



**Município de Imigrante/RS**

**ESTUDO TÉCNICO DE LOCAÇÃO E  
INSTALAÇÃO DE POÇO TUBULAR E  
DEMAIS MATERIAIS**

Município de Imigrante  
CNPJ: 92.454.776/0001-08  
Endereço: rua Castelo Branco, nº 15  
Bairro Centro  
Imigrante – RS  
CEP: 95.885-000

Imigrante/RS, Junho de 2024.

## ÍNDICE:

|  |       |
|--|-------|
| <b>1. Introdução:</b>  | ..... |
| <b>2. Objetivo:</b>  | ..... |
| <b>3. Justificativa:</b>   | ..... |
| <b>4. Geologia Regional:</b>   | ..... |
| <b>5. Geomorfologia Regional:</b>  | ..... |
| <b>6. Hidrologia Regional:</b>   | ..... |
| <b>7. Hidrogeologia Regional:</b>  | ..... |
| <b>8. Tipo de Aquífero Local:</b>  | ..... |
| <b>9. Descrição do Acesso ao Local da Perfuração (Descrever as estradas federais, estaduais e municipais necessárias para chegar ao ponto da futura locação a partir do centro municipal):</b>   | ..... |
| <b>10. Informações sobre o Sistema Rede de Adução- Torre – Reservatório e Rede de Distribuição (caso já exista, quantos metros de comprimento, volume da caixa de água etc):</b>   | ..... |
| <b>11. Informações sobre a disponibilidade de Energia Elétrica no local do poço tubular (Existência de Rede Elétrica e o tipo: Monofásica, Bifásica ou Trifásica):</b>   | ..... |
| <b>12. Apresentação de Perfil Geológico e Projeto Construtivo Básico do poço tubular (as figuras serão uma estimativa baseada em poços tubulares existentes nas proximidades):</b>   | ..... |
| <b>13. Conclusão (abordagem citando as coordenadas geográficas do ponto de perfuração, fotos do local, tipo de aquífero, DNI e DNF com descrição sucinta do Projeto Construtivo da obra citando as normas ABNT e NBR 12.212 e 12.244):</b> | ..... |
| <b>13.1. Coordenadas Geográficas do Ponto de Perfuração:</b>   | ..... |
| <b>13.2. Foto do Local:</b>  | ..... |
| <b>13.3. Tipo de Aquífero:</b>   | ..... |
| <b>13.4. Projeto Construtivo da obra:</b>  | ..... |

|          |   |
|----------|---|
| 13.4.1.  | Concepção do sistema:.....                              |
| 13.4.2.  | Parâmetros do Projeto:.....                             |
| 13.4.3.  | Responsabilidade Técnica:.....                          |
| 13.4.4.  | Equipamentos e Materiais:.....                          |
| 13.4.5.  | Locação Definitiva do Poço Tubular:.....                |
| 13.4.6.  | Critérios de Produtividade e Avanço da Perfuração:..... |
| 13.4.7.  | Canteiro de Obras:.....                                 |
| 13.4.8.  | Perfuração:.....  |
| 13.4.9.  | Fluido de Perfuração:.....                              |
| 13.4.10. | Amostragem de Calha:.....                               |
| 13.4.11. | Completação:.....                                       |
| 13.4.12. | Limpeza e Desenvolvimento:.....                         |
| 13.4.13. | Instalação do Poço Tubular e demais materiais:.....     |
| 13.4.14. | Relatório Técnico de Perfuração:.....                   |
| 13.4.15. | Legalização da Obra:.....                               |
| 13.4.16. | Obrigações Legais da Contratada:.....                   |
| 13.4.17. | Garantia da Obra:.....                                  |
| 13.4.18. | Poço Improdutivo:.....                                  |
| 13.4.19. | Medição dos Serviços e Materiais:.....                  |
| 13.4.20. | Fiscalização da Obra:.....                              |
| 13.4.21. | Cronograma Físico-Financeiro:.....                      |
| 13.4.22. | Planilhas Orçamentárias:.....                           |
| 13.4.23. | Disposições Finais:.....                                |
| 14.      | Bibliografia:.....                                      |

# **ESTUDO DE LOCAÇÃO, PERFURAÇÃO E INSTALAÇÃO DE 1 (UM) POÇO TUBULAR E DEMAIS MATERIAIS**

## **1. Introdução:**

Foi conduzido um estudo técnico de locação e elaboração de termo de referência contendo as especificações técnicas para perfuração e instalação de 1 (um) poço tubular profundo e demais materiais às margens da estrada geral, Linha Garibaldi, município de Imigrante/RS.

## **2. Objetivo:**

O trabalho tem como objetivo cumprir os requisitos para perfuração e instalação de 1 (um) poço tubular profundo e demais materiais, sendo que a locação do ponto para a perfuração foi realizada pela Geól. Lucilene Mallmann CREA/RS 128.076-D que utilizou métodos visuais, levantamento *in loco* aliado às informações bibliográficas e cartográficas, assim como as demais diretrizes de referência para perfuração de poços tubulares profundos.

As atividades a serem desenvolvidas deverão obedecer às normas técnicas vigentes, em particular às NBRs 12.212 e 12.244 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que tratam, respectivamente, de “Projeto de poço e captação de água subterrânea” e “Construção de poço para captação de água subterrânea”.

### **3. Justificativa:**

A outorga de direito de uso da água representa um instrumento através do qual o Poder Público autoriza, concede ou permite ao usuário fazer o bom uso deste bem público. É através deste instrumento que o Estado exerce o domínio das águas preconizado pela Constituição Federal, regulando o compartilhamento entre os diversos usuários.

A Lei Estadual nº 10.350 do Rio Grande do Sul, publicada em 30 de dezembro de 1994, em seu artigo nº 29, explica que qualquer empreendimento ou atividade que alterar as condições quantitativas e/ou qualitativas das águas, superficiais ou subterrâneas, observando o Plano Estadual de Recursos Hídricos e os Planos de Bacia Hidrográfica, dependerá de outorga, cabendo ao Departamento de Recursos Hídricos (DRH) a emissão de tal autorização para os usos que alterem as condições quantitativas das águas.

O Decreto Estadual nº 37.033, de 21 de novembro de 1996, regulamentou este instrumento, estabelecendo os critérios para a concessão, "licença de uso" e "autorização", bem como para a dispensa. O Decreto Estadual nº 42.047, de 26 de dezembro de 2002, regulamenta disposições da Lei nº 10.350/1994, com alterações, relativas ao gerenciamento e à conservação das águas subterrâneas e dos aquíferos no Estado do Rio Grande do Sul.

Importante ressaltar que o Art. 4º da Lei 9.605/98 – Lei dos Crimes Ambientais - criou uma nova possibilidade de aplicação da Teoria da Desconsideração da Personalidade Jurídica, ao possibilitar o afastamento dos efeitos inerentes à personificação da sociedade empresária, com a finalidade de atingir os bens do responsável por dano ambiental, implicando que a responsabilidade por estes, pode ser estendida às pessoas físicas protagonistas das ações praticadas pelas pessoas jurídicas, como administradores ou mandatários, podendo seus bens serem atingidos para o ressarcimento de prejuízos ao meio ambiente.

Assim sendo, a presente contratação se justifica considerando todos os itens anteriormente apresentados e com o objetivo de permanecer fiel à legalidade, probidade, regularidade, responsabilidade e eficiência administrativa, além de reduzir custos e qualificar o serviço deste município.

#### 4. Geologia Regional:

A região do município de Imigrante (Figura 01) apresenta excelentes exposições da Formação Serra Geral, do Cretáceo Inferior da Bacia do Paraná representadas pelos derrames basálticos (Fácies Caxias) e onde se intercalam arenitos intertrápicos Botucatu na base e litarenitos e sedimentos vulcanogênicos da porção mediana ao topo da sequência (CPRM, 2008).

