2	10,3	70,5	174,85

Tabela 7 - Poços do SAG no Mapa Hidrogeológico RH7

Poço/Município	Hidrogeologia	Coordenadas		Fuso	Prof. (m)	Q (m³/h)	NE (m)	ND (m)	STD (mg/l)
		UTM-N	UTM-E						
Doutor Pedrinho	UHRS	7042433	650691	22	39	7,6	6,1	24,8	92,98
Sta Teresinha	UHP/Rb	7062029	598857	22	136	6,491	18,18	120	163,88
Taió	UHRb	6996284	606604	22	124	7	9	52	148,92
Rio do Sul	UHRS	6996693	636849	22	112	11	14	55,4	249,9
Presidente Nereu	UHRS	6979886	656171	22	118	11,478	9	69	996,75
Vidal Ramos	UHRS	6972566	664058	22	100	4,5	12	84	383,2
Brusque	UHEC	7003325	709596	22	246	7,8	19,57	87,1	167,18
Blumenau	UHEC	7023460	691412	22	100	4,6	15	60	269,1
Itajaí	UHEC	7017249	734629	22	46	79,2	6,46	7,69	280,6
Apiúna	UHEC	7001178	652915	22	105	10	4	28	243
Pouso Redondo	UHRb	6983500	610708	22	152	7,26	2,15	29,9	1.311,75
Atalanta	UHP/Rb	6966555	620393	22	84	14,666	4,8	8,75	155,72
Witmarsum	UHRS	7021265	619969	22	127	4,8	5	39	144,8
Chapadão do Lageado	UHRb	6947592	643260	22	56	7	2,7	18	159,9
Santa Terezinha	UHP/Rb	7037792	598335	22	130	4,5	13,18	90	76,7
Pomerode	UHEC	7036808	685402	22	150	22,6	8,8	90	74,75
Gaspar	UHI	7028579	697649	22	162	26,3	10,29	17,05	177,5
Ascurra	UHEC	7017569	660660	22	150	4	1,5	62	76,05
Aurora	UHRS	6975086	636556	22	102	29,33	8,55	29,39	253,5
Alfredo Wagner	UHRb	6931626	659559	22	126	2,77	18,5	56,73	170,3
Salete	UHRS	7024012	597959	22	69	3,75	2,11	48	87,75

Tabela 8 - Poços do SAG no Mapa Hidrogeológico RH8

Poço/Município	Hidrogeologia	Coordenadas		Fuso	Prof. (m)	Q (m³/h)	NE (m)	ND (m)	STD (mg/l)
		UTM-N	UTM-E						
Rancho Queimado	UHEC	6.937.658	696.068	22	94	9,9	1,4	27,6	21,42
Biguaçu	UHEC	6.956.275	726.428	22	152,5	8,425	3,34	64	146,4
Águas Mornas	UHEC	6.934.599	714.990	22	60	16,5	6,95	28,6	42
Florianópolis (Ingleses)	UHQ	6.961.381	757.558	22	61,38	46	3,06	23,64	66,95
Garopaba	UHQ	6.897.488	732.919	22	41	60	9	19	60,32
Major Gercino	UHEC	6.963.668	699.587	22	102	7,13	7,5	25,65	248,92
Canelinha	UHEC	6.987.824	715.558	22	140	5	4,4	69,82	115,7
Florianópolis	UHEC	6.946.837	738.253	22	70	3,44	14,5	48	140
Bombinhas	UHEC	6.994.340	749.422	22	90	1,298	15	53,7	380,25
Leoberto Leal	UHRS/EC	6.956.166	669.296	22	154	2,64	7,3	58,8	180,7
Florianópolis (Campeche)	UHQ	6.937.497	748.439	22	41,85	52	4,77	9,71	43,55
Nova Trento	UHEC	6.979.970	705.719	22	90	1,5	6,1	68,5	247,65

Tabela 9 - Poços do SAG no Mapa Hidrogeológico RH9

Poço/Município	Hidrogeologia	Coordenadas		Fuso	Prof. (m)	Q (m³/h)	NE (m)	ND (m)	STD (mg/l)
		UTM-N	UTM-E						
Laguna (Cabeçadas)	UHQ	6.851.900	714.150	22	39,6	39,6	4,05	16	45,7
Tubarão	UHEC	6.842.288	690.647	22	250	3,41	7,5	84,1	104
Urussanga	UHRS	6.839.600	664.345	22	83	13,5	6	19,8	204
Orleans	UHRS/EC	6.862.700	668.030	22	103	12	7,7	22	75,24
Braço do Norte	UHRS	6.871.450	679.850	22	100	14,67	3,5	11,16	197
Grão Pará	UHRS	6.889.750	666.850	22	150	8	3	26	86
Santa Rosa de Lima	UHEC	6.898.931	687.168	22	29	10,42	1,3	3,4	68,37
Imbituba	UHQ	6.874.656	729.586	22	58	79,2	6,35	17,28	1.292,85
Imaruí	UHEC	6.882.827	713.387	22	100	60,92	0,86	18,87	47
Paulo Lopes	UHEC	6.899.189	726.498	22	126	2,324	4	102	73,45
Jaguaruna	UHQ/EC	6.832.117	693.364	22	172	1,3	8	62	390
Armazém	UHEC	6.878.901	693.816	22	82	60,46	1,6	8,87	94,2
Tubarão (Arvoredo)	UHQ	6.854.494	695.406	22	54,6	8	5	15,5	857

Tabela 10 - Poços do SAG no Mapa Hidrogeológico RH10

Poço/Município	Hidrogeologia	Coordenadas		Fuso	Prof. (m)	Q (m³/h)	NE (m)	ND (m)	STD (mg/l)
		UTM-N	UTM-E						
Sombrio	UHB/RR	6.777.732	631.482	22	45	1,48	2	17,54	73,16
Praia Grande	UHSG/RR	6.775.657	607.666	22	100	9	3,85	56	283,4
Meleiro	UHQ/RR	6.808.106	633.770	22	108	6	3,36	96	243,75
Içara	UHRb	6.822.350	665.950	22	120	80	7,15	18,06	378
Araranguá	UHQ/RR	6.797.950	647.300	22	72	12	14	27	470
Jacinto Machado	UHQ/RR	6.790.142	618.830	22	130	14	5,89	57,94	229,45
Siderópolis	UHRb	6.837.533	653.282	22	69	16	9,5	11,5	705,6
Forquilha	UHRb	6.819.250	650.300	22	90	10	1,73	18,09	226
Içara	UHQ	6.809.446	669.660	22	36	8	2,5	10	59,93
Urussanga	UHRS	6.839.600	664.345	22	83	13,5	6	19,8	204

