



**CARACTERIZAÇÃO ESTRUTURAL E HIDROGEOLÓGICA DO SISTEMA
AQUÍFERO SERRA GERAL (SASG) NA REGIÃO DE CARLOS BARBOSA (RS).**

FLÁVIA AVILA DIAS

PORTO ALEGRE, 2013



FLÁVIA AVILA DIAS

**CARACTERIZAÇÃO ESTRUTURAL E HIDROGEOLÓGICA DO SISTEMA
AQUÍFERO SERRA GERAL (SASG) NA REGIÃO DE CARLOS BARBOSA (RS).**

Trabalho de Conclusão de Curso de Geologia do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Apresentado na forma de monografia, junto à disciplina Projeto Temático em Geologia III, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Geologia.

Orientadores: Prof. Msc. Marcos Imério Leão

Prof. Dr. Pedro Antonio Roehe Reginato

Supervisor: Geól. Dr. Carlos Alvin Heine

Porto Alegre, 2013

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**Reitor:** Carlos Alexandre Netto**Vice-Reitor:** Rui Vicente Oppermann**INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS****Diretor:** André Sampaio Mexias**Vice-Diretor:** Nelson Luiz Sambaqui Gruber

Dias, Flávia Ávila

Caracterização estrutural e hidrogeológica do sistema Aquífero Serra Geral (SASG) na região de Carlos Barbosa (RS) . / Flávia Ávila Dias. - Porto Alegre: IGEO/UFRGS, 2013.
[58 f.] il.

Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso).- Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Graduação em Geologia. Instituto de Geociências. Porto Alegre, RS - BR, 2013.

Orientador: Marcos Imério Leão
Coorientador: Pedro Antonio Rohe Reginato

1. Sistema Aquífero Serra Geral. 2. Hidrogeologia. 3. Aquíferos fraturados. 4. Carlos Barbosa. I. Título.

CDU 55

Catalogação na Publicação

Biblioteca Instituto de Geociências - UFRGS

Veleida Ana Blank CRB 10/571

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova o Trabalho de Conclusão de Curso “**CARACTERIZAÇÃO ESTRUTURAL E HIDROGEOLÓGICA DO SISTEMA AQUÍFERO SERRA GERAL (SASG) NA REGIÃO DE CARLOS BARBOSA (RS)**” elaborado por Flávia Ávila Dias, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Geologia.

Comissão Examinadora:

Prof. Dr. Ari Roisenberg

Prof. Dr. Rômulo Vieira Conceição

Prof. Dr. Ruy Paulo Philipp

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, Roque e Teresa, que me ensinaram que o conhecimento é um bem “pessoal, intransferível e perene”!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por ter colocado no meu caminho essa oportunidade de conhecer um pouco mais da *Sua* grande obra.

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul pelo ensino de excelência, qualidade e gratuito.

Aos professores do Instituto de Geociências, pela dedicação e amor à Geologia.

Ao professor Marcos Imério Leão pela confiança depositada ao aceitar ser meu orientador.

Ao professor Pedro Reginato pela paciência em me orientar e conduzir este trabalho.

À CORSAN, nas pessoas de Carlos Heine e Márcio Klein, por todos os dados disponibilizados e disposição em colaborar com a execução do trabalho.

Aos meus irmãos Giovani e Maicon pela amizade, brigas e risadas, onde aprendemos a compartilhar, tolerar e amar. Às minhas cunhadas Juliana e Larissa pelos bons momentos fraternos e animados.

À Viviane pelo extremo companheirismo e compreensão nas horas de angústias e ausências durante a elaboração deste trabalho.

À Karen, pelo alto astral e melhor chimarrão do mundo. À Rozane, sempre uma “*lady*” e a melhor “*personal style*”. À Dani que me estendeu a mão em uma hora muito importante. Obrigada meninas, pelas longas conversas, revelações, gargalhadas e principalmente pelo carinho.

À Sociedade Espírita Francisco Xavier, lugar onde busco a consolação, autoconhecimento e a fraternidade. Obrigada Rudá, pelas aulas maravilhosas recheadas de profundas reflexões e amor ao próximo.

Aos meus amigos pela compreensão das minhas ausências. E pelas horas de lazer onde partilhamos vivências enriquecedoras.

Aos amigos que fiz no curso de Geologia, Adriano, Dina, Karine, Priscila, Laura, Renata, Rosa, Saulo e Diego. Obrigada pelas horas de estudo compartilhadas.

"A ciência humana é falível e variável; a Natureza não".

(León Denis)

RESUMO

O presente projeto tem por objetivo promover a caracterização estrutural e hidrogeológica do Sistema Aquífero Serra Geral na região de Carlos Barbosa (Rio Grande do Sul), visando com isso avaliar a existência de controles estruturais, parâmetros hidrodinâmicos e características hidroquímicas dos aquíferos fraturados, bem como definir locais mais favoráveis a perfuração de poços tubulares. A água subterrânea nesse município tem grande importância, sendo utilizada, principalmente no abastecimento público e industrial, sendo que a cada ano há um aumento no consumo, resultando na necessidade de abertura de novos poços para suprir essa demanda. Neste projeto foram inventariados dados hidrogeológicos de 140 poços obtidos do cadastro da Corsan, Siagas e de empresas privadas da cidade. A caracterização estrutural consistiu na identificação e avaliação de características de lineamentos, realizada através da aerofotointerpretação e levantamentos de campo. A determinação de parâmetros hidrodinâmicos (transmissividade e capacidade específica) e caracterização hidroquímica foi feita com o auxílio do programa GWW e Qualigraf. Os resultados obtidos com a integração dos dados permitiram determinar que o nível estático, apresenta grandes variações, sendo que na maior parte dos casos, o mesmo está localizado abaixo dos 10 m (60%). As vazões de exploração dos poços mostram que 51% dos poços produzem até 10 m³/h, enquanto que 29% produzem entre 10 e 20 m³/h e as maiores vazões estão divididas em 14% para o intervalo entre 20 e 30 m³/h e os outros 6% entre 40 e acima de 50 m³/h. A transmissividade média é 0,5 m²/h e a capacidade específica é distribuída entre 0,001 e 1 m³/h/m (82% dos poços). No caso da hidroquímica os resultados indicaram que as águas são do tipo bicarbonatadas cálcicas. Além disso, a integração permitiu identificar que os poços com maior capacidade de produção (vazões entre 10 e 50 m³/h) estão associados com lineamentos com direções principais N60-80E, N30-50W e N0-10W. A locação de novos poços deve ser realizada, preferencialmente, em locais que possuem lineamentos com a mesma orientação.

Palavras-Chave: Sistema Aquífero Serra Geral, Hidrogeologia, Aquíferos Fraturados

ABSTRACT

This project aims to promote the structural and hydrogeological Serra Geral Aquifer System in the region of Carlos Barbosa (Rio Grande do Sul), to thereby evaluate the existence of structural controls, hydrodynamic parameters and hydrochemical characteristics of fractured aquifers and define the most favorable locations for drilling wells. The groundwater in this city is of great importance, being used mainly in industrial and public supply, and every year there is an increase in consumption, resulting in the need for drilling new wells to meet this demand. This project inventoried hydrogeological data of 140 wells obtained the registration of Corsan Siagas and private companies in the city. Structural characterization consisted in the identification and evaluation of characteristics lineaments, performed by aerofotointerpretação and field surveys. The determination of hydrodynamic parameters (transmissivity and specific capacity) and hydrochemical characterization was made with the help of the program and GWW Qualigraf. The results obtained with the incorporation of data allowed to determine that the static level, varies widely, and in most cases, it is located below 10 m (60%). Flow rates for exploitation wells show that 51% of the wells to produce 10 m³/h, while 29% yield between 10 and 20 m³ / h and higher flow rates are divided into 14% for the range between 20 and 30 m³ / h and the other 6 % were aged 40 and above 50 m³ / h . The average transmissivity is 0.5 m² / h and the specific capacity is distributed between 0.001 and 1 m³/h/ m (82% of the wells). In the case of hydrochemical results indicated that the waters are bicarbonate calcic type. Furthermore, the integration identified that wells with higher production capacity (flow rates between 10 and 50 m³/h) are associated with lineaments with main directions N60 - 80E, 50W and N30 - N0- 10W. The location of new wells should be held, preferably in local lineaments that have the same orientation.

Palavras-Chave: Serra Geral Aquifer System, Hydrogeology, Fractured Aquifers

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 – MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO DE CARLOS BARBOSA- RS.....	14
FIGURA 2 - LOCALIZAÇÃO HIDROGEOLÓGICA DO MUNICÍPIO. (MODIF DE MAPA HIDROGEOLÓGICO DO RS CPRM, 2005).....	16
FIGURA 3 – LOCALIZAÇÃO GEOLÓGICA DO MUNICÍPIO. (MODIFICADO DE MAPA GEOLÓGICO DO RIO GRANDE DO SUL, CPRM (2005)	16
FIGURA 4 – MAPA DE LINEAMENTOS MORFO-ESTRUTURAIS DA UNIDADE HIDROESTRATIGRÁFICA SGL-RS. (MACHADO & FREITAS, 2005)..	18
FIGURA 5 – MAPA DE COMPRIMENTOS DE FRATURA NO AQUIFERO SERRA GERAL-RS. (MACHADO & FREITAS, 2005).....	18
FIGURA 6 – EXEMPLO DE UM PERFIL CONSTRUTIVO POÇO COR CBA 03A – CADASTRO CORSAN	20
FIGURA 7 – EXEMPLO DE UM ENSAIO DE BOMBEAMENTO POÇO COR CBA 25 – CADASTRO CORSAN	21
FIGURA 8 – EXEMPLO DE UM RELATÓRIO DE ANÁLISE FÍSICO - QUÍMICA E BACTERIOLÓGICA DO POÇO – CADASTRO CORSAN	22
FIGURA 9 – CADASTRO DE POÇOS DE CARLOS BARBOSA - RS– SIAGAS – CPRM. CONSULTA EM OUT./2013	23
FIGURA 10 – FOTOS AÉREAS DE CARLOS BARBOSA - RS (17617, 17618 E 17619). ESCALA 1:60.000	24
FIGURA 11 – IMAGEM DE RADAR DA REGIÃO DE CARLOS BARBOSA- RS (RADAM BRASIL)	24
FIGURA 12 - PÁGINA INICIAL DO PROGRAMA GWW	25
FIGURA 13 – TELA DE INSERÇÃO DE DADOS DOS ENSAIOS DE BOMBEAMENTO - GWW.....	26
FIGURA 14 – TELA COM OS PARÂMETROS HIDRODINÂMICOS CALCULADOS COM GWW	26
FIGURA 15 – TELA INICIAL DO PROGRAMA QUALIGRAF	27
FIGURA 16 – LOCALIZAÇÃO DOS POÇOS DA CORSAN E PARTICULARES EM CARLOS BARBOSA - RS	28
FIGURA 18 – BASALTO MARROM ESCURO	29
FIGURA 17 - POÇOS EXISTENTES DA CORSAN COR CBA 03 A (ESQ.) E COR CBA 04 (DIR.)	29
FIGURA 20 - AMÍGDALA PREENCHIDO COM ZEOLITA.....	30
FIGURA 19 – BASALTO MARROM AVERMELHADO	30
FIGURA 21 - CONTATO ENTRE DERRAMES ÁCIDOS APRESENTANDO ZONAS VESICULARES E BRECHAS VULCÂNICAS	31
FIGURA 22 - RIODACITO DE COLORAÇÃO CINZA	32
FIGURA 23 - DISJUNÇÃO HORIZONTAL	32
FIGURA 24 – CIRCULAÇÃO DE ÁGUA NO RIODACITO	33
FIGURA 25 – DACITO COM MICROAMIGDALAS.	33
FIGURA 26 - ESTRUTURAS DE FLUXO NO DACITO CINZA	34
FIGURA 27 – PERFIL ESTRATIGRÁFICO	35
FIGURA 28 – PLANTA CARTOGRÁFICA COM LINEAMENTOS – CARLOS BARBOSA - RS	36
FIGURA 29 – FREQUÊNCIA DE LINEAMENTOS.....	37
FIGURA 30 – DIAGRAMA DE ROSETA COM AS DIREÇÕES DOS LINEAMENTOS	37
FIGURA 31 – DIAGRAMA DE ROZETA DOS PLANOS DE FRATURAS MEDIDOS EM CAMPO	38
FIGURA 32 – CIRCULAÇÃO DE ÁGUA FRATURAS.....	39
FIGURA 33 – CIRCULAÇÃO DE ÁGUA ENTRE FRATURAS.....	39
FIGURA 34 – CIRCULAÇÃO DE ÁGUA ENTRE FRATURAS.....	40
FIGURA 35 – DISTRIBUIÇÃO DOS NÍVEIS DE PROFUNDIDADE DOS POÇOS.....	41
FIGURA 36 – DISTRIBUIÇÃO DO NÍVEL ESTÁTICO.....	41
FIGURA 37 – GRÁFICO ESTATÍSTICO NÍVEL DINÂMICO.....	42
FIGURA 38 – GRÁFICO ESTATÍSTICO CAPACIDADE ESPECÍFICA.....	42
FIGURA 39 – GRÁFICO ESTATÍSTICO DE VAZÕES.....	43
FIGURA 40 – GRÁFICO ESTATÍSTICO NÚMERO DE ENTRADAS DE ÁGUA	43
FIGURA 41 – GRÁFICO TÍPICO DO REBAIXAMENTO DOS POÇOS DA REGIÃO	44
FIGURA 42 – GRÁFICO TÍPICO DO REBAIXAMENTO DOS POÇOS DA REGIÃO	44
FIGURA 43 – TRANSMISSIVIDADE DOS POÇOS ESTUDADOS.....	45
FIGURA 44 – DIAGRAMA DE ROSETAS PARA LINEAMENTOS DE POÇOS COM VAZÕES ENTRE 10 E 50 M ³ /H.....	46
FIGURA 45 – MAPA DE LINEAMENTOS E POÇOS NA ÁREA URBANA DE CARLOS BARBOSA	47
FIGURA 46 – DIAGRAMA DE PIPER COM A CLASSIFICAÇÃO DAS AMOSTRAS	48
FIGURA 47 – LINEAMENTOS MAIS FAVORÁVEIS À LOCAÇÃO DE NOVOS POÇOS NO MUNICÍPIO DE CARLOS BARBOSA	50

INDICE DE TABELAS

TABELA 1 – DISTRIBUIÇÃO GERAL DAS VAZÕES CORELACIONADAS COM OS LINEAMENTOS.....	46
TABELA 2 – DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL DOS TIPOS DE ÁGUA DOS POÇOS ESTUDADOS.....	49

ABREVIATURAS

CORSAN – Companhia Riograndense de Saneamento

SASG – Sistema Aquífero Serra Geral

COR - Corsan

CBA – Carlos Barbosa

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
1.1	Problema.....	12
1.2	Objetivos Gerais e Específicos.....	13
2	PREMISSAS E ESTADO DA ARTE	13
2.1	Localização da área	14
2.2	Geologia Regional.....	14
2.3	Hidrogeologia Regional	15
2.4	Condicionantes Geológicos de Aquíferos Fraturados	17
2.5	Caracterização Hidroquímica	19
3	METODOLOGIA.....	20
3.1	Inventário	20
3.2	Caracterização Estrutural	23
3.3	Caracterização Hidrodinâmica.....	25
3.4	Caracterização Hidroquímica	27
3.5	Interpretação dos Dados e Caracterização Hidrogeológica	27
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	28
4.1	Formas de Captação da Água Subterrânea	28
4.2	Caracterização Geológica e Estrutural	29
4.3	Caracterização Hidrogeológica e Hidrodinâmica	40
4.4	Caracterização Hidroquímica	48
4.5	Avaliação de Locais Mais Favoráveis a Locação de Poços Tubulares	49
5	CONCLUSÕES.....	51
6	REFERÊNCIAS	53
7	ANEXOS.....	54

1 INTRODUÇÃO

A água subterrânea tem sido a fonte para abastecimento público na cidade de Carlos Barbosa, sendo esse abastecimento realizado pela CORSAN. Dados estatísticos do IBGE apontam um incremento no crescimento populacional de 22,78% nos próximos 10 anos o que acarretará em uma demanda maior da população em relação ao abastecimento. Além disso, esse recurso hídrico é utilizado no desenvolvimento de atividades industriais, sendo que na área do município, há empresas, como a Tramontina que utilizam uma grande quantidade de água subterrânea.

Os aquíferos captados na região são os fraturados e estão associados às rochas vulcânicas da Formação Serra Geral e formam o Sistema Aquífero Serra Geral (SASG). A capacidade específica dos poços neste aquífero, em geral são inferiores a 0,5 m³/h/m, entretanto, excepcionalmente em áreas mais fraturadas ou com arenitos da Formação Botucatu na base do sistema (em torno de 700 m de profundidade), podem ser encontrados valores superiores a 2 m³/h/m.

As salinidades apresentam valores baixos, geralmente inferiores a 250 mg/l. Valores maiores de pH, salinidade e teores de sódio podem ser encontrados nas áreas influenciadas por descargas ascendentes do Sistema Aquífero Guarani (Machado & Freitas, 2005).

Outra característica recorrente no SASG é a sua forte anisotropia, evidenciada pelas características hidrodinâmicas, e conseqüentemente, pelo fornecimento de volumes diferenciados de água, porém em geral com baixa vazão. Assim, a extração contínua, ou seja quando passa a ocorrer a extração de água acima da recarga natural, os poços podem apresentar perda de vazão por superbombeamento ou até mesmo o esgotamento total.

Desta forma, o presente projeto vem contribuir com dados técnicos e ações que possibilitem o conhecimento das características e condicionantes hidrogeológicas dos aquíferos fraturados associados ao SASG, na região de Carlos Barbosa. Além disso, esse estudo permitirá avaliar o uso da água subterrânea, o comportamento hidrodinâmico e estrutural dos aquíferos fraturados e definir áreas mais favoráveis para a perfuração de novos poços.

1.1 Problema

O abastecimento de água da população em Carlos Barbosa é feito com o uso da água subterrânea do SASG e tem uma produção média de 104.884 m³/mês para abastecer 8.682

economias (Sistema de Controle Operacional – Corsan, nov/2013). A cidade também possui uma demanda para abastecimento de várias indústrias, distribuídas em diferentes setores como o metal mecânico (Tramontina), frigoríficos, cerâmica, materiais de construção, entre outros. O turismo também contribui para este aumento da demanda, quando anualmente Carlos Barbosa recebe turistas na Festiqueijo e em outras atividades promovidas pelos municípios da região.

A necessidade do uso da água aumenta conforme o desenvolvimento econômico e social da região. Desta forma o projeto vem contribuir para o aumento do conhecimento hidrogeológico do SASG, para a avaliação quantitativa do uso dos recursos hídricos subterrâneos na região e na definição de novas áreas para futuras perfurações de poços.

1.2 Objetivos Gerais e Específicos

O objetivo geral deste projeto é o de realizar a caracterização estrutural e hidrogeológica do Sistema Aquífero Serra Geral na região de Carlos Barbosa (RS). Os objetivos específicos são:

- realizar o levantamento estrutural e avaliar a correlação entre a produção dos poços e parâmetros hidrodinâmicos com a orientação de lineamentos;
- determinar parâmetros hidrodinâmicos como transmissividade e capacidade específica para o SASG;
- avaliar as características hidroquímicas do SASG;
- definir locais mais favoráveis para a locação e perfuração de poços tubulares.

2 PREMISSAS E ESTADO DA ARTE

Os aquíferos fraturados localizados na sequência de rochas vulcânicas da Formação Serra Geral possuem grande importância pelo seu uso no abastecimento público, industrial e rural da região Nordeste do estado do Rio Grande do Sul. Esses aquíferos são condicionados por diferentes fatores tais como tectônica, litologia e compartimento topográfico (Fernandes, A.J., 2008). Além disso, esses aquíferos apresentam características hidroquímicas diferenciadas que são influenciadas pela circulação da água subterrânea, mistura de águas de outros aquíferos (por exemplo, Sistema Aquífero Guarani – SAG), entre outros fatores (Boff *et. al.*, 2006).

