



LAJEADO, MAIO DE 2025.



LAUDO GEOLÓGICO PARA PARCELAMENTO DO SOLO PARA FINS RESIDENCIAIS E MISTOS

PREFEITURA MUNICIPAL DE CRUZEIRO DO SUL

CNPJ: 87.297.990/0001-50

CRUZEIRO DO SUL/RS

Biociclos Soluções Ambientais Ltda.

Rua Geraldo Pereira, 300, sala 303, Estrela, RS

biociclos.ambiental@gmail.com

(51) 98317-0029



PREFEITURA MUNICIPAL DE CRUZEIRO DO SUL

Sumário

1. FICHA TÉCNICA:	3
2. INTRODUÇÃO	4
3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	4
4. GEOLOGIA E PEDOLOGIA	5
4.1 Geologia Regional	5
4.2 Pedologia Regional	6
4.3 Geologia e Pedologia Local	7
5. GEOMORFOLOGIA REGIONAL E LOCAL	12
6. ASPECTOS GEOTÉCNICOS (RISCOS E VULNERABILIDADES)	15
7. RECURSOS HÍDRICOS	17
7.1. Recursos Hídricos Superficiais	17
7.2. Recursos Hídricos Subterrâneos	20
7.3. Avaliação da Vulnerabilidade do Aquífero	21
7. TESTE DE PERCOLAÇÃO DO SOLO	22
8. IMPACTOS AMBIENTAIS, MEDIDAS MITIGADORAS E COMPENSATÓRIAS EM RELAÇÃO AO MEIO FÍSICO	29
9. POSICIONAMENTO DO PROFISSIONAL RESPONSÁVEL PARA USO DA ÁREA E SEUS IMPACTOS	30
10. RELATÓRIO FOTOGRÁFICO	31

Biociclos Soluções Ambientais Ltda.

Rua Geraldo Pereira, 300, Estrela, RS - Fone: (51) 98317-0029
biociclos.ambiental@gmail.com

2



PREFEITURA MUNICIPAL DE CRUZEIRO DO SUL

1. FICHA TÉCNICA:

1.1. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR

Razão Social/Nome	Prefeitura Municipal de Cruzeiro do Sul
CNPJ/CPF	87.297.990/0001-50
Endereço	Rua São Gabriel, 72, Centro
CEP	95.901-302
Município	Cruzeiro – RS

1.2. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

Objeto	LAUDO GEOLÓGICO DE CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO
Atividade	PARCELAMENTO DO SOLO PARA FINS RESIDENCIAIS E MISTOS (INCLUÍDOS EQUIPAMENTOS, INFRAESTRUTURA E TRATAMENTO DE ESGOTO/ETE)
CODRAM	3414,40
Área	33,56 hectares
Matrícula (s)	nº 1763, nº 1764 e nº 458 – Comarca de Cruzeiro do Sul/RS
Localização	Rodovia ERS 130, s/nº, KM 66 - Bairro Cascata
Município	Cruzeiro do Sul – RS
Coordenadas Geográficas	X 403780,904, Y 6736218,352 – SIRGAS 2000 - UTM Zona 22S

1.3. IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA CONSULTORA E DO RESPONSÁVEL TÉCNICO

Razão social:	Biociclos Soluções Ambientais Ltda.
CNPJ:	48.757.376/0001-71
Endereço:	Rua Geraldo Pereira, número 300, sala 303, Estrela, RS
E-mail:	biociclos.ambiental@gmail.com
Telefone:	(51) 99825-4231
Resp. Técnico:	Cristiano Danieli
Formação:	Geólogo
Reg. Profissional:	CREA RS
ART nº:	13768591

Biociclos Soluções Ambientais Ltda.

Rua Geraldo Pereira, 300, Estrela, RS - Fone: (51) 98317-0029
biociclos.ambiental@gmail.com

3



PREFEITURA MUNICIPAL DE CRUZEIRO DO SUL

2. INTRODUÇÃO

O presente relatório visa avaliar as características do meio físico de uma área de 335.695 m², localizada as margens da Rodovia RS 130, km 66, bairro Cascata no município de Cruzeiro do Sul/RS.

As coordenadas de referência são X 403780,904, Y 6736218,352 – SIRGAS 2000 - UTM Zona 22S (Figura 1).



Figura 1: Croqui de localização da área em estudo. Fonte: Imagem Google Earth de maio de 2023.

E neste estudo será apresentada uma análise concisa do meio físico no entorno do empreendimento, destacando o contexto geológico, hidrogeológico e relevo regional. A descrição abrangerá a geologia, pedologia, geotecnia e hidrogeologia, fornecendo dados essenciais para a compreensão do ambiente. Este laudo visa oferecer uma base sólida para decisões sustentáveis no que diz ao uso e ocupação propostos para o local (parcelamento de solo para fins residenciais e mistos), assim como, para desenvolvimento do empreendimento.

3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área analisada é historicamente utilizada para fins agrícolas. Atualmente a área do empreendimento está ocupada, majoritariamente, por lavoura branca (cultivo de milho). Uma

Biociclos Soluções Ambientais Ltda.

Rua Geraldo Pereira, 300, Estrela, RS - Fone: (51) 98317-0029
biociclos.ambiental@gmail.com

4



PREFEITURA MUNICIPAL DE CRUZEIRO DO SUL

pequena gleba na porção noroeste é ocupada por um assentamento de casas temporárias, construídas para abrigar as famílias desalojadas pelas cheias de 2024 e outra gleba na porção centro-sul, com cerca de 5.000 metros quadrados é ocupada por uma empresa de fabricação de paletes. No dia em que foram realizados os trabalhos de campo o terreno apresentava excelentes condições de análise de superfície, escavação de trincheira para averiguação do perfil de solo e avaliação da geologia.

4. GEOLOGIA E PEDOLOGIA

4.1 Geologia Regional

Regionalmente o município de Cruzeiro do Sul está alocado sobre 2 unidades principais: Depósitos Aluvionares Quaternários e as rochas da Formação Serra Geral. A Figura 2 apresenta o mapa geológico do município.

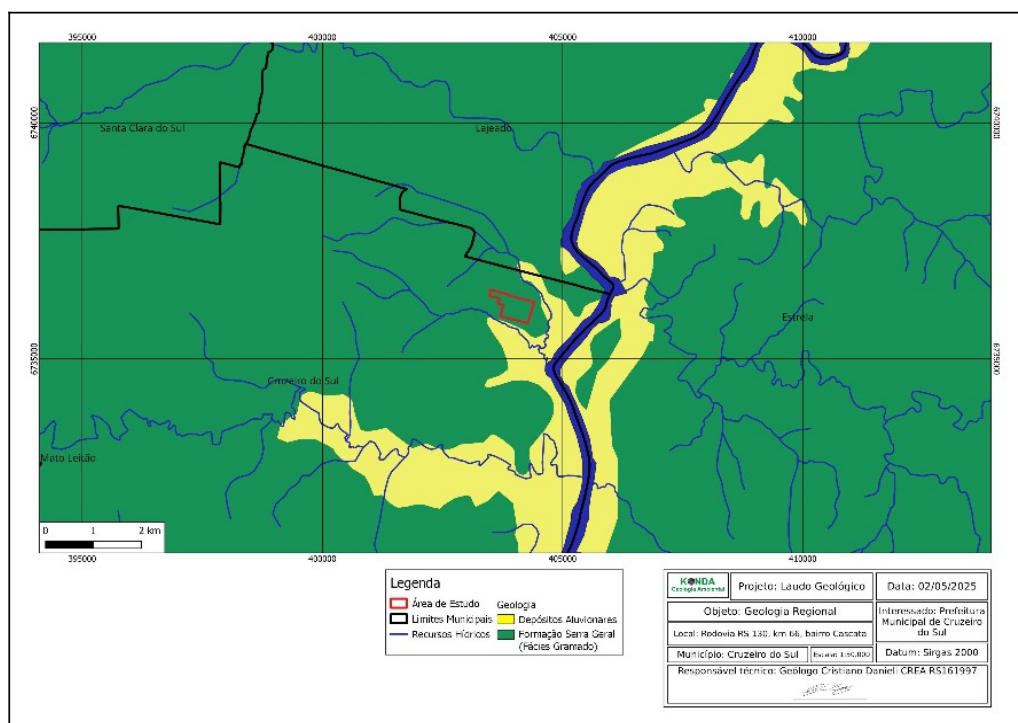


Figura 2: Mapa Geológico Regional do município de Cruzeiro do Sul.

Os **Depósitos Aluviais e Coluvionais** são de idade quaternária e estão relacionados com as deposições periódicas do sistema hídrico do Rio Taquari. Normalmente afloram nas cotas mais

Biociclos Soluções Ambientais Ltda.

Rua Geraldo Pereira, 300, Estrela, RS - Fone: (51) 98317-0029
biociclos.ambiental@gmail.com



PREFEITURA MUNICIPAL DE CRUZEIRO DO SUL

baixas do município. As fácies relacionadas são arenitos, conglomerados, diamictitos, lamitos e arenitos conglomeráticos, com consolidação variável.

A **Formação Serra Geral** é fruto de um vulcanismo de platô iniciado a cerca de 120 M.a. que decorreu do surgimento de falhamentos profundos (principalmente na direção NE/SO) e a concomitante ascensão de plumas mantélicas sob a crosta gonduânica na região hoje ocupada pelo oceano Atlântico que culminaram com a separação Brasil/África e a deposição de dezenas estratos de basaltos sobre o Brasil e a África ocidental. No município de Cruzeiro do Sul ocorrem, predominantemente, os basaltos relacionados a *fácies* Gramado, que representam os primeiros derrames magmáticos sobre o deserto Botucatu, essas fácies ocorrem ao longo da zona de transição, nas escarpas, fazendo intercalações com a formação Botucatu na região de interface.

4.2 Pedologia Regional

De acordo com classificação da EMBRAPA, na região e entorno do município de Cruzeiro do Sul ocorrem, predominantemente, duas classes de solos elencadas a seguir em ordem de predominância: Nitossolo Vermelho Eutrófico Típico e Planossolo Háplico Eutrófico Arênico, (Figura 3).

