



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

DIEGO MOREIRA OLIVEIRA

**AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE E RISCO POTENCIAL DE
CONTAMINAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DO
MUNICÍPIO DE GRAVATAÍ/RS**

Porto Alegre/RS
2023

DIEGO MOREIRA OLIVEIRA

**AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE E RISCO POTENCIAL DE
CONTAMINAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DO
MUNICÍPIO DE GRAVATAÍ/RS**

Trabalho de conclusão apresentado a Universidade Federal do Rio Grande do Sul, na forma de monografia, junto à disciplina Projeto Temático em Geologia III, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Geologia.

Orientadores:

Prof. Dr. Pedro Antônio Roehe Reginato
Profa. Dra. Maria Luiza Correa da Câmara Rosa

Supervisor:

Msc. Ricardo Maahs

Porto Alegre/RS
2023

CIP - Catalogação na Publicação

Oliveira, Diego Moreira

Avaliação da vulnerabilidade e risco potencial de contaminação das águas subterrâneas do município de Gravataí/RS / Diego Moreira Oliveira. -- 2023.

175 f.

Orientador: Pedro Antônio Roehe Reginato.

Coorientadora: Maria Luiza Correa da Câmara Rosa.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) --
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto
de Geociências, Curso de Geologia, Porto Alegre,
BR-RS, 2023.

1. Água Subterrânea. 2. Vulnerabilidade dos
Aquíferos. 3. Risco Potencial de Contaminação dos
aquíferos. 4. GOD. 5. POSH. I. Reginato, Pedro Antônio
Roehe, orient. II. Rosa, Maria Luiza Correa da
Câmara, coorient. III. Título.

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

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova o Trabalho de Conclusão de Curso **AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE E RISCO POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DO MUNICÍPIO DE GRAVATAÍ/RS**, elaborado por DIEGO MOREIRA OLIVEIRA, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Geologia.

Porto Alegre, 18 de dezembro de 2023.

COMISSÃO EXAMINADORA:

.....
Prof. Dr. Clodis de Oliveira Andrades Filho – Departamento de Geodésia/ Instituto de Geociências/ UFRGS

.....
Profa. Dra. Franciéle Schwanck Carlos – Departamento de Hidromecânica e Hidrologia/ Instituto de Pesquisas Hidráulicas/ UFRGS

.....
Prof. Dr. Tiago de Vargas – Departamento de Hidromecânica e Hidrologia/ Instituto de Pesquisas Hidráulicas/ UFRGS

Conceito: A

Dedico este trabalho à minha filha, Aurora
Mayumi. Te amo, minha eterna "Pinta".

AGRADECIMENTOS

Àqueles que de alguma forma contribuíram para realização deste trabalho, expresso meus sinceros agradecimentos:

Agradeço aos meus pais, Delinadia e Delmir, e também a minha irmã, Danusa.

Agradeço aos professores da UFRGS, principalmente aos do IGEO, muito obrigado por dividirem o conhecimento e por terem contribuído com minha formação.

Agradeço aos meus orientadores, Pedro e Maria Luiza. Agradecimento especial vai para o professor Pedro Reginato, por toda a atenção, paciência, amizade, disponibilidade e conselhos durante todo o processo de execução deste trabalho. Meu muito obrigado!

Agradeço aos membros da comissão examinadora por terem aceitado o convite de participar da banca, pela leitura crítica, sugestões e ensinamentos.

Agradeço ao Geólogo José Alberto Cariolatto Pinheiro e à Bióloga Isabela Kirsten da SEMA (extinta FMMA), pelos dados fornecidos. Foram de grande importância!

Agradeço aos colegas que me acompanharam ao longo desses anos de curso e de UFRGS, obrigado pelo convívio. Agradeço ao Ricardo Maahs pela parceria e companheirismo, que só se fortaleceram ao longo dos últimos anos.

Agradeço aos colegas de trabalho Erick, Tuane, e minha antiga colega, Juliana Daltoé pelas conversas e reflexões, sempre um tanto exóticas.

E por fim, agradeço ao Grande Arquiteto do Universo.

“Não há maior sinal de loucura do que fazer um coisa repetidamente e esperar a cada vez um resultado diferente.”

Albert Einstein

“Não tenha pressa, mas não percamos tempo.”

José Saramago

RESUMO

Diante do aumento do risco de contaminação da água subterrânea, devido à crescente demanda por este recurso natural, a urbanização desordenada e uma necessidade cada vez maior por água para suprir atividades industriais e agrícolas, é de extrema importância que medidas de prevenção sejam tomadas com a finalidade de conservarmos nossos recursos hídricos subterrâneos. Sendo assim, este trabalho teve como propósito principal avaliar a vulnerabilidade e o risco potencial de contaminação das águas subterrâneas do município de Gravataí. Para subsidiar o estudo, através do levantamento de dados bibliográficos e do trabalho de campo, foram elaboradas as caracterizações geológicas e hidrogeológicas da região, bem como foi criado um banco de dados para o emprego dos métodos escolhidos. Para determinação da vulnerabilidade dos aquíferos, foi aplicado o método GOD, cujos parâmetros utilizados foram obtidos através de informações dos pontos de captação de água subterrânea descritos no SIAGAS para o município e arredores. O risco de contaminação foi determinado através do método POSH, sendo a análise das fontes potenciais difusas realizada com base em mapas de uso e ocupação do solo, e das fontes pontuais, avaliadas através de dados fornecidos pela Fundação Municipal de Meio Ambiente de Gravataí (FMMA) e FEPAM. A partir desses dados, foram desenvolvidos mapas para cada parâmetro GOD analisado, onde ao final foram combinados, resultando em uma carta de vulnerabilidade para todo município. Também foi elaborado mapa da carga contaminante potencial total, a qual foi combinada com o mapa de vulnerabilidade, resultando no mapa de risco de contaminação da água subterrânea. A caracterização hidrogeológica demonstrou a ocorrência do Sistema Aquífero Embasamento Cristalino (SAEC), Aquitardo Permiano (AP), Sistema Aquífero Guaraní (SAG), representado pela Unidade Hidroestratigráfica Botucatu/Pirambóia e o Sistema Aquífero Quaternário Costeiro (SAQC), que embora presente em mapas regionais, não foram localizados poços que captassem exclusivamente desse sistema. Os poços que captam água exclusivamente do SAEC possuem vazões que variam entre 0,4 e 20 m³/h, com média de 4,95 m³/h e nível estático médio de 13,67 m. Os poços do AP possuem vazões que variam de 0,4 a 35 m³/h, com média de 5,95 m³/h e nível estático médio de 14,06 m. Já os poços do SAG possuem vazões que variam de 0,4 a 39,60 m³/h, com média de 5,39 m³/h e nível estático médio de 19,75 m. A análise da vulnerabilidade mostrou que 82,56% da área do município encontra-se sob a classe de vulnerabilidade baixa, 15,83% com classe média e menos de 2% encontra-se entre as classes insignificante e alta. Em relação ao risco de contaminação das fontes difusas, 72,84% da área do município foi definida como não classificado, 21,41% foi classificado como baixo, e o restante, menos de 6%, foi classificada entre as classes desprezível, moderado e alto. Foram mapeadas 423 fontes de contaminação pontuais, sendo 72 delas classificadas com potencial reduzido, 249 como moderado e 102 com potencial elevado. Já o risco de contaminação das fontes pontuais mostrou que 56,97% foram classificadas como risco baixo, 24,11% como risco moderado, 17,97% como desprezível e 0,95% das fontes foram classificadas como risco alto.

Palavras-chave: Água subterrânea; vulnerabilidade dos aquíferos; risco de contaminação; GOD; POSH.

ABSTRACT

Faced with the increasing risk of groundwater contamination due to the growing demand for this natural resource, disorderly urbanization, and an increasing necessity for water to supply industrial and agricultural activities, preventive measures must be taken to conserve groundwater resources. The main purpose of the study was to investigate the vulnerability and potential risk of groundwater contamination in the Gravataí city. The study was supported by the collection of bibliographic and fieldwork data that allowed to assessment of the geological and hydrogeological characteristics of the region and the development of a database used in the application of the chosen methods. The GOD method was applied to determine the vulnerability of aquifers, using parameters of capture groundwater points for the municipality and surrounding areas available in SIAGAS. The contamination risk of aquifers was determined through the POSH method, by analysis of potential diffuse sources analysis based on maps of land use and occupation, and of point sources evaluated using data provided by the Fundação Municipal de Meio Ambiente de Gravataí (FMMA) and FEPAM. Maps were developed for each GOD parameter analyzed, and they were combined at the end, resulting in a vulnerability map for the entire municipality. A map of the total potential contaminant load was also drawn up and then combined with the vulnerability map, resulting in a map of the groundwater contamination risk. The hydrogeological characterization demonstrated the occurrence of Crystalline Basement Aquifer System (SAEC), Permian Aquitard (AP), Guaraní Aquifer System (SAG), represented by the Botucatu/Pirambóia Hydrostratigraphic Unit, and the Coastal Quaternary Aquifer System (SAQC), which occurs only on regional maps, being found no well which explores water exclusively from this system. The wells that capture water exclusively from SAEC have flow rates that vary between 0.4 and 20 m³/h, with an average of 4.95 m³/h, and an average static water level of 13.67 m. The wells from AP present flow rates varying from 0.4 to 35 m³/h, with an average of 5.95 m³/h, and an average static water level of 14.06 m. The wells that exploit water of the SAG reveal flow rates ranging from 0.4 to 39.60 m³/h, with an average of 5.39 m³/h, and an average static level of 19.75 m. The aquifer vulnerability analysis revealed that 82.56% of the municipality area are related to the low vulnerability class, 15.83% to the middle vulnerability class, and less than 2% to the insignificant and high vulnerability classes. Regarding the risk of contamination from diffuse sources, 72.84% of the municipality area were defined as not classified, 21.41% as low risk of contamination, and less than 6% were considered as negligible, moderate, and high risk of contamination. In addition, 423 point sources of contamination were mapped, 72 were classified as having reduced potential, 249 as moderate potential, and 102 as high potential. The risk of contamination from point sources showed that 56.97% were classified as low risk, 24.11% as moderate risk, 17.97% as negligible risk, and 0.95% of sources were classified as high risk.

Keywords: Groundwater; aquifer vulnerability; risk of contamination; GOD; POSH.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de localização do município de Gravataí.	21
Figura 2 – Mapa esquemático do contexto geológico da região. Destaque para o polígono vermelho representando o município de Gravataí.	22
Figura 3 – Localização do Cinturão Dom Feliciano no contexto tectônico da porção sul da América do Sul. Destaque para o círculo vermelho representando a área de estudo.	23
Figura 4 – Mapa da área da Bacia do Paraná e distribuição das supersequências no território brasileiro. Destaque para o círculo vermelho representando a área de estudo.	25
Figura 5 – Mapa geológico da PCRS, ilustrando os principais sistemas deposicionais. Destaque para o círculo vermelho representando a área de estudo.	31
Figura 6 – Mapa Hidrogeológico esquemático. Destaque para o polígono vermelho representando município de Gravataí.	34
Figura 7 – Mapa esquemático do Sistema Aquífero Guarani. Destaque para o círculo vermelho representando a área de estudo.	37
Figura 8 – Localização do SAG no Estado do Rio Grande do Sul. Destaque para o círculo vermelho representando a área de estudo.	37
Figura 9 – Mapa de contorno estrutural do topo do SAG compartimentado. Destaque para o círculo vermelho representando a área de estudo.	38
Figura 10 – Avaliação da vulnerabilidade pelo método GOD.	44
Figura 11 – Matriz do risco de contaminação de aquíferos.	49
Figura 12 – Produção do mapa de vulnerabilidade de acordo com o método GOD.	54
Figura 13 – Distribuição espacial dos poços identificados no município de Gravataí.	57
Figura 14 – Poço tubular localizado na EEEF Santa Tecla.	59
Figura 15 – Exemplos de compressores de pistão.	60
Figura 16 – Poços de pequeno diâmetro perfurados no município de Gravataí.	61
Figura 17 – Poços do tipo escavado. Captam água de um aquífero granular livre associado ao manto de alteração existente sobre as rochas sedimentares.	62
Figura 18 – Situação dos Poços Tubulares cadastrados no município.	62
Figura 19 – Mapa geológico do município de Gravataí com os afloramentos visitados no trabalho de campo e localização de seção geológica esquemática.	64

Figura 20 – A e B) Campo de matacões localizados às margens da RS-118; C) Imagem de detalhe, demonstrando bandamento milimétrico; D) Detalhe de uma face fresca com aspecto maciço.	65
Figura 21 – Perfis geológicos e construtivos de 3 poços tubulares perfurados no município de Gravataí.	66
Figura 22 – Afloramento da Fm. Palermo. A, B e C) Pequeno barranco de corte de estrada; D) Afloramento do tipo lajeado.	67
Figura 23 – Afloramentos do Subgrupo Estrada Nova. A e B) Barranco de corte de estrada de siltito esbranquiçado; C e D) Amostra de mão, demonstrando em detalhe a intercalação milimétrica de arenito.	68
Figura 24 – Afloramentos da Fm. Rio do Rasto. A) Bancada de arenito muito fino avermelhado com intercalação descontínua de argilito esbranquiçado em jazida de material de empréstimo; B) Lajeado em vala de drenagem; C) Barranco em corte de estrada vicinal; D) Amostra de mão de nível argilítico, que por vezes é encontrado intercalado com os arenitos finos.	69
Figura 25 – Exposição da Fm. Pirambóia. A) Afloramento de corte de estrada; B) Detalhe do bloco de argila entremeado ao arenito; C) Estratificação cruzada de pequeno porte; D) Detalhe da litologia da unidade.	70
Figura 26 – Corte de estrada da unidade Fm. Botucatu. A) Arenito bastante litificado com estratificação cruzada planar; B) Arenito com estratificação cruzada tangencial; C e D) Detalhes da estrutura tabular da unidade geológica.	71
Figura 27 – Localização da pedreira de propriedade da MINERAÇÃO VERA CRUZ LTDA.	72
Figura 28 – Extração de basalto em pedreira. A) Maciço fraturado. Destaque para horizonte de alteração; B, C e D) Detalhe das bancadas.	73
Figura 29 – Perfis geológicos e construtivos de poços cadastrados na plataforma SIAGAS perfurados no município de Gravataí. Destaque para intrusões de diabásio cortando unidades mais antigas da Bacia do Paraná.	74
Figura 30 – Depósitos elúvio-coluvionares. A e B) Pequeno barranco de corte de estrada de areia conglomerática com seixo de rocha vulcânica; C) Lajeado de areia conglomerática; D) Detalhe de um detrito tamanho bloco.	76
Figura 31 – Depósito aluvial. Detalhe dos sedimentos inconsolidados recobrendo a calha do Arroio Demétrio (RS-030).	77
Figura 32 – Mapa hidrogeológico do município de Gravataí com a localização dos	

poços utilizados no estudo.	78
Figura 33 – Seções hidrogeológicas esquemáticas com a localização dos poços tubulares utilizados.	79
Figura 34 – Distribuição dos poços de captação por unidade hidroestratigráfica.	80
Figura 35 – Gráfico da profundidade dos poços no SAEC.	82
Figura 36 – Gráfico da profundidade de entrada de água dos poços no SAEC.	83
Figura 37 – Gráfico da profundidade dos níveis estáticos dos poços no SAEC.	84
Figura 38 – Gráfico da profundidade dos níveis dinâmicos dos poços no SAEC.	85
Figura 39 – Gráfico da vazão dos poços no SAEC.	86
Figura 40 – Gráfico da profundidade dos poços no AP.	87
Figura 41 – Gráfico da profundidade de entrada de água dos poços no AP.	88
Figura 42 – Gráfico da distribuição das profundidades dos níveis estáticos dos poços no AP.	89
Figura 43 – Gráfico da distribuição da profundidade dos níveis dinâmicos dos poços no AP.	90
Figura 44 – Gráfico da distribuição da vazão dos poços no AP.	91
Figura 45 – Gráfico da distribuição das profundidade dos poços no SAG.	92
Figura 46 – Gráfico da distribuição das profundidades de entrada de água dos poços do SAG.	93
Figura 47 – Gráfico da distribuição dos níveis estáticos dos poços no SAG.	94
Figura 48 – Gráfico da distribuição dos níveis dinâmicos dos poços no SAG.	94
Figura 49 – Gráfico da distribuição da vazão dos poços no SAG.	95
Figura 50 – Mapa de solos do município de Gravataí.	97
Figura 51 – Mapa do parâmetro “G”.	98
Figura 52 – Mapa do parâmetro “O”.	99
Figura 53 – Mapa do parâmetro “D”.	101
Figura 54 – Mapa da classificação GOD de cada poço.	102
Figura 55 – Distribuição percentual dos poços nas diferentes classes de vulnerabilidade.	103
Figura 56 – Mapa do índice GOD.	104
Figura 57 – Mapa de uso e ocupação do solo do município de Gravataí.	106
Figura 58 – Distribuição percentual das áreas das classes de uso e ocupação do solo geradas para o município de Gravataí.	107
Figura 59 – Matéria publicada no Jornal Digital GZH, no dia 27 de junho de 2020,	

retratando a situação do saneamento básico do município de Gravataí, frente ao relatório do Instituto Trata Brasil.....	108
Figura 60 – Recorte do quadro dos municípios com as 20 piores colocações do ranking do saneamento básico da última década.....	108
Figura 61 – Matéria publicada no site OREPORTER.NET, no dia 12 de maio de 2023, retratando o início da revisão do PMSB do município de Gravataí.	109
Figura 62 – Mapa do potencial de contaminação das fontes difusas mapeadas no município de Gravataí.	110
Figura 63 – Distribuição percentual em extensão da cobertura do potencial de contaminação das fontes difusas mapeadas para o município de Gravataí.	110
Figura 64 – Mapa de distribuição das fontes de contaminação pontuais mapeadas no município de Gravataí.	113
Figura 65 – Mapa do risco potencial de contaminação da água subterrânea para fontes difusas.....	115
Figura 66 – Gráfico da distribuição percentual do risco potencial de contaminação difuso.	116
Figura 67 – Distribuição das fontes pontuais de contaminação cadastradas sobre o mapa de vulnerabilidade à contaminação natural.	118
Figura 68 – Detalhe das áreas com maior concentração de fontes pontuais no centro urbano e distrito industrial de Gravataí.....	119
Figura 69 – Risco potencial de contaminação das fontes pontuais identificadas no município de Gravataí.	120
Figura 70 – Gráfico da distribuição percentual do risco potencial pontual.	121
Figura 71 – Detalhe do aglomerado de fontes de contaminação com risco moderado a alto.....	122
Figura 72 – Detalhe da localização do Aterro Santa Tecla, na zona rural de Gravataí.	123
Figura 73 – Matéria publicada no Jornal Digital GZH, no dia 22 de maio de 2013, retratando a interdição do Aterro Santa Tecla.	123
Figura 74 – Detalhe das melhorias na infraestrutura realizadas no aterro.....	124
Figura 75 – Fotografia aérea do Complexo Industrial Automotivo da GM em Gravataí.	125
Figura 76 – Empresas que compõem o Complexo Industrial Automotivo da GM. ..	125

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Apresentação dos parâmetros utilizados em cada metodologia.	43
Quadro 2: Classificação das fontes de contaminação difusas segundo o método POSH.....	47
Quadro 3: Classificação das fontes de contaminação pontuais segundo o método POSH.....	48
Quadro 4: Método proposto para classificação do risco de contaminação.	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Principais usos das águas subterrâneas.	63
Tabela 2: Dados dos poços classificados como de captação mista no SAEC.	82
Tabela 3: Dados estatísticos da profundidade dos poços no SAEC.	82
Tabela 4: Dados estatísticos da profundidade de entrada d'água nos poços no SAEC.	83
Tabela 5: Dados estatísticos da profundidade do nível estático dos poços no SAEC.	84
Tabela 6: Dados estatísticos da profundidade do nível dinâmico dos poços no SAEC.	85
Tabela 7: Dados estatísticos da vazão dos poços no SAEC.	86
Tabela 8: Dados da profundidade dos poços no AP.	87
Tabela 9: Dados da profundidade de entrada de água dos poços no AP.	88
Tabela 10: Dados da profundidade dos níveis estáticos dos poços no AP.	89
Tabela 11: Dados estatísticos das profundidades dos níveis dinâmicos dos poços no AP.	90
Tabela 12: Dados estatísticos de vazão dos poços no AP.	91
Tabela 13: Dados da profundidade dos poços no SAG.	92
Tabela 14: Dados das profundidades de entrada de água nos poços do SAG.	93
Tabela 15: Dados de nível estático dos poços no SAG.	93
Tabela 16: Dados de nível dinâmico dos poços no SAG.	94
Tabela 17: Dados de vazão dos poços no SAG.	95
Tabela 18: Classes de vulnerabilidade GOD e seus percentuais em área.	103
Tabela 19: Área de cada classe de uso e ocupação do solo e classificação atribuída do potencial contaminante difuso, segundo o método POSH.	112

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico

AVI – *Aquifer Vulnerability Index*

CORSAN – Companhia Rio-grandense de Saneamento

CPRM – Serviço Geológico do Brasil Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral

DRASTIC – *Depth to Water, Recharge, Aquifer Media, Soil Media, Topography, Impact of the Vadose Zone, Conductivity of the Water*

DRH – Departamento de Recursos Hídricos

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

FEPAM – Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler

FMMA – Fundação Municipal de Meio Ambiente de Gravataí/RS

GOD – *Groundwater occurrence, Overall lithology of the unsaturated zone, Depth to the water table*

GM – *General Motors*

GPS – *Global Positioning System*

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDW – Interpolação pela Ponderação do Inverso da Distância (*Inverse distance weighting*)

IPH – Instituto de Pesquisas Hidráulicas

MDE – Modelo Digital de Elevação

ND – Nível dinâmico

NE – Nível Estático

NRC – *National Research Council*

PCRS – Planície Costeira do Rio Grande do Sul

PIB – Produto Interno Bruto

POSH – *Pollutant Origin, Surcharge Hydraulically*

SAEC – Sistema Aquífero Embasamento Cristalino

SAG – Sistema Aquífero Guarani

SAQC – Sistema Aquífero Quaternário Costeiro

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

SASG – Sistema Aquífero Serra Geral

SEMA – Secretaria Municipal do Meio Ambiente, Sustentabilidade e Bem Estar Animal

SEMA-RS – Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura do Estado do Rio Grande do Sul

SIAGAS – Sistema de Informação de Águas Subterrâneas

SIG – Sistema de Informações Geográficas

SIOUT-RS – Sistema de Outorga de Águas do Estado do Rio Grande do Sul

SIRGAS – Sistema de Referência Geocêntrico para a América do Sul

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

SRTM – *Shuttle Radar Topography Mission*

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

USGS – *United States Geological Survey*

UTM – Universal Transversa de Mercator

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	20
1.1	LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	21
1.2	CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA/HIPÓTESE	22
1.3	JUSTIFICATIVA	22
1.4	OBJETIVOS GERAIS E ESPECÍFICOS	23
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	22
2.1	CONTEXTO GEOLÓGICO	22
2.1.1	Escudo Sul-Rio-grandense	22
2.1.2	Bacia do Paraná	24
2.1.3	Planície Costeira do Rio Grande do Sul	30
2.2	CONTEXTO HIDROGEOLÓGICO	32
2.2.1	Sistema Aquífero Embasamento Cristalino II (SAEC II)	34
2.2.2	Aquitardo Permiano (AP)	35
2.2.3	Sistema Aquífero Guarani (SAG)	36
2.2.4	Sistema Aquífero Serra Geral (SASG)	39
2.2.5	Sistema Aquífero Quaternário Costeiro (SAQC)	40
2.3	VULNERABILIDADE DE AQUÍFEROS	41
2.4	RISCO POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO DE AQUÍFEROS	45
3	MATERIAIS E MÉTODOS	49
3.1	LEVANTAMENTO DE DADOS EXISTENTES	49
3.2	COLETA E CADASTRAMENTO DE PONTOS DE CAPTAÇÃO	50
3.3	CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA	50
3.4	CARACTERIZAÇÃO HIDROGEOLÓGICA	51
3.5	AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE DOS AQUÍFEROS	52
3.6	AVALIAÇÃO DO RISCO POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO DOS AQUÍFEROS	55
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	57
4.1	RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS NA ÁREA DE ESTUDO	57
4.2	CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA	63
4.2.1	Embasamento Cristalino	65

4.2.2	Formação Palermo	66
4.2.3	Subgrupo Estrada Nova.....	67
4.2.4	Formação Rio do Rasto	68
4.2.5	Formação Pirambóia.....	69
4.2.6	Formação Botucatu.....	70
4.2.7	Formação Serra Geral	71
4.2.8	Depósitos Cenozóicos	74
4.3	CARACTERIZAÇÃO HIDROGEOLÓGICA.....	77
4.3.1	Sistema Aquífero Embasamento Cristalino.....	80
4.3.2	Aquitardos Permianos.....	86
4.3.3	Sistema Aquífero Guarani.....	91
4.4	AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE DA ÁGUA SUBTERRÂNEA.....	96
4.4.1	Mapa do parâmetro “G”	97
4.4.2	Mapa do parâmetro “O”	98
4.4.3	Mapa parâmetro “D”.....	100
4.4.4	Mapa do Índice GOD	101
4.5	AVALIAÇÃO DO RISCO POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO	106
4.5.1	Cadastro das Fontes de Contaminação	106
4.5.2	Risco Potencial de Contaminação dos Aquíferos.....	115
4.6	INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS	126
5	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	128
	REFERÊNCIAS	131
	ANEXOS.....	140

1 INTRODUÇÃO

Cada vez mais os aquíferos vêm se apresentando como uma excelente alternativa de reservas de água, demonstrando, na maior parte das vezes, boa qualidade e baixa influência às variações sazonais ao longo do ano, se comparados com as águas provenientes de corpos d'água superficiais, mais expostos às variações climáticas.

Em decorrência da expansão dos centros urbanos, crescimento do desenvolvimento industrial e expansão das áreas dedicadas a agricultura, estes recursos estão cada vez mais sendo demandados, possuindo como principais vantagens, em relação às águas superficiais, um baixo custo relativo ao seu aproveitamento e uma excelente qualidade natural, o que normalmente faz com que seja dispensado investimentos com estações de tratamento.

Segundo dados da ANA (2010), cerca de 52% dos municípios brasileiros são abastecidos total (36%) ou parcialmente (16%) por águas subterrâneas. No Rio Grande do Sul, este número é ainda maior, chegando a mais de 50% dos municípios gaúchos abastecidos exclusivamente por poços e/ou de forma mista, captando água também de mananciais superficiais. No município de Gravataí, foco deste trabalho, segundo dados do IBGE (2010), cerca de 24% dos domicílios apresentam como forma de abastecimento de água poços ou nascentes, sendo este número provavelmente maior nos dias atuais, devido a defasagem dos dados.

No entanto, o uso indiscriminado desses mananciais, associado à sua vulnerabilidade natural e à potencialidade de diversas atividades antrópicas gerarem cargas contaminantes, acabam, em muitos casos, por serem responsáveis por processos que levam a contaminação da água subterrânea. Em função disso e da importância deste recurso para o estado do Rio Grande do Sul, sobretudo para o município de Gravataí, juntamente da ausência de estudos que tratam desta temática, torna-se necessário que sejam desenvolvidos estudos hidrogeológicos que envolvam a avaliação da vulnerabilidade e risco de contaminação, contribuindo para uma melhor gestão dos recursos hídricos subterrâneos presentes na região.

Por essa razão foi desenvolvido este estudo, que tem por finalidade avaliar a vulnerabilidade e o risco potencial de contaminação da água subterrânea ao longo do município. No estudo proposto foram aplicados os métodos de análise GOD para avaliar a vulnerabilidade do aquífero, e o método POSH, que classifica as fontes de

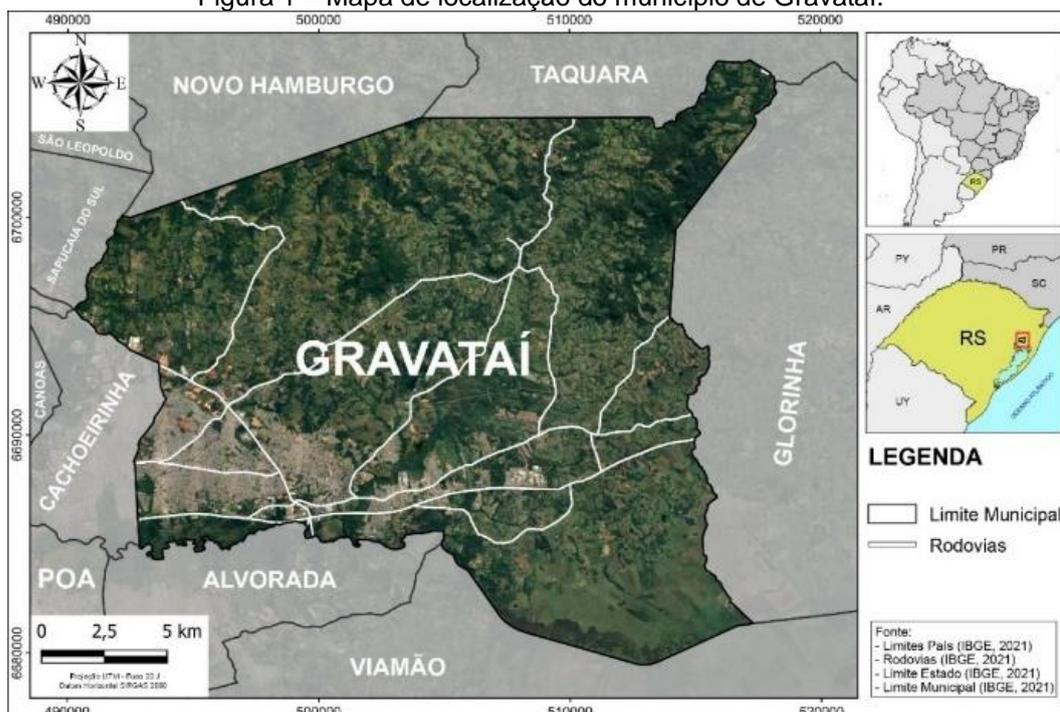
contaminação, resultando, através da integração das análises, no risco de contaminação.

1.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O Município de Gravataí está localizado na Região Metropolitana de Porto Alegre, a aproximadamente 23 km da capital gaúcha e possui uma área total de 468,288 km² (IBGE, 2022). Faz divisa com oito Municípios: ao norte Taquara e Novo Hamburgo, a oeste Sapucaia do Sul, Esteio e Cachoeirinha, ao sul Alvorada e Viamão e a leste Glorinha (Figura 1). Segundo último Censo (2022), sua população é de 265.074 habitantes, configurando uma densidade demográfica de 566,05 hab/km² (IBGE, 2022).