2.1 Localização da área

A área em estudo está localizada no município de Carlos Barbosa a 100 km de Porto Alegre, capital do estado do Rio Grande do Sul. O município está situado a 676 m acima do nível do mar, sendo a altitude da sede de 618 m. Encontra-se entre as coordenadas geográficas 29°18' de Latitude Sul e 51° 30' de Longitude Oeste. Carlos Barbosa faz divisa com os municípios de Garibaldi, Farroupilha, São Vendelino, Alto Feliz, Barão e Boa Vista do Sul. É abastecido em sua totalidade por água subterrânea oriunda de poços tubulares profundos e está inserido em duas bacias hidrográficas, denominadas de Taquari-Antas e Caí (fig. 1).

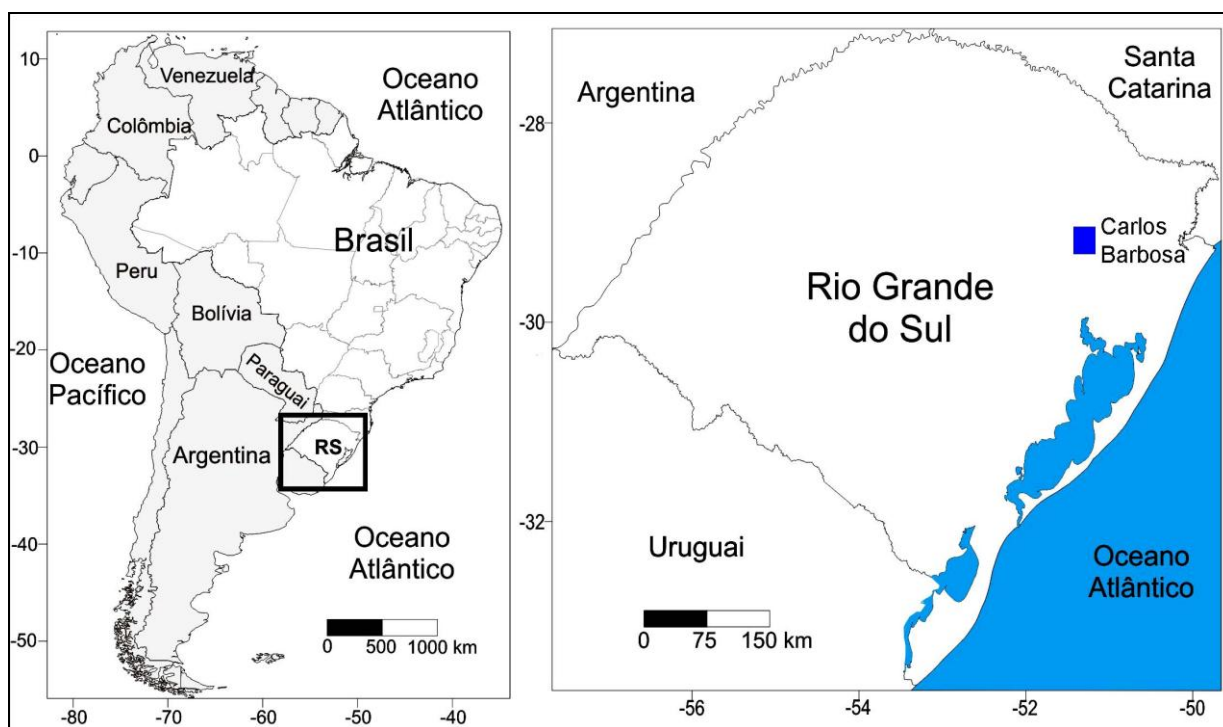


Figura 1 – Mapa de Localização da área de estudo de Carlos Barbosa- RS

2.2 Geologia Regional

A área de estudo situa-se na porção sul da Bacia do Paraná, que é definida por ser uma bacia intracratônica desenvolvida completamente sobre crosta continental de aproximadamente 1.200.000 km² que cobre os estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Mato Grosso do Sul, no Brasil, e parte do Paraguai, Uruguai e Argentina. A bacia é preenchida por rochas sedimentares e vulcânicas, cujas idades variam entre o Siluriano e o Cretáceo. Possui um formato alongado na direção NNE-SSO

(1.750 km de comprimento), com uma largura média de 900 km. A deposição das rochas e estruturação da bacia foi impulsionada pela dinâmica de placas que direcionou a evolução do Gondwana, através do tempo geológico e governadas por um forte controle estrutural baseados em dois *trends* principais, NW-SE e NE-SW e um terceiro *trend* na direção E-W, (Zalan *et. al.*,1990).

Para Hausman (1995), o estado do Rio Grande do Sul está dividido em quatro Províncias Litológicas sobre as quais foram desenvolvidas as Províncias Geomorfológicas, evoluindo no tempo geológico e determinando o relevo, condicionando desta forma a drenagem superficial e/ou subterrânea. Uma dessas províncias é a pertinente a este trabalho e foi classificada como Província basáltica e segundo Freitas *et.al.*(2004), pertencente ao Domínio 5 - Vulcânicas (Aqüíferos fissurais), constituídas pelos derrames vulcânicos de composição básica (basaltos) e ácida (granófiros, riólitos) pertencentes à Formação Serra Geral.

A Formação Serra Geral faz parte do grupo São Bento, sendo que na região de estudo essa formação é representada pelas Fácies Caxias e Gramado. A Fácies Caxias, é caracterizada por rochas de composição intermediárias a ácidas (riodacitos a riólitos, mesocráticos, microgranulares a vitrofíricos e textura esferulítica comum), que formam derrames com forte disjunção tabular no topo e maciços na porção central. Os derrames podem apresentar dobras de fluxo e autobrechas e as vesículas são preenchidas predominantemente por calcedônia e ágata. Esses derrames possuem idade 132,3. +- 0,5 Ma Ar-Ar (Wildner *et. al.*, 2008). A Fácies Gramado é caracterizada por rochas basálticas, de textura granular fina a média, melanocráticas, estruturadas em derrames que possuem zonas vesiculares preenchidos por zeolitas, carbonatos, apofilitas e saponitas. Possuem estruturas de fluxo e *pahoehoe* comuns, com intercalações com os arenitos Botucatu. A idade dessas rochas foi estimada em 132,4 +- 1,4 Ma Ar-Ar (Wildner *et. al.*, 2008).

2.3 Hidrogeologia Regional

Segundo o mapa hidrogeológico do estado (CPRM, 2005), na região há ocorrência do Sistema Aqüífero Serra Geral II (sg2). Este sistema aqüífero de uma forma geral ocupa a parte oeste do Estado, os limites das rochas vulcânicas com o rio Uruguai e as litologias gonduânicas, além da extensa área nordeste do planalto associada com os derrames da Unidade Hidroestratigráfica Serra Geral (fig 2 e 3).

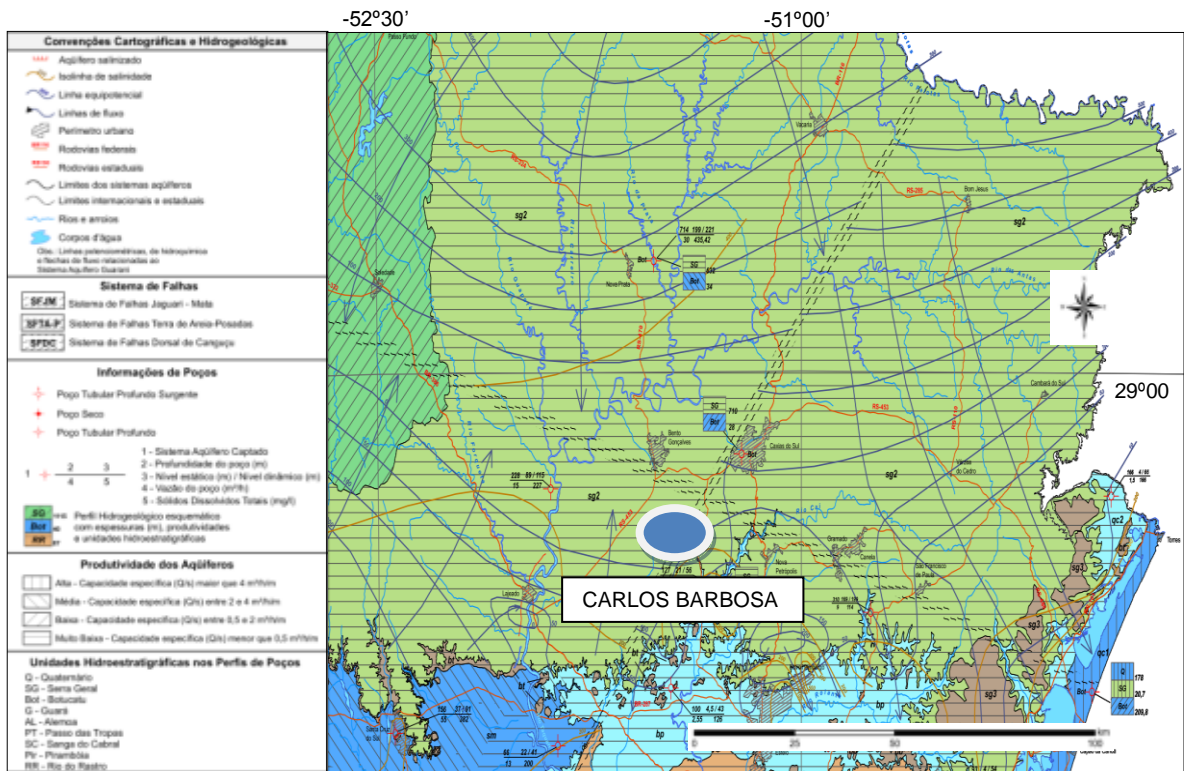


Figura 2 - Localização hidrogeológica do Município. (Modificado de Mapa hidrogeológico do Rio Grande do Sul CPRM, 2005)

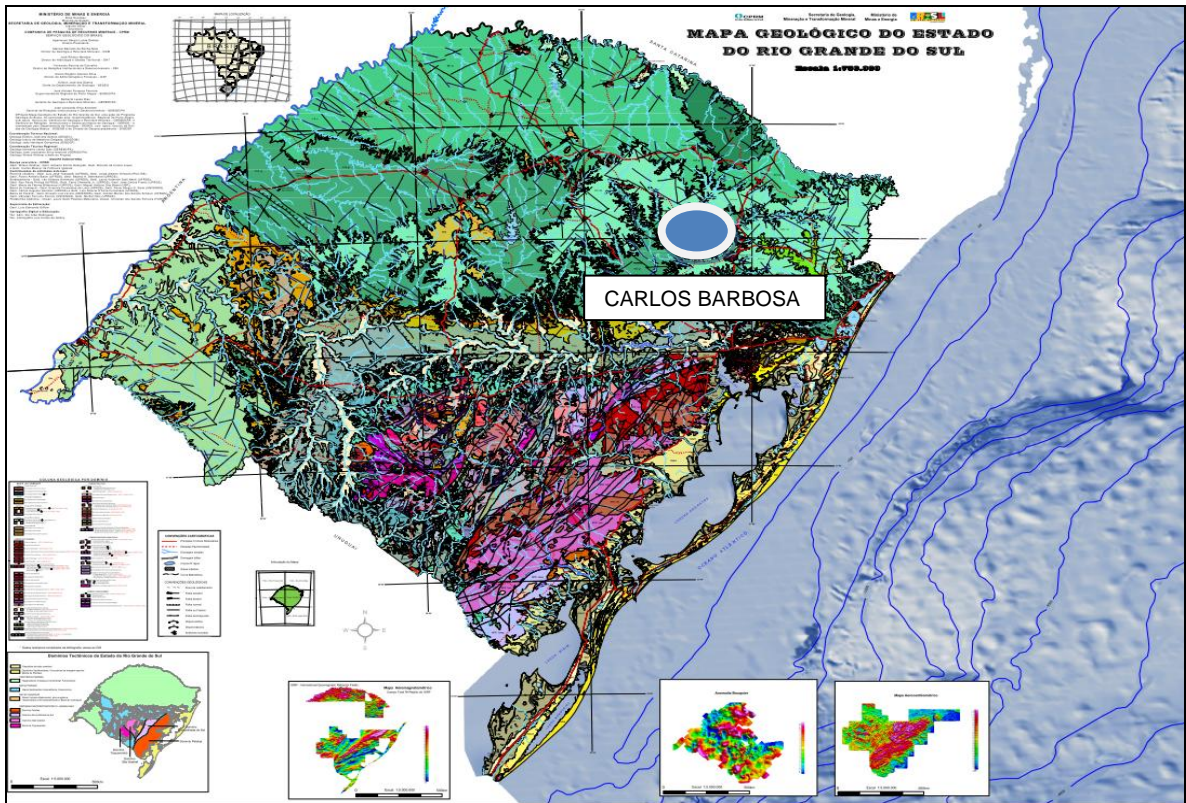


Figura 3 – Localização geológica do Município. (Modificado de Mapa Geológico do Rio Grande do Sul, CPRM (2005)

2.4 Condicionantes Geológicos de Aquíferos Fraturados

Os estudos realizados no país sobre aquíferos fraturados apontam que os seus principais fatores condicionantes estão relacionados com estruturas tectônicas, relevo, litologia e solos.

Verifica-se que a tectônica é o fator que influi mais fortemente na circulação de água em rochas cristalinas, pois gera caminhos de percolação e controla, de modo geral, suas principais características geométricas (abertura, direções, densidade e conectividade). Destas, a abertura é a característica que exerce o mais forte controle sobre a condutividade hidráulica de fraturas (Fernandes, 2008).

Segundo Reginato e Strieder (2006), estudos estruturais apontam que o aquífero está condicionado aos lineamentos do tipo 2 caracterizados por fraturas e zonas de fraturas. Essas estruturas resultaram da ação de dois campos tensionais (um leste-oeste e outro norte-sul) ortogonais que atuaram em toda a região. Como resultado, foram geradas estruturas trativas (paralelas e subparalelas aos eixos de compressão) que em geral estão preenchidas e estruturas híbridas e de cisalhamento (oblíquas entre os eixos de compressão e tração) que podem ou não apresentar preenchimento. Uma integração de dados mostrou uma forte correlação entre lineamentos e poços tubulares produtivos, sendo que as estruturas nordeste (correlacionadas com vazões entre 10 a 20 m³/h) e noroeste (relacionadas com vazões acima de 20 m³/h) são as principais e, estão associadas a poços com as melhores vazões. Dentro destes quadrantes, a melhor orientação em relação à produção de poços é na direção N30 – 60W, para as estruturas noroeste, e N20-30E, para as estruturas nordeste. O resultado da caracterização estrutural e sua relação com aquíferos fraturados demonstrou a necessidade da análise estrutural (identificação de lineamentos e levantamentos de campo) quando da prospecção de aquíferos fraturados.

Com relação ao fator relevo, as zonas que apresentarem alto grau de dissecação são menos favoráveis à ocorrência de águas subterrâneas, visto que o armazenamento é menor e a descarga passa a ser maior em função da possibilidade de formação de fontes de encosta originadas pela quebra do relevo (Reginato & Strieder, 2006).

O fator litologia, embora possua um grau de importância menor, tem sua relação principal associada à estruturação dos derrames de lavas, visto que as estruturas de resfriamento ou primárias podem influenciar na circulação de água, quando conectadas a sistema de fraturas tectônicas. Outra relação ocorre com a hidroquímica, onde as rochas básicas e ácidas têm influência nas características químicas da água subterrânea (Reginato & Strieder, 2006).

O fator solo, em função do tipo e espessura, também condiciona os aquíferos fraturados. Essas duas características têm influência nos processos de infiltração e, conseqüentemente, nos processos de recarga dos aquíferos (Reginato & Strieder, 2006).

Machado e Freitas, (2005) propuseram uma relação, que é diretamente proporcional, entre a magnitude das deformações rúpteis sofridas pelas rochas vulcânicas da Formação Serra Geral e a acumulação de água e de recarga (fig. 4 e 5). Para esses autores os lineamentos de médio a alto porte controlam uma vazão específica maior. Este fato também é corroborado por Betiollo (2006), ao verificar como fator de controle de uma vazão específica, os lineamentos de médio porte (10 a 100 Km) cuja direção dominante é NW.

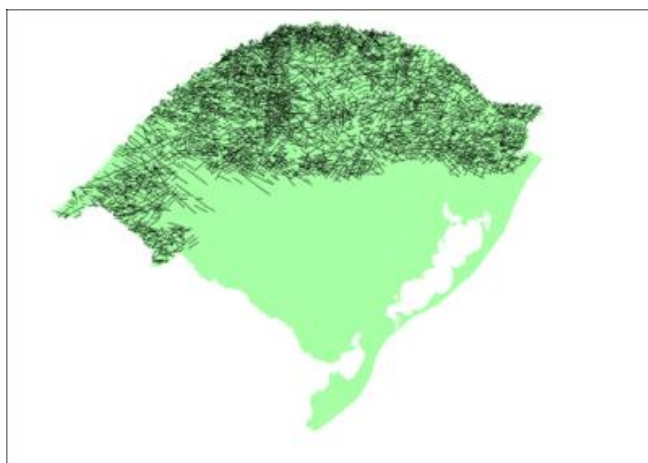


Figura 4 – Mapa de lineamentos morfo-estruturais da Unidade Hidroestratigráfica Serra Geral-RS. (Machado & Freitas, 2005)

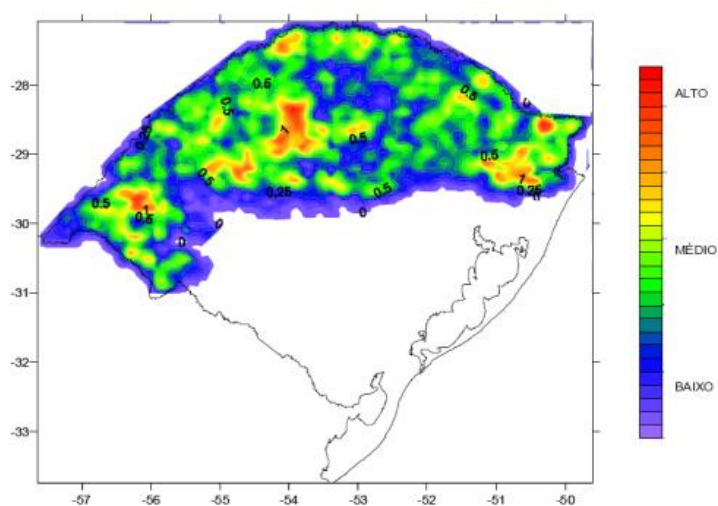


Figura 5 – Mapa de comprimentos de fratura no aquífero Serra Geral-RS. (Machado & Freitas, 2005)

2.5 Caracterização Hidroquímica

Quanto à caracterização hidroquímica do aquífero, Lisboa (1996), classificou o Sistema Aquífero Serra Geral em dois campos hidrogeoquímicos principais: o “Campo das Águas Bicarbonatadas Cálcicas e Calcomagnesianas” e o “Campo das Águas Bicarbonatadas Sódicas”. Identificou ainda, que esse sistema aquífero possui uma estratificação hidrogeoquímica marcada por variações nos teores dos íons de magnésio e cálcio. Essa estratificação é fortemente condicionada pelo fator litoquímico. Para as fácies mais sódicas, a estratificação é controlada pela geotectônica nos seus aspectos morfotectônicos, morfoestruturais e geomorfológicos. Fatores estes que condicionam a formação e estruturação dos aquíferos das Formações Serra Geral e Botucatu.