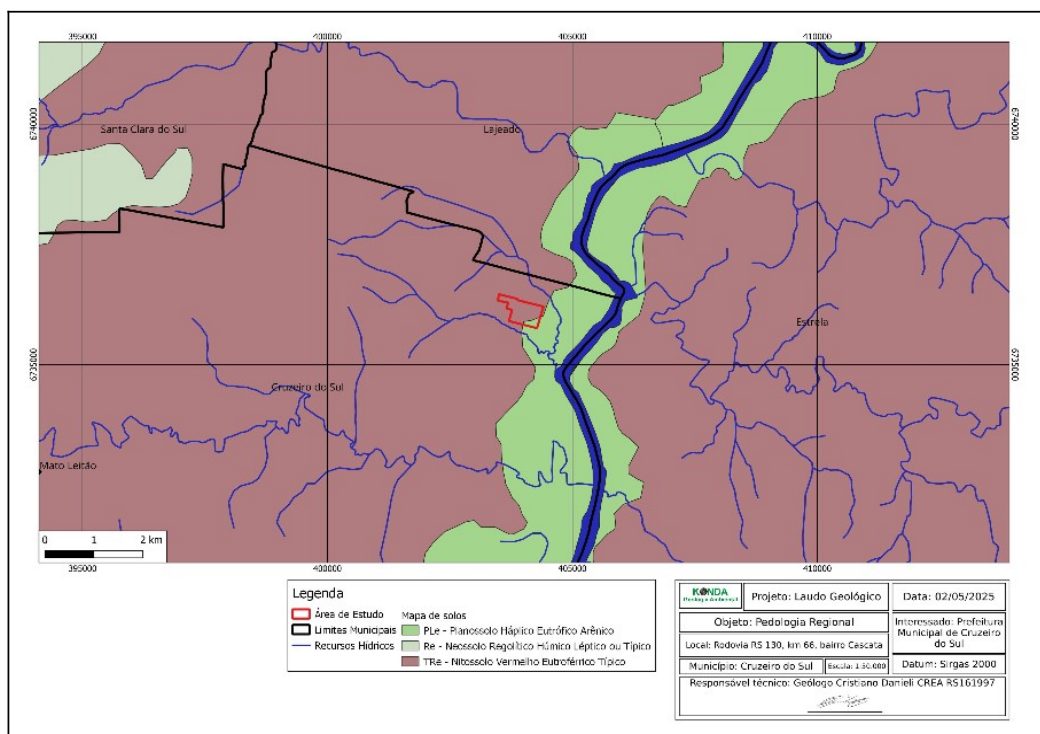


Figura 3: Mapa Pedológico Regional do município de Cruzeiro do Sul.

Biociclos Soluções Ambientais Ltda.

Rua Geraldo Pereira, 300, Estrela, RS - Fone: (51) 98317-0029
biociclos.ambiental@gmail.com



PREFEITURA MUNICIPAL DE CRUZEIRO DO SUL

Segundo definição do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) de 1998, os **Nitossolo Vermelho Eutrófico Típico** com cores vermelhas e vermelho-escuras, variam entre argilosos e muito argilosos, estrutura em blocos fortemente desenvolvidos, derivados de rochas básicas e ultrabásicas, com diferenciação de horizontes pouco notável. Corresponde ao que se denominava anteriormente de Terra Roxa Estruturada.

Enquanto o **Planossolo Háptico Eutrófico Arênico** corresponde a solos que apresentam mudança textural acentuada entre os horizontes superficiais e subsuperficiais, associada a certo grau de hidromorfismo, tem composição arenosa desde a superfície do solo até no mínimo 50 cm e no máximo 100 cm de profundidade.

4.3 Geologia e Pedologia Local

Segundo mapa apresentado na Figura 2, localmente o substrato rochoso da área de estudos é composto por rochas ígneas da Formação Serra Geral. Corroborando a esta afirmativa a análise dos dados geológicos, cadastrados no SIAGAS, de 02 (dois) poços tubulares profundos sendo um (01) localizado dentro da área de estudo e outro localizado a uma distância inferior a 200 metros a Noroeste da área de estudo confirmam que o substrato rochoso é constituído por rochas ígneas da Formação Serra Geral (Figura 4 e 5).

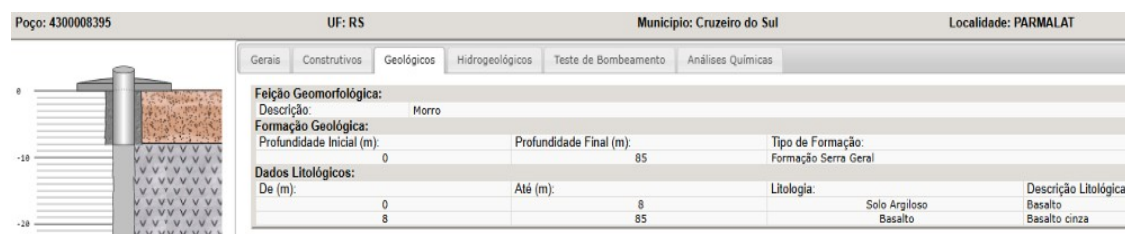


Figura 4: Perfil geológico de poço tubular localizado à cerca de 650 metros a leste da área de estudos. Fonte: siagasweb.cprm.gov.br.

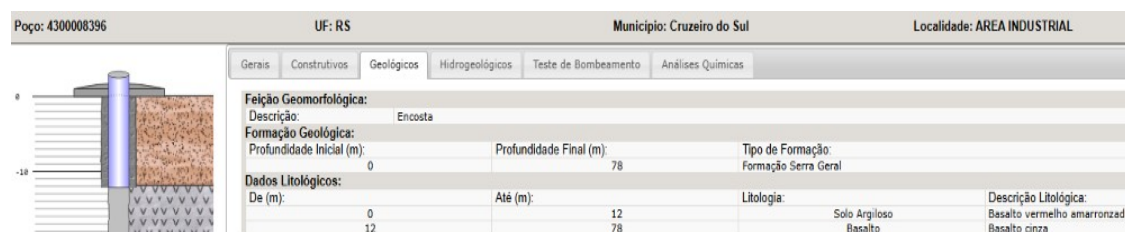


Figura 5: Perfil geológico de poço tubular localizado à cerca de 850 metros a sudeste da área de estudos. Fonte: siagasweb.cprm.gov.br.

Biociclos Soluções Ambientais Ltda.

Rua Geraldo Pereira, 300, Estrela, RS - Fone: (51) 98317-0029
biociclos.ambiental@gmail.com



PREFEITURA MUNICIPAL DE CRUZEIRO DO SUL

A despeito destas informações no dia 29/04/2024 foi realizada uma vistoria em campo com o objetivo de obter-se maior detalhamento acerca da geologia da área. Nesta vistoria foram escavadas, com auxílio de retroescavadeira, sete (07) trincheiras para análise do perfil pedológico e classificação do solo da área. A figura 6 apresenta a localização do corte e das trincheiras.



Figura 6: Croqui de Detalhe com os pontos de escavação na área avaliada.

A descrição detalhada do perfil de solo do corte e de cada trincheira encontram-se na Tabela 1, abaixo.

Tabela 1: Descrição do perfil de solo das trincheiras.

Trincheira 1 (T1)				
Coordenadas: 403569.88 E / 6736390.11 S				
Profundidade (m)	Horizonte	Descrição	Nível d'Água (m)	Classificação (SiBCS)
0,00 – 0,15	A	Solo marrom avermelhado de composição argilosa rico em matéria orgânica.	Não Interceptado	Organossolo
0,15 – 1,50	B	Solo marrom avermelhado de composição argilosa, maciço.		Nitossolo

Biociclos Soluções Ambientais Ltda.

Rua Geraldo Pereira, 300, Estrela, RS - Fone: (51) 98317-0029
biociclos.ambiental@gmail.com



PREFEITURA MUNICIPAL DE CRUZEIRO DO SUL

1,50 – 3,00	B	Solo marrom avermelhado de composição argilosa, com alguns fragmentos líticos.		Nitossolo
Trincheira 2 (T2)				
Coordenadas: 403747.93 E / 6736344.35 S				
Profundidade (m)	Horizonte	Descrição	Nível d'Água (m)	Classificação (SiBCS)
0,00 – 0,15	A	Solo marrom avermelhado de composição argilosa rico em matéria orgânica.	Não Interceptado	Organossolo
0,15 – 1,50	B	Solo marrom avermelhado de composição argilosa, maciço.		Nitossolo
1,50 – 2,50	B	Solo marrom avermelhado de composição argilosa, com alguns fragmentos líticos.		Nitossolo
2,50 – 3,20	C	Horizonte de rocha saprolitizada cor marrom acinzentado.		Rocha Intemperizada
Trincheira 3 (T3)				
Coordenadas: 403953.70 E / 6736199.49 S				
Profundidade (m)	Horizonte	Descrição	Nível d'Água (m)	Classificação (SiBCS)
0,00 – 0,15	A	Solo marrom avermelhado de composição argilosa, radicular.	Não Interceptado	Organossolo
0,15 – 1,00	B	Solo marrom avermelhado de composição areno-argilosa, com alguns fragmentos líticos.		Nitossolo
1,00 – 2,10	C	Horizonte de rocha saprolitizada cor cinza, rico em fragmentos líticos de rocha sã (basalto) com tamanho de seixos.		Rocha Intemperizada
> 2,10	R	Rocha basáltica sã.		Embasamento Rochoso
Trincheira 4 (T4)				
Coordenadas: 404036.13 E/ 6735954.69 S				



PREFEITURA MUNICIPAL DE CRUZEIRO DO SUL

Profundidade (m)	Horizonte	Descrição	Nível d'Água (m)	Classificação (SiBCS)
0,00 – 0,25	A	Solo marrom avermelhado de composição argilosa rico em matéria orgânica.	Não Interceptado	Organossolo
0,25 – 1,50	B	Solo marrom avermelhado de composição argilosa, maciço.		Nitossolo
1,50 – 3,30	B	Solo marrom avermelhado de composição argilosa, com alguns fragmentos líticos.		Nitossolo
Trincheira 5 (T5)				
Coordenadas: 404275.64 E/ 6735931.31 S				
Profundidade (m)	Horizonte	Descrição	Nível d'Água (m)	Classificação (SiBCS)
0,00 – 1,10	C	Horizonte de rocha saprolitizada cor cinza, rico em fragmentos líticos de rocha sã (basalto) com tamanho de seixos.	Não Interceptado	Rocha Intemperizada
> 1,00	R	Rocha basáltica sã.		Embasamento Rochoso
Trincheira 6 (T6)				
Coordenadas: 404262.61 E/ 6736182.88 S				
Profundidade (m)	Horizonte	Descrição	Nível d'Água (m)	Classificação (SiBCS)
0,00 – 1,10	C	Horizonte de rocha saprolitizada cor cinza, rico em fragmentos líticos de rocha sã (basalto) com tamanho de seixos.	Não Interceptado	Rocha Intemperizada
> 1,30	R	Rocha basáltica sã.		Embasamento Rochoso
Trincheira 7 (T7)				
Coordenadas: 404351.00 E/ 6736062.00 S				
Profundidade (m)	Horizonte	Descrição	Nível d'Água (m)	Classificação (SiBCS)



PREFEITURA MUNICIPAL DE CRUZEIRO DO SUL

0,00 – 0,15	A	Solo marrom de composição argilosa, radicular.	Não Interceptado	Organossolo
0,15 – 1,10	B	Solo marrom de composição areno-argilosa .		Nitossolo
1,10 – 1,40	C	Horizonte de rocha saprolitizada cor marrom alaranjado, rico em fragmentos líticos de rocha alterada.		Rocha Intemperizada
> 1,40	R	Rocha basáltica sã.		Embasamento Rochoso

De acordo com os perfis descritos nas trincheiras, conclui-se que o solo na área de estudo é, predominantemente, autóctone, bem drenado, com horizonte B fortemente argiloso, espesso e profundo, quando presente. Essas características permitem classificá-lo, segundo a SiBCS, como Nitossolo Vermelho Eutroférico Típico.

