

PREFEITURA MUNICIPAL DE MARIANO MORO - RS

CNPJ: 87.613.386/0001-95



ESTUDO HIDROGEOLÓGICO DE LOCAÇÃO DE POÇO TUBULAR PROFUNDO

Erechim - RS, outubro de 2025

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	3
2	LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	5
3	OBJETIVOS E JUSTIFICATIVA.....	7
4	MEIO-FÍSICO	9
4.1	Geologia Regional	9
4.2	Geologia Local	11
4.3	Geomorfologia.....	13
4.4	Análise Geomorfológica.....	14
4.5	Hidrogeologia	17
4.6	Hidrologia	21
5	ANÁLISE INTEGRADA DE DADOS	23
6	ANÁLISE ESTRUTURAL	28
7	ANÁLISE E PROGNÓSTICO.....	31
8	PERFIL GEOLÓGICO E CONSTRUTIVO	34
9	SISTEMA DE REDE DE ADUÇÃO, RESERVAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO	38
10	DISPONIBILIDADE DE ENERGIA ELÉTRICA	40
11	PONTOS DE INTERESSE E DEFINIÇÃO DO LOCAL DE PERFURAÇÃO	41
12	POSICIONAMENTO DO PROFISSIONAL	44
13	BIBLIOGRAFIA	46

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 - LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO E ACESSO PARA IMPLANTAÇÃO DO POÇO TUBULAR PROFUNDO NA COMUNIDADE DE LINHA PORTO BRUM, MUNICÍPIO DE MARIANO MORO – RS. DESTACAM-SE A SEDE DA PREFEITURA MUNICIPAL, A VIA DE ACESSO E A ÁREA SELECIONADA PARA PERFURAÇÃO.-----	5
FIGURA 2 - CARTA ESTRATIGRÁFICA DA BACIA DO PARANÁ DE MILANI (1997), ADAPTADA POR BIZZI ET AL. (2003).-----	9
FIGURA 3 - MAPA GEOLÓGICO SIMPLIFICADO DA BACIA DO PARANÁ COM CONTO RNO ESTRUTURAL (PROFUNDIDADE) DO EMBASAMENTO CRISTALINO. -----	10
FIGURA 4 - MAPA GEOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE MARIANO MORO/RS, DESTACANDO A OCORRÊNCIA DA FORMAÇÃO PARANAPANEMA NA ÁREA DE ESTUDO, ASSOCIADA A DERRAMES BASÁLTICOS DO MAGMATISMO SERRA GERAL.-----	11
FIGURA 5 - MAPA DOS DOMÍNIOS GEOMORFOLÓGICOS PROPOSTOS PARA O ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, COM DESTAQUE PARA O DOMÍNIO DO PLANALTO DISSECADO DO RIO URUGUAI. -----	14
FIGURA 6 - MAPA HIPSOMÉTRICO DO MUNICÍPIO DE MARIANO MORO, COM DESTAQUE PARA A ÁREA DE ESTUDO E VIA DE ACESSO. AS ALTITUDES VARIAM ENTRE 327 E 712 METROS, EVIDENCIANDO RELEVO ONDULADO A FORTEMENTE ONDULADO CONTROLADO PELOS DERRAMES BASÁLTICOS DA FORMAÇÃO PARANAPANEMA. -----	15
FIGURA 7 - MAPA DE DECLIVIDADE DO MUNICÍPIO DE MARIANO MORO, COM DESTAQUE PARA A ÁREA DE ESTUDO E VIA DE ACESSO. AS CLASSES DE DECLIVIDADE VARIAM ENTRE 3% E VALORES SUPERIORES A 45%, COM PREDOMÍNIO DE ENCOSTAS DE INCLINAÇÃO MODERADA NA ÁREA DE LOCAÇÃO. -----	16
FIGURA 8 - ÁREA DE OCORRÊNCIA (EM VERDE-ESCURO) DOS AQUÍFEROS COM ALTA A MÉDIA POSSIBILIDADE PARA ÁGUAS SUBTERRÂNEAS EM ROCHAS COM POROSIDADE POR FRATURAS NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. -----	18
FIGURA 9 - PRODUTIVIDADE DOS AQUÍFEROS NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, COM DESTAQUE PARA A LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE MARIANO MORO. OBSERVA-SE QUE A ÁREA DE ESTUDO INSERE-SE EM ZONA CLASSIFICADA COMO DE PRODUTIVIDADE BAIXA, CORRESPONDENTE AO SISTEMA AQUÍFERO SERRA GERAL. -----	20
FIGURA 10 - HIDROGRAFIA DO MUNICÍPIO DE MARIANO MORO, COM DESTAQUE PARA A ÁREA DE ESTUDO LOCALIZADA NA COMUNIDADE DE LINHA PORTO BRUM. EVIDENCIAM-SE A MALHA DE DRENAGEM SECUNDÁRIA, O LIMITE MUNICIPAL E O RIO URUGUAI COMO PRINCIPAL CURSO HÍDRICO REGIONAL.-----	21
FIGURA 11 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS POÇOS TUBULARES PROFUNDOS CADASTRADOS NO MUNICÍPIO DE MARIANO MORO, CONFORME BASE DE DADOS SIAGAS/CPRM. -----	23
FIGURA 12 - INTERPOLAÇÃO DA PROFUNDIDADE FINAL DA BASE DOS POÇOS TUBULARES PROFUNDOS NO MUNICÍPIO DE MARIANO MORO, OBTIDA PELO MÉTODO DE MÍNIMA CURVATURA.-----	25

FIGURA 13 - INTERPOLAÇÃO DO NÍVEL ESTÁTICO DOS POÇOS TUBULARES PROFUNDOS NO MUNICÍPIO DE MARIANO MORO, REPRESENTANDO A PROFUNDIDADE DO NÍVEL DA ÁGUA EM CONDIÇÃO DE EQUILÍBRIO.-----	26
FIGURA 14 - INTERPOLAÇÃO DO NÍVEL POTENCIOMÉTRICO (CARGA HIDRÁULICA) DOS POÇOS TUBULARES PROFUNDOS NO MUNICÍPIO DE MARIANO MORO, INDICANDO AS DIREÇÕES PREFERENCIAIS DE FLUXO SUBTERRÂNEO. -----	27
FIGURA 15 - MAPA DE LINEAMENTOS ESTRUTURAIS DO MUNICÍPIO DE MARIANO MORO, OBTIDOS A PARTIR DA INTERPRETAÇÃO DE IMAGENS DE RELEVO SOMBREADO EM AZIMUTES DE 315° E 45°. DESTACAM-SE OS LINEAMENTOS DE ORIENTAÇÃO N-S E E-W, ASSOCIADOS AO CONTROLE TECTÔNICO DA FORMAÇÃO PARANAPANEMA. -----	29
FIGURA 16 - PERFIL GEOLÓGICO-CONSTRUTIVO PROPOSTO PARA O POÇO TUBULAR PROFUNDO NA COMUNIDADE DE LINHA PORTO BRUM, MUNICÍPIO DE MARIANO MORO/RS. O ESQUEMA CONTEMPLA O PACOTE DE SOLO, BASALTO ALTERADO E BASALTO MACIÇO FRATURADO, INDICANDO OS TRECHOS DE REVESTIMENTO, CIMENTAÇÃO SANITÁRIA, LAJE DE PROTEÇÃO E SEÇÃO PRODUTIVA EM POÇO ABERTO, CONFORME DIRETRIZES NORMATIVAS DA ABNT NBR 12212:2017 E NBR 12244:2006. -----	36
FIGURA 17 - MAPA DE PONTOS DE INTERESSE PARA LOCAÇÃO DO POÇO TUBULAR PROFUNDO NA COMUNIDADE DE LINHA PORTO BRUM, MUNICÍPIO DE MARIANO MORO/RS. SÃO APRESENTADOS TRÊS PONTOS POTENCIAIS DE IMPLANTAÇÃO (PONTO 1, PONTO 2 E PONTO 3), GEORREFERENCIADOS EM COORDENADAS UTM/SIRGAS 2000, ZONA 22S, COM DESTAQUE PARA O PONTO 3 COMO ÁREA PREFERENCIAL DE PERFURAÇÃO EM FUNÇÃO DA INTEGRAÇÃO ENTRE ASPECTOS HIDROGEOLÓGICOS, OPERACIONAIS E DE INFRAESTRUTURA. -----	42

1 INTRODUÇÃO

O presente **Estudo Hidrogeológico de Locação de Poço Tubular Profundo** tem como objetivo subsidiar a Prefeitura Municipal de Mariano Moro – RS na implantação de captação subterrânea destinada ao abastecimento público em zona rural. O estudo foi elaborado em atendimento ao **Termo de Convênio firmado com o Governo do Estado do Rio Grande do Sul**, e está em conformidade com a **Instrução Normativa CAGE nº 04/2024**, a **ABNT NBR 12212:2017 – Projeto de poço tubular profundo** e a **ABNT NBR 12244:2006 – Construção de poço tubular profundo**, que estabelecem as diretrizes técnicas para projeto e execução de captações de água subterrânea.

A motivação central para a locação do poço decorre da necessidade de **ampliar a oferta de água de qualidade** em comunidades rurais do município, frente à crescente demanda e às limitações dos mananciais superficiais, frequentemente sujeitos a estiagens e contaminações difusas. Nesse contexto, a utilização sustentável dos recursos hídricos subterrâneos assume relevância estratégica, devendo ser precedida de estudos técnicos que considerem a **geologia local, a hidrogeologia regional, a pedologia e os condicionantes estruturais** que controlam a ocorrência e a exploração das águas subterrâneas.

Do ponto de vista científico, o estudo fundamenta-se em obras clássicas da hidrogeologia (FREEZE; CHERRY, 1979; BEAR, 1972), bem como nas bases oficiais do **Serviço Geológico do Brasil – CPRM**, incluindo o **Mapa Hidrogeológico do Rio Grande do Sul** (MACHADO; FREITAS, 2005) e o **Levantamento da Geodiversidade do Estado do Rio Grande do Sul** (VIERO; SILVA, 2010). Estes documentos caracterizam os principais sistemas aquíferos regionais, como o **Sistema Aquífero Serra Geral (fissural/fraturado)** e o **Sistema Aquífero Guarani (arenítico/poroso)**, ambos relevantes no contexto hidrogeológico do município.

A locação foi realizada a partir da integração de **interpretação de lineamentos estruturais** (extraídos de modelos digitais de elevação – SRTM, sombreamento em azimutes 45° e 315°), análise geomorfológica, pedológica e dados de poços cadastrados no **SIAGAS/CPRM**. Tal abordagem segue a

recomendação científica para áreas de **aquíferos fraturados**, onde a produtividade está diretamente associada à densidade e interconexão das fraturas (FREITAS, 2005).

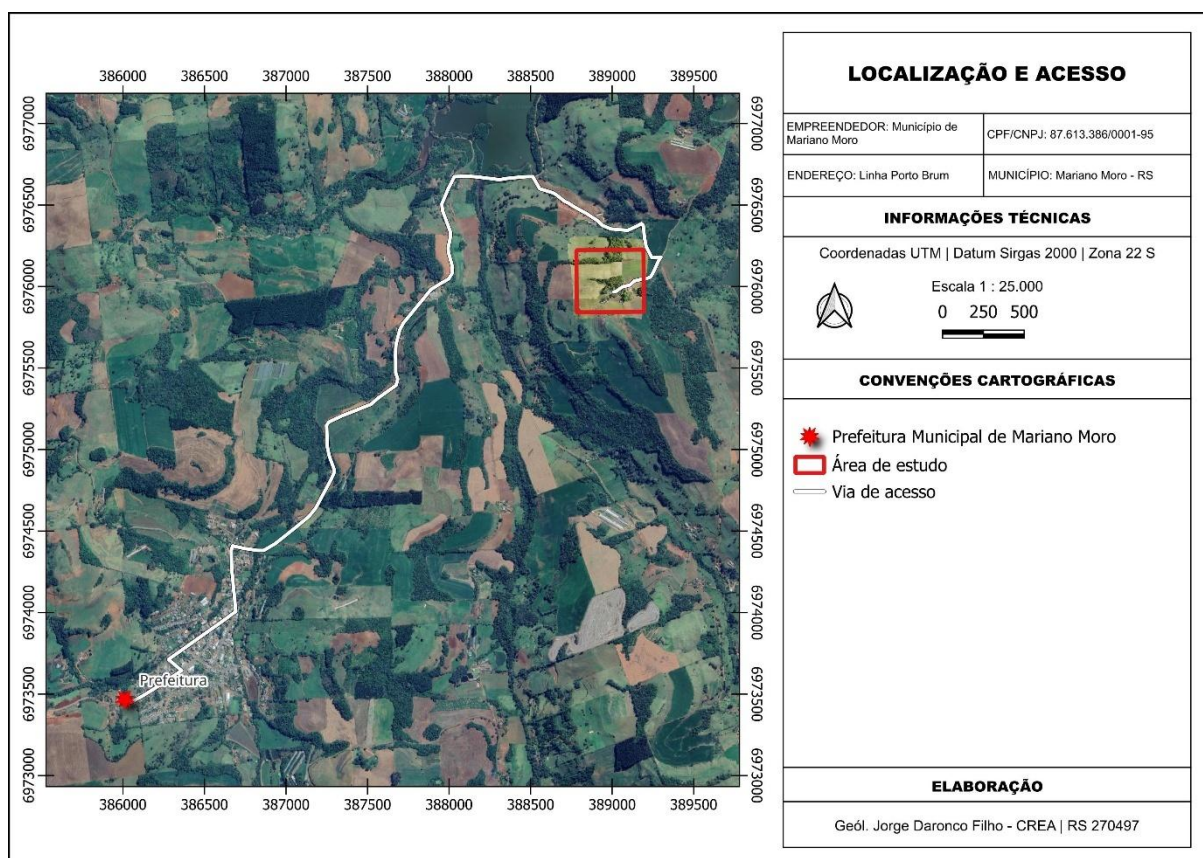
O presente laudo, portanto, oferece à municipalidade de Mariano Moro/RS um **documento técnico robusto**, que integra **base legal, normativa e científica** e que estabelece a **locação mais adequada para a perfuração do poço tubular profundo**, contemplando aspectos de viabilidade, segurança sanitária e sustentabilidade hídrica.

2 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área destinada à implantação do poço tubular profundo localiza-se na **zona rural do município de Mariano Moro – RS**, especificamente na comunidade de **Linha Porto Brum**, sob responsabilidade da **Prefeitura Municipal de Mariano Moro** (CNPJ 87.613.386/0001-95).

As **coordenadas UTM da área de estudo** encontram-se inseridas na **Zona 22 Sul, Datum SIRGAS 2000**, conforme indicado no mapa de localização e acesso (Escala 1:25.000). O ponto selecionado está inserido em área agrícola e de baixa densidade populacional, o que favorece a preservação da qualidade da água subterrânea e minimiza riscos de contaminação difusa.

Figura 1 - Localização da área de estudo e acesso para implantação do poço tubular profundo na comunidade de Linha Porto Brum, município de Mariano Moro – RS. Destacam-se a sede da Prefeitura Municipal, a via de acesso e a área selecionada para perfuração.



Fonte: ACM Consultoria Ambiental, 2025.

O **acesso à área de estudo** se dá a partir da sede municipal de Mariano Moro, situada na Rua Miguel Detoni – Centro, seguindo em direção norte pela

estrada municipal até a comunidade de Linha Porto Brum. O trajeto, com extensão aproximada de 6,5 km, encontra-se em boas condições de trafegabilidade, permitindo a circulação de veículos de pequeno e médio porte, bem como de caminhões perfuratrizes necessárias à execução dos serviços de sondagem e construção do poço.

3 OBJETIVOS E JUSTIFICATIVA

O presente estudo tem como objetivo principal a locação técnica de um poço tubular profundo na comunidade de Linha Porto Brum, situada na zona rural do município de Mariano Moro – RS, com a finalidade de subsidiar a futura execução do sistema de captação de água subterrânea destinado ao abastecimento público municipal. A realização deste estudo está vinculada ao Termo de Convênio firmado entre a Prefeitura Municipal de Mariano Moro e o Governo do Estado do Rio Grande do Sul, que estabelece a obrigatoriedade de elaboração prévia de estudos hidrogeológicos como condição para a aplicação de recursos públicos na perfuração de poços. Nesse sentido, o trabalho fundamenta-se nas diretrizes estabelecidas pela Instrução Normativa CAGE nº 04/2024, que regulamenta a execução e prestação de contas de convênios públicos, e assegura a exigência de laudos técnicos acompanhados da devida Anotação de Responsabilidade Técnica – ART, emitida por profissional habilitado.

