

MEMORIAL DESCRITIVO

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA LOCALIDADE DE LINHA SANTOS ANJOS, ZONA RURAL DO MUNICÍPIO DE FREDERICO WESTPHALEN/RS

1. INTRODUÇÃO

O presente Memorial Descritivo tem por objetivo descrever, de forma técnica e detalhada, as características, critérios de concepção e especificações dos serviços e materiais empregados no Sistema de Abastecimento de Água da Linha Santos Anjos, localizada na zona rural do município de Frederico Westphalen/RS.

O sistema foi concebido para atender 37 unidades residenciais unifamiliares, assegurando abastecimento contínuo, pressões adequadas, qualidade da água distribuída e confiabilidade operacional, em conformidade com as normas técnicas brasileiras vigentes e boas práticas da engenharia sanitária.

2. CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA

O sistema projetado enquadra-se como sistema simplificado de abastecimento de água, sendo composto pelas seguintes unidades funcionais:

- captação subterrânea por poço tubular profundo;
- sistema de bombeamento e recalque;
- rede de adução;
- unidade de reservação apoiada;
- sistema de desinfecção;
- rede de distribuição;
- ligações domiciliares.

O abastecimento é destinado exclusivamente ao consumo humano, não sendo previsto atendimento industrial ou agroindustrial.

3. CAPTAÇÃO SUBTERRÂNEA

A captação de água será realizada por meio de **poço tubular profundo a ser executado**, contemplando todas as etapas necessárias à sua completa implantação, conforme previsto na planilha orçamentária.

A execução do poço compreenderá, no mínimo:

- mobilização e instalação de canteiro de obras;
- perfuração em diâmetro de 12” no trecho inicial;
- perfuração em diâmetro de 6” nos trechos subsequentes;
- fornecimento e instalação de revestimento geomecânico;
- cimentação do espaço anular;
- desenvolvimento do poço;
- ensaio de bombeamento (teste de vazão e recuperação de nível);
- limpeza e desinfecção do poço;
- análise físico-química e bacteriológica da água;
- outorga de regularização do poço;
- instalação do conjunto motobomba submerso;
- instalação de hidrômetro na saída do poço;
- instalação elétrica completa, incluindo quadro de comando, cabos, dispositivos de proteção e sistema de aterramento;
- implantação de poste de concreto para alimentação elétrica;
- execução de cercamento de proteção com portão de acesso.

Os **detalhes construtivos, perfil geológico, especificações de revestimento e demais características técnicas do poço tubular profundo constam em projeto específico anexo**, o qual deverá ser integralmente seguido durante a execução.

4. SISTEMA DE BOMBEAMENTO E RECALQUE

O recalque da água será realizado por meio de bomba submersa instalada no poço tubular profundo, devidamente dimensionada para atender à vazão de projeto e à altura manométrica total do sistema.

O sistema de bombeamento compreenderá:

- conjunto motobomba submerso;
- tubulação de recalque;
- conexões e acessórios;
- quadro de comando elétrico com dispositivos de proteção e automação;
- cabos elétricos e sistema de aterramento;
- hidrômetro para controle de volume bombeado.

O dimensionamento considerou as perdas de carga distribuídas e localizadas, bem como o desnível geométrico entre o poço e o reservatório.

5. REDE DE ADUÇÃO

A rede de adução tem a função de conduzir a água captada até o reservatório.

Será executada com as seguintes características:

- material: polietileno de alta densidade (PEAD);
- diâmetro nominal: DN 50 mm;
- comprimento aproximado: 413 m.

Os serviços contemplam:

- escavação mecanizada de valas;
- fornecimento e assentamento das tubulações;
- conexões e acessórios;
- reaterro e compactação.

O traçado foi definido considerando a topografia local, minimização de interferências e condições hidráulicas adequadas.

6. RESERVAÇÃO

A reservação será composta por reservatório em poliéster reforçado com fibra de vidro, com capacidade de 20.000 litros.

O reservatório será instalado sobre base em concreto armado tipo radier, dimensionada para suportar as cargas atuantes, incluindo:

- execução de formas;
- armação em aço;
- concretagem.

Serão instalados os seguintes dispositivos:

- registros de controle;
- válvula de retenção;
- conexões hidráulicas;
- chave de boia para controle de nível.

A posição do reservatório foi definida para possibilitar distribuição por gravidade.

7. SISTEMA DE DESINFECÇÃO

Para garantia da qualidade da água, será implantado sistema de desinfecção por cloração, composto por dosador de cloro.

O sistema será ajustado para garantir manutenção de residual de cloro conforme exigências da legislação vigente de potabilidade.

8. REDE DE DISTRIBUIÇÃO

A rede de distribuição será responsável pelo atendimento às unidades consumidoras, sendo executada com:

- material: PEAD;
- diâmetro nominal: DN 50 mm;
- extensão aproximada: 2.459 m.

Os serviços incluem:

- escavação mecanizada;
- assentamento das tubulações;
- reaterro e compactação;
- instalação de caixas enterradas hidráulicas;
- execução de conexões e derivações.

O dimensionamento hidráulico garante pressões adequadas em toda a área atendida.

9. LIGAÇÕES DOMICILIARES

As ligações domiciliares serão executadas em tubulação PEAD DN 32 mm, com extensão aproximada de 660 m.

Serão contemplados:

- ramais prediais;
- conexões (tês de redução e acessórios);
- escavação e reaterro;
- assentamento das tubulações.

As ligações garantirão o fornecimento adequado às unidades residenciais.

10. CRITÉRIOS EXECUTIVOS E CONSTRUTIVOS

10.1 Implantação e Locação

Deverá ser realizada a locação completa do sistema antes do início da execução, respeitando o projeto aprovado e as interferências existentes.

10.2 Abertura de Valas

As valas deverão possuir dimensões compatíveis com as tubulações e garantir recobrimen-
to mínimo adequado.

10.3 Assentamento das Tubulações

As tubulações deverão ser assentadas de forma alinhada, com juntas executadas conforme
especificações dos fabricantes.

10.4 Reaterro e Compactação

O reaterro será realizado em camadas sucessivas, com compactação adequada, garantindo
estabilidade e evitando recalques.

11. TESTES, LIMPEZA E DESINFECÇÃO

Após a execução, deverão ser realizados:

- testes de estanqueidade;
- limpeza das tubulações;
- desinfecção com solução clorada;
- lavagem final da rede.

A operação somente será iniciada após resultados satisfatórios.

12. OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

Deverão ser realizados procedimentos periódicos de:

- inspeção do sistema de bombeamento;
 - verificação do nível do reservatório;
 - controle da dosagem de cloro;
 - inspeção das redes;
 - manutenção preventiva dos equipamentos.
-

13. ATENDIMENTO ÀS NORMAS TÉCNICAS

O sistema atende às normas técnicas brasileiras aplicáveis, em especial a ABNT NBR 12218, bem como à legislação sanitária vigente relativa à potabilidade da água.

14. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema de abastecimento de água da Linha Santos Anjos apresenta concepção técnica adequada a sistemas de pequeno porte, garantindo fornecimento contínuo, com qualidade, pressão e segurança operacional.

As soluções adotadas asseguram eficiência, durabilidade e facilidade de operação e manutenção.

Frederico Westphalen/RS, 05 de maio de 2026.

Eng. Civil – Rodrigo André Klamt

CREA/RS nº 191737

PROJETO DE PERFURAÇÃO DE POÇO TUBULAR PROFUNDO

Linha Santos Anjos – Frederico
Westphalen/RS

Resumo

O presente projeto compõe parte da documentação a ser apresentada com vistas a subsidiar o processo licitatório para contratação de empresa para a realização de obras para a perfuração de poço para captação de água subterrânea na localidade de Linha Santos Anjos, no município de Frederico Westphalen / RS



Integra

Geologia, Engenharia e Meio Ambiente

SUMÁRIO

I	DADOS DO EMPREENDEDOR.....	2
I.1	DADOS DA EMPRESA RESPONSÁVEL PELA AVALIAÇÃO	2
I.2	TÉCNICO RESPONSÁVEL PELO TRABALHO	2
II	INTRODUÇÃO	3
II.1	OBJETIVOS	5
II.2	METODOLOGIA.....	5
III	CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO	6
III.1	GEOLOGIA REGIONAL	6
III.2	GEOLOGIA LOCAL	6
III.3	GEOMORFOLOGIA	7
III.4	HIDROGEOLOGIA.....	9
IV	LOCAÇÃO DE POÇO	12
IV.1	LOCALIZAÇÃO E VIAS DE ACESSO.....	12
IV.2	PLANTA PLANIALTIMÉTRICA	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
V	PROJETO DE PERFURAÇÃO	14
V.1	ETAPA PRELIMINAR	14
V.2	PERFURAÇÃO.....	14
V.3	REGISTRO DE PERFURAÇÃO.....	14
V.4	FLUIDO DE PERFURAÇÃO	15
V.5	COLETA DE AMOSTRAS DA PERFURAÇÃO.....	15
V.6	POÇO NÃO PRODUTIVO	15
VI	PROJETO CONSTRUTIVO FINAL DOS POÇOS	16
VI.1	COMPLETAÇÃO.....	16
VI.1.1	REVESTIMENTO.....	16
VI.1.2	CIMENTAÇÕES	16
VI.2	DESENVOLVIMENTO DO POÇO.....	17
VI.3	TESTE DE VERTICALIDADE E ALINHAMENTO	17
VI.4	TAMPONAMENTO.....	18
VI.5	SISTEMA DE BOMBEAMENTO.....	18
VI.6	LAJE E PROTEÇÃO SANITÁRIA	19
VI.7	RELATÓRIO FINAL DE PERFURAÇÃO.....	19
VII	ETAPAS PÓS PERFURAÇÃO	21
VII.1.1	REQUISITOS PARA A REALIZAÇÃO DOS TESTES.....	21
VII.1.2	TESTE DE BOMBEAMENTO	21
VII.1.3	TESTE DE RECUPERAÇÃO DO NÍVEL.....	22
VII.2	DESINFECÇÃO.....	22
VII.2.1	ETAPAS PARA DESINFECÇÃO NO POÇO	23
VII.3	COLETA DE ÁGUA PARA ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E BACTERIOLÓGICA.....	24
VII.4	CERCAMENTO	24
VIII	OUTORGA DE USO DO RECURSO HÍDRICO SUBTERRÂNEO	24
IX	PERFIL CONSTRUTIVO PADRÃO	26
X	IMPLANTAÇÃO DE MEDIDAS MITIGADORAS DE IMPACTO AMBIENTAL E DE SAÚDE DOS PROFISSIONAIS.....	28

Lista de Figuras

Figura 1. Localização da área de estudo.	4
Figura 2. Mapa geológico da área de perfuração do poço. Fonte: Modificado por Integra Geologia Ambiental de CPRM.	7
Figura 3. Modelo de elevação do terreno com exagero vertical de 2x, com pontos cotados. Vista para Nordeste.	8
Figura 4. Mapa Geomorfológico da área de estudo. Fonte: BDIA, IBGE - 2019.	9
Figura 5. Mapa de lineamentos da área. Fonte: Imagem SRTM.	10
Figura 6. Mapa hidrogeológico da região onde será perfurado o poço. Fonte: CPRM, 2013.	11
Figura 7. Imagem de satélite da área de estudo. O pin vermelho marca o ponto locacional para perfuração do poço.	12
Figura 8. Imagem referente a localização da locação do poço, em Linha Santos Anjos, Frederico Westphalen/RS. O pin vermelho indica o ponto de instalação do poço.	13
Figura 10. Modelo de planilha para realização do teste de vazão com apresentação dos resultados em gráfico com escala logarítmica e equação da reta.	22
Figura 11. Perfil construtivo para um poço de 6” de diâmetro útil.	27