Levando em conta o uso pretendido e os critérios definidos pela norma ABNT NBR 13969:1997 (atualizada pela versão ABNT NBR 13969:1997/2019), a qual exige uma profundidade mínima de 1,50 metro de solo permeável sob o fundo do sumidouro para assegurar a adequada filtração do efluente antes de alcançar o lençol freático, conclui-se que apenas a porção centro-oeste da área é adequada à implantação de sistemas individuais de tratamento de esgoto com infiltração no solo como, por exemplo, fossa séptica associada a filtro anaeróbio e sumidouro. Para o setor leste, será necessário adotar outro tipo de sistema que dispense o processo de infiltração no solo (Figura 7).

Biociclos Soluções Ambientais Ltda.

Rua Geraldo Pereira, 300, Estrela, RS - Fone: (51) 98317-0029
biociclos.ambiental@gmail.com

11



PREFEITURA MUNICIPAL DE CRUZEIRO DO SUL

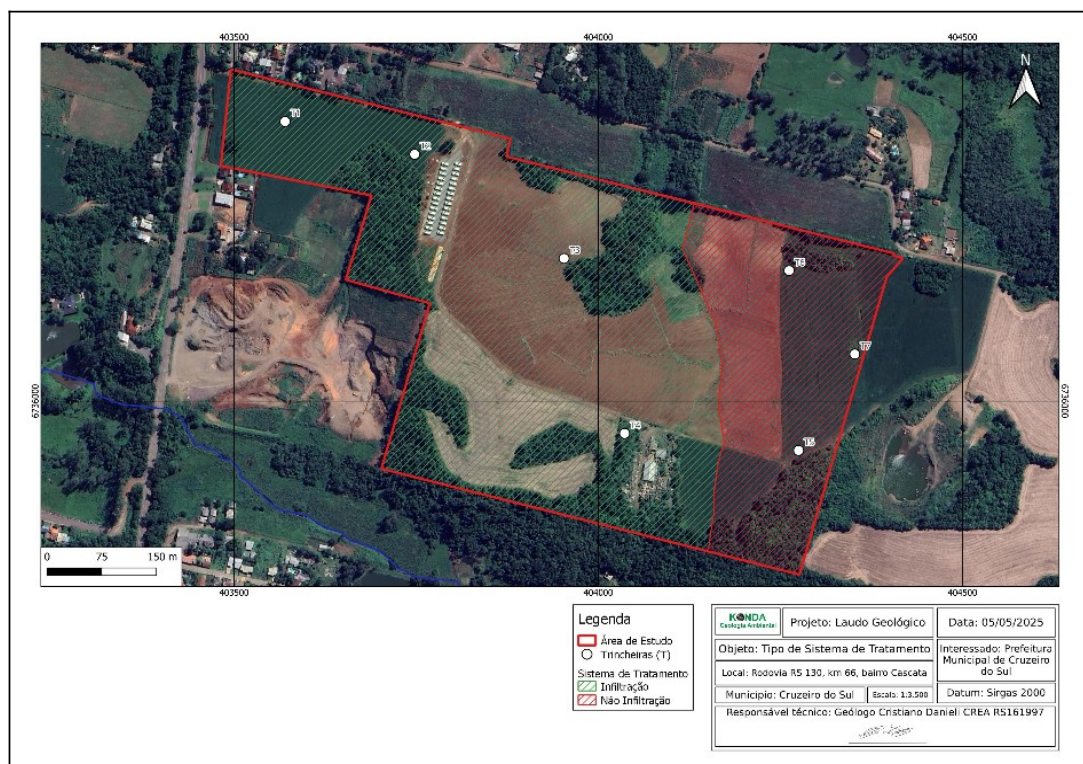


Figura 7: Mapa apresentando as áreas aptas a receber sistema de tratamento com infiltração.

5. GEOMORFOLOGIA REGIONAL E LOCAL

Segundo RADAM, 1986, regionalmente, o município de Cruzeiro do Sul está situado no domínio morfoestrutural de Bacia e Coberturas Sedimentares Fanerozóicas (Bacia do Paraná), predominantemente, na Unidade Geomorfológica do Patamares da Serra Geral e, subordinadamente, na unidade da Planície Aluvio-coluvionar do Rio Taquari (Figura 8).

Biociclos Soluções Ambientais Ltda.

Rua Geraldo Pereira, 300, Estrela, RS - Fone: (51) 98317-0029
biociclos.ambiental@gmail.com



PREFEITURA MUNICIPAL DE CRUZEIRO DO SUL

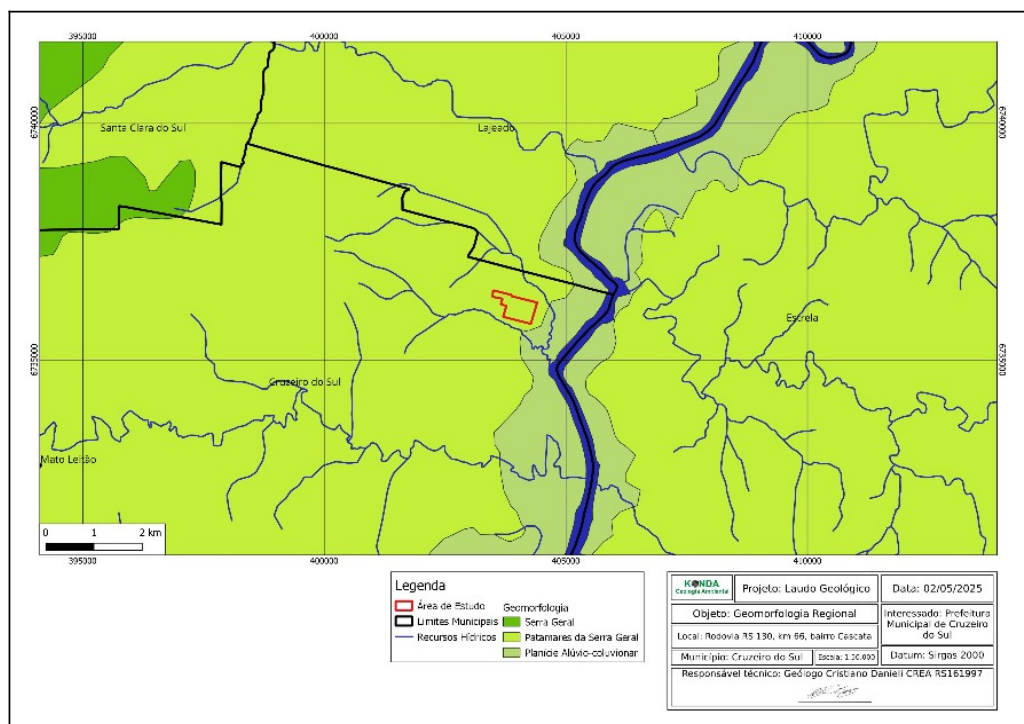


Figura 8: Mapa Geomorfológico Regional do município de Cruzeiro do Sul.

O Domínio Morfoestrutural das Bacias e Coberturas Sedimentares abrange rochas da Bacia do Paraná, tanto da fase de sedimentação paleozoica e mesozoica quanto à fase efusiva jurocretácica e cobertura terciária. As efusivas correspondem a uma vasta área planáltica, tipo monoclinal, cujas cotas decaem para oeste em direção ao Rio Uruguai. Inseridas neste domínio estão as unidades Patamares da Serra Geral que está associada a dissecação da rede de drenagem, onde os patamares representam testemunhos do recuo da Serra Geral. As formas do relevo apresentam-se alongadas, avançando sobre as planícies. São comuns também os morros isolados, testemunhos do recuo da linha de escarpa.

Já a unidade da Planície Aluvio-coluvionar corresponde à superfície plana, levemente rampeada a leste, posiciona-se entre as Planícies litorâneas e os Patamares da Serra Geral, adentrando pelos vales dissecados. Estas áreas resultam da convergência de leques aluvionares, cones de dejeção ou da concentração de depósitos de enxurradas nas partes mais baixas.

A área do empreendimento é caracterizada por apresentar a morfologia de coxilhas intercaladas por vales rasos, localizado em uma região de morrotes com cotas que variam entre 40 e 60 metros. O relevo do terreno pode ser descrito como predominantemente ondulado, ou seja, com declividade entre 8% e 20% (Figuras 9, 10 e 11).

Biociclos Soluções Ambientais Ltda.