A indústria é o setor mais relevante para a economia do município, seguido pela prestação de serviços e da agropecuária. A cultura do arroz é o único produto que se destaca no município, predominando sobre as demais culturas tanto em área cultivada, quanto em quantidade produzida. A potencialidade mineral é composta pelo grupo dos materiais de uso imediato na construção civil, como argila, arenito e gablo, além de carvão mineral (FMMA, 2005; IBGE, 2010).

Figura 1 – Mapa de localização do município de Gravataí.



Fonte: elaborado pelo autor.

1.2 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA/HIPÓTESE

Na região onde se encontra o município de Gravataí, há ocorrências de diferentes sistemas aquíferos localizados em profundidades variadas, os quais devido a sua gênese, apresentam heterogeneidades na sua constituição e estrutura, refletindo, por conta disso, em diferenças no grau de confinamento e na natureza do substrato acima da zona aquífera. Estas diferenças, somadas à capacidade de geração de carga contaminante proveniente das diversas atividades antrópicas realizadas sobre o solo, refletem diretamente na vulnerabilidade natural e no risco de contaminação desses aquíferos.

Dessa forma, o presente trabalho pretende testar a hipótese de que a vulnerabilidade natural a contaminação das águas subterrâneas seja variável e influenciada pela compartimentação hidroestratigráfica e estrutural das unidades aquíferas. Além disso, o trabalho visa testar a hipótese de que existe variação espacial do risco potencial de contaminação dos aquíferos, como um reflexo da variação atribuída aos diferentes graus de vulnerabilidade dos aquíferos, associada aos diferentes usos do solo.

1.3 JUSTIFICATIVA

Embora a maior parte da água captada para abastecimento no município de Gravataí ainda seja proveniente dos rios, principalmente o Rio Gravataí (FMMA, 2005), a água subterrânea representa um recurso estratégico para a cidade, servindo como uma reserva relativamente segura para o abastecimento futuro, tanto no caso de aumento da demanda, no qual o crescimento econômico e social faz com que a água subterrânea passe a ser mais utilizada, aumentando assim o número de perfurações de novos poços, quanto em um cenário de comprometimento da oferta das águas superficiais.

Dessa forma, o desenvolvimento desse trabalho justifica-se pela escassez de informações hidrogeológicas na área, restringindo-se a trabalhos regionais. Com o trabalho será possível aumentar o entendimento sobre as características hidrogeológicas, vulnerabilidades e riscos de contaminação da água subterrânea. Ademais, os dados e resultados gerados através deste estudo servirão como ferramenta adicional aos gestores, que terão mais um produto para auxiliar no

ordenamento territorial e melhor gestão dos recursos hídricos subterrâneos, evitando que novos poços venham a ser construídos fora das normas adequadas, principalmente em áreas de elevada vulnerabilidade, podendo tornar-se vetores de contaminação.

1.4 OBJETIVOS GERAIS E ESPECÍFICOS

O presente trabalho tem como objetivo principal realizar o estudo da vulnerabilidade natural e do risco potencial de contaminação dos aquíferos existentes na região abrangida pelo município de Gravataí.

Os objetivos específicos são:

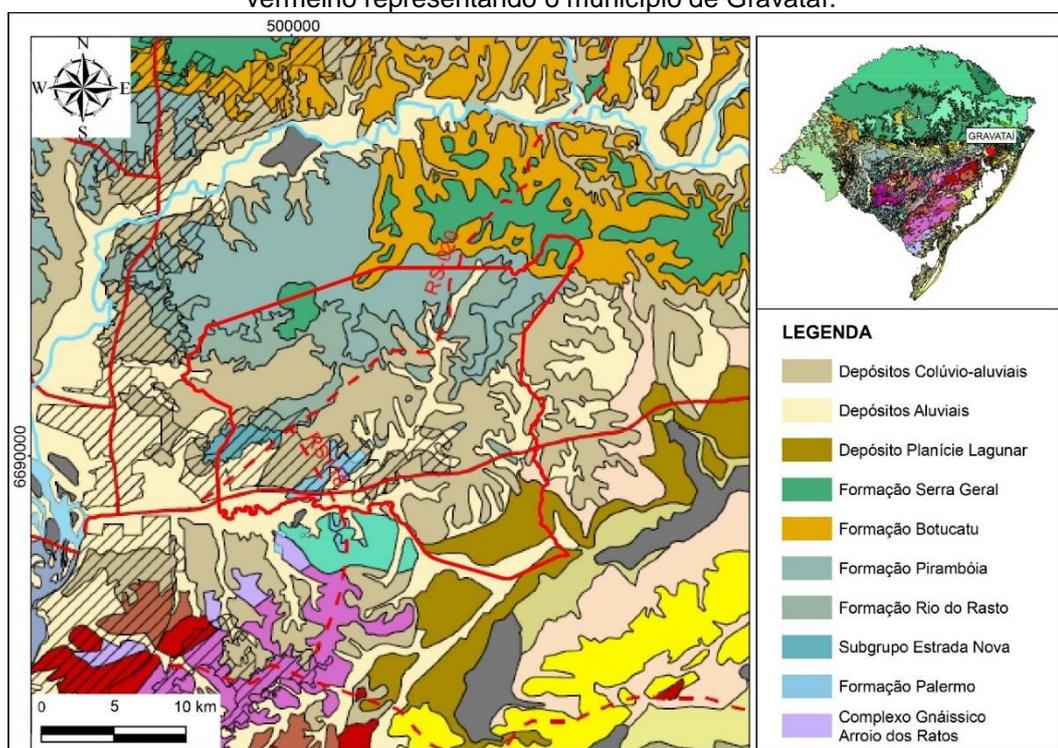
- I. Avaliar a captação de água subterrânea na área do município;
- II. Caracterizar os sistemas aquíferos existentes na área de estudo;
- III. Avaliar a vulnerabilidade dos aquíferos com base na aplicação do método GOD;
- IV. Identificar e classificar as fontes de contaminação existentes na área de estudo;
- V. Avaliar o risco potencial de contaminação dos aquíferos existentes na área de estudo com base na aplicação do método POSH.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CONTEXTO GEOLÓGICO

De acordo com Wildner *et al.* (2008), o arcabouço geológico da região do município de Gravataí é formado por litologias pertencentes ao Escudo Sul-Rio-Grandense, porção nordeste do Batólito Pelotas, unidades litoestratigráficas representantes da Bacia do Paraná e também sedimentos inconsolidados de idade Quaternária associados à gênese da Planície Costeira do estado (Figura 2).

Figura 2 – Mapa esquemático do contexto geológico da região. Destaque para o polígono vermelho representando o município de Gravataí.



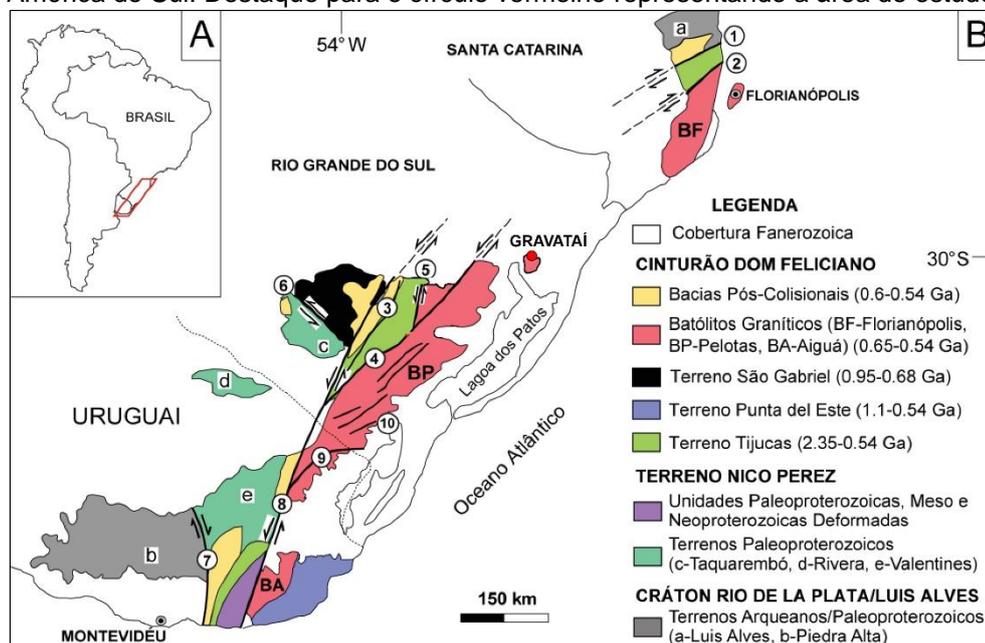
Fonte: modificado de Wildner *et al.* (2008).

2.1.1 Escudo Sul-Rio-grandense

De acordo com Hartmann (2007), o Escudo Sul-rio-grandense é composto por associações de rochas metamórficas, ígneas e sedimentares dispostas em um complexo arranjo tectônico e estratigráfico que passaram por diferentes trajetórias evolutivas durante o Ciclo Orogênico Brasileiro. Estas rochas foram individualizadas, a partir de informações geológicas, estruturais, geoquímica e

datação isotópica, em duas unidades distintas, sendo elas, os Terrenos Taquarembó e Cinturão Dom Feliciano (Terreno São Gabriel, Tijucas, Punta del Este e Batólito Pelotas) (Figura 3).

Figura 3 – Localização do Cinturão Dom Feliciano no contexto tectônico da porção sul da América do Sul. Destaque para o círculo vermelho representando a área de estudo.



Fonte: modificado de Philipp *et al.* (2013).

Conforme estudos de Wildner *et al.* (2008), as rochas que compõem parte do substrato do município de Gravataí fazem parte do denominado Batólito Pelotas (BP), a principal unidade da antiga cadeia de montanhas conhecida como Cinturão Dom Feliciano situado na porção leste do Escudo Sul-Rio-Grandense, cujo magmatismo teve duração de cerca de 70 Ma (entre 630 Ma e 570 Ma), com início relacionado ao metamorfismo colisional, e principalmente durante o período tardi a pós-colisional. Possui cerca de 370 km de comprimento e entre 70 e 110 km de largura, apresentando continuidade para Santa Catarina, e para o Uruguai (Philipp *et al.*, 2000, 2007; Bitencourt *et al.*, 2008).

Philipp (1998) subdividiu o BP em várias suítes graníticas: Suíte Intrusiva Pinheiro Machado (SIPM), Suíte Intrusiva Erval (SIE), Suíte Intrusiva Viamão (SIV), Suíte Intrusiva Encruzilhada do Sul (SIES), Suíte Granítica Cordilheira (SGC) e Suíte Granítica Dom Feliciano (SGDF). Em todas as referidas suítes ocorrem septos do embasamento, que correspondem a fragmentos da antiga crosta Paleoproterozoica (Philipp, 1998, 2000; Viero *et al.*, 2010).

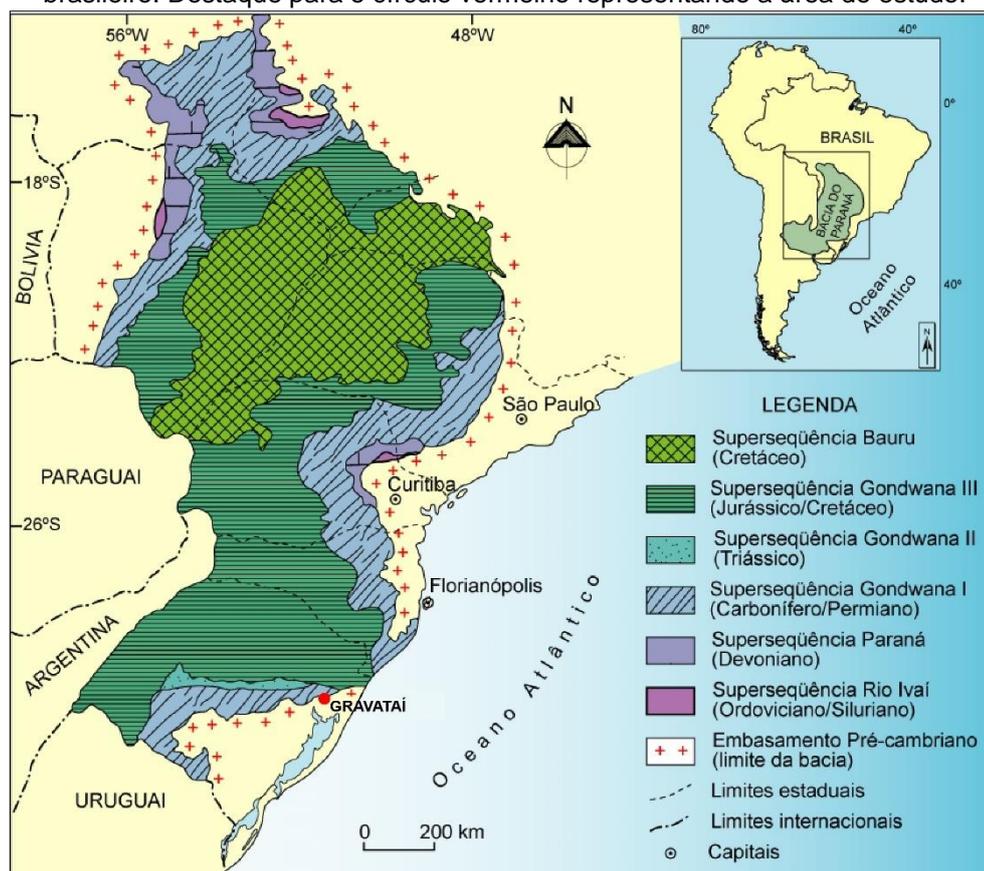
No município de Gravataí, a SIPM está representada por rochas pertencentes ao Complexo Gnáissico Arroio dos Ratos, o qual representam fragmentos metamorfizados de uma crosta antiga. De acordo com Philipp (1998), o complexo gnáissico é uma unidade situada no extremo norte do batólito, apresentando os mesmos elementos composicionais, geoquímicos e estruturais dos granitóides da SIPM (granodioritos, tonalitos e monzogranitos subordinados) sendo considerado, de modo preliminar, como uma extensão para norte desta suíte, intensamente afetada pela Zona de Cisalhamento Dorsal de Canguçu.

2.1.2 Bacia do Paraná

A Bacia do Paraná é considerada uma bacia intracratônica, caracterizando-se como uma depressão alongada de forma oval com seu eixo maior na direção NE-SW, desenvolvida sobre o paleocontinente Gondwana entre o Ordoviciano e o Cretáceo. Sua porção aflorante ocupa uma área de aproximadamente 1.500.000 km², abrangendo porções dos territórios do Brasil, Paraguai, Argentina e Uruguai, cuja espessura das sucessões sedimentar-magmáticas depositadas chega a mais de 7 km. No Brasil, a bacia ocupa a maior parte dos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e também algumas regiões de Minas Gerais e Goiás (Milani, 2004).

Milani (1997) subdividiu o registro estratigráfico da Bacia em seis supersequências que representam intervalos temporais da evolução tectono-sedimentar: Rio Ivaí (Ordoviciano-Siluriano), Paraná (Devoniano), Gondwana I (Carbonífero-Eotriássico), Gondwana II (Meso a Neotriássico), Gondwana III (Neojurássico-Eocretáceo) e Bauru (Neocretáceo). Nesta divisão, as três primeiras supersequências representam ciclos transgressivos-regressivos relacionados à variação do nível relativo do mar durante o Paleozoico, enquanto as duas últimas correspondem a pacotes de sedimentos continentais e rochas ígneas Mesozoicas (Figura 4).

Figura 4 – Mapa da área da Bacia do Paraná e distribuição das supersequências no território brasileiro. Destaque para o círculo vermelho representando a área de estudo.



Fonte: modificado de Milani (1997).

Segundo Wildner *et al.* (2008), na região do município de Gravataí, a Bacia do Paraná está representada por unidades pertencentes às Supersequência Gondwana I (Formação Palermo incluída no Grupo Guatá, Subgrupo Estrada Nova, Formação Rio do Rasto e Formação Pirambóia, do Grupo Passa Dois) e por unidades da Supersequência Gondwana III (Formações Botucatu e Serra Geral, do Grupo São Bento).

2.1.2.1 Formação Palermo

Inicialmente denominada como Schistos de Palermo por White (1908), por conta da sua seção tipo ter sido descrita na localidade de Palermo, município de Lauro Müller/SC, caracteriza-se sobretudo pelo predomínio de siltitos e siltitos arenosos, de coloração acinzentada ou amarelo-esverdeada. De maneira localizada, podem ser encontrados arenitos finos a muito finos e folhelhos, com intercalações subordinadas de camadas de arenitos médios a grossos, eventualmente com

grânulos na base, registrando eventos de tempestade, que atingiram a linha de costa, erodindo e transportando areia para regiões mais distais. Em termos de estruturas sedimentares, destacam-se do tipo estratificação cruzada *hummocky*, laminações heterolíticas *flaser*, *wavy* (ondulada) e *linsen* (lenticular), frequentemente com bioturbações e fluidizações que deformam a laminação. Tais estruturas sugerem que as rochas são oriundas da deposição em ambiente deposicional de plataforma marinha rasa dominada por ondas, em contexto de *shoreface* inferior - transição *offshore* (Holz *et al.*, 2000; Roisenberg *et al.*, 2008; Maahs *et al.*, 2019, 2023).

2.1.2.2 Subgrupo Estrada Nova

Figueiredo Filho (1972), diante da dificuldade de identificação do limite entre as formações Serra alta e Teresina ao longo dos afloramentos (devido à passagem gradacional entre elas), propôs agrupá-las na Formação Estrada Nova, que posteriormente passou a classificação de subgrupo.

A Formação Serra Alta, proposta por Gordon Jr. (1947), é composta por argilitos, folhelhos e siltitos de coloração cinza escuro ou esverdeado a preto, com laminação plano-paralela, tendo sua deposição ocorrida em ambiente marinho, abaixo do nível de ação das ondas (Schneider *et al.*, 1974). São frequentes intercalações entre lentes e concreções carbonáticas e camadas decimétricas de arenito finos próximo à base (Holz *et al.*, 2000; Roisenberg *et al.*, 2008).

A Formação Teresina, introduzida por Moraes Rego (1930), é constituída por argilitos e folhelhos associados a siltitos cinza-escuros a esverdeado geralmente tabulares ou lenticulares alongados, no qual a deposição se deu em ambiente marinho relativamente mais profundo na base passando para ambiente mais raso e agitado, dominado por marés no topo. Diferencia-se da Fm. Serra Alta pela maior presença de lâminas de siltitos e arenitos muito finos acinzentados, nos quais lentes e concreções calcíferas são frequentes. As estruturas sedimentares mais comuns são estratificações plano-paralela, ondulada e microcruzada (Schneider *et al.*, 1974; Holz *et al.*, 2000).

2.1.2.3 Formação Rio do Rasto

A Formação Rio do Rasto foi descrita pela primeira vez por White (1908), no estado de Santa Catarina, em uma ocorrência junto ao rio Rastro, sendo na época nomeada como “Camadas Vermelhas do Rio do Rasto”. Décadas mais tarde, Gordon Jr. (1947) renomeou a unidade como Formação Rio do Rasto, subdividindo-a em dois membros: Membro Serrinha, abrangendo a porção inferior da unidade, e Membro Morro Pelado, porção superior.

Segundo Lavina (1991), os depósitos presentes no estado do Rio Grande do Sul apresentam características que permitem enquadrá-los no Membro Morro Pelado, sendo dessa forma constituídos de arenitos flúvio-deltáicos finos a muito finos, de coloração avermelhada, arroxeadada e esbranquiçada, intercalados com argilitos e siltitos avermelhados a arroxeados, depositados em ambiente continental sob condições climáticas oxidantes. Em termo de estruturas sedimentares, destacam-se a estratificação cruzada acanalada, laminação cruzada e plano-paralela, com corpos arenosos apresentando-se com formas lenticulares ou sigmoidais, cujas bases são erosivas, interpretados como lobos de suspensão (Holz *et al.*, 2000).

2.1.2.4 Formação Pirambóia

A Formação Pirambóia foi mencionada pela primeira vez no trabalho de Washburne (1930) e posteriormente, por Soares (1975), subdividindo os arenitos Mesozoicos da Bacia do Paraná em Formação Pirambóia, no qual abrange a porção basal do pacote sedimentar, considerada de gênese predominantemente fluvial, e em Formação Botucatu, na porção superior do pacote sedimentar, interpretada como de gênese predominantemente eólica.

No Rio Grande do Sul, a Formação Pirambóia foi reconhecida a partir do trabalho de Lavina *et al.* (1993), no qual os autores sugerem que a parte inferior da Formação Sanga do Cabral seria, na verdade, a continuação da Formação Pirambóia, em particular representada por sedimentos de origem eólica, localmente lacustre e fluvial, ocorrendo no estado somente na porção leste e oeste, sendo desta forma, ausente na porção central e limitada por duas falhas NE-SW e NW-SE.

Por conta da atuação intensa de processos intempéricos sobre os depósitos

dessa unidade, são encontrados poucos afloramentos bem preservados. Quando presente, são constituídos por arenitos síltico-argilosos, esbranquiçados, amarelados e avermelhados, médios a finos, com grãos bem selecionados, subangulares e subarredondados, intercalando-se, em alguns pontos, com finas camadas de argilitos e siltitos, podendo-se encontrar estratificações cruzadas acanaladas de pequeno a médio porte e cruzadas planares de médio porte (Roisenberg *et al.*, 2008).

2.1.2.5 Formação Botucatu

A Formação Botucatu, descrita pela primeira vez em São Paulo como “Grés de Botucatu” por Gonzaga de Campos (1889), recobre uma área de aproximadamente 1.300.000 Km², compreendendo porções do Brasil, Uruguai, Paraguai e Argentina, aflorando ao longo de toda borda da Bacia do Paraná (Scherer, 1998; Betiollo, 2006). Teve a deposição dos seus sedimentos iniciada durante a pré-ruptura do supercontinente Gondwana, permanecendo durante o início do evento de magmatismo subsequente da Formação Serra Geral (Roisenberg, 2007). Esse período foi caracterizado pelo domínio do clima árido, com um nível freático abaixo da superfície, inferido devido à ausência de registros de interdunas úmidas (Faccini, 1989; Scherer, 2000). A espessura do pacote sedimentar é variável, sendo em alguns locais representado por uma única duna, mas em outros alcança espessuras de até 100 m (Scherer, 2000).

Com relação a composição litológica, a unidade é representada, em sua maior parte, por arenitos médios a finos, bimodais, de coloração róseo-avermelhadas, com grãos foscos, bem arredondados e bastante litificados, com domínio composicional quartzoso. Também ocorrem arenitos grossos a conglomeráticos, que formam lentes de até 1 m, sendo interpretados como depósitos de lençóis de areia. Podem ser identificadas estratificações cruzadas acanaladas e tangenciais de grande porte e raramente planares (Scherer, 1998).

No Rio Grande do Sul, o limite inferior da Fm. Botucatu é marcado por uma discordância erosiva regional, na qual os arenitos eólicos recobrem diferentes unidades estratigráficas (Formações Rio do Rasto, Pirambóia, Santa Maria, Caturrita e Guará), enquanto o limite superior é concordante com os derrames vulcânicos da Fm. Serra Geral, sendo caracterizado pela intercalação entre essas duas litologias

denominados “*intertrapps*”. Devido a esses “*intertrapps*”, definiu-se que o final da sedimentação é contemporâneo ao início do vulcanismo da Fm. Serra Geral (Scherer, 1998), em cerca de 133 Ma (40Ar/39Ar; Renne, 1992; Turner *et al.*, 1994).

2.1.2.6 Formação Serra Geral

A Formação Serra Geral, inicialmente descrita como “Eruptivas Serra Geral” por White (1908), representa uma das maiores manifestações vulcânicas da história da Terra, ocupando uma área de aproximadamente 1.200.000 km² na América do Sul, distribuídos entre a Argentina, Paraguai, Uruguai e áreas ao sul do Brasil, tendo sua continuação no continente africano, denominado como Formação Etendeka (Roisenberg & Viero, 2000). Constitui um vulcanismo com idades entre 138 e 128 Ma (Eocretácea) (Renne *et al.*, 1992; Turner *et al.*, 1994) associado à tectônica distensiva que ocasionou a ruptura do continente gondwânico e a consequente abertura do Oceano Atlântico Sul (Roisenberg & Viero, 2000).

A unidade é constituída basicamente por basaltos toleíticos e andesitos basálticos, ocorrendo subordinadamente riodacitos e riolitos (Peate *et al.*, 1992). Regionalmente, com base em padrões geoquímicos, foi inicialmente dividida por Bellieni *et al.* (1984a) e Mantovani *et al.* (1985a) em basaltos de baixo-Ti (TiO₂ < 2%), restritos ao sul da província, e alto-Ti (TiO₂ ≥ 2%) dominantes no norte. No entanto, a medida em que mais dados se tornaram disponíveis, foi observado que apesar de seu uso se tornar útil quando discutido petrogênese, é insensato para propósitos classificatórios depender da abundância de um único elemento (Peate, 1997).

Dessa forma, Peate *et al.* (1992) propôs a subdivisão da Fm. Serra Geral em dois centros magmáticos principais, com base em semelhanças geoquímicas (razões entre elementos-traços incompatíveis) entre os tipos de magma e as suas relações estratigráficas, sendo um mais antigo no sul (baixo-Ti), que compreende os tipos Gramado, Esmeralda e Ribeira, e um mais jovem ao norte (alto-Ti), que compreende os tipos Paranapanema, Pitanga e Urubici. Posteriormente, Wildner (2004) ainda subdividiu o magmatismo Serra Geral em oito fácies distintas relacionadas ao magmatismo máfico (fácies Gramado, Paranapanema-Pitanga, Esmeralda, Campo Erê e Lomba Grande) e ao magmatismo intermediário e félsico (fácies Palmas ou Caxias, Chapecó, Várzea do Cedro e Alegrete). Atualmente, um

novo enquadramento para as rochas da Fm. Serra Geral defende a elevação estratigráfica do Serra Geral para grupo, que seria composto por quatro formações: Torres, Vale do Sol, Palmas e Esmeralda (Rossetti *et al.*, 2021).

Segundo o levantamento realizado por Roisemberg *et al.* (2008), na região de Gravataí há ocorrência de rochas vulcânicas básicas pertencentes à fácies Gramado. Estas rochas apresentam coloração cinza-escuro e textura que varia de afanítica a porfírica fina. Em cortes de estrada, a unidade ocorre como derrames de espessura variável, nos quais apresentam um horizonte maciço seguido de um horizonte vesicular bem desenvolvido no topo, o qual varia muito em tamanho e é preenchido por minerais como quartzo, calcedônia, zeolita e esmectita. Além dos derrames, também é bastante comum a ocorrência de corpos intrusivos como diques e soleiras, de composição básica a intermediária, os quais ocorrem tanto aflorantes como em subsuperfície.

2.1.3 Planície Costeira do Rio Grande do Sul

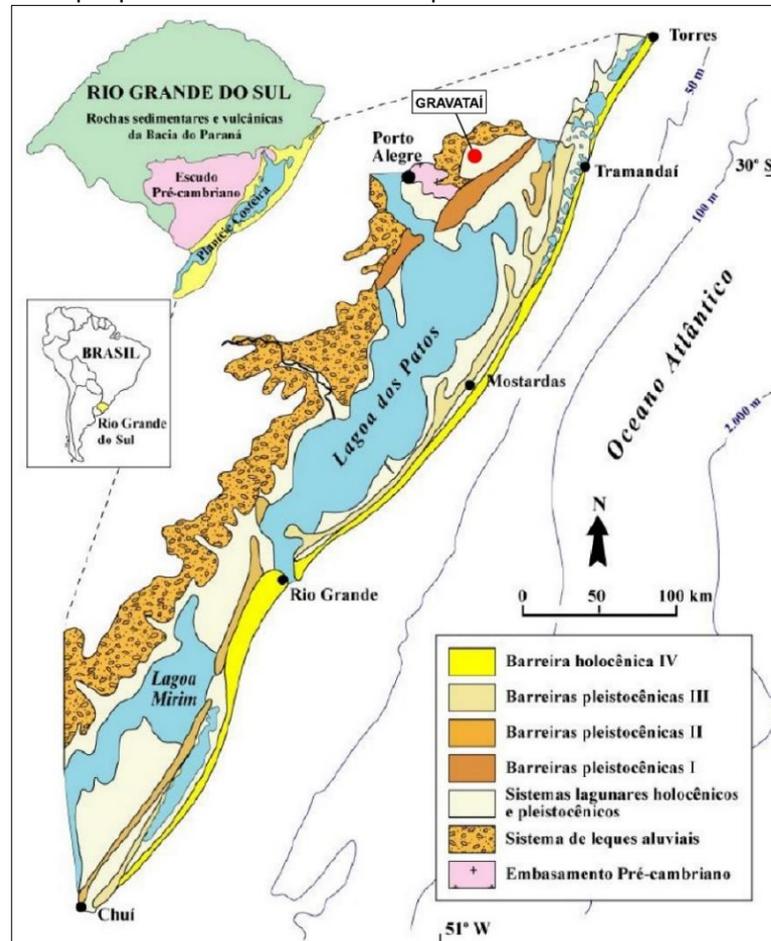
A Planície Costeira do Rio Grande do Sul (PCRS) corresponde a uma região onde estão expostos os depósitos mais superficiais e proximais da Bacia de Pelotas, uma bacia marginal do tipo aberta, localizada no extremo sul da Margem Continental Brasileira. Possui uma linha de costa com orientação NE-SW de aproximadamente 620 km de extensão, cobrindo uma área de aproximadamente 33.000 km² e podendo alcançar uma largura superior a 80 km, caracterizando-a como a maior planície costeira do Brasil. A PCRS é delimitada ao norte pelas rochas vulcânicas e sedimentares da Bacia do Paraná e ao sul pelo Escudo Sul-rio-grandense (Tomazelli & Villwock, 2000).

Esta bacia se desenvolveu sobre um embasamento constituído por rochas ígneas e metamórficas do Escudo Pré-Cambriano e pelas sequências sedimentares e vulcânicas de idade Paleozóica e Mesozóica da Bacia do Paraná, tendo sua origem associada aos eventos geotectônicos que, a partir do Cretáceo inferior, fragmentaram o continente Gondwana, levando à abertura do Atlântico Sul (Tomazelli & Villwock, 2000).