Tabela 11 - Sondagens Estratigráficas RH10

Poço/Município	Hidrogeologia	Coordenadas		Fuso	Prof. (m)	STD (mg/l)	NE (m)
		UTM-N	UTM-E				
São João do Sul	UHRb	6.770.000	621.000	22	805	20878	surgente
Passo de Torres	UHRb	6.762.000	621.000	22	868,4	22353	surgente

Tabela 12 - Estimativa das Características Hidrodinâmicas do SAG em SC

Mapa Hidrogeológico	Poço/Município	Coordenadas		Q/s (m ³ /h/m)	T (m ² /dia)	K (m/dia)	S (Adimens)
		EW	NS				
RH1	São João do Oeste	-53,59182	-27,09869	1,29	39,80	0,37	3,5.10 ⁻⁴
	Maravilha	-53,174685	-26,761061	1,25	39,14	0,50	2,7.10 ⁻⁴
RH2	São Lourenço do Oeste	-52,895949	-26,399963	1,36	42,35	0,43	3,2.10 ⁻⁴
	São Carlos	-53,04978	-27,074777	5,83	194,21	1,73	4,7.10 ⁻⁴
RH3	Seara	-52,308669	-27,14169	2,95	89,20	0,83	5,3.10 ⁻⁴
	Treze Tilias	-51,404525	-26,992212	1,70	49,87	0,24	9,7.10 ⁻⁴
	Presidente Castelo Branco	-51,804279	-27,206437	2,70	78,89	0,46	8,0.10 ⁻⁴
RH4	Capinzal	-51,590258	-27,383898	2,83	83,03	0,58	6,2.10 ⁻⁴
	Painel	-50,100063	-27,922843	0,11	3,07	0,04	5,3.10 ⁻⁴
	São Cristóvão do Sul	-50,442778	-27,261111	1,93	64,40	1,01	6,3.10 ⁻⁴
RH5	Timbó Grande	-50,676111	-26,616944	1,59	52,99	1,06	5,3.10 ⁻⁴

Tabela 13 - Dados de Hidráulica e Hidrogeoquímica nos poços do SAG

Mapa Hidrogeológico	Poço/Município	Coordenadas EW	Coordenadas NS	Unidade Hidrostática	Prof. (m)	Q (m³/h)	NE (m)	ND (m)	Q/s(m³/h/m)	T(m²/dia)	STD(mg/l)
RH1	São João do Oeste	-53,59182	-27,09869	UHSG/B/RR	1.376,00	106,98	89,42	172,28	1,29	39,8	4.425,00
	São Miguel do Oeste	-53,548632	-26,688675	UHSG / B	1.276,00	110,89	207,2	277,58	1,57	48,72	429,3
	Maravilha	-53,174685	-26,761061	UHSG / B	1.305,00	65,72	235,24	287,65	1,25	39,14	180
RH2	S. Lourenço do Oeste	-52,895949	-26,399963	UHSG / B	1.560,00	124,7	178,9	270,33	1,36	42,35	60
	São Carlos	-53,04978	-27,074777	UHSG / B	852	175	-30	0	5,83	194,21	887
	Chapecó	-52,668194	-27,195288	UHSG / B	1.050,00	75	350	400	1,5	46,41	376
RH3	Seara	-52,308669	-27,14169	UHSG / B	588	156,4	213	266,04	2,95	89,2	360
	Itá	-52,357579	-27,275513	UHSG / B	511,4	139,9	106,7	141,18	4,05	127,98	628
	Concórdia	-52,040418	-27,226441	UHSG / B	598	193	165	207	4,6	144,97	
	Pres. Castelo Branco	-51,804279	-27,206437	UHSG / B	702	150	62	117,6	2,7	78,89	450
	Piratuba	-51,78428	-27,42613	UHSG / B	2.416,00	350	-71	-10	5,73	184,95	1.231,00
	Piratuba Park	-51,790212	-27,424908	UHSG / B	680	268,95	-59,5	-1,61	4,65	151,3	848
	Treze Tilias	-51,404525	-26,992212	UHSG / RR	750	95,7	170	226,3	1,7	49,87	357
	Treze Tilias - Tirol	-51,459122	-26,970737	UHSG / B	597	66	177,28	220,58	1,52	45,57	262
RH4	Capinzal	-51,590258	-27,383898	UHSG / B	817	252	96,6	185,45	2,83	83,03	376
	Urupema	-49,881809	-28,009079	UHSG / B	246	8,34	120	204	0,1	2,93	63
	Painel	-50,100063	-27,922843	UHSG / B	286	10,56	87	180	0,11	3,07	243
	Lages - Puris	-50,399081	-27,800348	UHSG / B	246	44	10,5	127,35	0,36	10,31	114
	Ponte Alta	-50,443658	-27,382683	UHSG / B	90	14,94	0	54	0,27	8,14	61,1
	Santa Cecília	-50,422926	-26,964463	UHSG / B	154	16,5	51	110,5	0,27	7,21	119
	Ponte Alta do Norte	-50,466632	-27,159086	UHB	110	36	21,2	63,21	0,85	16,33	125
	São Cristóvão do Sul	-50,442778	-27,261111	UHSG / B	176	27	18	32	1,93	64,4	233
	Curitibanos	-50,585153	-27,274054	UHB	97	12,5	15	20	2,5	55,22	149,5
	Monte Alegre	-50,41945	-27,30834	UHSG / B	200	12	51	67	0,75	23,69	286
RH5	Timbó Grande	-50,676111	-26,616944	UHSG / B	150	34,34	3	24,57	1,59	52,99	87,2