Rua Geraldo Pereira, 300, Estrela, RS - Fone: (51) 98317-0029
biociclos.ambiental@gmail.com



PREFEITURA MUNICIPAL DE CRUZEIRO DO SUL

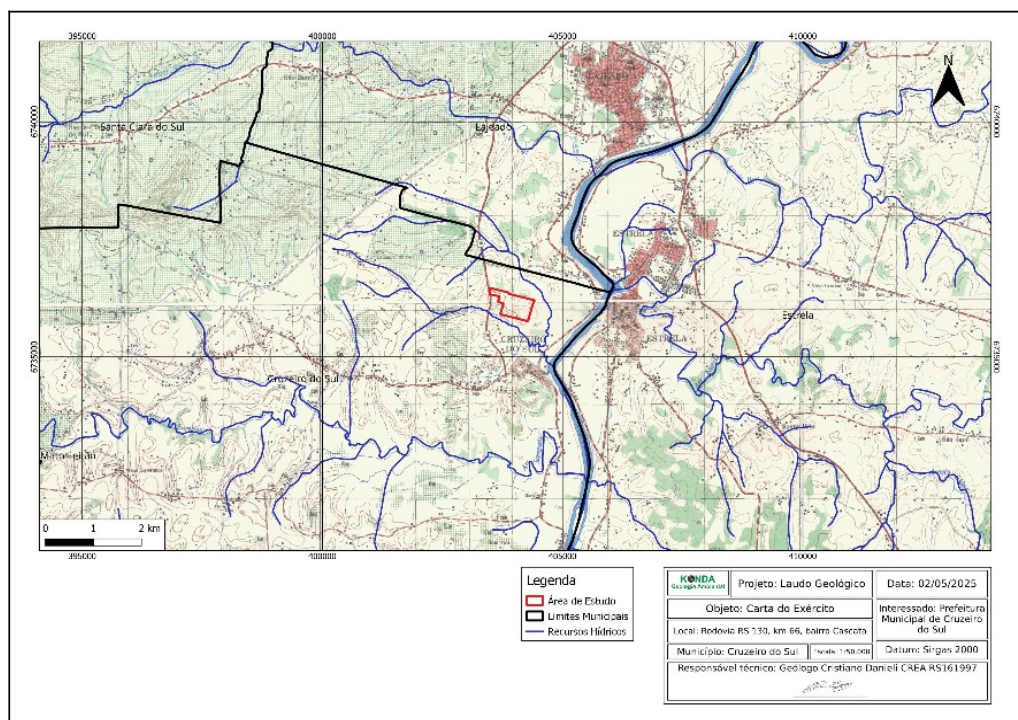


Figura 9: Área do empreendimento em Carta topográfica de Venâncio Aires - MI-2968/2 – 1 / 1:50.000 - do Exército Brasileiro.



Figura 10: Aspectos geomorfológicos da área de estudos em imagem de satélite do software Google Earth.

Biociclos Soluções Ambientais Ltda.

Rua Geraldo Pereira, 300, Estrela, RS - Fone: (51) 98317-0029
biociclos.ambiental@gmail.com



PREFEITURA MUNICIPAL DE CRUZEIRO DO SUL

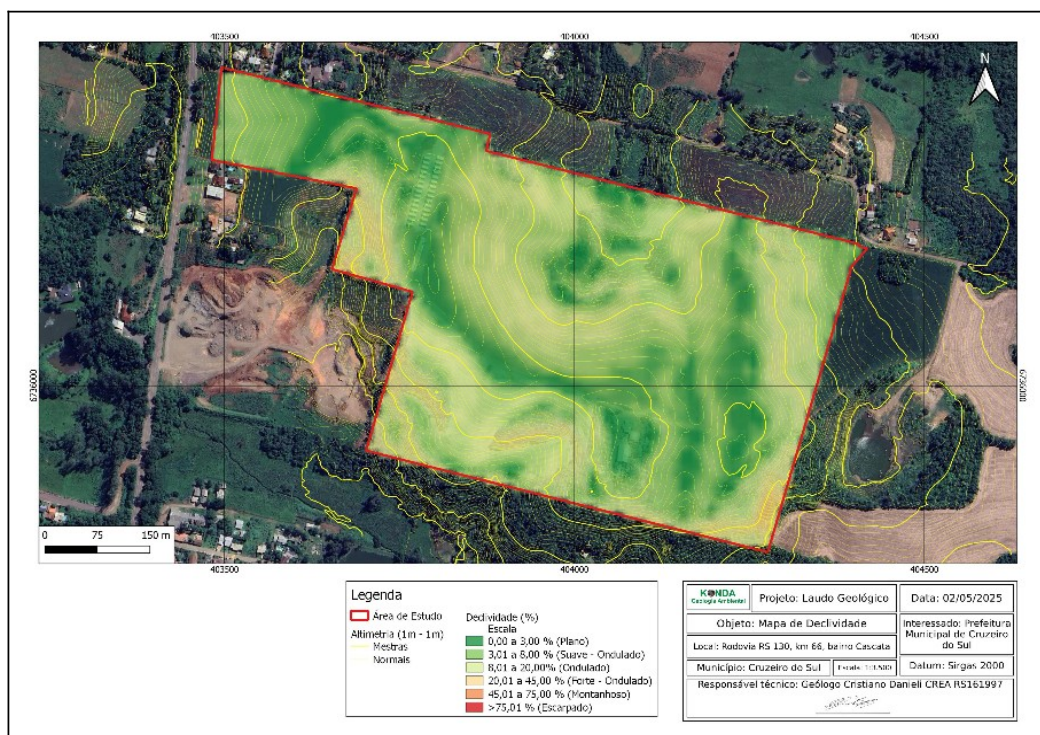


Figura 11: Mapa de Declividade.

6. ASPECTOS GEOTÉCNICOS (RISCOS E VULNERABILIDADES)

Para realizar a caracterização geotécnica, além dos dados coletados nas trincheiras e ensaios realizados quando da vistoria em campo, também foi utilizado o levantamento planialtimétrico de detalhe e seu processamento pelo Software de Geoprocessamento QGIS versão 3.26.2, visando obter uma caracterização geotécnica mais acurada, detalhando os possíveis riscos e vulnerabilidades da área de estudo, sendo:

- **Queda de Barreiras:** A morfologia predominante de coxilhas e vales rasos, aliada à ausência de encostas íngremes ou taludes acentuados, indica um relevo sem condições propícias para deslizamentos do tipo “queda de barreira”. A declividade majoritária da área situa-se entre 8% e 20%, não configurando zonas críticas para esse tipo de instabilidade. Entretanto, a depender do projeto urbanístico a ser executado, poderá haver a necessidade da implantação de cortes que gerem taludes com altura significativa. Caso isso ocorra se recomenda que estes taludes sejam construídos de forma a apresentar

Biociclos Soluções Ambientais Ltda.

Rua Geraldo Pereira, 300, Estrela, RS - Fone: (51) 98317-0029
biociclos.ambiental@gmail.com



PREFEITURA MUNICIPAL DE CRUZEIRO DO SUL

inclinação máxima 45° em relação a horizontal e altura máxima de 4 m, com bancadas intermediárias de no mínimo 2 m. **RISCO EXISTENTE - BAIXO.**

- **Solos Colapsáveis:** O solo local foi descrito como autóctone, bem drenado e com horizonte B argiloso espesso e profundo (Nitossolo Vermelho Eutroférico Típico). Essas características não são compatíveis com solos colapsáveis, que geralmente apresentam estrutura pouco coesa, elevada porosidade e baixa densidade natural, condições inexistentes na área em estudo. **RISCO EXISTENTE – BAIXO.**
- **Processos Erosivos:** para determinar a suscetibilidade a processos erosivos foram confeccionados os seguintes produtos: Modelo Digital de Elevação do Terreno (MDE) e o Mapa de Vulnerabilidade a Erosão. Para definição do nível de vulnerabilidade do solo foram adotadas 5 classes temáticas de acordo com Crepani et al. (2001) sendo: a) 0 a 2%; b) 2 a 6%; c) 6 a 20% d) 20 a 50% e e) 50 a 100% e que correspondem, respectivamente, aos seguintes níveis vulnerabilidades: muito baixo, baixo, médio, alto e muito alto (Figura 12).

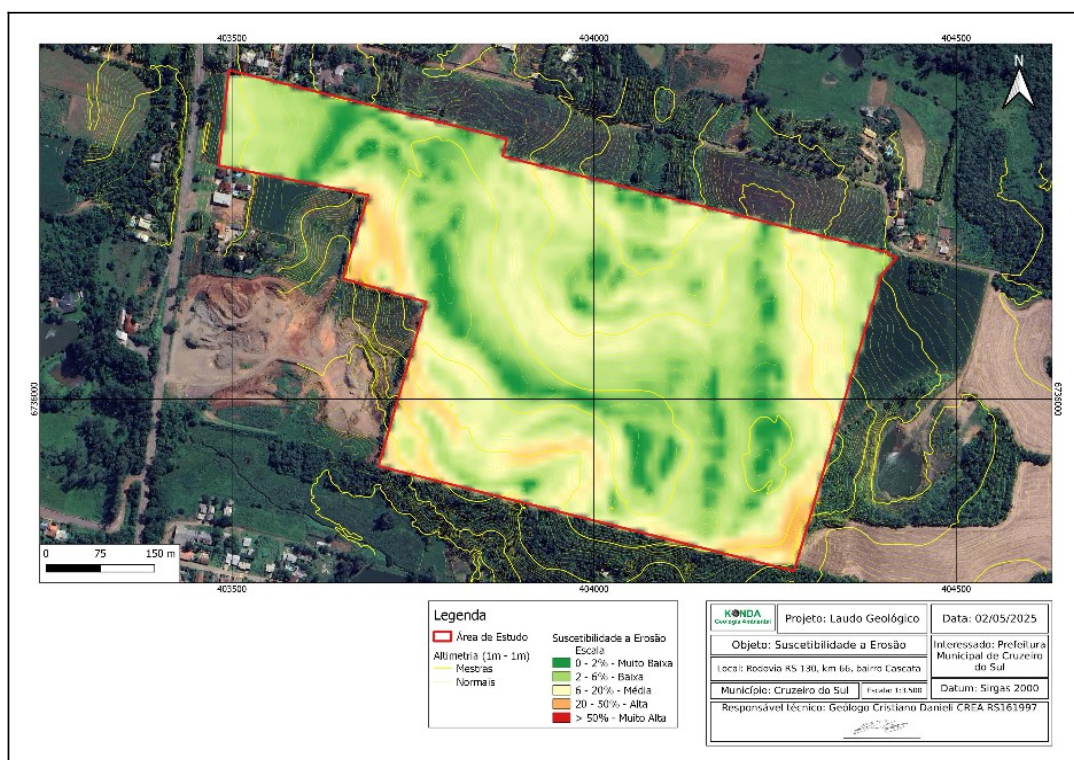


Figura 12: Mapa de Suscetibilidade do Solo a Erosão.



PREFEITURA MUNICIPAL DE CRUZEIRO DO SUL

Segundo o mapa de suscetibilidade à erosão, a maior parte da área apresenta vulnerabilidade média (declividade entre 6% e 20%), havendo ainda pequenas porções com suscetibilidade alta, especialmente em bordas de colinas. Embora não haja sinais de erosão acelerada, o relevo ondulado e a presença de vales indicam necessidade de controle de escoamento superficial em projetos de uso e ocupação do solo. **RISCO EXISTENTE – MÉDIO.**

- **Alagamento:** Observações realizadas durante os levantamentos de campo evidenciaram que, mesmo após os eventos climáticos extremos com precipitações pluviométricas ocorridas em volumes históricos, não existem indícios de alagamento na área, mesmo nas porções proximais ao corpo hídrico (drenagem) posicionados no limite sudoeste de suas divisas. Imagens de satélite da época das cheias corroboram com o que foi constatado em campo. Estas observações permitem afirmar que é pouco provável que a área sofra interferência de inundações. **VULNERABILIDADE – BAIXA.**

7. RECURSOS HÍDRICOS

7.1. Recursos Hídricos Superficiais

O município de Cruzeiro do Sul está situado na Região Hidrográfica Atlântico Sul e tem seu território 100% inserido na Bacia Hidrográfica do Rio Taquari-Antas (Figura 13).