I DADOS DO EMPREENDEDOR

Nome	PREFEITURA MUNICIPAL DE FREDERICO WESTPHALEN
Endereço	Rua José Cañellas, 258 – Centro – CEP 98400-000
Município	Frederico Westphalen/RS
CNPJ	87.612.917/0001-25
Telefone	(55) 3744-5050
E-mail	gabinete@fredericowestphalen.rs.gov.br

I.1 DADOS DA EMPRESA RESPONSÁVEL PELA AVALIAÇÃO

Razão Social	INTEGRA GEOLOGIA AMBIENTAL LTDA.
Endereço	Rua Ervino Arthur Thomas, 364 – Universitário – 95.914-084
Município	Lajeado/RS
CNPJ	28.075.541/0001-06
Contato	Geólogo Jonatas Monteiro da Silva Avelino
E-mail	contato@integraambiental.com
Telefone/Fax	(51) 4064-0247 - (51) 98652-6702
Registro CREA RS	228179

Responsáveis Técnicos CREA	Alberto Togni	Engenheiro Mecânico
	Charles Otaviano Ferreira Da Silva	Engenheiro Civil
	Glauco Rafele Bao	Engenheiro Químico
	Gustavo Schmidt Dos Anjos	Engenheiro Eletricista
	Jonatas Monteiro Da Silva Avelino	Geólogo
	Jordano Augusto Torriani Kussler	Engenheiro de Minas
	Leonardo Ferreira Cenci	Engenheiro Agrônomo, Técnico em Zootecnia
Responsável Técnico - CRBio	Franciela Dal Cero	Bióloga
	Guilherme André Spohr	Biólogo
Responsável Técnico - CRQ	Glauco Rafele Bao	Engenheiro Químico

I.2 TÉCNICO RESPONSÁVEL PELO TRABALHO

Profissional	Formação	Registro	Função
Jonatas Monteiro da Silva Avelino	Geólogo	CREA RS215058	Responsável Técnico
Vinícius Sgorla	Geólogo	CREA RS264956	Analista Ambiental
Francisco Calos Pereira de Jesus	Geólogo	CREA RS272210	Analista Ambiental

II INTRODUÇÃO

O município de Frederico Westphalen se localiza na mesorregião do Noroeste Rio-Grandense, a uma latitude de 27° 21' 32" sul e a uma longitude de 53° 23' 38" oeste. Abrange uma área territorial de 264,876 km². Limita-se ao norte com os municípios de Vicente Dutra e Iraí; a leste, com os municípios de Ametista do Sul e Cristal do Sul; ao sul, com os municípios de Seberi e Taquaruçu do Sul e, ao oeste, com os municípios de Vista Alegre e Caiçara. Frederico Westphalen está distante 428 km da capital do estado, Porto Alegre. Seu principal acesso terrestre é pela rodovia BR-386.

De acordo com o IBGE (2022), o município de Frederico Westphalen conta com 32.627 habitantes, e uma densidade demográfica de 123,04 habitantes por quilômetro quadrado. Territorialmente é constituído por 4 distritos: Frederico Westphalen, Castelinho, Osvaldo Cruz e São João do Porto.

A área de estudo se localiza na localidade de Linha Santos Anjos, na porção central do município de Frederico Westphalen, com coordenadas de latitude 27°19'34.97"S e longitude 53°21'28.73"O, datum horizontal SIRGAS 2000 (Figura 1). A localidade de Linha Santos Anjos vem sofrendo sistematicamente com a escassez de água e estiagens recorrentes durante os últimos anos. A instalação de um novo poço tubular na região favoreceria a população residente na área, que sofre em momentos de escassez e eventuais secas no estado com a falta de água. Com a instalação do poço, serão beneficiadas diretamente 37 famílias, ou seja, aproximadamente 185 pessoas.

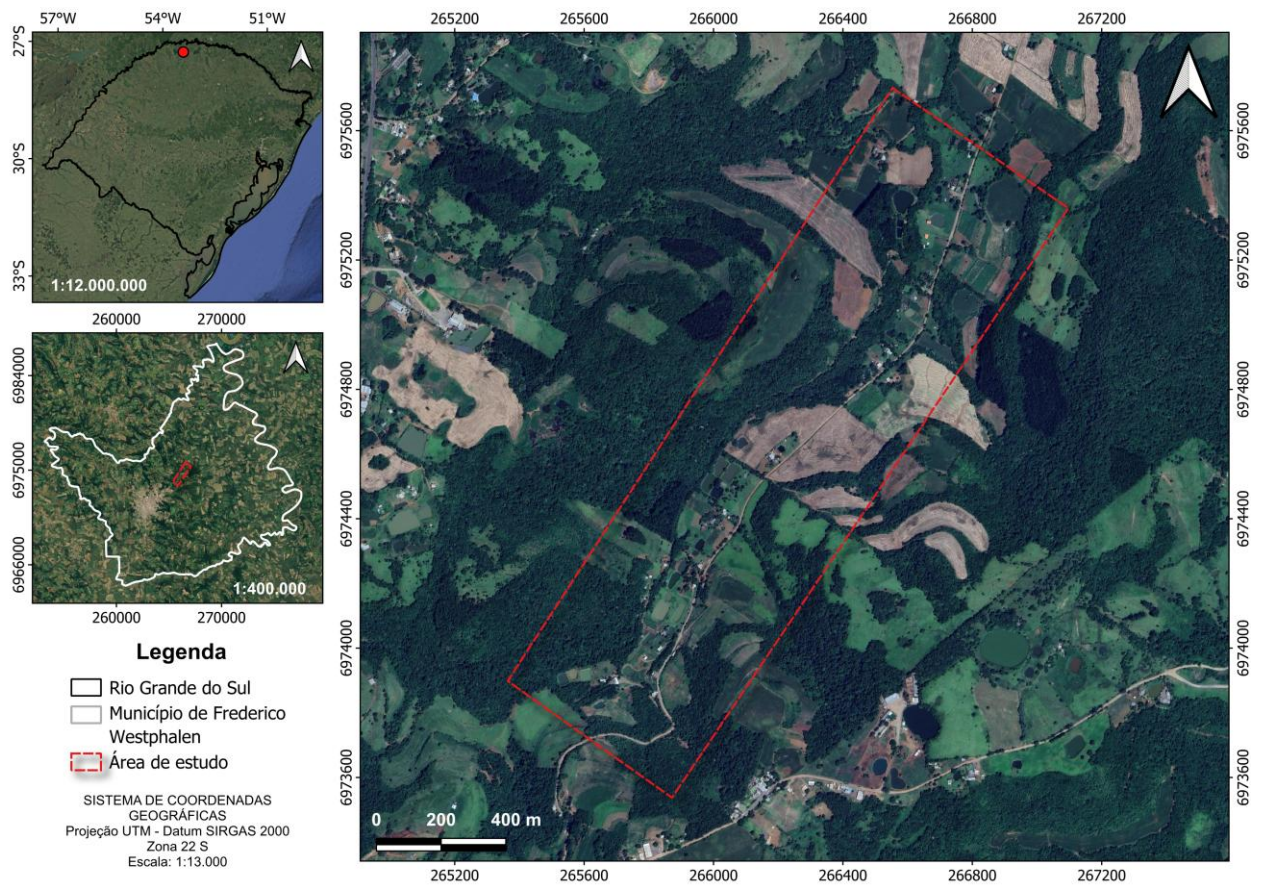


Figura 1. Localização da área de estudo.

II.1 OBJETIVOS

O presente estudo objetiva realizar análise das condições geológicas, hidrogeológicas e geomorfológicas da região de estudo no município de Frederico Westphalen/RS (Figura 1), para fins de indicar melhor local para a perfuração de poço artesiano, a profundidade estimada, o volume e qualidade da água.

Dentre os objetivos específicos estão o enquadramento das características do meio físico existente ao longo da área total do terreno para definir a locação do poço e elaboração de projeto de poço com aspectos construtivos, contemplando os seguintes itens:

- a) Localização e acesso à área, com croquis regional e local; Descrição sucinta dos aspectos principais do meio-físico (geologia, hidrografia, geomorfologia e hidrogeologia) obtida a partir de levantamento de dados secundários;
- b) Mapeamento geológico básico da área do terreno com a descrição das litologias do substrato e a indicação das respectivas formações onde se inserem;
- c) Levantamento do uso e ocupação do entorno da área e caracterização em imagem (Google Earth) dos aspectos mais significativos do uso atual;
- d) Levantamento no cadastro do SIAGAS e SIOUT de poços tubulares profundos instalados e licenciados, próximos à área;
- e) Detalhamento do método construtivo e perfil geológico esperado.
- f) Informar quais as características das águas esperada para o poço.

II.2 METODOLOGIA

A metodologia empregada consiste na consulta bibliográfica para obtenção de dados secundários e visita in loco para caracterização do terreno e informações quanto a geologia, geomorfologia e hidrogeologia. Para levantamento dos dados apresentados, foi realizada vistoria no local de estudo.

III CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO

III.1 GEOLOGIA REGIONAL

As unidades geológicas da região estão inseridas no contexto da Bacia do Paraná e pertencem ao intervalo Permo-Triássico. Esta bacia é composta por diversas formações sedimentares cobertas por derrames de rochas vulcânicas no topo e situa-se na porção centro-leste da América do Sul. Desenvolveu-se durante parte das eras Paleozóica e Mesozóica, e seu registro sedimentar compreende rochas formadas do Período Ordoviciano ao Cretáceo, abrangendo um intervalo de tempo entre 460 e 65 milhões de anos atrás.

Durante o Cretáceo volumes gigantescos de lavas foram injetados e extravasados em toda a Bacia do Paraná, cobrindo o então deserto Botucatu (representado pela Formação Botucatu) em dezenas de derrames que constituem a Formação Serra Geral.

A Formação Botucatu é constituída por rochas sedimentares do Triássico Superior, subjacentes a Formação Serra Geral ou aflorantes em porções localizadas, com espessuras que variam de 20 a 120 metros. São arenitos arcóseos a quartzosos de coloração rosada, boa seleção e granulometria variando de média a fina. Como estrutura predominante apresenta estratificações cruzadas de grande porte, características de ambiente eólico.

A Formação Serra Geral compreende os derrames de lava basáltica de material toleítico, com intercalações arenosas, relacionada aos eventos de vulcanismo fissural que recobrem 1,2 milhões de km². É composta essencialmente por basaltos, andesitos, riolitos e riodacitos e formações sedimentares em menor proporção.

III.2 GEOLOGIA LOCAL

De acordo com a base de dados do Serviço Geológico, as litologias encontradas em Frederico Westphalen são, predominantemente, basaltos pertencentes à Fácies Paranapanema da Formação Serra Geral (Figura 2).