Tabela 14 - Dados SAG do Hidrogeológico

Cidade	Coord. X	Coord. Y	Cota	Prof.	NE	ND	Vazão	Potenciom.	Esp_Bas	Esp_SAG	Cota Topo SAG	Cota Bas SAG	Prof Bas SAG
Abelardo Luz	-52,181388	-26,450194	1013	3875,00					1230,0	138,0	-217,0	-355,0	1368,0
Abelardo Luz	-52,303144	-26,547096	824	1075,00					1070,0	5,0	-246,0		
Campos Novos	-51,562160	-27,310590	496	296,00	-47,70	0,00	57,13	543,70	295,0	1,0	201,0		
Celso Ramos	-51,337174	-27,633494	785	915,00	220,00			565,00	845,0	70,0	-60,0	-130,0	915,0
Chapecó	-52,668194	-27,195288	697	1050,00	350,00	400,00	75,00	347,00	948,0	102,0	-251,0	-353,0	1050,0
Concórdia	-52,040418	-27,226441	565	598,00			193,00		420,0	178,0	145,0	-33,0	598,0
Concórdia	-52,038333	-27,228333	546	652,00	182,00		80,00	364,00	440,0	129,0	106,0	-23,0	569,0
Curitibanos	-50,579722	-27,289722	981	140,00	0,00	40,00	36,00	981,00	0,0	140,0	981,0	841,0	140,0
Curitibanos	-50,576667	-27,311396	1009	138,00		53,00	40,00		82,0	56,0	927,0	871,0	138,0
Eral Velho	-51,453900	-27,222500	749	2489,00					653,0	165,0	96,0	-69,0	818,0
Eral Velho	-51,913333	-27,286111	825	2700,00					670,0	119,0	155,0	36,0	789,0
Galvão	-52,709694	-26,382666	894	4111,00					1244,0	481,0	-350,0	-831,0	1725,0
Itá	-52,357579	-27,275513	416	511,40	106,70	141,18	139,90	309,30	369,0	139,0	47,0	-92,0	508,0
Itá	-52,334715	-27,277800	469	924,00	172,15	255,00	150,00	296,85	487,5	120,5	-18,5	-139,0	608,0
Lebon Régis	-50,840277	-26,860277	1098	656,00					492,0	164,0	606,0	442,0	656,0
Maravilha	-53,174685	-26,761061	577	1305,00	235,24	287,65	65,72	341,76	1223,0	78,0	-646,0	-724,0	1301,0
Marombas	-50,737508	-27,325008	843	2073,00					157,0	286,0	686,0	400,0	443,0
Matos Costa 3	-51,147029	-26,519891	1059					343,0	209,0	716,0	507,0	507,0	552,0
Matos Costa 1	-51,117229	-26,587502	1177	353,00			824,00	505,0	135,0	672,0	537,0	537,0	640,0
Matos Costa 2	-51,160104	-26,532076	1167						389,0	160,0	678,0	518,0	549,0
Monte Alegre	-50,419450	-27,308340	1045	200,00	51,00	67,00	12,00	994,00	134,0	66,0	911,0	845,0	200,0
Ouro	-51,621010	-27,311800	503	516,00	-70,00	170,35	9,20	573,00	499,0	17,0	4,0		
Passos Maia	-52,042944	-26,656166	1073						983,0	104,0	90,0	-14,0	1067,0
Peritiba	-51,898931	-27,369203	470	620,00	28,55	113,34	195,25	441,45	537,0	69,0	-67,0	-136,0	606,0
Piratuba	-51,784280	-27,426130	437	2416,00	-71,00	-10,00	350,00	573,00	539,0	136,0	-102,0	-238,0	675,0
Piratuba Park	-51,790212	-27,424908	416	680,00	-59,50	-1,61	268,95	475,50	540,0	140,0	-124,0	264,0	680
Ponte Alta do Norte	-50,466632	-27,159086	957	120,00	9,00	93,00	52,00	948,00	0,0	120,0	957,0	837,0	120,0
Ponte Alta do Norte	-50,470556	-27,161111	956	110,00	21,20	63,21	36,00	929,00	0,0	110,0	956,0	846,0	110,0