Biociclos Soluções Ambientais Ltda.

Rua Geraldo Pereira, 300, Estrela, RS - Fone: (51) 98317-0029
biociclos.ambiental@gmail.com

17



PREFEITURA MUNICIPAL DE CRUZEIRO DO SUL

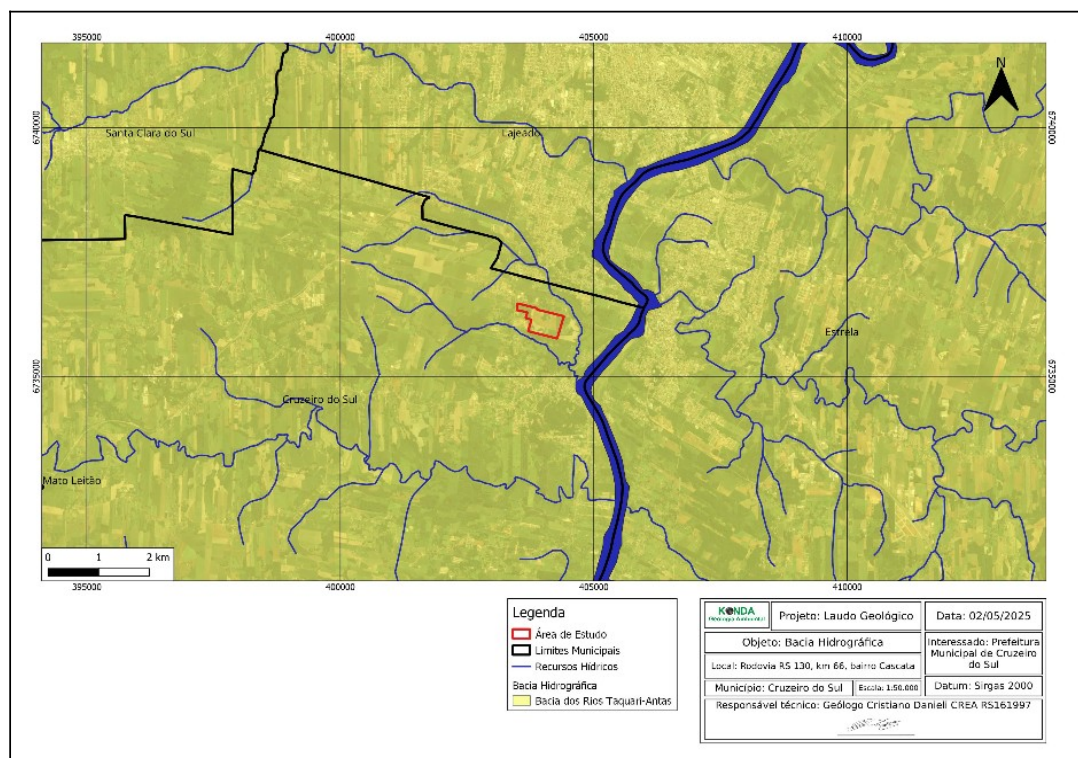


Figura 13: Mapa Hidrográfico Regional do município de Cruzeiro do Sul.

O empreendimento está inserido no contexto de uma sub-bacia hidrográfica pertencente a um curso d'água de primeira ordem, sem nome atribuído, cujas nascentes localizam-se na porção centro-norte da área em estudo (ver Figura 14).

Biociclos Soluções Ambientais Ltda.

Rua Geraldo Pereira, 300, Estrela, RS - Fone: (51) 98317-0029
biociclos.ambiental@gmail.com



PREFEITURA MUNICIPAL DE CRUZEIRO DO SUL

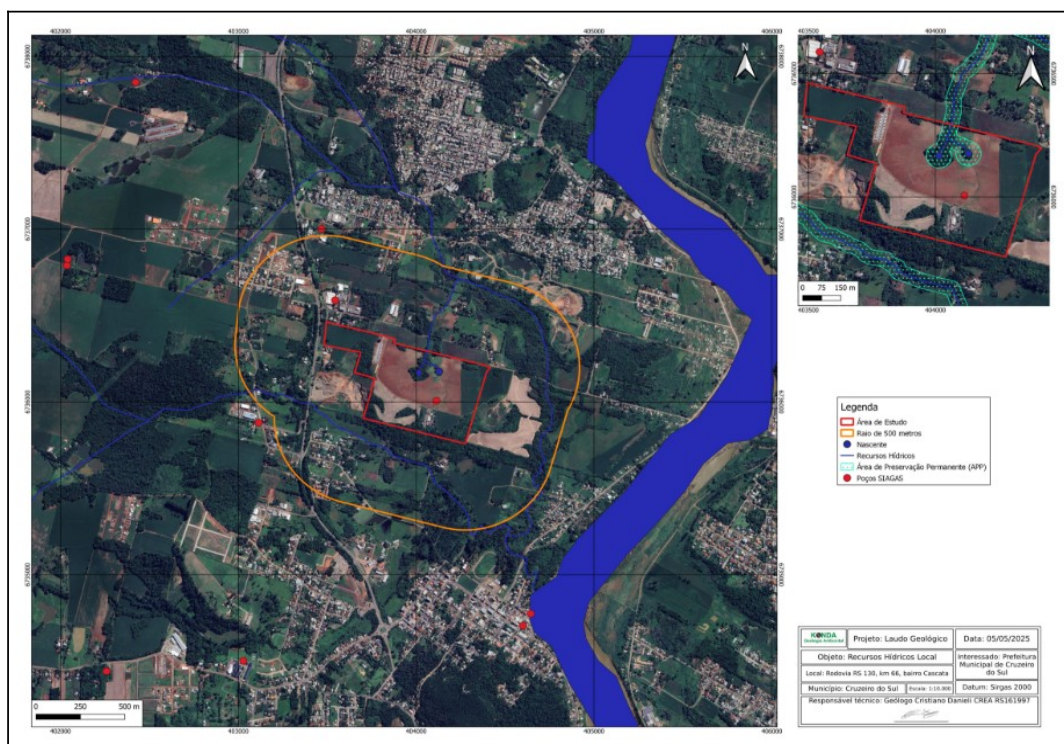


Figura 14: Mapa de Recursos Hídricos Local.

Esse curso hídrico, não representado nas cartas cartográficas do Exército Brasileiro, percorre aproximadamente 560 metros em direção sudoeste-nordeste até confluir com a margem direita de outro curso igualmente sem nome. A partir dessa confluência, a água percorre mais 2.150 metros até desaguar na margem esquerda de uma terceira drenagem — também não nomeada — que, por sua vez, flui por cerca de 425 metros até alcançar sua foz na margem direita do Rio Taquari, nas imediações da sede municipal de Cruzeiro do Sul.

Durante os trabalhos de campo estas duas nascentes naturais situadas dentro da área de estudo, as quais formam um curso d'água, correspondem as únicas feições hídricas observadas e, conforme estabelece o Artigo 4º da Lei Federal nº 12.651, essas formações, constituem Áreas de Preservação Permanente (APP), incidindo diretamente sobre a área de estudo.

Biociclos Soluções Ambientais Ltda.

Rua Geraldo Pereira, 300, Estrela, RS - Fone: (51) 98317-0029
biociclos.ambiental@gmail.com



PREFEITURA MUNICIPAL DE CRUZEIRO DO SUL

7.2. Recursos Hídricos Subterrâneos

Segundo o Mapa Hidrogeológico do Rio Grande do Sul a área do empreendimento está situada sobre o Sistema Aquífero Serra Geral II, aquífero com média a baixa possibilidade para águas subterrâneas em basalto com porosidade por fraturas (Figura 15).

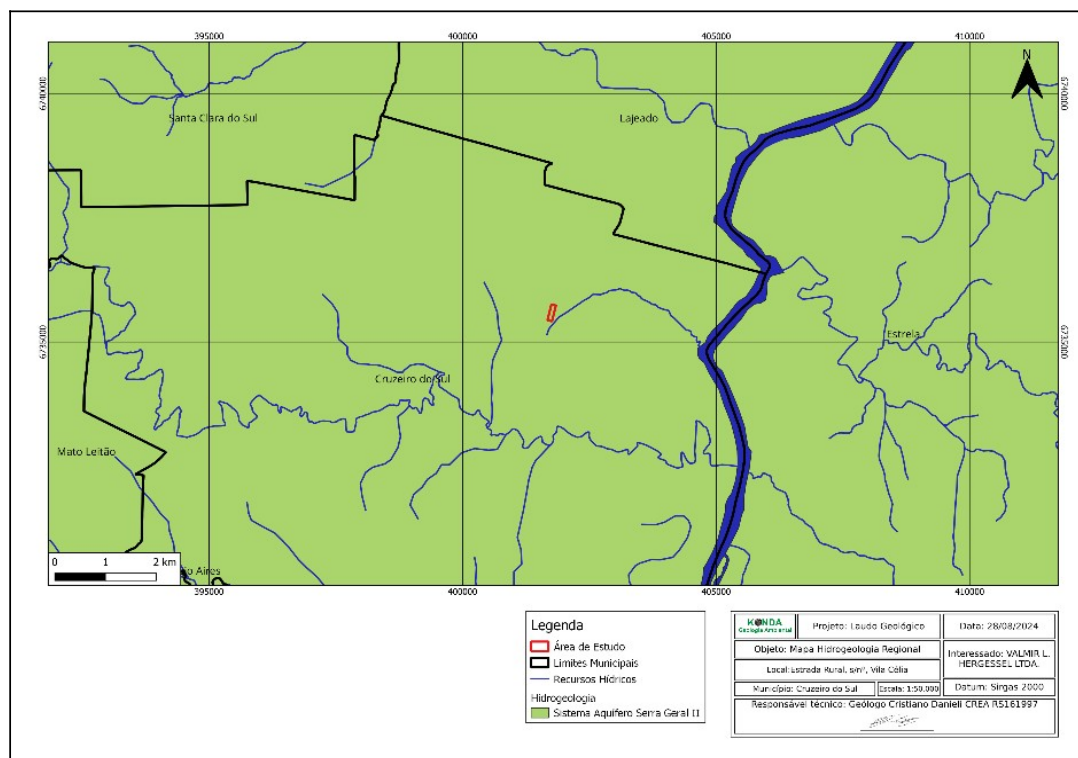


Figura 15: Localização da área do empreendimento em Mapa Hidrogeológico do Rio Grande do Sul – escala 1:750.000 (CPRM, 2005).