A Fácies Paranapanema refere-se a um conjunto de derrames máficos que variam entre 15 e 65 m de espessura, apresentando uma geometria aproximadamente tabular horizontalizada. Na base dos derrames desenvolve-se um nível vesicular pouco espesso (entre 20 e 50cm), enquanto na porção central, que ocupa cerca de 60 a 70% da espessura, predomina um padrão colunado irregular grosso característico, com blocos colunares maciços que variam de 0,5 a 2m de espessura, delineados por fraturas irregulares curvilíneas. O espaço entre derrames é frequentemente marcado pela presença de sedimentos vulcanogênicos, que variam entre arenitos conglomeráticos a siltitos avermelhados, com espessuras que variam desde os 10 a 20 cm até 3 a 4 metros, constituindo camadas irregulares (Szubert et al. 1979, Gomes, 1996 e Wildner et al., 2002).

Litologicamente as rochas desta fácies são rochas granulares finas a médias, mesocráticas, cinza, cinza-esverdeado a cinza-avermelhadas quando alteradas, contendo horizontes

vesiculares bem desenvolvidos, principalmente junto ao topo dos derrames. Petrograficamente trata-se de rochas microgranulares compostas por uma trama de prismas de plagioclásio e um par de clinopiroxênios (augita e pigeonita), aos quais somam-se o quartzo, óxidos e hidróxidos de Fe e Ti (titanita - magnetita - hematita) e apatita como acessórios, paragênese típica de toleitos. O espaço intergranular normalmente está preenchido por vidro intersticial, onde encontram-se cristálitos de plagioclásio e óxidos de Fe-Ti.

São comuns a esta fácies as ocorrências de cobre nativo e cuprita, tanto preenchendo espaços vesiculares no topo de derrame, como constituindo lamelas dendríticas mili a centimétricas, tanto em microfaturas da porção central dos derrames como na zona de disjunção colunar maciça.

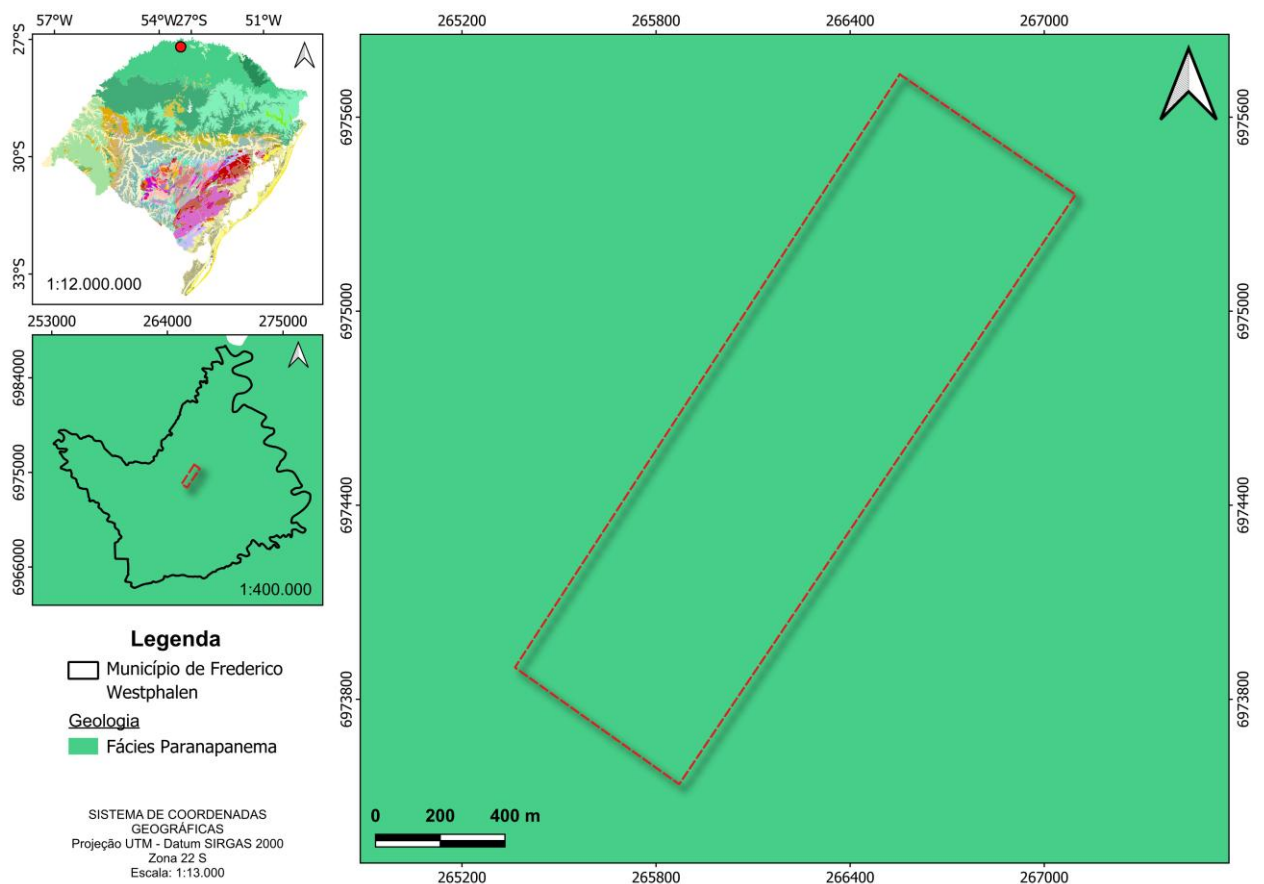


Figura 2. Mapa geológico da área de perfuração do poço. Fonte: Modificado por Integra Geologia Ambiental de CPRM.

III.3 GEOMORFOLOGIA

O Rio Grande do Sul apresenta um relevo bastante acidentado, com formações de depressão, planaltos, planícies e serras. O município de Frederico Westphalen encontra-se localizado a uma altitude média de 535 metros. A área de estudo fica entre as cotas 424 m nos pontos mais altos (sudeste da área de estudo) e de 306 m de altitude na área mais baixa (norte da área de estudo) (Figura 3).

A geomorfologia presente na área de estudo, de acordo com o Banco de Dados e Informações Ambientais do IBGE (BDIA), é composta predominantemente pela Unidade Planalto Dissecado do Rio Uruguai e, subordinadamente, pela Unidade Planalto das Missões (Figura 4).

A Unidade Geomorfológica Planalto Dissecado do Rio Uruguai é marcada por vales incisos e íngremes, sendo a porção rebaixada do Planalto das Araucárias. A unidade Planalto Dissecado do rio Uruguai apresenta em seu interior topos convexizados acima de 400 metros de altitude, vertentes íngremes e vales encaixados com aprofundamento da incisão da ordem de 171 a 250 metros (IBGE, 2005). O nível de base representado pelo rio Uruguai encontra-se a cerca de 220 metros de altitude. Os acentuados e declivosos desníveis que separam um compartimento planáltico do outro, sobretudo ao longo do vale do rio Uruguai, são apontados pelo IBGE (2003a), em atualização do mapeamento geomorfológico do RADAM BRASIL, como escarpas erosivas.

A Unidade Geomorfológica Planalto das Missões, por sua vez, se configura como um relevo caracterizado por elevações arredondadas e de pouca extensão, conhecidas localmente como coxilhas, com vales de aprofundamento entre 20 e 30 metros. Nas vertentes suaves das colinas e por vezes transpondo-as, ocorrem sulcos, ravinas e voçorocas, algumas delas já estabilizadas. Em alguns setores, os movimentos de massa são frequentes, especialmente se associados a áreas com afloramento de arenitos. Predominam-se solos profundos, acima de 2 metros, classificados geralmente como latossolos vermelhos. Predominam também processos de dissecação homogênea em substratos vulcânicos da Formação Serra Geral. O contato com outras unidades geomorfológicas é caracterizado por ressaltos na topografia ou até com apresentação de escarpas, principalmente ao longo dos afluentes do Rio Uruguai.

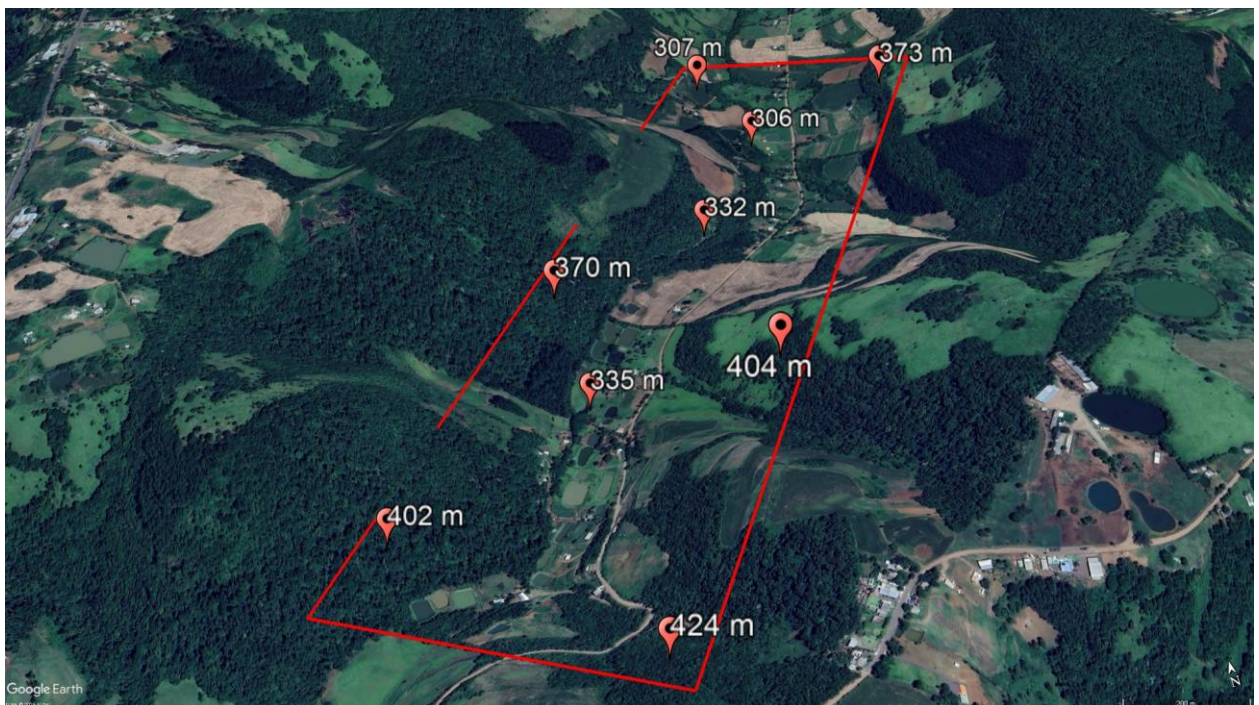


Figura 3. Modelo de elevação do terreno com exagero vertical de 2x, com pontos cotados. Vista para Nordeste.