Do ponto de vista normativo, a locação e futura execução do poço encontram respaldo na ABNT NBR 12212:2017 – Projeto de poço tubular profundo, que estabelece os requisitos técnicos mínimos para a elaboração de projetos de captações de água subterrânea, contemplando definição de diâmetros de perfuração, profundidades estimadas, trechos de revestimento, zonas de captação, filtros e pré-filtros. A etapa de execução deverá atender aos preceitos da ABNT NBR 12244:2006 – Construção de poço tubular profundo, que regulamenta aspectos relacionados à perfuração, cimentação sanitária, instalação de revestimentos, desenvolvimento, teste de bombeamento e desinfecção, assegurando que a obra seja realizada de forma tecnicamente adequada, sanitariamente segura e ambientalmente responsável.

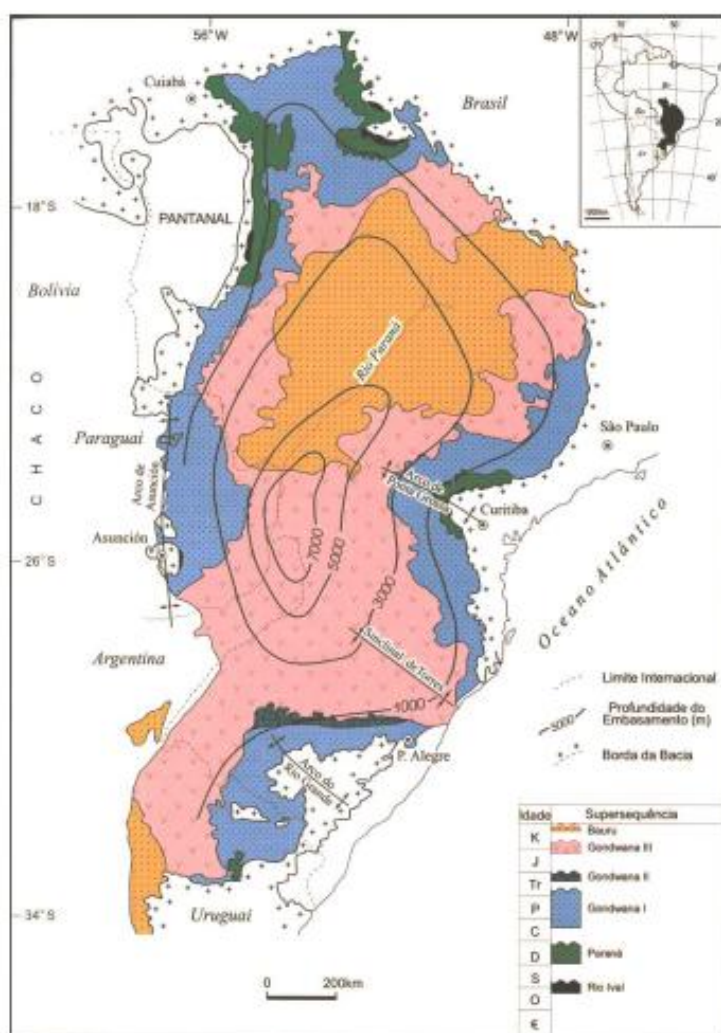
Sob a perspectiva científica, o estudo se justifica pela necessidade de ampliar a segurança hídrica da população rural, em um contexto marcado pela vulnerabilidade dos mananciais superficiais a períodos de estiagem e à contaminação difusa de origem antrópica. O município de Mariano Moro encontra-se inserido no domínio do Sistema Aquífero Serra Geral, conforme caracterizado pelo Mapa Hidrogeológico do Rio Grande do Sul (Machado;

Freitas, 2005), sendo este um aquífero de natureza fraturada, cuja produtividade depende diretamente da densidade, orientação e interconexão das fraturas. O Levantamento da Geodiversidade do Estado do Rio Grande do Sul (Viero; Silva, 2010) complementa essa compreensão ao indicar a relevância dos condicionantes geológicos e estruturais no controle da ocorrência e da disponibilidade das águas subterrâneas, destacando a necessidade de análises prévias de relevo, lineamentos e feições estruturais para a adequada locação de poços. A literatura hidrogeológica clássica (Freeze; Cherry, 1979; Bear, 1972), bem como os estudos de Freitas (2005) sobre aquíferos fraturados, reforçam a importância de considerar os parâmetros de transmissividade, condutividade hidráulica e recarga natural como fundamentos para a estimativa de potencialidade do ponto locado.

Assim, a justificativa do presente projeto encontra-se consolidada na integração entre a base legal que regula a aplicação de recursos públicos, as normas técnicas que orientam o projeto e a execução de poços tubulares profundos e o embasamento científico que garante a confiabilidade das inferências hidrogeológicas. A execução futura do poço possibilitará não apenas ampliar a oferta de água potável em benefício da população atendida, mas também fortalecer as políticas municipais de abastecimento em consonância com o uso sustentável dos recursos subterrâneos, garantindo que a obra seja conduzida sob parâmetros de eficiência, durabilidade e segurança sanitária.

Milani (1997) reconheceu no registro estratigráfico da Bacia do Paraná seis unidades de ampla escala, na forma de pacotes rochosos materializando cada um deles intervalos temporais com algumas dezenas de milhões de anos de duração e envelopados por superfícies de discordância de caráter interregional: Rio Ivaí (Ordoviciano-Siluriano), Paraná (Devoniano), Gondwana I (Carbonífero-Eotriássico), Gondwana II (Meso a Neotriássico), Gondwana III (Neojurássico-Eocretáceo) e Bauru (Neocretáceo), das mais antigas para as mais recentes, respectivamente (Figura 3).

Figura 3 - Mapa geológico simplificado da Bacia do Paraná com contorno estrutural (profundidade) do embasamento cristalino.

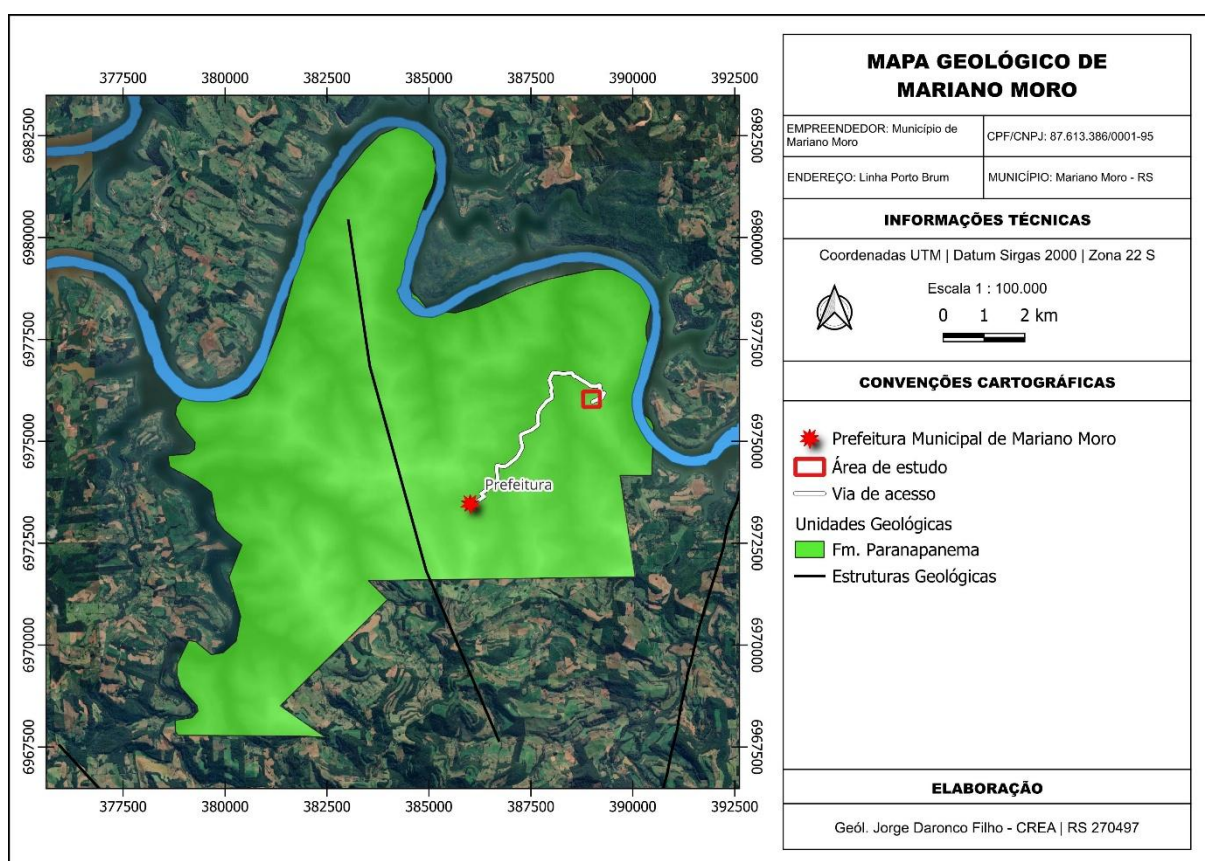


Fonte: MILANI, E. J.; RANGEL, H. D. (2004).

4.2 Geologia Local

O município de Mariano Moro está inserido na porção norte do Estado do Rio Grande do Sul, em área dominada por rochas vulcânicas da **Formação Paranapanema**, pertencente ao conjunto de derrames basálticos da Província Magmática do Paraná. Segundo o Mapa Hidrogeológico do Rio Grande do Sul (Machado; Freitas, 2005), esses basaltos configuram o substrato principal do **Sistema Aquífero Serra Geral**, caracterizado pelo predomínio de aquíferos fraturados, nos quais a ocorrência de água subterrânea está intimamente associada à presença de discontinuidades estruturais, tais como fraturas, diques e zonas de falhamento.

Figura 4 - Mapa geológico do município de Mariano Moro/RS, destacando a ocorrência da Formação Paranapanema na área de estudo, associada a derrames basálticos do Magmatismo Serra Geral.



Fonte: Adaptado de VIERO, A. C.; SILVA, D. R. A.; et al. Geodiversidade do Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2010.

O Levantamento da Geodiversidade do Estado do Rio Grande do Sul (Viero; Silva, 2010) ressalta que os derrames da Formação Paranapanema

apresentam composição basáltica a andesítica, com textura maciça predominante, intercalada por níveis amigdaloidais que podem favorecer a circulação subterrânea de água em condições específicas. No entanto, a baixa porosidade primária dessas rochas implica que a produtividade hídrica depende, essencialmente, da **densidade, interconexão e abertura das fraturas**. Nesse contexto, a análise estrutural ganha destaque, pois a presença de lineamentos bem definidos, como evidenciado no mapa geológico da área, constitui elemento decisivo na escolha de locais mais favoráveis à perfuração de poços tubulares.

De acordo com a revisão científica sobre aquíferos fraturados (Freitas, 2005), a exploração em basaltos é condicionada por fatores como profundidade do intemperismo, orientação tectônica e regime de tensões que controlam a abertura das fraturas. Poços perfurados em zonas de maior densidade de fraturamento tendem a apresentar melhores vazões, ainda que em geral inferiores às registradas em aquíferos porosos, como o Sistema Aquífero Guarani. Esse aspecto reforça a necessidade de se considerar a geologia estrutural local como determinante na avaliação de viabilidade do poço a ser executado em Mariano Moro.

Além dos aspectos estruturais, a literatura clássica de hidrogeologia (Freeze; Cherry, 1979; Bear, 1972) contribui para a compreensão do comportamento hidráulico dos basaltos da Formação Paranapanema. A condutividade hidráulica e a transmissividade são parâmetros controlados pela conectividade das fraturas, enquanto a recarga depende da infiltração difusa em áreas de solo mais espesso e permeável, condicionada pelas características pedológicas regionais. Segundo os levantamentos pedológicos do Estado do Rio Grande do Sul (CPRM, 2010), a cobertura de solos sobre os basaltos é composta predominantemente por Latossolos e Nitossolos, que favorecem a infiltração e contribuem para a recarga do aquífero fissural.

Do ponto de vista hidrogeológico, a presença das rochas da Formação Paranapanema, associada às estruturas geológicas mapeadas na área, indica que a perfuração do poço tubular profundo deverá priorizar a interceptação de fraturas abertas e contínuas, situadas em profundidades superiores a 80 metros, onde a pressão litostática e a tectônica regional contribuem para a manutenção

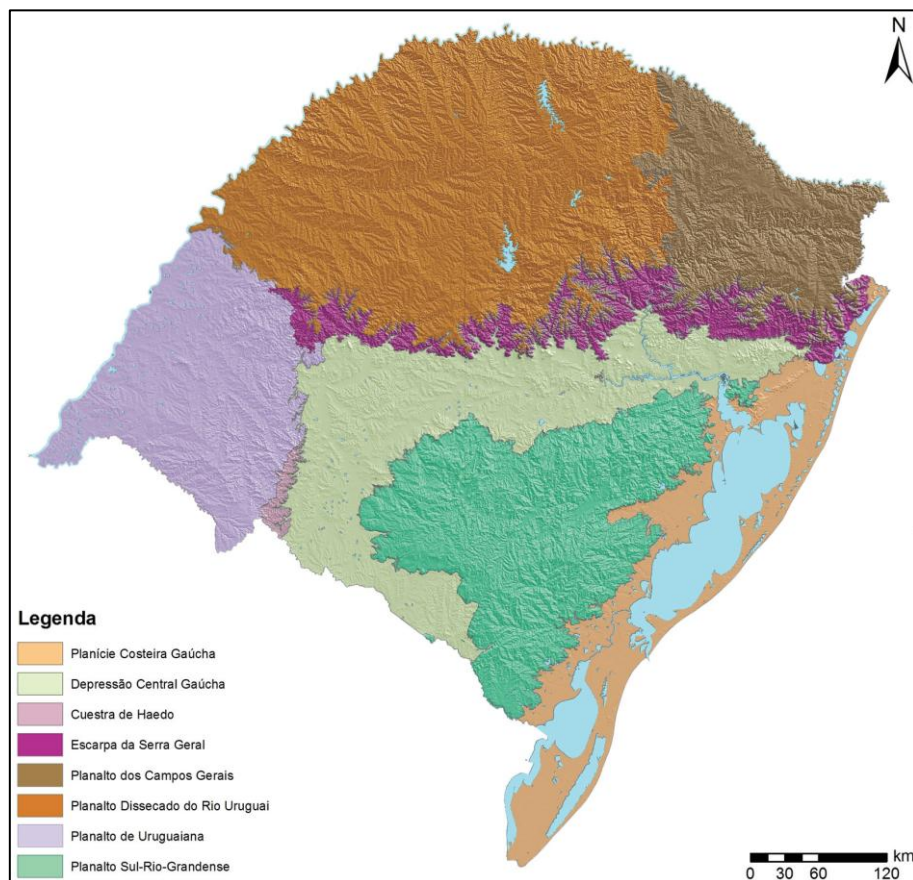
de condutos de maior transmissividade. Essa condição é consistente com os dados regionais do SIAGAS, compilados pela CPRM, que indicam produtividade média de 5 a 15 m³/h em poços perfurados no Sistema Aquífero Serra Geral, com variações positivas em zonas de maior densidade estrutural.

Assim, a caracterização geológica local permite afirmar que a área de estudo apresenta condições propícias à implantação de um poço tubular profundo, desde que a locação seja cuidadosamente ajustada às estruturas geológicas mapeadas e que a execução siga as diretrizes estabelecidas pela ABNT NBR 12212:2017 e ABNT NBR 12244:2006. A integração entre a geologia da Formação Paranapanema, a análise estrutural e os parâmetros hidrogeológicos regionais oferece a base científica necessária para justificar a escolha do local e orientar a futura construção da captação subterrânea.

4.3 Geomorfologia

O município de Mariano Moro insere-se no Domínio do Planalto Dissecado do Rio Uruguai, unidade geomorfológica integrante do Planalto Meridional. Essa feição caracteriza-se por um relevo intensamente entalhado por vales de dissecção profunda, resultante da ação fluvial do rio Uruguai e de seus afluentes sobre rochas vulcânicas da Formação Serra Geral. Os interflúvios apresentam topos convexos ou aplainados, com vertentes de média a alta declividade, onde são frequentes rupturas de declive associadas a contatos litológicos e fraturamentos estruturais. A dissecção diferencial do relevo reflete a resistência variável dos derrames basálticos, propiciando formas escalonadas e patamares estruturais. Na área de estudo, essas características condicionam a dinâmica superficial e a estabilidade das encostas, fatores que devem ser considerados em qualquer planejamento de uso e ocupação do solo (CPRM, 2006; RIO GRANDE DO SUL, 2017).

Figura 5 - Mapa dos domínios geomorfológicos propostos para o Estado do Rio Grande do Sul, com destaque para o Domínio do Planalto Dissecado do Rio Uruguai.