Tabela 14 - Dados SAG do Hidrogeológico - continuação

Cidade	Coord. X	Coord. Y	Cota	Prof.	NE	ND	Vazão	Potenciom.	Esp_Bas	Esp_SAG	Cota Topo SAG	Cota Bas SAG	Prof Bas SAG
Pres. Castelo Branco	-51,804279	-27,206437	580	702,00	62,00	117,60	150,00	518,00	520,0	170,0	60,0	-110,0	690,0
São Carlos	-53,049780	-27,074777	235	852,00	-30,00	0,00	175,00	265,00	740,0	112,0	-505,0	-617,0	852,0
S. Cristóvão do Sul	-50,442778	-27,261111	1026	176,00	18,00	32,00	27,00	1008,00	112,0	64,0	914,0	850,0	176,0
S. Cristóvão do Sul	-50,438056	-27,262778	1045	204,00	107,00	168,00	13,00	938,00	180,0	24,0	865,0		
São João do Oeste	-53,591820	-27,098690	305	1376,00	89,42	172,28	106,98	215,58	1267,0	8,0	-962,0	-970,0	1275,0
São Joaquim	-49,916694	-28,271583	1428						751,0	110,0	677,0	567,0	861,0
S. Lourenço do Oeste	-52,895949	-26,399963	702	1560,00	178,90	270,33	124,70	523,10	1462,0	98,0	-760,0	-853,0	1560,0
S. Miguel do Oeste	-53,548632	-26,688675	523	1276,00	207,20	277,58	110,89	315,80	1155,0	111,0	-632,0	-743,0	1265,0
S. Miguel do Oeste	-53,527724	-26,731683	590	1410,00	221,00			379,00	1162,0	88,0	-512,0	-600,0	1250,0
Seara	-52,308669	-27,141690	531	588,00	213,00	266,04	156,40	318,00	480,0	108,0	51,0	-57,0	588,0
Seara	-52,301117	-27,144174	675	4000,00					648,0	247,0	27,0	81,0	895,0
Tangará	-51,250556	-27,081952	638	424,00					355,0	157,0	283,0	126,0	512,0
Timbó Grande	-50,676111	-26,616944	940	150,00	10,00	24,50	34,00	930,00	100,0	50,0	840,0	790,0	150,0
Três Pinheiros	-51,432440	-26,712583	1300		514,00			786,00	729,0	79,0	571,0	492,0	808,0
Três Pinheiros	-51,496777	-26,746861	1270		526,00			744,00	829,0	120,0	441,0	321,0	949,0
Três Pinheiros	-51,474805	-26,783694	1300						959,0	86,0	341,0	255,0	1045,0
Treze Tálias	-51,404525	-26,992212	780	750,00	170,00	226,30	95,70	610,00	495,0	205,0	285,0	80,0	750,0
Videira	-51,149000	-27,005760	725	500,00	< 0,00			> 725,00	406,0	89,0	319,0	230,0	495,0
Caçador	-51,317500	-26,729583	1101						641,0	91,0	460,0	369,0	732,0
Caçador	-51,297305	-26,736250	1133						559,0	153,0	574,0	421,0	712,0
Caçador	-51,326361	-26,746138	1082						571,0	88,0	511,0	423,0	659,0
Caçador	-51,315277	-26,746722	1076						612,0	24,0	464,0	440,0	636,0
Curitiba	-50,535563	-27,284281	1102	396,0	126,84	244,00	15,00	975,16	382,0	14,0	720,0		
Campos Novos	-51,306254	-27,355344	799	784,0	145,00	250,00	25,00	654,00	778,0	6,0	21,0		
Brunópolis	-50,794485	-27,321068	813	322,0	47,58	53,28	52,80	765,42	308,0	14,0	505,0		
Capão Alto	-50,721365	-28,032357	903	596,0	79,82	258,00	3,70	823,18	594,0	2,0	309,0		
Tangará	-51,247100	-27,115373	665	477,0	26,40	140,00	20,80	638,60	473,0	4,0	192,0		
Herval d'Oeste	-51,440835	-27,146479	597	336,0	-50,00	0,00	15,00	647,00	328,0	8,0	269,0		

Tabela 14 - Dados SAG do Hidrogeológico - continuação

Cidade	Coord. X	Coord. Y	Cota	Prof.	NE	ND	Vazão	Potenciom.	Esp_Bas	Esp_SAG	Cota Topo SAG	Cota Bas SAG	Prof Bas SAG
Urupema	-49,881810	-28,009080	1240	246,0	120,00	204,00	8,33	1120,00	214,0	32,0	1026,0		
Videira	-51,161093	-26,999247	699	382,0	-35,00	0,00	3,00	734,00	380,0	2,0	319,0		
Fraiburgo	-50,943823	-27,053138	1081	636,0	280,00	360,00	8,00	801,00	625,0	11,0	456,0		
Fraiburgo	-50,964355	-26,985945	1112	685,0	320,00	402,00	14,00	792,00	676,0	9,0	436,0		
Iomerê	-51,239191	-27,006702	856	508,0	133,86	264,00	36,00	723,00	500,0	8,0	356,0		
Iomerê	-51,248241	-27,015326	849	664,0			3,00		635,0	29,0	214,0		
Arroio Trinta	-51,319790	-26,950556	911	690,0	120,00	350,00	4,50	791,00	682,0	8,0	229,0		
Água Doce	-51,479602	-27,031106	745	450,0	24,81	189,74	15,00	720,19	444,0	6,0	301,0		
Ponte Alta	-50,439704	-27,382668	921	90,0	0,00	54,00	14,93	921,00	60,0	30,0	861,0		
Painel	-50,100064	-27,922843	1151	286,0	87,00	180,00	10,56	1064,00	213,0	73,0	938,0	865,0	286,0
Treze Tilias	-51,459123	-26,970738	856,5	597,0	177,28	220,58	66,00	679,22	400,0	132,0	456,5	324,5	532,0
Lages	-50,399080	-27,800619	978	180,0	1,54	56,58	10,00	976,46	160,0	20,0	818,0		
Caçador	-51,036254	-26,776893	934	461,0	127,39	186,05	27,31	806,61	456,0	5,0	478,0		
Capinzal	-51,590258	-27,383899	683	817,0	96,60	185,45	252,00	586,40	633,0	182,0	50,0	-132,0	815,0
Caçador	-50,970373	-26,785409	998	594,5	197,00		25,00	801,00	468,0	126,5	530,0	403,5	594,5
Treze Tilias	-51,384964	-27,013177	862	565,0	119,00		5,20	743,00	528,0	37,0	334,0		
Porto União	-51,076761	-26,367866	973	92,0	60,00		5,00	913,00	62,0	30,0	911,0		
Santa Cecília	-50,398984	-26,970710	1131	226,0	33,30	70,47	13,85	1097,70	191,0	35,0	940,0		
Santa Cecília	-50,399085	-26,951652	1030	180,0		90,00	18,00		90,0	90,0	940,0	850,0	180,0
Santa Cecília	-50,421953	-26,967610	1153	252,0	93,50	125,30	16,16	1059,50	128,0	49,0	1025,0	976,0	177,0
Santa Cecília	-50,422927	-26,964463	1134	154,0	51,00	110,50	16,50	1083,00	50,0	104,0	1084,0	980,0	154,0
Santa Cecília	-50,370868	-26,825889	1250	274,0	103,00	120,00	1,98	1147,00	255,0	19,0	995,0		
Santa Cecília	-50,381289	-26,828580	1239	308,0	94,10	288,00	6,55	1144,90	298,0	10,0	941,0		
Santa Cecília	-50,375938	-26,828115	1240	234,0	97,00	151,00	24,75	1143,00	228,0	6,0	1012,0		
Santa Cecília	-50,345315	-26,808845	1273	145,0	10,00	33,10	9,21	1263,00	60,0	85,0	1213,0	1128,0	145,0
Santa Cecília	-50,425798	-26,928804	994	112,3	-0,50	46,50	20,00	994,50	0,0	109,0	994,0	885,0	109,0
Lages	-50,399354	-27,800647	980	246,0	10,50	127,35	44,00	969,50	110,0	69,0	869,0	801,0	179,0