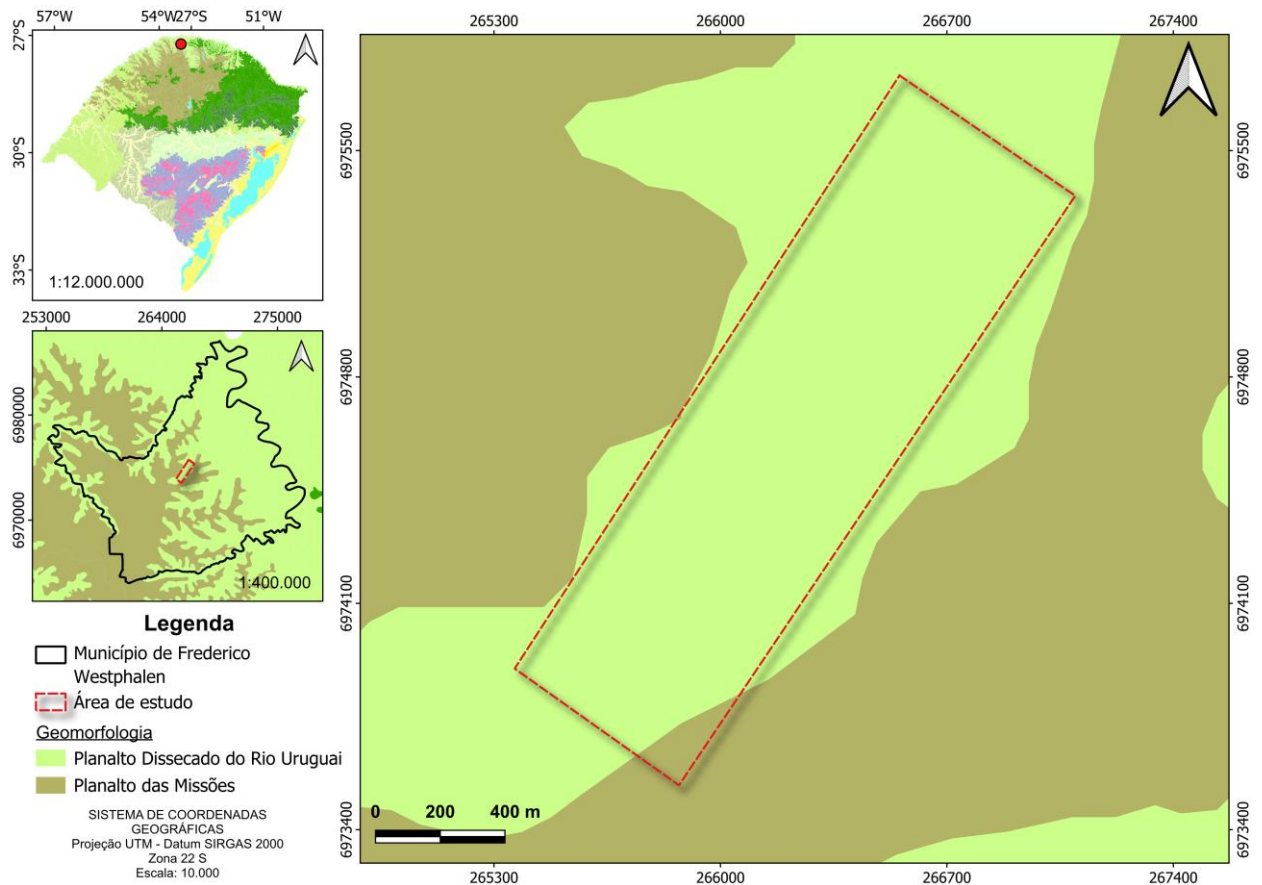


Figura 4. Mapa Geomorfológico da área de estudo. Fonte: BDIA, IBGE - 2019.

III.4 HIDROGEOLOGIA

Os tipos de aquíferos estão intimamente associados às unidades geológicas que ocorrem na área em estudo. As rochas que os compõe foram formadas por diferentes períodos geológicos e ambientes climáticos, sendo que esses fatores imprimiram propriedades hidrogeológicas diferenciadas a cada um dos aquíferos, as quais se refletem na sua produtividade e, também, na sua vulnerabilidade à poluição.

A região se mostra complexa do ponto de vista estrutural, apesar de litologicamente e hidroestratigraficamente serem simples. Sob aspecto estrutural, a Formação Serra Geral, foi condicionada por forte controle tectônico, evidenciado pela presença de falhas e fraturas com direções preferencias N70°E, N35°-40°E e N20°-30°W (Magna, 1997). Esse controle é observado pela disposição da rede de drenagem que ocorre encaixada nos principais lineamentos estruturais.

O município de Frederico Westphalen segue essa tendência, sendo observados dois sistemas de lineamentos predominantes: um de direção NW-SE e outro de direção NE-SW. De forma menos expressiva, é verificado um sistema de direção N-S. Na Figura 5, traçou-se os lineamentos de drenagens, em escala 1:60.000, extraídos com base na análise da imagem SRTM.

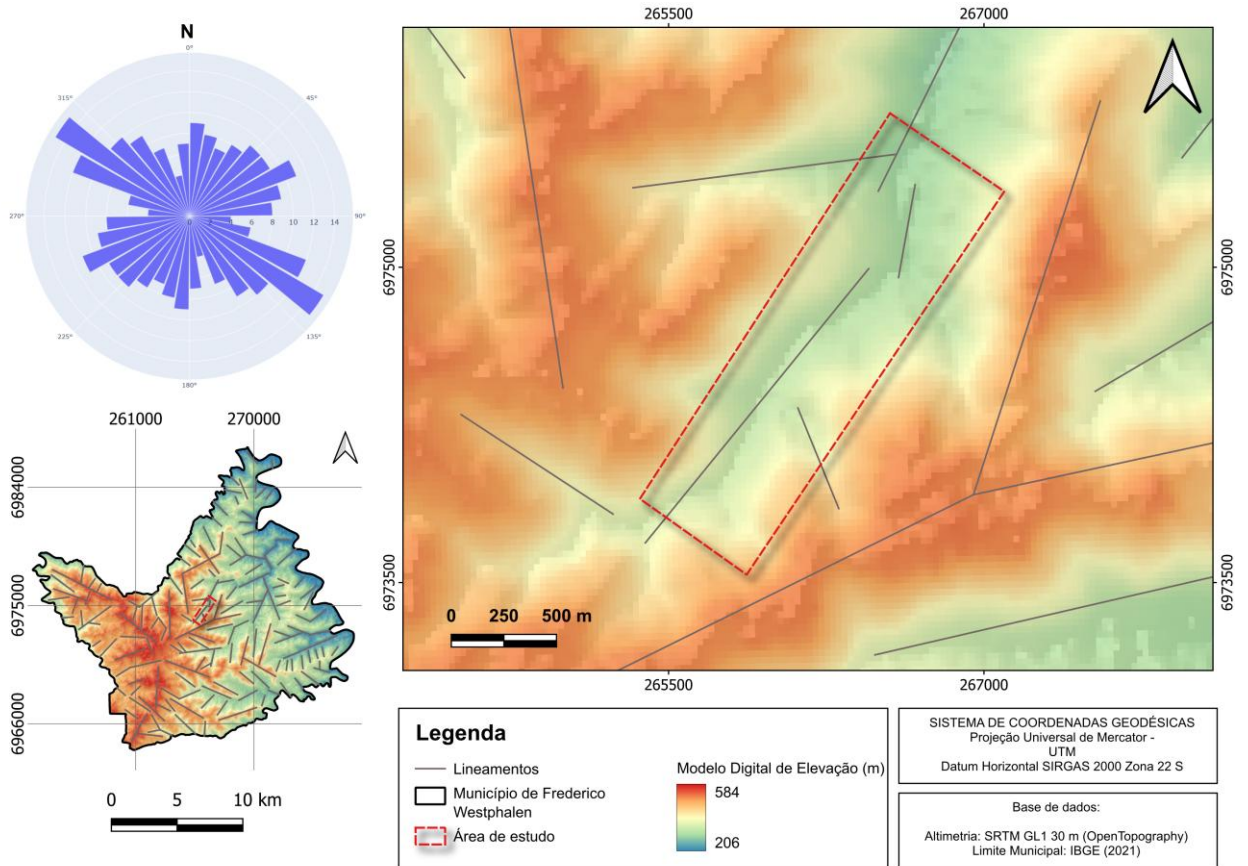


Figura 5. Mapa de lineamentos da área. Fonte: Imagem SRTM.

O arcabouço hidrogeológico da área de estudo é associado às unidades geológicas pertencentes à Província do Paraná, na qual se compreendem principalmente rochas vulcânicas e sedimentares mesozoicas, relacionadas ao preenchimento sedimentar da Bacia do Paraná. As litologias comumente presentes na região integram a Formação Serra Geral, sendo dominada pela Fácies Paranapanema.

A ocorrência e classe de aquíferos locais são intimamente associados a essa unidade geológica. As rochas que os compõe foram formadas por diferentes períodos geológicos e ambientes climáticos, sendo que esses fatores imprimem propriedades hidrogeológicas diferenciadas a cada um dos aquíferos, as quais se refletem na sua produtividade e, também, na sua vulnerabilidade à poluição.

Os aquíferos que ocorrem nessa região são caracterizados pela presença de porosidade secundária, por meio de fraturas na rocha, e estão associados ao Sistema Aquífero Serra Geral I.

- Sistema Aquífero Serra Geral I

De modo geral, o Sistema Aquífero Serra Geral I ocorre no centro-oeste do Planalto Sul-Rio-Grandense, ocupando cerca de 27% da área do estado. Esse sistema aquífero é composto por rochas basálticas, amigdaloides e fraturadas, capeadas por espesso solo avermelhado.

Suas capacidades específicas são muito variáveis, predominando valores entre 1,0 e 4,0 m³/h/m. Por se tratar de aquíferos fraturados, muitas vezes ocorrem poços pouco produtivos próximos a outros com excelentes vazões.

A salinidade, em geral, é baixa, com média de 200 mg/L. Poços que captam águas mais salinas, sódicas e de elevado pH (entre 9 e 10), provavelmente correspondem a porções do aquífero influenciadas por águas ascendentes do Sistema Aquífero Guarani.

Esse sistema aquífero é muito utilizado para abastecimento humano nas sedes municipais, em pequenas comunidades rurais e em assentamentos do INCRA.

A CORSAN opera poços nesse aquífero com mais de 50 m³/h de vazão em vários municípios (Selbach, Não-Me--Toque, Tapera, Tapejara etc.).