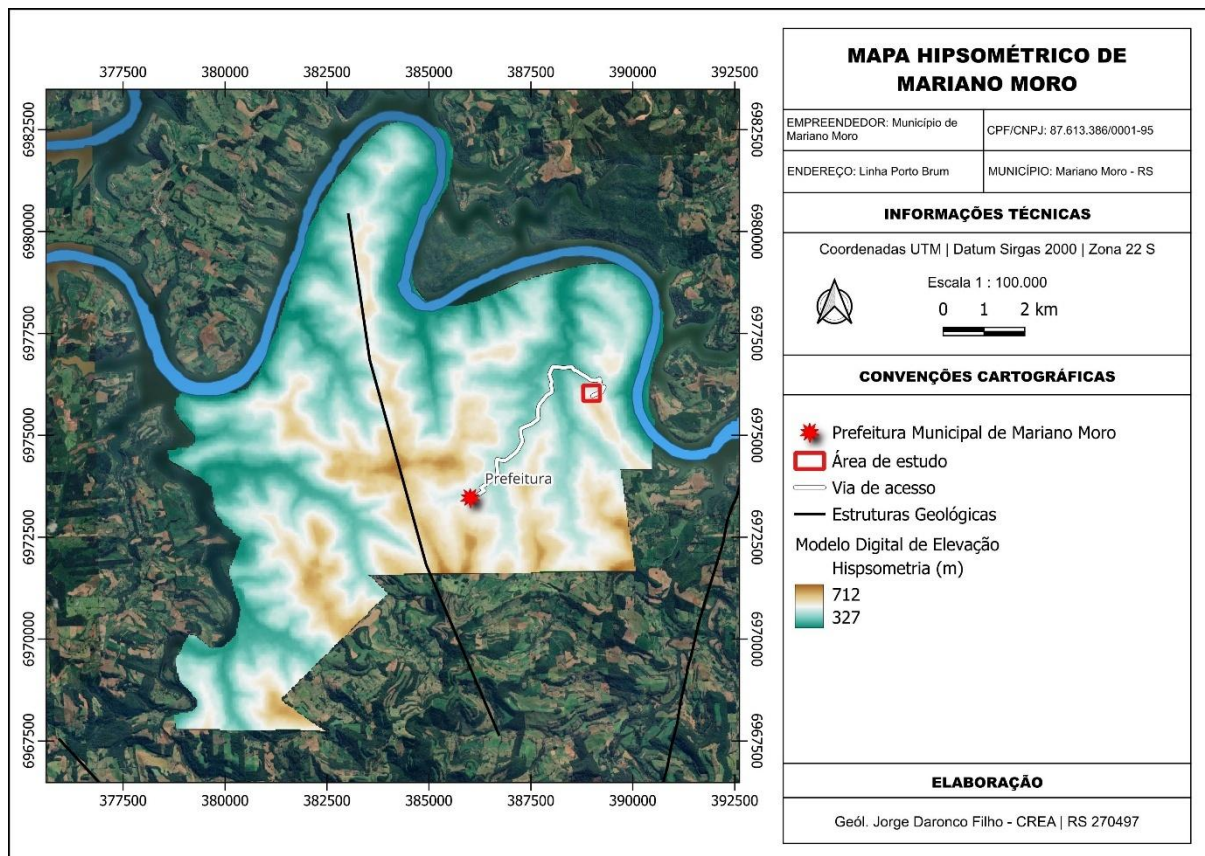
Fonte: Adaptado de CPRM (2006) e Rio Grande do Sul (2017) – Geodiversidade do Estado do Rio Grande do Sul.

4.4 Análise Geomorfológica

A fisiografia do município de Mariano Moro revela-se como elemento determinante para a compreensão das condições hidrogeológicas locais e para a adequada localização do poço tubular profundo proposto. A análise hipsométrica, baseada no Modelo Digital de Elevação (MDE), demonstra que a área de estudo está inserida em um contexto de relevo ondulado a fortemente ondulado, com altitudes variando entre aproximadamente 327 e 712 metros. Essa amplitude altimétrica reflete o controle estrutural e litológico exercido pelos derrames basálticos da Formação Paranapanema, unidade pertencente à Província Magmática do Paraná. Conforme ressaltado pelo Levantamento da Geodiversidade do Estado do Rio Grande do Sul (Viero; Silva, 2010), tais

derrames apresentam resistência diferencial ao intemperismo, gerando compartimentações topográficas marcadas e vales entalhados.

Figura 6 - Mapa hipsométrico do município de Mariano Moro, com destaque para a área de estudo e via de acesso. As altitudes variam entre 327 e 712 metros, evidenciando relevo ondulado a fortemente ondulado controlado pelos derrames basálticos da Formação Paranapanema.

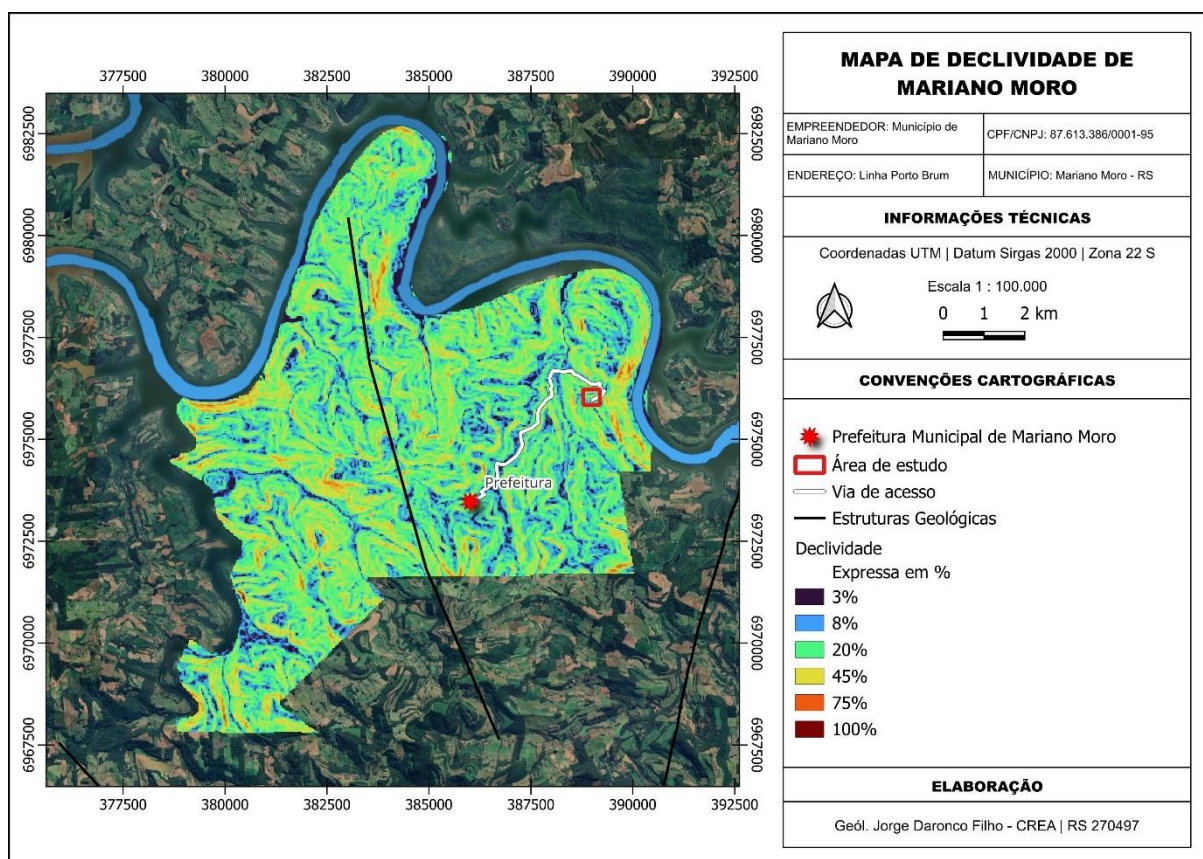


Fonte: Imagem de base ESRI/Maxar, elaboração do autor.

A hipsometria evidencia que a área de locação se situa em posição intermediária na paisagem, em encosta suave voltada para as áreas mais rebaixadas drenadas por afluentes do rio Uruguai. Essa condição favorece a infiltração de águas meteóricas, sobretudo em zonas de solo mais espesso, contribuindo para a recarga local do Sistema Aquífero Serra Geral. O Mapa Hidrogeológico do Rio Grande do Sul (Machado; Freitas, 2005) reforça que a recarga em aquíferos fraturados ocorre predominantemente em áreas de topografia intermediária a elevada, onde a pressão hidráulica induz o percolamento em direção às fraturas abertas e conectadas, aumentando a probabilidade de exploração produtiva em poços tubulares.

A análise do mapa de declividade complementa a interpretação hipsométrica, evidenciando a predominância de classes variando entre 8% e 20%, com setores localizados atingindo valores superiores a 45% nas proximidades de dissecções mais íngremes. Áreas de declividade suave a moderada, como aquelas identificadas no entorno imediato da locação, apresenta maior potencial para infiltração e menor risco de erosão superficial, o que contribui para a manutenção da recarga difusa e para a proteção sanitária da captação. Em contrapartida, setores de maior declividade concentram-se em bordas de vales encaixados, onde predominam processos de escoamento superficial acelerado, implicando em menor contribuição para a recarga efetiva do aquífero fissural.

Figura 7 - Mapa de declividade do município de Mariano Moro, com destaque para a área de estudo e via de acesso. As classes de declividade variam entre 3% e valores superiores a 45%, com predomínio de encostas de inclinação moderada na área de locação.



Fonte: Imagem de base ESRI/Maxar, elaboração do autor.

Do ponto de vista científico, a integração entre geologia, hipsometria e declividade permite afirmar que a fisiografia local constitui fator favorável ao

propósito do estudo. A posição altimétrica intermediária, aliada às declividades moderadas, favorece a infiltração das águas meteóricas e a percolação em direção às fraturas basálticas, conforme discutido nos trabalhos de Freeze e Cherry (1979) e Bear (1972) acerca da dinâmica de fluxo em meios fraturados. Além disso, a compartimentação geomorfológica identificada pelo levantamento da CPRM (2010) indica que áreas semelhantes apresentam bom desempenho na exploração de água subterrânea, desde que associadas a zonas estruturais mapeadas.

Em síntese, a fisiografia do município de Mariano Moro, caracterizada pela variação hipsométrica significativa e pela predominância de declividades moderadas, exerce papel fundamental na definição do potencial hidrogeológico da área de estudo. O enquadramento da locação em zona de relevo favorável à infiltração, distante de áreas de forte declive e próxima a lineamentos estruturais regionais, reforça a viabilidade técnica da futura perfuração. Dessa forma, a análise integrada da fisiografia confirma a adequação do ponto selecionado e fornece segurança científica para a continuidade das etapas de execução do poço tubular profundo, em consonância com os requisitos estabelecidos pela ABNT NBR 12212:2017 e ABNT NBR 12244:2006.

4.5 Hidrogeologia

O município de Mariano Moro está inserido no setor norte do Estado do Rio Grande do Sul, área destacada em verde no mapa regional, correspondente ao domínio do **Sistema Aquífero Serra Geral (SASG)**. Esse sistema hidrogeológico, conforme descrito no **Mapa Hidrogeológico do Rio Grande do Sul** (Machado; Freitas, 2005), é constituído predominantemente pelos derrames basálticos da Formação Paranapanema e demais unidades associadas à Província Magmática do Paraná. Trata-se de um aquífero de natureza fraturada, onde a circulação e a disponibilidade hídrica estão diretamente vinculadas à densidade, interconexão e abertura de fraturas e falhamentos tectônicos.

Do ponto de vista estrutural, o Levantamento da Geodiversidade do Estado do Rio Grande do Sul (Viero; Silva, 2010) indica que a compartimentação geomorfológica da região é fortemente controlada por sistemas de lineamentos

NW-SE e NE-SW, responsáveis pela geração de zonas de fraqueza que atuam como condutos preferenciais para o fluxo subterrâneo. A presença desses lineamentos é evidenciada tanto em escala regional, como pelo mapeamento hidrogeológico da CPRM, quanto em escala local, pelos mapas de estruturas produzidos para a área de Mariano Moro, nos quais se identificam fraturas expressivas atravessando o território.

Figura 8 - Área de ocorrência (em verde-escuro) dos aquíferos com alta a média possibilidade para águas subterrâneas em rochas com porosidade por fraturas no estado do Rio Grande do Sul.



Fonte: Adaptado de CPRM (2006) e Rio Grande do Sul (2017) – Geodiversidade do Estado do Rio Grande do Sul.

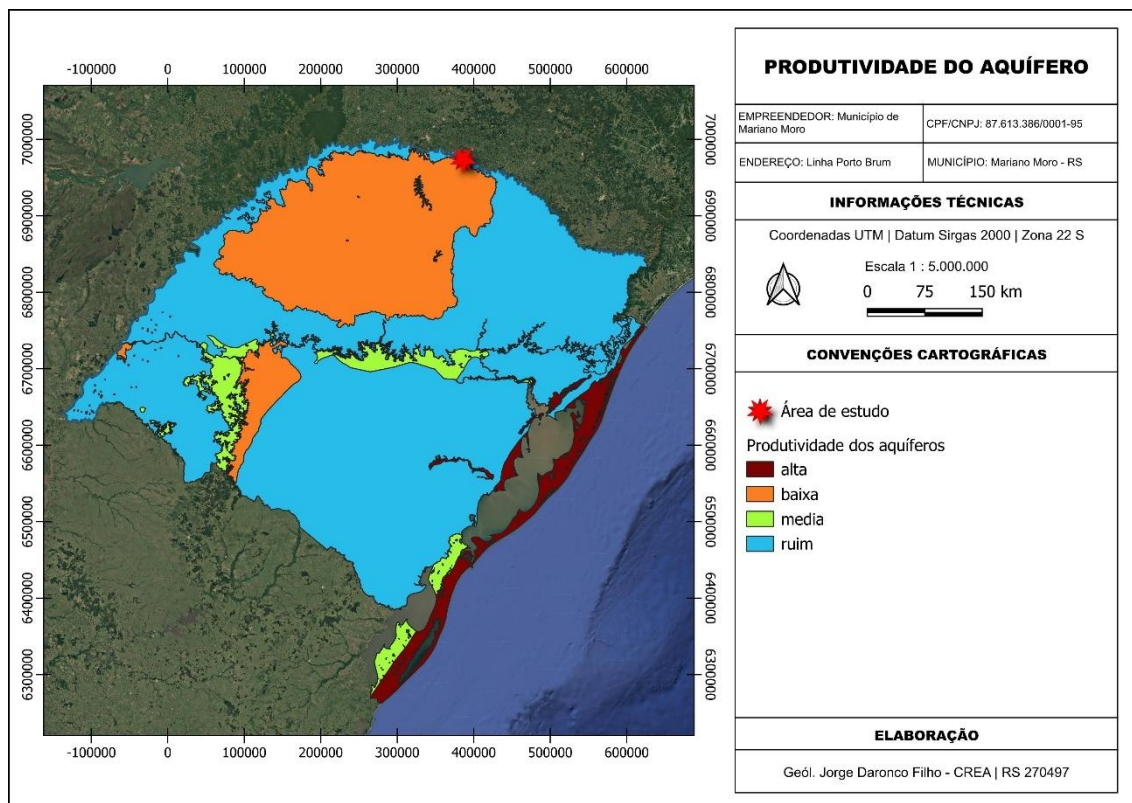
A natureza fissural do SASG implica que a produtividade dos poços varia significativamente, sendo dependente do cruzamento entre fraturas de diferentes orientações e da presença de zonas de alteração mais profunda. Segundo dados compilados pelo SIAGAS/CPRM e relatados por Machado e Freitas (2005), poços perfurados em áreas similares da região norte do Estado apresentam vazões médias entre 5 e 15 m³/h, podendo alcançar valores superiores quando localizados em zonas de maior densidade de fraturas. Estudos específicos sobre aquíferos fraturados (Freitas, 2005) confirmam que as melhores condições de exploração ocorrem em profundidades superiores a 80 metros, onde fraturas tectônicas interconectadas mantêm condutividade hidráulica mais elevada.

A integração entre geologia e fisiografia reforça essa interpretação. Os mapas hipsométrico e de declividade de Mariano Moro demonstram que a área de estudo encontra-se em posição de encosta suave a moderada, situada em cota intermediária entre os vales encaixados do entorno. Essa configuração favorece a infiltração e a recarga difusa das águas meteóricas, alimentando gradualmente as fraturas do basalto e contribuindo para o equilíbrio do sistema aquífero. A literatura clássica de hidrogeologia (Freeze; Cherry, 1979; Bear, 1972) sustenta que, em aquíferos fraturados, a recarga está fortemente condicionada pela permeabilidade vertical das fraturas abertas e pela pressão hidráulica induzida pela topografia, aspectos presentes na fisiografia local.

Do ponto de vista da qualidade da água, os estudos da CPRM (2005) indicam que as águas captadas no Sistema Aquífero Serra Geral, na região norte do Estado, apresentam características físico-químicas em geral adequadas ao consumo humano, com predominância de águas bicarbonatadas cálcicas e magnésicas. Eventuais concentrações elevadas de ferro e manganês podem ocorrer em poços localizados em zonas de alteração mais intensa, reforçando a importância de análises laboratoriais posteriores conforme previsto na ABNT NBR 12244:2006 e nas normas sanitárias nacionais.