Este sistema aquífero ocupa a parte oeste do Estado, os limites das rochas vulcânicas com o rio Uruguai e as litologias gonduânicas além da extensa área nordeste do planalto associada com os derrames da Unidade Hidroestratigráfica Serra Geral. Suas litologias são predominantemente riolitos, riolacitos e em menor proporção, basaltos fraturados. A capacidade específica é inferior a $0,5 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$, entretanto, excepcionalmente em áreas mais fraturadas ou com arenitos na base do sistema, podem ser encontrados valores superiores a $2 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$. As salinidades apresentam valores baixos, geralmente inferiores a 250 mg/l . Valores maiores de pH, salinidade e teores de sódio podem ser encontrados nas áreas influenciadas por descargas ascendentes do Sistema Aquífero Guarani.

Biociclos Soluções Ambientais Ltda.

Rua Geraldo Pereira, 300, Estrela, RS - Fone: (51) 98317-0029
biociclos.ambiental@gmail.com



PREFEITURA MUNICIPAL DE CRUZEIRO DO SUL

De acordo com análise dos poços cadastrados no SIAGAS situados, um na área em estudo e outro próximo, a distância de cerca de 200 metros a noroeste do empreendimento o nível estático é raso, com profundidades entre 11,40 e 15,00 metros e a vazão específica na ordem de 0,435m³/h.

Quanto ao aquífero freático, este não foi interceptado nenhuma das 07 (sete) trincheiras escavadas, conforme descrito nos perfis da Tabela 1 deste relatório.

7.3. Avaliação da Vulnerabilidade do Aquífero

A contaminação de aquíferos se dá basicamente em função do tipo e carga da fonte geradora introduzida no solo, bem como da vulnerabilidade natural dos aquíferos. O termo vulnerabilidade pode ser utilizado para representar as características intrínsecas de um aquífero que determinam sua susceptibilidade a ser adversamente afetado por uma carga contaminante. A vulnerabilidade de um aquífero é, portanto, um conjunto de características físicas, químicas e biológicas que determinam o quanto ele poderá ser afetado pela carga do contaminante. São considerados aspectos fundamentais da vulnerabilidade: o tipo de aquífero (livre a confinado), a profundidade do nível d'água e as características dos estratos acima da camada de interesse, em termos de grau de consolidação e litologia. Desta maneira, a vulnerabilidade natural das águas subterrâneas corresponde à capacidade das características hidrodinâmicas e litológicas do aquífero de impedir determinados impactos naturais ou antrópicos.

A equação que define o índice de vulnerabilidade é representada da seguinte forma:

$$\text{Índice de Vulnerabilidade } GOD = C_i * O_i * D_i$$

Sendo que GOD corresponde aos parâmetros e o i e o ao índice de classificação de cada parâmetro.

O cálculo levou em consideração os dados dos poços do entorno, cadastrados no SIAGAS. O Grau de confinamento do aquífero na área é semiconfinado, apresentado valor de 0,4, a natureza composicional da zona não saturada é composta por rochas ígneas, apresentando valor de 0,6, e a profundidade do nível da água foi considerada, com base nos dados do SIAGAS como entre 5 e 20 metros, ou seja, apresentando valor de 0,8. Abaixo tem-se o cálculo para determinação do índice de vulnerabilidade do aquífero na área de estudo.

Biociclos Soluções Ambientais Ltda.

Rua Geraldo Pereira, 300, Estrela, RS - Fone: (51) 98317-0029
biociclos.ambiental@gmail.com



PREFEITURA MUNICIPAL DE CRUZEIRO DO SUL

*Índice de Vulnerabilidade GOD = 0,4 * 0,6 * 0,8 Índice de Vulnerabilidade GOD = 0,19*

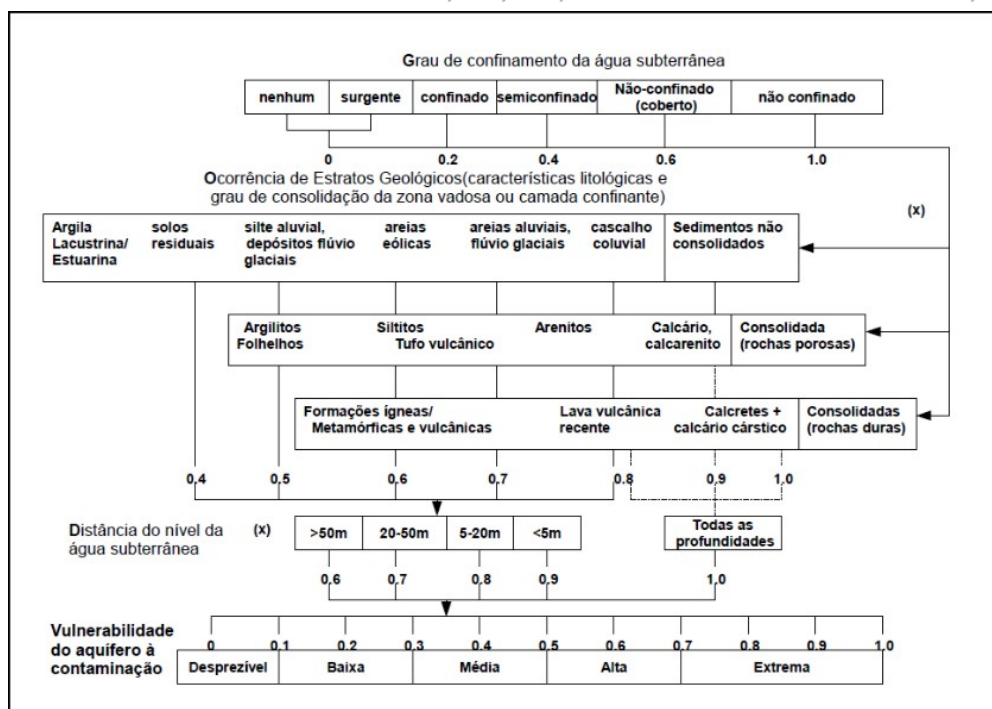


Figura 16: Método GOD - vulnerabilidade de aquíferos (Foster et al., 2002).

O resultado indicou que o aquífero apresenta baixa vulnerabilidade, com índice GOD de 0,19. Este grau de vulnerabilidade indica que a área é vulnerável a alguns contaminantes, mas somente quando lançados continuamente ou lixiviados. Esta vulnerabilidade está associada ao grau de confinamento do aquífero e o tipo de estrato rochoso da área em questão. No entanto, a metodologia GOD apresenta limitações, pois utiliza apenas as características naturais do aquífero, sendo que é importante a interação desses aspectos com os diferentes tipos e usos do solo.

7. TESTE DE PERCOLAÇÃO DO SOLO

Foram executados 34 (trinta e quatro) ensaios de permeabilidade com a finalidade de adquirir o coeficiente de permeabilidade do terreno e avaliar a capacidade de escoamento da água através do solo (Figura 17).

Biociclos Soluções Ambientais Ltda.

Rua Geraldo Pereira, 300, Estrela, RS - Fone: (51) 98317-0029
biociclos.ambiental@gmail.com



PREFEITURA MUNICIPAL DE CRUZEIRO DO SUL



Figura 17: Croqui de detalhe com pontos dos ensaios de infiltração realizados na área.

A metodologia empregada para a realização dos ensaios de infiltração bem como para sua interpretação foi baseada na publicação da Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental-ABGE intitulada “Ensaio de Permeabilidade em Solos – Orientação para sua Execução em Campo” (ABGE, 2013) e será descrita brevemente a seguir.

Para o ensaio realizados (acima do nível d’água do terreno -NA), a perfuração foi realizada por meio de sonda de solo do tipo trado manual, realizada ao lado das trincheiras e foi mantida cheia de água até a boca, completando o volume de rebaixamento por cerca de 10 minutos para saturação. Após, interrompeu-se o fornecimento de água, tomando-se esse instante como tempo zero, e obteve-se medidas em intervalos curtos no início e mais longos em seguida, por exemplo 1’, 5’, 10’, etc., acompanhou-se o rebaixamento do nível d’água no furo, tomando-se nota dos valores.

Para ensaios acima do nível d’água (NA):

$$K = (Q/h) * (1/(Cu*r))$$

Onde:

K = coeficiente de permeabilidade (m/s);

Q = vazão (m³/s);

h = altura (profundidade) da seção ensaiada(m);

r = o raio do furo (m);

Biociclos Soluções Ambientais Ltda.

Rua Geraldo Pereira, 300, Estrela, RS - Fone: (51) 98317-0029
biociclos.ambiental@gmail.com



PREFEITURA MUNICIPAL DE CRUZEIRO DO SUL

Cu = constante de condutividade obtida em relação h/r (ábaco A da Figura 06; ABGE, 2013).
Para realização destes cálculos foi utilizada planilha de cálculo (LibreOffice Calc).

Tabela 2: Parâmetros e Resultados dos Ensaio de Infiltração realizados. Profund. = profundidade do furo de sondagem; r = raio do furo de sondagem; Q = vazão calculada no ensaio de infiltração; Cu = constante; K = coeficiente de permeabilidade

ENSAIO 1							
Tempo (s)	Profundidade (m)	Rebaixamento (m)	Prof. Do Furo (m)	r (m)	Q(m³/s)	Cs/Cu	K (m/s)
600	0,50	0,100	0,35	0,025	3,27E-07	36	1,04E-06
ENSAIO 2							
Tempo (s)	Profundidade (m)	Rebaixamento (m)	Prof. Do Furo (m)	r (m)	Q(m³/s)	Cs/Cu	K (m/s)
600	0,95	0,065	0,34	0,025	2,13E-07	38	6,58E-07
ENSAIO 3							
Tempo (s)	Profundidade (m)	Rebaixamento (m)	Prof. Do Furo (m)	r (m)	Q(m³/s)	Cs/Cu	K (m/s)
240	1,20	0,100	0,35	0,025	8,18E-07	36	2,60E-06
ENSAIO 4							
Tempo (s)	Profundidade (m)	Rebaixamento (m)	Prof. Do Furo (m)	r (m)	Q(m³/s)	Cs/Cu	K (m/s)
600	1,45	0,110	0,30	0,025	3,60E-07	38	1,26E-06
ENSAIO 5							
Tempo (s)	Profundidade (m)	Rebaixamento (m)	Prof. Do Furo (m)	r (m)	Q(m³/s)	Cs/Cu	K (m/s)
300	0,60	0,095	0,35	0,025	6,21E-07	37	1,92E-06
ENSAIO 6							
Tempo (s)	Profundidade (m)	Rebaixamento (m)	Prof. Do Furo (m)	r (m)	Q(m³/s)	Cs/Cu	K (m/s)
600	0,95	0,065	0,34	0,025	2,13E-07	38	6,58E-07
ENSAIO 7							
Tempo (s)	Profundidade (m)	Rebaixamento (m)	Prof. Do Furo (m)	r (m)	Q(m³/s)	Cs/Cu	K (m/s)
600	1,45	0,110	0,30	0,025	3,60E-07	38	1,26E-06
ENSAIO 8							
Tempo (s)	Profundidade (m)	Rebaixamento (m)	Prof. Do Furo (m)	r (m)	Q(m³/s)	Cs/Cu	K (m/s)
600	0,55	0,090	0,35	0,025	2,94E-07	36	9,35E-07
ENSAIO 9							

Biociclos Soluções Ambientais Ltda.