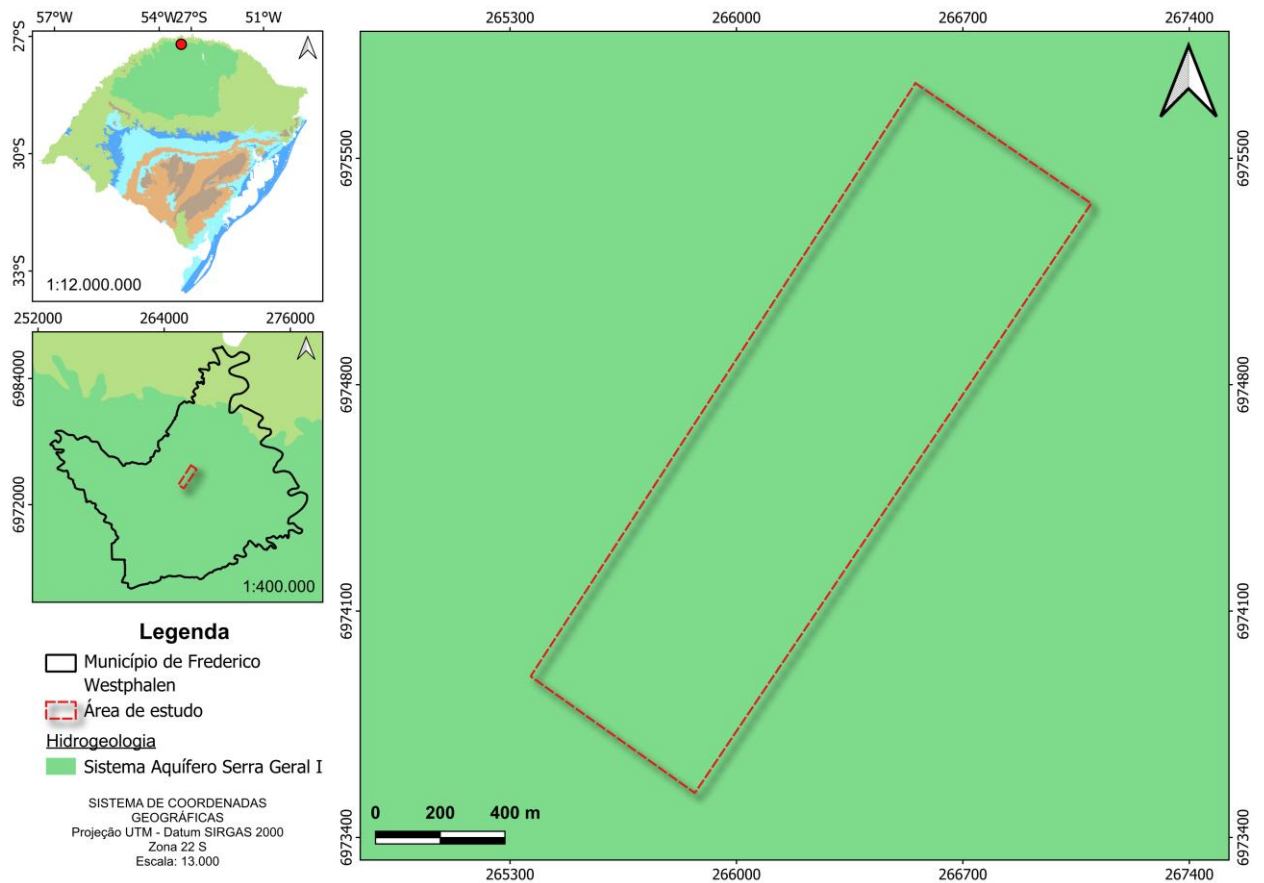


Figura 6. Mapa hidrogeológico da região onde será perfurado o poço. Fonte: CPRM, 2013.

IV LOCAÇÃO DE POÇO

Ao considerar a profundidade estimada do poço, foram levados em conta apenas os aspectos geológicos, geomorfológicos e hidrogeológicos disponíveis, assim como a presença de poços próximos, que foi o fator definitivo para descrever o perfil geológico esperado e estimar a profundidade do poço.

IV.1 LOCALIZAÇÃO E VIAS DE ACESSO

Em consideração aos estudos realizados, foi proposto um ponto com alta probabilidade de se encontrar água subterrânea em profundidades de até 150 metros com vazões que podem chegar até 3 m³/hora. O provável ponto para perfuração está disposto nas coordenadas de latitude 27°19'34.97"S e longitude 53°21'28.73"O, localizado dentro da área de estudo, na localidade de Linha Santos Anjos, conforme Figura 7. A área de estudo dista aproximadamente 6,0 km da Prefeitura de Frederico Westphalen. As ruas não são pavimentadas, porém há rede elétrica do tipo monofásica (220 v) e não há grande dificuldade para o acesso de máquinas de grande porte.

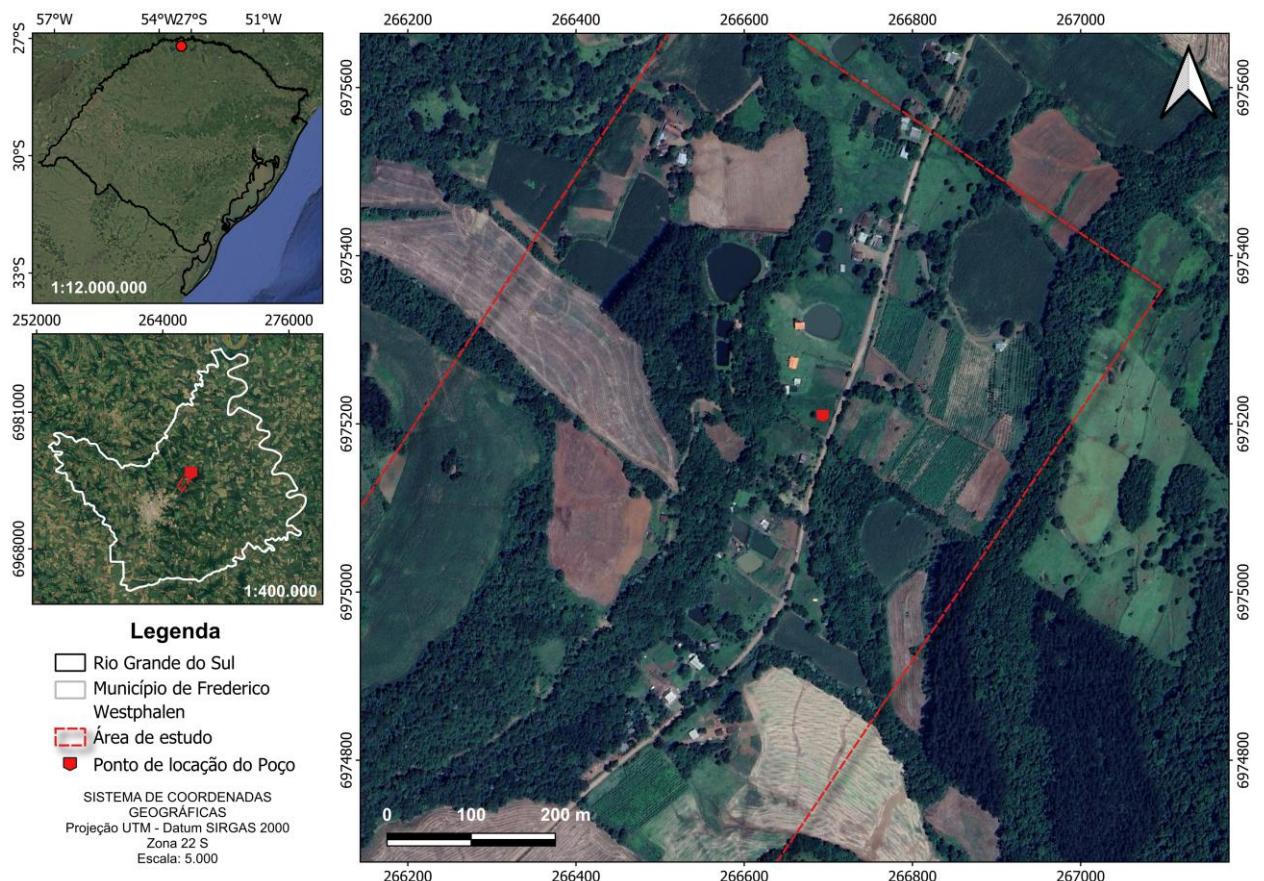


Figura 7. Imagem de satélite da área de estudo. O pin vermelho marca o ponto locacional para perfuração do poço.



Figura 8. Imagem referente a localização da locação do poço, em Linha Santos Anjos, Frederico Westphalen/RS. O pin vermelho indica o ponto de instalação do poço.

V PROJETO DE PERFURAÇÃO

V.1 ETAPA PRELIMINAR

Antes de iniciar a perfuração, esta deverá ser realizada obrigatoriamente nas coordenadas especificadas na Anuência Prévia, já solicitada no SIOUT/RS-DRH (Sistema de Outorga de Água do Rio Grande do Sul – Divisão de Recursos Hídricos), bem como conforme os dados de construção e litologia definidos neste projeto. A empresa perfuradora deverá, obrigatoriamente, estar cadastrada no SIOUT.

O poço será perfurado em rochas vulcânicas da Fácies Paranapanema, pertencentes à Formação Serra Geral. Neste contexto a água estará presente em porosidade secundária, como falhas e fraturas. A vazão dos poços pode variar amplamente de acordo com as condições geológicas e hidrogeológicas específicas de cada local dentro dos sistemas de aquífero presentes.

Há expectativa de obtenção de vazões próximas a 3 m³/h e para isso pretende-se perfurar até a profundidade de 150 m.

Caso sejam necessárias adequações na execução do projeto o orçamento deverá ser reajustado a preço de mercado e conforme descrito nos itens do orçamento, que deverá ser aprovado pelos fiscais designados para fiscalizar os trabalhos.

V.2 PERFURAÇÃO

O poço será perfurado segundo as Normas da ABNT – NRB 12212 (2017) – Projeto de Poço para Captação de Água Subterrânea e NBR 12244 (2006) – Construção de Poço para Captação de Água Subterrânea.

O método de perfuração será rotativo-pneumático e ocorrerá preferencialmente nas coordenadas pré-definidas, conforme anuência prévia para a perfuração do poço.

V.3 REGISTRO DE PERFURAÇÃO

Durante os trabalhos de perfuração deverá ser mantido no local da obra e, sempre atualizado, um boletim diário de perfuração contendo as seguintes informações mínimas:

- Diâmetros da perfuração executada.
- Metros perfurados e profundidade total do poço ao fim de cada jornada de trabalho.
- Amostragem do material perfurado.
- Intervalos produtores de água.
- Intervalos de desmoronamentos (quando existentes).
- Intervalos revestidos.

V.4 FLUIDO DE PERFURAÇÃO

Caso necessário deverá ser utilizado como fluido de perfuração lama a base de bentonita e água doce, ou água doce de polímero (Carboxi-Metil-Celulose ou equivalente).

V.5 COLETA DE AMOSTRAS DA PERFURAÇÃO

A amostragem do material perfurado deverá ser feita a cada 3,0 m (três metros) e sempre que ocorrer mudança de litologia. Tais amostras deverão ser secadas e colocadas em sacos plásticos numerados, contendo a identificação do poço e do intervalo de profundidade representado.

V.6 POÇO NÃO PRODUTIVO

Em caso de atingir a profundidade estimada neste projeto de perfuração de poço e não for verificado em teste preliminar vazão adequada (suficiente para atender a população), a empresa responsável pela perfuração deverá executar o tamponamento do poço.

O tamponamento deve impedir que infiltrações superficiais tenham contato com as águas subterrâneas. Dessa forma, o espaço interno deve ser totalmente preenchimento com material inerte a base de brita granítica ou vulcânica, areia ou o material da própria perfuração, até uma profundidade de, no mínimo, 3 (três) metros abaixo do limite superior da rocha sã, sendo toda a parte superior restante, que totalize 20 m iniciais preenchidos com pasta de cimento até a superfície, buscando a máxima vedação sanitária possível.

Independentemente do estabelecimento da profundidade em que se encontra a rocha sã ou mesmo da profundidade que porventura possa existir uma vedação sanitária, o preenchimento com cimento nunca deve ser inferior a 20 metros de profundidade a partir da superfície do terreno, para o caso de poços tubulares, preenchendo-se a parte inferior com o material inerte acima citado.

A saliência da captação existente acima da superfície do terreno deverá ser destruída, sendo que o local do poço após o lacre e tamponamento deverá ficar nivelado com a superfície do terreno.