A análise da produtividade dos aquíferos no Estado do Rio Grande do Sul, representada no mapa regional, demonstra que o município de Mariano Moro encontra-se inserido em domínio classificado como de **produtividade baixa**, característica típica do Sistema Aquífero Serra Geral na região norte do estado. Conforme descrito por Machado e Freitas (2005), a baixa produtividade decorre da natureza fraturada do aquífero basáltico, no qual a exploração está diretamente condicionada à densidade e interconexão das fraturas. Essa condição contrasta com áreas de maior potencialidade, como os depósitos areníticos associados ao Sistema Aquífero Guarani, onde a porosidade primária garante maiores vazões. Apesar da classificação restritiva, a literatura científica (Freitas, 2005; Freeze; Cherry, 1979; Bear, 1972) indica que poços locados em zonas de lineamentos estruturais bem desenvolvidos podem apresentar produtividades satisfatórias para o abastecimento público rural, variando entre 5 e 15 m³/h, desde que respeitados os critérios técnicos de projeto e execução estabelecidos pelas normas ABNT NBR 12212:2017 e NBR 12244:2006.

Figura 9 - Produtividade dos aquíferos no Estado do Rio Grande do Sul, com destaque para a localização do município de Mariano Moro. Observa-se que a área de estudo insere-se em zona classificada como de produtividade baixa, correspondente ao Sistema Aquífero Serra Geral.



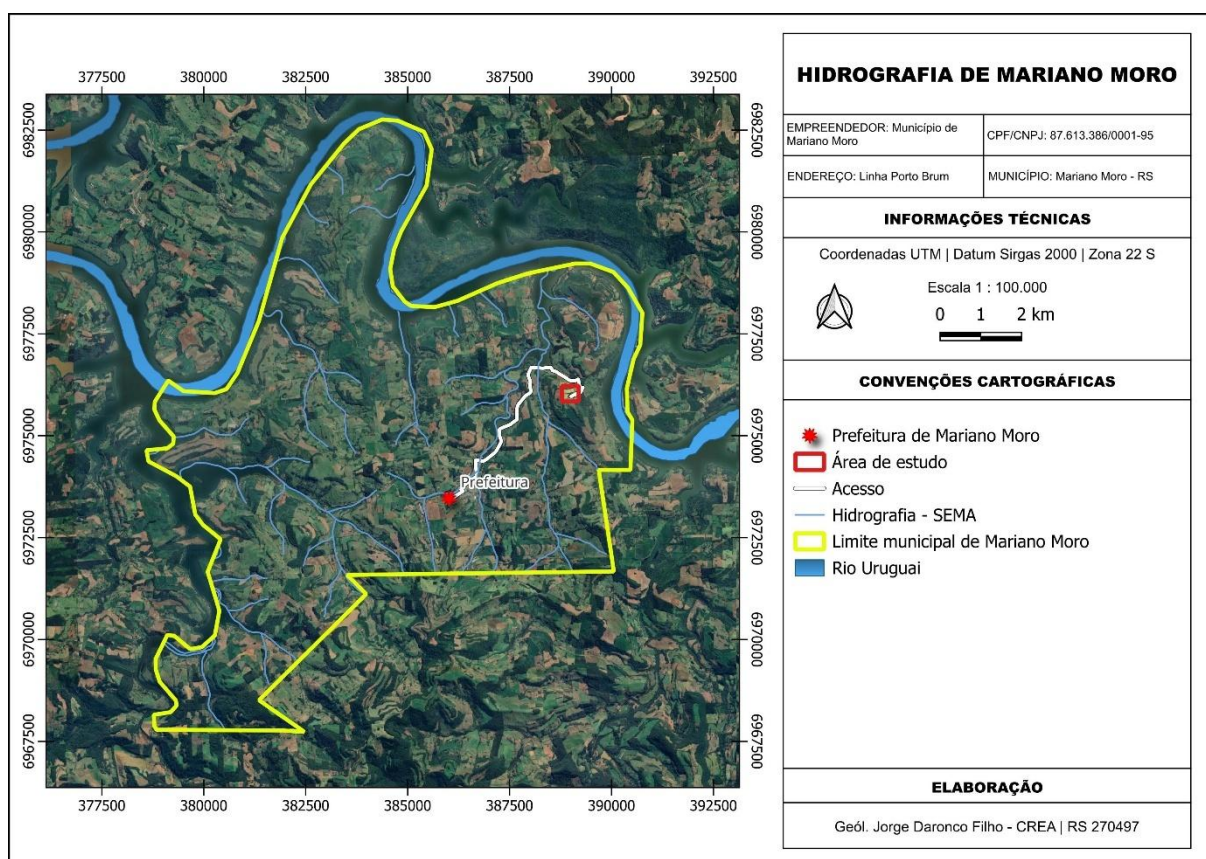
Fonte: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, Mapa Hidrogeológico do Rio Grande do Sul (Machado; Freitas, 2005), com elaboração do autor (2025).

Assim, a caracterização hidrogeológica permite concluir que a área de Mariano Moro possui condições favoráveis para a implantação de um poço tubular profundo, desde que a locação seja realizada em alinhamento com as estruturas geológicas previamente identificadas. A execução deverá contemplar profundidade mínima de 120 a 150 metros, cimentação sanitária adequada e teste de bombeamento de 24 horas, conforme exigências da ABNT NBR 12212:2017 e ABNT NBR 12244:2006, assegurando não apenas a produtividade hídrica, mas também a proteção sanitária e a sustentabilidade do uso do recurso.

4.6 Hidrologia

A rede hidrográfica do município de Mariano Moro insere-se na bacia hidrográfica do **rio Uruguai**, principal curso d'água da região, que delimita parte do território municipal e desempenha papel estruturante no escoamento superficial. O mapa hidrográfico demonstra que o município é drenado por uma densa malha de cursos d'água de pequena e média ordem, afluentes diretos do rio Uruguai, os quais se distribuem em padrão predominantemente dendrítico, coerente com a litologia basáltica da Formação Paranapanema. Conforme descrito por Machado e Freitas (2005), esse padrão de drenagem é característico de terrenos vulcânicos maciços, nos quais a dissecação fluvial é intensificada por fraturas e descontinuidades estruturais.

Figura 10 - Hidrografia do município de Mariano Moro, com destaque para a área de estudo localizada na comunidade de Linha Porto Brum. Evidenciam-se a malha de drenagem secundária, o limite municipal e o rio Uruguai como principal curso hídrico regional.



Fonte: Base hidrográfica SEMA/RS, imagem de fundo ESRI/Maxar, elaboração do autor.

A densidade de drenagem verificada no município é elevada, refletindo a combinação entre litologia de baixa porosidade primária e relevo ondulado a fortemente ondulado, conforme já descrito na análise fisiográfica. Esse fator indica predomínio de **escoamento superficial sobre infiltração imediata**, reforçando a importância das zonas de declividade mais moderada como áreas preferenciais de recarga difusa para o Sistema Aquífero Serra Geral. O Levantamento da Geodiversidade do Estado do Rio Grande do Sul (Viero; Silva, 2010) ressalta que a interação entre a rede hidrográfica e os derrames basálticos estabelece corredores preferenciais de fraturamento, muitas vezes coincidentes com a orientação dos vales fluviais, o que contribui para a percolação em profundidade e para a produtividade localizada de poços tubulares.

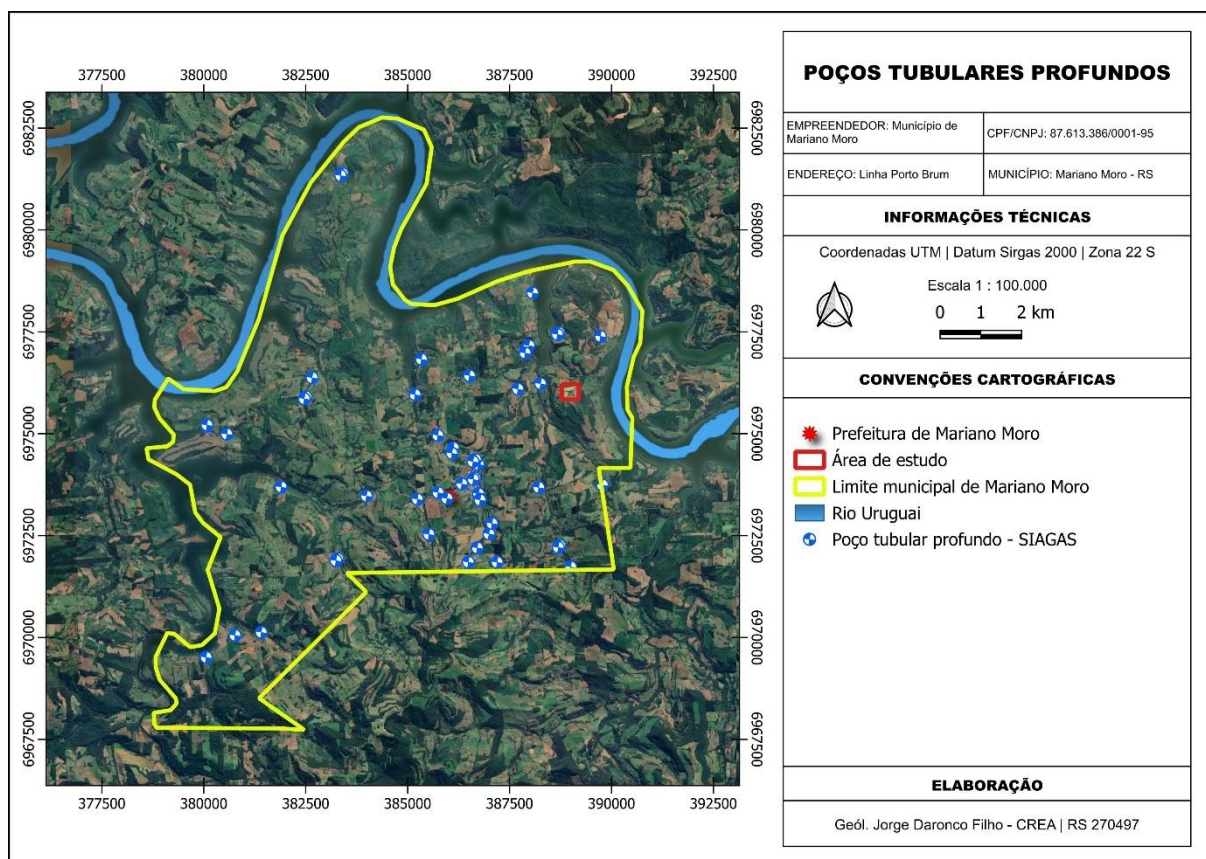
Do ponto de vista hidrogeológico, o rio Uruguai constitui não apenas exutório do sistema superficial, mas também uma importante área de descarga para os fluxos subterrâneos regionais. A literatura clássica (Freeze; Cherry, 1979; Bear, 1972) estabelece que, em sistemas de aquíferos fraturados, a interação entre águas superficiais e subterrâneas é significativa, sobretudo em trechos de vales encaixados, onde a topografia induz o fluxo subterrâneo em direção ao talvegue. Isso implica que a dinâmica hídrica regional atua de forma integrada, condicionando a disponibilidade subterrânea em função do equilíbrio entre recarga difusa em setores de encosta e descarga concentrada nos fundos de vale.

Portanto, a caracterização hidrológica de Mariano Moro demonstra que a rede de drenagem superficial, embora densa e controlada estruturalmente, constitui elemento complementar na compreensão da dinâmica de recarga e descarga do Sistema Aquífero Serra Geral. A integração entre hidrogeologia e hidrografia confirma que a área selecionada para a futura perfuração do poço reúne condições favoráveis à exploração de água subterrânea, desde que observados os critérios normativos e científicos que asseguram a sustentabilidade do uso do recurso.

5 ANÁLISE INTEGRADA DE DADOS

O banco de dados utilizado neste estudo foi obtido a partir do **Sistema de Informações de Águas Subterrâneas – SIAGAS**, plataforma oficial do Serviço Geológico do Brasil (CPRM), que reúne informações hidrogeológicas de poços tubulares cadastrados em todo o território nacional. Para o município de Mariano Moro, os dados foram extraídos diretamente do portal SIAGAS e organizados em planilha consolidada, contendo parâmetros essenciais como profundidade final, nível estático, nível potenciométrico, cota topográfica e vazão de estabilização de dezenas de poços já perfurados na região.

Figura 11 - Distribuição espacial dos poços tubulares profundos cadastrados no município de Mariano Moro, conforme base de dados SIAGAS/CPRM.



Fonte: Serviço Geológico do Brasil – SIAGAS/CPRM (2025), elaboração do autor.

A análise inicial revela grande variabilidade nos parâmetros, com profundidades finais variando de aproximadamente 60 a mais de 150 metros, níveis estáticos entre 2 e 40 metros e vazões estabilizadas que oscilam entre valores inferiores a 2 m³/h até patamares superiores a 30 m³/h. Essa dispersão

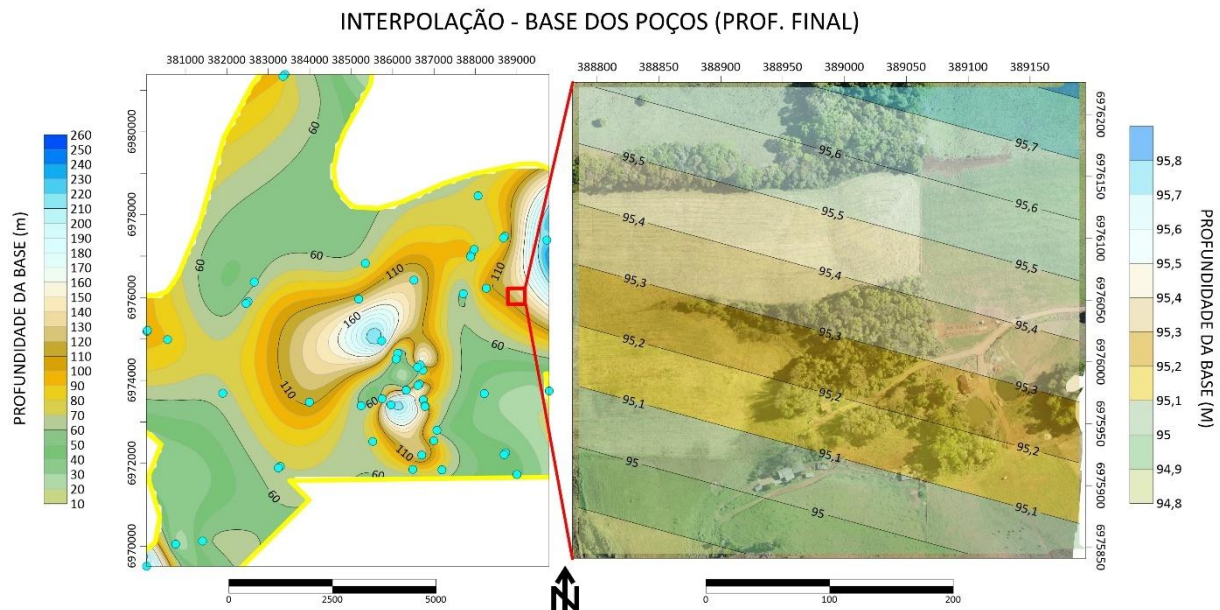
reflete o comportamento típico do Sistema Aquífero Serra Geral, cuja produtividade depende da interceptação de fraturas e da conectividade hidráulica das descontinuidades.

O mapa de distribuição espacial dos poços tubulares profundos evidencia uma concentração maior de captações nas proximidades da sede municipal e em comunidades rurais adjacentes, o que coincide com as áreas de maior demanda hídrica e acessibilidade. Essa concentração também permite identificar zonas com histórico de exploração mais consolidado, que servem como base de comparação para a escolha de novas locações. De acordo com o Mapa Hidrogeológico do Rio Grande do Sul (Machado; Freitas, 2005), tal padrão espacial está associado à exploração sistemática em setores de fraturas regionais, ainda que a heterogeneidade estrutural imponha diferenças de produtividade entre poços próximos.

Para refinar a análise espacial, foram aplicados métodos de interpolação pelo algoritmo de **mínima curvatura** no software Surfer®, gerando superfícies contínuas a partir dos valores observados. Três parâmetros principais foram interpolados: profundidade final da base dos poços, nível estático e nível potenciométrico. Esses mapas permitem discutir a dinâmica vertical e horizontal do aquífero e subsidiar decisões sobre locações mais promissoras.

O primeiro produto gerado corresponde ao mapa de profundidade final da base dos poços. Observa-se a existência de áreas com poços mais profundos, em torno de 150 a 200 metros, enquanto a área de estudo situa-se em setor onde a profundidade média varia entre 90 e 110 metros. Essa variação é compatível com o comportamento regional descrito por Viero e Silva (2010), segundo o qual os basaltos da Formação Paranapanema apresentam zonas de fraturamento mais produtivas em profundidades intermediárias, geralmente acima de 150 metros, sendo a perfuração até esse patamar fundamental para aumentar as chances de sucesso. O mapa demonstra ainda a ocorrência de gradientes de espessura do aquífero fissural, evidenciando a heterogeneidade natural do sistema.