Villwock & Tomazelli (1995), utilizando o conceito de Sistema Depositional definido por Fisher & McGowen (1967) agruparam e correlacionaram as unidades deposicionais que constituem a parte emersa da Bacia de Pelotas, relacionando as

fácies sedimentares da PCRS a dois tipos de sistemas deposicionais: Sistemas de Leques Aluviais e Sistemas do Tipo Laguna-Barreira denominados I, II e III, de idade pleistocênica, e IV, de idade holocênica (Figura 5).

Figura 5 – Mapa geológico da PCRS, ilustrando os principais sistemas deposicionais. Destaque para o círculo vermelho representando a área de estudo.



Fonte: modificado de Tomazelli & Villwock (1996).

Para o município de Gravataí foram identificados apenas os depósitos relacionados ao Sistema Lagunar I, pertencente ao Sistema Pleistocênico Barreira-Laguna I, assim como ainda foram individualizados alguns depósitos Holocênicos: Depósitos eluviais e coluviais e Depósitos aluvionares e de canal fluvial, relacionados principalmente a sistemas lagunares, fluviais e de leques aluviais (Wildner *et al.*, 2008; Roisenberg *et al.*, 2008).

O Sistema Lagunar I ocupa as terras baixas situadas entre a Barreira I e os terrenos mais antigos formados pelas rochas da Bacia do Paraná e pelos terrenos pré-cambrianos da região de Porto Alegre, Viamão e Guaíba. Abrangendo boa parte

das bacias do rio Gravataí e do complexo fluvial do Guaíba (Tomazelli & Villwock, 2000). Segundo Roisenberg *et al.* (2008), os Depósitos de Planície Lagunar situados no extremo sudeste do município são representadas por areias siltico-argilosas, mal selecionadas, amarelo-acastanhadas, maciças ou com laminação plano-paralela incipiente, e constituídas basicamente por grãos de quartzo, com granulometria fina e média.

Os depósitos eluviais e coluviais encontrados ao longo do município, cobrindo algumas unidades sedimentares da Bacia do Paraná, resultaram de processos deposicionais gravitacionais gerados por fluxos de detritos. Caracterizam-se por apresentar sedimentos muito pobremente selecionados, constituídos por areias conglomeráticas, areias siltico-argilosas de cores avermelhadas, inconsolidadas, seixos, blocos e matações de arenitos e basalto. Além destes, também são encontrados depósitos holocênicos aluvionares e de canal fluvial, preenchendo calhas de rios e suas planícies de inundação ao longo dos vales de toda área mapeada. Constituem-se de materiais inconsolidados, formados por areias e cascalhos, ao longo das várzeas da rede de drenagem, assim como argilas e siltes de planícies de inundação (Roisenberg *et al.*, 2008).

2.2 CONTEXTO HIDROGEOLÓGICO

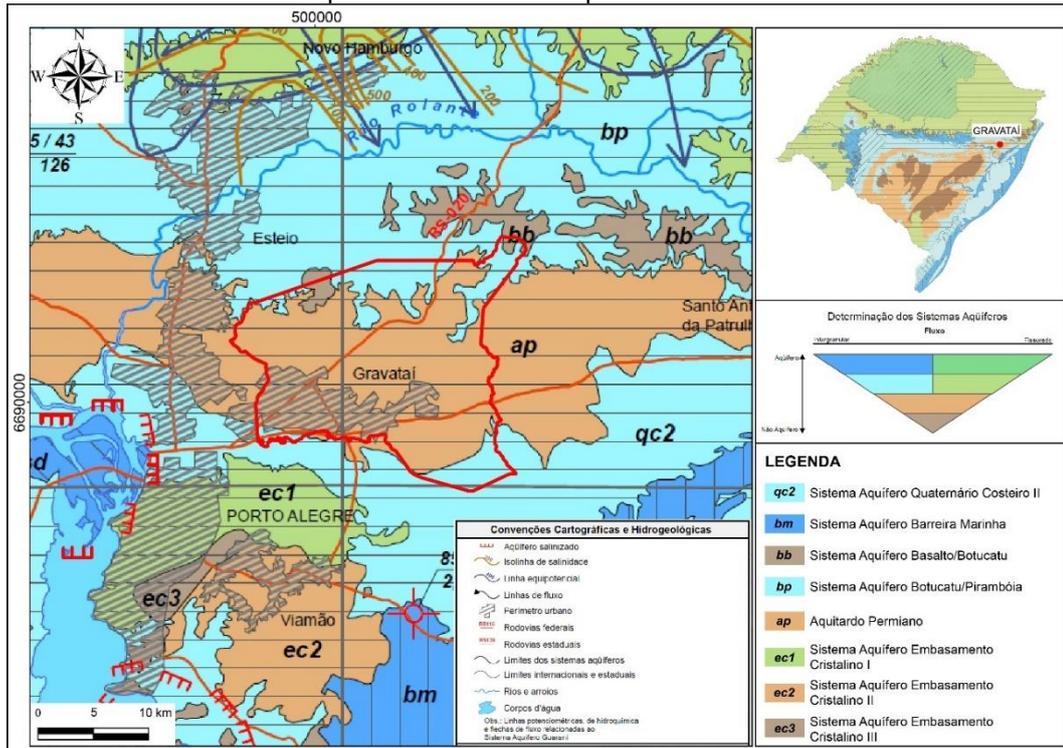
Entre os trabalhos mais aprofundados e pioneiros sobre os aquíferos existentes no Estado do Rio Grande do Sul, destacam-se os de Hausman (1960), chamado “Estudo das Possibilidades de Água Subterrânea no Rio Grande do Sul”, levando à publicação, em 1965, do primeiro mapa expedido sobre a hidrogeológico Sul-rio-grandense, intitulado “Esboço Hidrogeológico do Rio Grande do Sul” Hausman (1965).

Guiado pelo avanço dos conhecimentos referentes à geologia e pelo grande número de poços perfurados até então, Hausman (1995) sistematizou as ocorrências dos aquíferos no estado, em seu trabalho denominado de “Províncias Hidrogeológicas do Estado do Rio Grande do Sul – RS”, no qual o autor, utilizando-se de critérios morfológicos e estratigráficos, caracterizou as províncias hidrogeológicas do estado, subdividindo-as em sub-províncias. Esse trabalho deu origem ao primeiro mapa hidrogeológico do estado, denominado de “Províncias Hidrogeológicas do Estado do Rio Grande do Sul” na escala 1:50.000.

Recentemente, deve-se destacar o “Mapa Hidrogeológico do Rio Grande do Sul” (Machado & Freitas, 2005), na escala 1:750.000, produzido pelo Serviço Geológico Brasileiro (CPRM) em parceria com a Secretaria Estadual do Meio Ambiente (SEMA-DRH). O trabalho subdivide o estado em seis grupos de aquíferos, definidos de acordo com sua natureza e potencial hídrico, fornecendo informações para o gerenciamento dos recursos hídricos, permitindo avaliar a potencialidade dos aquíferos, suas condições de recarga e aspectos de qualidade das águas subterrâneas do Estado do Rio Grande do Sul (Machado & Freitas, 2005).

De acordo com esse mesmo estudo, na região que abrange o município de Gravataí os recursos hídricos subterrâneos estão associados às unidades hidroestratigráficas: Aquitardo Permiano (AP), Sistema Aquífero Botucatu/Pirambóia, que neste trabalho foi tratado como Sistema Aquífero Guarani (SAG), Sistema Aquífero Basalto/Botucatu (SABB), sendo denominado neste trabalho como Sistema Aquífero Serra Geral (SASG) e o Sistema Aquífero Quaternário Costeiro (SAQC) (Figura 6). Além desses, segundo Brum *et al.* (2006), no município ocorre ainda a unidade hidrogeológica Pinheiro Machado (g3), a qual corresponde ao Sistema Aquífero Embasamento Cristalino II, descrito por Machado & Freitas (2005). Por convenção, esta unidade será abordada, neste trabalho, como Sistema Aquífero Embasamento Cristalino II (SAEC II).

Figura 6 – Mapa Hidrogeológico esquemático. Destaque para o polígono vermelho representando o município de Gravataí.



Fonte: modificado de Machado & Freitas (2005).

2.2.1 Sistema Aquífero Embasamento Cristalino II (SAEC II)

Na Subprovíncia Cristalina, assim denominada por Hausman (1995), a maioria dos poços apresentam vazões entre 0,2 a 5 m³/h, sendo grande a quantidade de poços com vazões de 1 m³/h. Além desse intervalo, observa-se também um segundo pico de vazões da ordem de 12 a 13 m³/h e raras vazões elevadas, que alcançam 35 m³/h. As vazões menores parecem estar intimamente ligadas com sistemas de fraturamento secundário dos planos de falha, enquanto as maiores vazões estão mais relacionadas com o sistema de falhas principal.

De acordo com Machado & Freitas (2005), o SAEC II compreende todas as rochas graníticas, granodioríticas, gnáissicas, andesíticas, xistos, filitos e calcários metamorfizados que estão localmente afetadas por fraturamentos e falhas, em geral com espessa cobertura eluvial e/ou coluvial. A água subterrânea é restrita a zonas fraturadas, o que leva a uma grande variação na produtividade dos poços. Geralmente são encontradas capacidades específicas inferiores a 0,5 m³/h/m, podendo haver ocorrência de poços secos. Considera-se um horizonte de exploração entre 50 e 200 m de profundidade como razoável para essa unidade

hidrogeológica, sendo a qualidade das águas produzidas geralmente boa, ressalvada a ocorrência de teores de fluoretos acima do limite permitido para água potável (Brum *et al.*, 2006). De uma maneira geral, a vulnerabilidade natural pode ser classificada como baixa a moderada, podendo chegar a alta, principalmente em áreas muito rebaixadas topograficamente, de pequena declividade e sem cobertura sedimentar expressiva, sobretudo em regiões mais urbanizadas, estando sua vulnerabilidade relacionada principalmente à textura e espessura do manto de alteração (Brum *et al.*, 2006; Viero, 2010).

2.2.2 Aquitardo Permiano (AP)

Segundo Hausman (1995), por conta de sua composição ser essencialmente formada por rochas sedimentares finas, essa unidade é considerada um aquitardo, ou seja, uma formação litológica que armazena água, mas possui um coeficiente de condutividade hidráulica muito pequeno, transmitindo água muito lentamente (Machado, 2005). No entanto, ainda segundo Hausman (1995), a presença localizada de lentes calcárias, camadas de arenitos, planos entre os folhelhos e estruturas frágeis (planos de falhamentos e fraturas) podem levar a um aumento da circulação de água, resultando na elevação da produtividade dos poços que captam água dessa unidade.

De acordo com Machado & Freitas (2005), o AP engloba as Fm. Irati, Subgrupo Estrada Nova e Fm. Rio do Rasto, constituindo-se de siltitos argilosos, argilitos cinza escuros, folhelhos pirobotuminosos e pequenas camadas de margas e arenitos. Normalmente, os poços que captam água somente dessas litologias apresentam vazões muito baixas ou estão secos, tendo suas capacidades específicas geralmente inferiores a 0,1 m³/h/m. Devido à predominância de litologias com composição siltico-argilosa, apresentam normalmente índice de vulnerabilidade natural baixo a insignificante (Brum *et al.*, 2006; Viero, 2010).

Conforme trabalho de Brum *et al.* (2006), poços que captam água exclusivamente do Subgrupo Estrada Nova apresentam zonas de maior permeabilidade, provocadas por intrusões de diques e soleiras de diabásio, relacionados a Fm. Serra Geral, resultando em vazões sempre superiores às vazões médias dos poços que atravessam apenas a coluna sedimentar. A capacidade específica dos poços perfurados nessa unidade oscila de 0,072 m³/h/m, quando

apenas captando da unidade sedimentar, a $0,72 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$, quando são interceptados por corpos intrusivos. A profundidade de exploração é normalmente determinada pela ocorrência das intrusões, oscilando entre 50 a 250 m. Por outro lado, as áreas que captam água da Fm. Rio do Rasto, vêm gradativamente sendo consideradas como fonte alternativa de abastecimento d'água, pela ampla exploração em que vêm sendo submetidas. Essa unidade é normalmente explorada por poços com profundidade na faixa dos 200 m, chegando a vazões da ordem dos $1,5$ a $3 \text{ m}^3/\text{h}$.

Machado (2005), em sua Tese de Doutorado, percebeu que a Unidade Hidroestratigráfica Rio do Rasto se apresenta como uma unidade areno-pelítica, com aproximadamente 60% de pelitos e 40% de arenitos finos a muito finos, com cores predominantes avermelhadas e finas intercalações esverdeadas. Nos Compartimentos Leste, Oeste e Norte - Alto Uruguai, a parte superior da formação apresenta um maior interesse hidrogeológico podendo localmente ser considerada aquífera, pois a espessura média das camadas aumenta e os arenitos tornam-se francamente lenticulares.

2.2.3 Sistema Aquífero Guarani (SAG)

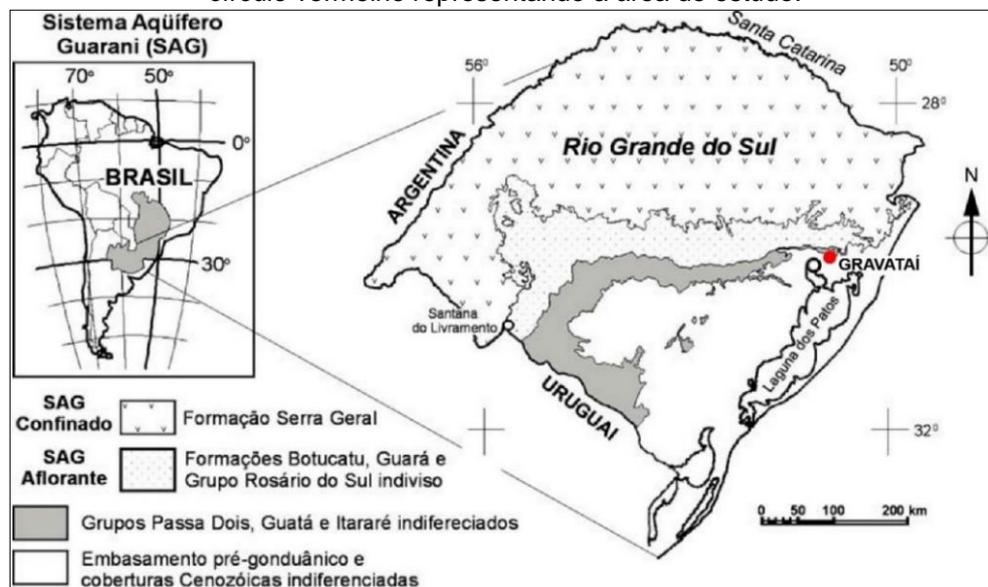
O SAG é considerado um dos maiores mananciais de água subterrânea do mundo e ocupa aproximadamente 55% da área do Rio Grande do Sul, sendo a principal reserva de água subterrânea do estado (Figuras 7 e 8). São citadas espessuras superiores a 600 m, no entanto espessuras entre 200 e 300 m são mais comuns. Em termos de cobertura espacial, apenas 10% da área do SAG é aflorante, estando o restante confinado por derrames basálticos. O SAG é constituído por nove unidades hidroestratigráficas: Botucatu, Guará, Arenito Mata, Caturrita, Alemoa, Passo das Tropas 1 e 2, Sanga do Cabral e Pirambóia. A maior distribuição de área confinada pertence à unidade hidroestratigráfica Botucatu, podendo obter vazões superiores a $500 \text{ m}^3/\text{h}$, motivo pelo qual é o principal aquífero do estado e alvo dos poços profundos (Machado & Freitas, 2005; Viero, 2010).

Figura 7 – Mapa esquemático do Sistema Aquífero Guarani. Destaque para o círculo vermelho representando a área de estudo.



Fonte: modificado de Machado (2006).

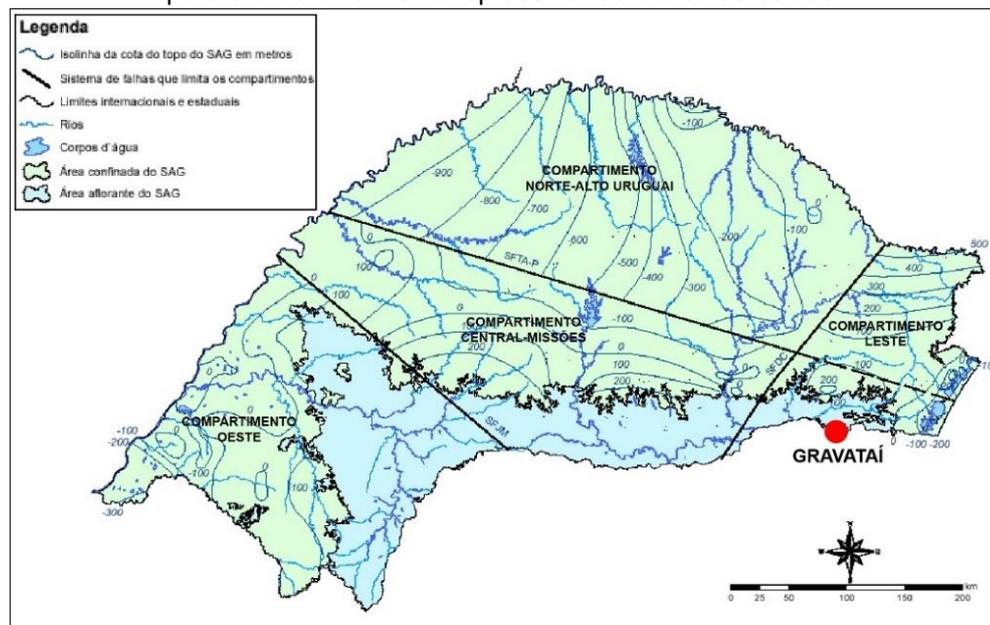
Figura 8 – Localização do SAG no Estado do Rio Grande do Sul. Destaque para o círculo vermelho representando a área de estudo.



Fonte: modificado de Machado (2005).

Conforme Machado (2005), o SAG caracteriza-se no Rio Grande do Sul por quatro compartimentos estruturais: Leste, Oeste, Central e Norte-Alto Uruguai. Sua área aflorante corresponde à depressão central do estado, entre os municípios de Santana do Livramento, a oeste, e Santo Antônio da Patrulha, a leste. Por outro lado, as áreas confinadas pelas rochas vulcânicas da Fm. Serra Geral ocorrem da região da Cuesta do Haedo, na fronteira oeste, até a região do litoral norte (Figura 9).

Figura 9 – Mapa de contorno estrutural do topo do SAG compartimentado. Destaque para o círculo vermelho representando a área de estudo.



Fonte: modificado de Machado (2016).

O município de Gravataí está localizado no Compartimento Leste do SAG, o qual segundo Machado (2005), é delimitado pelo Sistema de Falhas Dorsal de Canguçu (Falha do Leão), estando os aquíferos dessa região associados às Formações Botucatu e Pirambóia. Segundo Machado & Freitas (2005), na região, o SAG é representado pelo Sistema Aquífero Botucatu/Pirambóia, o qual se localiza quase que integralmente do município de Taquari até o município de Santo Antônio da Patrulha, na Região Metropolitana de Porto Alegre. É constituído de arenitos médios, róseos, endurecidos em afloramentos e com condições topo-estruturais em geral desfavoráveis para armazenamento de águas, onde os poços mais produtivos estão relacionados à presença de falhas ou fraturas que aumentam a possibilidade de se encontrar água subterrânea.

Ao analisar individualmente as unidades hidrogeológicas, Machado (2005) percebeu que a unidade hidroestratigráfica Botucatu aflora em pequenas áreas localizadas principalmente na região central do Estado, próxima às bordas escarpadas do planalto basáltico. No Compartimento Leste, na região de Venâncio Aires, os arenitos da unidade formam morros testemunhos, não erodidos por completo, resultando em uma baixa importância hidrogeológica, o que compromete a utilização da unidade como camada aquífera. Na região de Santo Antônio da Patrulha, devido ao alto teor de argila e cimentação dos arenitos as vazões variam de nulas até cerca de 60 m³/h, sendo a água captada principalmente através das fraturas tectônicas, o que resulta em um índice de vulnerabilidade natural baixo, passando a médio em alguns pontos (Brum *et al.*, 2006). Já a Unidade Hidroestratigráfica Pirambóia, neste mesmo compartimento, comporta-se de um modo bastante heterogêneo com relação a produção dos poços. Em São Leopoldo e Novo Hamburgo, são relativamente comuns poços nulos. Nos municípios de Sapiranga e Taquara raramente as vazões dos poços ultrapassam os 2 m³/h, enquanto em Santo Antônio da Patrulha e Parobé, as vazões variam de 4 a 14 m³/h, com média de 5 m³/h, sendo que os maiores valores estão associados com porções fraturadas do aquífero, elevando eventualmente a vazão a valores superiores a 40 m³/h.

2.2.4 Sistema Aquífero Serra Geral (SASG)

De acordo com Machado (2005), o Sistema Aquífero Serra Geral cobre mais de 50% da área territorial do Rio Grande do Sul, sendo de extrema importância ao abastecimento de água subterrânea de grande parte dos municípios da metade norte do estado, que utiliza suas águas como principal recurso hídrico. Segundo Leão *et al.* (2016), a unidade apresenta diferentes características de acordo com sua condição geomorfológica, apresentando, por exemplo, na região da encosta do planalto, por conta do pequeno porte dos lineamentos, consequência do intenso dissecamento do terreno, um baixo potencial hidrogeológico, com vazões dos poços não ultrapassando os 5 m³/h.

A circulação da água subterrânea no SASG, segundo Reginato *et al.* (2013), está diretamente condicionada pela estruturação tectônica (presença de fraturas e falhas) e, em segundo lugar, com a estruturação primária da rocha (zonas de

brechas vulcânicas, vesiculares a amigdalóides e de disjunções e/ou diaclases), além do relevo e tipo e espessura do solo, resultando em um comportamento hidrogeológico heterogêneo, ocorrendo, de um modo geral, forte anisotropia e valores baixos de transmissividade, capacidade específica e vazão.

Conforme o mapa Hidrogeológico do Estado do Rio Grande do Sul (Machado & Freitas, 2005), o SASG pode ser dividido em diferentes unidades (SASG I, SASG II e SASG III), baseadas no seu potencial de produtividade. Na região de Gravataí, há ocorrência de forma localizada, do Sistema Aquífero Basalto/Botucatu, que é outra subdivisão hidrogeológica do SASG associado ao SAG. Esta unidade inclui aquelas áreas com morros isolados de basalto sobre arenitos da Unidade Hidroestratigráfica Botucatu, as quais, devido a sua condição topo-estrutural, são desfavoráveis ao armazenamento de água subterrânea, com poços secos ou com baixas vazões.

2.2.5 Sistema Aquífero Quaternário Costeiro (SAQC)

Os Sistemas Aquíferos Costeiros estão localizados em regiões litorâneas e possuem grande importância para atender as mais variadas e crescentes demandas de água potável, sendo uma importante reserva de água subterrânea. Caracterizam-se por serem aquíferos de porosidade intergranular, de comportamento livre a confinado, formados por sedimentos inconsolidados, característicos de ambientes deposicionais clásticos costeiros com sedimentação ocorrida durante o Cenozoico (Troian, 2020).

Machado & Freitas (2005) descreveu a ocorrência de aquíferos porosos na região da planície costeira do estado, classificando-os em diferentes sistemas: Sistema Aquífero Quaternário Costeiro I (SAQC I) e II (SAQC II). Na região de Gravataí, ocorre o SAQC II, o qual compreende os aquíferos relacionados com os sedimentos da planície costeira, presente desde Santa Vitória do Palmar até Torres, predominantemente na região lagunar interna, os quais estão inseridos nos depósitos fluviais, lacustres e deltáicos que ocorrem ao longo dos cursos d'água mais importantes da região (Jacuí, Caí, Sinos e Gravataí) e junto aos contrafortes da Serra Geral. Normalmente são compostos por uma sequência areno-silto-argilosa, apresentando gradação granulométrica descendente da base para o topo. Os poços desse sistema apresentam capacidades específicas que variam entre 0,5 e 1,5

m³/h/m e suas águas possuem teores acima do permissível de ferro, manganês e sulfatos, o que faz com que seja necessário o isolamento das entradas d'água nela associada, dirigindo-se apenas ao uso de aquíferos subjacentes (Machado & Freitas, 2005; Brum *et al.*, 2006).

Por suas características e posição, a água subterrânea desta unidade é altamente vulnerável à contaminação a partir da superfície, o que em parte é amenizada por se tratarem, na maior parte das vezes, de áreas de várzeas e/ou inundáveis, resultando em uma ocupação antrópica não muito intensa, tendo como principal fonte potencial de contaminação a atividade de rizicultura (Brum *et al.*, 2006; Viero, 2010).

2.3 VULNERABILIDADE DE AQUÍFEROS

O conceito de vulnerabilidade de aquíferos, segundo Ribeira (2004), foi inicialmente utilizado por Le Grand (1964), nos EUA, e Albinet & Margat (1970), na França, e mais amplamente nos anos 1980 por vários outros autores (Aller *et al.*, 1987; Bachmat & Collin, 1987; Foster, 1987; Foster & Hirata, 1988). Vrba & Zaporotec (1994), descrevem vulnerabilidade como um conceito que representa as propriedades intrínsecas dos sistemas aquíferos em função da sua sensibilidade às atividades humanas e naturais.

Para Foster & Hirata (1988), a vulnerabilidade natural à contaminação é definida como a propensão natural de um aquífero de ser negativamente afetado por uma carga contaminante antrópica aplicada na superfície em função de suas características intrínsecas, estando estas relacionadas à inacessibilidade hidráulica da zona saturada e a capacidade de atenuação dos estratos de cobertura, a partir da retenção dos contaminantes pelo solo.

Andersen & Gosk (1987) sugeriram que o mapeamento da vulnerabilidade seria mais eficaz se realizado para grupos de contaminantes isolados em condições específicas de poluição, no entanto, dificilmente se dispõe de dados técnicos adequados e/ou recurso humano suficientes para se alcançar esse ideal. Necessitando-se, portanto, de um sistema menos refinado e mais genérico para o mapeamento da vulnerabilidade do aquífero (Foster & Hirata, 1988).

Com o passar do tempo, foram criadas várias metodologias de análise da vulnerabilidade das águas subterrâneas à contaminação, as quais podem ser

divididas em três categorias (National Research Council, 1993):

- I. Métodos baseados em modelos determinísticos: fazem uso de modelos matemáticos de embasamento físico para simular os fenômenos complexos de fluxo e transporte de contaminantes no subsolo;
- II. Modelos estatísticos: dependem de um extenso banco de dados e foram criados para identificar poluentes prioritários para serem utilizados no monitoramento de projetos de remediação de solos e águas subterrâneas. Incorporam dados conhecidos relativos a distribuições reais de contaminantes e por meio de análises estatísticas e extrapolações, definem o risco de contaminação para a área estudada;
- III. Métodos de índices de sobreposição: Fazem uso de índices definidos com base na sobreposição de mapas regionais de determinados parâmetros. Os parâmetros avaliados são valorados de acordo com uma escala predefinida e combinados de modo a gerar um índice representativo da vulnerabilidade.

De acordo com Sorichetta (2011), os métodos baseados em índices de sobreposição são os de mais simples execução, não requerendo um extenso banco de dados nem modelagens matemáticas complexas, sendo consequentemente os mais comumente aplicados. Dentro desta categoria, os métodos mais difundidos são o DRASTIC (Aller *et al.*, 1987), que foi desenvolvido pela *National Ground Water Association*, e é empregado pela Agência de Proteção Ambiental norte-americana (US-EPA), o qual necessita de várias informações hidrogeológicas; o método AVI (*Aquifer Vulnerability Index*) (Van Stempvoor *et al.*, 1993), que consiste em uma maneira mais simplificada, na qual são considerados a espessura das camadas saturadas e a condutividade hidráulica das mesmas; e o método GOD (Foster & Hirata, 1988), que considera o tipo de aquífero, a litologia e a profundidade do lençol freático. Segundo Cutrim & Campos (2010), o método GOD é amplamente aplicado nos países da América Latina em virtude do seu bom desempenho, menor custo e maior facilidade de obtenção das informações nele utilizadas (Quadro 1).

Quadro 1: Apresentação dos parâmetros utilizados em cada metodologia.

MÉTODO	PARÂMETROS	REFERÊNCIA
AVI	Espessura de cada camada de sedimento não saturado acima do aquífero e a condutividade hidráulica estimada em cada camada.	Van Stempvoort (1993)
DRASTIC	(D) Profundidade do nível d'água; (R) Recarga ao aquífero; (A) Litologia do aquífero; (S) Tipo de solo; (T) Topografia do local; (I) Textura da zona vadosa; (C) Condutividade hidráulica do aquífero.	Aller <i>et al.</i> (1985)
GOD	(G) Ocorrência do lençol freático (livre, confinado, semi-confinado); (O) Litologia da zona vadosa e camadas confinantes; (D) Profundidade do lençol freático (espessura da zona vadosa).	Foster & Hirata (1988)

Fonte: elaborado pelo autor.

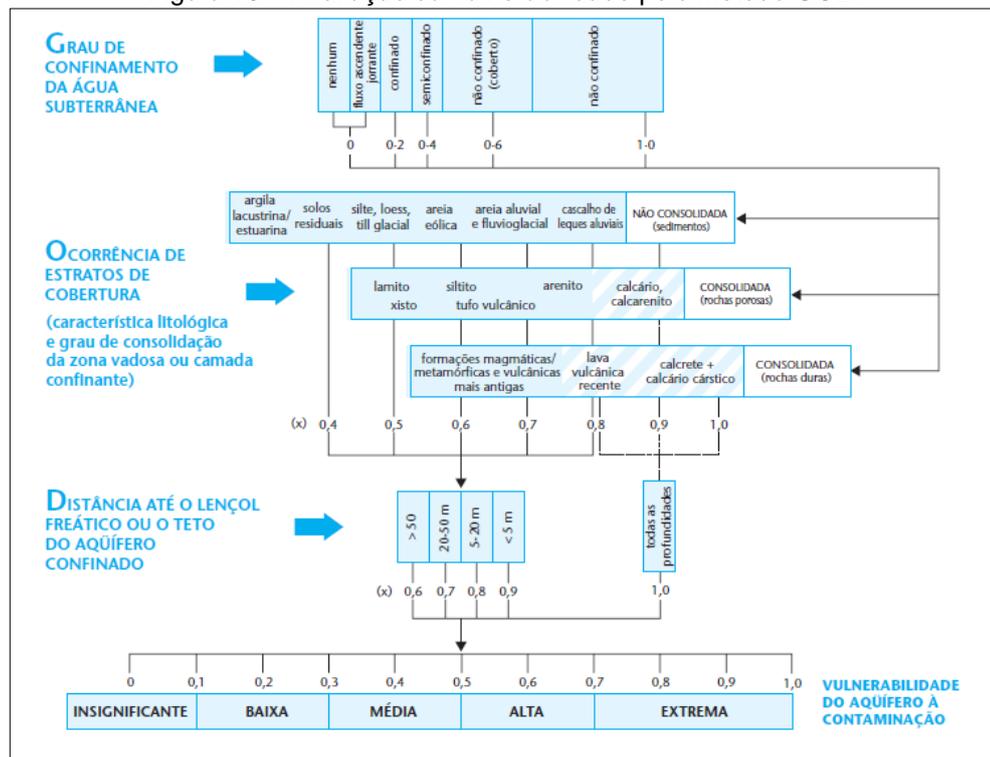
A escolha do método a ser utilizado depende, basicamente, das necessidades e da disponibilidade de informações e dos dados necessários para se aplicar um certo método. Na existência de poucos dados, opta-se pela adoção de métodos mais simples e amplos, que podem ser aplicados de forma mais rápida e menos custosa (Menezes *et al.*, 2009). Por conta disso, a metodologia GOD foi a escolhida para a identificação da vulnerabilidade dos aquíferos no município de Gravataí, em função de seu baixo custo, facilidade de acesso aos dados necessários para aplicá-la e boa confiabilidade de seus resultados.