VI PROJETO CONSTRUTIVO FINAL DOS POÇOS

O projeto construtivo final do poço (posicionamento de tubos de revestimentos, filtros, pré-filtro e cimentações), somente poderá ser definido após concluído os trabalhos de execução do furo e mediante presença da fiscalização.

VI.1 COMPLETAÇÃO

VI.1.1 REVESTIMENTO

O revestimento será em tubulação de PVC do tipo geomecânico standard, nervurado. O diâmetro nominal será definido posteriormente, mas recomenda que seja de 6 polegadas no mínimo.

O revestimento deverá ser instalado de forma que possibilite que a boca do poço fique pelo menos 50 cm acima da laje de proteção sanitária.

VI.1.2 CIMENTAÇÕES

VI.1.2.1 CIMENTAÇÃO PARA PROTEÇÃO SANITÁRIA

A proteção sanitária do poço deverá preencher o espaço anular entre a parede da perfuração e a coluna de revestimento com concreto, com espessura mínima de 75 mm, com a finalidade de preservar a qualidade das águas subterrâneas e de as proteger contra contaminantes e infiltrações de superfície. A profundidade mínima depende da geologia local, sendo recomendada no mínimo 12 m ou 3 m abaixo das rochas inconsolidadas. Devido às incertezas esse valor poderá mudar conforme a geologia encontrada na área.

Tal cimentação deverá ser feita através da introdução de uma calda de cimento – água (proporção 50 kg de cimento: 85 litros de água) no espaço anular existente entre o revestimento e a parede da perfuração.

VI.1.2.2 CIMENTAÇÃO PARA ISOLAMENTO DE AQUÍFEROS

Visando evitar contribuições de aquíferos indesejáveis e/ou isolamento de formações ferruginosas, sempre que julgado necessário será executada a colocação de um selo de cimento ao longo de toda a extensão do aquífero e/ou formação a ser isolada.

Esta cimentação deverá ser realizada mediante o bombeamento de uma calda de cimento e água através de tubos introduzidos no espaço anular até o local de posicionamento do selo de cimento.

Nenhum outro serviço será executado no poço durante as 24 horas que se seguirem à cimentação. O uso de aditivos ou de cimento de pega rápida será apenas permitido quando condições especiais assim o justificar.

VI.2 DESENVOLVIMENTO DO POÇO

Posteriormente a finalização da perfuração deve ser realizado o desenvolvimento do poço a fim de se obter uma melhor eficiência hidráulica, possibilitar a remoção do reboco e do material mais fino da formação aquífera em seu entorno, recuperar a porosidade e permeabilidade do aquífero, permitir captar água isenta deste material.

O desenvolvimento do poço deverá ser realizado da utilização de compressor e deverá prosseguir durante o período que se fizer necessário para a completa limpeza do poço, só podendo ser considerado como concluído quando for atingida uma turbidez menor ou igual 5 (cinco) UT.

O compressor a ser utilizado durante o desenvolvimento deverá ser de alta pressão, com equipamento que permita vazões iguais ou superiores a 60 pcm e pressão igual ou superior a 10 kg/cm².

Nenhum bombeamento efetuado durante o desenvolvimento do poço poderá ser considerado como teste de produção final. Contudo, fica resguardado à contratada o direito de poder utilizá-lo como um pré-teste.

VI.3 TESTE DE VERTICALIDADE E ALINHAMENTO

Após a perfuração e desenvolvimento do poço, será necessário realizar o teste de verticalidade e alinhamento, conforme estabelece a norma técnica ABNT NBR 12244.

Considera-se que o poço está na vertical quando seu eixo coincide com a linha vertical que passa pelo centro da boca do poço, e alinhado quando seu eixo forma uma linha reta contínua. A verificação do alinhamento deve ser feita mediante a introdução de gabarito, visando à colocação do equipamento de exploração para a vazão projetada. Já a medição da verticalidade deve ser realizada com o uso de dispositivos aprovados pela fiscalização, sendo as leituras dos desvios registradas de forma a permitir o traçado do perfil geométrico do poço.

A aferição da verticalidade e do alinhamento é essencial para garantir que o equipamento de bombeamento possa ser introduzido livremente até a profundidade de operação prevista.

Fraga (1984) recomenda que, para assegurar a verticalidade da perfuração, o desvio em cada trecho de 30 metros de profundidade não ultrapasse dois terços do menor diâmetro do poço. Para a execução do ensaio, deve-se confeccionar um prumo com diâmetro externo 1/2 polegada menor que o diâmetro interno do tubo de revestimento, e com comprimento entre duas e três vezes o diâmetro do furo a ser testado.

Para o teste de alinhamento, o autor sugere o uso de um gabarito com 12 metros de comprimento, composto por três anéis de 30 a 40 centímetros de altura, posicionados nas extremidades e ao centro. O diâmetro externo desses anéis não deve ser menor que 1/2" do diâmetro do furo a ser testado. Durante o teste, o gabarito deve descer livremente, sem interrupções, ao longo do trecho avaliado.

No procedimento da execução dos testes de verticalidade e alinhamento, Fraga (1984), recomenda calcular o desvio ocorrido a uma determinada profundidade, através dos afastamentos do cabo de aço de uma altura conhecida, em relação aos eixos ortogonais, fixados na extremidade superior do revestimento do poço.

Quando existirem indícios ou há suspeita de se iniciar um desvio no furo, deve-se tratar imediatamente de sua correção. As medidas corretivas obtidas a partir de um serviço de registro direcional do furo, executado sem interrupções, invariavelmente recompensarão pela economia de tempo gasto na retificação do furo e pela aplicação desnecessária de recursos adicionais.

VI.4 TAMPONAMENTO

Após os procedimentos citados, o poço deverá ser tamponado (fechado com tampa), assim permanecendo até sua instalação definitiva. Esse tamponamento deverá ser feito utilizando-se um “cap” de alumínio, preso por meio de parafusos à boca do poço.

VI.5 SISTEMA DE BOMBEAMENTO

Todas os componentes hidráulicos como conexões, curvas, tês etc. deverão ser instaladas conforme especificação dos fabricantes.

A empresa responsável pela perfuração deverá instalar o conjunto de bombeamento levando em consideração as seguintes premissas:

- O nível dinâmico esperado é de 100 m.
- O desnível entre a bomba e o reservatório planejado é de 105 metros.
- A distância aproximada entre o poço e o reservatório planejado é de aproximadamente 5 metros.
- A soma das perdas de carga é de 106 mca (sem considerar as perdas em curvas e hidrômetro).

Devido as incertezas na execução do projeto, os parâmetros utilizados para o dimensionamento do conjunto de bombeamento poderão ser alterados, o que exigirá recálculos após a definição exata da profundidade do nível estático e dinâmico do poço, dos materiais utilizados para a educação da água até o reservatório e a distância e altitude final do reservatório. Atualmente, ainda não há existência de reservatório no local pretendido de perfuração do poço e, uma vez instalado, estima-se que contenha um volume de 10.000 litros.

Preliminarmente, está prevista e orçada a instalação de bomba submersa de 4,0 HP e 8 estágios para uma vazão de 5 m³/h, com perda de carga de 106 mca, rede monofásica, cabo elétrico de 100 x 10 mm² e tubo de edutor galvanizado de 2”, **conforme planilha orçamentária anexa.**

Além dos materiais já apontados, o conjunto de bombeamento deverá contar com tubo de monitoramento de $\frac{3}{4}$ de polegada para a monitoramento do nível do poço, que deverá ser instalado até a profundidade da bomba, hidrômetro para vazão nominal de 5 m³/h e vazão máxima 10 m³/h, bem como a instalação elétrica, cabos e quadro de comando, necessária ao seu perfeito funcionamento em acordo com as especificações técnicas dos fabricantes.

A motobomba ficará suspensa por um flange (tampa de poço) e luva. Imediatamente após a saída do poço, unido a tubulação, será instalada uma curva, uma união, um niple, luva de redução e hidrômetro já definidos. Todos os tubos devem ser galvanizados a fogo com a finalidade de garantir uma maior durabilidade do equipamento e facilitar futuras manutenções.

A potência e a capacidade da motobomba estão de acordo com a necessidade de vazão para o consumo, assim como a energia elétrica da região e seguindo rigorosamente a recomendação técnica do fabricante do equipamento. O cabo elétrico de alimentação do conjunto motobomba será de 10 mm, com 100 (cem) metros de comprimento e estará ligado ao quadro de comando automático.

Para a tubulação edutora serão utilizados 100 m de tubos de Tubo de Aço Galvanizado a Fogo 2", normatizado NBR 5580 com Roscas BSP.

A obra deverá ser executada por profissionais devidamente capacitados e após o término de toda a instalação, a rede hidráulica deverá ser testada conferindo a estanqueidade de todas as conexões e registros para sua aprovação.

Em caso de alterações de projeto devido a características produtivas do poço, o orçamento adequado proporcionalmente ao preço fornecido com preço de mercado, a ser aprovado pelos fiscais designados para fiscalizar os trabalhos.

VI.6 LAJE E PROTEÇÃO SANITÁRIA

Uma vez concluída a perfuração do poço, deverá ser construída uma laje de concreto (traço 1:2:3), com dimensões de 1,0 m x 1,0 m, envolvendo o tubo da boca do poço. Esta laje deverá apresentar uma declividade de 2%, do centro (poço) para a periferia, bem como formar um ressalto de pelo menos 10 cm sobre a superfície do terreno.

VI.7 RELATÓRIO FINAL DE PERFURAÇÃO

Uma vez concluído o poço, a contratada, obrigatoriamente, deverá encaminhar à contratante um relatório final do poço. Tal relatório deverá conter pelo menos os seguintes dados básicos:

- Data do início e conclusão do poço;
- Boletins diários de perfuração com a profundidade atingida vs tempo;
- Relatório de amostras e amostras coletadas;
- Perfil de tempo de penetração;

-
- Perfil geológico e construtivo do poço, indicando claramente os intervalos de posicionamento das seções filtrantes, ocorrência de fraturas no cristalino, cimentações, zonas desmoronantes, litologia etc.
 - Vazão estimada no pré-teste;
 - Níveis Estático e Dinâmico aproximado;
 - Nota Fiscal com o custo da obra conferida e assinada pelo fiscal da obra designado pelo CONTRATANTE.

VII ETAPAS PÓS PERFURAÇÃO

O teste de bombeamento de 24h será de responsabilidade da empresa contratada para perfuração do poço. O local previsto para a perfuração do poço não possui padrão de entrada para conectar a bomba, portanto a empresa deverá fornecer gerador com capacidade suficiente para realização do teste.

VII.1.1 REQUISITOS PARA A REALIZAÇÃO DOS TESTES

Antes de iniciar o bombeamento, a contratada deverá se certificar da posição do real do nível estático. Tal comprovação deverá ser obtida efetuando-se pelo menos três medidas da profundidade a cada meia hora.

As medições da profundidade do nível d'água dentro do poço durante o transcorrer do bombeamento deverão, obrigatoriamente, ser efetuadas com a utilização de um medidor elétrico, com fio numerado e com divisões milimétricas por meio de uma marcação identificadora de profundidade. Tal fiação, deverá ser introduzida no poço dentro de uma tubulação auxiliar de $\frac{3}{4}$ " , a qual deverá se estender até um metro acima do crivo da bomba.