Rua Geraldo Pereira, 300, Estrela, RS - Fone: (51) 98317-0029
biociclos.ambiental@gmail.com



PREFEITURA MUNICIPAL DE CRUZEIRO DO SUL

Tempo (s)	Profundidade (m)	Rebaixamento (m)	Prof. Do Furo (m)	r (m)	Q(m³/s)	Cs/Cu	K (m/s)
600	0,5	0,110	0,35	0,025	3,60E-07	36	1,14E-06
ENSAIO 10							
Tempo (s)	Profundidade (m)	Rebaixamento (m)	Prof. Do Furo (m)	r (m)	Q(m³/s)	Cs/Cu	K (m/s)
300	1,00	0,100	0,35	0,025	6,54E-07	36	2,08E-06
ENSAIO 11							
Tempo (s)	Profundidade (m)	Rebaixamento (m)	Prof. Do Furo (m)	r (m)	Q(m³/s)	Cs/Cu	K (m/s)
300	0,65	0,088	0,35	0,025	5,76E-07	36	1,83E-06
ENSAIO 12							
Tempo (s)	Profundidade (m)	Rebaixamento (m)	Prof. Do Furo (m)	r (m)	Q(m³/s)	Cs/Cu	K (m/s)
600	0,80	0,064	0,35	0,025	2,09E-07	38	6,30E-07
ENSAIO 13							
Tempo (s)	Profundidade (m)	Rebaixamento (m)	Prof. Do Furo (m)	r (m)	Q(m³/s)	Cs/Cu	K (m/s)
300	0,80	0,099	0,30	0,025	6,48E-07	36	2,40E-06
ENSAIO 14							
Tempo (s)	Profundidade (m)	Rebaixamento (m)	Prof. Do Furo (m)	r (m)	Q(m³/s)	Cs/Cu	K (m/s)
600	1,5	0,012	0,35	0,025	3,93E-08	38	1,18E-07
ENSAIO 15							
Tempo (s)	Profundidade (m)	Rebaixamento (m)	Prof. Do Furo (m)	r (m)	Q(m³/s)	Cs/Cu	K (m/s)
600	0,60	0,120	0,35	0,025	3,93E-07	37	1,21E-06
ENSAIO 16							
Tempo (s)	Profundidade (m)	Rebaixamento (m)	Prof. Do Furo (m)	r (m)	Q(m³/s)	Cs/Cu	K (m/s)
600	0,80	0,066	0,30	0,025	2,16E-07	38	7,57E-07
ENSAIO 17							
Tempo (s)	Profundidade (m)	Rebaixamento (m)	Prof. Do Furo (m)	r (m)	Q(m³/s)	Cs/Cu	K (m/s)
600	1,20	0,100	0,32	0,025	3,27E-07	38	1,08E-06
ENSAIO 18							
Tempo (s)	Profundidade (m)	Rebaixamento (m)	Prof. Do Furo (m)	r (m)	Q(m³/s)	Cs/Cu	K (m/s)
600	0,55	0,090	0,35	0,025	2,94E-07	36	9,35E-07
ENSAIO 19							
Tempo (s)	Profundidade (m)	Rebaixamento (m)	Prof. Do Furo (m)	r (m)	Q(m³/s)	Cs/Cu	K (m/s)

Biociclos Soluções Ambientais Ltda.

Rua Geraldo Pereira, 300, Estrela, RS - Fone: (51) 98317-0029
biociclos.ambiental@gmail.com



PREFEITURA MUNICIPAL DE CRUZEIRO DO SUL

600	0,5	0,110	0,35	0,025	3,60E-07	36	1,14E-06
ENSAIO 20							
Tempo (s)	Profundidade (m)	Rebaixamento (m)	Prof. Do Furo (m)	r (m)	Q(m³/s)	Cs/Cu	K (m/s)
600	1,10	0,120	0,35	0,025	3,9E-07	36	1,25E-06
ENSAIO 21							
Tempo (s)	Profundidade (m)	Rebaixamento (m)	Prof. Do Furo (m)	r (m)	Q(m³/s)	Cs/Cu	K (m/s)
600	0,50	0,110	0,35	0,025	3,60E-07	36	1,14E-06
ENSAIO 22							
Tempo (s)	Profundidade (m)	Rebaixamento (m)	Prof. Do Furo (m)	r (m)	Q(m³/s)	Cs/Cu	K (m/s)
300	0,70	0,064	0,34	0,025	4,19E-07	38	1,30E-06
ENSAIO 23							
Tempo (s)	Profundidade (m)	Rebaixamento (m)	Prof. Do Furo (m)	r (m)	Q(m³/s)	Cs/Cu	K (m/s)
300	1,00	0,120	0,35	0,025	7,85E-07	36	2,49E-06
ENSAIO 24							
Tempo (s)	Profundidade (m)	Rebaixamento (m)	Prof. Do Furo (m)	r (m)	Q(m³/s)	Cs/Cu	K (m/s)
600	1,1	0,130	0,30	0,025	4,25E-07	38	1,49E-06
ENSAIO 25							
Tempo (s)	Profundidade (m)	Rebaixamento (m)	Prof. Do Furo (m)	r (m)	Q(m³/s)	Cs/Cu	K (m/s)
300	0,60	0,110	0,35	0,025	7,20E-07	37	2,22E-06
ENSAIO 26							
Tempo (s)	Profundidade (m)	Rebaixamento (m)	Prof. Do Furo (m)	r (m)	Q(m³/s)	Cs/Cu	K (m/s)
600	0,60	0,070	0,34	0,025	2,29E-07	38	7,09E-07
ENSAIO 27							
Tempo (s)	Profundidade (m)	Rebaixamento (m)	Prof. Do Furo (m)	r (m)	Q(m³/s)	Cs/Cu	K (m/s)
600	1,1	0,100	0,30	0,025	3,27E-07	38	1,15E-06
ENSAIO 28							
Tempo (s)	Profundidade (m)	Rebaixamento (m)	Prof. Do Furo (m)	r (m)	Q(m³/s)	Cs/Cu	K (m/s)
600	0,55	0,090	0,35	0,025	2,94E-07	36	9,35E-07
ENSAIO 29							
Tempo (s)	Profundidade (m)	Rebaixamento (m)	Prof. Do Furo (m)	r (m)	Q(m³/s)	Cs/Cu	K (m/s)
600	0,5	0,110	0,35	0,025	3,60E-07	36	1,14E-06
ENSAIO 30							

Biociclos Soluções Ambientais Ltda.

Rua Geraldo Pereira, 300, Estrela, RS - Fone: (51) 98317-0029
biociclos.ambiental@gmail.com



PREFEITURA MUNICIPAL DE CRUZEIRO DO SUL

Tempo (s)	Profundidade (m)	Rebaixamento (m)	Prof. Do Furo (m)	r (m)	Q(m³/s)	Cs/Cu	K (m/s)
300	1,10	0,100	0,35	0,025	6,54E-07	36	2,08E-06
ENSAIO 31							
Tempo (s)	Profundidade (m)	Rebaixamento (m)	Prof. Do Furo (m)	r (m)	Q(m³/s)	Cs/Cu	K (m/s)
300	0,75	0,090	0,35	0,025	5,89E-07	36	1,87E-06
ENSAIO 32							
Tempo (s)	Profundidade (m)	Rebaixamento (m)	Prof. Do Furo (m)	r (m)	Q(m³/s)	Cs/Cu	K (m/s)
600	0,80	0,065	0,35	0,025	2,13E-07	38	6,39E-07
ENSAIO 33							
Tempo (s)	Profundidade (m)	Rebaixamento (m)	Prof. Do Furo (m)	r (m)	Q(m³/s)	Cs/Cu	K (m/s)
300	0,60	0,099	0,30	0,025	6,48E-07	36	2,40E-06
ENSAIO 34							
Tempo (s)	Profundidade (m)	Rebaixamento (m)	Prof. Do Furo (m)	r (m)	Q(m³/s)	Cs/Cu	K (m/s)
600	1,2	0,011	0,30	0,025	3,60E-08	37	1,30E-07

Tabela 3: Coeficientes de Permeabilidade encontrados nos Ensaios de Infiltração convertidos para outras unidades de medida.

	Q(m³/s)	K (m/S)	K (cm/s)	K (m/min)	Perm. (L/m²/h)	Perm. (L/m²/dia)	Perm. (m³/m²/dia)
Ensaio 1	3,27E-07	1,04E-06	1,04E-04	6,23E-05	2,76	66,14	0,07
Ensaio 2	2,13E-07	6,58E-07	6,58E-05	3,95E-05	1,75	41,92	0,04
Ensaio 3	8,18E-07	2,60E-06	2,60E-04	1,56E-04	6,89	165,34	0,17
Ensaio 4	3,60E-07	1,26E-06	1,26E-04	7,57E-05	3,35	80,41	0,08
Ensaio 5	6,21E-07	1,92E-06	1,92E-04	1,15E-04	5,09	122,27	0,12
Ensaio 6	2,13E-07	6,58E-07	6,58E-05	3,95E-05	1,75	41,92	0,04
Ensaio 7	3,60E-07	1,26E-06	1,26E-04	7,57E-05	3,35	80,41	0,08
Ensaio 8	2,94E-07	9,35E-07	9,35E-05	5,61E-05	2,48	59,52	0,06
Ensaio 9	3,60E-07	1,14E-06	1,14E-04	6,85E-05	3,03	72,75	0,07
Ensaio 10	6,54E-07	2,08E-06	2,08E-04	1,25E-04	5,51	132,28	0,13
Ensaio 11	5,76E-07	1,83E-06	1,83E-04	1,10E-04	4,85	116,40	0,12
Ensaio 12	2,09E-07	6,30E-07	6,30E-05	3,78E-05	1,67	40,10	0,04

Biociclos Soluções Ambientais Ltda.