Além disso, Lisboa (1996) também realizou estudos detalhados de diferentes unidades hidrogeológicas que formam o Sistema Aquífero Serra Geral, onde a unidade Fachada Atlântica Dissecada (local onde está inserida a área de estudo), apresenta três fácies hidrogeoquímicas. A fácies bicarbonatada calco-sódica-magnesianiana ($\text{Ca} > \text{Na} > \text{Mg}$) (55,55%), a fácies mista bicarbonatada sódico-calco-magnesianiana ($\text{Na} > \text{Ca} > \text{Mg}$) (32,11%) e a fácies bicarbonatada calco-magnesianiana-sódica ($\text{Ca} > \text{Mg} > \text{Na}$) (12,34%) (Lisboa, 1996).

Para Boff *et al.* (2006), as águas subterrâneas do SASG têm como ânion predominante o HCO_3^- e os cátions Ca^+ e Na^+ . Estas águas invariavelmente apresentam elementos raros, tais como estrôncio, lítio e zinco. As variações de pH estão associadas às concentrações de bicarbonato (HCO_3^-) e carbonato (CO_3^{2-}) em solução. Em geral se observa que os níveis de pH são bem equilibrados, ou seja, muito próximos de 7. Este parâmetro está condicionado aos teores de bicarbonato (HCO_3^-) e carbonato (CO_3^{2-}) em solução.

Para Reginato (2006) as águas subterrâneas da região da serra gaúcha (planalto) são “Águas Bicarbonatadas Cálcicas ou Magnesianas” (80,1%), “Águas Bicarbonatadas Sódicas” (18,4%) e “Águas Sulfatadas Cálcicas ou Magnesianas” (1,4%).

As águas do SASG possuem uma ótima qualidade, porém podem ser afetadas pela presença de ferro, manganês e até mesmo flúor, com padrões acima do limite permitido. Segundo Hausman (1995), a presença de ferro e manganês está associada com os processos de decomposição das rochas vulcânicas que possuem minerais ferro-magnesianos na sua composição.

Com relação ao flúor, Nanni (2008) sugeriu, baseado em padrões hidrogeoquímicos, que o enriquecimento de fluoreto no SASG, decorre da combinação de recarga ascendente

em condições de confinamento e longo tempo de residência, associados à zona de reduzida participação de recargas meteóricas.

3 METODOLOGIA

3.1 Inventário

O inventário foi realizado através do levantamento de informações existentes junto ao banco de dados da CORSAN e do SIAGAS.

A CORSAN possui um cadastro próprio de informações pertinentes aos poços que opera, através do sistema denominado SCO (Sistema de Controle Operacional) e de acesso interno da empresa. Tal cadastro compreende os ensaios de bombeamento, perfis geológicos construtivos dos poços e análises químicas (fig. 6, 7 e 8). Da mesma forma, a CPRM, através do programa SIAGAS (Sistema de Informações de Águas Subterrâneas que tem acesso público pelo site), possui as informações de parte dos poços existentes no Brasil (fig 8).

Além disso, também foram realizadas visitas aos poços cadastrados pela Corsan, para verificação de seu funcionamento, condições físicas e estruturais e, checagem dos dados que estavam cadastrados no banco de dados.

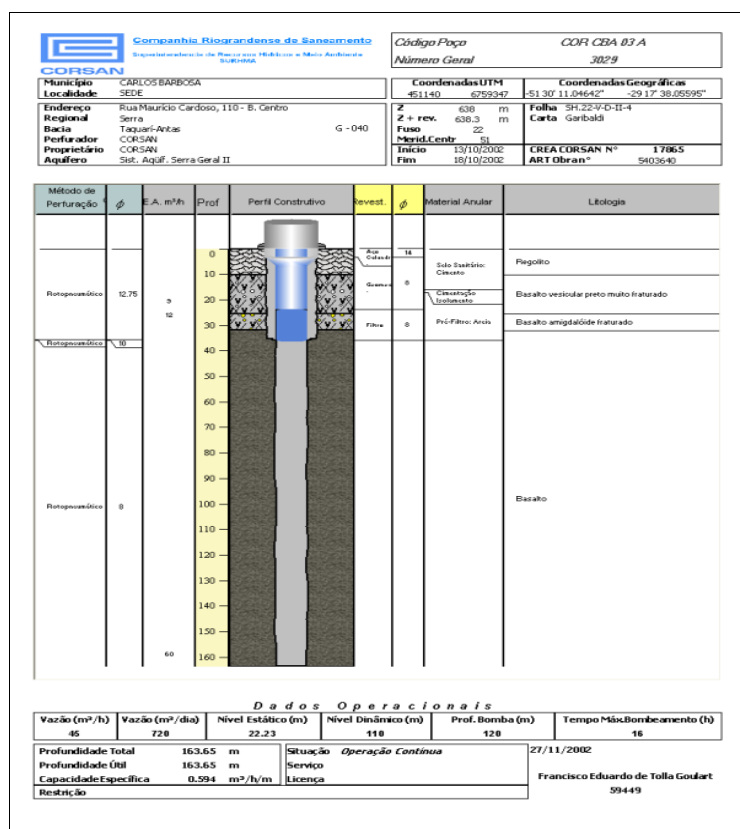



Figura 6 – Exemplo de um Perfil Construtivo poço COR CBA 03A – Cadastro CORSAN

CORSA		COMPANHIA RIOGRANDENSE DE SANEAMENTO					
		Superintendência de Recursos Hídricos e Meio Ambiente					
ENSAIO DE BOMBEAMENTO		SURHMA / DEPEDE				EQUIPE:	
						DATA:	06.03.1978
						HORA	DIA
POÇO		COR-CBA-Nº09		SAÍDA			
ENDEREÇO		RUA 21 DE ABRIL		CHEGADA			
MUNICÍPIO		CARLOS BARBOSA		INÍCIO DA MONT.			
G.M.BOMBA		KSB.BPD 262/6		FIM MONT.			
PROF.	71,5m		DIAM.	8"	INÍCIO TESTE	11-H	08.03.1978
REVEST.ACIMA			0,28m		FIM TESTE	20-H	08.03.1978
PROF.SUCÇÃO			67m		INÍCIO DESM.		
TUBOS EDUTORES					FIM DA DESM.		
ORIFÍCIO							
COORDENADAS UTM							
TEMPO	REBAIXAMENTO				RECUPERAÇÃO		
	OBSERVADOS		CALCULADOS		TEMPO	PARCIAL	NA
	NA	RÉGUA	NA	Q m3/h			
0			3,65		0		14,60
1			6,46	35,294	0,5	1,42	13,18
5			6,82	35,294	1	0,6	13,12
10			7,21	35,294	1,5	0,8	13,04
20			7,69	34,615	2	0,8	12,96
40			8,47	34,615	2,5	0,6	12,90
60			8,99	33,962	3	0,6	12,84
120			10,19	33,333	3,5	0,5	12,79
180			11,00	32,727	4	0,6	12,73
240			11,50	32,727	5	0,6	12,67
300			11,90	31,579	6	0,6	12,61
360			12,22	31,579	8	0,14	12,47
420			12,49	31,034	12	0,21	12,26
480			12,74	31,034	16	0,19	12,07
540			12,93	30,508	24	0,27	11,80
600			13,13	30,508	32	0,23	11,57
660			13,27	30,508	40	0,18	11,39
720			13,44	30,508	50	0,24	11,15
780			13,62	30,000	60	0,21	10,94
840			13,72	30,000	80	0,35	10,59
900			13,80	30,000	100	0,28	10,31
960			13,83	28,125	120	0,27	10,04
1020			13,85	27,692	150	0,33	9,71
1080			13,92	27,692	180	0,27	9,44
1140			14,00	27,692	240	0,48	8,96
1200			14,08	27,692	300	0,39	8,57
1260			14,17	27,692	1020		6,52
1320			14,27	27,692			
1380			14,33	27,273			
1440			14,42	27,273			
1500			14,51	27,273			
1560			14,60	26,866			

Figura 7 – Exemplo de um Ensaio de Bombeamento poço COR CBA 25 – Cadastro CORSAN



COMPANHIA RIOGRANDENSE DE SANEAMENTO
SUPERINTENDÊNCIA DE TRATAMENTO - SUTRA
DEPARTAMENTO DE ENSAIOS E APOIO LABORATORIAL - DEAL

IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA									
Procedência: Carlos Barbosa					Nº. de inscrição: 8563/11				
RESULTADOS DOS ENSAIOS FÍSICO-QUÍMICOS EM ÁGUAS									
Parâmetros	Valor	Unidade	LDM	LOM	IM	Data do Ensaio	Método	Portaria 518/04*	
								Min.	Máx.
Alcalinidade Total	34	mg/L CaCO ₃	1	2	1	22/12/11	2320 B	-	-
Bicarbonatos	42	mg/L HCO ₃ ⁻	1	2	2	22/12/11	2320 B	-	-
Cloretos	2,35	mg/L Cl ⁻	0,06	0,20	-	03/12/11	4110 B	-	250
Condutividade	89,2	µS/cm à 25°C	1,17	1,76	3,3	09/12/11	2510 B	-	-
Cor	< LQM	mg/L Pt-Co	2	5	-	05/12/11	2120 B	-	15
Cálcio	8,4	mg/L Ca	0,14	0,21	0,9	21/12/11	3500 Ca B	-	-
Dureza	29	mg/L CaCO ₃	0,5	0,6	3	21/12/11	2340 C	-	500
Fluoretos	0,2	mg/L F ⁻	0,02	0,07	-	03/12/11	4110 B	-	1,5
Magnésio	2,2	mg/L Mg	0,04	0,06	0,8	21/12/11	3500 Mg B	-	-
Nitritos	0,91	mg/L N	0,01	0,03	-	03/12/11	4110 B	-	10
Nitritos	< LQM	mg/L N	0,001	0,002	0,004	02/12/11	4500 NO ₂ -B	-	1
Nitrogênio Amônia	< LQM	mg/L N	0,04	0,10	0,1	21/12/11	FQ 024	-	1,5
Nitrogênio Total	0,91	mg/L N	0,15	0,24	-	-	-	-	-
Nitrogênio Orgânico	ND	mg/L N	0,15	0,24	-	22/12/11	4500 Norg B	-	-
Odor	Terroso 2	-	-	-	-	21/12/11	FO 012	-	-
pH	7,4 à 24 °C	-	-	-	0,1	05/12/11	4500 H+ B	6,0	9,5
Sulfatos	ND	mg/L SO ₄ ⁻⁻	0,59	1,79	-	03/12/11	4110 B	-	250
Sólidos Dissolvidos Totais	108	mg/L	-	-	-	19/12/11	2540 C	-	1000
Sólidos Totais	168	mg/L	28	46	-	22/12/11	2540 G	-	-
Turbidez	0,17	NTU	0,11	0,17	0,56	06/12/11	2130 B	-	5

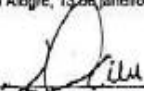
Observações
Do acordo com a Portaria 10/99 da Secretaria da Saúde: Fluoretos abaixo do permitido (0,6 - 0,9).

Legenda: NA - Não Analisado LDM - Limite de Detecção do Método ND - Não Detectado LQM - Limite de Quantificação do Método
IM - Incerteza de Medição FQ - Método Corsan

*Para efeito de comparação considerar para a Portaria 518/04 as mesmas unidades dos resultados expressos neste relatório.
A faixa considerada para o parâmetro Fluoretos refere-se à Portaria 10/99 da Secretaria Estadual da Saúde.

Métodos de ensaio e preservação de acordo com o Standard Methods for Examination of Water and Wastewater - 21st Edition of American Water Works Association - AWWA. Coleta realizada conforme POP 006 - Procedimento para Coleta de Amostras de Águas e a frequência é estabelecida pelo cliente. Este relatório só pode ser reproduzido na íntegra. Os resultados se referem somente a esta amostra. A incerteza de medição expandida relatada é baseada em uma incerteza padrão combinada, multiplicada por um fator de abrangência K, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

Porto Alegre, 13 de janeiro de 2012.


 Daniela Fernandes Graffini
 Química - Matr. nº 131862
 CRQ V 05201300
 DEAL/SUTRA


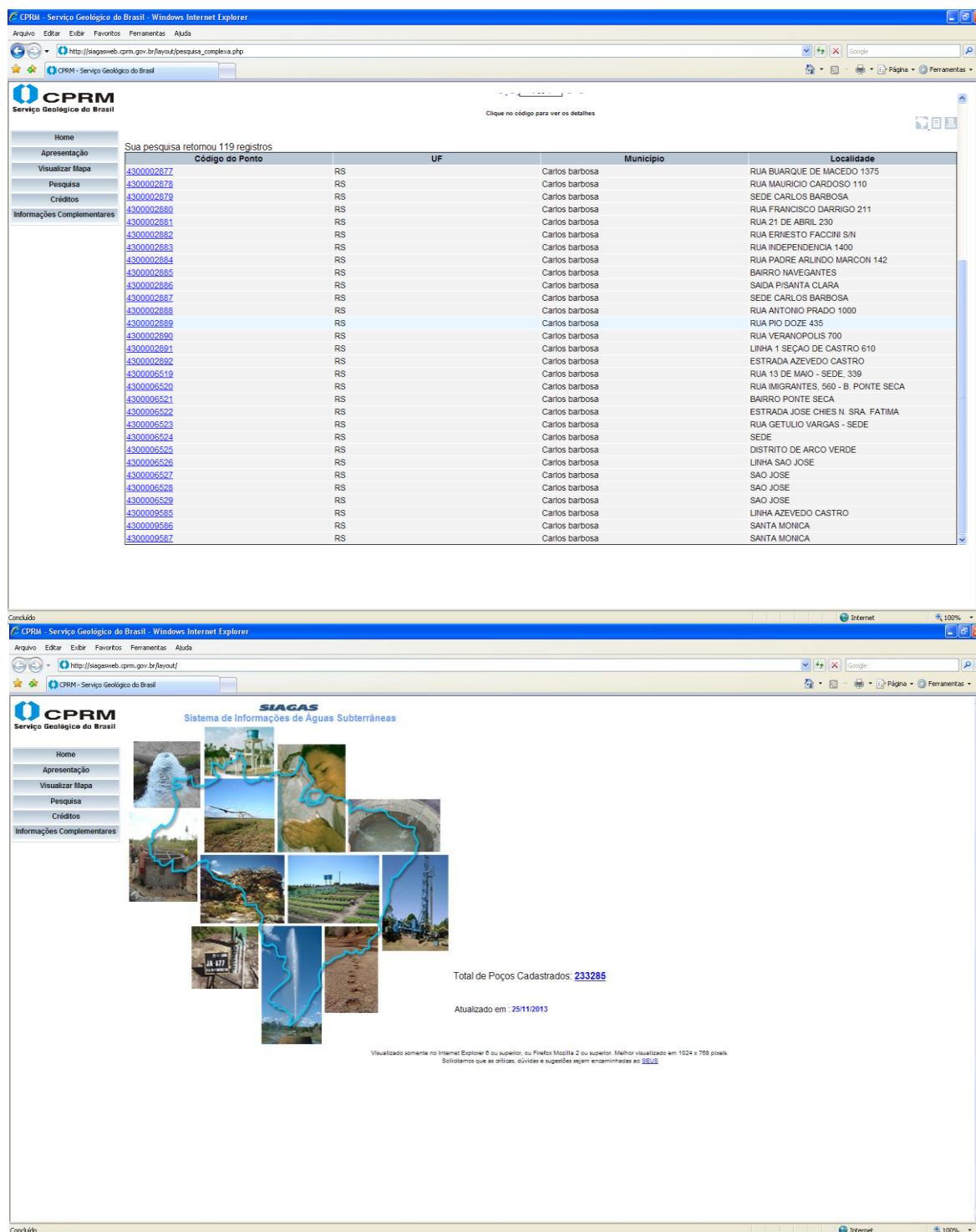
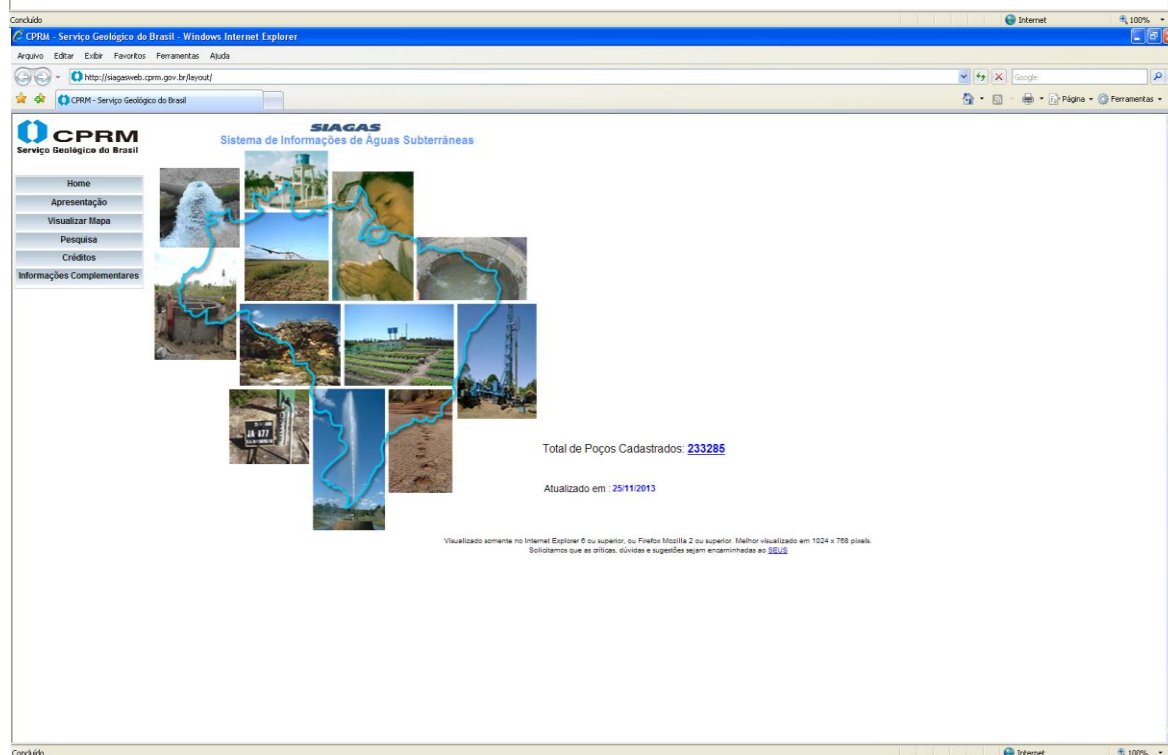

 Eliane Lemos Santos
 Eng. Química - Matr. nº 131375
 CRQ V 05301736
 Chefe DEAL/SUTRA

Figura 8 – Exemplo de um relatório de análise Físico - Química e bacteriológica do poço – Cadastro CORSAN



Clique no código para ver os detalhes

Código do Ponto	UF	Município	Localidade
4300002877	RS	Carlos barbosa	RUA BUARQUE DE MACEDO 1375
4300002878	RS	Carlos barbosa	RUA MAURICIO CARDOSO 110
4300002879	RS	Carlos barbosa	SEDE CARLOS BARBOSA
4300002880	RS	Carlos barbosa	RUA FRANCISCO DARRIGO 211
4300002881	RS	Carlos barbosa	RUA 21 DE ABRIL 230
4300002882	RS	Carlos barbosa	RUA ERNESTO FACINI S/N
4300002883	RS	Carlos barbosa	RUA INDEPENDENCIA 1400
4300002884	RS	Carlos barbosa	RUA PADRE ARLINDO MARCON 142
4300002885	RS	Carlos barbosa	BAIRRO NAVEGANTES
4300002886	RS	Carlos barbosa	SAIDA PISANTA CLARA
4300002887	RS	Carlos barbosa	SEDE CARLOS BARBOSA
4300002888	RS	Carlos barbosa	RUA ANTONIO PRADO 1000
4300002889	RS	Carlos barbosa	RUA PIO DOZE 435
4300002890	RS	Carlos barbosa	RUA VERANOPOLIS 700
4300002891	RS	Carlos barbosa	LINHA 1 SEÇAO DE CASTRO 610
4300002892	RS	Carlos barbosa	ESTRADA AZEVEDO CASTRO
4300006519	RS	Carlos barbosa	RUA 13 DE MAIO - SEDE. 339
4300006520	RS	Carlos barbosa	RUA IMIGRANTES, 560 - B. PONTE SECA
4300006521	RS	Carlos barbosa	BAIRRO PONTE SECA
4300006522	RS	Carlos barbosa	ESTRADA JOSE CHIES N. SRA. FATIMA
4300006523	RS	Carlos barbosa	RUA GETULIO VARGAS - SEDE
4300006524	RS	Carlos barbosa	SEDE
4300006525	RS	Carlos barbosa	DISTRITO DE ARCO VERDE
4300006526	RS	Carlos barbosa	LINHA SAO JOSE
4300006527	RS	Carlos barbosa	SAO JOSE
4300006528	RS	Carlos barbosa	SAO JOSE
4300006529	RS	Carlos barbosa	SAO JOSE
4300009585	RS	Carlos barbosa	LINHA AZEVEDO CASTRO
4300009586	RS	Carlos barbosa	SANTA MONICA
4300009587	RS	Carlos barbosa	SANTA MONICA



SIAGAS
Sistema de Informações de Águas Subterrâneas

Total de Poços Cadastrados: **233285**

Atualizado em : 25/11/2013

Visualizado somente no Internet Explorer 6 ou superior, ou Firefox Mozilla 2 ou superior. Melhor visualizado em 1024 x 768 pixels. Solicitamos que as críticas, dúvidas e sugestões sejam encaminhadas ao [SEU](#).