Na medição da vazão bombeada serão empregados dispositivos que assegurem determinações de vazão com relativa facilidade e precisão. Para vazões de até 40 m³/h, serão empregados recipientes de volume aferido (apenas tambores de 200 a 220 litros), não deformados em bom estado de conservação. Vazões de 40 m³/h, serão determinadas por meio de sistemas contínuos de medida, tais como vertedores, orifício calibrado, tubo de ventura e outros.

Depois de concluído a fase de desenvolvimento do poço, devem ser executados teste de bombeamento e recuperação, a fim de se determinar vazão de exploração dele.

VII.1.2 TESTE DE BOMBEAMENTO

O equipamento a ser utilizado no teste de bombeamento será bomba submersível, devendo o sistema ser dimensionado de forma que possa extrair vazão igual ou superior a capacidade máxima de produção prevista para o poço.

O teste deverá ser executado em única etapa, por uma duração mínima de 24 horas de bombeamento contínuo, e iniciado após 06 horas do poço em completo repouso.

Durante o bombeamento, as medidas de vazão e do nível d'água no interior do poço serão realizadas conforme a frequência de tempos constante no modelo de planilha dado na entrega do projeto.

O teste de bombeamento deverá ser realizado por profissional capacitado mediante a apresentação de ART (Assinatura de Responsabilidade Técnica), que será conferida pelo fiscal do contrato durante a execução do teste.

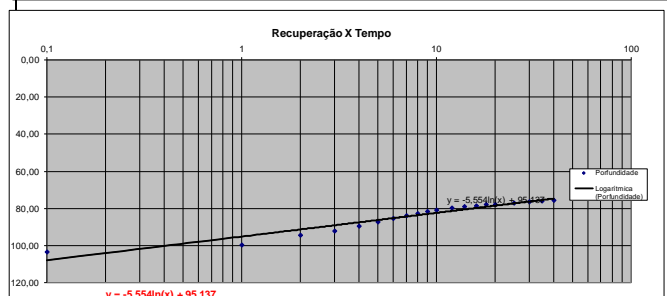
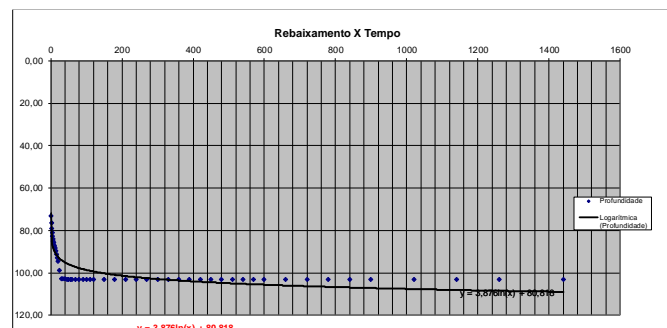
O medidor de nível deverá possuir graduação milimétrica com a finalidade de obter maior precisão nas leituras de nível.

VII.1.3 TESTE DE RECUPERAÇÃO DO NÍVEL

Uma vez terminado o teste de bombeamento, deve ser efetuado um teste de recuperação de 2 horas caso tenha recuperado 80% do nível rebaixado ou 4 horas de recuperação caso não tenha atingido 80% de recuperação do nível rebaixado.

No teste de recuperação a frequência dos tempos de medida do nível d'água no interior do poço será idêntica à do teste de bombeamento, conforme o modelo de planilha dado na entrega do projeto (Figura 10).

PLANILHA DE TESTE DE BOMBAMENTO										
LOCAL: Linha Brasil - Associação Hídrica Santa Catarina			MUNICÍPIO: Venício Aires							
POÇO Nº: 1		DIÂMETRO (m): 6		PROFUNDIDADE (m): 108						
BOMBA: VBOP 44		HP: 4,5		Nº DE ESTÁGIOS: 23						
CRIVO (m): 105		ALTURA DA BOCA DO POÇO (m): 40 cm								
DATA: 05/02/2021		INÍCIO: 12:24		DATA: 06/02/2021		TERMINO: 13:19				
N.E (m): 67,92		N.D (m): 103,27		REBAIXAMENTO (m): 35,35						
VOLUME TOTAL BOMBADO (m³): 76,66		RECUPERAÇÃO (m): 28,57		RECUPERAÇÃO (%): 80,820368						
REBAIXAMENTO						RECUPERAÇÃO				
HORA	t (min)	N.D. (m)	S (reb) (m)	Q (m³/h)	Q/S (m³/h.m)	Volume bombeado (m³)	t* (min)	NA (m)	S* (m)	RT*
0,1			-67,92	6,7	0,00	0,01	0,1	103,27	35,35	
1	73,08	5,16	6,7	1,30	0,10	1	99,50	31,38	1441,00	
2	76,50	8,58	6,7	0,78	0,11	2	94,30	26,38	721,00	
3	79,15	11,23	6,7	0,60	0,11	3	92,13	24,21	481,00	
4	81,15	13,21	6,7	0,51	0,11	4	89,55	21,63	361,00	
5	82,80	14,88	6,7	0,45	0,11	5	87,20	19,28	289,00	
6	84,00	16,08	6,7	0,42	0,11	6	85,21	17,29	241,00	
7	84,96	17,04	6,7	0,39	0,11	7	83,75	15,83	206,71	
8	85,80	17,88	6,7	0,37	0,11	8	82,72	14,80	181,00	
9	86,50	18,58	6,7	0,36	0,11	9	81,70	13,78	161,00	
10	87,15	19,23	6,7	0,35	0,11	10	80,87	12,95	145,00	
12	88,36	20,44	6,7	0,33	0,22	12	79,86	11,94	121,00	
14	89,68	21,76	6,7	0,31	0,22	14	79,06	11,14	103,86	
16	91,30	23,38	6,7	0,29	0,22	16	78,50	10,58	91,00	
18	92,96	25,04	6,7	0,27	0,22	18	77,98	10,06	81,00	
20	94,66	26,74	6,7	0,25	0,22	20	77,63	9,71	73,00	
25	98,96	31,04	6,7	0,22	0,56	25	76,92	9,00	58,00	
30	102,72	34,80	6,7	0,19	0,56	30	76,35	8,33	49,00	
35	102,72	34,80	3,9	0,11	0,32	35	75,96	8,04	42,14	
40	102,88	34,96	3,9	0,11	0,32	40	75,62	7,70	37,00	
45	103,10	35,18	3,4	0,10	0,28	45	75,29	7,37	33,00	
50	103,15	35,23	3,4	0,10	0,28	50	75,01	7,09	29,80	
55	103,19	35,27	3,4	0,10	0,28	55	74,70	6,78	27,18	
60	103,19	35,27	3,2	0,09	0,27	60				
70	103,19	35,27	3,2	0,09	0,53	70				
80	103,19	35,27	3,2	0,09	0,53	80				
90	103,20	35,28	3,2	0,09	0,53	90				
100	103,20	35,28	3,2	0,09	0,53	100				
110	103,21	35,29	3,2	0,09	0,53	110				
120	103,21	35,29	3,2	0,09	0,53	120				
150	103,21	35,29	3,2	0,09	1,60	150				
180	103,22	35,30	3,2	0,09	1,60	180				
210	103,22	35,30	3,2	0,09	1,60	210				
240	103,22	35,30	3,1	0,09	1,55	240				
270	103,22	35,30	3,1	0,09	1,55	270				
300	103,22	35,30	3,1	0,09	1,55	300				
330	103,23	35,31	3,1	0,09	1,55	330				
360	103,23	35,31	3,1	0,09	1,55	360				
390	103,24	35,32	3,1	0,09	1,55	390				
420	103,24	35,32	3,1	0,09	1,55	420				
450	103,24	35,32	3,1	0,09	1,55	450				
480	103,24	35,32	3,1	0,09	1,55	480				
510	103,26	35,34	3,1	0,09	1,55	510				
540	103,26	35,34	3,1	0,09	1,55	540				
570	103,26	35,34	3,1	0,09	1,55	570				
600	103,26	35,34	3,1	0,09	1,55	600				
660	103,26	35,34	3,1	0,09	3,10	660				
720	103,26	35,34	3,1	0,09	3,10	720				
780	103,27	35,35	3,1	0,09	3,10	780				
840	103,27	35,35	3,1	0,09	3,10	840				
900	103,27	35,35	3,1	0,09	3,10	900				
1020	103,28	35,36	3,1	0,09	6,20	1020				
1140	103,28	35,36	3,1	0,09	6,20	1140				
1260	103,27	35,35	3,1	0,09	6,20	1260				
1440	103,27	35,35	3,1	0,09	9,30	1440				



Rebaixamento
 $T = (0,103^2 Q) / \Delta S$ 0,063564
 $q = T \times 0,8$ e $q = Q / (ND - NE)$ 0,050851 e 0,087694
 $Q \text{ ótima} = (T \times 0,8) \times (ND - NE)$ 1,787599

Recuperação
 $T = (0,183^2 Q) / \Delta S$ 0,04436
 $q = T \times 0,8$ e $q = Q / (ND - NE)$ 0,035488 e 0,087694
 $Q \text{ ótima} = (T \times 0,8) \times (ND - NE)$ 1,2545

Figura 9. Modelo de planilha para realização do teste de vazão com apresentação dos resultados em gráfico com escala logarítmica e equação da reta.

VII.2 DESINFECÇÃO

Preliminarmente deverá ser realizada a limpeza e desinfecção do poço com a utilização de desincrustante e bactericida em pó à base de ácidos orgânicos combinados, biodegradável e isento de fosfato, específico para uso na limpeza de poços tubulares.

A desinfecção também poderá ser feita mediante aplicação de uma solução de Hipoclorito de Sódio à 10%, devendo ser aplicado meio litro de solução para cada metro cúbico de água armazenada dentro do poço.

Para que a solução desinfetante possa eliminar os germes presentes, é necessário que haja o contato. Simplesmente despejar a solução no poço não é o suficiente. É preciso que a água do poço, adicionada o agente desinfetante, forme uma solução homogênea, desde o nível estático até o fundo do poço.

Além disso, o tempo de contato não deve ser inferior a doze horas. A desinfecção deve ser iniciada preferencialmente ao entardecer (reduz o efeito da evaporação do cloro). É de fundamental importância que o trecho superior do poço (nível estático até a superfície) seja lavado com a solução clorada do poço.

VII.2.1 ETAPAS PARA DESINFECÇÃO NO POÇO

- **Conhecer o volume** de água contido no poço definido entre o NE e o fundo do poço.
- **Definir a concentração** desejada para a solução desinfetante. Em caso de rotina usar 100 ppm (base de cloro).
- **Escolha do agente** (base de cloro). Ex.: Hipoclorito de sódio (cloro livre disponível 10%). Água sanitária de boa qualidade (cloro disponível 5%).
- **Higienização** – Deve-se instalar no poço um “*by pass*” para que a água bombeada possa retornar ao poço em circuito fechado. Liga-se a bomba em regime intermitente (intervalos de 30 por 10 minutos por várias vezes. Ora a água bombeada deve ser jogada para fora, outra, para dentro do próprio poço. Desta forma, assegura-se uma boa limpeza da parte interna do revestimento, das paredes externas do edutor; do cabo elétrico, da tubulação auxiliar, etc., no trecho entre a boca do poço e o nível estático.
- **Injeção do agente** – Sempre utilizar uma tubulação auxiliar com diâmetro de 1/2” ou 3/4”, de PVC e roscável, no espaço anular entre a tubulação de sucção (edutor) e a parede do revestimento. Dependendo da profundidade da bomba, fixar a tubulação auxiliar no edutor.
- **Homogeneização/Desinfecção** – Adicionado ao agente desinfetante no poço, por meio da tubulação auxiliar, procede-se de forma semelhante à etapa da higienização. Este procedimento, além de proporcionar uma ótima homogeneização, simultaneamente assegura a desinfecção no trecho ausente de água situado entre a boca do poço e o nível estático.
- **Repouso** – Depois de efetuada a etapa de homogeneização/desinfecção, com a bomba desligada, deixa-se o poço paralisado pelo menos durante doze horas, preferencialmente no período noturno.