Tabela 15 - Dados de Análise Físico-Química do SAG1

	Método	Unidade	Locais					
			JP 354 Treze Tilias	JR 485 Joaçaba	JP 715 Abelardo Luz	Pres. Castelo Branco	Piratuba	Treze Tilias Ind Água Min.
Data Coleta			12/09/2011	13/09/2011	14/09/2011			
Alcalinidade Total	Titulometria	mg/L	152,56	165,64	12,27	234,5	417,8	153,8
Alcalinidade de Bicarbonato	Titulometria	mg/L Ca CO ₃	123,94	140,28	12,27			
Alcalinidade de Carbonato	Titulometria	mg/L Ca CO ₃	28,62	25,36	< 0,1			
Alcalinidade de Hidróxido	Titulometria	mg/L -OH	< 0,1	< 0,1	< 0,1			
Alumínio	Espectrofotometria	mg/L	< 0,002	< 0,002	< 0,002			
Cádmio	ICP-MS	mg/L	< 0,005	< 0,005	< 0,005			
Cálcio	Espectrofotometria	mg/L	0,55	0,83	13,78	2,8	1,9	4,2
Chumbo	ICP-MS	mg/L	< 0,006	< 0,006	< 0,006			
Cloretos	Espectrofotometria	mg/L	229,14	233,89	43,41	156	244	18,1
Cobre	Espectrofotometria	mg/L	< 0,006	< 0,006	< 0,006			
Condutividade	Potenciométrico	microS.cm	525	524	213	1215	1466	362
Cor Aparente	Espectrofotometria	mg/L Pt-Co	< 5	< 5	< 5			
Cromo Total	Espectrofotometria	mg/L	< 0,006	< 0,006	< 0,006			
Dureza Total	Titulometria	mg/L	1,6	2,76	35,3	8	6,6	20
Ferro Total	Espectrofotometria	mg/L	< 0,006	< 0,006	0,087			
Fluoretos	Espectrofotometria	mg/L	0,57	0,59	< 0,01	1,9	2,6	0,6
Fosfato	Espectrofotometria	mg/L	6,8	2,5	< 0,1			
Magnésio	ICP-MS	mg/L	0,054	0,044	0,21	0,24	0,42	2,3
Manganês	Espectrofotometria	mg/L	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,02	0,02	0,02
Nitrato	Espectrofotometria	mg/L	< 0,1	< 0,1	0,9	1,9		0,1
Nitrito	Espectrofotometria	mg/L	0,002	0,002	0,003			
Nitrogênio Amoniacal	Espectrofotometria	mg/L						
Nitrogênio Total	Espectrofotometria	mg/L	< 0,1	< 0,1	4,5			
NO ₃ (calculado)		mg/L	< 0,442	< 0,442	3,978			
NO ₂ (calculado)		mg/L	0,00658	0,00658	0,00987			
Oxigênio Consumido	Potenciometria	mg/L Oxig.						
pH	Potenciometria		9,47	9,25	6,2	8,88	8,44	9,78
Potássio	Cromatografia Gasosa	microg/L	0,55	0,39	0,4	1,3	1,8	0,44
Sódio	ICP-MS	mg/L	90,16	92,03	17,08	240	295	59
Sólidos Totais Dissolvidos	Potenciometria	mg/L	262	261	109	981	1231	357
Sólidos Totais	Gravimetria	mg/L	488	440	272			
Sulfato	Espectrofotometria	mg/L	32	48	12	6,5	1,1	0,5
Turbidez	Nefelométrico	NTU	0,11	0,83	0,87			
Zinco	ICP-MS	mg/L	0,011	0,015	1,97			
Temperatura		oC				35,2	38,3	29,5
O ₂							0,55	0,48
CO ₂							0,08	
Sílica							8,8	12
Bicarbonato (HCO ₃)		mg/L	145,8278616	174,0131479	15,15719767	265,9	496	117
Carbonato			19,85350264	14,2750847	0,001108193	9,94	6,73	34,7