Figura 9 – Cadastro de Poços de Carlos Barbosa - RS– SIAGAS – CPRM. Consulta em out./2013

3.2 Caracterização Estrutural

A caracterização estrutural visou o reconhecimento dos lineamentos existentes na área de estudo. A identificação de lineamentos foi realizada com base na fotointerpretação

de pares de fotografias aéreas da Região de Carlos Barbosa (as fotos 17617, 17618 e 17619 foram obtidas com a CORSAN) e na interpretação de uma imagem de radar da região (Figuras 10 e 11). A identificação de lineamentos foi realizada com base na identificação de morfoestruturas associadas ao relevo (vales orientados, trechos lineares de rios, cristas, entre outras feições).

Os lineamentos identificados nos *estereopares* e na imagem foram utilizados na elaboração de um mapa de lineamentos o qual foi gerado com uso do programa “*AutoCad2009*”. Além disso, com auxílio desse programa foram obtidas as orientações e comprimentos dos lineamentos.

Além da interpretação de aerofotos, foram realizados levantamentos de campo para identificação do tipo de estrutura (fraturas, juntas), orientação e características como preenchimento (ocorrência e tipo de material de preenchimento).

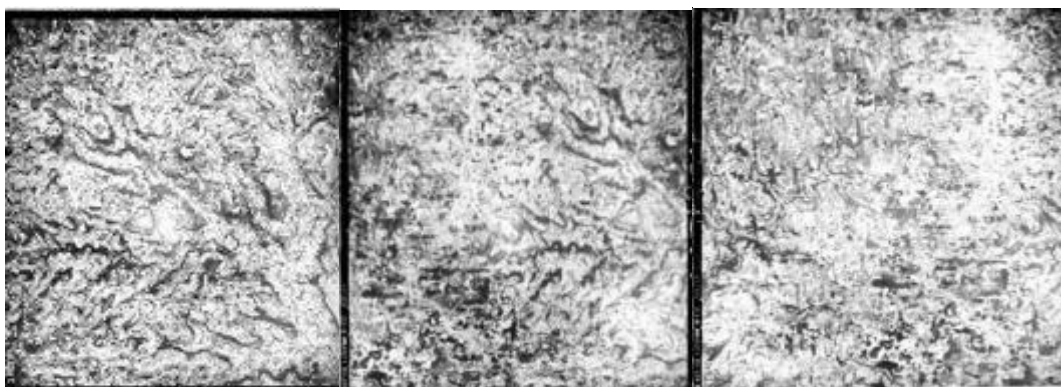


Figura 10 – Fotos aéreas de Carlos Barbosa - RS (17617, 17618 e 17619). Escala 1:60.000

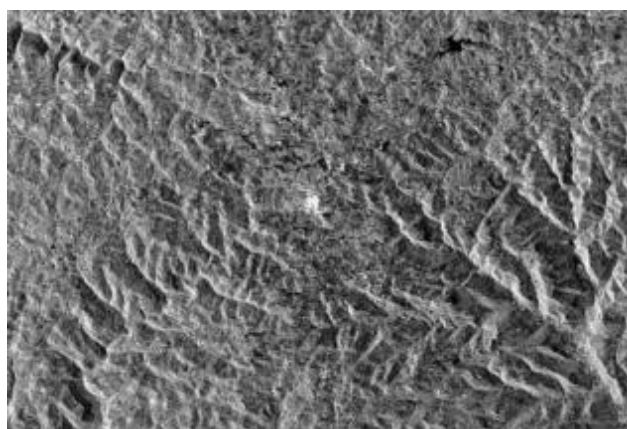


Figura 11 – Imagem de Radar da Região de Carlos Barbosa- RS (Radam Brasil)

3.3 Caracterização Hidrodinâmica

A caracterização hidrodinâmica foi realizada através da determinação de parâmetros como transmissividade (T) e capacidade específica (Q/s).

Os parâmetros transmissividade (T) e capacidade específica (Q/s) foram calculados através dos dados obtidos com os ensaios de bombeamento realizados pela CORSAN e do uso do programa GWW (fig. 12,13 e 14).

Além disso foram geradas as curvas de rebaixamento e tempo que também foram utilizadas na caracterização dos aquíferos fraturados. Essas curvas foram geradas com o uso do programa GWW.

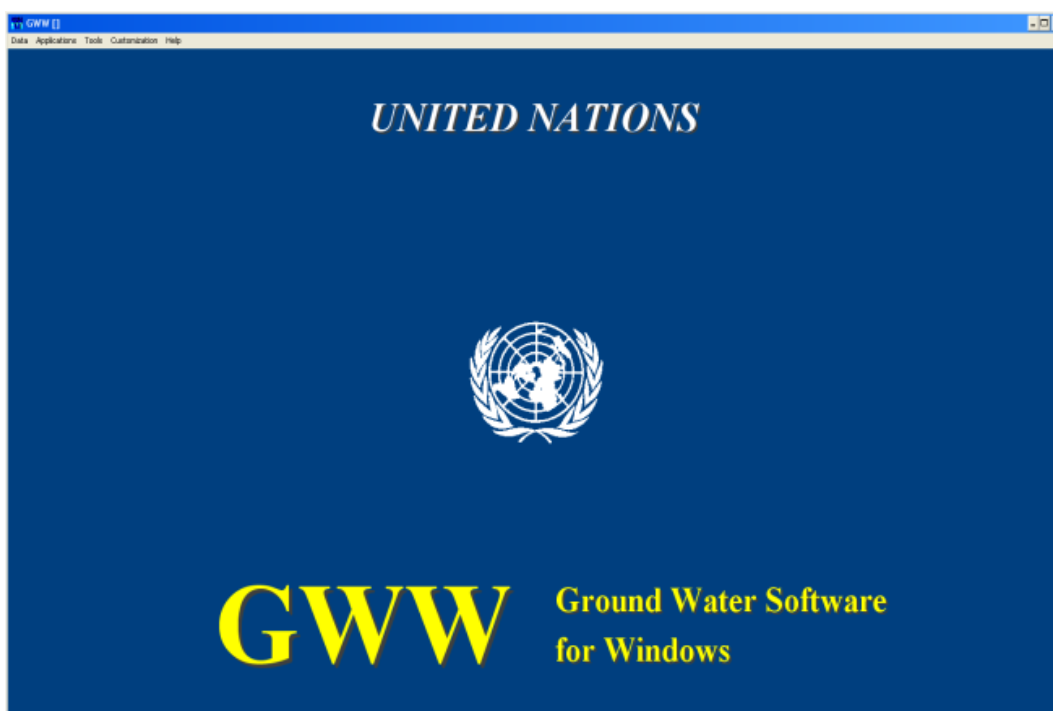


Figura 12 - Página Inicial do Programa GWW

Pumping Tests [c:\gww\dados4-1\m.gww]

Data Edit File Display Report Make Random Load Map Help

53/53

COR CBA 04A

de Bombeamento

Time [min]	Depth [m]	Q [m ³ /h]	Skip
1	1	0.01	
5	50		
10	50	2.08	
15	50	1.33	
20	49	1.12	
25	48	1.03	
30	47	0.95	
40	47	1.2	
60	46	1.24	
90	45	1.08	
120	44	0.98	
180	44	0.72	
240	44	0.33	
300	43	0.34	
360	43	0.19	
420	43	0.07	
480	43	0.06	
540	43	0.05	
600	43		
660	43		
720	43		
780	43		
840	43		
900	43		
960	43	0.21	
1020	43	0.28	
1080	43	0.42	
1140	43	0.28	
1200	42	0.1	
1260	41	0.15	
1320	40	0.45	
1380	41	1.74	
1440	42	0	
1440.5	63.29		
1441	63.01		
1441.5	62.7		

Projeto de Bombeamento

Resultados

Esp. Sat. Inicial

Outajamento

Ess

23.73

Jacob Method

Valores Selecionados

S

K

Projeto de Bombeamento

h)

Bomba (m)

Regime

Dados de Campo

h₀ (m)

Prof-Bomba (m)

Validação

Figura 13 – Tela de inserção de dados dos Ensaios de Bombeamento - GWW

Pumping Tests [c:\gww\dados4-1\m.gww]

Data Edit File Display Report Make Random Load Map Help

53/53

COR CBA 02

GWIS ... Teste de Bombeamento

Page

COR CBA 02

Nome

SIAGAS 2877

Data

Data Pago Obs.

Comentário

1.00

Resultados

Q Média

4.5000

Duração

1750.0

Esp. Sat. Inicial

T

0.0357

S

8.2203E-05

Outajamento

Ess

7.19

Jacob Method

Valores Selecionados

T

s(T)

S

K

Projeto de Bombeamento

ND (m)

ND (m)

Q (m³/h)

Bomba (m)

Regime

Dados de Campo

ND (m)

Q (m³/h)

s (m³/h.m)

Prof-Bomba (m)

Referência

Validação

Figura 14 – Tela com os parâmetros hidrodinâmicos calculados com GWW

3.4 Caracterização Hidroquímica

A interpretação das análises físico-químicas e bacteriológicas foram realizadas com o programa Qualigraf (fig.15), o qual calcula o balanço iônico das amostras e gera diagramas, como o de *Piper*, que foi utilizado na classificação das águas.

Os relatórios das análises físico químicas e bacteriológicas foram obtidos com a CORSAN.



Figura 15 – Tela inicial do programa Qualigraf

3.5 Interpretação dos Dados e Caracterização Hidrogeológica

Os dados obtidos com a caracterização estrutural, hidrodinâmica e hidroquímica foram integrados e utilizados na caracterização hidrogeológica dos aquíferos fraturados e na identificação de áreas mais favoráveis a locação de poços tubulares.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Formas de Captação da Água Subterrânea

Os dados obtidos com o inventário, como os perfis construtivos e geológicos dos poços, dos ensaios de bombeamento e dos relatórios de análises físico químicas e bacteriológicas foram organizados em uma planilha *excell* (Anexo 1), e utilizados na caracterização hidrogeológica dos aquíferos fraturados.

Ao todo foram identificados 140 poços, sendo 46 da CORSAN e 94 de empresas e de particulares (fig 16). Os poços da CORSAN são utilizados para abastecimento público, enquanto os outros poços são utilizados no desenvolvimento de atividades industriais, comerciais, agropecuárias e individuais. Este fato merece atenção, pois a demanda de consumo pela CORSAN aumenta, com o aumento da população, na mesma medida em que aumenta a demanda das indústrias e particulares, podendo gerar assim, um déficit hídrico do sistema aquífero da região.

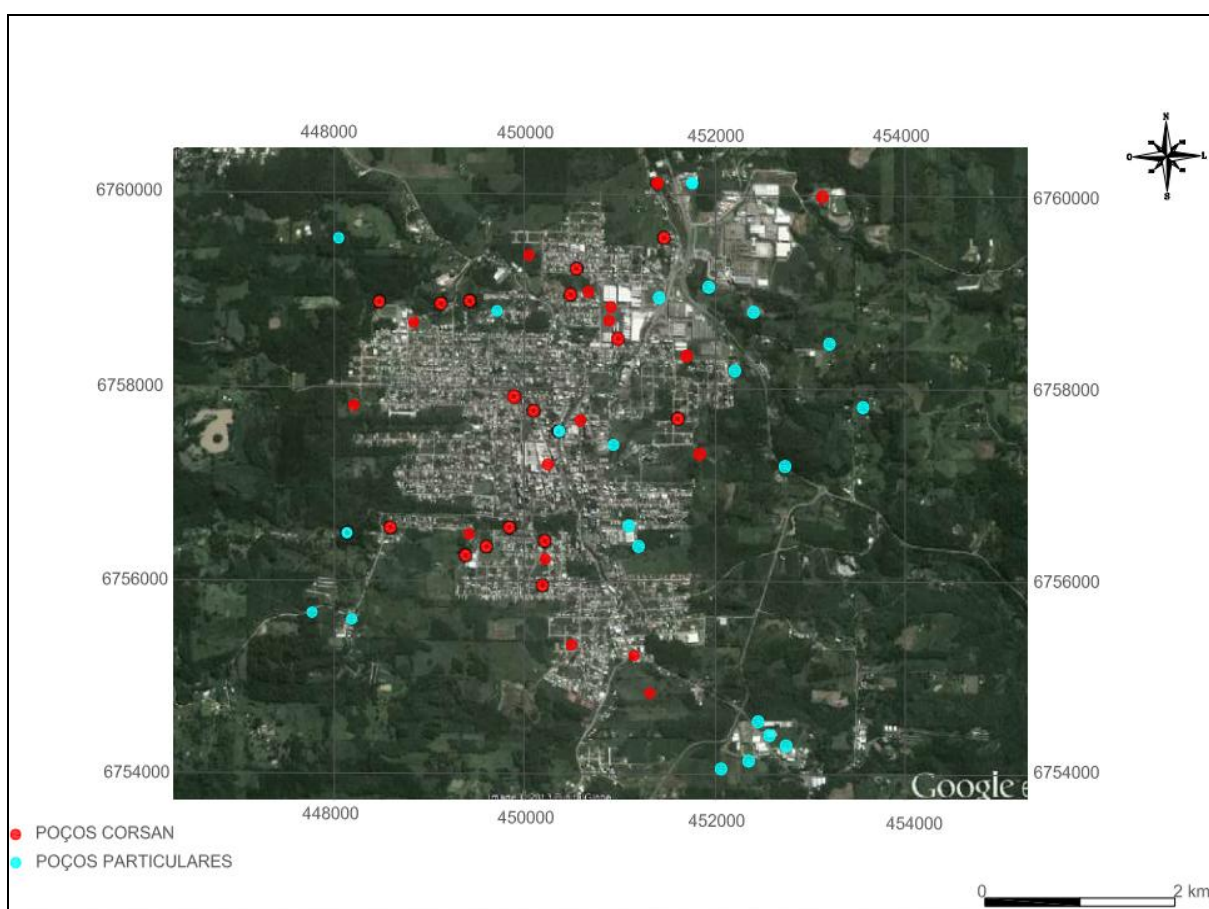


Figura 16 – Localização dos poços da Corsan e particulares em Carlos Barbosa - RS

Com as visitas aos poços tubulares da CORSAN, verificou-se que em geral, os mesmos estão localizados em uma área cercada, com o quadro de comando e tratamento conforme ABNT NBR 12.244 em um abrigo padrão da empresa (fig.17).



Figura 17 - Poços existentes da Corsan COR CBA 03 A (esq.) e COR CBA 04 (dir.) detalhes do selo sanitário e perímetro de proteção

4.2 Caracterização Geológica e Estrutural

Na pesquisa de campo, foram percorridos 25 afloramentos tipo corte de estrada. As rochas encontradas nas altitudes de até 500 metros estão associadas aos derrames básicos e são representadas por basaltos de coloração marrom escuro (fig. 18), textura fanerítica muito fina e disjunção vertical como estrutura predominante. Nas direções do contato com as camadas de base há ocorrências de brechas vulcânicas com fragmentos de basalto vesicular a amigdalóide. O topo dos derrames, que se mostram irregulares, apresentam um basalto marrom avermelhado com geodos centimétricos preenchidos por zeolitas e basaltos vesiculares a amigdalóides com preenchimento de zeolitas e carbonatos (fig 19 e 20).



Figura 18 – Basalto marrom escuro



Figura 19 – Basalto marrom avermelhado



Figura 20 - Amígdala preenchido com zeolita

Nos derrames ácidos que ocorrem em altitude acima de 500 m as rochas encontradas foram riolitos de coloração marrom a castanha e cinza, com vesículas e amígdalas (em alguns pontos orientadas enquanto em outros esparsas) preenchidas com quartzo (calcedônia, ágata). Os contatos entre os derrames ácidos apresentam zonas vesiculares e de brechas vulcânicas. (fig. 21).



Figura 21 - Contato entre derrames ácidos apresentando zonas vesiculares e brechas vulcânicas

Os riolitos encontrados são de coloração cinza claros com disjunção horizontal e inclinada (fig. 22 e 23), sem preenchimento nos planos e sem veios. Em alguns pontos as amígdalas estão preenchidas por quartzo e carbonatos. Foi constatada circulação de água em pequena quantidade em alguns planos verticais e sub-verticais (fig. 24).



Figura 22 - Riodacito de coloração cinza



Figura 23 - Disjunção Horizontal

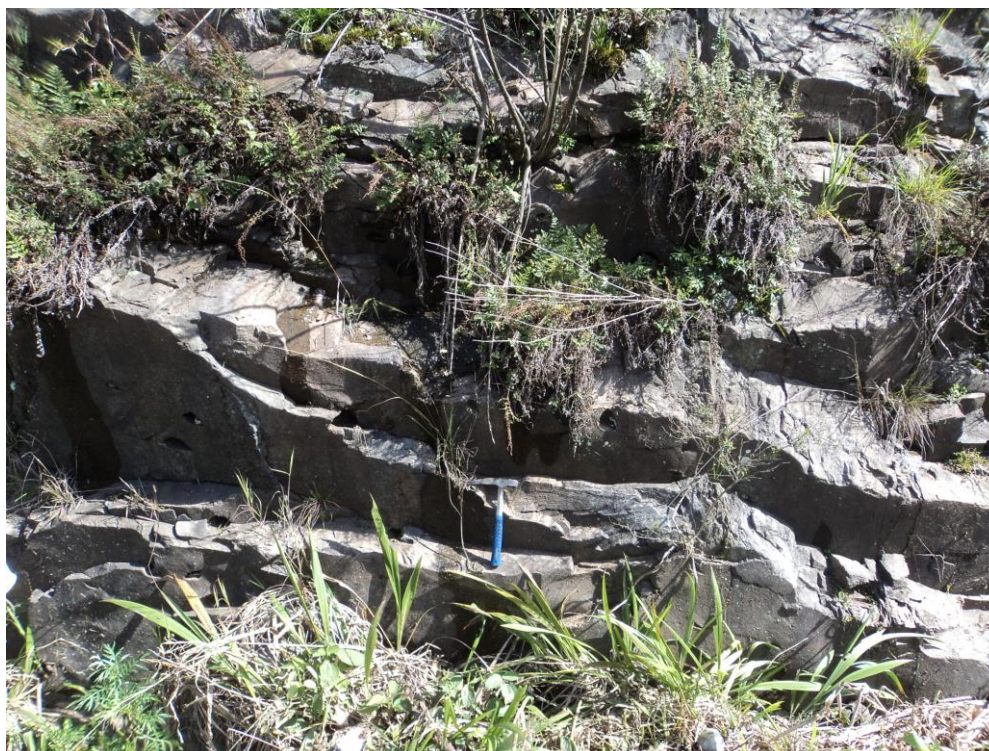


Figura 24 – Circulação de água no riodacito

Os dacitos possuem coloração marrom e cinza, são faneríticos finos a muito finos com micro-amígdalas preenchidas por carbonato (fig. 25). São pouco fraturados e podem apresentar estruturas de fluxo (fig. 26)



Figura 25 – Dacito com microamígdalas.