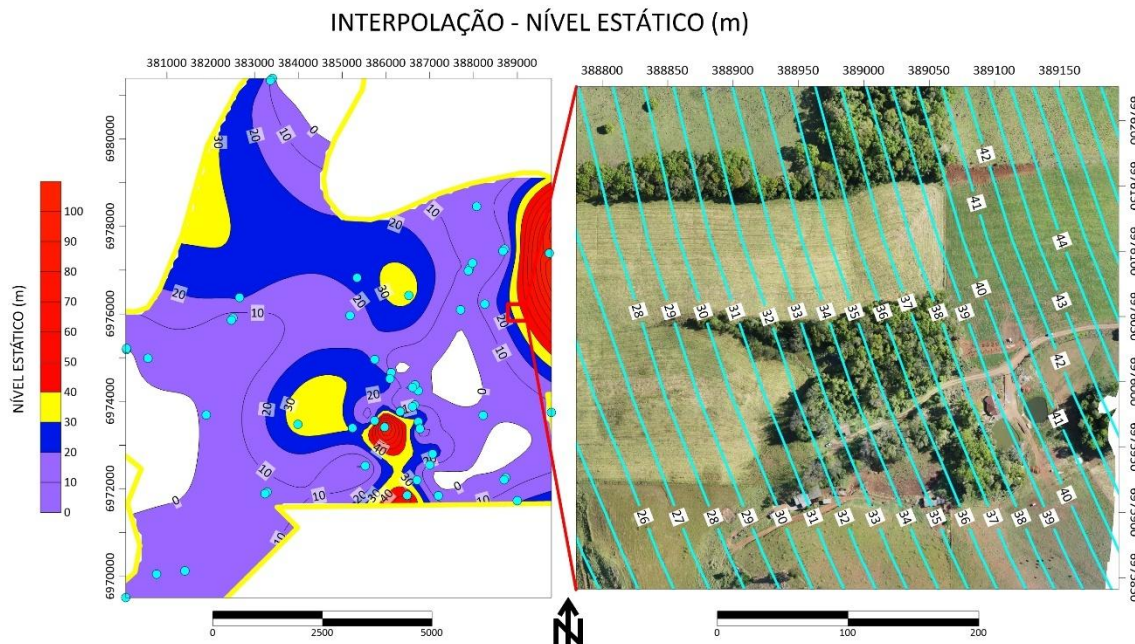
Figura 12 - Interpolação da profundidade final da base dos poços tubulares profundos no município de Mariano Moro, obtida pelo método de mínima curvatura.



Fonte: Serviço Geológico do Brasil – SIAGAS/CPRM (2025), interpolação em Surfer®, elaboração do autor.

Na sequência, o mapa de nível estático evidencia uma tendência regional de níveis mais rasos, em torno de 10 a 20 metros, intercalados por zonas localizadas com profundidades superiores a 30 metros. A área de estudo está inserida em um contexto de níveis estáticos relativamente intermediários, próximos a 25 a 30 metros, o que sugere uma recarga moderada e condizente com o relevo ondulado local. Conforme discutido por Freeze e Cherry (1979), níveis estáticos mais profundos podem indicar maior energia hidráulica armazenada em fraturas confinadas, mas também podem estar associados a menor permeabilidade local. Essa análise reforça a importância de ensaios de bombeamento futuros para confirmar a potencialidade real do ponto.

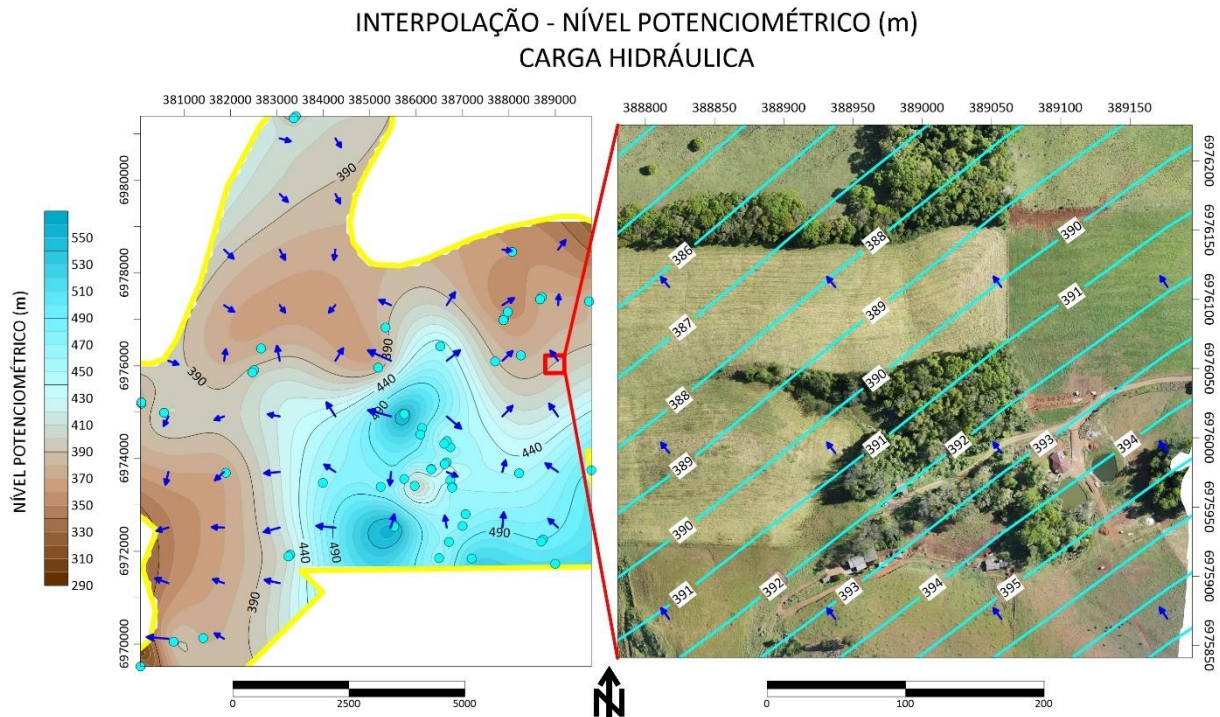
Figura 13 - Interpolação do nível estático dos poços tubulares profundos no município de Mariano Moro, representando a profundidade do nível da água em condição de equilíbrio.



Fonte: Serviço Geológico do Brasil – SIAGAS/CPRM (2025), interpolação em Surfer®, elaboração do autor.

Por fim, o mapa de nível potenciométrico, interpretado como carga hidráulica, mostra o gradiente de fluxo subterrâneo no município. As linhas potenciométricas interpoladas indicam direção preferencial de fluxo em direção aos vales que drenam para o rio Uruguai, confirmando o papel deste como área de descarga regional do aquífero. A área de estudo encontra-se situada em uma zona de gradiente descendente, sugerindo que a locação pode interceptar fluxos de recarga lateral. Essa interpretação está em consonância com os estudos de Freitas (2005), que apontam a importância da relação entre fraturas regionais e a topografia no controle da dinâmica do Sistema Aquífero Serra Geral.

Figura 14 - Interpolação do nível potenciométrico (carga hidráulica) dos poços tubulares profundos no município de Mariano Moro, indicando as direções preferenciais de fluxo subterrâneo.



Fonte: Serviço Geológico do Brasil – SIAGAS/CPRM (2025), interpolação em Surfer®, elaboração do autor.

Em síntese, a análise integrada dos dados do SIAGAS com os produtos de interpolação cartográfica demonstra que o município de Mariano Moro apresenta forte heterogeneidade hidrogeológica, típica de aquíferos fraturados, mas com condições adequadas para exploração de água subterrânea quando respeitados os critérios técnicos de projeto e execução previstos nas normas ABNT NBR 12212:2017 e NBR 12244:2006. A área de estudo apresenta profundidade final compatível com a faixa mais produtiva, nível estático intermediário que garante segurança de exploração e posição potenciométrica favorável à interceptação de fluxos de recarga lateral, o que reforça a viabilidade técnica do empreendimento.

6 ANÁLISE ESTRUTURAL

A análise estrutural da área de estudo foi conduzida a partir da utilização de **Modelos Digitais de Elevação (MDEs)** oriundos do produto **SRTM 1 arc-second (cerca de 30 m de resolução espacial)**, disponibilizado pela plataforma **EarthExplorer/USGS**. O dado em formato **GeoTIFF** foi processado no ambiente SIG através do software **QGIS®**, empregando-se a ferramenta de **análise raster – sombreamento (hillshade)**. Para evidenciar as discontinuidades tectônicas, foram geradas imagens de relevo sombreado sob dois parâmetros principais: **azimute de insolação em 315° e 45°**, com altitude solar de 45°, fator Z de 1,0 e escala vertical/horizontal de 1,0.

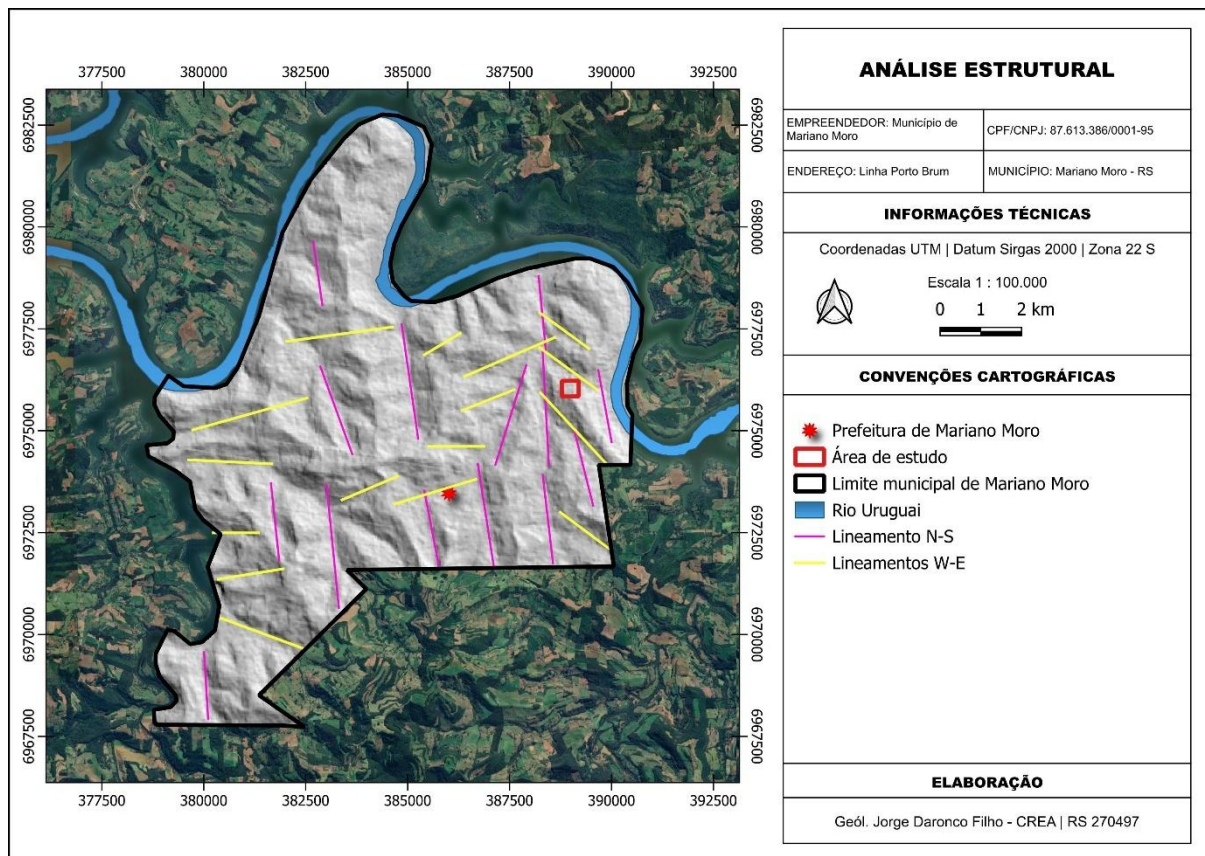
A aplicação desses parâmetros permite simular a iluminação artificial do terreno em diferentes direções, ressaltando feições lineares de relevo associadas a fraturas, falhas e lineamentos tectônicos. A interpretação visual das imagens resultantes foi realizada em sobreposição com a base cartográfica municipal e ortoimagens de fundo, de forma a correlacionar os lineamentos com a rede hidrográfica, compartimentos geomorfológicos e feições geológicas previamente mapeadas pela CPRM (Machado; Freitas, 2005; Viero; Silva, 2010).

Os resultados da interpretação estrutural, representados no mapa de análise estrutural, evidenciam a ocorrência de dois sistemas principais de lineamentos. O primeiro apresenta orientação **N-S a NNE-SSW**, representando fraturas e falhas compatíveis com esforços tectônicos regionais herdados da evolução da Bacia do Paraná. O segundo sistema é marcado por lineamentos **E-W a ENE-WSW**, interpretados como estruturas secundárias que condicionam tanto a dissecação do relevo quanto a orientação de alguns afluentes do rio Uruguai.

A distribuição dos lineamentos no município de Mariano Moro demonstra padrão relativamente homogêneo, mas com concentração mais expressiva nas porções central e leste, justamente onde se localiza a área de estudo. A correlação com a rede hidrográfica mostra que diversos cursos d'água apresentam trechos retilíneos coincidentes com esses lineamentos, indicando controle estrutural na drenagem. Essa evidência é coerente com as observações

de Freitas (2005), que ressalta a importância das estruturas tectônicas como condutos preferenciais de circulação em aquíferos fraturados.

Figura 15 - Mapa de lineamentos estruturais do município de Mariano Moro, obtidos a partir da interpretação de imagens de relevo sombreado em azimutes de 315° e 45°. Destacam-se os lineamentos de orientação N-S e E-W, associados ao controle tectônico da Formação Paranapanema.



Fonte: EarthExplorer/USGS (2025), base SRTM 1 arc-second, processamento em QGIS®, elaboração do autor.

A análise estrutural reforça a interpretação de que a produtividade hídrica na região está fortemente condicionada à presença e conectividade de fraturas. Poços perfurados em zonas onde há intersecção de lineamentos ortogonais tendem a apresentar melhores vazões, conforme já registrado em levantamentos hidrogeológicos regionais (Machado; Freitas, 2005). No caso da área de Linha Porto Brum, a sobreposição da localização projetada com a rede de lineamentos evidencia sua inserção em setor com potencial de maior conectividade estrutural, fator que pode favorecer a exploração de água subterrânea.

Contudo, é fundamental destacar que a interpretação de lineamentos a partir de MDEs e imagens de sombreamento possui caráter **indireto e inferencial**, não permitindo comprovar a existência efetiva de fraturas abertas e transmissivas em subsuperfície. O método se limita a identificar feições morfoestruturais superficiais, que nem sempre correspondem a zonas de permeabilidade hídrica em profundidade. Essa limitação é amplamente reconhecida na literatura (Freeze; Cherry, 1979; Bear, 1972), sobretudo em contextos de aquíferos fraturados semiconfinados como o Sistema Aquífero Serra Geral.

Além disso, a resolução espacial do SRTM (30 m) impõe restrição à detecção de lineamentos de menor porte, relevantes em escala local, mas invisíveis nesse tipo de dado. O método também está sujeito a interferências do uso e cobertura da terra, que podem mascarar ou suavizar expressões lineares naturais. Portanto, ainda que os resultados reforcem a escolha da área de estudo como favorável à perfuração, o prognóstico deve ser considerado conservador e dependente da comprovação em campo por meio de perfuração, descrição litológica, perfilagem geofísica e ensaios hidráulicos.

A análise estrutural realizada por meio de sombreamento digital a partir de dados SRTM revelou dois sistemas principais de lineamentos, N-S e E-W, que condicionam a drenagem e compartmentam o relevo do município de Mariano Moro. A área de estudo em Linha Porto Brum se encontra inserida em zona de maior densidade estrutural, o que sugere potencial hidrogeológico favorável. Entretanto, considerando a natureza incerta dos aquíferos fraturados, tais resultados devem ser interpretados como indicativos, e não determinísticos, cabendo à execução do poço e aos ensaios de bombeamento, conforme previsto na ABNT NBR 12244:2006, a confirmação da produtividade e das condições hidráulicas locais.