Elaborada por Foster & Hirata (1993) e aperfeiçoada por Foster *et al.* (2002), o método GOD (*Groundwater occurrence, Overall lithology of the unsaturated zone, Depth to the water table*) leva em consideração três parâmetros hidrogeológicos, atribuindo um valor que varia de 0 a 1, dependendo das características do ponto avaliado. Os valores são então multiplicados, gerando um índice entre 0,0 (insignificante) e 1,0 (extrema), representativo da vulnerabilidade do aquífero em estudo (Figura 10).

Os parâmetros avaliados são:

1. Grau de Confinamento (G): Representa o nível de acessibilidade das águas subterrâneas por parte dos contaminantes superficiais. Um maior confinamento implica em uma menor acessibilidade e uma conseqüente menor vulnerabilidade;
2. Estratos de Cobertura (O): Busca refletir o papel da zona vadosa e/ou camada confinante, cujas propriedades têm influência direta nos processos de atenuação de contaminantes pelo solo;
3. Profundidade do Aquífero (D): Reflete o grau de degradação ou adsorção do contaminante associado a um maior ou menor percurso até atingir o aquífero.

Figura 10 – Avaliação da vulnerabilidade pelo método GOD.



Fonte: (Foster *et al.*, 2006).

2.4 RISCO POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO DE AQUÍFEROS

A caracterização mais aproximada do que pode ser considerado risco de contaminação consiste na interação e associação entre a vulnerabilidade natural do aquífero e a carga contaminante aplicada no solo (Foster & Hirata, 1988).

Foster *et al.* (2006) definem que o risco à contaminação é resultado da soma entre o potencial contaminante e a vulnerabilidade natural do aquífero, ou seja, trata-se da análise de sobreposição dos resultados obtidos por índices de vulnerabilidade e análise de cargas contaminantes. A carga contaminante é a componente do risco de contaminação das águas subterrâneas diretamente associadas às atividades antrópicas realizadas em superfície, cuja interação com a vulnerabilidade intrínseca do aquífero define a magnitude de uma eventual contaminação das águas subterrâneas.

De acordo com Lobo Ferreira & Cabral (1991), o risco de contaminação não depende apenas da vulnerabilidade, mas também da existência de cargas poluentes capazes de adentrar no meio subterrâneo, ou seja, é possível que exista um aquífero com alta vulnerabilidade, mas sem risco de contaminação, devido à ausência de carga poluente. Portanto, o risco é causado não apenas pelas características intrínsecas do aquífero, mas também por atividades humanas poluidoras.

A fim de caracterizar a carga contaminante, é necessário levar em consideração as várias formas de classificação durante o levantamento das fontes potenciais de carga contaminante (*i.e.* classe do contaminante, intensidade da contaminação, modo de deposição e duração da aplicação da carga). Porém, esse método de caracterização envolveria muitas variáveis, o que se torna inviável para o presente estudo devido à grande demanda de recursos humanos e financeiros, além de uma grande quantidade de dados que, na prática, não estão disponíveis, tornando assim mais conveniente classificar as fontes potenciais de carga contaminante de subsolo com base em duas características: a probabilidade da presença de contaminantes, que, segundo se sabe ou se espera, são persistentes e móveis no subsolo, e a existência de uma carga hidráulica associada (sobrecarga) capaz de gerar o transporte advectivo dos contaminantes para os sistemas aquíferos (Foster & Hirata, 1988; Foster *et al.*, 2002).

Diante dessas premissas, Foster *et al.* (2002) desenvolveram o método POSH

(*Pollutant Origin, Surcharge Hydraulically*), que leva em consideração que as informações descritas acima nem sempre estão prontamente à disposição, ou até mesmo são de difícil acesso, principalmente em uma escala regional. Com isso, com frequência, é necessário trabalhar com suposições simplificadoras, de fácil estimativa:

- Associar a probabilidade da presença de substância poluente com o tipo de atividade humana;
- Estimar a provável sobrecarga hidráulica com base no uso da água pela atividade em questão.

Ainda segundo Foster *et al.* (2002), classificar as atividades potencialmente poluentes com base na distribuição espacial fornece uma visualização mais direta e clara do tipo de ameaça de contaminação subterrânea e de quais medidas de controle serão necessárias. Neste contexto, as fontes de contaminação das águas subterrâneas podem ser classificadas em fontes dispersas ou difusas e fontes pontuais (Foster *et al.*, 2006):

- Fontes de contaminação difusas não geram plumas de contaminação claramente definidas; nesse contexto, a fonte se estende mesmo com baixa concentração, sobre uma grande superfície, como é o caso das áreas de irrigação ou áreas urbanas;
- Fontes de contaminação pontuais ocorrem quando a fonte é concentrada numa pequena superfície; essas fontes geralmente produzem plumas claramente definidas e mais concentradas, o que facilita sua identificação. Porém, quando as atividades poluentes de origem pontual são pequenas e múltiplas, podem representar, no final, uma fonte difusa no que diz respeito à identificação e ao controle (Foster & Hirata, 1988).

No caso das fontes difusas, o método POSH identifica duas possibilidades distintas para a geração de carga contaminante: o saneamento *in situ* e as práticas agrícolas empregadas nos ambientes rurais. A avaliação dos efeitos do saneamento

in situ, segundo o método POSH é realizada com base na densidade populacional e na taxa de cobertura da rede de esgotamento sanitário (Foster *et al.*, 2006). Em ambiente rural, as principais fontes de contaminação difusa consideradas no método POSH são as áreas de cultivo e pastagem, nas quais os empregos de fertilizantes, agrotóxicos e irrigação podem implicar em contaminação do solo e águas subterrâneas e sobrecarga hidráulica. A classificação dessas fontes, segundo o método POSH, varia conforme as práticas agrícolas empregadas (Quadro 2).

Quadro 2: Classificação das fontes de contaminação difusas segundo o método POSH.

POTENCIAL DE CARGA CONTAMINANTE DE SUBSOLO	FONTE DE CONTAMINAÇÃO	
	saneamento <i>in situ</i>	práticas agrícolas
Elevado	cobertura da rede de esgoto inferior a 25% e densidade populacional superior a 100 pessoas/ha	culturas comerciais intensivas, geralmente monoculturas em solos bem drenados, em climas úmidos ou com baixa eficiência de irrigação, pasto intensivo em campos intensamente fertilizados
Moderado	intermediário entre elevado e reduzido	
Reduzido	cobertura da rede de esgoto superior a 75% e densidade populacional inferior a 550 pessoas/ha	rotação das culturas, terra para pasto extensivo, sistemas de cultivo ecológico, plantações com alta eficiência de irrigação em regiões áridas e semi-áridas

Fonte: Foster *et al.* (2006).

No caso das fontes pontuais, o método POSH avalia a carga contaminante associada à deposição de resíduos sólidos, áreas industriais, lagoas de águas residuais, mineração e extração de petróleo e outras fontes urbanas tais como vias, postos de gasolina e cemitérios. O Quadro 3 apresenta os parâmetros adotados para classificação de cada uma destas fontes.

Quadro 3: Classificação das fontes de contaminação pontuais segundo o método POSH.

POTENCIAL DE GERAR CARGA CONTAMINANTE NO SUBSOLO	FONTES DE CONTAMINAÇÃO				
	deposição de resíduos sólidos	áreas Industriais*	lagoas de águas residuais	outras (urbanas)	mineração e exploração de petróleo
Elevado	resíduo industrial tipo 3, resíduo de origem desconhecida	indústria tipo 3 ou qualquer atividade que manuseie >100 kg/d de produtos químicos perigosos	todos os resíduos industriais tipo 3, qualquer efluente (exceto esgoto residencial) se a área >5 ha		operações em campos de petróleo, mineração de metais
Moderado	chuva >500 mm/a com resíduos residenciais/ agroindustriais/ industriais tipo 1, ou todos os demais casos	indústria tipo 2	esgoto residencial se a área >5 ha, demais casos não relacionados acima ou abaixo	postos de gasolina, vias de transporte com tráfego regular de produtos químicos perigosos	algumas atividades de mineração/ extração de materiais inertes
Reduzido	chuva <500 mm/a com resíduos residenciais/ agroindustriais/ industriais tipo 1	indústria tipo 1	águas residuais residenciais, mistas, urbanas, agroindustriais e de mineração de não metálicos	cemitérios	
* solos contaminados de indústrias abandonadas devem ter a mesma classificação que a da própria indústria					
Indústrias Tipo 1: madeiras, manufaturas de alimentos e bebidas, destilarias de álcool e açúcar, processamento de materiais não metálicos					
Indústrias Tipo 2: fábricas de borracha, fábricas de papel e celulose, indústrias têxteis, fábricas de fertilizantes, usinas elétricas, fábricas de detergente e sabão					
Indústrias Tipo 3: oficinas de engenharia, refinarias de gás/petróleo, fábricas de produtos químicos/farmacêuticos/plásticos/pesticidas, curtumes, indústrias eletrônicas, processamento de metal					

Fonte: Foster *et al.* (2006).

Por fim, faz-se necessário a combinação dos resultados das análises de vulnerabilidade e carga contaminante de modo a caracterizar o risco de contaminação das águas subterrâneas. Morris *et al.* (2003) afirmam que o risco de contaminação das águas subterrâneas associado às atividades humanas pode ser interpretado, conceitualmente, como a associação de duas componentes semi-independentes, ou seja, a carga poluidora e a vulnerabilidade do aquífero. Uma das formas para realizar tal combinação, sugerida por Foster *et al.* (2006), é através de uma matriz, conforme Figura 11.

Figura 11 – Matriz do risco de contaminação de aquíferos.

		ZONAS DE VULNERABILIDADE DO AQUIFERO À CONTAMINAÇÃO*		
		baixa	média	alta
CARGA CONTAMINANTE POTENCIAL	reduzida	3	3	2
	moderada	2	2	1
	elevada	2	1	1

NÍVEL DE PRIORIDADE		
1 = alto	2 = médio	3 = baixo

* Número de zonas/áreas reduzidas para simplificar a representação.

Fonte: Foster *et al.* (2006).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 LEVANTAMENTO DE DADOS EXISTENTES

Esta fase consistiu no levantamento da bibliografia técnica já existente, através da análise de livros, mapas, artigos científicos, relatórios, dissertações de mestrado, teses de doutorado, trabalhos de conclusão de curso e dados de órgãos governamentais (e.g. CPRM, SEMA-RS, DNPM, IBGE, FEPAM). Além disso, foram analisados dados disponibilizados pela Prefeitura Municipal de Gravataí, tendo como objetivo gerar conhecimento prévio sobre a geologia e hidrogeologia da região de estudo, bem como sobre assuntos relacionados a vulnerabilidade e contaminação de aquíferos.

3.2 COLETA E CADASTRAMENTO DE PONTOS DE CAPTAÇÃO

A aquisição de dados dos pontos de captação de água subterrânea na área de estudo foi realizada através de consulta à plataforma online de dados do Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS/CPRM), assim como por meio de dados cedidos pela empresa HidroGeo Perfurações.

Os dados hidrogeológicos e litológicos obtidos foram organizados em planilhas com a utilização do *software Microsoft Excel*, tendo como objetivo a formação de um banco de dados contendo informações sobre os poços existentes na região, como a localização (coordenadas geográficas e UTM), tipos de captação, usos da água subterrânea, características construtivas, geologia (perfil geológico dos poços) e sobre a hidrogeologia (aquífero principal captado no poço, número e profundidades das entradas de água, nível dinâmico, nível estático, vazões, entre outras).

Posteriormente, realizou-se o levantamento de campo que teve como um dos objetivos identificar novos pontos de captação (poços tubulares, pequeno diâmetro, cacimba e nascentes), onde para cada ponto visitado foram coletados dados como: localização (obtenção das coordenadas UTM com uso de *GPS de Navegação GARMIN*), tipo de captação, situação, profundidade total, nível d'água (que foi obtido com o auxílio de um medidor de nível d'água da marca *Solinst*), além de parâmetros físico-químicos (pH, salinidade, turbidez, condutividade), obtidos através de uma sonda multiparâmetro da marca *Akso*. Todas as informações coletadas em campo foram organizadas e transcritas em planilha *Microsoft Excel*, somando-se ao banco de dados previamente estabelecido.

3.3 CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA

A caracterização geológica da região de estudo foi realizada através da compilação dos estudos já realizados na área, tendo como base os mapas existentes, que foram identificados no levantamento bibliográfico, juntamente da análise de perfis geológicos dos poços tubulares perfurados na região, obtidos através de consulta ao banco de dados da CORSAN, CPRM (SIAGAS) e empresas de perfuração (HidroGeo), bem como de locais visitados nos dias de campo, onde foi realizada a identificação e descrição de afloramentos, a fim de confirmar e

aprimorar os dados bibliográficos já existentes da classificação das diferentes litologias e estruturas associadas. Foram obtidos diversos dados geológicos através da descrição de afloramentos em corte de estrada, valetas de drenagem e argileiras da região, nos quais foram observadas litologias, estruturas, texturas e características mineralógicas, para confirmar os dados bibliográficos, de forma que foram visitados pontos de interesse em cada unidade geológica, conferindo os limites já mapeados. Dentre os equipamentos utilizados em campo, lançou-se mão de *GPS GARMIN*, lupa de mão de 20 e 30x, bússola tipo Silva, martelo de geólogo e caderneta de campo. Todos os pontos de coleta tiveram suas coordenadas UTM registradas no Datum SIRGAS 2000.

Por fim, com intuito de ilustrar a geologia do município, foi elaborado um Mapa Geológico esquemático, o qual foi produzido com auxílio do *software* QGIS v.3.28.4. O mapa foi produzido a partir da compilação dos arquivos vetoriais em formato *shapefile* provenientes do Mapa Geológico do Rio Grande do Sul (Wildner *et al.*, 2008) em escala 1:750.000 e do Mapa Geológico da Folha de Gravataí (Roisenberg *et al.*, 2008), em escala 1:100.000. Após finalizado, o mapa foi importado para o *software Adobe Illustrator CS6*, onde foi realizada a edição final. Este *software* de design gráfico também foi utilizado para edição de alguns perfis geológicos selecionados de poços tubulares catalogados no banco de dados, os quais tiveram como objetivo permitir um maior detalhamento de certas unidades geológicas.

3.4 CARACTERIZAÇÃO HIDROGEOLÓGICA

A caracterização hidrogeológica foi realizada através da interpretação de dados disponíveis de poços cadastrados na etapa de levantamento de dados e de inventário e cadastramento de pontos de captação. Com base nesses dados, foi feita, inicialmente, uma avaliação dos recursos hídricos subterrâneos existentes no município, identificando os tipos de aquífero, número total de poços, formas de captação, usos da água e situação dos poços.

Posteriormente, foram avaliadas as principais características hidrogeológicas como nível estático (intervalos de profundidade), entradas de água (número, quantidade e intervalo de profundidade de ocorrência) e vazão. Com objetivo de caracterizar os diferentes sistemas aquíferos existentes na região, foi realizada uma

avaliação estatística de cada sistema, utilizando o *software Microsoft Excel*, no qual foi possível identificar as variações de comportamento dos parâmetros hidrogeológicos e hidrodinâmicos.

Além disso, a análise e interpretação dos perfis geológicos permitiu a elaboração de seções hidrogeológicas esquemáticas, com as quais foi possível estimar as profundidades e espessuras dos aquíferos. A construção das seções transversais foi realizada no *software Adobe Illustrator CS6*, a partir da correlação de perfis geológicos pré-determinados. Para determinação das cotas dos terrenos, utilizou-se um modelo digital de elevação proveniente dos dados SRTM em resolução espacial de 30 m (USGS), obtido através do *software Global Mapper 9.0*. Por fim, foi elaborado um mapa hidrogeológico do município, com auxílio do *software QGIS 3.28.4*, tendo como base a vetorização do Mapa Hidrogeológico do Rio Grande do Sul em escala 1:750.000 (Machado & Freitas, 2005). Após finalizado, o mapa foi importado para o *software Adobe Illustrator CS6*, no qual foi realizada a edição final. Neste mapa, foram plotados os pontos de captação cadastrados, com informação dos aquíferos que estavam sendo captados pelos poços.

3.5 AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE DOS AQUÍFEROS

A avaliação da vulnerabilidade dos aquíferos da região foi realizada através do uso do método GOD, desenvolvido por Foster & Hirata (1993) e posteriormente aperfeiçoado por Foster *et al.* (2002), utilizando os seguintes parâmetros:

- I. (G) - Grau de confinamento do aquífero (livre, semi-confinado, confinado);
- II. (O) - Ocorrência de estratos de cobertura;
- III. (D) - Distância até o lençol freático ou teto do aquífero confinado (espessura da zona vadosa).

Esse método foi escolhido levando em consideração a disponibilidade dos dados, visto que ele utiliza informações das quais se tem maior facilidade de acesso em relação a outras metodologias. A definição dos valores de cada um dos parâmetros foi realizada a partir da interpretação dos dados geológicos e hidrogeológicos fornecidos pelos poços tubulares cadastrados no SIAGAS, obtidos nas etapas de elaboração do inventário e do cadastramento de pontos de captação

de água.

O parâmetro “G” foi classificado através da atribuição de valores considerando-se a presença ou não de camadas de natureza confinante sobre os níveis aquíferos. Para os poços onde a camada aquífera estava aflorando e/ou havia presença de solo raso, foram atribuídas características de não-confinado a livre. Já para os poços com presença de espessas camadas de natureza siltico-argilosas, adotou-se características de confinamento. Para auxiliar na determinação dos pesos do parâmetro, foi utilizado o mapa de solos do município de Gravataí (Filippini Alba, 2021), no qual além da classe do solo, também foram utilizados dados da sua espessura média para os poços que possuíam os dados de espessura de solo no seu perfil geológico. O parâmetro “O” foi classificado identificando-se as características litológicas e o grau de consolidação das camadas da zona não saturada logo acima do nível estático de cada poço e adotando-se os valores sugeridos pelo método. Para poços onde havia a ocorrência de mais de um estrato de cobertura, estabeleceu-se um índice composto, correlacionando a espessura de cada camada com o respectivo índice atribuído. Para atribuição do parâmetro “D”, foram utilizados dados dos níveis estáticos para definição da distância até o nível freático.

Após definição dos pesos de cada parâmetro, a planilha *Excel* com as informações de localização e os valores arbitrados para cada parâmetro foi importada para o *software* QGIS 3.28.4, a fim de converter os dados pontuais relativos a cada poço em uma distribuição espacial, gerando uma superfície contínua abrangendo toda área do município. Os dados dos diferentes poços foram interpolados, gerando um mapa temático para cada parâmetro GOD.

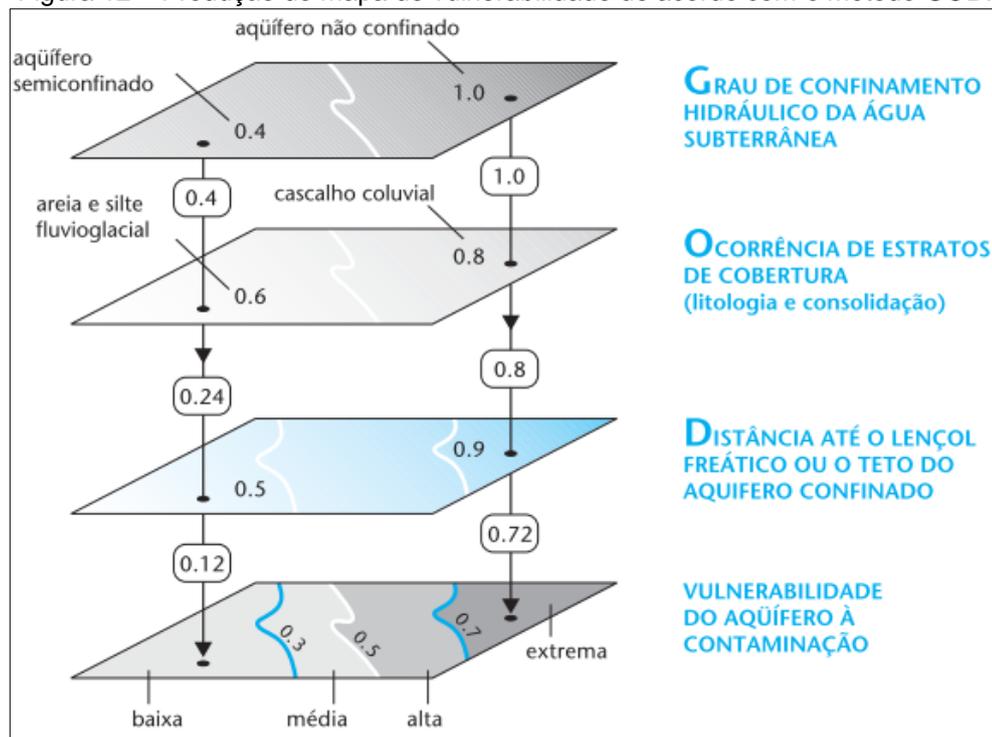
Para realizar o processo de interpolação das informações dos poços tubulares, foi utilizado o método do Inverso do Quadrado da Distância, comumente conhecido pela sigla IDW (do inglês, *Inverse Distance Weighted*), utilizando a 2ª potência. Esse método consiste na atribuição de um peso para cada ponto amostrado vizinho, em função da distância que ele se encontra do ponto a ser calculado (Andriotti, 2009). O método IDW é o mais utilizado dentre os métodos de distância ponderada e consiste em determinar uma influência maior dos pontos com valores conhecidos em relação aos pontos desconhecidos mais próximos aos pontos amostrados (Landim, 2000). Quanto maior for o expoente de ponderação escolhido, tanto maior será a influência do ponto com valor conhecido aos pontos

com valores desconhecidos que estiverem mais próximos àquele ponto (Landim *et al.*, 2002).

O método é bastante popular, tendo sido utilizado nas pesquisas de Santos (2010), Schlosser *et al.* (2012) e Tavares *et al.* (2009). Mais recentemente Gomes *et al.* (2018) aplicou o método IDW para elaboração de mapas hidrogeológicos na região da Serra Gaúcha. O método demonstrou boa competência na modelagem dos parâmetros hidráulicos e hidrogeológicos e indicou que quanto maior a malha amostral, mais preciso será o resultado estimado, demonstrando ser uma poderosa ferramenta para gestão da hidrologia subterrânea.

Por fim, para geração do mapa de vulnerabilidade a contaminação da região, os três mapas gerados para cada parâmetro foram multiplicados entre si, utilizando a ferramenta *Calculadora Raster*, também no *software* QGIS 3.28.4. Para uma melhor interpretação do mapa de vulnerabilidade dos aquíferos da região estudada, após a interpolação, os resultados foram reclassificados, utilizando a ferramenta *Reclassificar por Tabela*, de acordo com as classes do método GOD, com índices que variaram de 0 a 1,0. A Figura 12 exemplifica o processo de multiplicação das camadas e a geração do mapa de vulnerabilidade dos aquíferos.

Figura 12 – Produção do mapa de vulnerabilidade de acordo com o método GOD.



Fonte: Foster *et al.* (2006).

3.6 AVALIAÇÃO DO RISCO POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO DOS AQUÍFEROS

A avaliação do risco potencial de contaminação inicialmente deu-se através do mapeamento de fontes de contaminação (pontuais e difusas) juntamente com a aplicação do método POSH (Foster *et al.*, 2002), o qual leva em consideração a probabilidade da presença da carga contaminante, associada à vulnerabilidade intrínseca à contaminação dos aquíferos.

Para a identificação das fontes difusas potencialmente geradoras de carga contaminante, utilizou-se o mapa de uso e cobertura dos solos do MapBiomas 2020 (da coleção 6.0), o qual foi determinante para definição da carga contaminante potencial relacionada às práticas agrícolas, com base no método POSH. Para definição da carga contaminante potencial relacionada ao saneamento *in situ*, foram utilizados dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), Atlas Esgotos/ANA, para estabelecer a cobertura da rede de tratamento de esgoto, e dados do IBGE, para estimativa da população que reside na zona urbana. Para a realização do cálculo da densidade populacional, considerou-se apenas a população residente na zona urbana do município, segundo estimativas do Censo de 2021; e a área correspondente à mancha urbana obtida a partir do mapa de uso do solo.

De posse dos dados relativos à classificação de cada classe de uso do solo, confeccionou-se, com auxílio do *software* QGIS 3.28.4, uma carta com a distribuição espacial da carga contaminante potencial associada as fontes difusas, as quais foram reclassificadas com a ferramenta *Reclassificar por Tabela*, segundo o método POSH quanto ao risco potencial (elevado, moderado, reduzido) de contaminação.

Para a caracterização da carga contaminante potencial associada às fontes de poluição pontuais, procedeu-se, em um primeiro momento, na identificação dos empreendimentos existentes no município e na criação de um banco de dados através do *software Microsoft Excel*, incluindo informações como CNPJ/CPF, atividade, endereço e potencial de contaminação. Para a construção de tal banco de dados, fez-se uso de informações fornecidas pela antiga FMMA, hoje SEMA, e dados obtidos no portal de Licenciamento Ambiental da FEPAM, relativos aos processos de licenciamento ambiental desenvolvidos no município. Foram considerados todos os empreendimentos em operação, incluindo os com licenças vencidas, já que mesmo que não estejam mais em operação, ainda podem

representar um passivo ambiental. Por outro lado, não se considerou empreendimentos em processo de implantação.

Para a localização dos empreendimentos licenciados pelo município, realizou-se busca da localização pelo endereço informado; já os licenciados pela FEPAM, fez-se uso das coordenadas geográficas disponíveis na maioria das licenças de operação. Quando ausentes as coordenadas, procedeu-se sua localização com base nos endereços informados. Os empreendimentos cadastrados sofreram um processo de triagem, visando eliminar entradas duplicadas, assim como foi feita a classificação do potencial de geração de carga contaminante no subsolo de cada um dos pontos através do método POSH, sendo posteriormente importados para o *software* QGIS 3.28.4, a partir do qual foi realizada a construção de uma carta com a distribuição espacial de todas as fontes pontuais cadastradas.

Por fim, para definição do risco de contaminação da água subterrânea, foi utilizada a ferramenta *Calculadora Raster*, disponível no *software* QGIS 3.28.4, na qual multiplicou-se os resultados encontrados para o potencial de contaminação, juntamente com os resultados da vulnerabilidade do método GOD, tendo como resultado o mapa final de risco de contaminação das águas subterrâneas para o município, de acordo com o método POSH (Quadro 4).

Quadro 4: Método proposto para classificação do risco de contaminação.

Risco de contaminação		Potencial de Contaminação		
		Reduzido	Moderado	Elevado
Índice de Vulnerabilidade	Insignificante	Desprezível	Desprezível	Baixo
	Baixo	Desprezível	Baixo	Moderado
	Médio	Baixo	Moderado	Alto
	Alto	Moderado	Alto	Alto
	Extremo	Moderado	Alto	Extremo

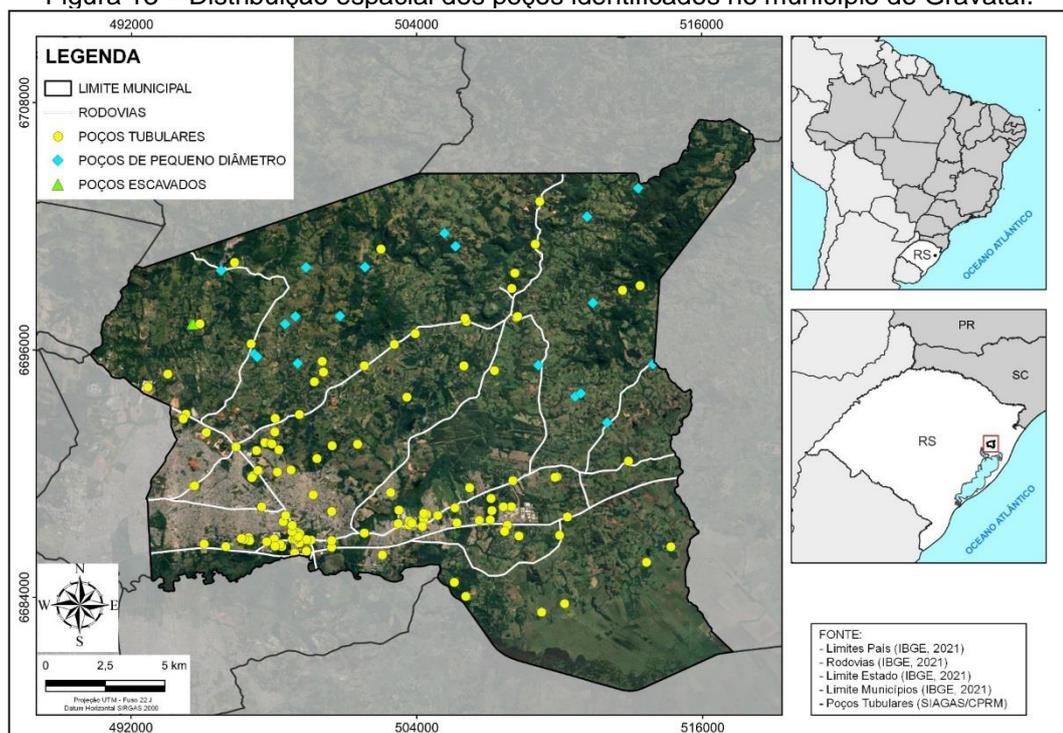
Fonte: modificado de Barbosa (2011).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS NA ÁREA DE ESTUDO

No município de Gravataí, os recursos hídricos subterrâneos estão associados a diferentes aquíferos que são captados por meio de poços do tipo tubular, pequeno diâmetro (40 a 70 mm), cacimba ou escavados e por fontes de encosta e nascentes localizadas principalmente ao norte do município, em regiões onde há ocorrência das Formações Pirambóia e Botucatu. Ao todo, foram identificados 142 pontos de captação, dos quais 120 poços são tubulares, 19 são poços de pequeno diâmetro e 3 são do tipo cacimba. O número total de poços existentes provavelmente é muito maior, visto que na maior parte da zona rural a captação é individual, onde segundo relatos da comunidade, não existem poços comunitários, o que resulta em uma relação de praticamente um poço por residência. A distribuição dos poços cadastrados pode ser observada no mapa apresentado na Figura 13.