Figura 26 - Estruturas de fluxo no dacito cinza

A análise das rochas e estruturas observadas em cada um dos afloramentos permitiu a identificação da ocorrência de diferentes derrames ácidos e básicos na área de estudo. A figura 27 mostra o perfil estratigráfico construído com base na interpretação dos dados de campo.

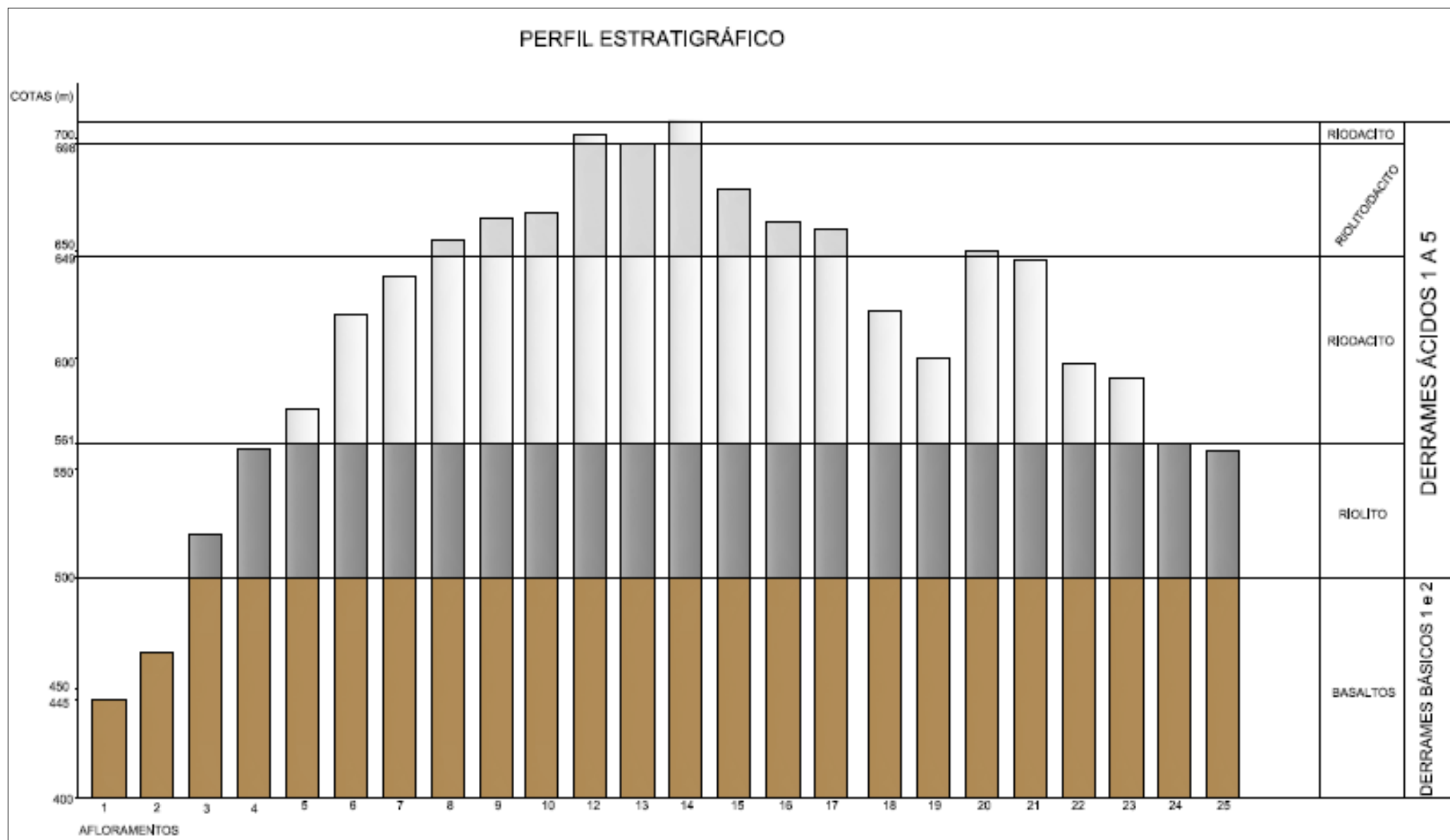


Figura 27 – Perfil Estratigráfico

Na interpretação das aerofotos, foram identificados 324 lineamentos, que foram locados na carta topográfica de Carlos Barbosa (fig.28). Esses lineamentos correspondem a estruturas do tipo fraturas.

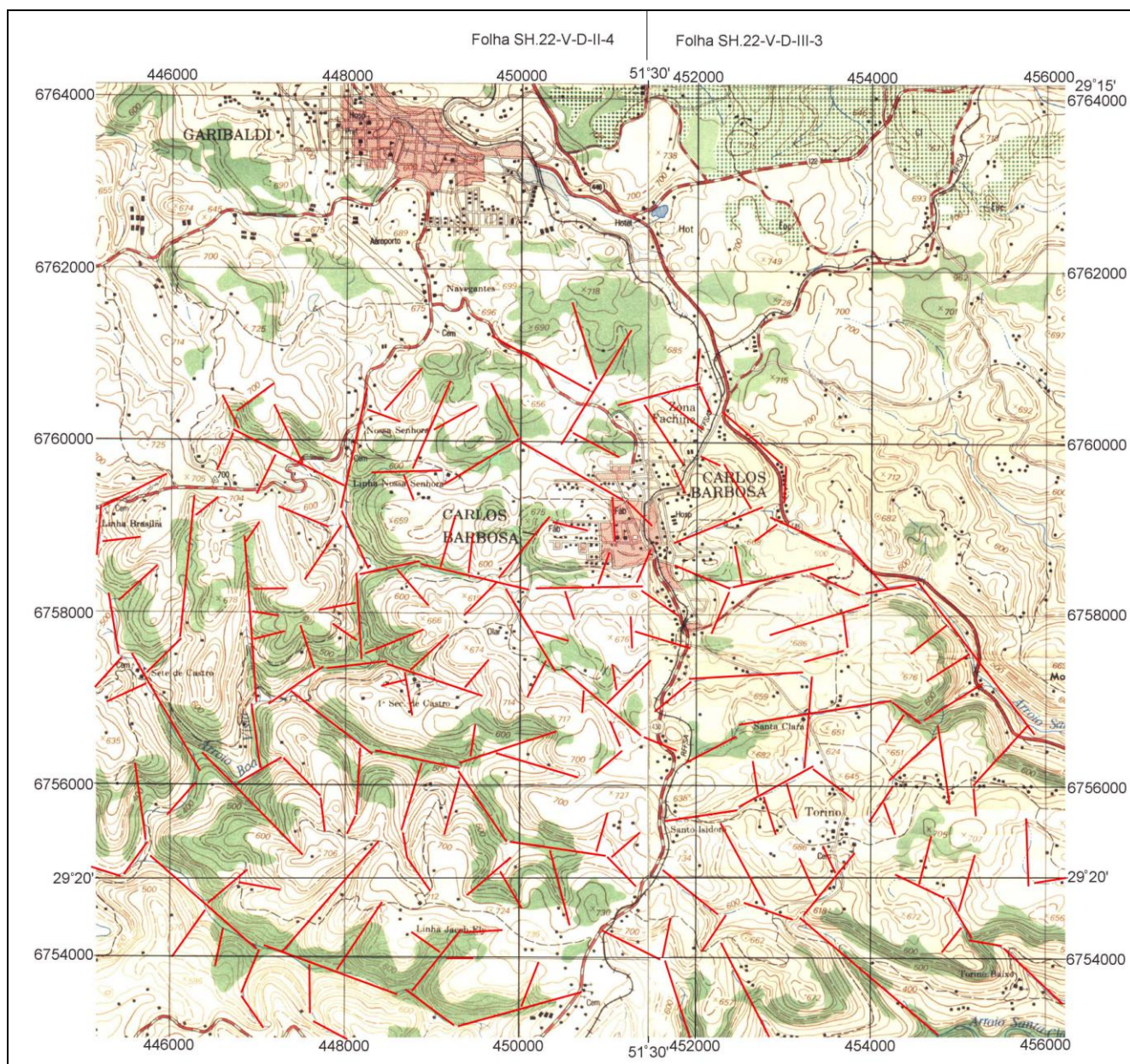


Figura 28 – Planta Cartográfica com Lineamentos – Carlos Barbosa - RS

As medições dos azimutes, em planta, estão representadas no gráfico de frequência de lineamentos (Fig. 29). A representação mostra que os lineamentos estão concentrados a

maior parte, em dois quadrantes sendo que o principal é a direção NE-SW, com 57% das ocorrências e secundariamente na direção NW-SE com 43% das ocorrências.

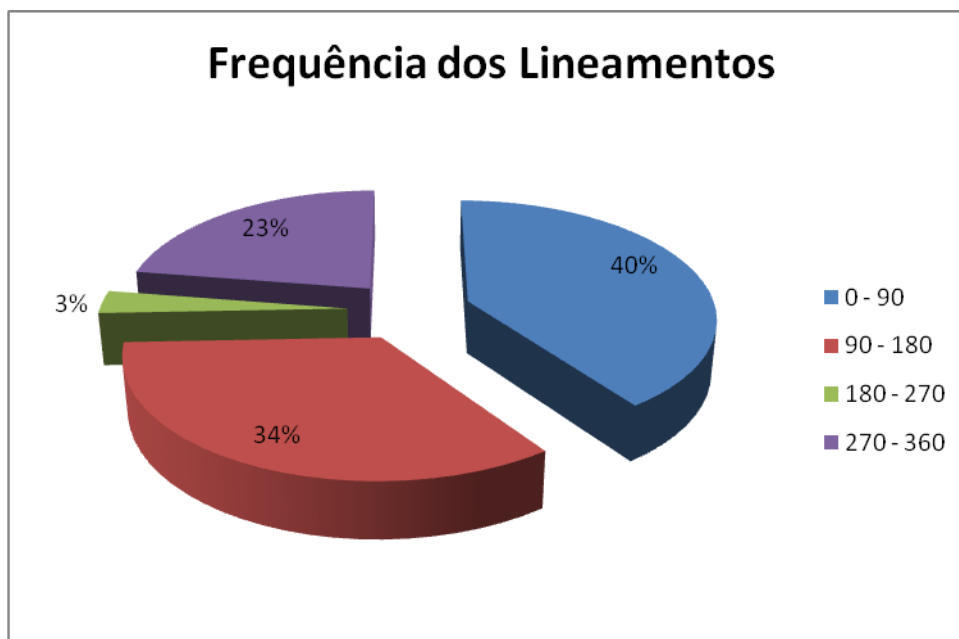


Figura 29 – Frequência de Lineamentos

No diagrama de rosetas (fig. 30), pode-se verificar a ocorrência de lineamentos distribuídos em diferentes quadrantes e direções. No caso dos lineamentos noroeste, observa-se que o rumo N30-40W é o principal, seguido pelos rumos N00-10W, N40-50W e N70-80W. Já os lineamentos nordeste tem como orientação principal o rumo N50-60E e N70-80E.

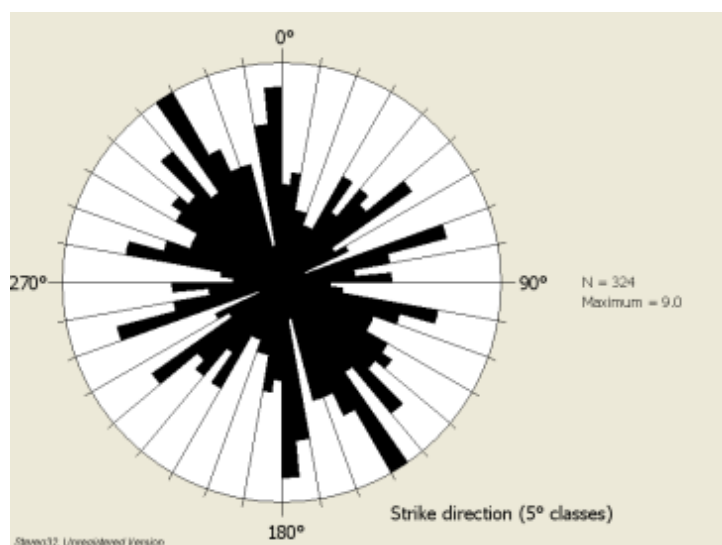


Figura 30 – Diagrama de roseta com as direções dos lineamentos

Nos perfis percorridos no trabalho de campo, foram medidas as estruturas de planos de fraturas. Pela análise do diagrama de roseta (fig 31) identificamos que a maior frequência das medidas estão situadas em dois quadrantes principais. No quadrante NW, o intervalo N10W é onde estão localizadas a maior parte das estruturas, enquanto que no quadrante NE o intervalo N60-80E é o principal.

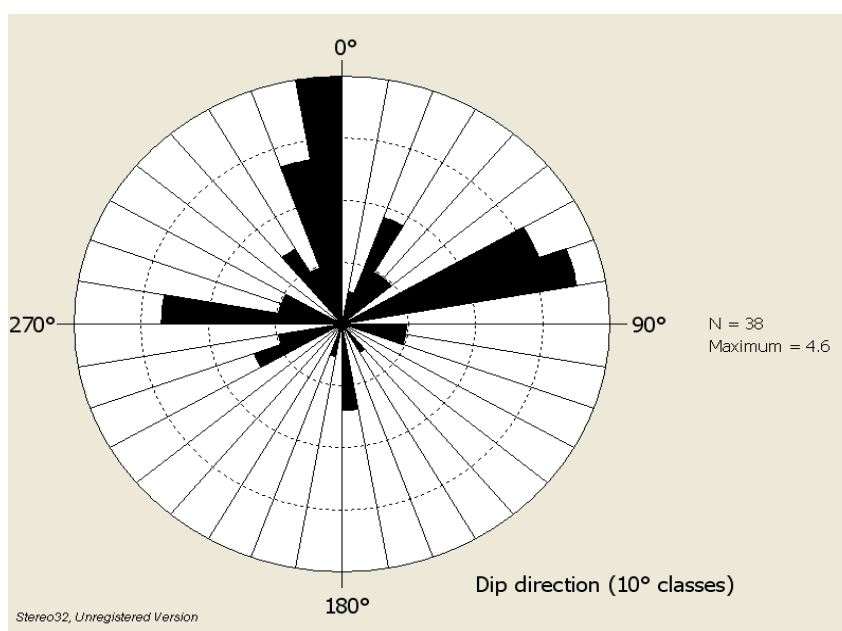


Figura 31 – Diagrama de roseta dos planos de fraturas medidos em campo

No levantamento de campo identificou-se que as fraturas são verticais a sub-verticais e cortam os derrames em várias direções. Em alguns pontos foi possível identificar conjugados de cisalhamento ortogonais entre si (274 85; 350 86; 076 89) e planos (074 10; 076 89 e 352 20) com a ocorrência de uma pequena circulação de água (fig. 32, 33 e 34). Por vezes, alguns planos apresentam-se mineralizados (048 90; 016 90), sendo muitas vezes preenchidos com zeolitas e carbonatos (050 85; 012 85; 326 80; 062 85).

O levantamento de campo também permitiu identificar que os planos ou estruturas onde há circulação de água correspondem a contatos entre derrames, estruturas de resfriamento das rochas (disjunções horizontais) e fraturas.



Figura 32 – Circulação de água fraturas



Figura 33 – Circulação de água entre fraturas



Figura 34 – Circulação de água entre fraturas

4.3 Caracterização Hidrogeológica e Hidrodinâmica

A análise dos dados dos poços tubulares e dos ensaios de bombeamento permitiu realizar a caracterização hidrogeológica e hidrodinâmica do SASG na região de Carlos Barbosa.

A análise dos 140 poços cadastrados permitiu verificar que as profundidades dos poços perfurados em sua maioria estão situadas no intervalo entre 100 a 150 m (39%) e 50 a 100 m (34%), como mostra a figura 35. Desta forma, fica evidenciado que as principais profundidades para as entradas de água estão entre 50 a 150 metros, onde as fraturas são mais produtoras.

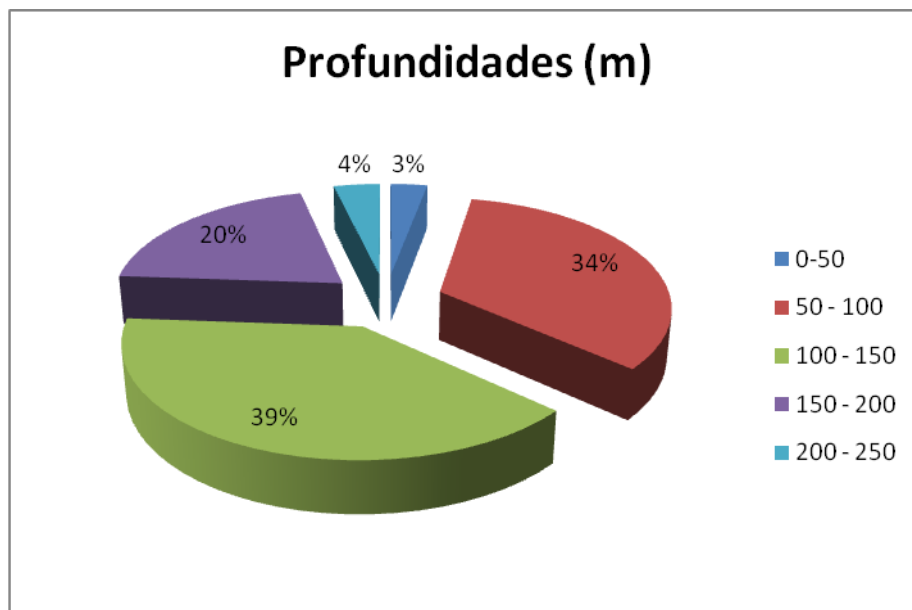


Figura 35 – Distribuição dos níveis de profundidade dos poços

Quanto ao nível estático, podemos verificar, como mostra o gráfico da figura 36, que os níveis de água apresentam grandes variações, sendo que na maior parte dos casos, medidos em profundidades abaixo dos 10 m (60%). Em geral, os níveis de água estão bem acima das profundidades das entradas de água, o que leva a concluir que estas águas encontram-se sob pressão.

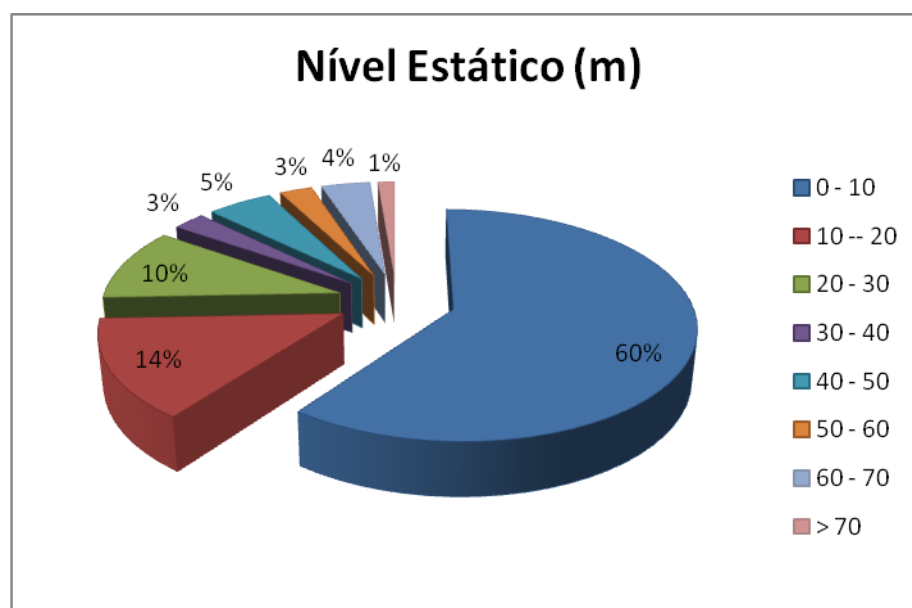


Figura 36 – Distribuição do nível estático

O nível dinâmico, conforme demonstra a figura 37 está bem distribuído entre 10 e 80 metros de profundidade. Esse nível está associado ao rebaixamento do nível de água gerado durante o período em que o poço está em bombeamento, portanto é variável e depende diretamente da quantidade que está sendo explotada. Em geral, a estabilização do nível dinâmico no aquífero da região ocorre na profundidade da fratura mais produtiva.