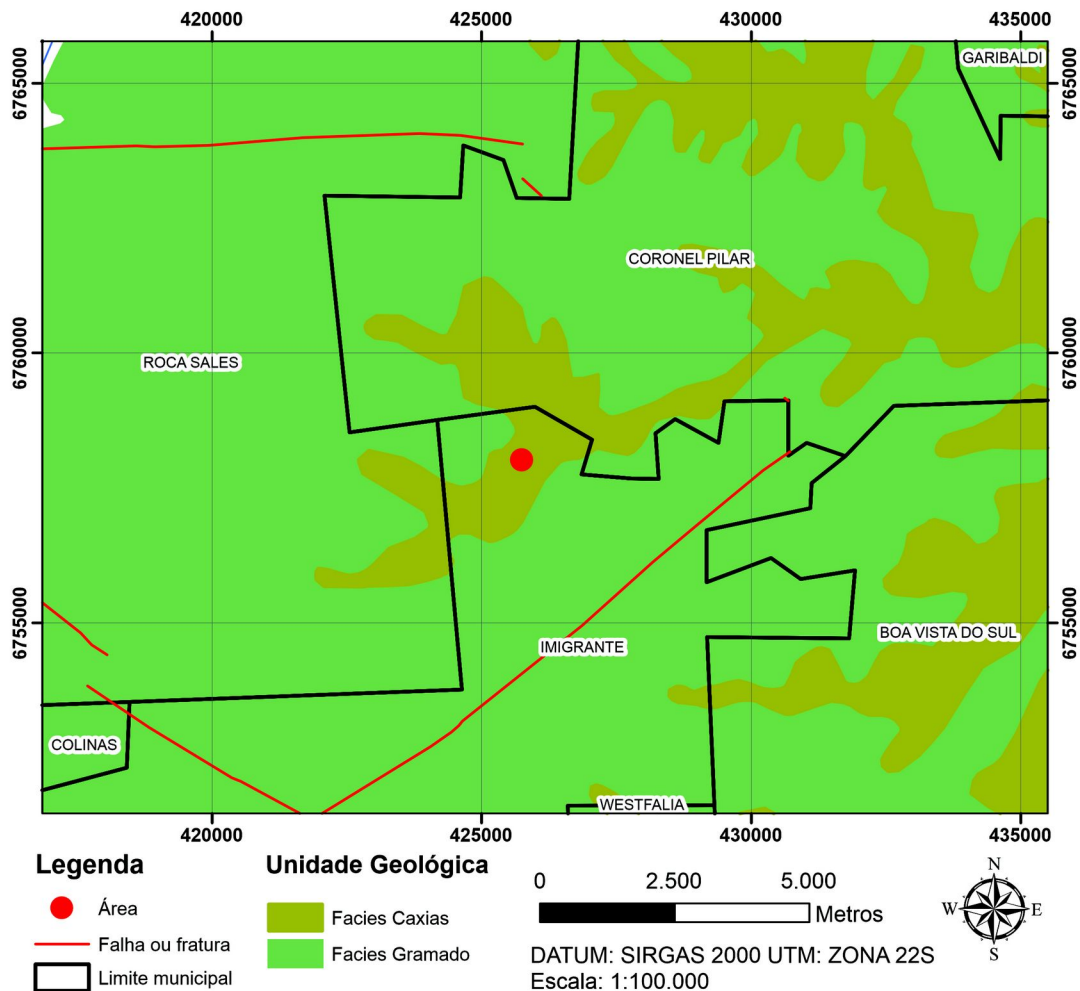


Figura 01: Contexto geológico regional.  
Fonte: CPRM, 2008.

A Formação Serra Geral é constituída por uma série de derrames de lavas básicas toleíticas, intercaladas com alguns derrames andesíticos e riodacíticos, especialmente em direção ao topo da sequência. Existem registros de magmatismo subordinado de afinidade picrítica e de afinidade alcalina (Roisenberg & Viero 2000). Diques e corpos concordantes de diabásio, encaixados em unidades rochosas mais antigas e relacionadas às efusivas, têm ocorrência generalizada na área de estudo.

De maneira geral, as rochas vulcânicas da Formação Serra Geral recobrem os arenitos eólicos da Formação Botucatu, mas podem ser também encontrados em contato direto com rochas permo-triássicas da Bacia do Paraná e até mesmo com o embasamento cristalino, nas bordas da bacia (Roisenberg & Viero 2000).

Os métodos radiométricos empregados na datação das rochas vulcânicas da Formação Serra Geral vêm evoluindo com o tempo. Isto ocasiona o estabelecimento de idades cada vez mais precisas, bem como a definição mais correta do intervalo de tempo e taxas de efusão das lavas. Mantovani *et al.* (1985) propuseram uma idade Rb-Sr de  $135 \pm 3,5$  Ma, a partir de amostras de riolito. Desde então, as datações pelo método  $^{39}\text{Ar}$ - $^{40}\text{Ar}$  vêm confirmando um intervalo que vai de 135 Ma até 128 Ma, com um pico de atividades em cerca de 132 Ma (Turner *et al.* 1994). Stewart *et al.* (1996) estabelecem um intervalo temporal de 10 a 12 milhões de anos para Formação Serra Geral, indo de 138 Ma até 127 Ma, estando, portanto, temporalmente localizada dentro do Cretáceo Inferior.

De modo geral, o vulcanismo básico e intermediário da Formação Serra Geral no Rio Grande do Sul é constituído por basaltos e andesibasaltos de textura afírica a subafírica, compostos por menos de 5% de fenocristais de plagioclásio ( $\text{An}_{86-40}$ ), augita ( $\text{Wo}_{12-6}$ ), titanomagnetita e ilmenita, com raras ocorrências de olivina em matriz de mesma constituição, mas sem olivina (Roisenberg & Viero 2000).

## 5. Geomorfologia Regional:

De acordo com IBGE (1986), o município de Imigrante está inserido na Unidade Geomorfológica Serra Geral (Figura 02).

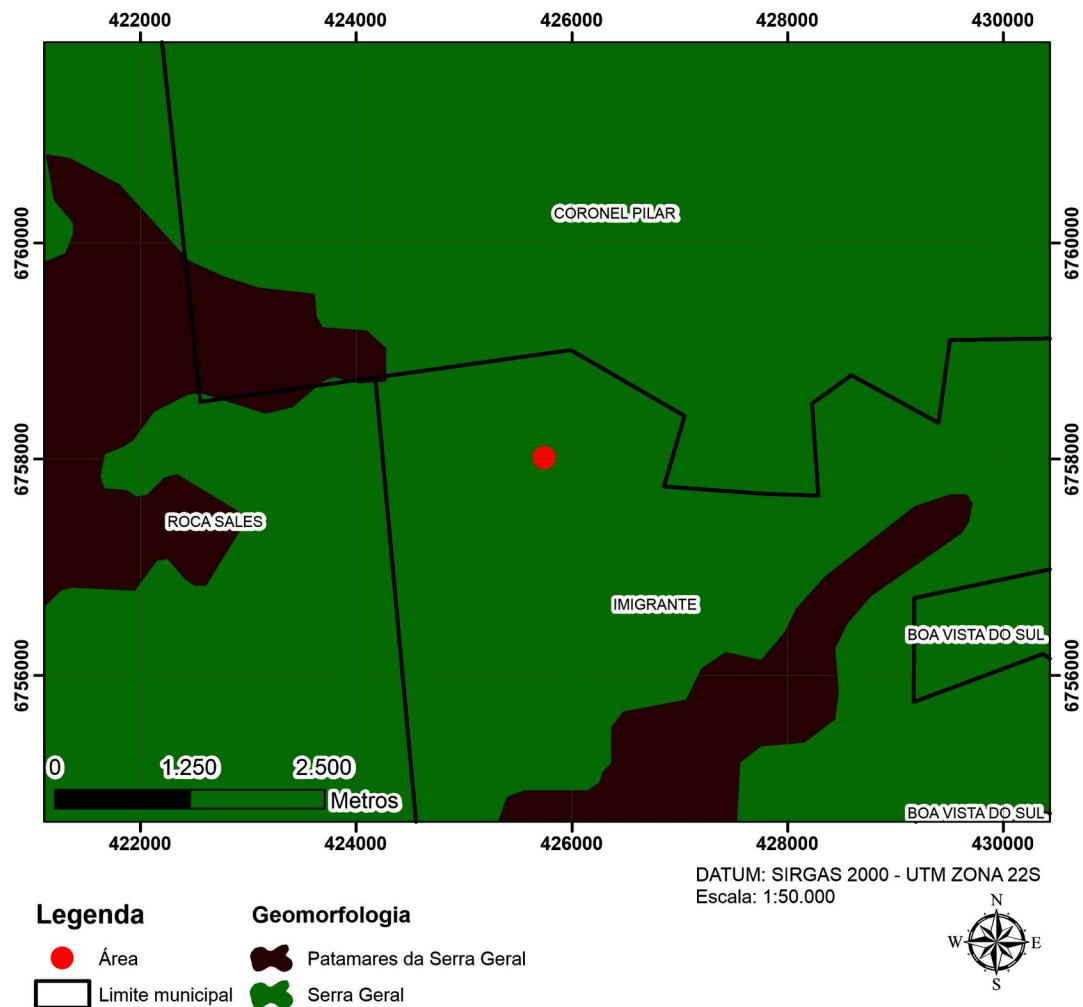
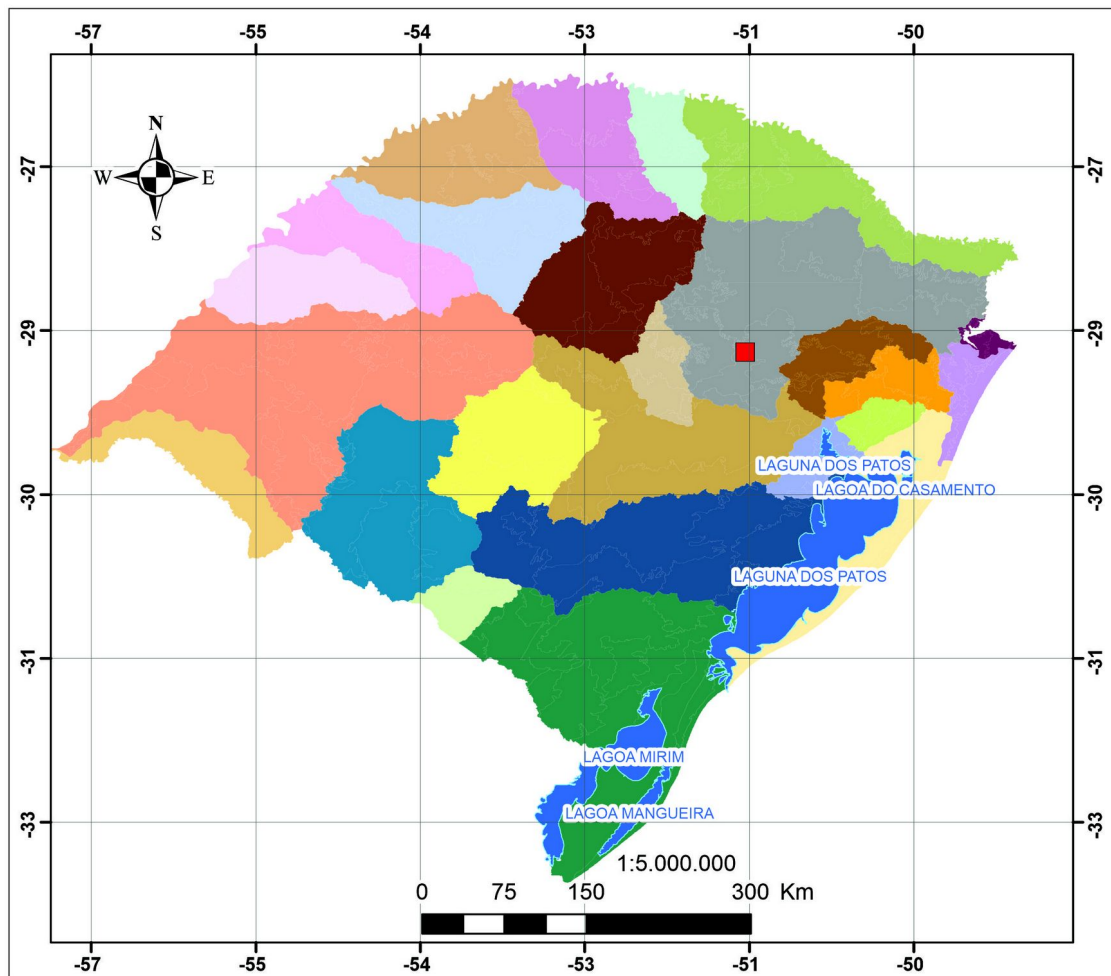