Figura 13 – Distribuição espacial dos poços identificados no município de Gravataí.



Fonte: elaborado pelo autor.

Segundo dados da FMMA (2005), os poços da Companhia Riograndense de Saneamento (CORSAN) são historicamente utilizados para abastecimento público da população residente no bairro Neópolis na sub-bacia do arroio Barnabé, cuja água é distribuída através de 3 poços tubulares para 682 economias (cerca de 2.728 pessoas). Demonstrando, dessa forma a importância da disponibilidade e qualidade deste recurso para suprir as demandas hídricas de uma parcela da comunidade urbana da região.

O restante dos poços tubulares distribuídos pelo município é utilizado em sua maioria para desenvolvimento de atividades industriais, comerciais e para abastecimento doméstico. Fato este que merece certa atenção, uma vez que o aumento da demanda de água destes poços, gerados pelas indústrias e particulares, podem acabar provocando uma diminuição das reservas e um déficit hídrico dos sistemas aquíferos da região.

Analisando a distribuição dos poços tubulares ao longo do município, observa-se uma grande ocorrência desse tipo de captação nas regiões próximas à matriz urbana, assim como próxima às rodovias e estradas, o que pode ser facilmente explicado devido à alta demanda de água pelo setor industrial, cuja quantidade de água requisitada pode ser obtida apenas por meio de poços do tipo tubular.

Durante a identificação e cadastramento de novos poços realizada na etapa de levantamento de campo, foi identificado apenas um poço tubular localizado na EEEF Santa Tecla (Figura 14), estando este cercado. As informações e dados obtidos dos demais poços tubulares encontrados no município foram, em sua totalidade, extraídos do banco de dados do SIAGAS e de relatórios técnicos.

Figura 14 – Poço tubular localizado na EEEF Santa Tecla.



Foto: autor.

Nas áreas rurais, onde não há alcance da rede de abastecimento público, a captação de água é feita predominantemente por poços de pequeno diâmetro, que por vezes tem múltiplos usos, sendo utilizados ao mesmo tempo para irrigação, abastecimento doméstico e dessedentação animal.

Este tipo de captação, denominada pela população como “poços artesianos”, é construída com tubos de PVC possuindo diâmetros entre 40 e 70 mm, sendo quase toda a sua extensão revestida com tubo de PVC, permitindo com isso que apenas a água proveniente da profundidade escolhida (onde está o aquífero), seja captada. Por se tratarem de poços de pequeno diâmetro, a principal forma de bombeamento deste tipo de captação é através da utilização de compressor de pistão, instrumento que opera injetando ar comprimido no poço, fazendo com que a água seja empurrada de baixo para cima até a superfície (Figura 15).

Figura 15 – Exemplos de compressores de pistão.



Foto: autor.

Os levantamentos de campo permitiram identificar que esse tipo de captação é bastante comum, em função da facilidade e do baixo custo de perfuração, consistindo na principal forma de acesso à água subterrânea realizada pelos moradores da zona rural (Figura 16). Devido ao pequeno diâmetro que possuem e por serem construídos comumente por métodos rudimentares, sem a observância das normas técnicas, e sem registro da perfuração, não foi possível a obtenção de dados hidrodinâmicos nem construtivos desses poços. Apenas, em alguns casos, por meio de relatos dos proprietários, foi possível obter a profundidade total do poço. De forma geral, os poços de pequeno diâmetro possuem profundidades variando entre 35 a 128 m, e são pouco produtivos, sendo, em sua maioria, utilizados para abastecimento doméstico ou de pequenas comunidades.

Figura 16 – Poços de pequeno diâmetro perfurados no município de Gravataí.



Foto: autor.

A captação por meio de poços do tipo escavado ou cacimba (Figura 17) é utilizada predominantemente pela população da zona rural, onde não há rede pública de abastecimento. São poços construídos de forma manual, em solos e em depósitos sedimentares pouco consolidados, sendo dessa forma pouco profundos, normalmente não ultrapassando os 10 metros. Em geral são revestidos por tijolos, podendo também receber um revestimento de concreto. As águas retiradas desses poços são utilizadas, na maior parte das vezes, para abastecimento doméstico, sendo também utilizada para irrigação e dessedentação animal.

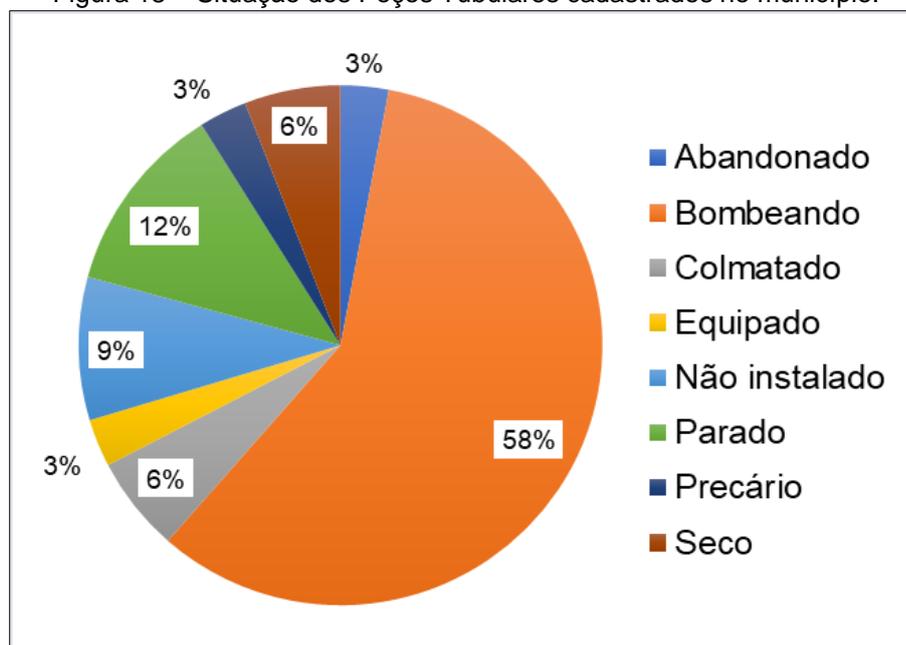
Figura 17 – Poços do tipo escavado. Captam água de um aquífero granular livre associado ao manto de alteração existente sobre as rochas sedimentares.



Foto: autor.

Referente à situação geral dos poços tubulares, cerca de 72% dos poços não apresentam informação quanto a situação operacional, do restante dos poços que possuem tal informação, 58% estão em pleno funcionamento, 12% estão parados, 9% estão como não-instalados (ainda não possuem o sistema de bombeamento instalado no poço), 6% constam como poço seco e 3% equipados, mas ainda sem funcionamento. Do percentual restante, 12% estão em situação precária, abandonados ou colmatados (Figura 18).

Figura 18 – Situação dos Poços Tubulares cadastrados no município.



Fonte: elaborado pelo autor.

Quanto ao tipo de uso da água captada, os poços tubulares que possuem informações foram categorizados em 9 classes de abastecimento (Tabela 1): múltiplo; urbano; doméstico; sem uso; industrial; doméstico/irrigação; outros; doméstico/animal e irrigação. Do total de poços, 68% não possuem informação quanto ao tipo de uso. Dos poços que possuem informações, o maior percentual é destinado ao abastecimento múltiplo e urbano (45%). Na zona rural, além dos poços para uso domésticos (individuais) e para as atividades agropecuárias, como irrigação e dessedentação de animais, percebeu-se, durante a etapa de campo, a falta de poços de abastecimento comunitário, tendo cada grupo familiar a sua própria captação feita por poço ou vertente.

É importante destacar que alguns dados relacionados ao uso da água podem estar desatualizados, pois o cadastramento em campo foi realizado apenas para identificar as demais formas de captação, não sendo visitado locais com poços tubulares para verificação da situação atual.

Tabela 1: Principais usos da água subterrânea.

USO DA ÁGUA	Nº DE POÇOS	% DE POÇOS
Abastecimento múltiplo	10	25%
Abastecimento urbano	8	20%
Abastecimento doméstico	7	18%
Sem uso	4	10%
Abastecimento industrial	3	8%
Abastecimento doméstico/irrig.	3	8%
Outros (lazer, etc.)	2	5%
Abastecimento doméstico/animal	1	3%
Irrigação	1	3%

Fonte: elaborado pelo autor.

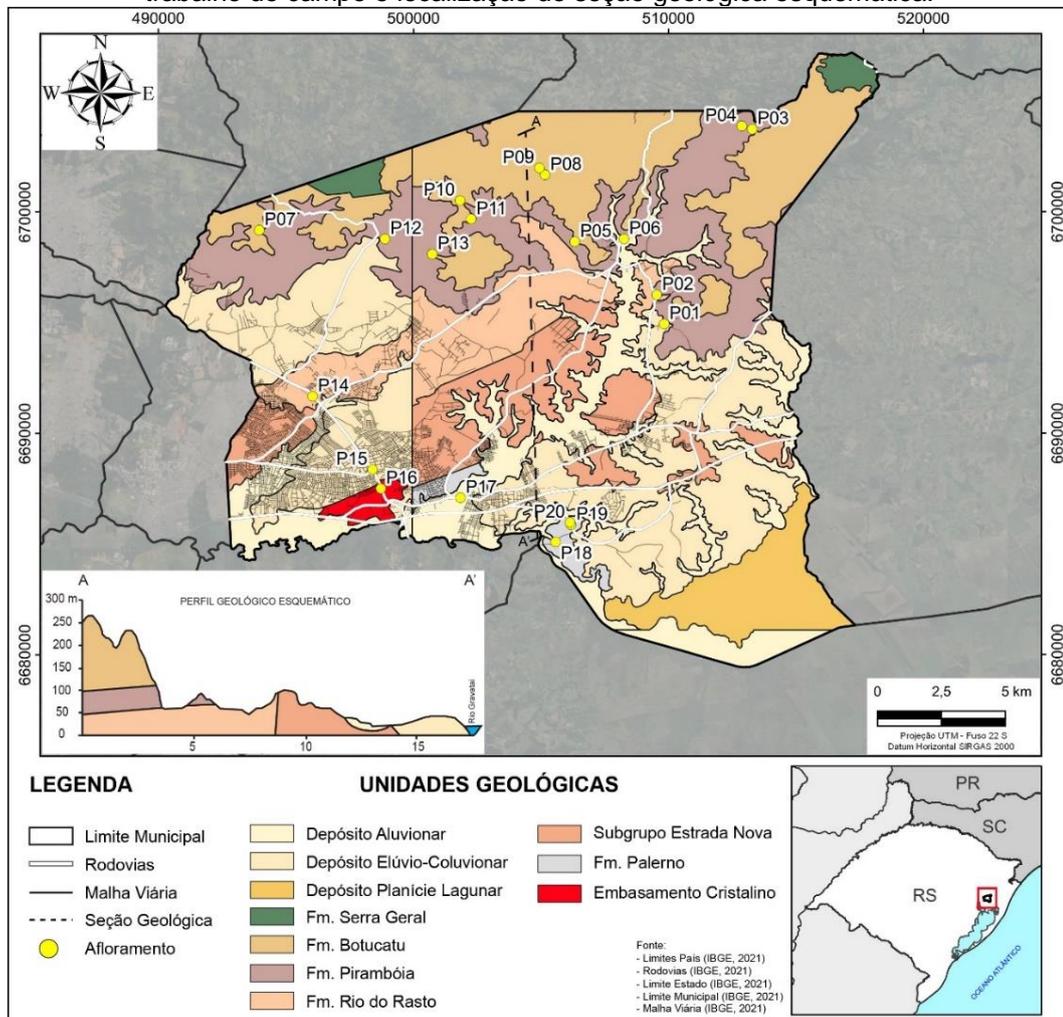
4.2 CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA

Os levantamentos de campo juntamente com a consulta bibliográfica permitiram determinar a ocorrência de 6 principais unidades litológicas aflorantes no município: Fm. Palermo, Subgrupo Estrada Nova, Fm. Rio do Rasto, Fm. Pirambóia, Fm. Botucatu e Fm. Serra Geral, todas pertencentes à sequência vulcano-sedimentar da Bacia do Paraná. Além destas, também foi verificada a ocorrência de unidades pertencentes ao Quaternário, representadas por Depósitos de Planície Lagunar, Depósitos Eluviais e Coluviais e Depósitos Aluviais recentes, onde, em

campo, este último é encontrado depositado ao longo dos principais recursos hídricos e drenagens do município. Também foram encontradas, com pouca expressividade em campo, litologias representantes do Embasamento Cristalino da região.

Durante o levantamento de campo, foram descritos 20 pontos conforme suas litologias e estruturas associadas. Percorreu-se 8 das 10 unidades geológicas que apresentam exposições no município, permitindo a caracterização das diferentes unidades existentes. A Figura 19 ilustra as unidades litoestratigráficas identificadas no município, bem como a localização dos pontos de afloramento visitados em campo.

Figura 19 – Mapa geológico do município de Gravataí com os afloramentos visitados no trabalho de campo e localização de seção geológica esquemática.



Fonte: modificado de Brum *et al.* (2006); Wildner *et al.* (2008).

4.2.1 Embasamento Cristalino

O embasamento cristalino na região de estudo é caracterizado por rochas granito-gnáissicas que fazem parte do Batólito Pelotas. Durante a etapa de levantamento geológico de campo, constatou-se que a área mapeada para a unidade apresenta, em sua maior parte, um espesso manto de alteração, ocorrendo em uma porção bastante restrita no município de Gravataí, abrangendo uma área próxima à BR-290, com altitude máxima chegando a 90 m em uma localidade denominada Morro do Coco. Grande parte da área de ocorrência da unidade está inserida no Distrito Industrial do município, sendo ao sul cortado, em alguns pontos, pela BR-290 e a nordeste, pela RS-118, onde o complexo atinge as maiores altitudes no município. Devido ao fato de se localizar no centro de um núcleo urbano, sua identificação e mapeamento se torna bastante dificultada, sendo encontrado apenas em um ponto, as margens da RS-118, em forma de lajeado e matacão.

Em campo, a unidade apresenta coloração cinza escuro a preto, textura fanerítica média e um bandamento milimétrico incipiente, marcado pela alternância de níveis milimétricos de minerais félsicos e máficos. Em alguns pontos, o bandamento diminui, resultando em um aspecto maciço (Figura 20).

Figura 20 – A e B) Campo de matacões localizados às margens da RS-118; C) Imagem de detalhe, demonstrando bandamento milimétrico; D) Detalhe de uma face fresca com aspecto maciço.

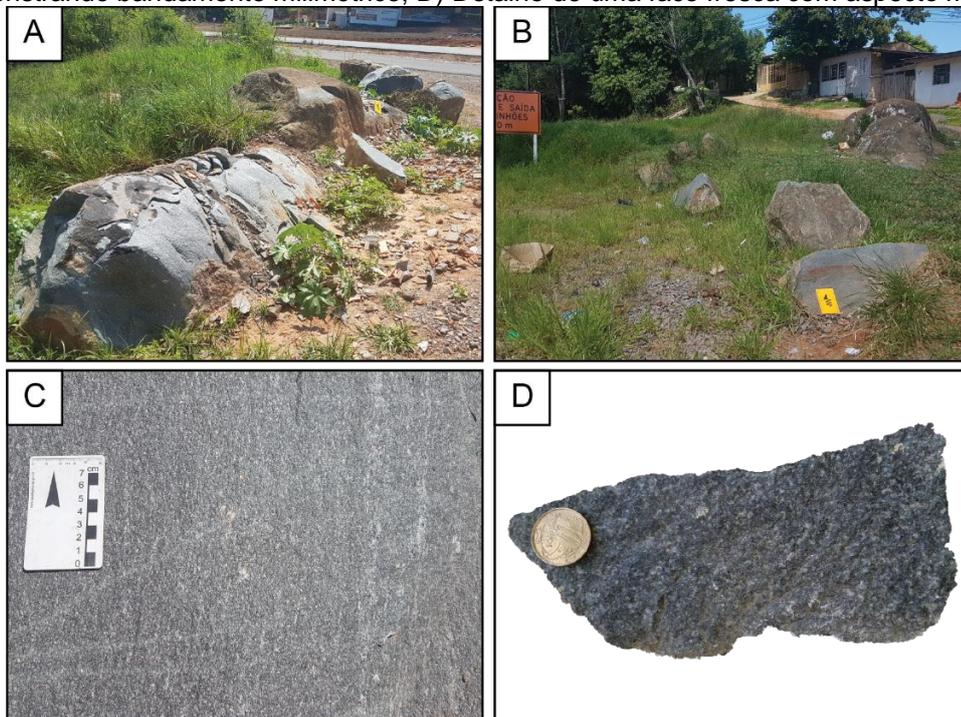
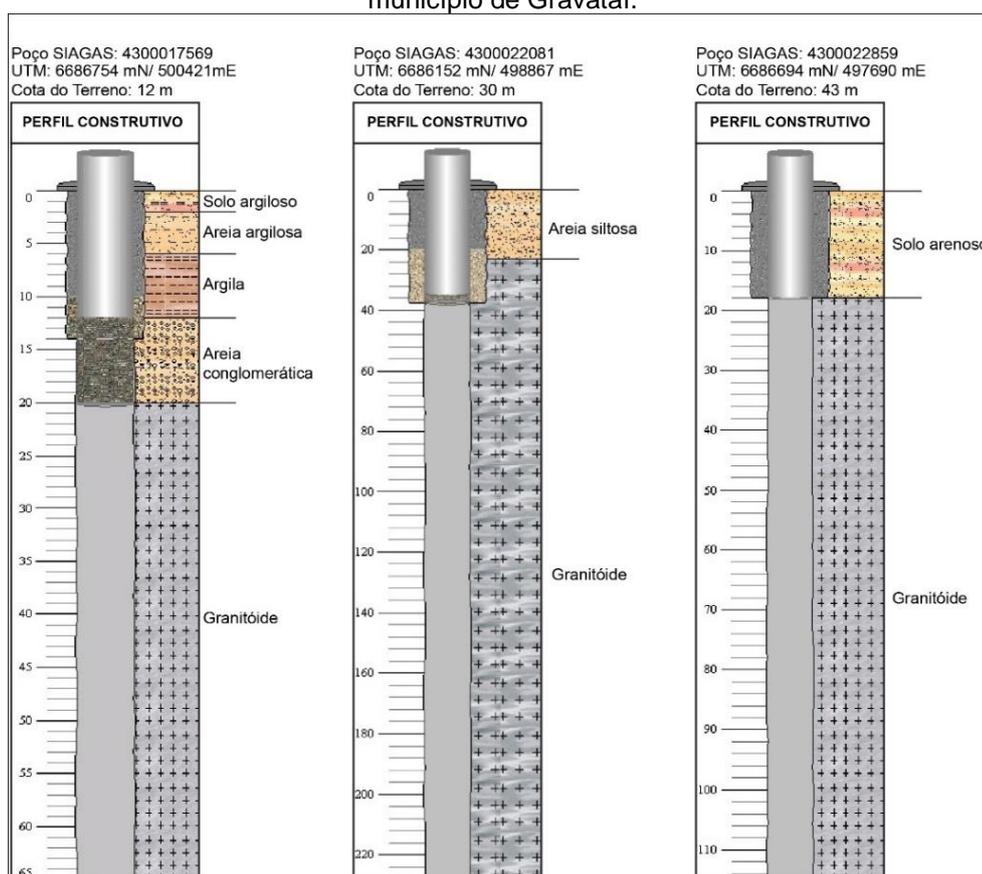


Foto: autor.

Quando não está aflorando em superfície, verificou-se por meio de perfis de poços tubulares que a unidade é sobreposta por um manto de alteração, estando, em algumas regiões, também encoberta pelos depósitos eluviais-coluviais associados ao Quaternário. A Figura 21 mostra os perfis construtivos e geológicos de 3 poços perfurados ao longo do Distrito Industrial do município, onde podem ser visualizados os granitóides sendo capeados por solo e alguns depósitos eluviais-coluviais.

Figura 21 – Perfis geológicos e construtivos de 3 poços tubulares perfurados no município de Gravataí.



Fonte: modificado de CPRM/SIAGAS.

4.2.2 Formação Palermo

A Fm. Palermo aparece com uma distribuição superficial bastante restrita, localizada na porção sudeste do município de Gravataí, podendo ser visualizada ao longo da Rua Alcides Ferreira, próximo ao Camping Cataúcho, um centro de lazer às margens do Rio Gravataí. Sua identificação em afloramento é bastante dificultada pela pequena distribuição, assim como prejudicada pelos processos intempéricos

que agiram sobre essas rochas, mascarando suas características diagnósticas e dificultando a identificação. Onde não está alterada, esta unidade aflora em lajeados ao longo das estradas vicinais e em pequenos barrancos de corte de estrada, apresentando-se fortemente fraturada e com intenso deslocamento. Os afloramentos são representados por siltitos interlaminais com arenitos muito finos, estratificados e de coloração clara, geralmente esbranquiçados a cinza claro esverdeado, podendo apresentar coloração alaranjada quando alterado (Figura 22).

Figura 22 – Afloramento da Fm. Palermo. A, B e C) Pequeno barranco de corte de estrada; D) Afloramento do tipo lajeado.

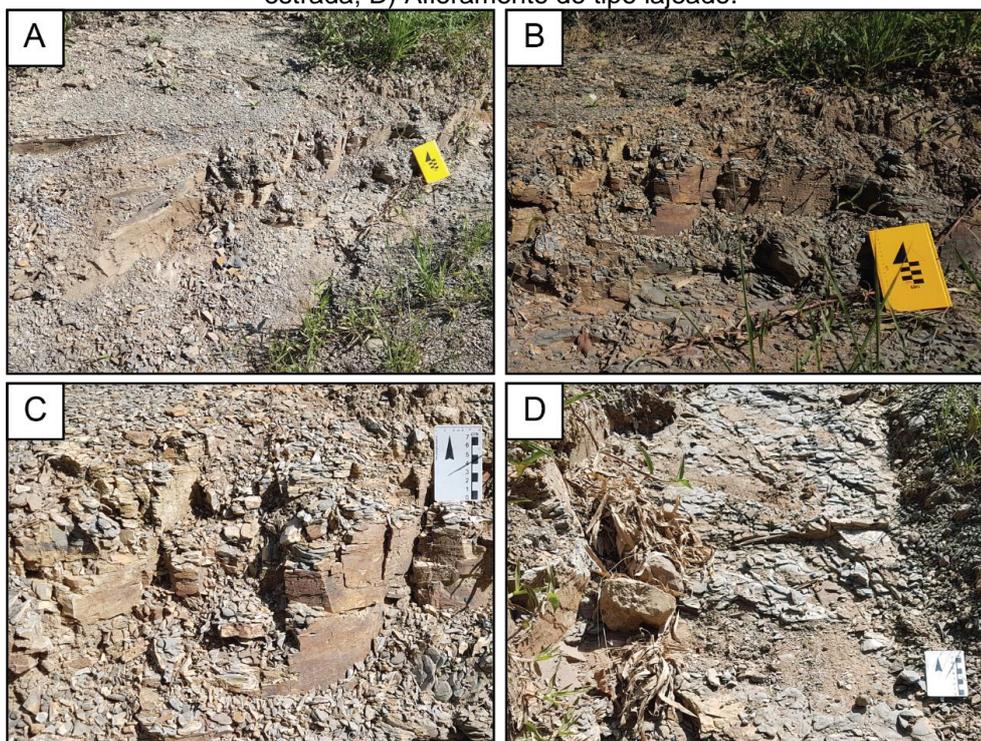


Foto: autor.

4.2.3 Subgrupo Estrada Nova

O Subgrupo Estrada Nova pode ser encontrado aflorando na região central do município, em uma porção relativamente contínua de direção NE-SW, com alguns afloramentos dispersos, mais a sudeste, principalmente ao longo da BR-290 e RS-030, sendo encontrado normalmente entre as altitudes 30 e 90 m.

A maioria dos afloramentos se encontra fortemente alterado ou capeado por solo e alguns depósitos eluviais-coluviais, dificultando a identificação e mapeamento da unidade. Por conta da limitação de sua exposição, muitas vezes a unidade é

descrita como material disperso na superfície, sendo possível sua identificação de forma íntegra apenas em visita à argileiras e ao longo de cortes de estrada recentes, onde ainda não há recobertura de vegetação. Nos afloramentos inalterados dessa unidade, são encontrados siltitos e argilitos maciços, esbranquiçados a avermelhados, por vezes apresentando intercalações milimétricas de arenito muito fino, laminações e níveis mais argilosos de cor cinza claro e oxidações amarelo-laranja-avermelhada, conforme pode ser verificado nos afloramentos descritos (Figura 23).

Figura 23 – Afloramentos do Subgrupo Estrada Nova. A e B) Barranco de corte de estrada de siltito esbranquiçado; C e D) Amostra de mão, demonstrando em detalhe a intercalação milimétrica de arenito.

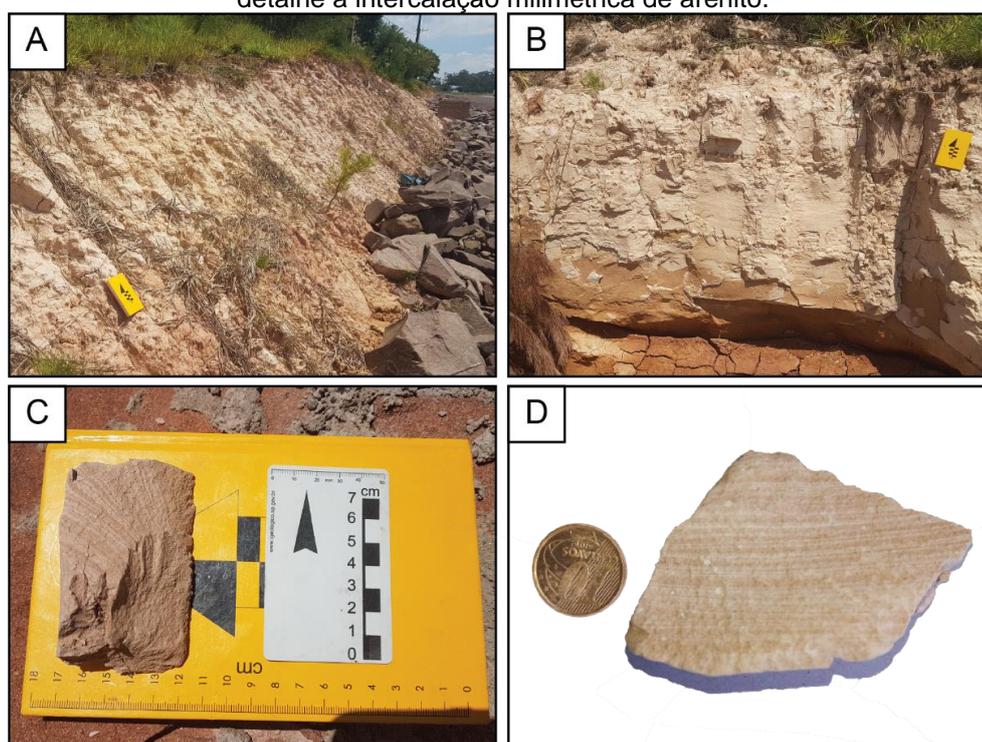


Foto: autor.

4.2.4 Formação Rio do Rasto

Dentro dos limites do município de Gravataí, a Fm. Rio do Rasto aflora ao longo de uma faixa NE-SW, na porção centro-oeste, assim como contornando a base da escarpa do planalto, ao longo de toda região norte, sendo encontrada, normalmente, entre as cotas 40 e 100 m. Em campo, onde não está recoberta por solo e depósitos eluviais-coluviais, é encontrada aflorando em valetas de drenagem de estradas, assim como em bancadas de argileiras e ao longo de cortes de estrada

recentes, onde os taludes ainda se encontram nus, sem vegetação instalada, os quais, devido ao maior grau de exposição, apresentam os melhores afloramentos.

Em campo, pode-se verificar que esta unidade é constituída por camadas tabulares de arenitos finos a muito finos, por vezes intercalados com argilito e siltito, de coloração avermelhada a esbranquiçada, destacando-se como estrutura sedimentar estratificações plano-paralelas (Figura 24).

Figura 24 – Afloramentos da Fm. Rio do Rasto. A) Bancada de arenito muito fino avermelhado com intercalação descontínua de argilito esbranquiçado em jazida de material de empréstimo; B) Lajeado em vala de drenagem; C) Barranco em corte de estrada vicinal; D) Amostra de mão de nível argilítico, que por vezes é encontrado intercalado com os arenitos finos.

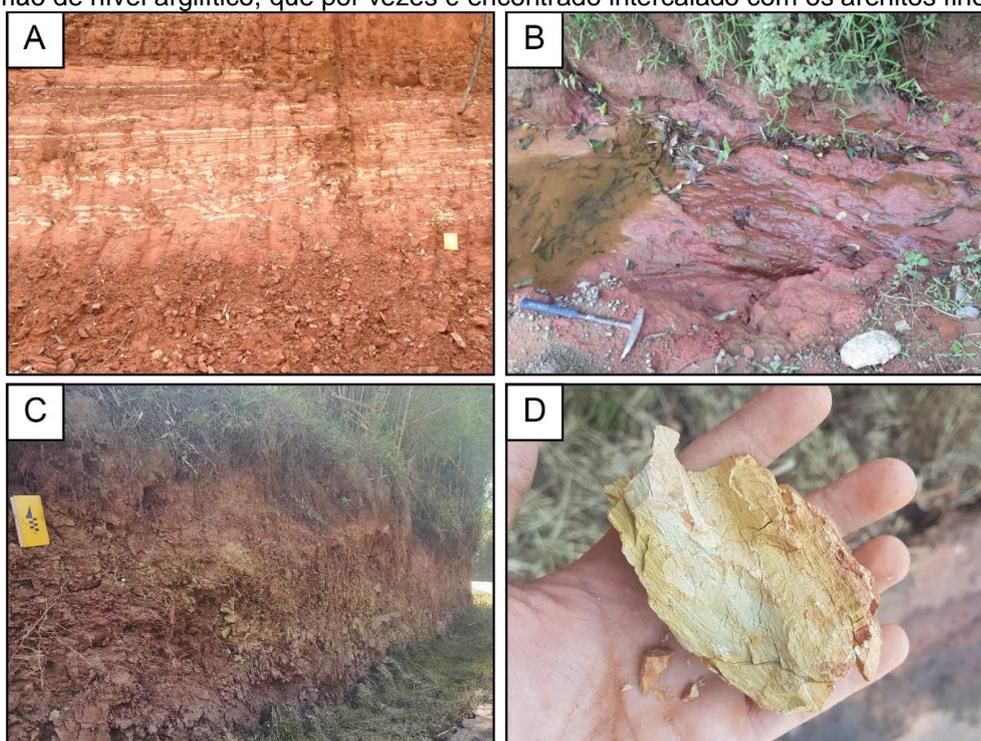


Foto: autor.