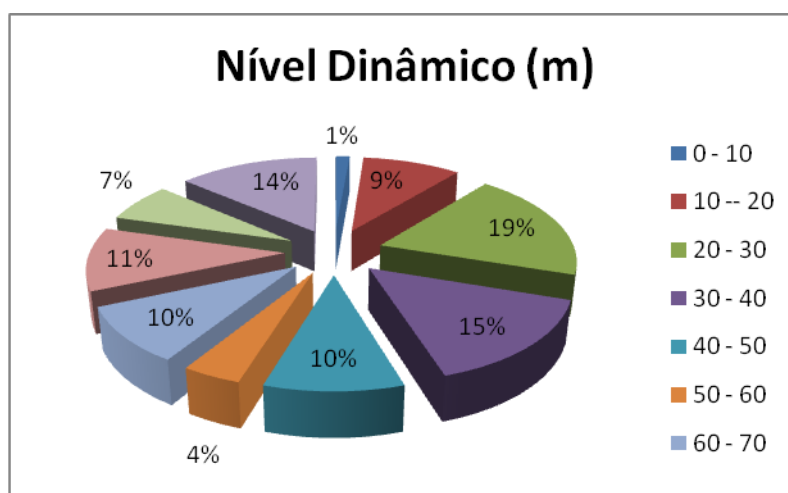


Figura 37 – Gráfico Estatístico Nível Dinâmico

A figura 38 mostra a capacidade específica distribuída entre 0,001 e 1 m³/h/m em 82% dos poços. Em 15% dos poços, a capacidade específica está entre 1 e 2 m³/h/m e 3% entre 2 e 4 m³/h/m. Este fato corrobora a descrição do Mapa Hidrogeológico do Rio Grande do Sul que caracteriza o aquífero com a capacidade específica em torno de 0,5 m³/h/m. Fato que evidencia a forte anisotropia do aquífero fraturado em estudo (Machado & Freitas, CPRM, 2005).

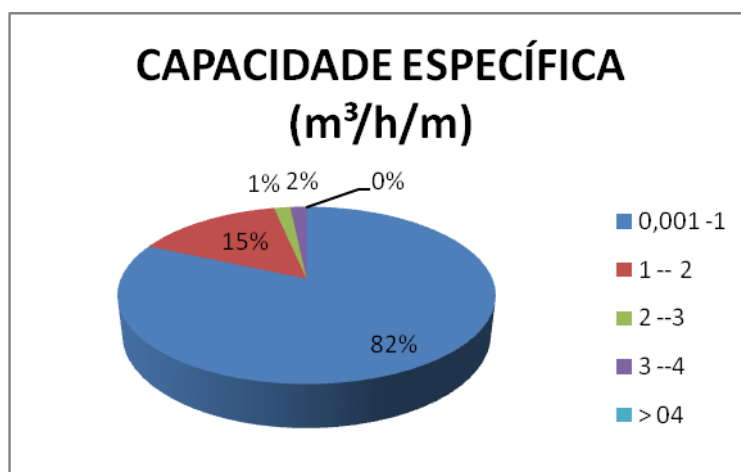


Figura 38 – Gráfico Estatístico Capacidade Específica

As vazões descritas na figura 39 mostram que 51% dos poços produzem até 10 m³/h. Enquanto que 29% produzem entre 10 e 20 m³/h e as maiores vazões estão divididas em 14% para o intervalo entre 20 e 30 m³/h e os outros 6% entre 40 e acima de 50 m³/h. Nota-se que a vazão não é muito alta, característica esperada dos aquíferos fraturados do SASG.

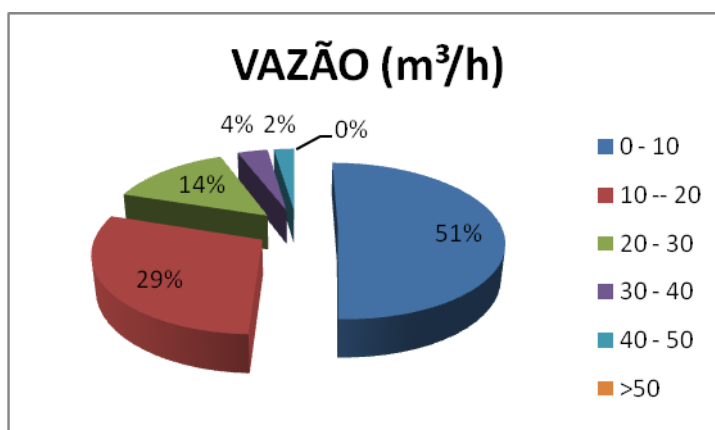


Figura 39 – Gráfico Estatístico de Vazões

Outra característica típica dos aquíferos fraturados é o número de entradas de água nos poços. Devido às fraturas, as estruturas de resfriamento e a superposição de derrames, as entradas de água podem se localizar em várias profundidades dos poços. A figura 40 mostra que 35% dos poços têm de 1 a 2 entradas de água, seguido por 31% com 1 entrada, 24% com 2 ou 3 entradas e 10% com 3 ou 4 entradas. A ocorrência de um número maior de entradas de água pode também ter relação com a posição dos níveis estático e dinâmico ou posição das fraturas ao longo do poço.



Figura 40 – Gráfico Estatístico Número de Entradas de Água

A figura 41 mostra dois gráficos de rebaixamento típicos dos poços da região verificado nos ensaios de bombeamento realizados pela Corsan. A curva em forma escalonada tipifica o aquífero fraturado e suas várias entradas de água (fig. 40 (a)). O gráfico da figura 40 (b) mostra que a resposta do aquífero ao bombeamento pode ser mais lenta. O gráfico da curva de recuperação (figura 41) mostra que a recuperação do nível estático ocorre de forma diferenciada, sendo mais lenta quanto mais próxima estiver do NE original. Indicando assim que a recarga por fratura não é muito eficaz.

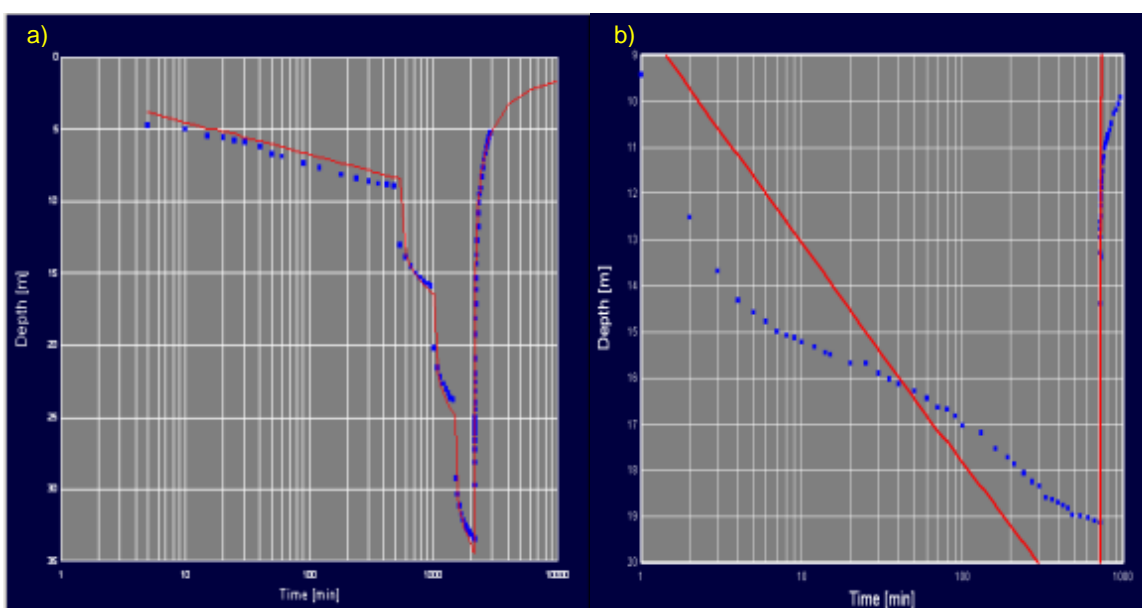


Figura 41 – Gráfico típico do rebaixamento dos poços da região

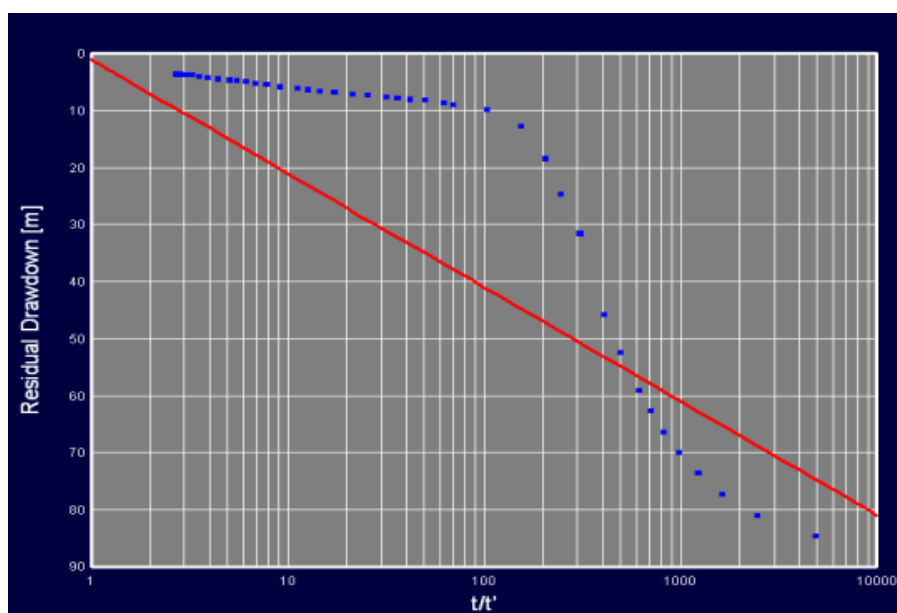


Figura 42 – Gráfico típico do rebaixamento dos poços da região.

Os gráficos gerados e os cálculos hidrogeológicos com as informações dos testes de vazão de poços confirmam a baixa transmissividade (T), nestes casos, sendo na maioria das vezes, muito baixas, com 48% dos poços apresentando valores diferenciados como no intervalo 0,1 e 0,5 m²/h (48%), 0 e 0,1 m²/h (22%), 0,5 e 1,0 m²/h (15%) e maior que 1,5 m²/h (15%). Essa variação é típica de aquíferos fraturados (anisotrópicos) (fig. 43).

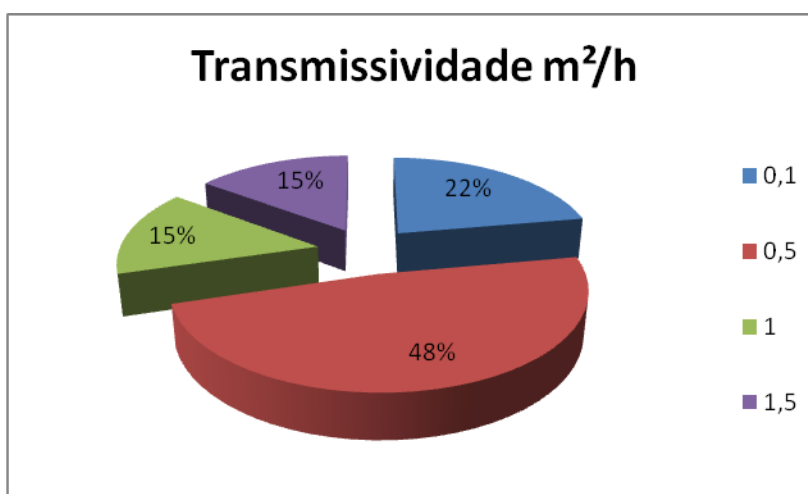


Figura 43 – Transmissividade dos poços estudados

Para avaliar a existência de uma correlação entre lineamentos e vazão, os poços constantes no inventário, foram locados na planta que continha as informações dos lineamentos identificados na área de estudo (fig. 45). Dessa forma, foi possível correlacionar a vazão dos poços com a orientação de lineamentos. Os resultados obtidos são apresentados na tabela 1 e no diagrama de roseta (fig. 44).

Analisando-se os resultados observa-se que a maioria dos poços com vazões entre 10 e 50 m³/h estão associados a lineamentos com direção NW-SE (intervalo N0-10W e N30-50W) e, secundariamente, com direção NE-SW (intervalo N70-80E).

Tabela 1 – Distribuição geral das vazões correlacionadas com os lineamentos

Vazões (m ³ /h)	Direções dos Lineamentos	
	NE - SW	NW-SE
0 - 10	16	21
10 -- 20	12	10
20 -30	2	8
40 - 50	2	3
Totais	32	42

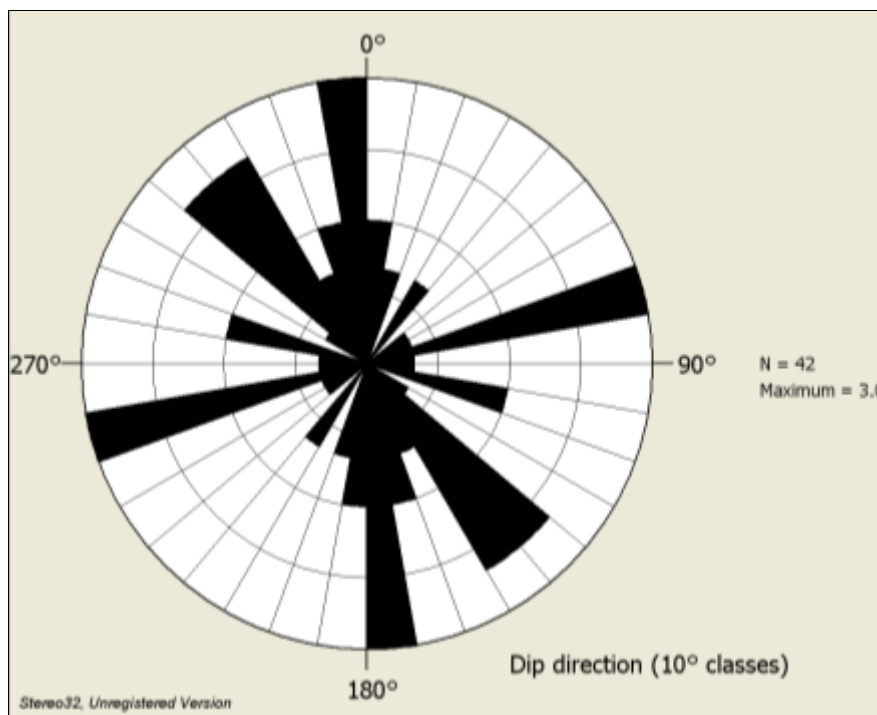
Figura 44 – Diagrama de Rosetas para lineamentos de poços com vazões entre 10 e 50 m³/h



Figura 45 – Mapa de lineamentos e Poços na área urbana de Carlos Barbosa

4.4 Caracterização Hidroquímica

A caracterização hidroquímica foi determinada com base nas análises físico-químicas e bacteriológicas realizadas pela Corsan, com o uso do programa Qualigraf.

Analisando o diagrama *Piper* observa-se que as águas subterrâneas podem ser classificadas em dois campos, sendo o campo das águas bicarbonatadas cálcicas ou magnesianas, o principal. Foi identificada somente uma ocorrência de águas bicarbonatadas sódicas (fig. 46).

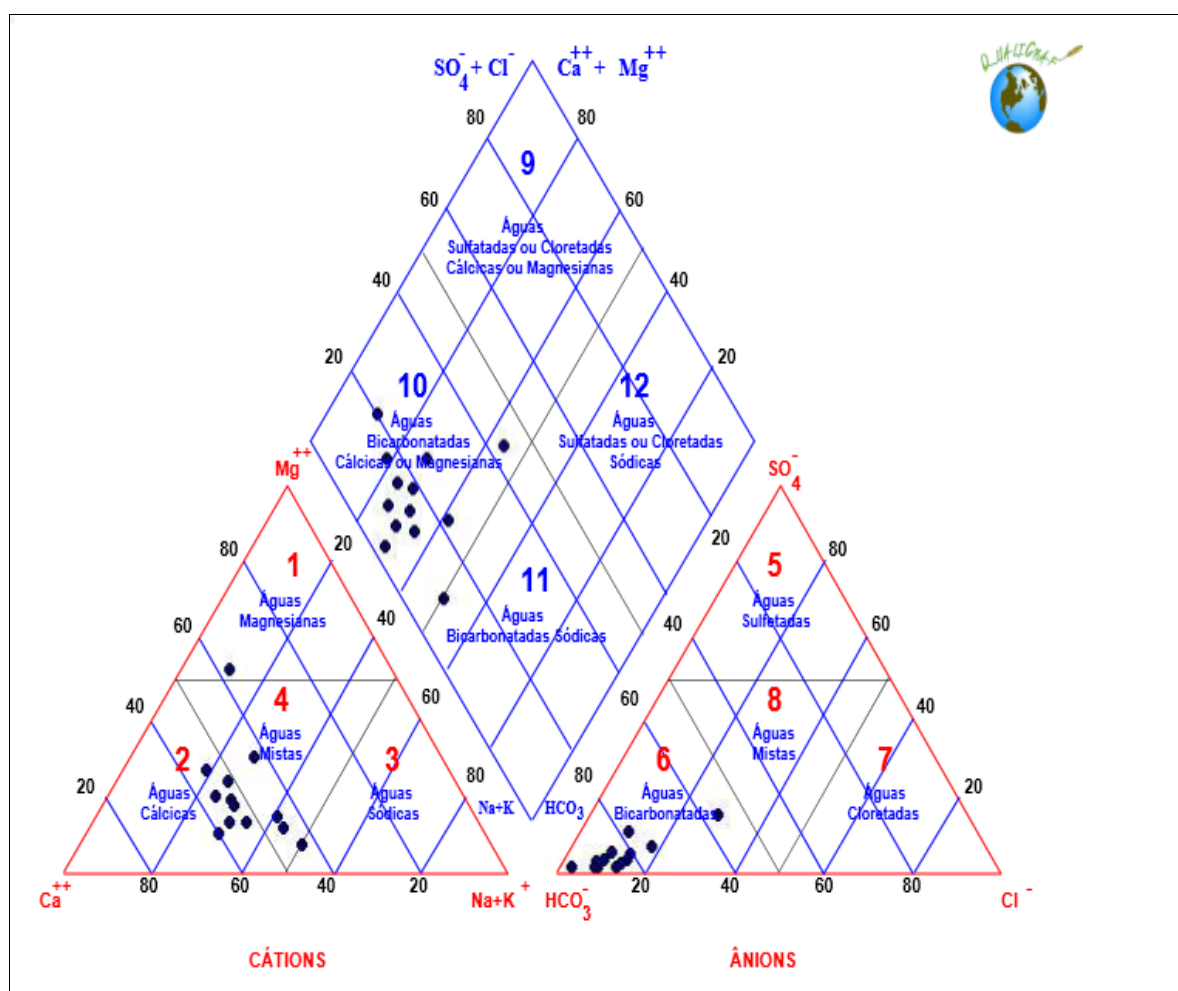


Figura 46 – Diagrama de Piper com a classificação das amostras

Na análise dos cátions e ânions (Tabela 2) fica evidenciado que todas as águas são do tipo bicarbonatadas, sendo que 58,4% são bicarbonatadas cálcicas, 25% são

bicarbonatadas mistas, 8,3% são bicarbonatadas magnesianas e 8,3% são bicarbonatadas sódicas.