Figura 02: Local do empreendimento no contexto geomorfológico regional.

A Unidade Geomorfológica Serra Geral representam testemunhos do recuo da linha de escarpa da Serra Geral, a qual se desenvolveu sobre rochas vulcânicas da Bacia do Paraná. Em regiões de dissecação mais profunda ou próximo aos limites da unidade é possível a ocorrência das rochas sedimentares subjacentes (Formação Botucatu) tanto em subsuperfície quanto em afloramentos (IBGE, 1986).

## 6. Hidrologia Regional:

A área objeto deste estudo localiza-se dentro do contexto da Bacia Hidrográfica Taquari-Antas (Figura 03).



Base cartográfica: FEPAM, 2005. Escala: 1:250.000. DATUM: SIRGAS 2000.

### Mapa de bacias hidrográficas do Rio Grande do Sul - localização da área

#### Legenda

■ Área

■ Grandes lagos

#### BACIA HIDROGRÁFICAS

Alto Jacui

Apuae-Inhandava

Baixo Jacui

Butui-Icamaqua

Cai

Camaqua

Gravatá

Ibicui

Ijuí

Lago Guaíba

Litoral Médio

Mampituba

Mirim-São Gonçalo

Negro

Pardo

Passo Fundo

Piratini

Quaraí

Santa Maria

Sinos

Taquari-Antas

Tramandai

Turvo-Santa Rosa-Santo Cristo

Vacacai-Vacacai Mirim

Varzea

Figura 03: Localização da área de estudo no contexto hidrológico estadual.

A Bacia do Rio Taquari-Antas, com uma área superficial de aproximadamente 26.277 km<sup>2</sup> (cerca de 37% do total da Região Hidrográfica do Guaíba) localiza-se em

partes das regiões do Planalto Médio, Campos de Cima da Serra, Encosta Superior do nordeste e Encosta Inferior do Nordeste. Limita-se ao norte com a bacia do Apuae-Inhandaua; ao sul com as bacias do Caí e Baixo Jacuí; a oeste com a bacia do Alto Jacuí e Pardo; e a leste com o Estado de Santa Catarina. Seu rio principal, o Taquari, possui 140 km de extensão que somados aos 390 km de extensão do Rio das Antas, faz com que o canal principal desta bacia tenha uma extensão total de cerca de 530 km.

A configuração do Rio Taquari-Antas mostra-se praticamente unilateral. Os principais afluentes deságuam em sua margem direita e são originados das abruptas escarpas da Serra Geral. Esses afluentes advêm de regiões do estado com precipitações superiores a 2.000 mm mensais e, por isso, exercem uma importante influência na vazão do Rio Taquari-Antas. O Rio das Antas tem seu leito escavado em vales profundos nas regiões mais elevadas do Estado, situação semelhante a do Taquari em sua porção inicial. Porém, nas proximidades de Arroio do Meio e Lajeado, o Rio Taquari já assenta-se em terrenos mais planos, com declividades e energia mais baixas (SEMA, 2024).

## 7. Hidrogeologia Regional:

De acordo com o mapeamento hidrogeológico do Estado do Rio Grande do Sul elaborado pela CPRM (2005), a área de estudo encontra-se dentro do contexto do Sistema Aquífero Serra Geral II (Figuras 04 e 05), considerado um aquífero com média a baixa possibilidade para águas subterrâneas em rochas com porosidade por fraturas.

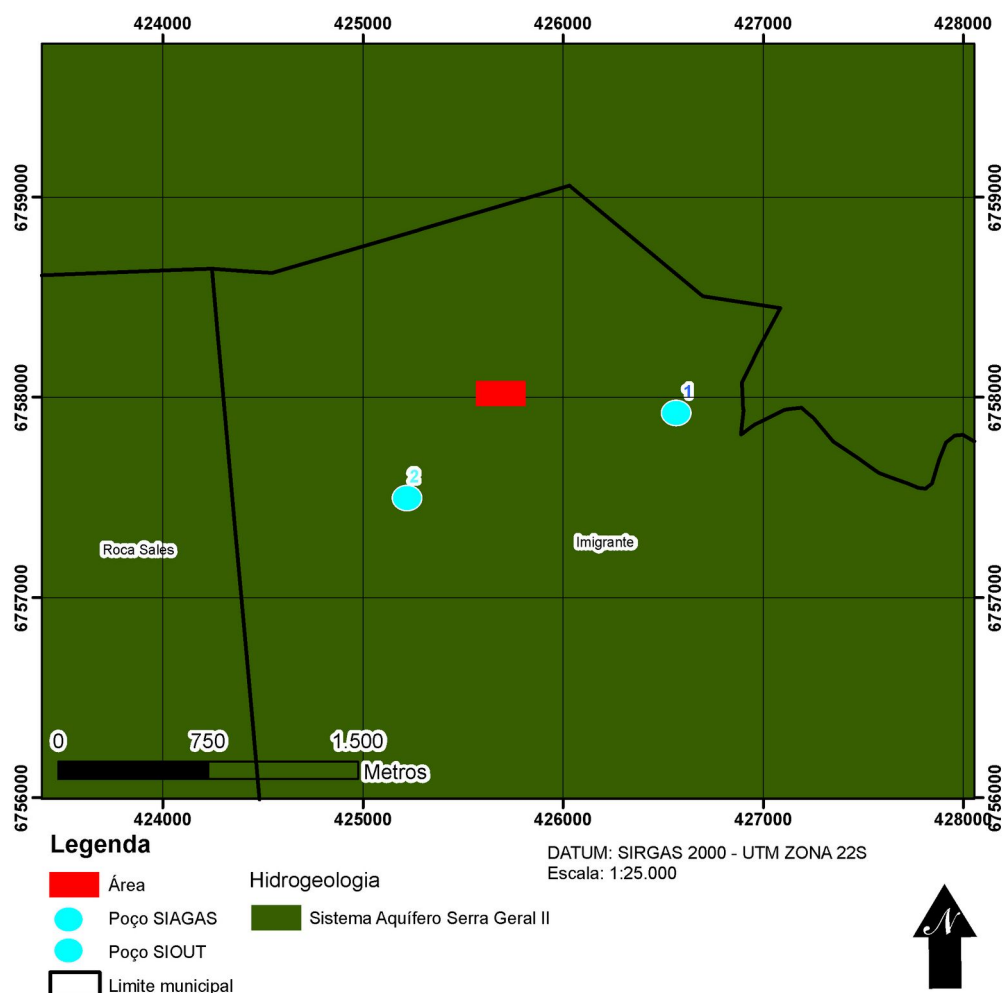


Figura 04: Mapa hidrogeológico da área (em vermelho) com a localização dos poços tubulares profundos existentes nos sistemas CPRM-Siagas e SIOUT, considerando as informações constantes em Abril/2024.