Rua Geraldo Pereira, 300, Estrela, RS - Fone: (51) 98317-0029
biociclos.ambiental@gmail.com



PREFEITURA MUNICIPAL DE CRUZEIRO DO SUL

Ensaio 13	6,48E-07	2,40E-06	2,40E-04	1,44E-04	6,37	152,78	0,15
Ensaio 14	3,93E-08	1,18E-07	1,18E-05	7,08E-06	0,31	7,52	0,01
Ensaio 15	3,93E-07	1,21E-06	1,21E-04	7,27E-05	3,22	77,22	0,08
Ensaio 16	2,16E-07	7,57E-07	7,57E-05	4,54E-05	2,01	48,25	0,05
Ensaio 17	3,27E-07	1,08E-06	1,08E-04	6,46E-05	2,86	68,53	0,07
Ensaio 18	2,94E-07	9,35E-07	9,35E-05	5,61E-05	2,48	59,52	0,06
Ensaio 19	3,60E-07	1,14E-06	1,14E-04	6,85E-05	3,03	72,75	0,07
Ensaio 20	3,93E-07	1,25E-06	1,25E-04	7,48E-05	3,31	79,37	0,08
Ensaio 21	3,60E-07	1,14E-06	1,14E-04	6,85E-05	3,03	72,75	0,07
Ensaio 22	4,19E-07	1,30E-06	1,30E-04	7,78E-05	3,44	82,56	0,08
Ensaio 23	7,85E-07	2,49E-06	2,49E-04	1,50E-04	6,61	158,73	0,16
Ensaio 24	4,25E-07	1,49E-06	1,49E-04	8,95E-05	3,96	95,03	0,10
Ensaio 25	7,20E-07	2,22E-06	2,22E-04	1,33E-04	5,90	141,57	0,14
Ensaio 26	2,29E-07	7,09E-07	7,09E-05	4,25E-05	1,88	45,15	0,05
Ensaio 27	3,27E-07	1,15E-06	1,15E-04	6,89E-05	3,05	73,10	0,07
Ensaio 28	2,94E-07	9,35E-07	9,35E-05	5,61E-05	2,48	59,52	0,06
Ensaio 29	3,60E-07	1,14E-06	1,14E-04	6,85E-05	3,03	72,75	0,07
Ensaio 30	6,54E-07	2,08E-06	2,08E-04	1,25E-04	5,51	132,28	0,13
Ensaio 31	5,89E-07	1,87E-06	1,87E-04	1,12E-04	4,96	119,05	0,12
Ensaio 32	2,13E-07	6,39E-07	6,39E-05	3,84E-05	1,70	40,73	0,04
Ensaio 33	6,48E-07	2,40E-06	2,40E-04	1,44E-04	6,37	152,78	0,15
Ensaio 34	3,60E-08	1,30E-07	1,30E-05	7,78E-06	0,34	8,26	0,01
Média	4,04E-07	1,31E-06	1,31E-04	7,87E-05	3,48	83,52	0,08

De acordo com os dados obtidos na Tabela 3, o solo da área do empreendimento é classificado, segundo a tabela ABGE (Figura 18) como 'areias muito finas, siltes, mistura de ambos e argila', com permeabilidade muito baixa (coeficiente médio K (cm/s) de 10^{-6}).

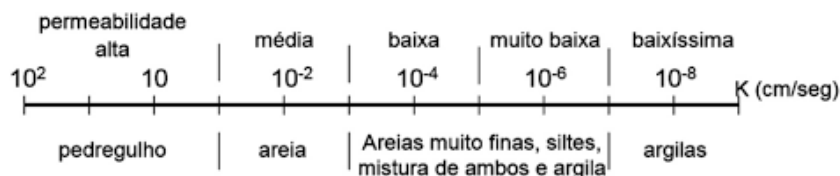


Figura 18: Classificação do solo segundo o coeficiente de permeabilidade (K).

Biociclos Soluções Ambientais Ltda.

Rua Geraldo Pereira, 300, Estrela, RS - Fone: (51) 98317-0029
biociclos.ambiental@gmail.com



PREFEITURA MUNICIPAL DE CRUZEIRO DO SUL

8. IMPACTOS AMBIENTAIS, MEDIDAS MITIGADORAS E COMPENSATÓRIAS EM RELAÇÃO AO MEIO FÍSICO

A implantação do parcelamento do solo para fins residenciais e mistos poderá acarretar modificações no meio físico, especialmente em aspectos relacionados ao solo, relevo, drenagem e qualidade dos recursos hídricos subterrâneos e superficiais.

Os principais impactos potenciais identificados são:

- **Compactação e impermeabilização do solo** devido à construção de vias, edificações e infraestrutura urbana;
- **Aumento do escoamento superficial**, com risco de erosão laminar e carreamento de partículas para áreas rebaixadas;
- **Interferência em nascentes e cursos d'água**, cuja presença implica em definição de Áreas de Preservação Permanente (APP);
- **Possível contaminação do solo e águas subterrâneas**, caso os sistemas de esgotamento sanitário não sejam adequadamente projetados ou operados.

Medidas Mitigadoras Recomendadas:

- Manutenção das APPs estabelecidas pelo Código Florestal (Lei Federal nº 12.651/2012);
- Previsão de sistemas de drenagem urbana sustentáveis (DUS) para controlar o escoamento superficial, como valas de infiltração, pavimentação permeável e bacias de retenção;
- Adoção de sistemas adequados de tratamento de efluentes, compatíveis com as características geotécnicas do solo e profundidade da rocha;
- Execução das movimentações de terra em conformidade com as boas práticas de engenharia, minimizando cortes e aterros abruptos;
- Monitoramento pós-implantação da qualidade da água nas nascentes e da integridade das estruturas de drenagem e contenção.

9. POSICIONAMENTO DO PROFISSIONAL RESPONSÁVEL PARA USO DA ÁREA E SEUS IMPACTOS

Com base nas vistorias de campo, análises de solo e geologia, ensaios de percolação e avaliação do relevo e recursos hídricos, conclui-se que a área apresenta condições geológicas e geotécnicas adequadas para o uso proposto de parcelamento do solo para fins residenciais e mistos, desde que observadas as recomendações técnicas contidas neste laudo.

Biociclos Soluções Ambientais Ltda.

Rua Geraldo Pereira, 300, Estrela, RS - Fone: (51) 98317-0029
biociclos.ambiental@gmail.com

29



25170000007459

PREFEITURA MUNICIPAL DE CRUZEIRO DO SUL

O solo é predominantemente classificado como Nitossolo Vermelho Eutroférico Típico, apresentando boa estrutura, drenagem natural satisfatória e ausência de risco significativo de colapsos ou instabilidades geotécnicas. A presença de rocha basáltica sã a pequenas profundidades em setores da área exige atenção quanto à escavabilidade e ao tipo de fundação ou sistema de tratamento de esgoto a ser adotado.

A análise hidrogeológica indica baixa vulnerabilidade do aquífero subterrâneo (índice GOD de 0,19), reforçando a viabilidade ambiental do empreendimento, desde que respeitados os limites das APPs e que se adote sistema de esgotamento sanitário compatível com a profundidade mínima exigida pela ABNT NBR 13969 para infiltração de efluentes.

Portanto, recomenda-se a aprovação da viabilidade física da área, com a ressalva de que os projetos de infraestrutura urbana devem ser elaborados considerando as condicionantes ambientais, topográficas e hidrogeológicas aqui descritas.

Lajeado, Maio de 2025.

Documento assinado digitalmente
 **CRISTIANO DANIELI**
Data: 06/05/2025 13:38:22-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Cristiano Danieli
Geólogo CREA RS161997

Biociclos Soluções Ambientais Ltda.
Rua Geraldo Pereira, 300, Estrela, RS - Fone: (51) 98317-0029
biociclos.ambiental@gmail.com

30



PREFEITURA MUNICIPAL DE CRUZEIRO DO SUL

10. RELATÓRIO FOTOGRÁFICO



Fotografia 01: Visão geral da área de estudo a partir da frente do terreno com visada para sudeste.



Fotografia 02: Realização do ensaio de infiltração E1.

Biociclos Soluções Ambientais Ltda.

Rua Geraldo Pereira, 300, Estrela, RS - Fone: (51) 98317-0029
biociclos.ambiental@gmail.com

31



PREFEITURA MUNICIPAL DE CRUZEIRO DO SUL



Fotografia 03: Local da escavação da trincheira T1 e do ensaio E2.



Fotografia 04: Perfil de solo da trincheira T1.

Biociclos Soluções Ambientais Ltda.

Rua Geraldo Pereira, 300, Estrela, RS - Fone: (51) 98317-0029
biociclos.ambiental@gmail.com

32



PREFEITURA MUNICIPAL DE CRUZEIRO DO SUL



Fotografia 05: Local de escavação da trincheira T2.



Fotografia 06: Perfil de solo da trincheira T2.

Biociclos Soluções Ambientais Ltda.

Rua Geraldo Pereira, 300, Estrela, RS - Fone: (51) 98317-0029
biociclos.ambiental@gmail.com

33



PREFEITURA MUNICIPAL DE CRUZEIRO DO SUL



Fotografia 07: Perfil de solo na T3.



Fotografia 08: Local da escavação da trincheira T5 e local do ensaio E8.

Biociclos Soluções Ambientais Ltda.

Rua Geraldo Pereira, 300, Estrela, RS - Fone: (51) 98317-0029
biociclos.ambiental@gmail.com

34



PREFEITURA MUNICIPAL DE CRUZEIRO DO SUL



Fotografia 09: Perfil de solo na trincheira T5.



Fotografia 10: Perfil de solo da trincheira T6.

Biociclos Soluções Ambientais Ltda.

Rua Geraldo Pereira, 300, Estrela, RS - Fone: (51) 98317-0029
biociclos.ambiental@gmail.com

35



PREFEITURA MUNICIPAL DE CRUZEIRO DO SUL



Fotografia 11: Área de vegetação arbórea com nascente em seu interior.



Fotografia 12: Nascente mapeada dentro dos limites da área de estudo.

Biociclos Soluções Ambientais Ltda.

Rua Geraldo Pereira, 300, Estrela, RS - Fone: (51) 98317-0029
biociclos.ambiental@gmail.com

36



PREFEITURA MUNICIPAL DE CRUZEIRO DO SUL



Fotografia 13: Área de bambuzal onde foi mapeada outra nascente dentro da área.



Fotografia 14: Nascente identificada dentro dos bambuzal.

Biociclos Soluções Ambientais Ltda.

Rua Geraldo Pereira, 300, Estrela, RS - Fone: (51) 98317-0029
biociclos.ambiental@gmail.com

37