7 ANÁLISE E PROGNÓSTICO

A área de Linha Porto Brum, no município de Mariano Moro/RS, encontra-se inserida no contexto geológico da Formação Parapanema, unidade basáltica da Província Magmática do Paraná, que compõe o Sistema Aquífero Serra Geral (SASG). Trata-se de um aquífero de natureza fraturada, com comportamento heterogêneo e anisotrópico, onde a circulação hídrica não se dá por uma matriz porosa homogênea, mas pela interceptação de fraturas, diques e zonas de descontinuidade. A ocorrência, a continuidade e a conectividade dessas estruturas são variáveis e de difícil previsão, o que torna este tipo de aquífero especialmente incerto. Como ressaltado por Freitas (2005) e por Freeze e Cherry (1979), pequenos diferenciais estruturais no maciço rochoso podem implicar em contrastes expressivos na produtividade dos poços, evidenciando que a geologia aplicada à hidrogeologia não constitui ciência exata.

A análise integrada dos dados do SIAGAS/CPRM consolidou informações de dezenas de poços tubulares profundos existentes no município. As profundidades finais variam entre 60 e mais de 150 metros, os níveis estáticos oscilam entre 2 e 40 metros e as vazões estabilizadas apresentam amplitude ainda maior, de menos de 2 m³/h a mais de 30 m³/h. Essa dispersão revela a heterogeneidade estrutural do aquífero e indica que valores médios extraídos da base de dados devem ser interpretados apenas como tendências gerais, nunca como garantias absolutas para uma nova locação.

As interpolações realizadas por mínima curvatura no software Surfer® permitiram gerar superfícies representativas da profundidade final da base, do nível estático e do nível potenciométrico. Os resultados apontam que, na área de Linha Porto Brum, a profundidade média da base encontra-se em torno de 90 a 110 metros, com nível estático estimado entre 25 e 30 metros. Todavia, em um prognóstico conservador, recomenda-se que a perfuração seja projetada para atingir profundidades de até 180 metros, reconhecendo-se que não há garantia de interceptação de fraturas produtivas em todos os intervalos. Essa previsão mais profunda busca aumentar a probabilidade de interceptar fraturas abertas e interconectadas, mas ainda assim a produtividade final do poço deve ser considerada incerta.

A interpretação do mapa potenciométrico sugere fluxo subterrâneo em direção ao rio Uruguai, que atua como área de descarga regional, coerente com a fisiografia local. No entanto, esse resultado decorre de interpolação matemática baseada em poços vizinhos, e não reflete necessariamente a complexidade local do fluxo subterrâneo em escala de detalhe. Em aquíferos fraturados, diferenças significativas de carga hidráulica podem ocorrer em poços distanciados por poucas centenas de metros, em função da anisotropia estrutural (Bear, 1972).

Com relação à produtividade esperada, os poços do entorno apresentam grande variabilidade, mas, em uma avaliação prudente, estima-se que a vazão provável para a área de Linha Porto Brum situar-se-á na faixa de 5 a 8 m³/h. Esse valor é compatível com sistemas de abastecimento rural comunitário, mas não deve ser interpretado como garantia de desempenho. Há registros de poços vizinhos com vazões inferiores a 2 m³/h mesmo em condições geológicas aparentemente semelhantes, o que reforça a necessidade de cautela e da indispensabilidade da realização de ensaios de bombeamento, conforme previsto na ABNT NBR 12244:2006.

É imprescindível enfatizar que a interpretação de lineamentos estruturais a partir de dados SRTM e relevo sombreado, bem como a interpolação de parâmetros hidrogeológicos, constituem ferramentas indiretas e inferenciais, úteis para orientar a locação, mas incapazes de eliminar as incertezas inerentes ao sistema. Microfraturas, zonas de alteração intempérica, variações litológicas sutis e condicionantes tectônicos locais são variáveis não diretamente observáveis, mas que exercem controle decisivo sobre a exploração.

Assim, a conclusão técnica para a área de Linha Porto Brum é que existem condições geológicas e hidrogeológicas favoráveis, porém incertas, à perfuração de um poço tubular profundo. Recomenda-se a previsão de perfuração de até 180 metros, expectativa de nível estático em torno de 25 a 30 metros e produtividade provável na faixa de 5 a 8 m³/h. Ressalta-se que tais valores devem ser entendidos como estimativas indicativas, e não determinísticas, sendo a confirmação da potencialidade hídrica dependente exclusivamente da execução da obra e dos ensaios de bombeamento de 24

horas, com recuperação posterior, conforme exigido pela ABNT NBR 12244:2006.

8 PERFIL GEOLÓGICO E CONSTRUTIVO

A definição do perfil geológico-construtivo do poço tubular profundo proposto para a comunidade de Linha Porto Brum foi elaborada com base no diagnóstico geológico e hidrogeológico do município de Mariano Moro, fundamentado em dados do **SIAGAS/CPRM**, em mapas temáticos e em interpretações estruturais obtidas a partir de modelos digitais de elevação. Conforme caracterizado, o substrato da região é formado pelos basaltos da **Formação Paranapanema**, pertencente à Província Magmática do Paraná, no âmbito do **Sistema Aquífero Serra Geral (SASG)**. Esse aquífero é de natureza fissural, com permeabilidade controlada por fraturas, diques e zonas de alteração, cujo posicionamento e interconexão são altamente heterogêneos (FREITAS, 2005; FREEZE; CHERRY, 1979).

Com base na literatura regional (MACHADO; FREITAS, 2005; VIERO; SILVA, 2010) e nos registros de poços vizinhos, estima-se que a sequência geológica esperada para o ponto selecionado compreenda, superficialmente, um pacote de **solos e regolitos basálticos até cerca de 6 metros de profundidade**, seguido por uma camada de **basalto desmoronável entre 6 e 8 metros**. A partir de 8 metros até a profundidade prevista de **180 metros em prognóstico conservador** (com previsão máxima de 300 metros para segurança), deve predominar o basalto maciço fraturado, onde se espera interceptar as principais zonas de circulação hídrica.

A implantação do poço tubular profundo na comunidade de Linha Porto Brum, município de Mariano Moro/RS, está prevista em área inserida no domínio dos basaltos da Formação Paranapanema, pertencente ao Sistema Aquífero Serra Geral (SASG). Trata-se de um aquífero fissural, heterogêneo e anisotrópico, cuja produtividade depende da interceptação de fraturas e descontinuidades estruturais. O perfil geológico esperado para a perfuração inicia-se com horizonte de solo e rocha alterada até aproximadamente 12 metros, seguido pelo basalto maciço e fraturado, que constitui a principal zona aquífera. Essa caracterização fundamenta-se em dados regionais do SIAGAS/CPRM e nas avaliações estruturais e hidrogeológicas já sistematizadas no relatório de locação.

O perfil construtivo do poço foi concebido em conformidade com as exigências da ABNT NBR 12212:2017, que define os requisitos de projeto de poços tubulares profundos, e da ABNT NBR 12244:2006, que regulamenta a execução de obras dessa natureza. O projeto prevê perfuração inicial em 12 polegadas até 12 metros de profundidade, com instalação de revestimento liso de aço carbono de 6 polegadas e cimentação plena do espaço anular, assegurando proteção sanitária conforme preceituam as normas. Sobre essa seção deverá ser executada laje de proteção em concreto armado, com espessura mínima de 10 cm e área superior a 1 m², dotada de declividade adequada para o escoamento superficial, conforme exigido pela legislação estadual e pelas diretrizes do convênio firmado entre a Prefeitura Municipal e o Governo do Estado do Rio Grande do Sul.

A partir dos 12 metros, a perfuração prossegue em seção aberta de 6 polegadas até a profundidade projetada de 180 metros, podendo estender-se até 300 metros em caráter conservador, com o objetivo de ampliar a chance de interceptação de fraturas transmissivas do SASG. Embora em basaltos fraturados o uso de filtros e pré-filtros seja usualmente desnecessário, sua dispensa deve estar devidamente justificada em relatório executivo, atendendo ao previsto pela ABNT NBR 12212. Durante a perfuração, deverá ser realizada a coleta de amostras litológicas a cada dois metros ou mudança de litologia, bem como, sempre que possível, perfilagens geofísicas, para composição do perfil geológico detalhado e eventual ajuste do perfil construtivo.


Concluída a construção, deverá ser realizado o desenvolvimento do poço, seguido de teste de bombeamento de 24 horas, com determinação da vazão explotável e avaliação da recuperação do nível dinâmico, em conformidade com a ABNT NBR 12244. A coleta de amostras de água para análises físico-químicas e bacteriológicas deve ocorrer durante o ensaio, observando os parâmetros de potabilidade previstos na Portaria GM/MS nº 888/2021. O poço deverá ainda contar com cercamento mínimo de 2 x 2 metros, placa de identificação padronizada e cadastro no Sistema de Outorga de Água do Rio Grande do Sul (SIOUT-RS), conforme exigido no Termo de Convênio FPE nº 336/2025 e nas orientações da Secretaria de Habitação e Regularização Fundiária.

Com base nas normas e diretrizes do **Departamento de Recursos Hídricos da SEMA-RS (DRH/SEMA-RS)** e nos procedimentos de regularização definidos pelo **SIOUT-RS**, a adequação física de um poço tubular profundo deve assegurar o cumprimento das exigências estruturais, sanitárias e operacionais previstas nas normas **ABNT NBR 12212:2017** e **ABNT NBR 12244:2006**. Para isso, o poço deve ser dotado de **laje de proteção sanitária** com espessura mínima de 10 cm e área de, no mínimo, 1 m², devidamente vedada e nivelada, garantindo estanqueidade e evitando infiltrações superficiais. A **tampa do poço** deve ser confeccionada em material resistente e hermético, contendo **tubo auxiliar de monitoramento** de PVC de 20 mm fixado à tampa, estendendo-se até a profundidade da bomba, para medições de nível piezométrico. Na saída da adução, deve ser instalado **hidrômetro de vazão compatível com a bomba**, de modo a permitir o controle do volume explotado conforme a outorga. O conjunto deve ser protegido por **cercamento perimetral mínimo de 2x2 metros** e altura superior a 1 metro, com placa de identificação padronizada contendo dados técnicos do poço. Todos os materiais empregados devem ser de alta durabilidade e resistência química, adequados às condições de uso subterrâneo e em conformidade com as exigências do **Termo de Referência HP02A-DRH/SEMA-RS (2024)**. Essas adequações asseguram a **regularização física, a proteção sanitária e a rastreabilidade operacional** do poço, permitindo seu enquadramento legal junto ao SIOUT e garantindo a segurança e a sustentabilidade do uso do recurso hídrico subterrâneo.

Assim, o perfil geológico e construtivo proposto atende aos requisitos das normas ABNT NBR 12212:2017 e ABNT NBR 12244:2006, bem como às condicionantes técnicas e administrativas estabelecidas pelo Termo de Convênio FPE nº 336/2025, assegurando viabilidade técnica, proteção sanitária e conformidade legal para a captação de água subterrânea destinada ao abastecimento comunitário.

Figura 16 - Perfil geológico-construtivo proposto para o poço tubular profundo na comunidade de Linha Porto Brum, município de Mariano Moro/RS. O esquema contempla o pacote de solo, basalto alterado e basalto maciço fraturado, indicando os trechos de revestimento, cimentação


sanitária, laje de proteção e seção produtiva em poço aberto, conforme diretrizes normativas da ABNT NBR 12212:2017 e NBR 12244:2006.



PROJETO DE PERFURAÇÃO

MUNICÍPIO : Mariano moro
LOCALIDADE : Linha Porto Brum

DATA: 25/09/2025



1 12"
 2 6"
 1 1 - 6"
 Cimentação
 K1_beta_p - Formação Paranaapan...

PERFURAÇÃO			INFORMAÇÕES ADICIONAIS		
De(m)	Até(m)	Diâm. (")	AQUÍFERO	Fissural	
0,00	6,00	12"	EQUIPAMENTO	Roto-Pneumático	
6,00	300,00	6"	COORDENADAS	LAT	LONG
			Geográficas (S)	27°20'08.06"	52°07'20.00"
			Coord. UTM	6975958,47	388986,16
			Datum	WGS-84	
			Cota	535,00	Zona 22 J
TUBO CONDUTOR			REDE ELETRICA		
De(m)	Até(m)	Diâm. (")	Material		
0,00	280,00	1"	Aço galvanizado com rosca e luva		
REVESTIMENTO					
De(m)	Até(m)	Diâm. (")	Comp. (m)	Material	Peso (Kg)
0,00	18,00	6"	18,00	Plástico geomecânico	0,00
FILTROS					
Diâm. (")	Slot	Ab. (mm)	Comp. (m)	Material	Peso (Kg)
TUBO DE PROTEÇÃO			PESO TOTAL DA COLUMNA		
Diâm. (")	Comp. (m)				0,00
			Material		
COMP/ B. DO POÇO			0,80	Nº DE CENTRALIZADORES	
ESPAÇO ANULAR			Diâm (mm):	Volume Aprox. (m³):	
Pré-Filtro Comum			0.4 - 0.6	0,01	
Pré-Filtro Especial			0.4 - 0.6	0,00	
Cimentação			0,33		
Material Selante			0,00		
DESENVOLVIMENTO			Compressor Psi /Cfm h		
T. DE BOMBEAMENTO			Contínuo/Vazão - 24 h		
PERFILAGENS RECOMENDADAS					
CÁLIPER <input type="checkbox"/>		SONIC <input type="checkbox"/>		RAIOS GAMA <input type="checkbox"/>	
SP - POT. ESPONTÂNEO <input type="checkbox"/>				MICRO PERFIL <input type="checkbox"/>	

9 SISTEMA DE REDE DE ADUÇÃO, RESERVAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO

O poço tubular profundo projetado para a comunidade de Linha Porto Brum será integrado a um sistema simplificado de adução e distribuição de água, concebido para garantir eficiência hidráulica, segurança operacional e atendimento às demandas da população rural beneficiada. A adução da água captada ocorrerá por meio de linha pressurizada, em material de alta durabilidade, com extensão aproximada de 0,5 km entre o ponto de captação e a estrutura de reservação. Essa configuração foi definida considerando a topografia local e a necessidade de otimizar a condução da água, minimizando perdas de carga e garantindo pressão adequada para o abastecimento posterior.

O sistema de reservação será composto por um reservatório elevado com capacidade ainda não definida, mas dimensionado de forma a compatibilizar a oferta de água subterrânea com o consumo médio esperado da comunidade. Essa estrutura desempenhará papel essencial na regularização do fornecimento, permitindo a compensação de variações de consumo diário, assegurando reserva estratégica em períodos de pico de demanda e funcionando como amortecedor em eventuais interrupções temporárias da operação do poço.

A partir do reservatório, a rede de distribuição será implantada em extensão compatível com a malha comunitária, utilizando tubulações de diâmetro adequado para garantir a manutenção de pressões mínimas em todos os pontos de consumo, em conformidade com critérios técnicos de engenharia sanitária. Embora as informações detalhadas sobre o traçado da rede ainda não estejam definidas, prevê-se que sua concepção priorize o atendimento domiciliar disperso característico da zona rural, integrando a captação subterrânea a um sistema de abastecimento coletivo confiável.

A implantação do novo poço e sua integração à rede de adução e reservação prevista proporcionará uma melhoria significativa na eficiência e na confiabilidade do sistema de abastecimento de água da comunidade. Ainda que os parâmetros de projeto sejam generalistas nesta etapa, a lógica hidráulica e a infraestrutura proposta oferecem solução sustentável e de longo prazo para as necessidades hídricas locais, reduzindo a vulnerabilidade da população frente a

estiagens e irregularidades de mananciais superficiais, em consonância com os objetivos do convênio estabelecido.

10 DISPONIBILIDADE DE ENERGIA ELÉTRICA

O local destinado à implantação do poço tubular profundo conta com rede elétrica trifásica já instalada, condição essencial para viabilizar o sistema de bombeamento necessário à exploração da água subterrânea. Esse tipo de fornecimento assegura maior estabilidade e eficiência energética, permitindo o acionamento de bombas de maior potência sem risco de sobrecarga, além de oferecer suporte para a eventual instalação de equipamentos complementares associados à operação do sistema.

A disponibilidade dessa infraestrutura no ponto de captação representa um diferencial importante para a viabilidade do projeto, pois reduz custos adicionais de eletrificação e garante que a operação do poço ocorra de forma contínua e confiável. Dessa maneira, a integração entre a captação subterrânea e o fornecimento de energia já existente reforça a sustentabilidade e a eficiência técnica do futuro sistema de abastecimento comunitário.