| Poço SIAGAS (09/04/2024) |                 |              |                       |                                       |              |                    |                    |                            |
|--------------------------|-----------------|--------------|-----------------------|---------------------------------------|--------------|--------------------|--------------------|----------------------------|
| ID                       | Nº Ponto SIAGAS | Localização  | Distância da área (m) | Coordenadas - Graus decimais          | Natureza     | Nível estático (m) | Nível dinâmico (m) | Vazão estabilização (m³/h) |
| 1                        | 4300010109      | Linha Rechts | 886                   | Lat - 29.305555º<br>Long - 51.755555º | Poço tubular | 11.3               | -                  | 4.75                       |

| Poço SIOUT (09/04/2024) |                |                       |                                       |              |                    |                     |                          |
|-------------------------|----------------|-----------------------|---------------------------------------|--------------|--------------------|---------------------|--------------------------|
| ID                      | Nº Ponto SIOUT | Distância da área (m) | Coordenadas - Graus decimais          | Natureza     | Vazão média (m³/h) | Vazão máxima (m³/h) | Volume normal armazenado |
| 2                       | 2023/006.805   | 713                   | Lat - 29.309300º<br>Long - 51.769700º | Poço tubular | 1.51               | 1.51                | -                        |

Figura 05: Informações técnicas disponíveis dos poços tubulares profundos existentes nos sistemas CPRM-Siagas e SIOUT, considerando as informações constantes em Abril/2024.

## **8. Tipo de Aquífero Local:**

O Sistema Aquífero Serra Geral II está intimamente relacionado às rochas efusivas da Formação Serra Geral – Fácies Caxias, especialmente os riolitos e riolacitos. A capacidade específica é inferior a  $0,5 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$ , entretanto, excepcionalmente em áreas mais fraturadas ou com arenitos na base do sistema, podem ser encontrados valores superiores a  $2 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$ . As salinidades apresentam valores baixos, geralmente inferiores a  $250 \text{ mg/l}$ . Valores maiores de pH, salinidade e teores de sódio podem ser encontrados nas áreas influenciadas por descargas ascendentes do Sistema Aquífero Guarani (CPRM, 2005).

**9. Descrição do Acesso ao Local da Perfuração (Descrever as estradas federais, estaduais e municipais necessárias para chegar ao ponto da futura locação a partir do centro municipal):**

Partindo da Prefeitura Municipal de Imigrante pela rua Castelo Branco, seguir em direção Leste por 15 metros e dobrar à direita na avenida Dr. Ito João Snel e percorrer por 1.040 metros onde vira-se à esquerda na estrada para Daltro Filho pela avenida Ipiranga onde percorre-se por esta por 5.200 metros até alcançar Daltro Filho.

Chegando em Daltro Filho (ao lado do Convento Franciscano São Boaventura), dobra-se à esquerda pela rua Frei Tiago percorrendo por 130 metros, onde vira-se à esquerda na rua Me. Isabel e em seguida dobrar à direita na estrada Linha Cruzeiro, mantendo-se nesta por 3.550 metros até o local sugerido para a locação do poço tubular profundo (Figuras 06 e 07).



Figura 06: Localização sugerida para a perfuração do poço tubular profundo.

Fonte: Google Earth em Março/2024.

A partir do estudo realizado, foi definido que a perfuração do poço tubular profundo e demais instalações está prevista para ser executada às margens da estrada geral, Linha Garibaldi, município de Imigrante/RS, geograficamente definido pela Lat.: 29°18'16.98"S /Long. 51°45'52.65"O.

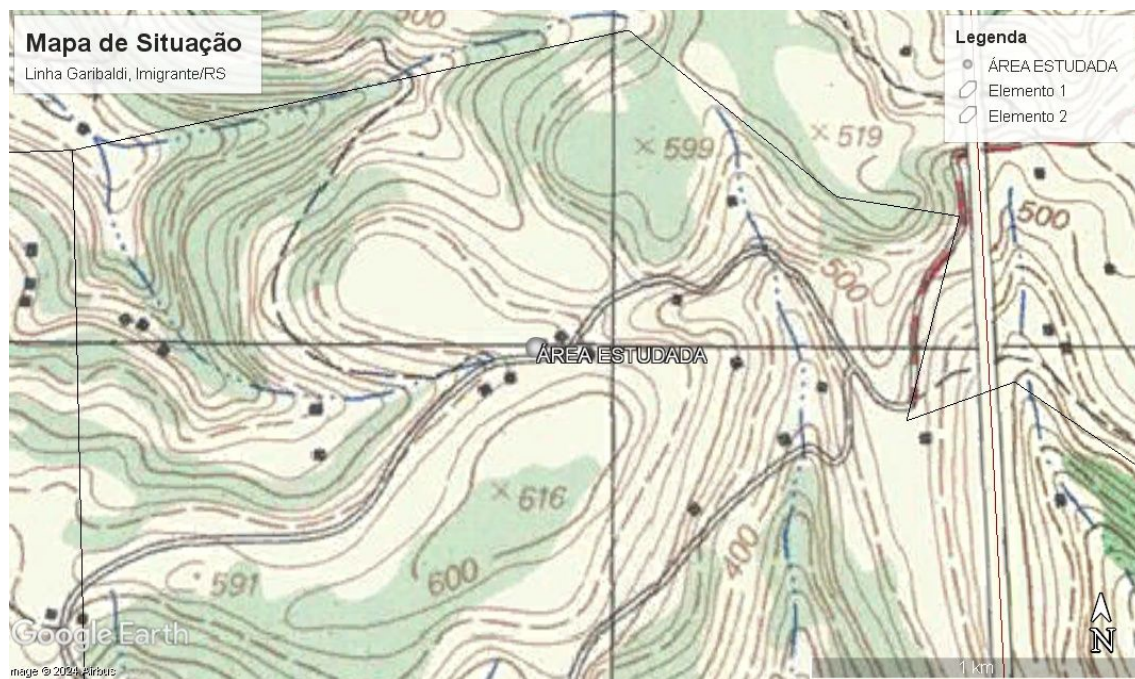


Figura 07: Mapa de situação da área estudada.

**10. Informações sobre o Sistema Rede de Adução- Torre – Reservatório e Rede de Distribuição (caso já exista, quantos metros de comprimento, volume da caixa de água etc):**