A tabela 2 mostra os percentuais de ocorrência de cada tipo de amostra. Onde se identifica que 100% das amostras são Bicarbonatadas, sendo 91,7% Cálcicas ou Magnesianas. As águas cálcicas ocorrem em 58,4% das amostras, classificando assim, como Águas Bicarbonatadas Cálcicas.

Tabela 2 – Distribuição percentual dos tipos de água dos poços estudados

Íon	Tipo	Quantidades de Amostras	Percentual (%)
Geral	Bicarbonatadas Cálcicas ou Magnesianas	11	91,7
	Bicarbonatadas Sódicas	1	8,3
Cátions	Águas Magnesianas	1	8,3
	Águas Cálcicas	7	58,4
	Águas Sódicas	1	8,3
	Águas Mistas	3	25
Ânions	Águas Bicarbonatadas	12	100

4.5 Avaliação de Locais Mais Favoráveis a Locação de Poços Tubulares

Com base nos dados analisados, foi possível identificar como locais mais favoráveis à locação de novos poços tubulares, aqueles onde estão situados lineamentos com direções NW-SE no intervalo N0-10W e N30-50W e, secundariamente, direções NE-SW, associadas a orientação N70-80E. As vazões correlatas a essas medidas estão entre 10 e 50 m³/h.

Todavia é necessário ainda que se faça uma pesquisa de campo com relação à operacionalidade destes locais no sentido de evitar terrenos particulares ou com interferências no que diz respeito à iluminação pública, dutos de gás, telefone, redes de esgoto, fossas sépticas entre outras. Também deve-se levar em conta a existência de poços tubulares associados ao mesmo lineamento, pois poderia haver interferência entre poços quando os dois estiverem bombeando ao mesmo tempo.

O fator relevo também deve ser levado em consideração e aqueles lugares com menor grau de dissecação são os mais favoráveis devido à recarga por infiltração.

A figura 47 mostra os lineamentos na cor amarela em planta mais favoráveis à locação de novos poços para o Município de Carlos Barbosa.

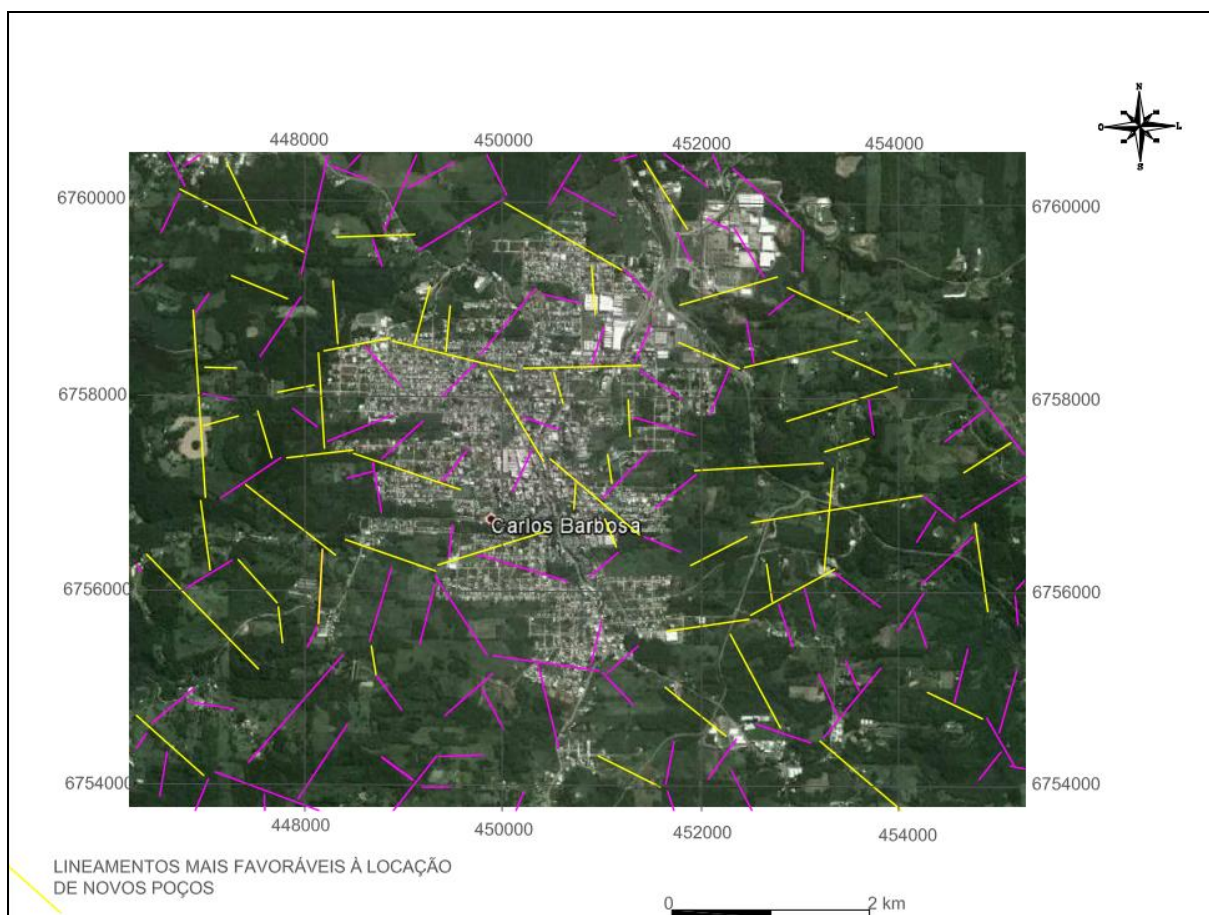


Figura 47 – Lineamentos mais favoráveis à locação de novos poços no Município de Carlos Barbosa

5 CONCLUSÕES

O abastecimento de água do Município de Carlos Barbosa é feito em sua totalidade com o uso da água subterrânea do SASG (Sistema Aquífero Serra Geral). Além da população urbana, o uso da água também se destina ao atendimento das indústrias e da população rural. Desta forma o projeto vem contribuir para o aumento do conhecimento hidrogeológico do SASG, na avaliação quantitativa do uso dos recursos hídricos subterrâneos na região e na definição de novas áreas para futuras perfurações de poços para que a demanda por água subterrânea seja atendida.

A caracterização geológica mostrou que as rochas encontradas em altitudes de até 500 metros estão associadas aos derrames básicos e são representadas por basaltos de coloração marrom escuro, textura fanerítica muito fina e disjunção vertical como estrutura predominante. Nas altitudes superiores a 500 m, nos derrames ácidos as rochas encontradas foram riolitos de coloração marrom a castanha e cinza, com vesículas e amígdalas (em alguns pontos orientadas enquanto em outros esparsas) preenchidas com quartzo (calcedônia, ágata). Os riodacitos são os que predominam e possuem características principais a coloração cinza claros com disjunção horizontal e inclinada, sem preenchimento nos planos e sem veios.

Na interpretação das aerofotos, foram identificados 324 lineamentos e suas medições azimutais mostram que os lineamentos estão concentrados a maior parte, em dois quadrantes sendo que o principal é a direção NE-SW, com 57% das ocorrências e secundariamente na direção NW-SE com 43% das ocorrências.

A análise dos 140 poços (46 da Corsan e 94 de empresas privadas e particulares) permitiu verificar que as profundidades, em sua maioria, estão situadas no intervalo entre 100 a 150 m (39%) e 50 a 100 m (34%). O nível estático apresenta grandes variações, sendo que na maior parte dos casos, o mesmo está localizado abaixo da profundidade dos 10 m (60%). Esta grande variação do nível estático evidencia que o aquífero recebe contribuições, entradas de água, a diferentes profundidades e com diferentes pressões. O que leva a conclusão de um comportamento semelhante a aquíferos confinados e semi-confinados. O nível dinâmico está distribuído entre 10 e 80 metros. Esse nível está associado ao rebaixamento do nível de água gerado durante o período de bombeamento, portanto é variável e depende diretamente da quantidade que está sendo bombeada.

A capacidade específica é distribuída entre 0,001 e 1 m³/h/m em 82% dos poços. Em 15% dos poços, a capacidade específica está entre 1 e 2 m³/h/m e 3% entre 2 e 4 m³/h/m.

Este fato corrobora a descrição do mapa hidrogeológico do Rio Grande do Sul que caracteriza o aquífero com a capacidade específica em torno de 0,5 m³/h/m. Fato que evidencia a forte anisotropia do aquífero fraturado em estudo (Wildner *et. al.*,2005).

As vazões identificadas mostram que 51% dos poços produzem até 10 m³/h. Enquanto que 29% produzem entre 10 e 20 m³/h e as maiores vazões estão divididas em 14% para o intervalo entre 20 e 30 m³/h e os outros 6% entre 40 e acima de 50 m³/h. Nota-se que a produção não é muito alta, característica própria dos aquíferos fraturados, do SASG.

Em termos gerais, as maiores vazões (intervalo entre 10 e 50 m³/h) estão correlacionadas com lineamentos NW-SE (intervalo N0-10W e N30-50W) e, secundariamente, NE-SW (intervalo N70-80E).

A caracterização hidroquímica foi determinada com base nas análises físico-químicas e bacteriológicas realizadas pela Corsan. Pelo diagrama de *Piper* foi possível identificar que 100% das amostras são Bicarbonatadas, sendo 91,7% Cálcicas ou Magnesianas ou Mistas.

Finalmente, com base nos dados analisados, identifica-se como locais mais favoráveis à locação de novos poços tubulares, aqueles que apresentam lineamentos com direções N0-10W e N30-50W e secundariamente, direções N70-80E. As vazões correlatas a essas medidas estão entre 10 e 50 m³/h. O relevo também deve ser levado em consideração, sendo que os locais que apresentam menor dissecação são os mais favoráveis.

6 REFERÊNCIAS

- BETTIOLO, L .M. ,2006. Caracterização Estrutural Hidrogeológica e Hidroquímica dos Sistemas Aquíferos Guarani e Serra Geral no Nordeste do rio Grande do Sul, Brasil. Tese de mestrado em geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do rio Grande do Sul.
- BOFF F. E, MEDEIROS M. A, MILLER A. L., KOPPE J. C., 2006. Caracterização Hidroquímica das Águas Minerais da Serra do Nordeste Gaúcho. XIV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 2006.
- BRASIL, IBGE, Censo 2010. Site www.ibge.gov.br. Consultado em nov./2012
- CORSAN, Sistema de Controle Operacional, SCO. Dados fornecidos em 12/11/2013.
- CPRM. Serviço Geológico Brasileiro. (2007). Mapa Geológico do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Ministério das Minhas e Energia. Escala 1:5.000.000
- CPRM. Serviço Geológico Brasileiro. (2005).Mapa Hidrogeológico do Rio Grande do Sul.Porto Alegre, Ministério das Minas e Energia. Escala 1:750.000
- FERNANDES, A. J., 2008. Aquíferos Fraturados: Uma Revisão Dos Condicionantes Geológicos E Dos Métodos De Investigação. Revista do Instituto Geológico, São Paulo, 29 (1/2), 49-72, 2008.
- FERNANDO A.C. FEITOSA, JOÃO MANOEL FILHO, 1997. Hidrogeologia Conceitos e Aplicações. Fortaleza: CPRM.
- GWW - Ground Water Software for Windows. United Nations Publication. NewYork, 1995
- HAUSMAN, A., 1995. Províncias Hidrogeológicas do Estado do Rio Grande do Sul – RS. Acta Geológica Leopoldensia (Série Mapas, escala 1:50.000), n. 2, 1995. p. 1-127.
- LISBOA, N.A 1996. Fácies, estratificação hidrogeoquímica e seus controladores hidrogeológicos, em unidades hidrogeológicas do Sistema Aquífero Serra Geral na Bacia do Paraná, Rio Grande do Sul. Tese de Doutorado em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- MACHADO J L F, FREITAS M A , 2005. Projeto Mapa Hidrogeológico do Rio Grande do Sul : relatório final. Porto Alegre: CPRM
- MOBUS, G.. QUALIGRAF – Programa para análise da qualidade da água. Fortaleza, FUNCENE – Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Software-CD. 2002
- NANNI, A .S., 2008. O Fluor em Águas do Sistema Aquífero Serra Geral no Rio Grande do Sul: origem e condicionamento geológico. Tese de doutorado em geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do rio Grande do Sul.
- REGINATO, P.A.R.; STRIEDER, A.J., 2006. Caracterização Estrutural dos Aquíferos Fraturados da Formação Serra Geral na Região Nordeste do Estado do Rio Grande do Sul. Revista Brasileira de Geociências. 36(1):13-22, março de 2006.
- REGINATO, P.A.R.; STRIEDER, A.J., 2007. Integração De Dados Geológicos Na Prospecção De Aquíferos Fraturados Na Formação Serra Geral. Revista Águas Subterrâneas. São Paulo, ABAS. V.20, p. 1-14, 2007.
- REGINATO, P.A.R.; AHLERT, S., 2011. Uso De Imagens De Radar Na Identificação De Lineamentos E Caracterização De Aquíferos Fraturados Associados À Formação Serra Geral, Na Região Nordeste Do Estado Do Rio Grande Do Sul. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE p.3582.
- ZALÁN, P. V.; WOLFF, S.; ASTOLFI, M. A. M.; VIEIRA, I. S.; CONCEIÇÃO, J. C. J.; APPI, V. T.; SANTOS NETO, E. V.; CERQUEIRA, J. R.; MARQUES, A., 1990. The Paraná Basin, Brazil