11 PONTOS DE INTERESSE E DEFINIÇÃO DO LOCAL DE PERFURAÇÃO

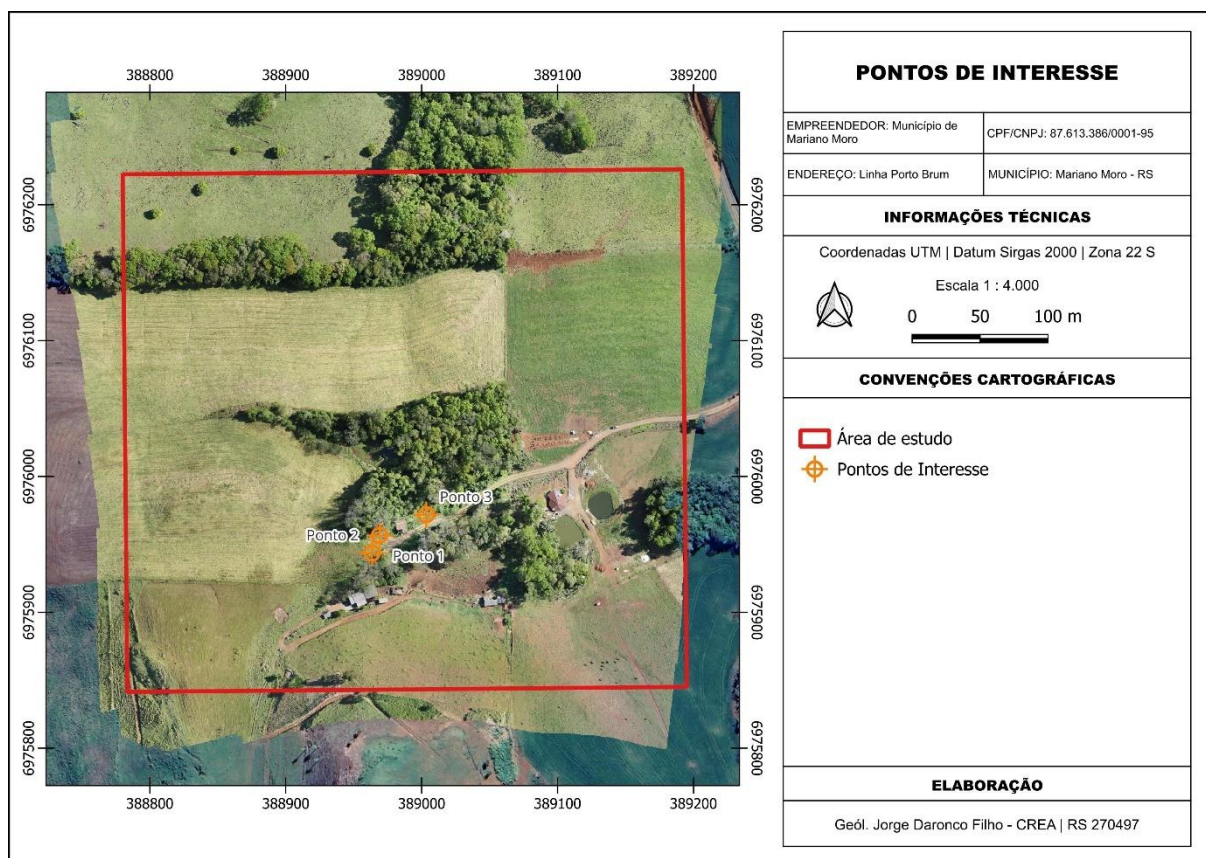
A avaliação dos pontos de interesse para a locação do poço tubular profundo na comunidade de Linha Porto Brum, município de Mariano Moro/RS, foi realizada com base em visita técnica no dia **25 de setembro de 2025**, ocasião em que, a partir da Prefeitura Municipal, foi indicada uma área preferencial que conciliava aspectos técnicos e operacionais com a disponibilidade de infraestrutura elétrica trifásica já existente e a anuência da superfície para tal uso. Esse direcionamento inicial foi importante, uma vez que a presença de rede elétrica trifásica representa fator decisivo para a viabilidade do bombeamento, em conformidade com a ABNT NBR 12212:2017, que exige compatibilidade entre as condições de projeto e a infraestrutura de suporte do sistema de adução.

No mapa apresentado, três pontos potenciais de locação foram delimitados: **Ponto 1 (X=388969; Y=6975957)**, **Ponto 2 (X=388964; Y=6975944)** e **Ponto 3 (X=389003; Y=6975972)**. A análise integrada da posição espacial, das características do relevo e da proximidade da rede elétrica trifásica permitiu ponderar os méritos e limitações de cada alternativa. O Ponto 1, situado em cota ligeiramente inferior e em maior proximidade das residências existentes, apresenta facilidade de integração com a rede de distribuição, mas sua posição mais próxima de áreas de uso doméstico e atividades antrópicas exige maior rigor nas medidas de proteção sanitária, conforme definido pela ABNT NBR 12244:2006. O Ponto 2, localizado em área contígua e mais afastada do entorno imediato de edificações, apresenta condições semelhantes em termos de substrato geológico e de acessibilidade, configurando-se como alternativa tecnicamente viável, embora com distância marginalmente maior em relação ao acesso elétrico. Já o Ponto 3, localizado em cota levemente mais elevada e em área mais aberta, apresenta maior potencial de proteção sanitária por afastamento de interferências diretas e inserção em setor topográfico favorável à interceptação de fraturas regionais, conforme discutido por Freitas (2005) no contexto dos aquíferos fraturados da Formação Serra Geral.

Do ponto de vista hidrogeológico, todos os pontos encontram-se no domínio dos basaltos da Formação Parapanema, cujas fraturas verticais e horizontais condicionam a circulação hídrica subterrânea. A escolha do local de

perfuração, portanto, não pode ser baseada apenas em critérios geológicos, dada a heterogeneidade e a anisotropia típicas do Sistema Aquífero Serra Geral (Freeze; Cherry, 1979). Nesse sentido, fatores operacionais como o acesso facilitado para perfuração, a proximidade com a rede elétrica trifásica e a anuência da superfície de implantação assumem papel central na decisão. Considerando tais critérios, pondera-se que a locação no setor correspondente ao **Ponto 3** apresenta maior equilíbrio entre segurança sanitária, viabilidade construtiva e integração à infraestrutura elétrica existente, atendendo tanto às recomendações técnicas quanto às condicionantes administrativas do convênio vigente.

Figura 17 - Mapa de pontos de interesse para locação do poço tubular profundo na comunidade de Linha Porto Brum, município de Mariano Moro/RS. São apresentados três pontos potenciais de implantação (Ponto 1, Ponto 2 e Ponto 3), georreferenciados em coordenadas UTM/SIRGAS 2000, zona 22S, com destaque para o Ponto 3 como área preferencial de perfuração em função da integração entre aspectos hidrogeológicos, operacionais e de infraestrutura.



Fonte: Elaboração do autor.

Conclui-se que, embora todos os pontos de interesse sejam tecnicamente exequíveis, a definição do Ponto 3 como área preferencial de implantação é

justificada por sua localização em terreno aberto, afastado de potenciais interferências antrópicas diretas, em compatibilidade com a rede elétrica trifásica já disponível e em posição topográfica favorável à interceptação de fraturas aquíferas. Ressalta-se, contudo, que a natureza não determinística do aquífero fraturado impõe que a confirmação definitiva da produtividade hídrica somente será obtida na execução do poço e nos ensaios de bombeamento, em conformidade com a ABNT NBR 12244:2006.

12 POSICIONAMENTO DO PROFISSIONAL

Considerando os estudos técnicos realizados, as informações hidrogeológicas levantadas e a compatibilização do projeto com as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas, conclui-se que a locação e a previsão construtiva do poço tubular profundo na comunidade de Linha Porto Brum, no município de Mariano Moro/RS, atendem às exigências formais da **ABNT NBR 12212:2017 – Projeto de poço tubular profundo para captação de água subterrânea** e da **ABNT NBR 12244:2006 – Construção de poço tubular profundo para captação de água subterrânea**, em especial no que se refere à definição do perfil construtivo, à proteção sanitária por cimentação plena, à obrigatoriedade de laje protetora, ao cercamento perimetral e à execução de ensaio de bombeamento de 24 horas com recuperação posterior. O atendimento a esses critérios é indispensável para garantir a segurança construtiva e sanitária da obra, condição expressamente destacada também no escopo do **Termo de Convênio FPE nº 336/2025**, firmado entre a Prefeitura de Mariano Moro e o Governo do Estado do Rio Grande do Sul, o qual estabelece que não serão aceitos poços construídos em desconformidade com as normas técnicas vigentes.


A Anotação de Responsabilidade Técnica, registrada sob nº 14018620 no CREA-RS, em nome do geólogo **Jorge Luís Gineites Daronco Filho** (CREA RS 270497), formaliza a responsabilidade técnica pela locação, elaboração de projeto, perfil geológico e construtivo e emissão do parecer técnico. Tal documento, elaborado nos termos da **Lei Federal nº 6.496/1977**, constitui o vínculo legal que assegura a habilitação profissional necessária para a execução dos serviços de hidrogeologia, conforme reforçam as disposições do convênio estadual que restringem a responsabilidade técnica a profissionais legalmente habilitados, como geólogos, engenheiros de minas ou engenheiros geólogos.

Cabe ressaltar que, apesar da adoção de metodologias científicas de análise e interpolação, a natureza fraturada e heterogênea do Sistema Aquífero Serra Geral implica em incertezas inerentes à previsão de profundidade final e de produtividade do poço. Nesse sentido, o prognóstico conservador apresentado, com previsão de perfuração de 180 a 300 metros e expectativa de

vazão provável de 5 a 8 m³/h, deve ser interpretado como indicativo e não determinístico, em conformidade com a literatura técnico-científica que reconhece a imprevisibilidade de aquíferos fraturados (Freeze; Cherry, 1979; Freitas, 2005). A confirmação da viabilidade hídrica e das condições construtivas dependerá exclusivamente da execução da obra e da realização dos ensaios de bombeamento, devendo o resultado ser registrado em relatório final acompanhado de perfil litológico composto, análises físico-químicas e bacteriológicas da água e cadastro no Sistema de Outorga do Rio Grande do Sul (SIOUT-RS), conforme exigem o convênio e as normas vigentes.

Diante do exposto, este parecer conclui que o projeto atende, em sua concepção, às diretrizes normativas da ABNT e às obrigações contratuais e legais estabelecidas pelo convênio estadual, desde que todas as condicionantes sejam integralmente cumpridas na execução e nos relatórios finais. O posicionamento técnico do profissional responsável é favorável à implantação do poço tubular profundo, ressalvadas as condicionantes normativas relativas à proteção sanitária, à coleta e perfilagem sistemática, à execução do teste de bombeamento e à comprovação da potabilidade da água. O cumprimento rigoroso de tais etapas é imprescindível para assegurar a conformidade técnica, legal e administrativa do empreendimento, garantir a sustentabilidade do manancial explorado e viabilizar a prestação de contas do convênio dentro do prazo estipulado pela legislação vigente.

Erechim, 03 de outubro de 2025

Documento assinado digitalmente
 **JORGE LUIS GINEITES DARONCO FILHO**
Data: 13/10/2025 05:51:31-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Geól. Jorge Luís Gineites Daronco Filho
CREA/RS: 270497
ART 14018620

13 BIBLIOGRAFIA

ABGE. Norma ABGE 101/2023 – Procedimentos de campo em geologia de engenharia e ambiental. São Paulo, 2023.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12212:2017 – Projeto de poço tubular profundo para captação de água subterrânea. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12244:2006 – Construção de poço tubular profundo para captação de água subterrânea. Rio de Janeiro: ABNT, 2006.

BEAR, J. Hydraulics of Groundwater. New York: McGraw-Hill, 1972.

BRASIL. Lei Federal nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977. Dispõe sobre a 'Anotação de Responsabilidade Técnica' na prestação de serviços de engenharia, de arquitetura e agronomia.

CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Geodiversidade do Estado do Rio Grande do Sul. VIERO, A. P.; SILVA, D. R. A. Porto Alegre: CPRM, 2010.

CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Levantamento pedológico do Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: CPRM, 2010.

CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Mapa Hidrogeológico do Estado do Rio Grande do Sul. MACHADO, J. L. F.; FREITAS, M. A. Porto Alegre: CPRM, 2005.

FREEZE, R. A.; CHERRY, J. A. Groundwater. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1979.

FREITAS, M. A. Aquíferos fraturados: uma revisão dos condicionantes geológicos e hidrogeológicos. Revista Brasileira de Geociências, v. 35, n. 4, p. 513-524, 2005.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.



Tipo: OBRA OU SERVIÇO Participação Técnica: INDIVIDUAL/PRINCIPAL
Convênio: NÃO É CONVÊNIO Motivo: NORMAL

Contratado

Carteira: RS270497 Profissional: JORGE LUÍS GINEITES DARONCO FILHO E-mail: jorgedaroncofilho@gmail.com
RNP: 2222775191 Título: Geólogo
Empresa: NENHUMA EMPRESA Nr.Reg.:

Contratante

Nome: ACM ASSESSORIA E CONSULTORIA EM GEOLOGIA E MEIO AM E-mail:
Endereço: RUA ITÁLIA Telefone: CPF/CNPJ: 21880325000186
Cidade: ERECHIM Bairro: CENTRO CEP: 99700058 UF: RS

Identificação da Obra/Serviço

Proprietário: MUNICIPIO DE MARIANO MORO
Endereço da Obra/Serviço: LINHA PORTO BRUM Linha Porto Brum CPF/CNPJ: 87613386000195
Cidade: MARIANO MORO Bairro: LINHA PORTO BRUM CEP: 99790000 UF: RS
Finalidade: OUTRAS FINALIDADES Vlr Contrato(R\$): 1.800,00 Honorários(R\$): 1.800,00
Data Início: 01/09/2025 Prev.Fim: 01/09/2027 Ent.Classe:

Atividade Técnica	Descrição da Obra/Serviço	Quantidade	Unid.
Locação	Hidrogeologia – Locação de Poço	1,00	UN
Projeto	Hidrogeologia - Poço Tubular	1,00	UN
Parecer Técnico	Hidrogeologia - Poço Tubular	1,00	UN
Elaboração	Hidrogeologia – Perfil Construtivo	1,00	UN
Elaboração	Hidrogeologia – Perfil Geológico	1,00	UN

ART registrada (paga) no CREA-RS em 08/10/2025

Documento assinado digitalmente		
	JORGE LUIS GINEITES DARONCO FILHO	De acordo
	Data: 13/10/2025 05:53:40-0300 Verifique em https://validar.iti.gov.br	
Local e Data	JORGE LUÍS GINEITES DARONCO FILHO	ACM ASSESSORIA E CONSULTORIA EM GEOLOGIA E MEIO AM
	Profissional	Contratante

A AUTENTICIDADE DESTA ART PODE SER CONFIRMADA NO SITE DO CREA-RS, LINK SOCIEDADE - ART CONSULTA.

VISITA TÉCNICA

PROGRAMA / CLIENTE
Prefeitura MunicipalDATA:
25/09/2025MUNICÍPIO
Mariano moroLOCALIDADE (S)
Linha Porto BrumGERÊNCIA
-DIVISÃO
-TÉCNICO
Jorge Daronco Filho

Geólogo

CREA
RS-270497

CARACTERÍSTICAS LOCAIS

ESTABELECIMENTOS

☐ ESCOLA ☐ P. MÉDICO ☐ TELEFONE ☐ INDUSTRIA

TIPOS DE CASAS

☐ ALVENARIA ☐ ADOBE ☒ MADEIRA ☐ TAIPA

DOMICÍLIOS

AGLOMERADOS

DISPERSOS
10

POPULAÇÃO:

AGLOMERADA

DISPERSA
40TOTAL
40DEMANDA
m³/dia

ABAST. ANIMAL

☒ BOVINOS QUANT. 20 ☐ OVINOS QUANT. ☐ CAPRINOS QUANT.DEM. ANIMAL
m³/dia☒ SUINOS QUANT. 10 ☐ EQUINOS QUANT. ☐ QUANT.DEM. TOTAL
0,64 m³/dia

ENERGIA ELÉTRICA

☐ NÃO ☒ SIM ☐ MANOFASICO ☐ BIFASICO ☐ TRIFASICO TENSÃO DISP. (Volt)

COORDENADAS GEOGRÁFICAS:

LATITUDE: 27°20'06.03" LONGITUDE: 52°07'20.00" ALTITUDE: 535

REFERÊNCIA:

LOCAL Linha Porto Brum

ROTEIRO :

A área destinada à implantação do poço tubular profundo localiza-se na zona rural do município de Mariano Moro - RS, especificamente na comunidade de Linha Porto Brum, sob responsabilidade da Prefeitura Municipal de Mariano Moro (CNPJ 87.613.386/0001-95).

MANACIAIS EXISTENTES / UTILIZADOS

O manancial de abastecimento é o Sistema Aquífero Serra Geral, formado por derrames basálticos da Formação Parapanema, onde a água circula por fraturas e descontinuidades. Trata-se de um aquífero fissural, heterogêneo e de produtividade variável.