4.2.5 Formação Pirambóia

Ao longo do município, a Fm. Pirambóia é encontrada na porção norte, em uma faixa contínua com orientação W-E no sopé da escarpa do Planalto, posicionada no topo da Fm. Rio do Rasto e abaixo da Fm. Botucatu, sendo encontrada, quando não está recoberta por vegetação, em cortes de estrada entre as cotas 40 e 150 m.

Em termos litológicos, a unidade é constituída por arenitos síltico-argilosos, médios a finos, por vezes com intraclastos argilosos, de coloração esbranquiçada a

avermelhado. Nos locais em que aflora, apresenta-se bastante friável, devido aos intensos processos intempéricos que atuaram sobre seus depósitos, reduzindo substancialmente os afloramentos bem preservados. Embora a maioria dos afloramentos encontrem-se bastante alterados, foi possível identificar a presença de estratificação cruzada de pequeno porte, além de laminações plano-paralelas (Figura 25).

Figura 25 – Exposição da Fm. Pirambóia. A) Afloramento de corte de estrada; B) Detalhe do bloco de argila entremeado ao arenito; C) Estratificação cruzada de pequeno porte; D) Detalhe da litologia da unidade.

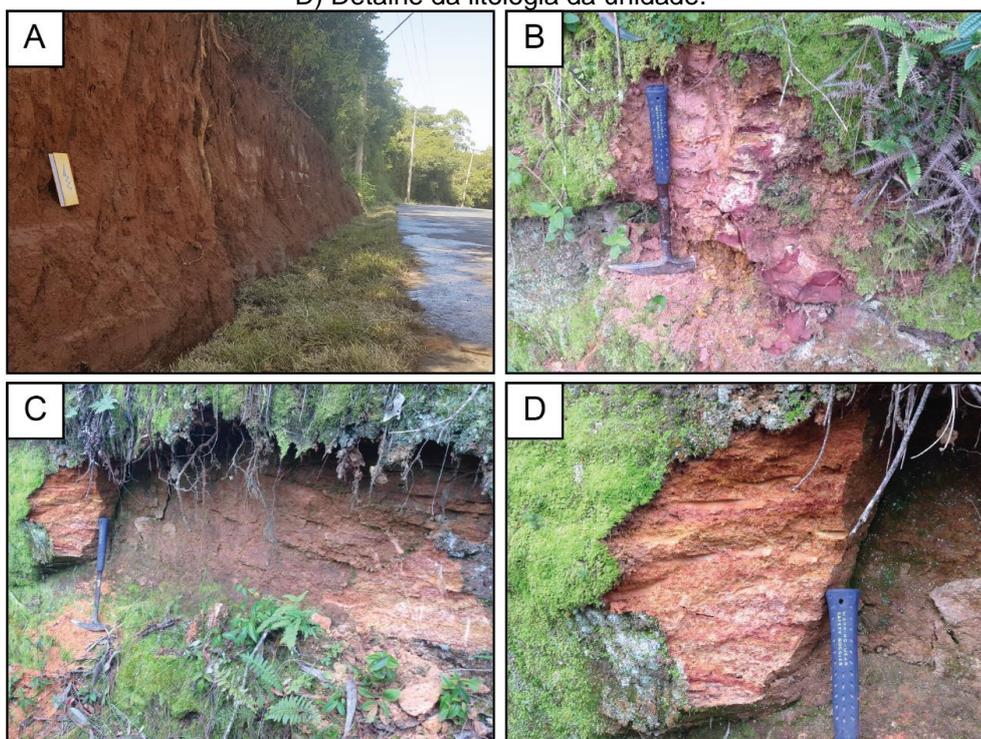


Foto: autor.

4.2.6 Formação Botucatu

As rochas sedimentares da Fm. Botucatu afloram na porção norte do município, ocupando cotas altimétricas entre 100 e 300 m, onde são facilmente encontradas em barrancos ao longo das estradas, assim como formando morros testemunhos no relevo do município.

Esta unidade é constituída por arenitos bimodais bastante litificados, predominantemente quartzosos, sem matriz argilosa, com grãos foscos e bem arredondados. Possuem granulometria fina a média, bem selecionados, de cores róseo-avermelhadas. Em campo, os afloramentos visitados apresentam

estratificações cruzadas planar e tangenciais de médio porte, e espessuras médias entre 2 a 5 metros, atingindo até 30 metros de extensão (Figura 26). As melhores exposições desta unidade podem ser encontradas em pedreiras ativas ou desativadas, onde é extraído e explorado como material para a construção civil, e em cortes ao longo das estradas.

Figura 26 – Corte de estrada da unidade Fm. Botucatu. A) Arenito bastante litificado com estratificação cruzada planar; B) Arenito com estratificação cruzada tangencial; C e D) Detalhes da estrutura tabular da unidade geológica.

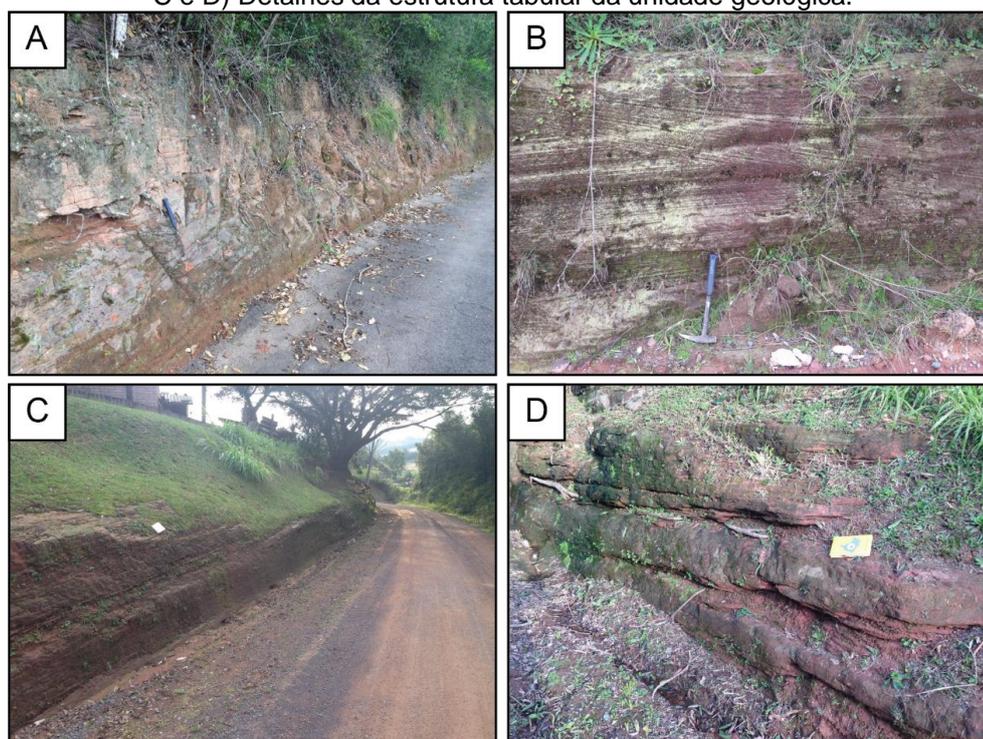


Foto: autor.

4.2.7 Formação Serra Geral

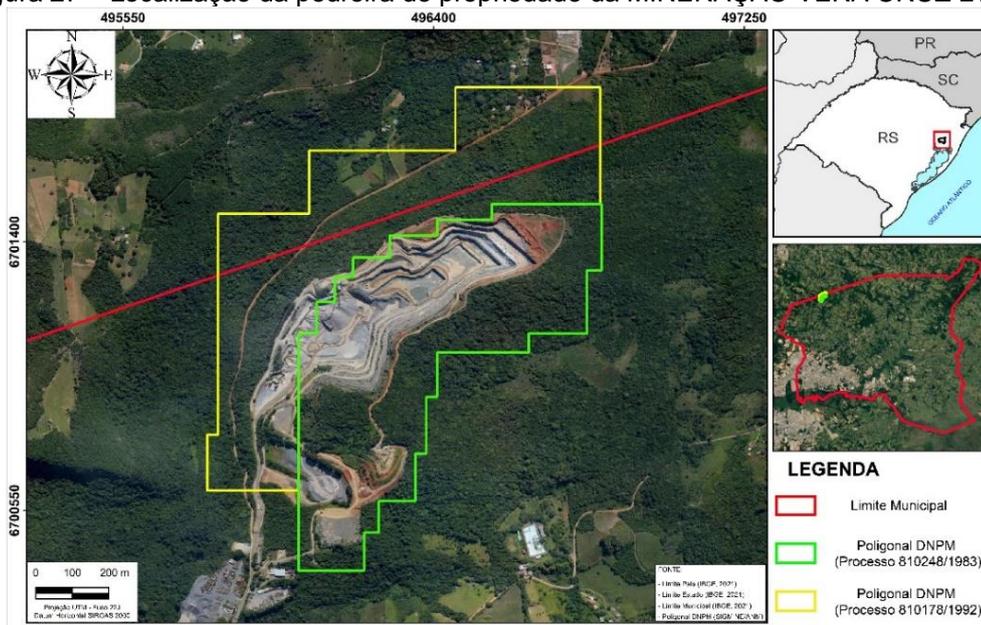
Segundo Roisenberg *et al.* (2008), no município de Gravataí, as rochas vulcânicas básicas a intermediárias (Unidade Vulcânica Fácies Gramado) relacionadas ao magmatismo da Fm. Serra Geral afloram precariamente, sendo restritas a pequenas áreas no extremo noroeste, nas escarpas do planalto, onde são extraídas visando a produção de agregados, por algumas pedreiras locais, e no extremo nordeste, na parte mais elevada da sequência, onde o terreno tende a ficar mais plano, atingindo cotas altimétricas de até 340 m.

Onde afloram, as rochas dessa unidade se encontram bastante alteradas e, em muitos locais, tendem a formar campos de matações de dimensões reduzidas.

Possuem coloração castanha a cinza escuro, de textura fanerítica muito fina a afanítica, dispostos em mais de um derrame de lava. Quando aflorando em cortes de estrada ou em bancadas de pedreiras, apresentam estruturas tectônicas (fraturas e zonas de fraturas) e estruturas de resfriamento (disjunções verticais, zonas maciças e vesiculares) (Roisenberg *et al.*, 2008).

Por conta de sua ocorrência bastante restrita ao longo do município, não foi possível visitar afloramentos dessa unidade durante a etapa de campo, no entanto através de informações obtidas na Plataforma SOL (Sistema Online de Licenciamento Ambiental) de descrições realizadas em pedreira de propriedade da MINERAÇÃO VERA CRUZ LTDA. (CNPJ nº 92.587.062/0001-60) verificou-se que as rochas basálticas encontradas no município apresentam, muito provavelmente, gênese hipabissal ou subvulcânica, sendo por conta disso classificadas como diabásios. Segundo ABG (2019), os basaltos encontrados na referida pedreira possuem cor cinza escuro, textura fanerítica fina a média e composição mineralógica típica de rochas basálticas (Figuras 27 e 28).

Figura 27 – Localização da pedreira de propriedade da MINERAÇÃO VERA CRUZ LTDA.



Fonte: elaborado pelo autor.

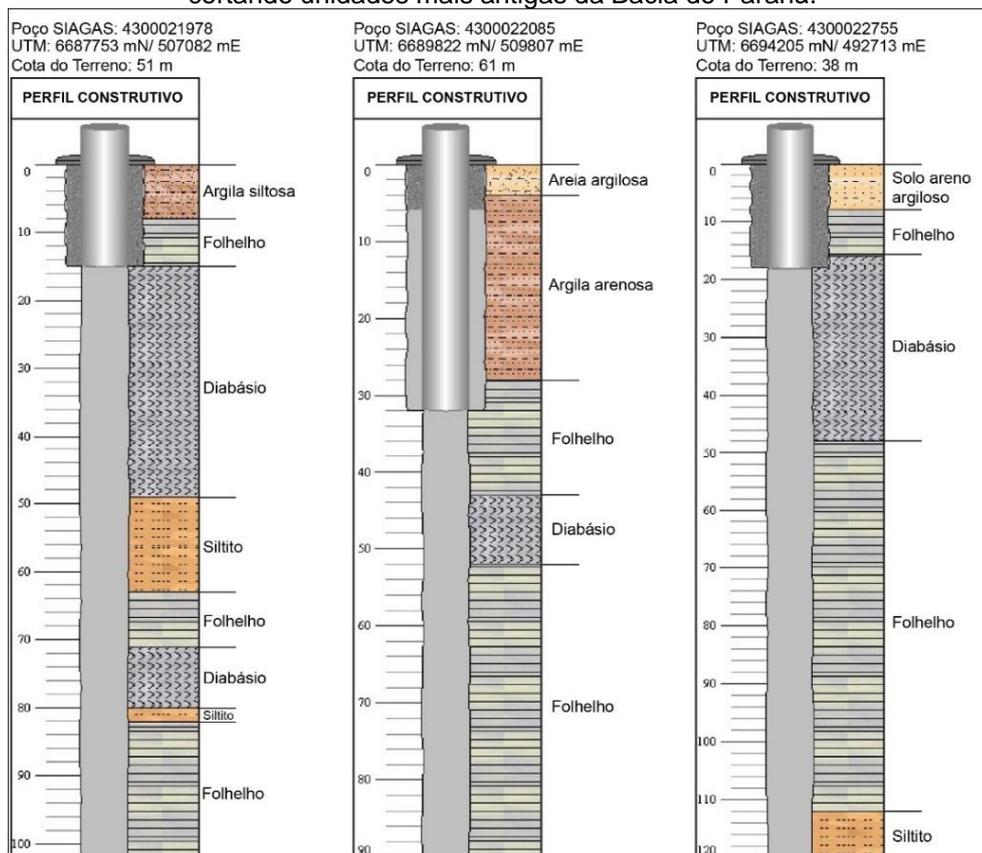
Figura 28 – Extração de basalto em pedreira. A) Maciço fraturado. Destaque para horizonte de alteração; B,C e D) Detalhe das bancadas.



Fonte: ABG (2019); UFRGS (2019).

Além das poucas exposições em superfície, corpos intrusivos não aflorantes também ocorrem na região, como mostram os perfis construtivos e geológicos de 3 poços perfurados no município (Figura 29). Observa-se que nesses perfis há presença de corpos intrusivos como diques e sills, de composição básica, intrudindo seqüências sedimentares mais antigas da Bacia do Paraná, provavelmente associadas a Fm. Rio do Rasto e rochas do Subgrupo Estrada Nova.

Figura 29 – Perfis geológicos e construtivos de poços cadastrados na plataforma SIAGAS perfurados no município de Gravataí. Destaque para intrusões de diabásio cortando unidades mais antigas da Bacia do Paraná.



Fonte: modificado de CPRM/SIAGAS.

4.2.8 Depósitos Cenozóicos

Ao longo da área do município, foram reconhecidos depósitos que podem ser associados à gênese do sistema Planície Costeira, relacionando-os a 3 sistemas deposicionais, sendo eles: depósitos de planície lagunar, relacionados ao Sistema Pleistocênico Barreira-Laguna I, depósitos eluviais/coluviais e depósitos aluvionares/canal fluvial, relacionados aos demais sistemas.

4.2.8.1 Depósitos de Planície Lagunar

Os Depósitos de Planície Lagunar ocorrem no extremo sudeste, em áreas topograficamente mais baixas, próximas ao Rio Gravataí, sendo a área, em sua maior parte, ocupada por lavouras de arroz, onde por conta do difícil acesso não foi possível descrição *in situ* dos sedimentos que compõem a unidade.

De acordo com Roisemberg *et al.* (2008), esta unidade é representada por depósitos inconsolidados de areias siltico-argilosas, constituídas basicamente por grãos de quartzo, com granulometria fina, média e por uma fração de areia grossa, onde é comum a ocorrência de concreções ferruginosas. Em geral são mal selecionadas, de coloração amarelo-acastanhadas, maciças ou com laminação plano-paralela incipiente.

4.2.8.2 Depósitos Eluviais e Coluviais

Os depósitos pertencentes a esta unidade ocorrem largamente na porção central do município, em sua maioria formando um relevo de coxilhas suaves, recobrimo depósitos pertencentes as unidades sedimentares Rio do Rasto e do Subgrupo Estrada Nova, que por se apresentarem como altos topográficos e pela proximidade, acabam servindo como área fonte principal para estes sistemas. De forma geral, são caracterizados por depósitos que se formaram através de processo gravitacional, apresentando sedimentos muito pobremente selecionados, grosseiros e imaturos, constituídos por areias conglomeráticas, areias siltico-argilosas de cores avermelhadas com a presença de clastos de rochas sedimentares, principalmente de arenitos da Fm. Botucatu e rochas vulcânicas da Fm. Serra Geral (Figura 30).

Figura 30 – Depósitos elúvio-coluvionares. A e B) Pequeno barranco de corte de estrada de areia conglomerática com seixo de rocha vulcânica; C) Lajeado de areia conglomerática; D) Detalhe de um detrito tamanho bloco.

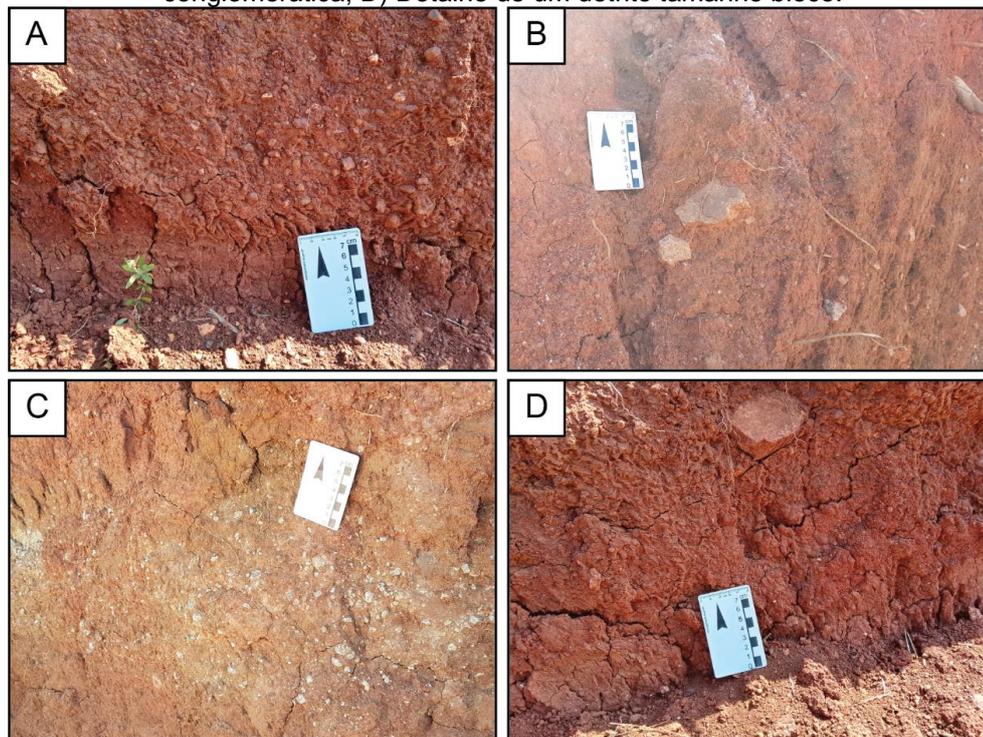


Foto: autor.

4.2.8.3 Depósitos Aluvionares

Estes depósitos são encontrados preenchendo a calha dos rios e recobrimdo suas planícies de inundação. São formados por materiais inconsolidados, representados por cascalhos imaturos, areia grossa a fina e sedimentos síltico-argilosos. A formação destes depósitos sedimentares está associada à evolução da planície de inundação dos arroios, antigos depósitos de canais e barras de canais, compreendendo terrenos geologicamente mais novos e que se encontram em processo de construção (Figura 31).

Figura 31 – Depósito aluvial. Detalhe dos sedimentos inconsolidados recobrendo a calha do Arroio Demétrio (RS-030).



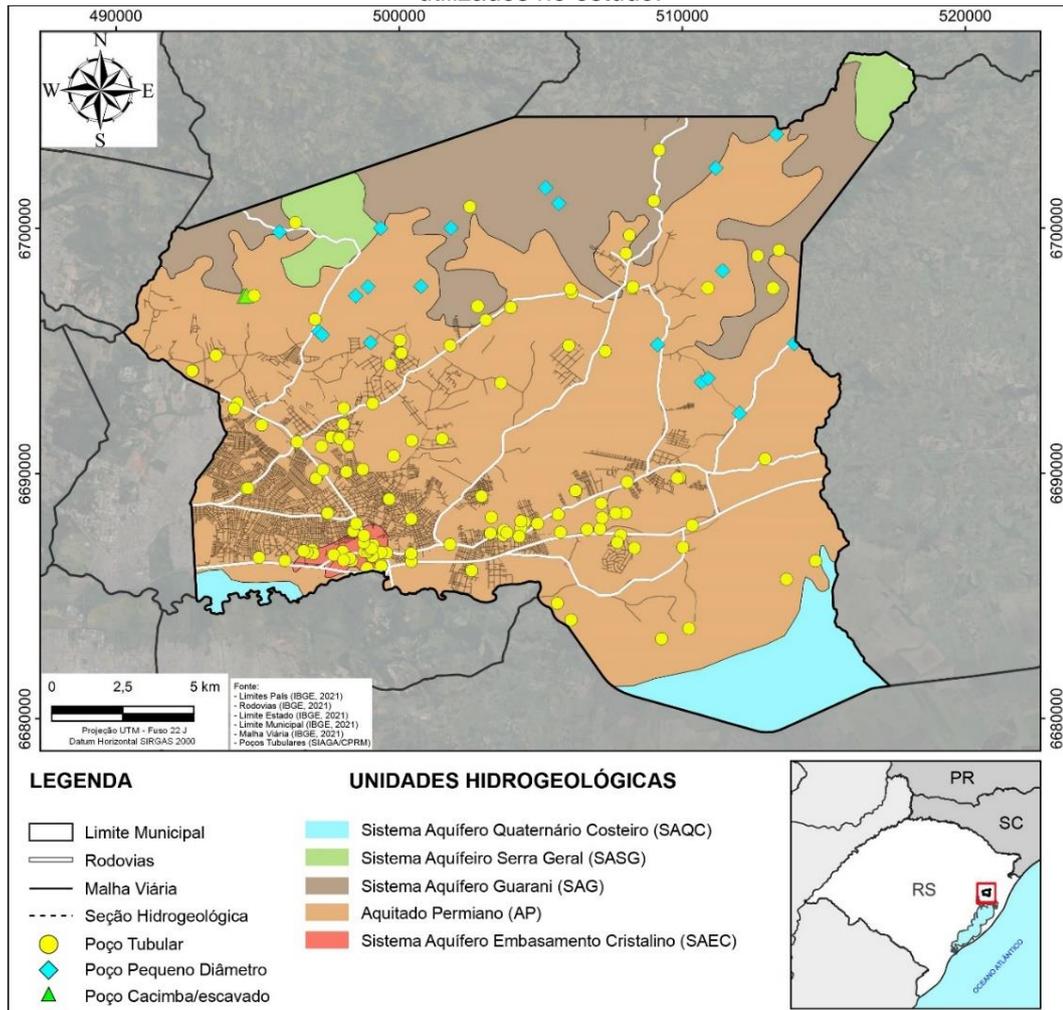
Foto: autor.

4.3 CARACTERIZAÇÃO HIDROGEOLÓGICA

Conforme o mapa hidrogeológico apresentado na Figura 32, corroborado a partir da análise dos perfis geológicos obtidos dos poços perfurados na região, verificou-se que os recursos hídricos subterrâneos na área de estudo estão associados a quatro sistemas aquíferos: Sistema Aquífero Embasamento Cristalino (SAEC), Aquitardo Permiano (AP), Sistema Aquífero Guaraní (SAG), que neste trabalho é representado pela Unidade Hidroestratigráfica Botucatu/Pirambóia e o Sistema Aquífero Quaternário Costeiro (SAQC). Embora o SAQC esteja presente na região sudeste do município, não foram encontrados poços que captassem água dessa unidade, tornando assim a caracterização hidrodinâmica inviável.

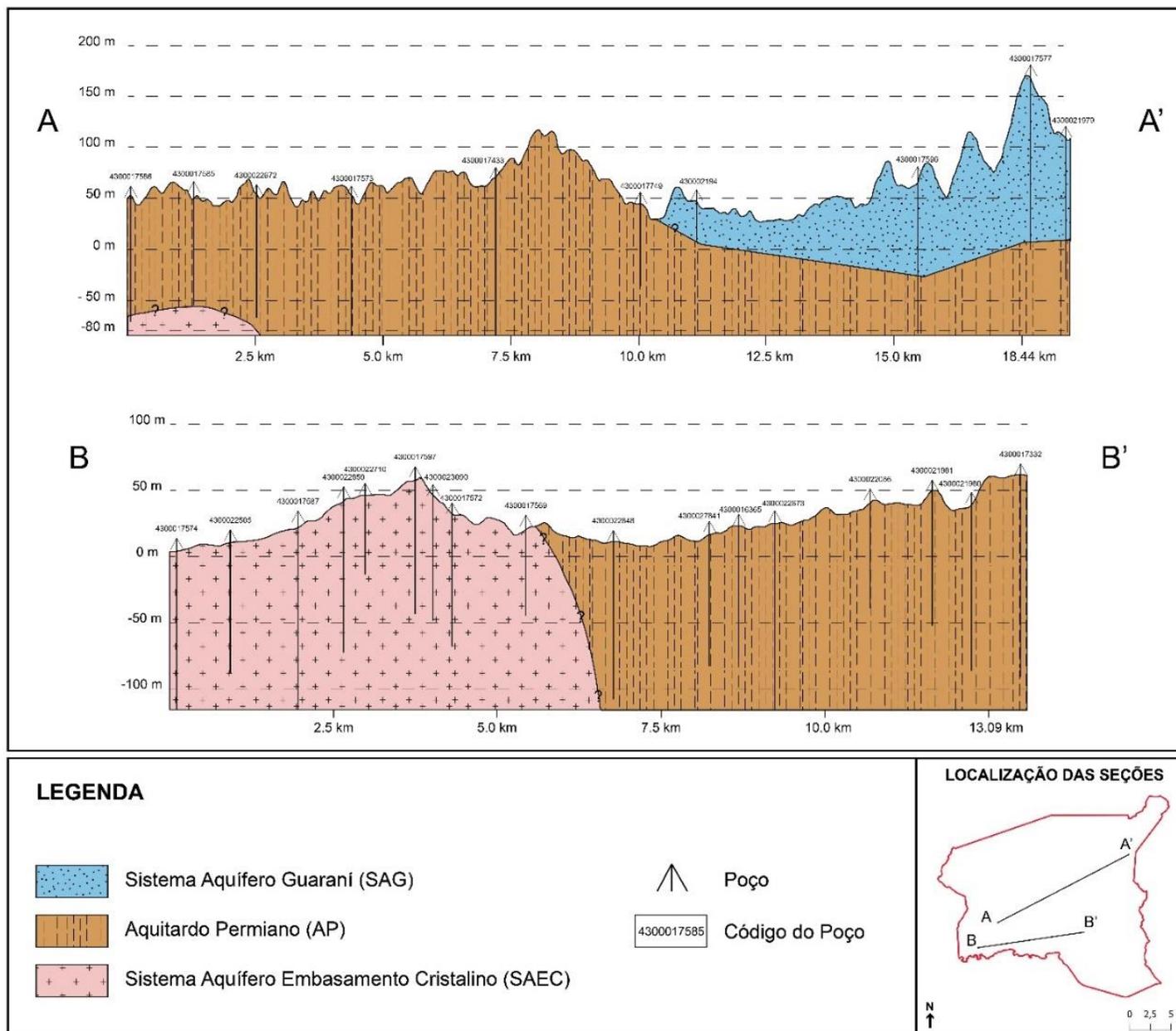
Para a realização da caracterização hidrogeológica foram obtidas informações de 120 poços tubulares, sendo relevante destacar que o Sistema Aquífero Serra Geral e Palermo/Rio Bonito tiveram sua ocorrência verificada em 4 poços isolados, no entanto pela ocorrência extremamente reduzida, baixa quantidade e confiabilidade dos dados, esses sistemas não foram caracterizados neste trabalho, sendo os poços não contabilizados na análise.

Figura 32 – Mapa hidrogeológico do município de Gravataí com a localização dos poços utilizados no estudo.



Com objetivo de identificar as relações espaciais e hidroestratigráficas entre as unidades aquíferas presentes na área de estudo, foi possível elaborar por meio da interpretação dos dados de perfis geológicos de diferentes poços tubulares instalados no município, juntamente com o auxílio do mapa hidrogeológico duas seções hidrogeológicas esquemáticas (Figura 33).

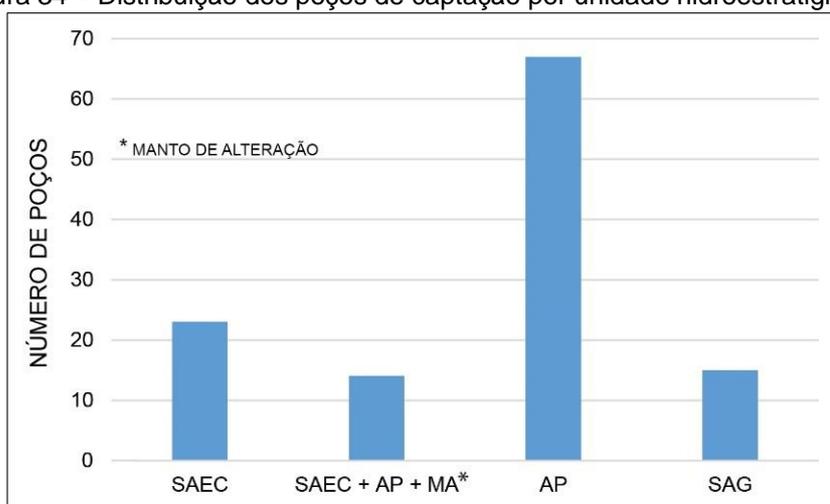
Figura 33 – Seções hidrogeológicas esquemáticas com a localização dos poços tubulares utilizados.