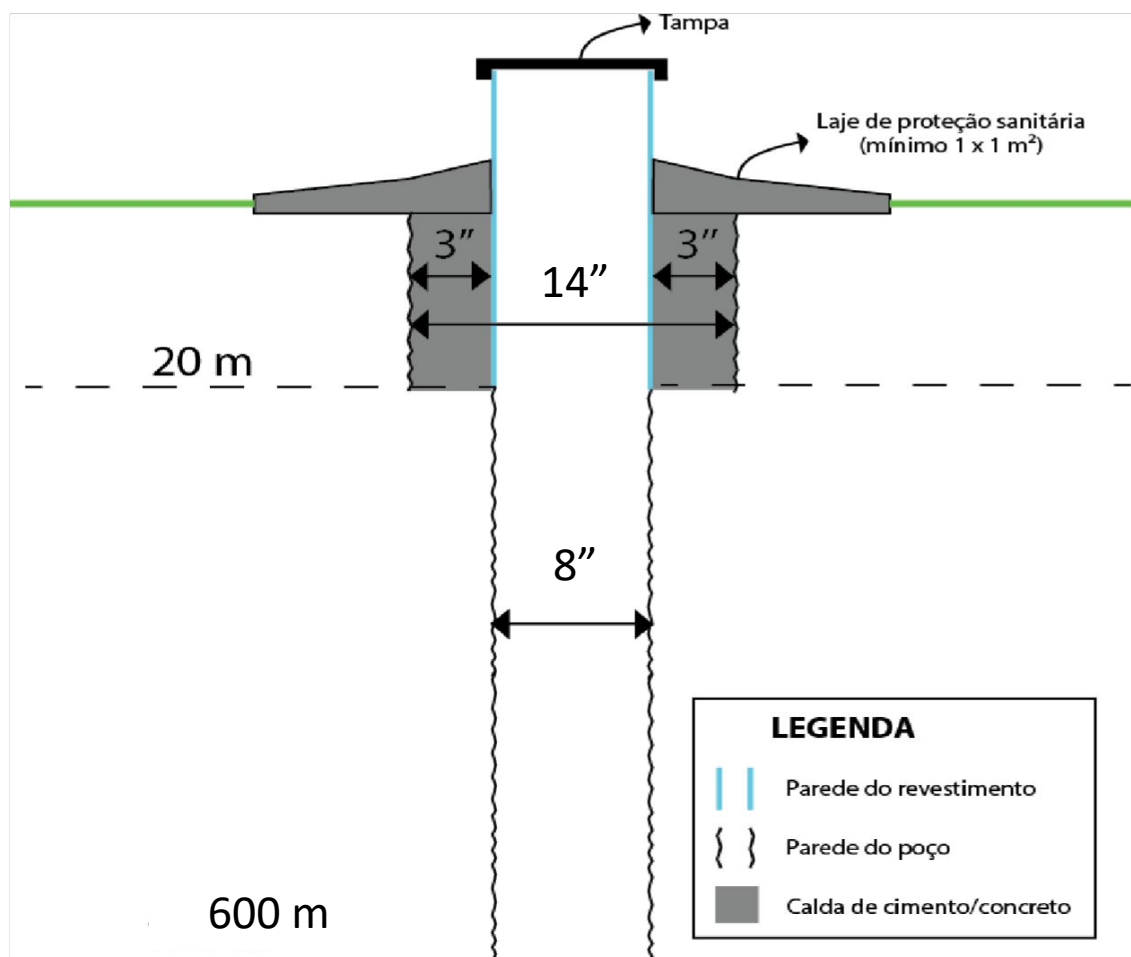
Considerando a Declaração expedida pelo Município de Imigrante em 26 de abril de 2024 através do Sr. Prefeito Germano Stevens, declara que o local onde o poço tubular profundo a ser perfurado às margens da estrada geral, Linha Garibaldi, município de Imigrante/RS, possui apenas rede privada de abastecimento de água, pertencente à associação local, não sendo de domínio público, desta forma, não possuímos dados sobre a extensão e volume da rede existente.

**11. Informações sobre a disponibilidade de Energia Elétrica no local do poço tubular (Existência de Rede Elétrica e o tipo: Monofásica, Bifásica ou Trifásica):**

Considerando a Declaração expedida pelo Município de Imigrante em 26 de abril de 2024 através do Sr. Prefeito Germano Stevens, existe rede de energia elétrica, tipo TRIFÁSICA, nas proximidades do local sugerido para a perfuração do novo poço tubular profundo e demais instalações às margens estrada geral, Linha Garibaldi, município de Imigrante/RS.

**12. Apresentação de Perfil Geológico e Projeto Construtivo Básico do poço tubular (as figuras serão uma estimativa baseada em poços tubulares existentes nas proximidades):**

Figura 08: Perfil Geológico e Projeto Construtivo Básico do poço tubular - Poço parcialmente revestido com 8'' de diâmetro útil



**13. Conclusão (abordagem citando as coordenadas geográficas do ponto de perfuração, fotos do local, tipo de aquífero, DNI e DNF com descrição sucinta do Projeto Construtivo da obra citando as normas ABNT e NBR 12.212 e 12.244):**

**13.1. Coordenadas Geográficas do Ponto de Perfuração:**

A partir do estudo realizado, foi definido que a sugestão para perfuração do poço tubular profundo e demais instalações está prevista para ser executada às margens da estrada geral, Linha Garibaldi, município de Imigrante/RS, geograficamente definido pela Lat.: 29°18'16.98"S /Long. 51°45'52.65"O (Figuras 06 e 07 e Foto 01).

A área localiza-se em zona rural é de propriedade de Município de Imigrante, pessoa jurídica de direito público, inscrita no CNPJ sob o nº 92.454.776/0001-08 onde apresenta 450 m<sup>2</sup> e encontra-se transcrita no Cartório de Registro de Imóveis de Teutônia/RS sob o nº 25.112 Folha 01; Livro 02.

Conforme estudos realizados a partir de dados bibliográficos, informações técnicas junto aos sistemas CPRM-Siagas e SIOUT, além do levantamento de campo, concluiu-se que a perfuração poderá alcançar 600,00 m, dependendo da vazão.

**13.2. Foto do Local:**



Foto 01: Local sugerido para a perfuração do poço tubular.

### **13.3. Tipo de Aquífero:**

Considerando o exposto nos itens 04 a 08 do presente material técnico, o local sugerido para a locação do poço tubular profundo e demais instalações pertence ao Sistema Aquífero Serra Geral II, ou seja, trata-se de um aquífero do tipo fraturado, cujo armazenamento e circulação das águas ocorre por meio de estruturas geológicas, tais como fraturas e falhas.

A análise de perfis geológico-construtivos de poços tubulares cadastrados no Sistema de Informações de Águas Subterrâneas da Companhia de Pesquisa em Recursos Minerais (CPRM-Siagas) e SIOUT sugere a ocorrência de uma camada de solo e alteração de rocha (regolito) sobreposta às referidas rochas, com espessura de 20,00 (vinte) metros, a qual deverá ser corretamente isolada através da instalação de revestimento, a fim de impedir a contaminação do aquífero fraturado pela influência das atividades antrópicas na circunvizinhança do poço tubular (ilustração na Figura 08).

Ademais, observou-se a possibilidade de ocorrência de camadas indesejáveis ao aquífero abaixo da transição entre o regolito e o topo da rocha sã, tais como zonas de alteração de rocha, brechas vulcânicas ou *intertraps*, cujo procedimento de isolamento deverá ser corretamente observado, a fim de garantir a qualidade das águas e a segurança na instalação e operação dos equipamentos de bombeamento. Salienta-se que tal profundidade de perfuração (600,00 metros) foi sugerido, considerando todas as características hidrogeológicas, geológicas (ausência de falhas/fraturas) e geomorfológicas, em especial, a cota altimétrica do local.

### **13.4. Projeto Construtivo da obra:**

#### **13.4.1. Concepção do sistema:**

O projeto em questão foi desenvolvido de forma a abastecer a Linha Garibaldi, município de Imigrante/RS com água potável e em quantidade suficiente para suprir as necessidades da comunidade composta por cerca de 33 (trinta e três) famílias, sendo composto pela unidade de captação através de 01 (um) poço tubular profundo a fim de garantir o abastecimento.

#### **13.4.2. Parâmetros do Projeto:**

A previsão estimada é de que cerca de 33 (trinta e três) famílias devem ser beneficiadas pelo abastecimento do poço tubular profundo. Considerando a Resolução nº 255 de 05 de dezembro de 2017, que estabelece valores de referência, onde:

Consumo (C): 180 l/pessoa x dia

Sendo que cada família possui, em média, 4 (quatro) pessoas, ou seja, seriam 132 (cento e trinta e duas) pessoas a serem abastecidas, num consumo (C) de 28.512 l/dia ou 28,512 m<sup>3</sup>/dia.

$K1 = 1,2$  (Coeficiente de máxima vazão diária)

Vazão (Q) = C x K1 x n° de pessoas

$Q = 28,512 \text{ m}^3/\text{dia}$  ou 28.512 l/dia

O parâmetro vazão da bomba é a base para a determinação do diâmetro nominal da tubulação edutora, o tipo comercial de bomba e consequentemente o diâmetro do poço tubular profundo.

#### **13.4.3. Responsabilidade Técnica:**

A responsabilidade técnica pela execução dos serviços de perfuração do poço tubular deverá ser realizada por técnico legalmente habilitado (geólogo/Eng. Geól ou Eng. de Minas), onde este deverá realizar o cadastro da obra objeto da perfuração e a solicitação de Autorização Prévia, assim como o tamponamento desta, caso necessário, e se a obra de captação apresentar condições favoráveis para a finalidade proposta, faz-se necessária a Outorga, onde tais situações devem ser realizados através do sistema SIOU (SEMA-DRH).