- **Retirada do cloro** – Concluída a etapa anterior, bombeia-se continuamente até a retirada total do cloro, para isto, deve-se utilizar indicadores. Essa água bombeada deve ser utilizada na desinfecção dos locais de proteção ao poço, cabinas, equipamentos, etc.

VII.3 COLETA DE ÁGUA PARA ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E BACTERIOLÓGICA

A água do poço deverá ser analisada com todos os parâmetros físico-químicos e bacteriológicos necessários para a realização da outorga do poço.

A coleta de amostras de água para análises físico-química e bacteriológica deverá se dar após ter decorrido 24 horas da desinfecção do poço, armazenada em frascos esterilizados fornecidos pelo laboratório que fará os testes. Após a coleta as amostras deverão ser conservadas em gelo e enviadas ao laboratório em prazo máximo de 24 horas.

Devem ser realizados os ensaios padrão da Portaria de Consolidação nº 5 do Ministério da Saúde de 03 de outubro de 2017, que se refere ao controle e a vigilância da qualidade da água de consumo humano e seu padrão de qualidade.

VII.4 CERCAMENTO

Para impedir o acesso de estranhos na área do poço, como também proteger o entorno dele, faz-se necessário à construção de um cercado.

A área de entorno do poço deve ser protegida com base em alvenaria e/ou concreto, tela, cerca ou outro dispositivo que impeça o acesso de pessoas não autorizadas, e com área mínima de 4 m² de forma a permitir o acesso, operação, manutenção e/ou ampliação futura do poço.

O cercado terá as seguintes características:

- Mourão de cerca em concreto, dimensões de 0,09 x 0,09 x 1,80 metros;
- Escora de mourão em concreto, dimensões de 0,09 x 0,09 x 1,50 metros;
- Arame galvanizado liso 14;
- Tela fio 12 malha 4;
- Portão com quadro tubo galvanizado 1”, trinco cadeado, tela de arame galvanizado número 12 – malha 4, com dimensões de 0,8 m de largura e 1,0 m de altura;
- Dimensões do cercado: 2,0 m de largura, 2,0 m de comprimento e altura de 1,50 metro.

VIII OUTORGA DE USO DO RECURSO HÍDRICO SUBTERRÂNEO

O poço deverá ser cadastrado no SIOUT e posteriormente ao cadastro, deverá ser realizado o requerimento de outorga para a captação de água subterrânea.

Para a realização da outorga o poço deverá estar cercado com grade ou tela, o cercado deve ter dimensões mínimas de 2 m x 2 m e impossibilitar o acesso de estranhos.

Para a finalidade de consumo humano, o poço também deverá estar dotado de dosador de cloro, torneira para coleta de amostra de água e dispor de aparelho medidor de nível.

IX PERFIL CONSTRUTIVO PADRÃO

É esperado que, para a localização encontrada, o poço não haverá a necessidade de ser revestido, pois devido às condições geológicas do local, não há susceptibilidade a desmoronamento das paredes do poço. Do mesmo modo, a colocação de ferro calandrado para escoramento do solo não será necessária, visto que a litologia é constituída unicamente por basalto maciço e estável, sem ocorrência de material inconsolidado, inclusive nas etapas iniciais da perfuração.

O perfil construtivo esperado para o poço conforme segue na Figura 11, no qual é recomendado uma perfuração de 150 m, com a instalação de bomba submersa em 100 m, onde se espera encontrar o nível dinâmico do aquífero. Deve-se salientar que, na ocorrência de alcançar o aquífero em menores profundidades do que a esperada, o poço não possui a necessidade de alcançar os 150 metros de perfuração.

O método de perfuração empregado para o poço será o rotopneumático. Sugere-se que a perfuração seja realizada com diâmetro de 12" (doze polegadas) entre 0 e 20 metros de profundidade, e com diâmetro de 6" (seis polegadas) de 20 até 150 metros de profundidade. Recomenda-se o revestimento com tubo de plástico geomecânico de 6" até os 20 metros. A proteção sanitária do poço deverá ser garantida por meio de cimentação anular de 12", preenchendo o espaço entre o tubo de revestimento e a parede da perfuração, de forma contínua desde a superfície do terreno até 20 metros de profundidade.

Deve-se atentar que a limitação do aprofundamento dos poços é devida as condições físico químicas da água, pois quanto mais profundos os poços nessa região, maiores são as chances de obter água salobra e com presença de flúor, o que pode comprometer a qualidade da água e até impossibilitar a sua potabilidade.

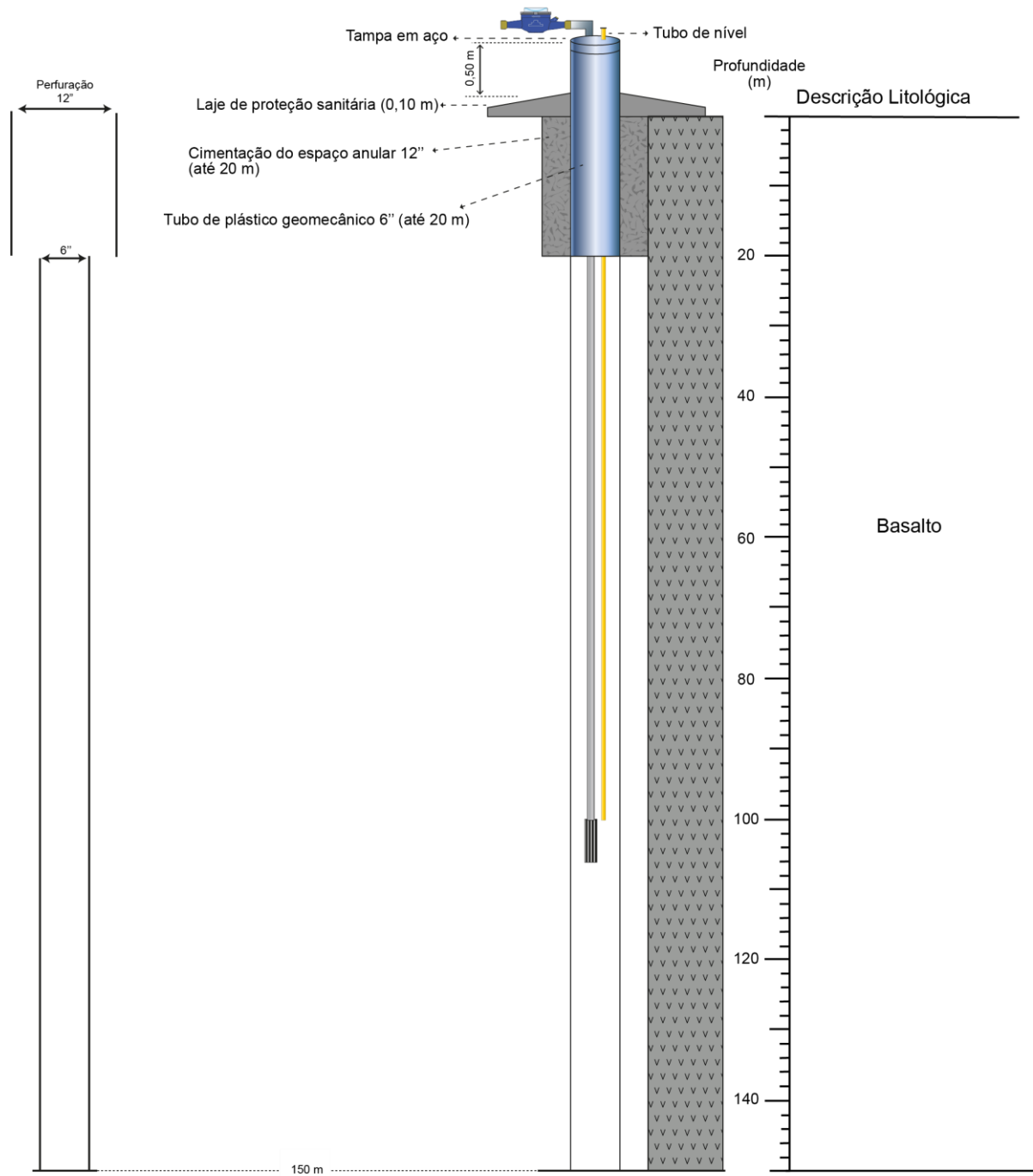


Figura 10. Perfil construtivo para um poço de 6" de diâmetro útil.

X IMPLANTAÇÃO DE MEDIDAS MITIGADORAS DE IMPACTO AMBIENTAL E DE SAÚDE DOS PROFISSIONAIS

- As máquinas e equipamentos devem obedecer a horários para operar, diminuindo o ritmo dos trabalhos nos horários considerados de repouso da população vizinha, ou seja, operar entre às 8:00 e 12:00 horas e entre às 13:30 e 18:00 horas;
- Durante a atividade de perfuração deverá ser instalada sinalização luminosa, indicando riscos de acidente;
- Com relação à prevenção para se evitar possíveis vazamentos ou derramamentos de óleos e/ou graxas no local, as máquinas devem estar em perfeitas condições, recomendando-se que a manutenção e o abastecimento delas sejam realizados previamente em locais adequados.
- Atender as solicitações do Fiscal do Contrato;
- Apresentar Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) tantas quantos forem às necessárias;
- Depositar os rejeitos de obra em local adequado (licenciado);
- Comunicar o Fiscal do Contrato (com antecedência suficiente) sobre possíveis intervenções nas vias públicas. Também solicitar a este que comunique o órgão municipal competente;
- Fornecer material, mão de obra e equipamentos necessários a completa e adequada execução do objeto;
- Exercer a supervisão e a administração dos serviços;
- Respeitar e promover as Normas de Segurança e de Medicina do Trabalho;
- Disponibilizar EPI's e EPC's adequados e convenientes para execução dos trabalhos, tendo estes Certificados de Aprovação (CA);
- Promover e cumprir a Gestão dos Resíduos Sólidos, conforme estabelece a Resolução do CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002. Tem-se, ainda, que observar, prevenir e fazer cumprir os artigos 46, 49 e 60 da Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, que dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente;
- Manter como Responsável Técnico, na execução do contrato, o mesmo profissional detentor do atestado de responsabilidade técnica, para atendimento à qualificação técnico-profissional da fase de habilitação do processo licitatório, ou outro profissional

que atenda os mesmos requisitos previstos no edital, desde que aprovado pela administração;

- Utilizar vestimenta regulamentada para o trabalho;
- Utilizar, empregar e implementar Equipamentos de Proteção Coletivas (EPC);
- Utilizar equipamentos de Proteção Individuais (EPI's) mínimos, necessários e adequados para o ambiente de trabalho.

XI RESPONSÁVEL

Jonatas Monteiro da Silva Avelino

Geólogo – CREA RS-215058