Fonte: elaborado pelo autor.

Através da análise dos poços, pode-se perceber que o maior número de captações de água subterrânea encontra-se no AP, seguida em número pelo SAEC. De 120 poços, 23 apresentam captação exclusiva do SAEC, 12 captação simultânea do SAEC e do AP, 3 captação simultânea do SAEC e do aquífero poroso livre formado pelo manto de alteração, 67 captação do AP e 15 poços captam água do SAG (Figura 34).

Figura 34 – Distribuição dos poços de captação por unidade hidroestratigráfica.



Fonte: elaborado pelo autor.

Para caracterização hidrodinâmica de cada unidade, foram analisados os seguintes parâmetros hidrogeológicos: profundidade dos poços, número de entradas de água, profundidade das entradas de água, profundidade do nível estático (NE), profundidade do nível dinâmico (ND) e valores de vazão (Q). É importante ressaltar que se optou por trabalhar com os dados de vazão dos poços para inferir a produtividade, em função da menor quantidade de dados de capacidade específica, bem como percebeu-se que os valores desse parâmetro em alguns poços foram calculados a partir de ensaios de bombeamento com diferentes intervalos de duração, comprometendo sua utilização.

4.3.1 Sistema Aquífero Embasamento Cristalino

O SAEC está associado a rochas granito-gnáissicas que compõem o embasamento da região e representa o segundo sistema aquífero em importância como reservatório de água subterrânea de Gravataí em termos de quantidade de

poços. Cerca de 32% dos poços tubulares cadastrados no município captam água dessa unidade, seja de forma exclusiva ou simultânea com outra unidade. Pela sua natureza fissural, este aquífero caracteriza-se por ser descontínuo e restrito a zonas fraturadas, podendo suas águas ter comportamento livre, próximo às zonas de recarga, a confinado, onde estão sobrepostos pelas unidades Permianas. Em locais onde o manto de alteração é formado por solos franco arenosos associado a espessura, porosidade e permeabilidade suficientes, pode levar a formação de um aquífero granular livre (freático) sobre essas rochas.

Alguns dos perfis construtivos analisados demonstram a existência de camadas arenosas próximas à superfície, que poderiam estar associadas a aquíferos livres. No entanto, a maioria dos poços que atravessam esses sedimentos possuem revestimento neste intervalo, sendo identificado apenas 3 poços com seção filtrante nesses níveis, porém captando simultaneamente água do aquífero livre e do fissural, dificultando a caracterização desse aquífero granular.

Com a análise das informações dos perfis construtivos e litológicos, os poços associados ao SAEC podem ser divididos em 2 grupos:

- Poços que captam água exclusivamente do aquífero fraturado (SAEC);
- Poços mistos, que captam água do aquífero fraturado e de sequências permianas que, por meio de fraturas, adquirem caráter de aquífero.

Para a avaliação hidrodinâmica, optou-se por utilizar poços que captam água do aquífero fraturado e poços mistos, isso porque não foram encontrados dados hidrodinâmicos de poços que captam água exclusivamente do manto de alteração. Cada um desses dois grupos foi tratado de forma individual para a avaliação dos parâmetros hidrodinâmicos. A Tabela 2 mostra a análise estatística dos dados hidrodinâmicos dos poços classificados como de captação mista, que captam simultaneamente água de mais de um sistema aquífero.

Tabela 2: Dados dos poços classificados como de captação mista no SAEC.

Estatística/Parâmetro	Prof. dos Poços (m)	ND (m)	NE (m)	Q (m³/h)
Média	135,53	60,22	10,18	8,49
Mediana	132	53,87	5,05	6
Mínimo	52	19,50	2,82	0,30
Máximo	280	124,43	23	41,68
Desv. Padrão	68,87	31,24	8,04	10,52
Nº Poços Avaliados	15	11	13	13

Fonte: elaborado pelo autor.

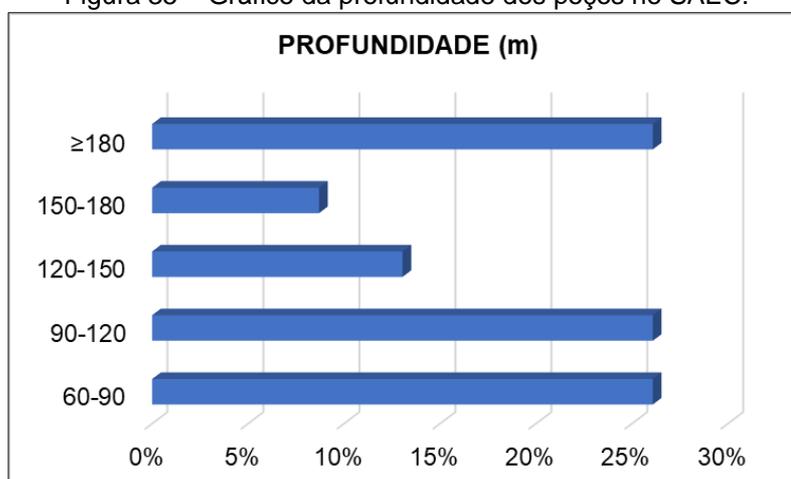
A análise da profundidade dos 23 poços que captam água exclusivamente do aquífero fraturado permitiu verificar que a média da profundidade dos poços perfurados é de 137,43 m, com um desvio padrão de 65,60 m. A profundidade mínima dos poços encontrada é de 60 m e a máxima de 300 m (Tabela 3). Os poços perfurados em sua maioria estão situados a profundidades inferiores a 150 m (65%), como mostra a Figura 35.

Tabela 3: Dados estatísticos da profundidade dos poços no SAEC.

Profundidade (m)	
Média	137,43
Mediana	115
Mínimo	60
Máximo	300
Desv. Padrão	65,60
Nº Poços Avaliados	23

Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 35 – Gráfico da profundidade dos poços no SAEC.



Fonte: elaborado pelo autor.

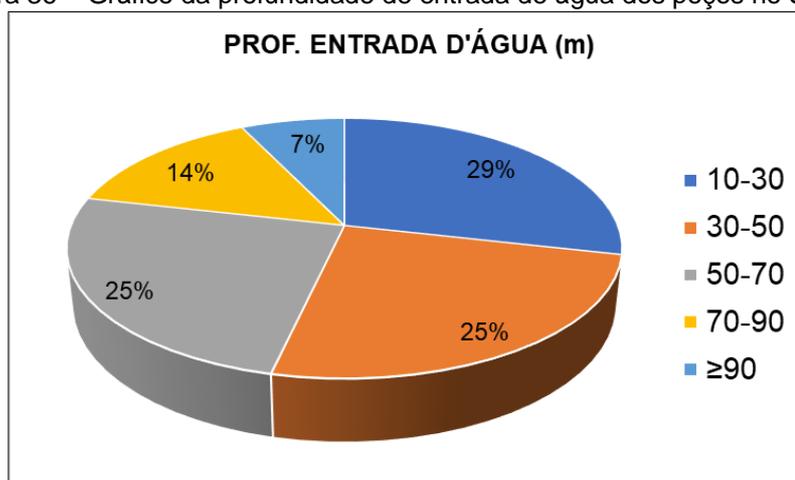
Com relação às entradas de água, foram obtidas informações de 18 poços, que demonstraram que a maioria possui 1 entrada de água (56%), enquanto que 34% do total possuem 2 entradas. Para as profundidades das entradas de água, foi obtida uma média de 50 m, sendo a profundidade máxima de 107 m e a mínima de apenas 10 m (Tabela 4). Verificou-se que cerca de 79% das entradas de água estão situadas entre 10 e 70 m de profundidade. Esse intervalo pode refletir a profundidade dos níveis de fraturas abertas do embasamento na região, demonstrando que a circulação da água subterrânea é mais comum nesse intervalo que em profundidades maiores que 90 m, uma vez que a ocorrência de fraturas abertas tende a diminuir em níveis mais profundos em função da pressão exercida pelo maciço rochoso (Figura 36).

Tabela 4: Dados estatísticos da profundidade de entrada d'água nos poços no SAEC.

Prof. Entrada D'água (m)	
Média	50
Mediana	44
Mínimo	10
Máximo	107
Desv. Padrão	27,86
Nº Entradas D'água Avaliadas	28

Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 36 – Gráfico da profundidade de entrada de água dos poços no SAEC.



Fonte: elaborado pelo autor.

A profundidade do nível estático (NE) varia entre 0 a 48 m, com média de 13,67 m e desvio padrão de 13,22 m (Tabela 5). Com relação à distribuição das profundidades, em 56% dos poços avaliados, a profundidade do NE encontra-se inferior aos 10 m (Figura 37).

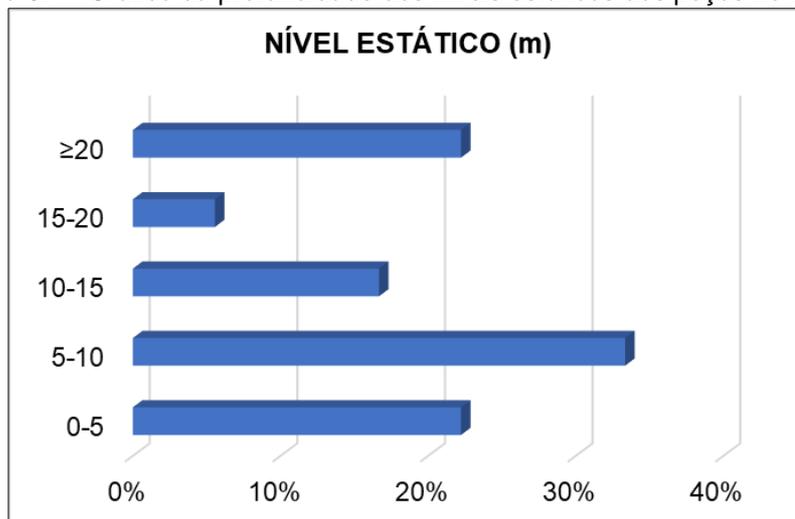
De maneira geral, a profundidade do NE da maioria dos poços avaliados se encontra acima das profundidades das entradas de água. Esse fato pode estar demonstrando que as águas se encontram sob pressão, assim como pode estar refletindo a existência de intercomunicação entre as fraturas, permitindo, assim, que a água percole até níveis mais superficiais.

Tabela 5: Dados estatísticos da profundidade do nível estático dos poços no SAEC.

Nível Estático (m)	
Média	13,67
Mediana	8,20
Mínimo	0
Máximo	48
Desv. Padrão	13,22
Nº Poços Avaliados	18

Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 37 – Gráfico da profundidade dos níveis estáticos dos poços no SAEC.



Fonte: elaborado pelo autor.

Os valores de profundidade do ND dos poços vão de 24 a 188,80 m, a média de profundidade é de 101,68 m e os valores apresentam um desvio padrão de 60,05 m (Tabela 6). Os valores de profundidade do ND são bastante dispersos, demonstrado pelo alto desvio padrão; no entanto, percebe-se que pouco mais da

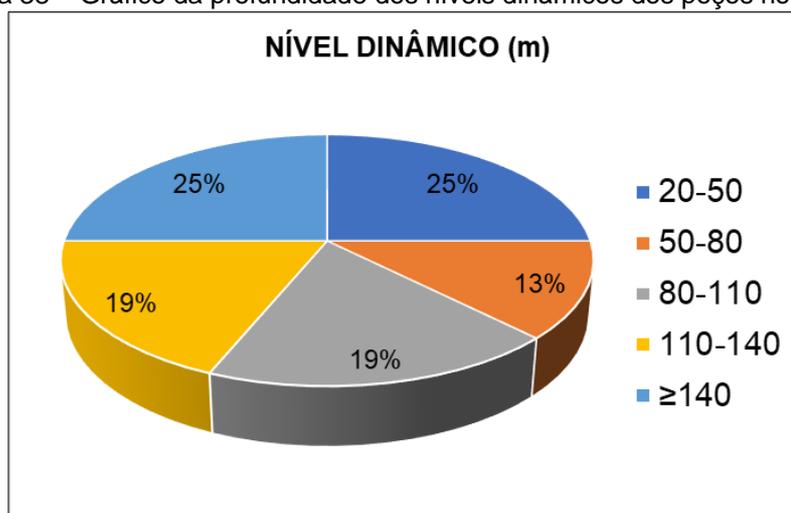
metade dos poços (56%) apresentam ND acima de 110 m (Figura 38). O ND não permite muitas interpretações, pois é um parâmetro que depende do bombeamento, portanto é variável e depende diretamente da quantidade de água que está sendo explorada.

Tabela 6: Dados estatísticos da profundidade do nível dinâmico dos poços no SAEC.

Nível Dinâmico (m)	
Média	101,68
Mediana	94,40
Mínimo	24
Máximo	188,80
Desv. Padrão	60,05
Nº Poços Avaliados	16

Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 38 – Gráfico da profundidade dos níveis dinâmicos dos poços no SAEC.



Fonte: elaborado pelo autor.

A análise das vazões demonstra que os poços do aquífero fraturado, de forma geral, possuem baixa vazão, média de 4,95 m³/h, com vazões máximas alcançando os 20 m³/h e mínimas chegando à 0,4 m³/h (Tabela 7). Os poços do aquífero misto, se comparados com poços que captam água apenas do aquífero fraturado, apresentam, na maior parte dos casos, vazões com média superiores, evidenciando, dessa forma, uma maior capacidade de produção se comparados com os aquíferos fraturados. Esse aumento da vazão está relacionado provavelmente com a captação em conjunto com as litologias do AP, visando alcançar maior vazão de captação. A partir dos valores de vazão mostrados no gráfico da Figura 39, percebe-se que, em

sua maioria, os valores de vazão alcançados no aquífero fraturado apresentam-se abaixo dos 5 m³/h (67%), seguido por vazões variando entre 5 a 10 m³/h (17%). Essas variações nos valores de vazão podem estar associadas ao grau de fraturamento da rocha, bem como a quantidade de fraturas interceptadas pelo poço (entradas de água).

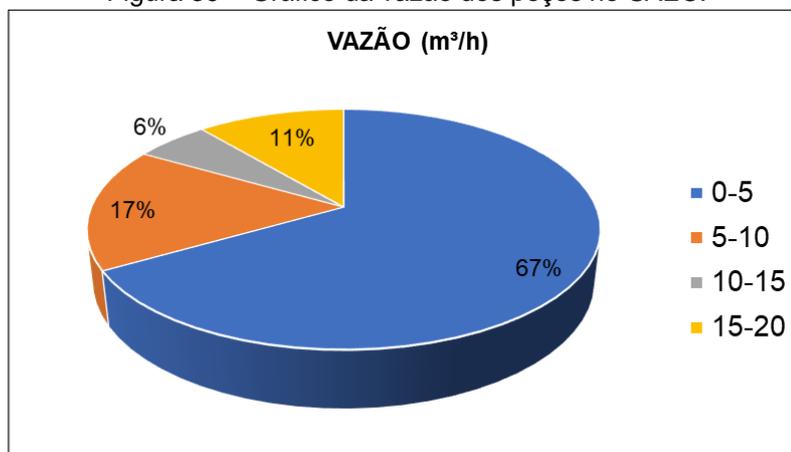
Em termos de potencialidade, a vazão média encontrada para o SAEC indica uma produtividade classificada em “geralmente muito baixa, porém localmente baixa”, na qual fornecimentos por longo período de tempo de forma contínua dificilmente são garantidos (Diniz, 2012).

Tabela 7: Dados estatísticos da vazão dos poços no SAEC.

Vazão (m ³ /h)	
Média	4,95
Mediana	2,12
Mínimo	0,4
Máximo	20
Desv. Padrão	5,89
Nº Poços Avaliados	18

Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 39 – Gráfico da vazão dos poços no SAEC.



Fonte: elaborado pelo autor.

4.3.2 Aquitardos Permianos

Na região de Gravataí, as litologias que compõem o AP representam a unidade de maior relevância em termos de quantidade de poços tubulares cadastrados (56%). São compostos por siltitos argilosos, argilitos, folhelhos e

arenitos finos a muito finos, representados principalmente pelo Subgrupo Estrada Nova e Fm. Rio do Rasto. Por conta da natureza siltico-argilosa os poços que captam água exclusivamente dessas litologias apresentam baixa capacidade hidráulica, apresentando poços com vazões muito baixas ou secos. Volumes mais significativos extraídos dessas unidades estão associados com fraturas e com as intercalações arenosas que ocorrem entre os siltitos e argilitos.

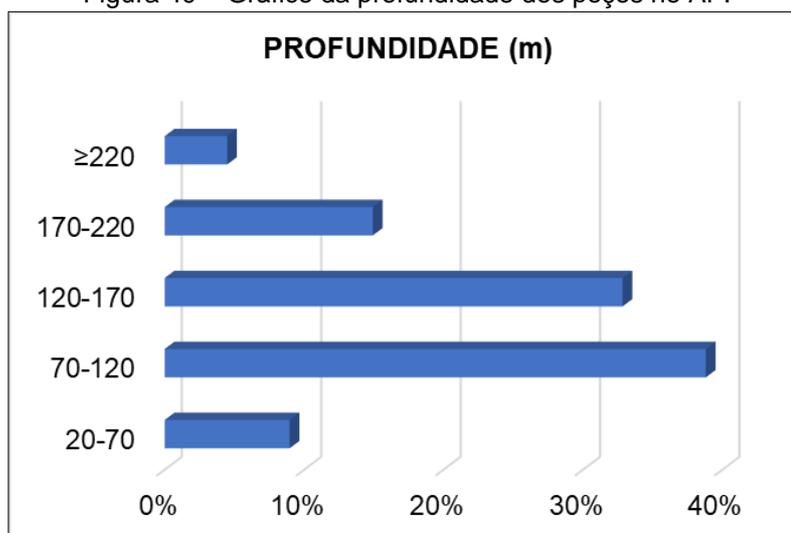
A média da profundidade alcançada pelos poços perfurados nessa unidade foi de 127,75 m, com um desvio padrão de 55,79 m. A profundidade mínima encontrada foi de 23 m e a máxima de 306 m (Tabela 8). No gráfico da Figura 40, pode ser verificado que as profundidades dos poços perfurados em sua maioria estão situadas no intervalo entre 70 a 170 m (72%).

Tabela 8: Dados da profundidade dos poços no AP.

Profundidade (m)	
Média	127,75
Mediana	120
Mínimo	23
Máximo	306
Desv. Padrão	55,79
Nº Poços Avaliados	67

Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 40 – Gráfico da profundidade dos poços no AP.



Fonte: elaborado pelo autor.

Com relação às entradas de água dos poços que possuíam essa informação (52 poços), percebe-se que 58% possui 1 a 2 entradas de água, 27% possui 3 entradas e 15%, 4 a 5 entradas. Em relação às profundidades das entradas de água, foi observada uma média de 68,82 m, sendo a profundidade máxima de 285 m e a mínima de apenas 9 m (Tabela 9).

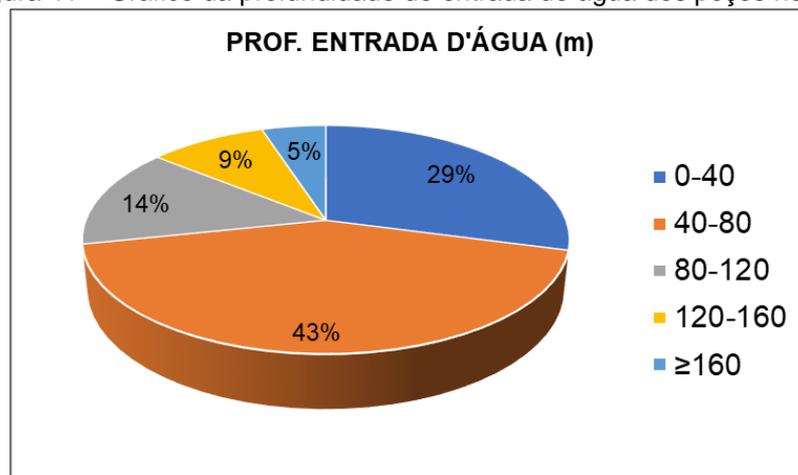
Cerca de 72% das entradas de água estão situadas a profundidades inferiores a 80 m. Esse limite de profundidade pode estar refletindo a profundidade de ocorrência dos níveis arenosos lenticulares provenientes da Fm. Rio do Rasto, que de forma localizada, proporcionam caráter de aquífero para unidade. Outra possibilidade é este intervalo de profundidade estar refletindo a ocorrência de entradas de água associadas a contatos entre argilitos/folhelhos e diques/soleiras, provenientes da Fm. Serra Geral (Figura 41).

Tabela 9: Dados da profundidade entrada de água dos poços no AP.

Prof. Entrada D'água (m)	
Média	68,82
Mediana	55
Mínimo	9
Máximo	285
Desv. Padrão	48,73
Nº Entradas D'água Avaliados	120

Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 41 – Gráfico da profundidade de entrada de água dos poços no AP.



Fonte: elaborado pelo autor.

Em relação ao nível estático (NE), 61 poços apresentaram este dado, que variou de 0 a 40 m, com uma média de 14,06 m e desvio padrão de 10,32 m (Tabela 10). De forma geral, o NE se encontra próximo da superfície, com 75% dos poços apresentando NE com profundidades inferiores a 20 m (Figura 42).

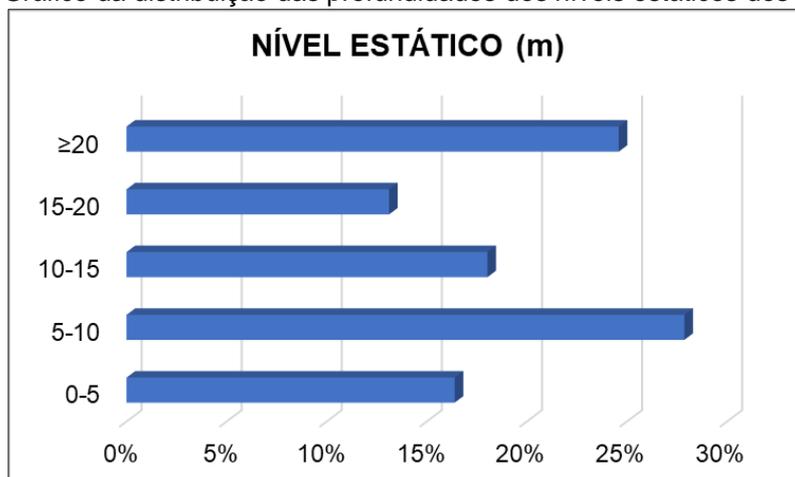
Esses resultados, assim como o valor médio do NE encontrado para esse sistema, podem estar demonstrando que as águas desse aquífero encontram-se submetidas a diferentes condições de pressão de água, visto que, em geral, os níveis de água estão acima das profundidades das entradas de água.

Tabela 10: Dados da profundidade dos níveis estáticos dos poços no AP.

Nível Estático (m)	
Média	14,06
Mediana	10,80
Mínimo	0
Máximo	40
Desv. Padrão	10,32
Nº Poços Avaliados	61

Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 42 – Gráfico da distribuição das profundidades dos níveis estáticos dos poços no AP.



Fonte: elaborado pelo autor.

O ND médio para os 57 poços avaliados foi de 77,57 m, tendo um desvio padrão de 57,48 m. A profundidade mínima alcançada foi de 10 m, enquanto a máxima foi de 229,59 m (Tabela 11). Conforme mostra o gráfico da Figura 43, o ND nos poços que captam água do AP apresenta maior ocorrência em profundidades menores de 90 m (68%). Este parâmetro pode apresentar grande variação,

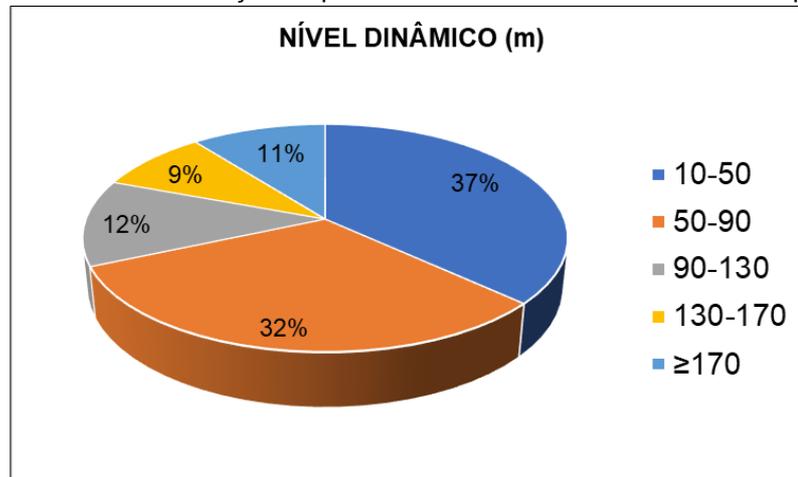
dependendo do volume de água que está sendo explotado durante o teste de bombeamento.

Tabela 11: Dados estatísticos das profundidades dos níveis dinâmicos dos poços no AP.

Nível Dinâmico (m)	
Média	77,57
Mediana	67,38
Mínimo	10
Máximo	229,59
Desv. Padrão	57,48
Nº Poços Avaliados	57

Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 43 – Gráfico da distribuição da profundidade dos níveis dinâmicos dos poços no AP.



Fonte: elaborado pelo autor.

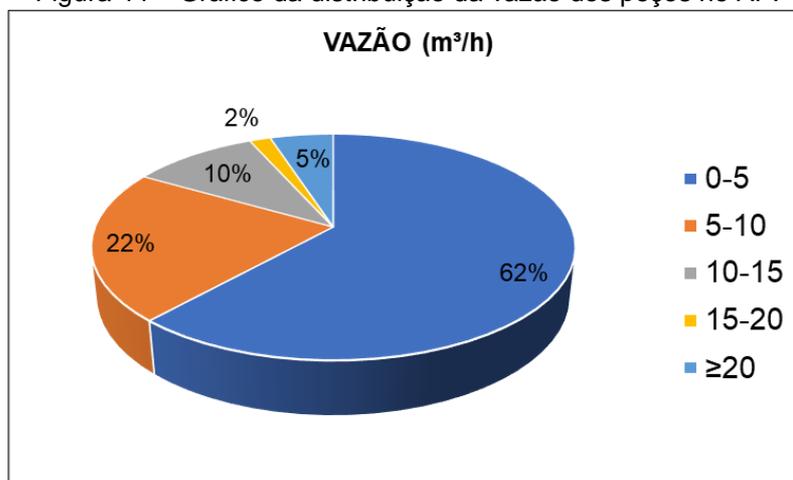
As vazões dos poços variam de 0,4 a 35 m³/h, apresentando uma média de 5,95 m³/h e um desvio padrão de 7,11 m³/h. Essa variação na vazão pode indicar que, apesar da baixa potencialidade hidrogeológica, é possível encontrar poços com melhores vazões nesta unidade, podendo estar diretamente associado ao acréscimo de intervalos arenosos interceptados por alguns poços (Tabela 12). Conforme pode ser observado no gráfico da Figura 44, 62% das vazões são inferiores a 5 m³/h, seguidas pelo intervalo entre 5 e 10 m³/h com 22%.

Tabela 12: Dados estatísticos de vazão dos poços no AP.

Vazão (m³/h)	
Média	5,95
Mediana	3,65
Mínimo	0,4
Máximo	35
Desv. Padrão	7,11
Nº Poços Avaliados	60

Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 44 – Gráfico da distribuição da vazão dos poços no AP.



Fonte: elaborado pelo autor.

4.3.3 Sistema Aquífero Guarani

No município, o SAG é representado pelas unidades hidroestratigráficas Botucatu e Pirambóia, onde é caracterizado pela ocorrência de aquíferos granulares associados a arenitos médios róseos, frequentemente endurecidos em afloramentos, a arenitos avermelhados de granulometria fina e matriz argilosa.

De acordo com Machado (2005), devido ao elevado grau de cimentação e ao alto teor de argila, associados às condições topo-estruturais nas quais essa unidade se encontra na região, nas áreas aflorantes, a circulação se dá preferencialmente através das fraturas não preenchidas e, secundariamente, pelos poros, funcionando como aquíferos fraturados. Como consequência, os poços geralmente apresentam vazões pequenas, que raramente ultrapassam a 10 m³/h.

Em média a profundidade dos poços perfurados é de 113,60 m, com desvio padrão de 52,13 m. A profundidade mínima dos poços é de 37 m e a máxima chega aos 211 m (Tabela 13). A profundidade dos poços apresenta grande variação

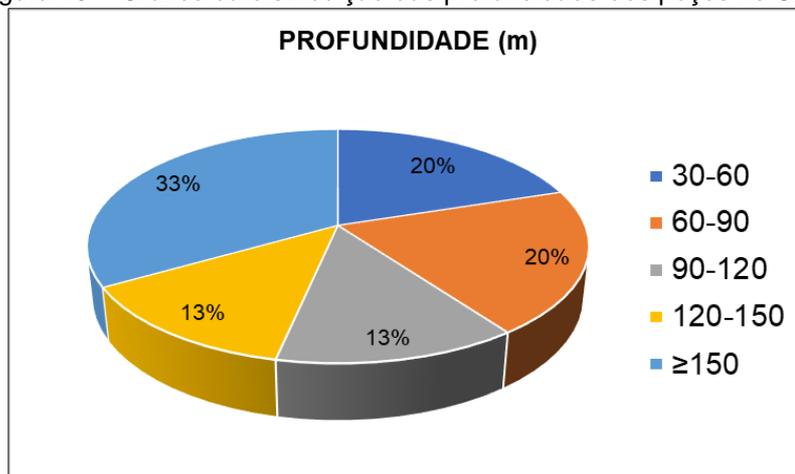
(Figura 45), todavia foi possível identificar dois intervalos preferenciais: de 30 a 90 m (40%) e profundidades maiores do que 150 m (33%).

Tabela 13: Dados da profundidade dos poços no SAG.

Profundidade (m)	
Média	113,60
Mediana	112
Mínimo	37
Máximo	211
Desv. Padrão	52,13
Nº Poços Avaliados	15

Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 45 – Gráfico da distribuição das profundidade dos poços no SAG.