Tabela 15 - Dados de Análise Físico-Química do SAG1 - Continuação

	Método	Unidade	Locais						
			Pres. Castelo Branco	JR 486 Porto União	JB 840 Timbó Grande	JB 775 URUPEMA	JR 482 Capão Alto	JR 482 Capão Alto	JR 484 VIDEIRA
Data Coleta			17/09/2011	15/09/2011	16/09/2011	08/09/2011	10/09/2011	10/09/2011	12/09/2011
Alcalinidade Total	Titulometria	mg/L	374,02	87,73	143,14	69,26	175,46	175,46	88,75
Alcalinidade de Bicarbonatos	Titulometria	mg/L Ca CO ₃	318,62	87,73	143,14	69,26	175,46	175,46	72,39
Alcalinidade de Carbonato	Titulometria	mg/L Ca CO ₃	55,4	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	16,36
Alcalinidade de Hidróxidos	Titulometria	mg/L -OH	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Alumínio	Espectrofotometria	mg/L	0,029	< 0,002	< 0,002	0,003	< 0,002	< 0,002	0,026
Cádmio	ICP-MS	mg/L	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Cálcio	Espectrofotometria	mg/L	2,11	10,9	12,59	5,58	11,86	11,86	2,3
Chumbo	ICP-MS	mg/L	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006
Cloretos	Espectrofotometria	mg/L	336,24	37,79	56,54	33,72	246,61	246,61	133,57
Cobre	Espectrofotometria	mg/L	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006
Condutividade	Potenciométrico	microS.cm	1130	135,7	173,8	90	416	416	294
Cor Aparente	Espectrofotometria	mg/L Pt-Co	< 5	9	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
Cromo Total	Espectrofotometria	mg/L	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006
Dureza Total	Titulometria	mg/L	5,98	32,96	38,31	17,55	35,92	35,92	5,98
Ferro Total	Espectrofotometria	mg/L	0,15	0,3	0,038	0,073	0,047	0,047	0,015
Fluoretos	Espectrofotometria	mg/L	1,69	0,52	0,59	0,18	1,55	1,55	0,27
Fosfato	Espectrofotometria	mg/L	2,47	< 0,01	< 0,01	2,3	2,8	2,8	4,2
Magnésio	ICP-MS	mg/L	0,17	1,54	1,45	0,87	1,53	1,53	0,059
Manganês	Espectrofotometria	mg/L	< 0,002	< 0,002	< 0,006	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Nitrato	Espectrofotometria	mg/L	< 0,1	0,1	< 0,1	< 0,1	0,1	0,1	< 0,1
Nitrito	Espectrofotometria	mg/L	0,002	0,002	0,002	0,004	0,005	0,005	0,002
Nitrogênio Amoniacal	Espectrofotometria	mg/L							
Nitrogênio Total	Espectrofotometria	mg/L	0,9	1,3	1,8	0,5	0,8	0,8	< 0,1
NO ₃ (calculado)		mg/L	< 0,442	0,442	< 0,442	< 0,442	0,442	0,442	< 0,442
NO ₂ (calculado)		mg/L	0,00658	0,00658	0,00658	0,01316	0,01645	0,01645	0,00658
Oxigênio Consumido	Potenciometria	mg/L Oxig.							
pH	Potenciometria		9,4	6,45	6,96	7,52	8,09	8,09	9,14
Potássio	Cromatografia Gasosa	microg/L	1,48	1,06	0,45	0,86	1,09	1,09	0,36
Sódio	ICP-MS	mg/L	132,31	14,87	22,24	13,27	97,04	97,04	52,56
Sólidos Totais Dissolvidos	Potenciometria	mg/L	575	68,2	87,2	63	291,2	291,2	147
Sólidos Totais	Gravimetria	mg/L	644	72	100	85	360	360	476
Sulfato	Espectrofotometria	mg/L	103	< 0,1	1	5	44	44	23
Turbidez	Nefelométrico	NTU	0,2	1,48	0,11	0,4	0,71	0,71	0,54
Zinco	ICP-MS	mg/L	< 0,005	0,072	0,015	0,076	0,28	0,28	< 0,01
Temperatura		oC							
O ₂									
CO ₂									
Sílica									
Bicarbonato (HCO ₃)		mg/L	371,7941816	108,1099985	176,2560916	85,07324226	213,6955657	213,6955657	96,0839923
Carbonato			43,08233362	0,014056024	0,074155056	0,129953989	1,212808246	1,212808246	6,118538122

Tabela 15 - Dados de Análise Físico-Química do SAG1 - Continuação

Data Coleta	Método	Unidade	Locais					
			Ponte Alta do Norte	São Cristóvão do Sul	Montealegre	ITA CASAN	ITA Thermas	São João d'Oeste
Alcalinidade Total	Titulometria	mg/L	32	47,7	86,3	179,5	171,4	54,6
Alcalinidade de Bicarbonatos	Titulometria	mg/L Ca CO3						
Alcalinidade de Carbonato	Titulometria	mg/L Ca CO3						
Alcalinidade de Hidróxidos	Titulometria	mg/L -OH						
Alumínio	Espectrofotometria	mg/L						
Cádmio	ICP-MS	mg/L						
Cálcio	Espectrofotometria	mg/L	4,2	17,2	25,3	0,87	2,8	210
Chumbo	ICP-MS	mg/L						
Cloretos	Espectrofotometria	mg/L	7,1	13,6	12,7	150	187	1539
Cobre	Espectrofotometria	mg/L						
Condutividade	Potenciométrico	microS.cm	77,2	152,1	196,4	1112	1373	5990
Cor Aparente	Espectrofotometria	mg/L Pt-Co						
Cromo Total	Espectrofotometria	mg/L						
Dureza Total	Titulometria	mg/L	18,8	57,6	69,1	6,8	9,3	777
Ferro Total	Espectrofotometria	mg/L						
Fluoretos	Espectrofotometria	mg/L				0,9	1,5	1,2
Fosfato	Espectrofotometria	mg/L						
Magnésio	ICP-MS	mg/L	2	3,5	1,4	1,1	0,54	60,7
Manganês	Espectrofotometria	mg/L	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Nitrato	Espectrofotometria	mg/L	0,3	8,3	1			3,6
Nitrito	Espectrofotometria	mg/L						
Nitrogênio Amoniacal	Espectrofotometria	mg/L						
Nitrogênio Total	Espectrofotometria	mg/L						
NO3 (calculado)		mg/L						
NO2 (calculado)		mg/L						
Oxigênio Consumido	Potenciometria	mg/L Oxig.						
pH	Potenciometria		6,17	6,25	6,91	8,83	8,78	7,31
Potássio	Cromatografia Gasosa	microg/L	3,7	1,8	1,3	1,1	1,4	19
Sódio	ICP-MS	mg/L	6,8	4,7	13	204	248	987
Sólidos Totais Dissolvidos	Potenciometria	mg/L	125	233	286	874	1023	4425
Sólidos Totais	Gravimetria	mg/L						
Sulfato	Espectrofotometria	mg/L	0,5	0,5	0,5	79	21	1100
Turbidez	Nefelométrico	NTU						
Zinco	ICP-MS	mg/L						
Temperatura		oC	19,5	19	20	29	30	50
O2			5,7	2,82	4,82	0,3	0,4	1,02
CO2			43,2	64,8	57,6	11	11,4	13,4
Sílica			18	17	16	6,5	7	12
Bicarbonato (HCO3)		mg/L	39,03	58,18	105,2	205,1	197,2	66,48
Carbonato			0,002663147	0,1	0,04	6,84	5,86	0,07