7 ANEXOS

Código SIAGAS	Código Projeto	Proprietário	Coordenada N	Coordenada E	Cota do Terreno	Uso	Situação	Profundidade (m)	Diâmetro [pol]	Revestimento Tipo	Revestimento Profundidade (m)	Filtro	Entrada de Água	Litologia Descrição do Perfil	Teste Bombeamento	Análise	NE (m)	ND (m)	Vazão (m³/h)	Cap. Específica (m³/h/m)	T	S	Lineamento
4300002877	CBA02	CORSAN	6759302	451327	679	Abastecimento	Bombeamento	74,8	8	Galvanizado	6,3	Não	15,5 e 52,7	Bas. Preto e Bas. Marrom Acinzentado	Não	Sim	30,3	38,4	13,655	0,02856	0,0357	8,2201 x 10 ⁻⁵	329
4300002878	CBA03A	CORSAN	6759347	451140	638	Abastecimento	Bombeamento	163,65	8	Geomecânico	10,28	Sim	21,26 e 159 (25 e 35)	Basalto amigdalóide fraturado	Sim	Sim	22,23	110	45	0,594	0,4	0,0030867	329
	CBA04A	CORSAN	6759400	450909	631	Abastecimento	Bombeamento	162	8	Geomecânico	158	Sim	14	Basalto	Sim	Sim	44,84	85	35	0,89	1,125	0,0008026	329
	CBA05A	CORSAN	6758327	450814	610	Abastecimento	Bombeamento	216	8	Geomecânico	26,6	Não	40	Basalto	Sim	Não	6,25	40	12	0,564	0,205	0,0035444	73
4300002880	CBA06	CORSAN	6758515	451330	618	Abastecimento	Bombeamento	40	8	Galvanizado	11,08	Não	37	Basalto Cinza Preto Fraturado	Sim	Sim	3,54	25,48	16	0,2344	0,293	0,0019489	73
4300002881	CBA09	CORSAN	6759879	451756	648	Abastecimento	Bombeamento	71,5	8	Galvanizado	15,36	Sim	19 e 23,5 e 53,5 (15,96 a 27,52)	Basalto Amigdalóide	Sim	Sim	0,79	30	22	0,304	1,13	0,071187	19
4300002882	CBA10	CORSAN	6760184	451388	650	Abastecimento	Equipado	90	8	Galvanizado	14,34	Sim	8,5 e 16 (14,34 e 22,99)	Basalto Cinza Escuro a Cinza Averdeado	Não	Não	1,86	17,55	32,15	1,016	1,27	0,0019115	103
	CBA11	CORSAN	6760389	451435	640	Abastecimento	Bombeamento	98	8	Galvanizado	14,25	Sim	14 e 22 (14,25 a 21,25)	Basalto Marrom Acinzentado com veios	Sim	Sim	1,28	27	20	0,4776	0,597	0,0020316	103
4300002884	CBA12	CORSAN	6760624	452086	660	Abastecimento	Bombeamento	86	8	Galvanizado	13,73	Sim	5,21,61 (13,73 a 20,23)	Basalto Cinza Fraturado com Injeções	Sim	Sim	10,27	24	20	0,3944	0,493	0,0024215	155
4300002887	CBA16	CORSAN	6760102	450406	614	Abastecimento	Bombeamento	114	8	Galvanizado	53,35	Sim	[53,35 a 59,20]	Basalto Marrom Escuro Alterado	Sim	Sim	1,36	45,96	25	0,2752	0,344	5,125x10-5	39
4300002888	CBA17	CORSAN	6760118	449954	609	Abastecimento	Bombeamento	141,5	8	Geomecânico	11	Não	3 e 101	Basalto Amigdalóide Marrom a Cinza	Sim	Sim	0,15	36	24	0,628	0,785	0,0031507	356
4300002889	CBA18	CORSAN	6758291	450651	592	Abastecimento	Bombeamento	150	8	Geomecânico	1,69	Não	56 e 80	Basalto Cinza Escuro e Basalto Vermelho	Sim	Sim	2,54	87,85	9	0,0912	0,114	0,00041444	73
4300002890	CBA19	CORSAN	6760136	450638	619	Abastecimento	Bombeamento	122	8	Galvanizado	2,44	Não	34,38,112	Basalto Cinza e Anarito Fino	Sim	Sim	2,44	26	50	1,016	1,27	0,01885	5
4300002891	CBA20	CORSAN	6758492	450100	597	Abastecimento	Bombeamento	140	8	Geomecânico	3,09	Não	74	Basalto Amigdalóide	Sim	Sim	0,13	40	20	0,416	0,52	0,000701	109
430000519	CBA34	CORSAN	6758423	451246	634	Abastecimento	Bombeamento	180	8	Geomecânico	30	Não	48,60,71	Basalto Cinza Amarronzado Amigdalóide	Sim	Sim	6,99	70	12	0,3416	0,427	1,0688x10-7	73
	CBA05	CORSAN	6758367	450804	594	Abastecimento	Equipado	57	8	Galvanizado	8,72	Não	5,13,19	Basalto Cinza Pardo	Sim	Sim	0,8	18,31	12,86	0,2744	0,343	0,004018	73
4300002885	CBA14	CORSAN	6760448	451154	654	Abastecimento	Fechado	168	8	Galvanizado	5,29	Não	28	Basalto Cinza Amarronzado	Sim	Não	6,82	102,23	2,47	0,007688	0,00961	0,0018437	155
4300002886	CBA15	CORSAN	6757627	451985	635	Abastecimento	Equipado	181	8	Galvanizado	11	Não	18	Basalto Cinza Escuro Fraturado	Sim	Sim	1,58	96,76	4,26	0,0144	0,018	0,0021931	49
4300002892	CBA21	CORSAN	6758445	449776	587	Abastecimento	Reserva Técnica	96	8	Geomecânico	10	Não	50,75,84	Basalto Cinza, Vesicular e Amigdalóide	Sim	Sim	6,9	82	30	0,2128	0,266	0,004066	128
	CBA22	CORSAN	6758053	451235	637	Abastecimento	Inativo	124	8	Geomecânico	14	Não	30,78,112	Basalto Cinza Escuro com Injeção e Amigdalóide Averdeado	Sim	Sim	1,62	78	20	0,316	0,395	0,0006044	73
430000520	CBA22A	CORSAN	6758061	451234	639	Abastecimento	Inativo	126	8	Galvanizado	33,5	Não	66,78	Basalto Cinza Pouco Fraturado	Sim	Sim	6,21	35	12	0,2304	0,288	0,0007867	73
430000524	CBA33	CORSAN	6760938	452716	683	Abastecimento	Reserva Técnica	174	8	Galvanizado	14	Não	52	Brecha Marrom Averdeado com Injeção secundária	Sim	Sim	22,71	50	25	0,2136	0,267	0,011336	335
	CBA28	CORSAN	6758065	451236	640	Abastecimento	Tampornado	132	6	Não	28	Não	28	Basalto Cinza Amigdalóide	Não	Não	0	0	0	0	0	0	107
	CBA34	CORSAN	6758423	451246	634	Abastecimento	Ativo	180	8	Geomecânico	30	Não	10,49,60,70	basalto cinza amarronzado, amigdalóide	Sim	Sim	6,99	70	12	0,3416	0,427	1,0688x10-7	73
	CBA35	CORSAN	6759313	452208	670	Abastecimento	Selado	232	8	Não	186	Não	0		Não	Não	0	0	0	0	0	0	73
	CBA36	CORSAN	6759286	449923	627	Abastecimento	Selado	186	8	Não	186	Não	0		Não	Não	0	0	0	0	0	0	356
	CBA37	CORSAN	6759086	452376	639	Abastecimento	Não informado	120	8	Geomecânico	28	Não	34-40, 50-53, 68-70, 106-108		Sim	Sim	29,86	98,28	9,32	0,08	0,1	0,019049	87
i286	CORSAN	6757764	451440	635	Abastecimento	Não Instalado	150	8	Galvanizado	36,5	Não	34,70	Basalto Vermelho Acinzentado e Basalto Cinza Amarronzado	Não	Não	6,09	70	11	0	0	0	0	98
i287	CORSAN	6757868	452086	638	Abastecimento	Fechado	201	8	Não	17	Não	17,18,5,26,5,28,64,35,59,39,92,70	Basalto Marrom Fraturado e Basalto Cinza	Não	Não	2,8	24,04	6,184	0	0	0	329	
i291	CORSAN	6759447	450981	641	Abastecimento	Bombeamento	101	8	Galvanizado	17	Não	12	Basalto	Não	Não	61,02	83,9	3,01	0	0	0	100	
i301	CORSAN	6759106	444912	472	Abastecimento	Fechado	201	8	Galvanizado	12	Não	4,5,65,85,143,5	Basalto Alterado	Não	Não	28,5	42,4	3,4	0	0	0	109	
CBA-01	CORSAN	6759282	451531	639	Abastecimento	Não informado	80	8	Não	7,65	Não	68,5	Basalto Cinza e Basalto Amigdalóide	Sim	Sim	17,5	34, 100	4,8	0,03312	0,0414	0,0070428	107	
CBA-07	CORSAN	6758300	451250	639	Abastecimento	Não informado	123	8	Não	116	Não	116		Sim	Sim	1,86	73,41	4,762	0,0352	0,044	0,0018349	328	
CBA-08	CORSAN	6758441	450729	639	Abastecimento	Não informado	116	8	Não	116	Não	116		Sim	Sim	1,86	73,41	4,762	0,0352	0,044	0,0018349	328	
CBA-13	CORSAN	6761024	452037	640	Abastecimento	Não informado	155	8	Não	155	Não	155		Sim	Sim	1,86	73,41	4,762	0,0352	0,044	0,0018349	328	
CBA-23	CORSAN	6761024	452037	640	Abastecimento	Fechado	162	8	Não	162	Não	162		Sim	Sim	1,86	73,41	4,762	0,0352	0,044	0,0018349	328	
CBA24	CORSAN	6758423	451246	634	Abastecimento	Fechado	150	8	Geomecânico	16	Não	16		Sim	Sim	1,86	73,41	4,762	0,0352	0,044	0,0018349	328	
CBA25	CORSAN	6758423	451246	634	Abastecimento	Fechado	48	8	Não	48	Não	48		Sim	Sim	1,86	73,41	4,762	0,0352	0,044	0,0018349	328	
CBA25A	CORSAN	6758423	451246	634	Abastecimento	Fechado	150	8	Não	150	Não	150		Sim	Sim	1,86	73,41	4,762	0,0352	0,044	0,0018349	328	
CBA26	CORSAN	6757724	451391	661	Abastecimento	Bombeamento	150	8	Cimento	35	Não	32,7		sim	sim	5,78	70	10	0,0952	0,119	0,0032826	97	
CBA27	CORSAN	6757874	452056	640	Abastecimento	Fechado	174	8	Geomecânico	12	Não	12		Sim	Sim	1,86	73,41	4,762	0,0352	0,044	0,0018349	328	
CBA28	CORSAN	6758423	451246	634	Abastecimento	Fechado	336	8	Não	336	Não	336		Sim	Sim	1,86	73,41	4,762	0,0352	0,044	0,0018349	328	
CBA29	CORSAN	6759977	450209	629	Abastecimento	Fechado	168	8	Não	12	Não	12		Sim	Sim	1,86	73,41	4,762	0,0352	0,044	0,0018349	328	
CBA30	CORSAN	6758423	451246	634	Abastecimento	Fechado	192	8	Não	192	Não	192		Sim	Sim	1,86	73,41	4,762	0,0352	0,044	0,0018349	328	
CBA31	CORSAN	6758423	451246	634	Abastecimento	Fechado	174	8	Não	174	Não	174		Sim	Sim	1,86	73,41	4,762	0,0352	0,044	0,0018349	328	
CBA32	CORSAN	6758423	451246	634	Abastecimento	Fechado	164	8	Não	164	Não	164		Sim	Sim	1,86	73,41	4,762	0,0352	0,044	0,0018349	328	
i302	Soc. Abast. De Água São José	6759451	453586	688	Abastecimento	Bombeamento	127	6	Galvanizado	6	Não	6		Sim	Sim	1,86	73,41	4,762	0,0352	0,044	0,0018349	328	
i303	Olinda Dalmira	6759845	453257	651	Abastecimento	Bombeamento	150	6	Galvanizado	6	Não	6	42,78,90,108,120,132	Basalto Marrom e Cinza	Sim	Sim	43	120	3,9	0	0	0	77
i304	Lucindo Geresimas	6759661	452639	666	Abastecimento	Bombeamento	163	6	Não	163	Não	163		Sim	Sim	1,86	73,41	4,762	0,0352	0,044	0,0018349	328	
i305	Rigoni Arlefas de Cimento	6758976	453050	593	Abastecimento e Indústria	Bombeamento	163	6	Não	163	Não	163		Sim	Sim	1,86	73,41	4,762	0,0352	0,044	0,0018349	328	
IR732	PENASUL ALIMENTOS LTDA	6757909	449658	613	Pecuária	Bombeamento	96	6	Galvanizado	6	Não	6	70	Basalto	Sim	Sim	27	32,15	8,1	0	0	0	87
IR734	PENASUL ALIMENTOS LTDA	6762701	452416	701	Pecuária	Bombeamento	76	6	Galvanizado	6	N												

Código SIAGAS	Código Projeto	Proprietário	Coordenada N	Coordenada E	Cota do Terreno	Uso	Situação	Profundidade (m)	Dímetro (pol)	Revestimento Tipo	Revestimento Profundidade (m)	Filtro	Entrada de Água	Litologia Descrição do Perfil	Teste Bombeamento	Análise	NE (m)	ND (m)	Vazão (m³/h)	Cap. Específica (m³/h/m)	T	S	Lineamento
	IR683	Soc. Abast. De Água São Rafael	6753558	441735	352	Abastecimento	Bombeando	73				Não								0			302
	IR684	Antonino Grolli	6753386	442050	312	Abastecimento Dessentidação	Bombeando	130	6	Geomecânico		Não								0			302
	IR685	Váldir Perazzoli	6752632	442057	314		Bombeando	130	6	Galvanizado	3	Não								0			55
	IR686	Valmir Perazzoli	6753104	442435	363	Abastecimento Dessentidação	Bombeando	176	6	Galvanizado	3	Não								0			302
	IR687	Darci Perazzoli	6753149	442701	357	Abastecimento Dessentidação	Bombeando	180	6	Galvanizado	6	Não								0			302
	IR688	Soc. Abast. De Água Arco Verde	6751972	445640	461	Abastecimento	Bombeando	80	6	Geomecânico	10	Não	18,26,47,74	Basalto			7	30	8	0			320
	IR689	Soc. Abast. De Água Arco Verde	6753247	445380	472	Abastecimento	Não Instalado	100	6	Geomecânico	12	Não					5	40	2	0			280
	IR690	Soc. Abast. De Água Arco Verde	6752936	447815	663	Abastecimento	Bombeando	80	6			Não								0			280
	IR691	Soc. Abast. De Água Arco Verde	6752877	448029	671	Abastecimento	Não Instalado	100	6	Galvanizado	6	Não								0			280
	IR692	Roberto Carlos Tenedini	6752890	447710	667	Pecuária	Bombeando					Não								0			280
	IR693	Soc. Abast. De Água Arco Verde	6752510	446874	540	Abastecimento	Bombeando	85	6	Geomecânico	10	Não					15	40	7,8	0			325
	IR694	Soc. Abast. De Água Arco Verde	6751877	445721	493	Abastecimento	Fechado	138	6	Geomecânico	6	Não								0			320
	IR695	Soc. Abast. De Água Linha Coblaus	6750302	443752	468	Abastecimento	Bombeando	117	6	Galvanizado	3	Não	3,10,52	Basalto						0			292
	IR696	Soc. Abast. De Água Linha Duze	6753333	450355	672	Abastecimento Dessentidação	Bombeando	119	6	Galvanizado	4	Não								0			270
	IR697	Soc. Abast. De Água Linha Duze	6754001	450457	705	Abastecimento	Abandonado	91	6	Galvanizado	2	Não					67	70	3,3	0			358
	IR698	Soc. Abast. De Água Linha Duze	6754925	448848	672	Abastecimento	Não Instalado	120				Não								0			340
	IR699	Soc. Abast. De Água Linha Duze	6754491	448712	672	Abastecimento	Abandonado	140	6	Geomecânico	12	Não					60	80	1,8	0			210
	IR700	Soc. Abast. De Água Linha 19	6754963	451185	670	Abastecimento	Bombeando	80	6	Geomecânico	12	Não					20	40	10	0			355
	IR701	Soc. Torrensense de Água	6756442	453201	634	Abastecimento	Bombeando	76	6	Galvanizado	5	Não	8,16,75	Basalto			1	10	16,8	0			220
	IR702	Soc. Torrensense de Água	6756647	454132	656	Abastecimento	Bombeando	120	6	Geomecânico	44	Não					2,1	72,6	16,16	0			267
	IR703	Soc. Torrensense de Água	6756650	454125	653	Abastecimento	Abandonado	150				Não								0			98
	IR704	Soc. Abast. De Água Santa Clara Alta	6756467	453699	631	Abastecimento	Não Instalado	90	6	Geomecânico	6	Não					10	50	1,5	0			220
	IR705	Soc. Abast. De Água Santa Clara Baixa	6754632	457652	425	Abastecimento	Abandonado	110				Não								0			320
	IR706	Prefeitura Municipal de Carlos Barbosa	6757174	455088	440		Seco	94	6			Não								0			350
	IR707	Prefeitura Municipal de Carlos Barbosa	6757220	455173	424		Fechado	85	6			Não					5	65	0,3	0			350
	IR646	Multiferramentas S.A.	6760274	452403	642	Industrial	Abandonado	133	6	Galvanizado		Sim	25,70,92,105	Basalto Marrom, Cinza e Avermelhado			4,62	28,33	14,4	0			320
	IR647	Tramontina Multiferramentas S.A.	6760270	452396	646	Industrial	Bombeando	139	6	Geomecânico		Sim	9,52,70,76,97,115,133	Basalto Marrom e Cinza			10,64	59,95	15	0			320
	IR648	Multiferramentas S.A.	6760084	452503	630	Industrial	Bombeando	150	6	Galvanizado	18	Não	29,42,81,111	Basalto Cinza						0			320
	IR649	Multiferramentas S.A.	6760025	453180	650	Industrial	Bombeando	200	6	Galvanizado	9	Não	27,65,135,167	Basalto Castanho, Cinza, Amarelo						0			315
	IR650	Multiferramentas S.A.	6760194	452101	662	Industrial	Bombeando					Não								0			320
	IR651	Multiferramentas S.A.	6760133	451689	641	Industrial	Bombeando	100	6	Galvanizado		Sim	24,3 e 37,6	Basalto Cinza e Basalto Marrom			0,5	12,05	23,3	0			315
	IR652	Multiferramentas S.A.	6760009	451680	644	Industrial	Bombeando	100	6	Galvanizado	11,4	Não	16,72,80,88	Basalto Cinza			4,56	16,46	17,6	0			315
	IR653	Tramontina Multiferramentas S.A.	6758983	451277	674	Industrial	Bombeando	180	6	Galvanizado		Sim	22,75,35,99,11,3,138	Basalto Marrom Amigdalóide			51,95	92,68	11,154	0			329
	IR654	Multiferramentas S.A.	6761690	454578	694	Industrial	Bombeando	150	6	Geomecânico	12	Não	94	Basalto			75	79,87	9,279	0			345
	IR655	Irwil Industrial Tool	6759444	451942	688	Industrial	Bombeando	123	6			Não	112	Basalto Cinza			42	90	12	0			50
	IR656	Irwil Industrial Tool	6758558	452057	685	Industrial	Bombeando	100	6	Galvanizado	6	Não					30	22,6	0	0			50
	IR657	Irwil Industrial Tool	6758545	451875	691	Industrial	Parado	140	6	Galvanizado e Geomecânico	120 e 140	Sim					19	120	4	0			50
	IR658	Balneario Navegantes	6760525	449632	639	Abastecimento, Lazer	Bombeando	103				Não								0			330
	IR659	Construtora Dulmas	6761056	452244	640	Industrial	Bombeando	120	6	Geomecânico	30	Não								0			328
	IR660	Luiz Modesto Floggia	6760065	450738	596		Irrigação	127				Não								0			5
	IR661	Cooperativa Santa Clara	6756915	452488	631	Industrial	Bombeando	54	6	Galvanizado	3	Não					6	14	12	0			34
	IR662	Cooperativa Santa Clara	6756908	452540	631	Industrial	Abandonado	57	6	Galvanizado	29	Não					1,5	20	4	0			34
	IR663	Cooperativa Santa Clara	6757010	453046	624	Industrial	Bombeando	108	6	Galvanizado	46,7	Não	51,95	Basalto Cinza e Brecha			2	32,44	15,87	0			34
	IR666	Cooperativa Santa Clara	6756976	452804	640	Industrial	Bombeando	158	6			Não								0			34
	IR667	Cooperativa Santa Clara	6758201	451378	674	Industrial	Bombeando	160	6	Galvanizado	6	Não					18	96	9	0			288
	IR664	Cooperativa Santa Clara Móveis Dulon e Yulvan Ltda	6758578	452705	628	Industrial	Bombeando	200	6	Geomecânico		Sim	40 e 44 e 50 e 54				0,68	72,35	8,6	0			53
	IR708	Melmo Dalcan	6754958	458439	183	Industrial	Bombeando	66	6	PVC	18	Não								0			310
	IR709	Melmo Dalcan	6755156	458192	202	Abastecimento	Bombeando	105	6	Galvanizado	20	Não								0			310
	IR710	Soc. Abast. De Água Paragaguá	6753840	460423	173	Abastecimento	Bombeando	40	6	Geomecânico	15	Não	34	Basalto			7	25	30	0			310
	IR711	Prefeitura Municipal de Carlos Barbosa	6757183	464309	473		Seco	172	6	Galvanizado	6	Não								0			60
	IR712	Soc. Abast. De Água de Sta. Ant. do Formoso	6757324	463250	270	Abastecimento	Bombeando	56	6	Geomecânico	8	Não					15	30	18	0			315
	IR713	Soc. Abast. De Água de Sta. Ant. do Formoso	6758964	463202	351	Abastecimento	Não Instalado	204	6	Geomecânico	8	Não								0			335
	IR714	Soc. Abast. De Água de Sta. Ant. do Formoso	6759134	463168	354	Abastecimento	Obstruído	200				Não								0			335
	IR715	Soc. Abast. De Água de Sta. Ant. do Formoso	6759477	462996	364	Abastecimento	Seco	200	6			Não	26,46,90	Basalto						0			335
	IR716	Prefeitura Municipal de Carlos Barbosa	6757017	463306	255	Abastecimento	Não Instalado	85	6	Galvanizado	6	Não	8 e 82	Basalto marrom amigdalóide e Cinza			69	72	4	0			315
	IR717	Soc. Abast. De Água São Ant. de Santa Clara Baixa	6755196	455705	622	Abastecimento	Fechado	120	6	PVC	44	Não								0			98
	IR718	Soc. Abast. De Água São Davino Marbado	6762662	454362	629	Abastecimento	Bombeando	90	6	Geomecânico	20	Não	45 e 69	Basalto			30	50	10	0			260

Código SIAGAS	Código Projeto	Proprietário	Coordenada N	Coordenada E	Cota do Terreno	Uso	Situação	Profundidade (m)	Diâmetro (pol)	Revestimento Tipo	Revestimento Profundidade (m)	Filtro	Entrada de água	Litologia Descrição do Perfil	Teste Bombeamento	Análise	NE (m)	ND (m)	Vazão (m³/h)	Cap. Específica (m³/h/m)	T	S	Lineamento
	IR723	Hospital Beneficente	6759102	451734	677	Lavanderia	Bombeando	128	6	Galvanizado	12,2	Não	32,47,69 e 85,9	Basalto Amigdalóide marrom avermelhado e basalto cinza			36	101,8	1,62	0			60
	IR724	Gilberto Pozza	6762291	453739	649	Abastecimento	Bombeando	92,5												0			123
	IR725	Soc. Abast. De Água Linha Cascata	6757402	460166	590	Abastecimento	Não Instalado	110	6	Geomecânico	10	Não					5	30	24	0			325
	IR726	Soc. Abast. De Água Santa Luiza	6757617	458056	519	Abastecimento	Abandonado	130	6	Geomecânico	4	Não	25 e 55	Basalto			4	70	1,5	0			27
	IR727	Soc. Abast. De Água Santa Luiza	6758859	457491	580	Abastecimento	Bombeando	120	6	Galvanizado	60	Não	68, 90 e 98	Basalto Marro e Basalto Cinza			7	80	8	0			358
	IR728	Soc. Abast. De Água São Rafael	6758978	457417	579	Abastecimento	Fechado		6											0			358
	IR729	Soc. Abast. De Água Santa Luiza	6758975	457306	579	Abastecimento	Fechado	60	6								1,68	53	28	0			358
	IR730	alfredo Zwirnes	6758991	457307	583	Abastecimento Dessedentação	Bombeando	48	6	Geomecânico	12	Não								0			358
	IR731	José Fontana Neto	6761610	455200	629	Abastecimento Dessedentação	Bombeando	129,5	6	Galvanizado	12	Não					6		9	0			310
	IR665	Soc. Abast. De Água Santa Clara	6756797	452409	640	Abastecimento	Bombeando	150	6	Geomecânico	6	Não	31 e 85	Basalto Fraturado Cinza e Bas. Cinza			3,3	64,64	30,46	0			34
	IR675	Soc. Abast. De Água Linha Cinco Alto	6752990	438887	537	Abastecimento	Bombeando	122	6	Geomecânico	2,5	Não					5		9	0			300
	IR5449	Cooperativa Santa Clara	6755279	452049			Não Informado	57	6	Galvanizado	28	Não					1,5	20	4	0			130