SITUAÇÃO DO S.A.A. EXISTENTE

Atualmente, a situação do abastecimento de água na comunidade de Linha Porto Brum pode ser caracterizada como precária, uma vez que a população rural depende de fontes superficiais intermitentes, poços rasos de baixa produtividade e sistemas de captação

SOLUÇÃO PROPOSTA

O presente estudo tem por objetivo subsidiar a Prefeitura de Mariano Moro/RS na implantação de um poço tubular profundo na comunidade de Linha Porto Brum, visando ampliar a disponibilidade de água potável para abastecimento rural comunitário. A solução proposta consiste na perfuração de poço em basalto da Formação Parapanema, pertencente ao Sistema Aquífero

CONDIÇÕES DE ACESSO À LOCAÇÃO

INFORMANTES

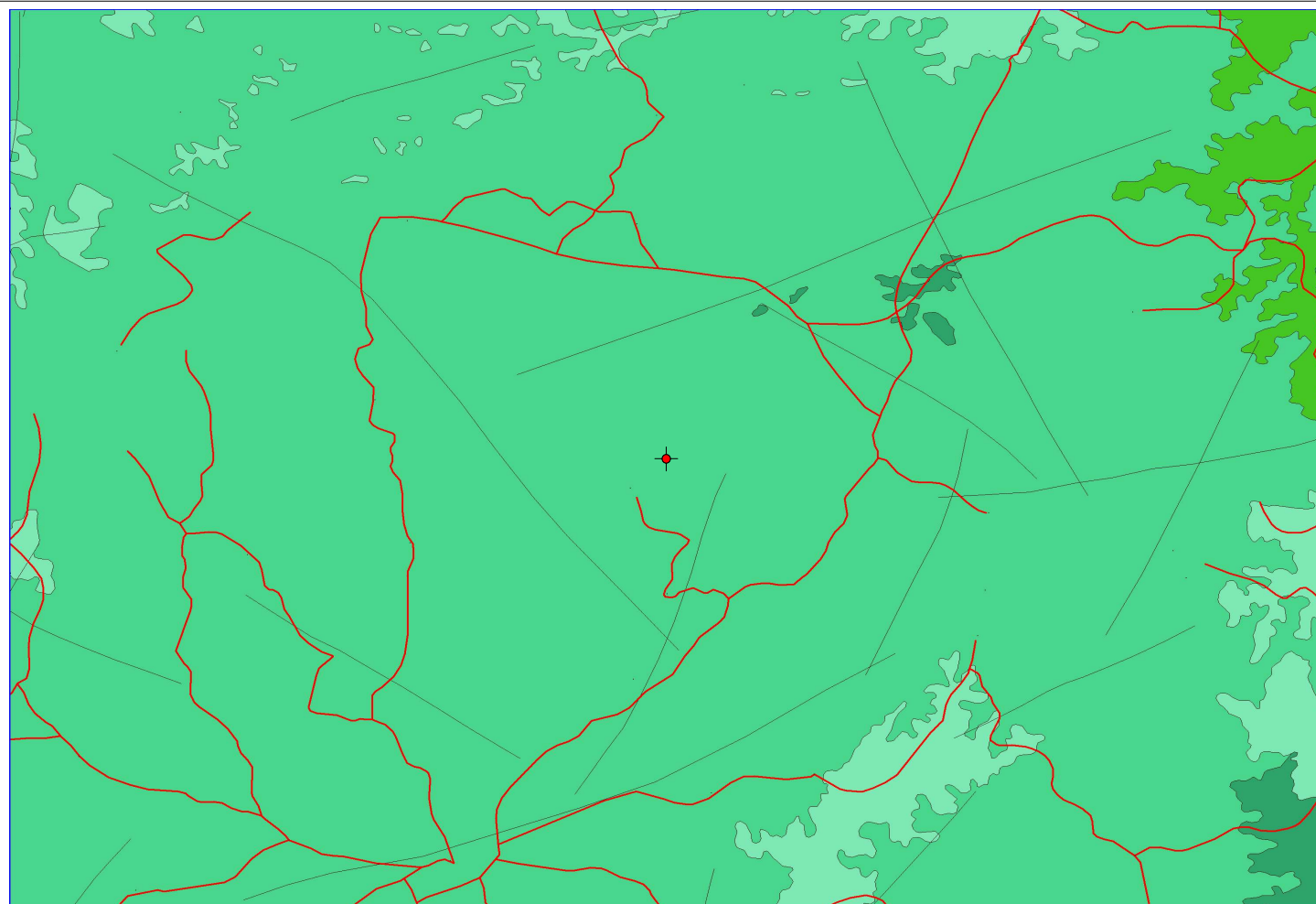
ACM ASSESSORIA E CONSULTORIA EM GEOLOGIA E MEIO AMBIENTE LTDA CNPJ 21.880.325/0001-86 / PREFEITURA MUNICIPAL DE MARIANO MORO CNPJ 87.613.386/0001-95

Tec. Resp.:

Jorge Daronco Filho

CREA:

RS-270497



LEGENDA:

- Poço Locado
- Localidade
- Hidrografia
- Sistema Viário

AValiação GEOLÓGICA E HIDROGEOLÓGICA

A área de estudo localiza-se em Linha Porto Brum, município de Mariano Moro/RS, inserida no domínio do Sistema Aquífero Serra Geral (SASG), formado por derrames basálticos da Formação Parapanema. Trata-se de um aquífero fraturado, de natureza heterogênea e anisotrópica, cuja capacidade de armazenamento e transmissividade depende da presença, continuidade e interconexão de fraturas e zonas de descontinuidade. Dados do SIAGAS/CPRM indicam grande variabilidade entre os poços cadastrados no município, com profundidades finais variando entre 60 e mais de 150 m, níveis estáticos de 2 a 40 m e vazões entre menos de 2 m³/h e mais de 30 m³/h, refletindo a complexidade do sistema. Na área projetada, as interpolações apontam profundidade de base em torno de 90 a 110 m e nível estático entre 25 e 30 m. Em prognóstico conservador, prevê-se perfuração até 300 m, com expectativa de produtividade de 5 a 8 m³/h, valor suficiente para abastecimento rural comunitário, mas sujeito às incertezas inerentes a aquíferos fraturados semiconfinados.



OBSERVAÇÕES

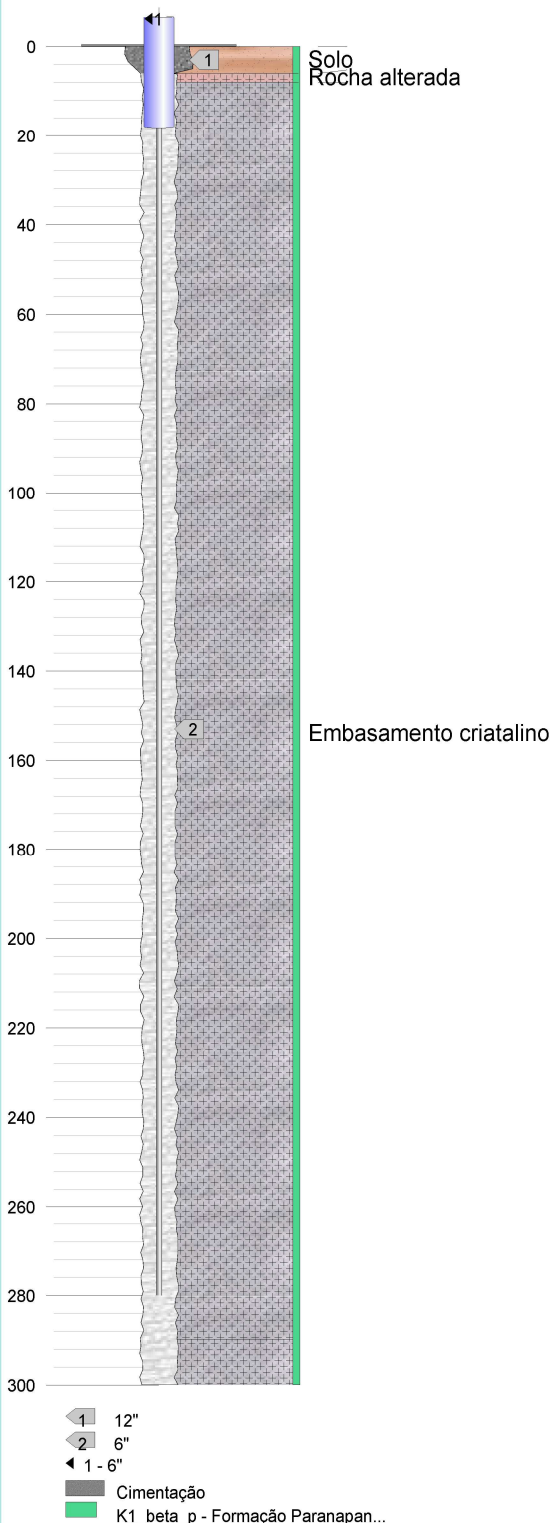
O presente estudo tem por objetivo subsidiar a Prefeitura de Mariano Moro/RS na implantação de um poço tubular profundo na comunidade de Linha Porto Brum, visando ampliar a disponibilidade de água potável para abastecimento rural comunitário. A solução proposta consiste na perfuração de poço em basalto da Formação Parapanema, pertencente ao Sistema Aquífero Serra Geral, com execução em conformidade com as normas ABNT NBR 12212:2017 e NBR 12244:2006, incluindo revestimento e cimentação sanitária até 12 m, perfuração em seção aberta até profundidade estimada de até 180 m e realização de ensaio de bombeamento para definição da vazão de exploração, assegurando eficiência construtiva, proteção sanitária e uso sustentável do recurso subterrâneo.

PROJETO DE PERFURAÇÃO

MUNICÍPIO : Mariano moro

LOCALIDADE : Linha Porto Brum

DATA: 25/09/2025



PERFURAÇÃO

De(m)	Até(m)	Diâm.(")	AQUÍFERO	Fissural	
0,00	6,00	12"	EQUIPAMENTO	Roto-Pneumático	
6,00	300,00	6"	COORDENADAS	LAT	LONG
			Geográficas (S)	27°20'06.06"	52°07'20.00"
			Coord. UTM	6975958,47	388986,16
			Datum	WGS-84	
			Cota	535,00	Zona 22 J

TUBO CONDUTOR

De(m)	Até(m)	Diâm.(")	Material
0,00	280,00	1"	Aço galvanizado com rosca e luva

REVESTIMENTO

De(m)	Até(m)	Diâm.(")	Comp.(m)	Material	Peso(Kg)
0,00	18,00	6"	18,00	Plastico geomecanico	0,00

FILTROS

Diâm.(")	Slot	Ab.(mm)	Comp.(m)	Material	Peso(Kg)

TUBO DE PROTEÇÃO

Diâm.(")	Comp(m)	Material

COMP/ B. DO POÇO

0,80	Nº DE CENTRALIZADORES
------	-----------------------

ESPAÇO ANULAR

Diâm(mm):	Volume Aprox.(m³):
Pré-Filtro Comum	0,4 - 0,6
Pré-Filtro Especial	0,4 - 0,6
Cimentação	0,33
Material Selante	0,00

DESENVOLVIMENTO

Compressor Psi /Cfm h

T. DE BOMBEAMENTO

Contínuo/Vazão - 24 h

PERFILAGENS RECOMENDADAS

CÁLIPER	<input type="checkbox"/>	SONIC	<input type="checkbox"/>	RAIOS GAMA	<input type="checkbox"/>
SP - POT. ESPONTÂNEO	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	MICRO PERFIL	<input type="checkbox"/>
OUTRAS	<input checked="" type="checkbox"/>				

OUTRAS RECOMENDAÇÕES

O ponto selecionado está inserido em área agrícola e de baixa densidade populacional, o que favorece a preservação da qualidade da água subterrânea e minimiza riscos de contaminação difusa.

Tec. Resp.:

Jorge Daronco Filho

CREA:

RS-270497

MUNICÍPIO : Mariano moro
LOCALIDADE : Linha Porto Brum

DATA: 25/09/2025


O presente parecer técnico, em formato de memorial descritivo, tem por finalidade consolidar as exigências técnicas, legais e normativas aplicáveis à implantação de um poço tubular profundo na comunidade de Linha Porto Brum, no município de Mariano Moro/RS. O projeto insere-se no escopo do Termo de Convênio FPE nº 336/2025, firmado entre a Prefeitura Municipal e o Governo do Estado do Rio Grande do Sul, e deve atender integralmente às normas brasileiras vigentes para obras desta natureza, notadamente a ABNT NBR 12212:2017, que dispõe sobre os requisitos de projeto de poços tubulares profundos, e a ABNT NBR 12244:2006, que regulamenta a execução e construção dessas captações. Além disso, são aplicáveis as exigências de caráter administrativo e técnico descritas na Apresentação Convênio/SEHAB (2025), especialmente aquelas relacionadas à proteção sanitária e ao uso público do recurso. A concepção do perfil construtivo prevê a perfuração inicial em 12 polegadas até 12 metros de profundidade, com instalação de reve-

carbono de 6 polegadas e cimentação plena no espaço anular, seguida da execução de laje de proteção sanitária em concreto armado, em conformidade com as recomendações da NBR 12244. A partir desse trecho, a perfuração deve prosseguir em seção aberta de 6 polegadas até profundidade estimada de 180 metros, podendo atingir até 300 metros em caráter conservador, de modo a aumentar a probabilidade de interceptação de fraturas transmissivas no Sistema Aquífero Serra Geral. Embora o regime de exploração em basaltos fraturados costume prescindir do uso de filtros e pré-filtros, recomenda-se que a justificativa técnica de sua ausência conste de forma explícita em relatório executivo, atendendo ao previsto na NBR 12212. Durante a execução, deve-

realização de perfilagens geofísicas quando tecnicamente viável, assegurando a caracterização adequada da seção produtiva. A proteção sanitária do poço deve incluir, além da cimentação intersticial mínima de 75 mm, o cercamento perimetral de no mínimo 4 m² e a instalação de placa de identificação padronizada, em conformidade com as exigências do convênio. A execução do ensaio de bombeamento de 24 horas, com monitoramento da recuperação do nível dinâmico, é condição obrigatória para determinação da vazão de exploração e da eficiência hidráulica do poço, sendo este procedimento definido como etapa essencial pela NBR 12244. Por fim, a conclusão do projeto deverá ser acompanhada pela apresentação de relatório técnico

registrado em ART, contendo perfil litológico composto, descrição do perfil construtivo executado, resultados do ensaio de bombeamento e análises laboratoriais da qualidade da água de acordo com a Portaria GM/MS nº 888/2021, que estabelece os padrões de potabilidade. Ressalta-se que somente com o cumprimento integral dessas exigências o empreendimento atenderá plenamente às prerrogativas legais, normativas e contratuais, garantindo segurança construtiva, proteção sanitária e sustentabilidade no uso do recurso subterrâneo.

Ponto 2. Título: Foto

 Ad-hoc

☉ 25-set.-25 09:01:19
⊕ -27.33515, -52.12239
UTM:22s 388970 6975944
MGRS:22JCQ8896975944 (±14m)
Altitude: 537 (±5m)
Rumo: 0272 (±16°V)



 WGS84 22s 388970 6975944  m 537  °,V ±16 0272



Foto Ad-hoc
☉ 25-set.-25 09:01:19

Ponto 3. Título: Foto
Ad-hoc
△Mariano Moro RS, 99790-000, BR
⌚ 25-set.-25 09:01:22
⊕ -27.33516, -52.12239
UTM:22s 388969 6975943
MGRS:22JCQ8896975942 (±6m)
Altitude: 538 (±9m)
Rumo: NO314 (±16°V)



Ponto 4. Título: Foto

Ad-hoc

ΔMariano Moro RS, 99790-000, BR

⌚ 25-set.-25 09:01:26

⊕ -27.33515, -52.12239

UTM:22s 388969 6975943

MGRS:22JCQ8896975943 (±4m)

Altitude: 538 (±14m)

Rumo: N348 (±16°V)



Foto Ad-hoc

Mariano Moro RS, 99790-000, BR ⌚ 25-set.-25 09:01:26

Ponto 5. Título: Foto
Ad-hoc
△Mariano Moro RS, 99790-000, BR
⌚ 25-set.-25 09:01:31
⊕ -27.33515, -52.12239
UTM:22s 388970 6975944
MGRS:22JCQ8896975944 (±8m)
Altitude: 538 (±11m)
Rumo: NE21 (±16°V)



Ponto 6. Título: Foto



Ad-hoc

ΔMariano Moro RS, 99790-000, BR

⊙ 25-set.-25 09:01:46

⊕ -27.33515, -52.12238

UTM:22s 388971 6975943

MGRS:22JCQ8897075943 (±6m)

Altitude: 538 (±3m)

Rumo: NO339 (±15°V)



Ponto 7. Título: Foto
Ad-hoc
△Mariano Moro RS, 99790-000, BR
⊙ 25-set.-25 09:01:48
⊕ -27.33515, -52.12239
UTM:22s 388970 6975944
MGRS:22JCQ8897075943 (±6m)
Altitude: 538 (±3m)
Rumo: NE29 (±15°V)



Ponto 8. Título: Foto
Ad-hoc
△Mariano Moro RS, 99790-000, BR
⌚ 25-set.-25 09:02:07
⊕ -27.33507, -52.12228
UTM:22s 388981 6975952
MGRS:22JCQ8898075952 (±5m)
Altitude: 537 (±3m)
Rumo: SO244 (±15°V)



Foto Ad-hoc
Mariano Moro RS, 99790-000, BR ⌚ 25-set.-25 09:02:07