Tabela 15 - Dados de Análise Físico-Química do SAG1 - Continuação

	Método	Unidade	Locais					
			Maravilha SC	Piratuba SC	Piratuba 2	Piratuba MPTB1Q	Linha Olinda Água Doce	Piratuba Park
Data Coleta			10/10/2006		09/07/1998	28/08/2005	29/05/2010	18/06/2001
Alcalinidade Total	Titulometria	mg/L	24		419,4	465	118,72	440
Alcalinidade de Bicarbonato	Titulometria	mg/L Ca CO ₃	4		398,8		118,72	416
Alcalinidade de Carbonato	Titulometria	mg/L Ca CO ₃	20		20,6	465	< 1	
Alcalinidade de Hidróxidos	Titulometria	mg/L -OH					< 1	
Alumínio	Espectrofotometria	mg/L					< 0,020	
Cádmio	ICP-MS	mg/L						
Cálcio	Espectrofotometria	mg/L	1,6	2,2	2,29	1,69	34,4	
Chumbo	ICP-MS	mg/L	0,00103					
Cloretos	Espectrofotometria	mg/L	28,4	166,74	125,9	115	7,16	111,31
Cobre	Espectrofotometria	mg/L					< 0,0050	
Condutividade	Potenciométrico	microS.cm	380	1700		1030		1340
Cor Aparente	Espectrofotometria	mg/L Pt-Co	1					
Cromo Total	Espectrofotometria	mg/L						
Dureza Total	Titulometria	mg/L	4	7,01	6,8	5	98,89	20
Ferro Total	Espectrofotometria	mg/L		0,12	< 0,1	0,019		
Fluoretos	Espectrofotometria	mg/L	0,95	0,15	2,3	2,63	0,03	1,42
Fosfato	Espectrofotometria	mg/L	2,75					
Magnésio	ICP-MS	mg/L		0,36		0,178	2,92	
Manganês	Espectrofotometria	mg/L						
Nitrato	Espectrofotometria	mg/L					3,55	
Nitrito	Espectrofotometria	mg/L					0,075	0,01
Nitrogênio Amoniacal	Espectrofotometria	mg/L		0,03			0,48	
Nitrogênio Total	Espectrofotometria	mg/L						
NO ₃ (calculado)		mg/L						
NO ₂ (calculado)		mg/L						
Oxigênio Consumido	Potenciometria	mg/L Oxig.						
pH	Potenciometria		9,28	8,7	8,7	8,7	7,71	8,59
Potássio	Cromatografia Gasosa	microg/L	2,5	1,52				1,01
Sódio	ICP-MS	mg/L	85,5	350	303			303
Sólidos Totais Dissolvidos	Potenciometria	mg/L	180	894,99		850	147,01	748
Sólidos Totais	Gravimetria	mg/L						
Sulfato	Espectrofotometria	mg/L	37,2	86,68			1,24	92
Turbidez	Nefelométrico	NTU	4,91			0,56	< 0,01	
Zinco	ICP-MS	mg/L	0,003					
Temperatura		oC						
O ₂								
CO ₂								
Sílica			3,78	15,4	15,4		45,19	8
Bicarbonato (HCO ₃)		mg/L	24,10		493,37	547,04	145,58	522,93
Carbonato			2,12		11,41	12,65	0,34	9,39

Tabela 15 - Dados de Análise Físico-Química do SAG1 - Continuação

	Método	Unidade	Locais					
			Termas de Piratuba PH	Joaçaba-Otomar de Oliv. Santiago	Termas Leonense	Capinzal Perdigão	Santa Cecília Posto Mediterrâneo	Curitibaos Paulo Malinski
Data Coleta			04/04/1997		10/06/2008	17/10/xxxx	18/06/2007	05/12/2007
Alcalinidade Total	Titulometria	mg/L	50	105			96	52
Alcalinidade de Bicarbonato	Titulometria	mg/L Ca CO3	432	80,8		217,3	96	52
Alcalinidade de Carbonato	Titulometria	mg/L Ca CO3		24,2		23,3	0	0
Alcalinidade de Hidróxidos	Titulometria	mg/L -OH						
Alumínio	Espectrofotometria	mg/L			0,014			
Cádmio	ICP-MS	mg/L			> 0,002			
Cálcio	Espectrofotometria	mg/L	2,8		0,768			
Chumbo	ICP-MS	mg/L						
Cloretos	Espectrofotometria	mg/L				1,46	3	2
Cobre	Espectrofotometria	mg/L			0,005			
Condutividade	Potenciométrico	microS.cm		260	511	472,5		100
Cor Aparente	Espectrofotometria	mg/L Pt-Co						2,2
Cromo Total	Espectrofotometria	mg/L						
Dureza Total	Titulometria	mg/L	10	53,6	2,5	5,6	18,5	62
Ferro Total	Espectrofotometria	mg/L		< 0,05	0,032	0,2		0,46
Fluoretos	Espectrofotometria	mg/L				1,12		
Fosfato	Espectrofotometria	mg/L						
Magnésio	ICP-MS	mg/L	0,72		0,027			
Manganês	Espectrofotometria	mg/L			< 0,007			
Nitrato	Espectrofotometria	mg/L		1,1	0,03	0,1	< 0,5	1,8
Nitrito	Espectrofotometria	mg/L				0,003		
Nitrogênio Amoniacal	Espectrofotometria	mg/L						< 0,05
Nitrogênio Total	Espectrofotometria	mg/L						
NO3 (calculado)		mg/L						
NO2 (calculado)		mg/L						
Oxigênio Consumido	Potenciometria	mg/L Oxig.						
pH	Potenciometria		8,93	8,68	9,18	9,16	8,13	6,89
Potássio	Cromatografia Gasosa	microg/L			0,316			
Sódio	ICP-MS	mg/L	180		104,2			
Sólidos Totais Dissolvidos	Potenciometria	mg/L						100
Sólidos Totais	Gravimetria	mg/L						
Sulfato	Espectrofotometria	mg/L	83,96		47,47	60		< 25
Turbidez	Nefelométrico	NTU	< 2,5	< 1	0,02	0,37	0,02	4,88
Zinco	ICP-MS	mg/L						
Temperatura		oC						
O2								
CO2								
Sílica								33
Bicarbonato (HCO3)		mg/L	56,58	123,56			116,75	64,04
Carbonato			2,22	2,73	25,74		0,73	0,02