#### **13.4.4. Equipamentos e Materiais:**

A empresa Contratada para a perfuração do poço parcialmente revestido com 8'' de diâmetro útil, deverá dispor, no mínimo, dos seguintes equipamentos e materiais para execução dos serviços, bem como apresentar declaração de que poderá disponibilizar os mesmos durante a execução das obras de acordo com as necessidades técnicas encontradas, mesmo que por aluguel ou consórcio:

- a. Perfuratriz rotopneumática e/ou uma perfuratriz rotativa em perfeitas condições operacionais, com capacidade para, no mínimo, 20 (vinte) metros de profundidade no diâmetro de 14'';
- b. Perfuratriz rotopneumática e/ou uma perfuratriz rotativa em perfeitas condições operacionais, com capacidade para os restantes 580,00 (quinhentos e oitenta) metros de profundidade no diâmetro de 8'';
- c. Hastes, brocas, bit's e demais equipamentos, ferramentas e acessórios de perfuração necessários para construção do poço no diâmetro exigido;
- d. Bombas de lama com capacidade para efetuar a limpeza da perfuração conforme os diâmetros exigidos;

- e. Um compressor de ar com motor a óleo diesel, com capacidade para ser utilizado na perfuração, limpeza e desenvolvimento do poço;
- f. Conjunto completo para teste de vazão compatível com a produção do poço e grupo gerador para ser utilizado em locais sem energia elétrica;
- g. Medidores de nível d'água elétricos;
- h. Cronômetros e relógios digitais;
- i. Gabarito para teste de alinhamento e verticalidade do poço; e
- j. Veículos para transporte dos equipamentos até o local da construção dos poços.

#### **13.4.5. Locação Definitiva do Poço Tubular:**

A locação do poço sugerida é descrita no item 13.1 deste material. No entanto, o local de perfuração poderá ser alterado, com ciência da fiscalização da Contratante, objetivando a melhor adaptação para acesso e posicionamento dos veículos e equipamentos da empresa Contratada para perfuração. É importante salientar que a locação do poço foi realizada a partir de estudos técnicos visando à maior probabilidade de sucesso na perfuração, embora seja ambíguo concluir de forma segura a respeito dos resultados a serem obtidos.

Desta forma, por apreciação e decisão do fiscal da Contratante, a locação que resultar em poço improdutivo ou com água de má qualidade não será completada e deverá ser imediatamente e propriamente tamponada, atentando-se às exigências junto ao Departamento de Recursos Hídricos do Rio Grande do Sul (SEMA-DRH). Salienta-se que toda e qualquer obrigação legal referente ao cadastro da obra, solicitação de autorização prévia para perfuração e tamponamento (se necessário), outorga (se viável) junto ao sistema SIOUT (SEMA-DRH) são de responsabilidade técnica da Contratada.

#### **13.4.6. Critérios de Produtividade e Avanço da Perfuração:**

A vazão mínima do poço a ser perfurado foi estabelecida em 28.512 l/dia ou 28,512 m<sup>3</sup>/dia ou 1,188 m<sup>3</sup>/h. Será considerado poço não produtivo aquele que, após teste de produção ao término da perfuração, apresentar vazão de exploração inferior a 1,188 m<sup>3</sup>/h.

Caso durante a perfuração for observado que a vazão mínima requerida foi alcançada em profundidades inferiores ao máximo de referência de 600,00 (seiscentos) metros, por autorização do fiscal da Contratante, a Contratada continuará a perfuração do poço até a profundidade máxima prevista ou até onde os incrementos de vazão sejam considerados expressivos.

#### **13.4.7. Canteiro de Obras:**

A instalação do canteiro de obras compreenderá no deslocamento, instalação e montagem dos equipamentos de perfuração, bomba de lama e acessórios, tanques de lama, equipamentos de teste de produção/bombeamento, grupo gerador, entre outros.

O registro da instalação do canteiro, bem como de todas as ocorrências diárias (diâmetros de perfuração utilizados; metros perfurados e profundidade total do poço ao término da jornada de trabalho; material perfurado e avanço da penetração; profundidade do nível d'água no início e no fim dos trabalhos; entre outros) deverão ser informadas em um Boletim Diário de Sondagem, em duas vias, devidamente assinados pelos representantes das partes.

#### **13.4.8. Perfuração:**

A empresa Contratada deverá conduzir a perfuração até que sejam identificados indícios concretos da ocorrência de vazões suficientes e água de boa qualidade, considerando uma condutividade elétrica inferior a 1.300  $\mu\text{S}/\text{cm}$  ou total de sólidos dissolvidos (STD) inferior a 1.000 mg/L.

Caso estas especificações não sejam observadas, deverá ocorrer uma avaliação por parte da fiscalização do município de Imigrante/RS previamente à entrega da obra. A perfuração deverá ser executada com equipamento rotopneumático e/ou rotativo, com os diâmetros constantes na Figura 08.

A reabertura deverá ultrapassar o topo da rocha sã a fim de permitir a instalação do tubo de revestimento de acordo com as normas técnicas vigentes.

No entanto, essa profundidade não deverá ser inferior a 20,00 (vinte) metros, a fim de conferir maior segurança ao isolamento da entrada de água superficial no poço. A profundidade estimada final de perfuração é de 600,00 (seiscentos) metros para o poço tubular.

#### **13.4.9. Fluido de Perfuração:**

No caso da perfuração com o método rotopneumático, onde o fluido condutor é o ar comprimido, poderão ser utilizados agentes espumantes (Foam) aditivados por inibidores iônicos, para neutralização de argilas, e lubrificantes para evitar encramentos.

#### **13.4.10. Amostragem de Calha:**

As amostras de calha deverão ser coletadas em intervalos de 2,00 (dois) metros e sempre que ocorrer variação do tipo de rocha, cor, granulometria, avanço da perfuração,

entre outros, sendo acondicionadas secas em sacos plásticos transparentes de paredes resistentes e etiquetados com identificação do poço e intervalo coletado.

As amostras devem ser mantidas durante o processo de perfuração e construção do poço tubular, junto ao canteiro de obras, sendo posteriormente entregues ao fiscal do município de Imigrante/RS.

#### **13.4.11. Completação:**

A completação do poço será iniciada com a aprovação do projeto executivo pela fiscalização do município, após a definição de todos os parâmetros de alargamento. Em termos gerais, deverá ser cumprida a seguinte sequência e atendendo as normas ABNT e NBR 12.212 e 12.244:

##### **- Revestimento:**

Uma vez concluída a perfuração e definido o perfil construtivo do poço, será iniciada a etapa de completação com a descida da coluna composta de revestimentos, de modo a cobrir a extensão planejada e ilustrada na Figura 08.

Considerando-se que o poço será instalado em aquífero fraturado, não está prevista a utilização de filtros. Caso seja observada a presença de camadas/aquíferos indesejáveis, os mesmos deverão ser adequadamente isolados, não implicando necessariamente a utilização de filtros em toda a extensão do poço.

Os revestimentos nos primeiros 20,00 (vinte) metros deverão ser constituídos por PVC aditivado com diâmetro de 8", da linha geomecânico. Para escolha dos revestimentos, deverão ser observadas as especificações técnicas de cada material, principalmente com relação às profundidades que serão utilizadas, sendo considerado adequado um tubo de boca do tipo calandrado com diâmetro de 8".

Para conferir menor risco de contaminação do aquífero, deverá ser instalada uma extensão mínima de 20,00 (vinte) metros de revestimento.

##### **- Espaço Anular:**

Não está previsto o preenchimento de espaço anular, haja vista que o poço será construído em aquífero fraturado e, portanto, a priori não haverá necessidade de se utilizar filtro.

##### **Cimentação:**

A cimentação do espaço anular do revestimento deverá ser executada ao longo de toda a extensão do mesmo. A reabertura e instalação do revestimento (tubo de boca), conforme já especificado, não deverá ser inferior a 20,00 (vinte) metros de profundidade, conferindo maior isolamento ao aquífero fraturado.

A cimentação deverá ocorrer por gravidade, com pasta de cimento e areia na proporção 1:2. Após a cimentação, caso não sejam adicionados aceleradores de pega, a Contratada deverá aguardar pelo menos 24 (vinte e quatro) horas para reinício das atividades.

- Isolamento de Camadas/Aquíferos Indesejáveis:

Caso necessário, o aquífero produtor (basalto fraturado) deverá ser isolado de outros indesejáveis com zona argilosa, utilizando-se de pellets de argila expansiva, em intervalo não inferior a 2,00 (dois) metros. Embora a continuidade possa ser restrita e de difícil previsão de localização, camadas de alteração de rocha, brechas vulcânicas ou depósitos arenosos do tipo *intertrap* poderão ser observadas em profundidade, intercalado aos basaltos da Formação Serra Geral.

O correto isolamento das possíveis camadas indesejáveis evitará a utilização de filtro, bem como irá assegurar a qualidade das águas e preservar os equipamentos de bombeamento.

**13.4.12. Limpeza e Desenvolvimento:**

Concluída a completação, deverá ser realizada a operação de limpeza e desenvolvimento do poço, consistindo na retirada de todos os detritos de rocha e lama do seu interior, extraíndo-se o máximo da fração fina da formação nas circunvizinhanças do poço.

A critério da fiscalização da Contratante, poderá ser exigida a aplicação de hexametáfosfato de sódio para auxiliar no processo de diluição da lama, devendo a Contratada dispor do produto no canteiro de obras.