Tabela 15 - Dados de Análise Físico-Química do SAG1 - Continuação

Data Coleta	Método	Unidade	Locais					
			Ponte Alta Linha Cerrado	Lages - Fonte do Riacho	Lages - Puris	Painel - coleta 1	Painel - coleta 2	São Miguel do Oeste 2746
			24/06/2005	09/03/2009	11/11/2009	19/04/2008	10/12/2008	
Alcalinidade Total	Titulometria	mg/L	36		28	85,8	150,2	
Alcalinidade de Bicarbonato	Titulometria	mg/L Ca CO ₃	36		28			
Alcalinidade de Carbonato	Titulometria	mg/L Ca CO ₃						
Alcalinidade de Hidróxidos	Titulometria	mg/L -OH						
Alumínio	Espectrofotometria	mg/L		< 0,003	< 0,020			
Cádmio	ICP-MS	mg/L		< 0,002				
Cálcio	Espectrofotometria	mg/L		25,14	29,6			6,4
Chumbo	ICP-MS	mg/L						
Cloretos	Espectrofotometria	mg/L	18,01	0,08	14,2	0,4	2,9	43,2
Cobre	Espectrofotometria	mg/L						
Condutividade	Potenciométrico	microS.cm	58	198	236	203	509	
Cor Aparente	Espectrofotometria	mg/L Pt-Co				1,8		
Cromo Total	Espectrofotometria	mg/L						
Dureza Total	Titulometria	mg/L	46	93	112	5	148	
Ferro Total	Espectrofotometria	mg/L			0,018			0,3
Fluoretos	Espectrofotometria	mg/L		0,07	0,13	0,49	0,39	
Fosfato	Espectrofotometria	mg/L		0,2				
Magnésio	ICP-MS	mg/L		7,053	9,12			0,6
Manganês	Espectrofotometria	mg/L		< 0,007	0,102	0,2	0,1	0
Nitrato	Espectrofotometria	mg/L		0,09	< 0,007	0,2	1	
Nitrito	Espectrofotometria	mg/L		0,005				
Nitrogênio Amoniacal	Espectrofotometria	mg/L						
Nitrogênio Total	Espectrofotometria	mg/L						
NO ₃ (calculado)		mg/L						
NO ₂ (calculado)		mg/L						
Oxigênio Consumido	Potenciometria	mg/L O _{xig.}						
pH	Potenciometria		6,54	6,98	7,07	8,9	7,1	8,4
Potássio	Cromatografia Gasosa	microg/L		2,392				2,9
Sódio	ICP-MS	mg/L		3,993	9,78			199
Sólidos Totais Dissolvidos	Potenciometria	mg/L				97	243	640
Sólidos Totais	Gravimetria	mg/L						
Sulfato	Espectrofotometria	mg/L						230
Turbidez	Nefelométrico	NTU	1,1			< 0,1	< 0,1	
Zinco	ICP-MS	mg/L						
Temperatura		oC						
O ₂								
CO ₂								
Sílica					51,13			26,2
Bicarbonato (HCO ₃)		mg/L	44,37		34,47	97,95	184,89	152,32
Carbonato			0,01		0,02	3,59	0,11	1,89

Tabela 15 - Dados de Análise Físico-Química do SAG1 - Continuação

Data Coleta	Método	Unidade	Locais					
			São João do Oeste 2320	Chapecó 1271	Itá CPRM 635	Concórdia SADIA 2841	Piratuba Termas 2842	Tílias Termas
Alcalinidade Total	Titulometria	mg/L						
Alcalinidade de Bicarbonato	Titulometria	mg/L Ca CO ₃						
Alcalinidade de Carbonato	Titulometria	mg/L Ca CO ₃						
Alcalinidade de Hidróxidos	Titulometria	mg/L -OH						
Alumínio	Espectrofotometria	mg/L						
Cádmio	ICP-MS	mg/L						
Cálcio	Espectrofotometria	mg/L	252,5	17,37	4,81	1,8	2,2	2,4
Chumbo	ICP-MS	mg/L						
Cloretos	Espectrofotometria	mg/L	1293,93	70,19	105,6	44	166,74	28,36
Cobre	Espectrofotometria	mg/L						
Condutividade	Potenciométrico	microS.cm	5370	605	1044	700	1350	465
Cor Aparente	Espectrofotometria	mg/L Pt-Co						
Cromo Total	Espectrofotometria	mg/L						
Dureza Total	Titulometria	mg/L	748	88	14	5,3	7,1	6
Ferro Total	Espectrofotometria	mg/L	0	0,44	0	0,21	0,12	0
Fluoretos	Espectrofotometria	mg/L	1,22	0,39	0,94	0,5	0,15	1
Fosfato	Espectrofotometria	mg/L						
Magnésio	ICP-MS	mg/L	28,67	10,7	0,49	0,2	0,36	
Manganês	Espectrofotometria	mg/L	0,05	0	0		0	0
Nitrato	Espectrofotometria	mg/L	0	0	0	0,32	0	0,01
Nitrito	Espectrofotometria	mg/L	0	0	0			0
Nitrogênio Amoniacal	Espectrofotometria	mg/L	2,23	0				0
Nitrogênio Total	Espectrofotometria	mg/L						
NO ₃ (calculado)		mg/L						
NO ₂ (calculado)		mg/L						
Oxigênio Consumido	Potenciometria	mg/L Oxig.						
pH	Potenciometria		7,7	7,4	9	8,6	8,5	9,5
Potássio	Cromatografia Gasosa	microg/L	12,12	1,21	1,21	4,2	1,52	1,21
Sódio	ICP-MS	mg/L	1115,04	98,6	262,2	134	350	56,56
Sólidos Totais Dissolvidos	Potenciometria	mg/L	3834	376	628	404	892,77	306
Sólidos Totais	Gravimetria	mg/L						
Sulfato	Espectrofotometria	mg/L	1180	82	94	71	86,68	27
Turbidez	Nefelométrico	NTU						
Zinco	ICP-MS	mg/L						
Temperatura		oC	49,5	36,5	28,4		38	32
O ₂								
CO ₂								
Sílica			19	26	7	18,6	15,4	19
Bicarbonato (HCO ₃)		mg/L	72,87	321,34	190,03	201,79	481,9	150,3
Carbonato			0,16	0,36	8,54	3,96	30	20,88