O poço será considerado desenvolvido quando for verificada a limpeza da água imediatamente após uma descarga antecedida de reversão. Para os casos de perfuração sem a utilização de lama e CMC, os procedimentos de limpeza e desenvolvimento serão mais simples, consistindo apenas na utilização de ar comprimido e bombeamento.

- Teste de Verticalidade e Alinhamento:

O teste de verticalidade e alinhamento será conduzido mediante à descida de um gabarito de no mínimo 6,00 (seis) metros de comprimento por um diâmetro externo de 5 (cinco) mm menor do que o diâmetro interno do poço, que deverá descer livremente até o final da perfuração.

- Teste de Produção e Recuperação:

O teste de produção, com utilização de bomba submersa, somente poderá ser iniciado após o desenvolvimento total do poço. A energia elétrica necessária para o teste deverá ser providenciada pela Contratada. Sugere-se a utilização de grupo gerador.

A bomba submersa deverá ter capacidade para a vazão igual ou superior à definida. As medições de vazão deverão ser realizadas pelo método de orifícios calibrados ou tambor aferido, e as medições dos níveis da água com precisão centimétrica, mediante descida de medidor em tubo auxiliar.

O teste deverá ser conduzido de acordo com a NBR 12.244 da ABNT, em planilha adequada. A descarga deverá ficar a uma distância que não venha mascarar o teste e não permita acumulação de água no canteiro de obras.

A tubulação de descarga deverá ser dotada de válvula de regulação sensível e de fácil manejo, de modo a permitir controlar e manter constante a vazão em diversos estágios de bombeamento.

O teste de produção será iniciado com bombeamento à vazão máxima, em período de 24 (vinte e quatro) horas, com registros de vazão e níveis em planilha. Concluído o bombeamento com vazão máxima, deverá ser iniciado o teste de recuperação, com leituras de níveis por um período tal que a recuperação atinja o nível estático inicial ou pelo menos 90% do rebaixamento total.

A planilha contendo os dados de campo e o relatório dos cálculos de rebaixamento x tempo e recuperação x tempo, bem como os cálculos de transmissividade e capacidade específica, deverão ser entregues à Contratada acompanhada de Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) do profissional responsável (Geólogo, Eng. de Minas/Eng. Geólogo).

- Limpeza Final e Desinfecção do Poço:

A desinfecção final deverá ser realizada com solução clorada, em quantidade tal que permita uma concentração de 50 mg/L de cloro livre por pelo menos 2 (duas) horas, introduzida por tubos auxiliares e reservando parte da solução para ser introduzida pela boca do poço para desinfetar a tubulação acima do nível d'água.

De acordo com a NBR 12.244, sendo a solução utilizada hipoclorito de sódio, aplicar-se-á 0,5 litros por m<sup>3</sup> de água no poço.

- Amostragem de Água para Análise Laboratorial:

A amostra para análise físico-química deverá ser coletada após a 20ª hora do teste de bombeamento. Os recipientes e preservantes, bem como a quantidade mínima de coleta, deverão ser fornecidos por um laboratório comercial habilitado e credenciado

junto à Rede Metrológica RS e/ou ao INMETRO. Após a coleta, os frascos devem ser devidamente vedados, identificados e conservados em caixas térmicas com temperatura de 4°C ( $\pm 2^\circ\text{C}$ ) e entregues ao laboratório no prazo máximo de 24 (vinte e quatro) horas. A amostragem, armazenamento e análise físico-química da água serão de responsabilidade da Contratada.

A amostra para análise bacteriológica deverá ser coletada durante o teste de bombeamento e 24 (vinte e quatro) horas após ser feita a desinfecção do poço, em frasco apropriado e esterilizado, seguindo as instruções do laboratório quanto à coleta e acondicionamento, devidamente vedado e identificado, especificando ainda o tipo de coleta: durante o teste e após a desinfecção.

Os recipientes serão entregues e analisados em laboratório comercial credenciado pela Rede Metrológica RS e/ou INMETRO. Assim como a análise físico-química, a amostragem, armazenamento e análise da água sob a ótica bacteriológica serão de responsabilidade da Contratada.

Os Parâmetros a serem apresentados na análise físico-química (conforme o DRH, de acordo com o *Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater*) seguem abaixo:

- Dureza Total
- Condutividade Elétrica
- Alcalinidade Total
- pH
- Turbidez
- Cor
- Sólidos Totais Dissolvidos
- Cálcio
- Magnésio
- Ferro Total
- Manganês Total
- Cloreto
- Sulfato
- Nitratos
- Flúor
- Cromo
- Chumbo

- Zinco
- Cobre
- Arsênio
- Alumínio
- Cádmio
- Sódio
- Potássio
- Resíduos Secos
- Temperatura
- Nitrogênio Total.

Parâmetros a serem apresentados na análise bacteriológica:

- Coliformes Totais
- Coliformes Termotolerantes
- Contagem de Bactérias Heterotróficas (CBH).

- Laje de Proteção e Tubo Protetor:

Durante a execução dos serviços, deverão ser tomadas todas as precauções necessárias, a fim de evitar a entrada de águas e materiais contaminados no aquífero produtor. Sendo assim, em torno do tubo de revestimento do poço deverá ser construída uma laje de concreto (traço 1:2:3), com formato quadrangular de 1,00 (um) metro de lado (total 1,00 m<sup>2</sup>), com uma declividade de 2% em relação ao centro do poço para as bordas, oferecendo um ressalto periférico de 0,10 metros sobre a superfície do terreno.

O tubo de revestimento deverá ficar saliente, no mínimo, 0,5 metros sobre a superfície da laje.

- Tampa:

Terminados os serviços, o poço deverá ser lacrado com chapa soldada, tampa rosqueada com cadeado ou válvula de segurança.

**13.4.13. Instalação do Poço Tubular e demais materiais:**

Considerando a profundidade do poço tubular em 600,00 (seiscentos) metros, sugere-se que a bomba seja instalada numa profundidade de 480,00 (quatrocentos e oitenta metros) e que seja compatível com a obra, onde aconselha-se a utilização do listado abaixo:

- 1 (uma) unidade - bomba submersa 12,0HP 380V 60 estágios;
- 1 (uma) unidade - painel de comando soft starter 12,0HP 380V;
- 480 (quatrocentos e oitenta) metros - tubo galvanizado 1.1/2";

- 80 (oitenta) unidades de luva galvanizada 1.1/2";
- 500 (quinhentos) metros de cabo trifásico 3 x 16,0 mm;
- 4 (quatro) unidades de válvula intermediária 1.1/2";
- 1 (uma) unidade de hidrômetro Woltmann 2" – conjunto;
- 480 (quatrocentos e oitenta) metros de tubo de nível;
- 1 (uma) unidade de tubo de saída para a bomba completo;
- 1 (uma) unidade de tubo de saída para o cabo;
- 1 (uma) unidade - serviço instalação.

#### **13.4.14. Relatório Técnico de Perfuração:**

- Cadastro do Poço, Autorização Prévia e tamponamento (caso necessário) e outorga (se viável) no sistema SIOUT–SEMA-DRH:

O Cadastro do poço tubular, Autorização Prévia e tamponamento (caso necessário) e outorga (se viável) no sistema SIOUT–SEMA-DRH deverá ser realizado por técnico legalmente habilitado (Geólogo, Eng. de Minas/Eng. Geólogo) responsável pela empresa perfuradora (Contratada).

##### - Relatório técnico construtivo:

O relatório técnico construtivo deverá ser entregue, ao final da construção e completção dos poços tubulares, em papel (três vias) e em forma digital (CD ou e-mail), de acordo com os requisitos da norma técnica NBR 12.244 da ABNT, para que a obra possa ser recebida pela Prefeitura de Imigrante/RS.

Deverão compor o relatório: amostras, boletins diários de perfuração, planilha do teste de vazão, cálculos a partir dos dados do teste de bombeamento, perfil litológico e construtivo, relatório fotográfico, análise físico-química e bacteriológica e planilha de materiais utilizados na obra acompanhados da Anotação de Responsabilidade Técnica – ART de profissional legalmente habilitado (Geólogo, Eng. de Minas/Eng. Geólogo). Também faz-se necessário parecer técnico conclusivo sobre a execução do poço tubular.

##### - Parecer Técnico conclusivo:

Parecer conclusivo do técnico responsável (Geólogo/Eng. Geólogo/Eng. Minas) elencando o que segue:

- Sobre o projeto, descrever a execução do mesmo, detalhando possíveis modificações/adaptações realizadas durante a obra, desde o que foi projetado até o resultado do poço (caso houver);

- Sobre o resultado da obra, descrever a capacidade de vazão do poço no atendimento ao número de famílias previamente estipulado;

•Sobre a qualidade da água, descrever a possibilidade de uso para consumo humano e os devidos sistemas tratamentos a serem instalados, se necessário;

•Sobre o uso da água, discriminar os procedimentos e diretrizes (incluindo um cronograma simplificado com etapas a serem cumpridas, conforme modelo abaixo) que deverão ser adotados para a futura obtenção da outorga via SIOUT–SEMA-DRH e efetivo funcionamento do poço tubular, indicando possíveis melhorias/elementos a serem realizadas/instalados para essa finalidade.

•Preenchimento da seguinte tabela:

Tabela 01: Descrição das etapas e previsão de término (se for o caso):

| <b>ETAPA</b>  | <b>PREVISÃO (MÊS/ANO)</b> |
|---|---------------------------|
| Projeto de Rede de Distribuição                               |                           |
| Instalação de rede de distribuição                            |                           |
| Instalação de bomba submersa                                  |                           |
| Instalação de hidrômetro                                      |                           |
| Instalação de dosador de cloro                                |                           |
| Instalação de sistema de tratamento adicional (se for o caso) |                           |
| Abertura do processo de outorga via SIOUT–SEMA-DRH            |                           |

#### **13.4.15. Legalização da Obra:**

A Contratada deverá providenciar a emissão da Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) de execução e acompanhamento da obra junto ao Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA), conforme preconizado nas normativas, assinada por profissional legalmente habilitado (Geólogo, Eng. de Minas/Eng. Geólogo).

O cadastro e encaminhamento da Anuência Prévia (e posterior tamponamento, se necessário) e outorga (se viável) somente poderá ser realizado após a definição e assinatura do contrato com a empresa vencedora do processo de licitação e ART do profissional legalmente habilitado, sendo solicitada por este junto ao sistema SIOUT–SEMA-DRH.

#### **13.4.16. Obrigações Legais da Contratada:**

A Contratada deve assumir toda a responsabilidade técnica e civil sobre a obra a ser executada, onde esta se obriga a cumprir todas as leis e normas trabalhistas e da previdência social para com seus empregados e/ou terceiros, inclusive em casos de acidentes.

Eventuais danos causados ao meio ambiente, ou a outros bens, inclusive de terceiros, que decorram das atividades relativas ao escopo deste processo licitatório, deverão ser reparados às custas da Contratada.

#### **13.4.17. Garantia da Obra:**

A Contratada será responsável pela garantia dos materiais empregados e pelos serviços executados, conforme normas ABNT e NBR 12.212 e 12.244. Quaisquer defeitos que porventura ocorrerem, excetuando-se danos causados pela Contratante, serão corrigidos às custas da Contratada.

Eventuais alterações na qualidade da água, produção de sedimentos ou retenção de equipamentos dentro do poço causadas pela má construção, serão de responsabilidade da Contratada pelo período de 01 (um) ano a partir da conclusão de toda a obra e do aceite da Contratante, ficando a mesma, a Contratada, obrigada a reparar o dano, no prazo máximo de 30 (trinta) dias, mediante notificação do Município de Imigrante/RS.

#### **13.4.18. Poço Improdutivo:**

Na eventualidade da perfuração resultar em poço improdutivo, baixa vazão ou com água de má qualidade, o mesmo deverá ser tamponado, sendo posteriormente encaminhado relatório técnico e fotográfico ao Departamento de Recursos Hídricos da Secretaria de Meio Ambiente do Rio Grande do Sul (SEMA-DRH) pelo responsável técnico legal da Contratada.

O tamponamento deverá ser realizado com pasta ou argamassa de cimento, colocada a partir da primeira entrada d'água até a superfície, com espessura nunca inferior a 20,00 (vinte) metros, sendo que na parte inferior o poço deverá ser preenchido com pedra brita.

A tampa do poço deverá ser removida e, após nivelamento da superfície, a Contratada deverá construir uma laje de proteção sanitária com dimensão de 1 (um) m<sup>2</sup>.

#### **13.4.19. Medição dos Serviços e Materiais:**

As medições e o pagamento serão efetuados de acordo com o preço unitário de cada item, multiplicado pelo quantitativo efetivamente utilizado na obra, independentemente do quantitativo previsto no projeto executivo do poço.

Os mesmos deverão compor planilha de medição de serviços, contendo a previsão de projeto e os quantitativos efetivamente realizados, bem como o valor a ser pago e o saldo remanescente, sendo que a mesma deverá ser elaborada e atestada pela fiscalização da obra.

#### **13.4.20. Fiscalização da Obra:**

A fiscalização da obra será realizada pelo Município de Imigrante/RS.

#### **13.4.21. Cronograma Físico-Financeiro:**

A Contratada deverá apresentar cronograma de execução da obra, (conforme listado abaixo), com previsão de início e fim das seguintes atividades, considerando a data de entrega das obras em concordância com a Minuta do Contrato.

- Preparação do canteiro de obras;
- Colocação do tubo de boca;
- Perfuração;
- Alargamento;
- Descida da coluna final;
- Desenvolvimento;
- Teste de bombeamento;
- Desinfecção;
- Demais instalações;
- Trabalhos de finalização da obra.

Para cada atividade a ser iniciada, a Contratada deverá avisar com antecedência a fiscalização da Contratante. Cada operação somente poderá ser iniciada em presença do fiscal ou com sua expressa concordância.

#### **13.4.22. Planilhas Orçamentárias:**

As planilhas orçamentárias são apresentadas em anexo ao presente material técnico. Ressalta-se que os quantitativos são estimativas de projeto que poderão ser modificados em decorrências da execução das atividades, sempre com ciência e autorização da Contratante.

#### **13.4.23. Disposições Finais:**

A Contratada deverá manter na obra um boletim diário de perfuração, com todos os dados sobre as atividades realizadas e materiais empregados, com cópia para a fiscalização. O uso de materiais, ferramentas ou procedimentos fora das especificações resultará em paralisação da obra até que a situação seja regularizada.

Os custos decorrentes dessa paralisação serão por conta da Contratada. A Contratada ficará obrigada a executar a obra de acordo com a presente especificação, mantendo um responsável técnico de comprovada experiência em obras semelhantes permanentemente no canteiro de obras, que responderá perante a fiscalização da Contratante.

Eventuais alterações de projeto somente poderão ser feitas a pedido ou com concordância por escrito da fiscalização. A Contratada se obriga a aceitar todos os métodos de inspeção necessários para as medições e fiscalizações da obra. Constituem atribuições da fiscalização, plenamente aceitas pela Contratada:

- a. Ter livre acesso a todos os materiais, serviços e informações sobre a obra, bem como solicitar a retirada de empregado da Contratada que dificultar a fiscalização;
- b. Exigir a execução da obra de acordo com as especificações ou modificações;
- c. Rejeitar os serviços executados e/ou materiais fora das especificações ou modificações ou ainda fora das normas ABNT, em especial as NBR 12.212 e 12.244;
- d. Rejeitar serviços com não atendimento de obrigações legais ou aqueles a que a fiscalização não teve acesso ou não foi comunicada;
- e. Rejeitar serviços que resultem em perda de poço por problemas técnicos de construção;
- f. Aumentar, diminuir ou eliminar serviços, de acordo com a boa técnica para o melhor aproveitamento ou não do poço;
- g. Realizar medições se e quando for conveniente.

Lucilene Mallmann  
Geóloga  
CREA/RS 128.076D

#### **14. Bibliografia:**

ABNT - NBR 12.212/1997. Projeto de Poço para Captação de Água Subterrânea.

ABNT - NBR 12.244/2006. Poço tubular - Construção de poço tubular para captação de água subterrânea. BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA.

CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, 2005. Mapa Geológico do Rio Grande do Sul – Escala: 1:750.000.

CHIOSSI, NIVALDO J. Geologia Aplicada à Engenharia. Grêmio Politécnico. 3ª Edição, SP, 1983.

FREITAS, M.A & MACHADO, J.L.F. 2000. Hydrogeochemistry of Serra Geral Aquifer in Western Santa Catarina State. In: Congresso Mundial Integrado de Águas Subterrâneas, 1, 2000, Fortaleza, Anais. Fortaleza, ABAS/AHLSUD/IAH/CD-ROM.

FREITAS, M.A., BNINOTTO, R.B., NANNI, A.S., RODRIGUES, A.L.M. & BORTOLI, C.R. 2012. Avaliação do potencial hidrogeológico, vulnerabilidade intrínseca e hidroquímica do Sistema Aquífero Serra Geral no Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, 17 (2): 31-41.

ROISENBERG A.; VIERO, A.P., 2000. O Vulcanismo Mesozóico da Bacia do Paraná no Rio Grande do Sul. In: Holz, M. & De Ros, L.F. (editores) 2000. Geologia do Rio Grande do Sul. Edição CIGO/UFRGS. p. 355-374

ROISENBER, A. & CHIES, J.O. 1987. Vulcanismo Basalto-Riolítico da Formação Serra Geral e Mineralizações Associadas. In: Congresso Brasileiro de Geoquímica 1º, Porto Alegre, 1987. Roteiro de Excursões. Porto Alegre:SBG, p.38-54. (6).