Fonte: elaborado pelo autor.

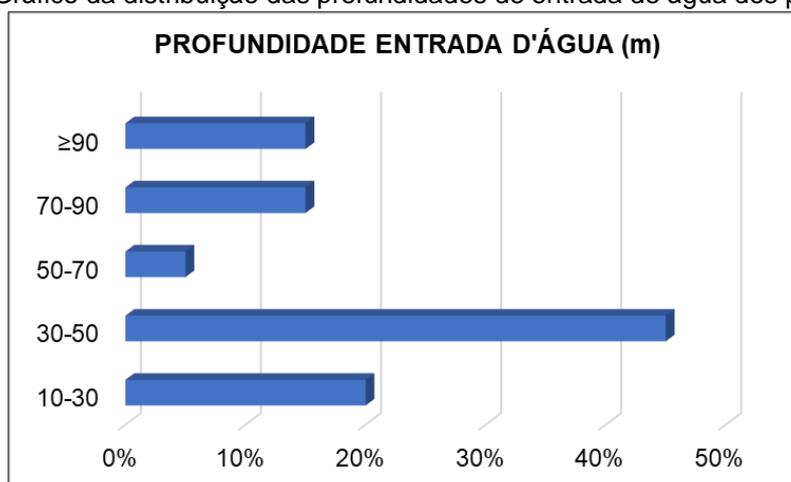
Na avaliação de 8 poços com informação do número de entradas de água, percebe-se que mais da metade dos poços (63%) possuem 2 entradas. Para a profundidade das entradas de água, foi observado uma média de 54,85 m, sendo a profundidade máxima de 148 m e a mínima de 18 m (Tabela 14). Através do gráfico da Figura 46, é possível perceber que 65% das entradas de água estão situadas em profundidades menores do que 50 m. O predomínio de entradas de água consideradas rasas, de até 50 m, pode estar demonstrando que a circulação da água subterrânea é mais comum nesse intervalo.

Tabela 14: Dados das profundidades de entrada de água nos poços do SAG.

Prof. Entrada D'água (m)	
Média	54,85
Mediana	46
Mínimo	18
Máximo	148
Desv. Padrão	33
Nº Entrada D'água Avaliadas	20

Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 46 – Gráfico da distribuição das profundidades de entrada de água dos poços do SAG.



Fonte: elaborado pelo autor.

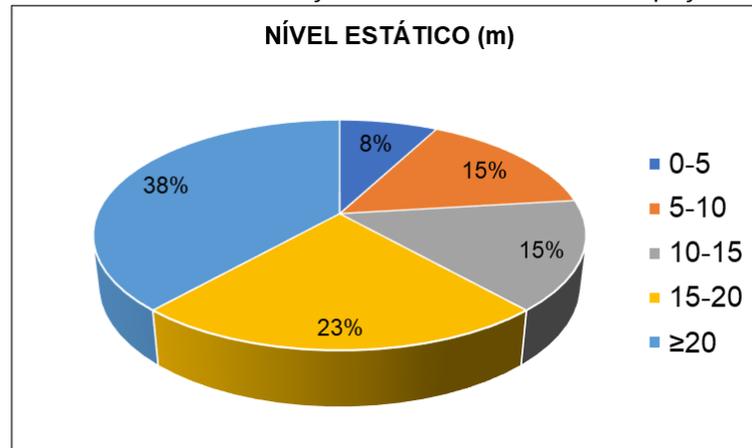
É possível verificar que o NE médio encontrado foi de 19,75 m, com desvio padrão de 10,98 m (Tabela 15). O nível de água mais superficial possui profundidade de 4 m, enquanto o mais profundo 37 m. O gráfico da Figura 47 demonstra que os níveis estáticos de 62% dos poços estão em profundidades superiores a 15 m, sugerindo que essas águas podem estar submetidas a algum nível de confinamento, já que, em geral, os níveis de água estão acima das profundidades das entradas de água.

Tabela 15: Dados de nível estático dos poços no SAG.

Nível Estático (m)	
Média	19,75
Mediana	18
Mínimo	4
Máximo	37
Desv. Padrão	10,98
Nº Poços Avaliados	13

Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 47 – Gráfico da distribuição dos níveis estáticos dos poços no SAG.



Fonte: elaborado pelo autor.

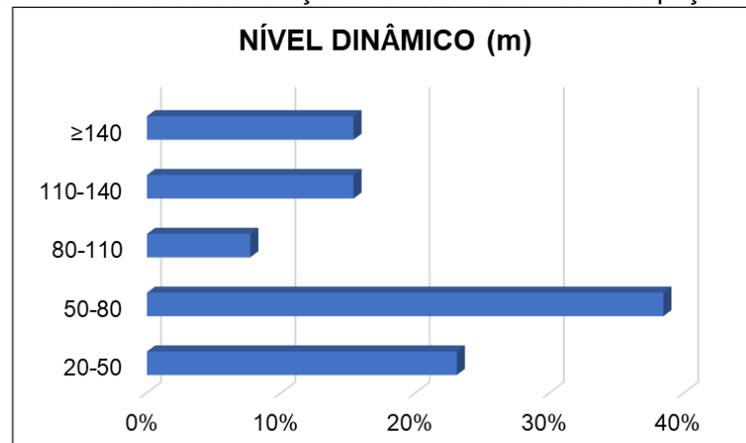
A profundidade média do ND encontrada para os 13 poços avaliados foi de 80,93 m, com profundidades variando de 20 a 160 m e um desvio padrão de 44,03 m (Tabela 16). O gráfico da Figura 48 demonstra que o ND nos poços que captam água do SAG apresenta maior ocorrência no intervalo de profundidades de 50 a 80 m (38%), seguido por profundidades mais rasas, de 20 a 50 m (23%).

Tabela 16: Dados de nível dinâmico dos poços no SAG.

Nível Dinâmico (m)	
Média	80,93
Mediana	67
Mínimo	20
Máximo	160
Desv. Padrão	44,03
Nº Poços Avaliados	13

Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 48 – Gráfico da distribuição dos níveis dinâmicos dos poços no SAG.



Fonte: elaborado pelo autor.

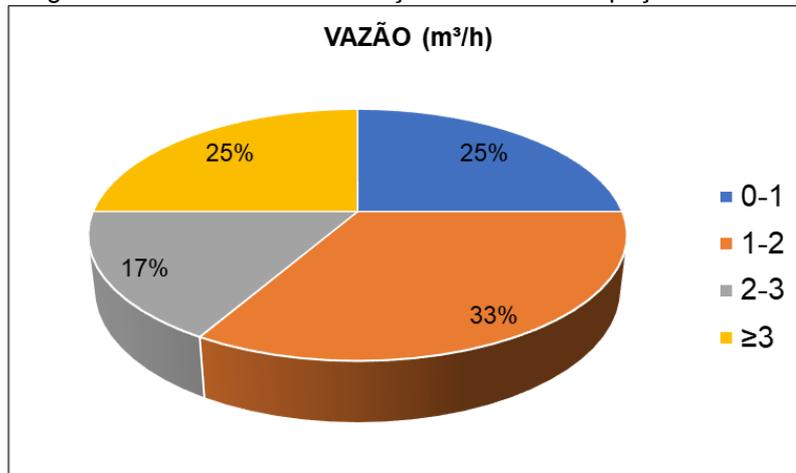
Quanto à vazão dos poços avaliados (12 poços), a máxima obtida foi de 39,60 m³/h, enquanto que a mínima foi de 0,4 m³/h e uma média de 5,39 m³/h, com desvio padrão de 11 m³/h (Tabela 17). Para distribuição das vazões, quase a totalidade dos poços (10 poços) apresentam vazão abaixo de 3 m³/h (Figura 49). Essa informação demonstra que esse sistema possui baixo potencial aquífero na região, como já observado por Machado & Freitas (2005).

Tabela 17: Dados de vazão dos poços no SAG.

Vazão (m³/h)	
Média	5,39
Mediana	1,66
Mínimo	0,4
Máximo	39,60
Desv. Padrão	11
Nº Poços Avaliados	12

Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 49 – Gráfico da distribuição da vazão dos poços no SAG.



Fonte: elaborado pelo autor.

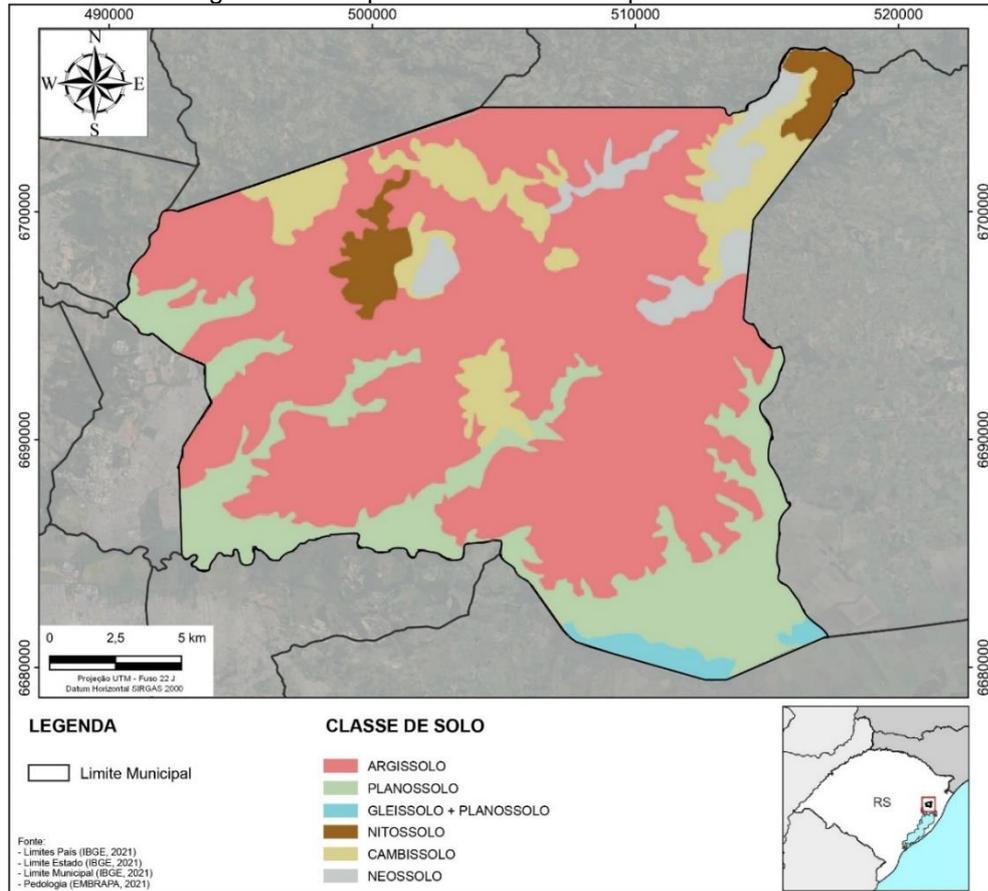
4.4 AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE DA ÁGUA SUBTERRÂNEA

A partir dos dados obtidos e interpretados no banco de dados, foram selecionados os poços para a avaliação da vulnerabilidade da água subterrânea no município de Gravataí. Dentro da área do município, foram utilizados 31 poços tubulares com captação do SAEC, sendo alguns destes com captação mista, 60 poços tubulares com captação do AP e 13 poços pertencentes ao SAG. Além destes, foram utilizados 37 poços localizados nos municípios limítrofes, ao redor das periferias da área de estudo, com objetivo de reduzir a extrapolação dos dados e obter um índice que demonstrasse a vulnerabilidade natural de maneira mais representativa; dos quais 14 poços tubulares apresentam captação do SAEC, exclusiva ou captação mista, 12 com captação do AP, 7 com captação do SAG e 4 com captação mista do SAG e SASG.

A análise dos parâmetros permitiu a criação de mapas temáticos, sendo o primeiro para o parâmetro: G (Grau de confinamento da água subterrânea), o segundo para o parâmetro O (Ocorrência de estratos de cobertura ou litologia da zona vadosa) e o terceiro para o parâmetro D (Profundidade da água subterrânea). Ressalta-se que inicialmente a avaliação da vulnerabilidade foi realizada para toda a área do município, não sendo feita uma individualização por sistemas aquíferos. Posteriormente, com intuito de validar o cartograma gerado e corrigir eventuais inconsistências, foi realizada uma análise comparativa entre o mapa de vulnerabilidade e os poços encontrados dentro da área de ocorrência de cada sistema aquífero.

Para auxiliar na determinação dos pesos do parâmetro “G”, além dos perfis geológicos dos poços tubulares cadastrados no SIAGAS, foi utilizado também o mapa de solos do município de Gravataí (Filippini Alba, 2021), o qual foi bastante útil na estimativa dos valores de espessura dos solos, principalmente, para os poços que não possuíam perfil geológico (Figura 50).

Figura 50 – Mapa de solos do município de Gravataí.



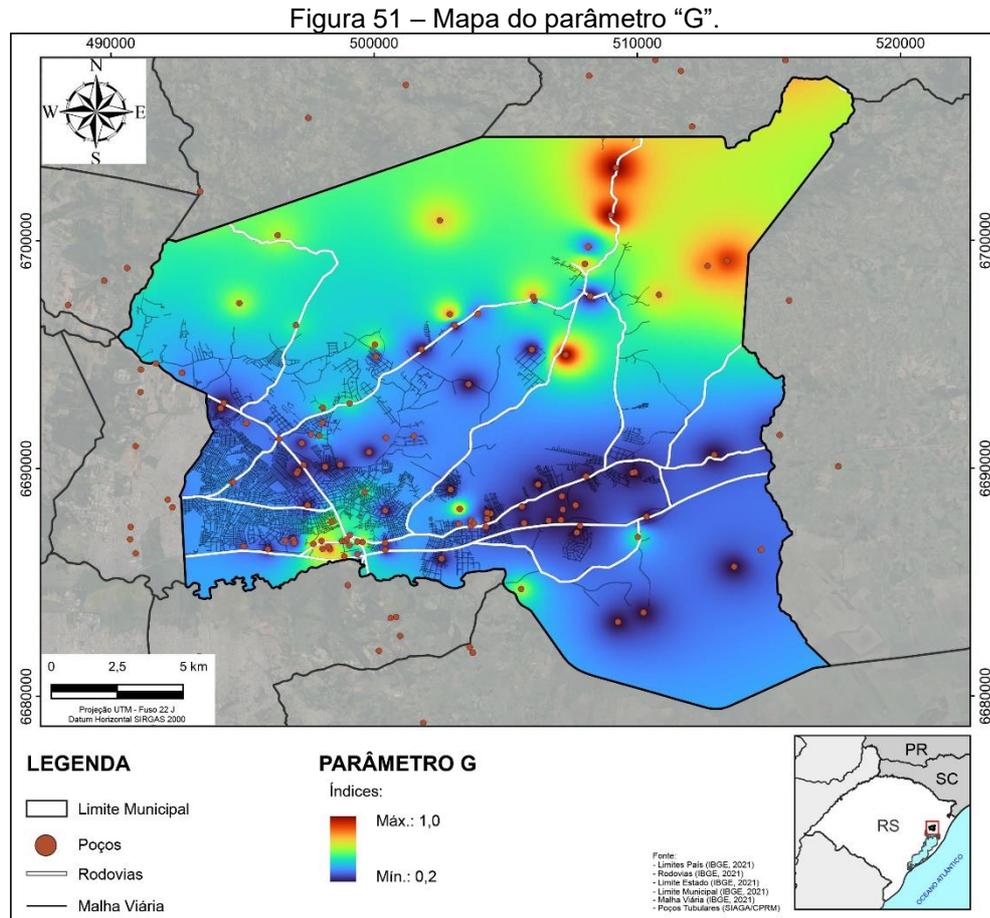
Fonte: modificado de Filippini Alba (2021).

4.4.1 Mapa do parâmetro “G”

Em relação ao grau de confinamento dos aquíferos, o parâmetro “G” recebeu valores que variaram entre 0,2 a 1,0. O valor 1,0 foi atribuído para regiões onde os arenitos da Fm. Botucatu e as litologias do embasamento estão aflorando, sem presença de cobertura de solo, conferindo comportamento de aquífero livre. Nos locais com algum nível de cobertura de solo, os pesos variaram entre 0,6 e 0,9, sendo estes definidos em função da classe e espessura média dos solos, nos quais os valores próximos a 0,6 coincidem com regiões de ocorrência de solos mais espessos e menos arenosos, e os valores próximos de 0,9 pertencem a regiões de solos rasos, predominantemente arenosos, coincidentes com as regiões de ocorrência dos Cambissolos e Neossolos, na qual se destaca o extremo NE do município.

No restante do município, onde ocorrem as litologias siltico-argilosas que compõem principalmente as unidades Permianas, assim como espessas camadas

de solos da classe dos Argissolos, os aquíferos apresentam comportamento semi-confinado à confinado, sendo a ocorrência de camadas de carácter confinante a responsável pelos baixos valores desse parâmetro. O mapa gerado para o parâmetro “G” pode ser visualizado na Figura 51.

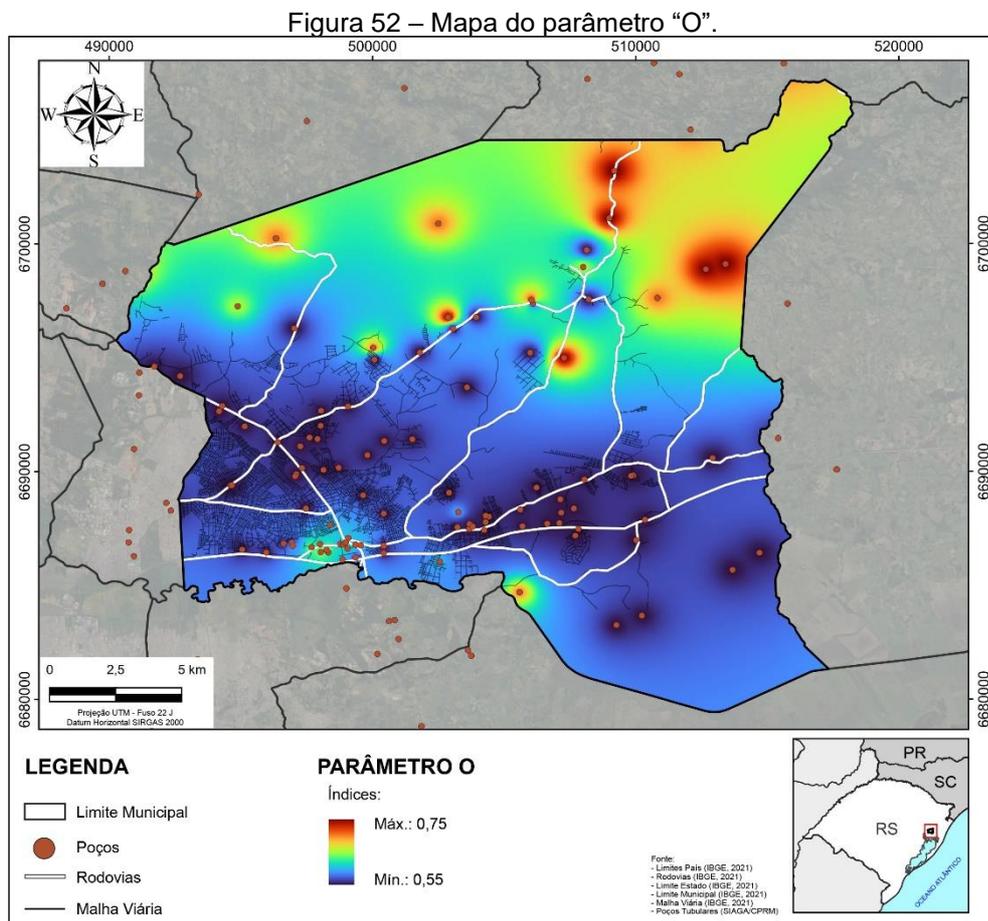


4.4.2 Mapa do parâmetro “O”

Ao longo do município, o parâmetro “O” variou entre 0,55 e 0,75, dos quais os valores mais altos correspondem principalmente à região de ocorrência dos arenitos da Fm. Botucatu, assim como regiões onde o material que compõe a zona vadosa é de natureza arenosa, característica típica dos Neossolos que ocorrem no extremo nordeste e dos depósitos alúvio-coluvionares que recobrem partes das rochas ígneas do embasamento. Já os valores mais baixos presentes no restante da área refletem, de maneira geral, as regiões onde ocorrem as unidades Permianas, as quais são litologias onde predominam siltitos, argilitos e folhelhos. Além deste,

valores baixos também são encontrados nos locais de ocorrência de espessos mantos de alteração (solos residuais) argilosos que encobrem porções do embasamento, podendo chegar a mais de 10 m de espessura em alguns poços, bem como nas regiões de ocorrências dos Planossolos, classe que se destaca na porção sudeste do município.

A Figura 52 representa o mapa temático do parâmetro “O”, em que valores altos implicam em menor capacidade de atenuação dos estratos de cobertura e uma consequente maior vulnerabilidade, visto que a capacidade de infiltração e consequentemente atenuação à circulação dos contaminantes está diretamente relacionada as características litológicas e ao grau de consolidação da zona vadosa.



Fonte: elaborado pelo autor.

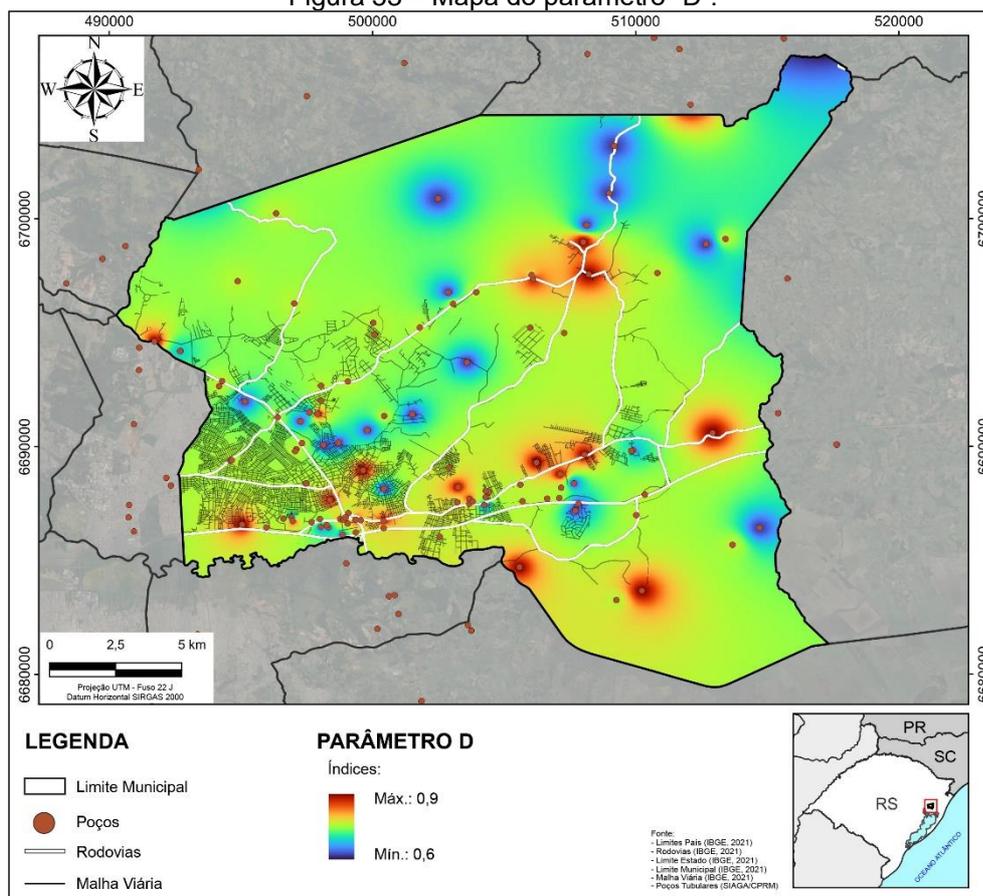
4.4.3 Mapa parâmetro “D”

O parâmetro “D”, como mostra a Figura 53, representa a distância até o lençol freática ou teto do aquífero confinado, refletindo assim a distância que o possível contaminante percorreria até atingir o aquífero. Embora em alguns poços tenha se percebido a ocorrência de comportamento confinado, não foram utilizadas informações a respeito da profundidade do topo das camadas aquíferas, pois esse dado era escasso e disponível para poucos poços, sendo utilizados neste trabalho apenas os dados de nível estático.

Os valores deste parâmetro variaram entre 0,6 e 0,9, resultado de uma grande amplitude nos valores de profundidade do nível d’água. Em alguns pontos, a distância ultrapassa os 50 m, resultando, assim, em um menor valor para o parâmetro “D”, bem como, ocorrem pontos onde a distância até o lençol freático é bastante reduzida, levando a valores máximos.

É importante ressaltar que embora os valores do parâmetro demonstrem certa heterogeneidade quanto a profundidade do NE, com valores mínimos e máximos apresentando grande amplitude, comparando-se os resultados encontrados no mapa da Figura 53 com os valores médios de NE encontrados para cada sistema aquífero, percebemos uma diminuição da dispersão, com NE médio variando entre 10 a 19 m. Isso pode estar demonstrando que apesar de localmente a região apresentar alguns poços com grande diferença na profundidade do NE, os valores médios estão bastante próximos, demonstrando que na média os valores de NE podem ser enquadrados dentro de uma mesma classe ($O = 0,8$), independentemente do sistema aquífero analisado.

Figura 53 – Mapa do parâmetro “D”.



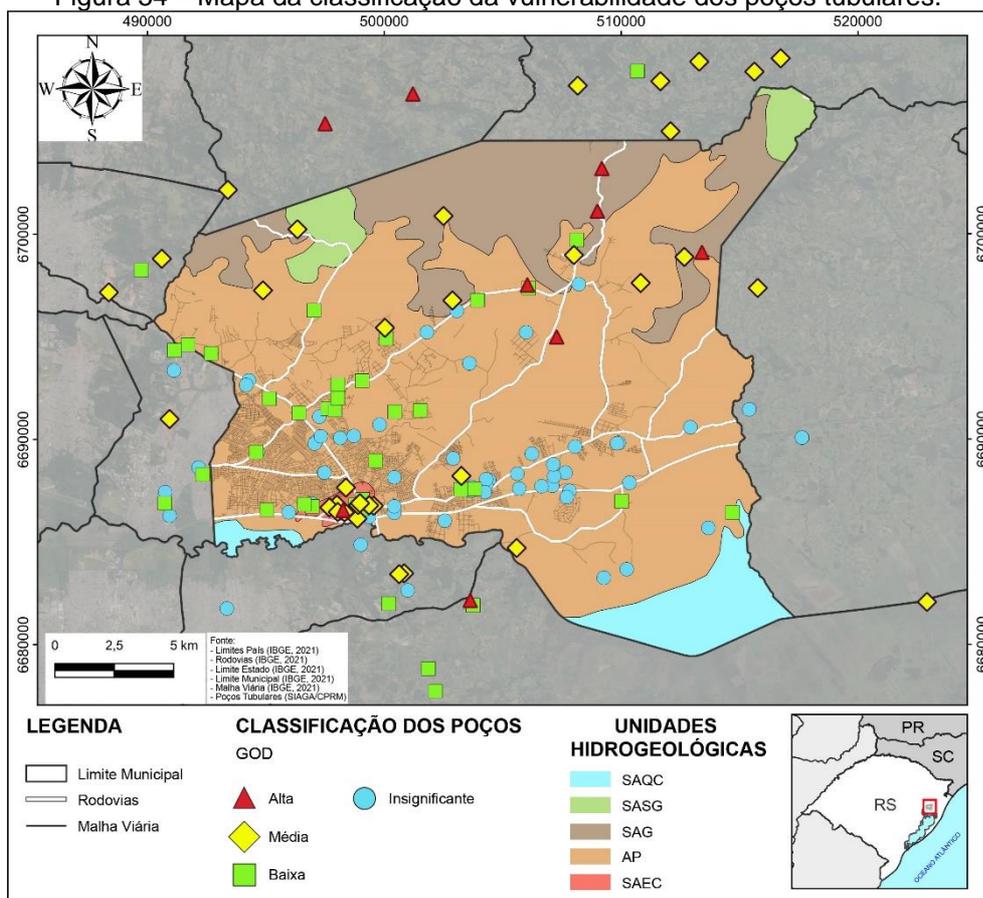
Fonte: elaborado pelo autor.

4.4.4 Mapa do Índice GOD

A partir dos valores obtidos com a multiplicação dos três mapas, obteve-se classes de vulnerabilidade variando de insignificante a alta, não sendo identificadas áreas classificadas com vulnerabilidade extrema. No anexo deste trabalho, foi criada uma tabela com os dados dos poços e os pesos atribuídos a cada um dos parâmetros G, O e D e o valor final do índice (Anexo II).

Para analisar e identificar os poços com maiores vulnerabilidades, foi elaborado um mapa que retrata apenas a classificação de cada poço em relação ao método GOD, sem realizar a interpolação. O mapa da classificação dos poços e os percentuais das classificações dos poços podem ser visualizados nas Figuras 54 e 55, respectivamente.

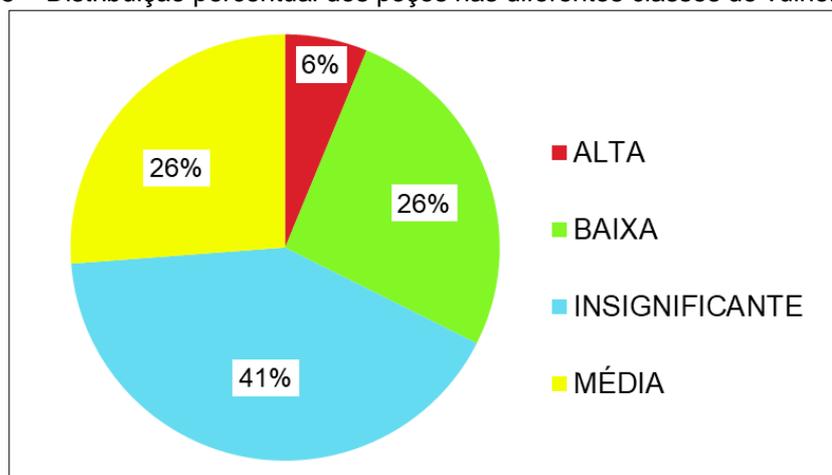
Figura 54 – Mapa da classificação da vulnerabilidade dos poços tubulares.



A partir da Figura 54, pode-se perceber que os poços classificados com vulnerabilidade insignificante e baixa estão majoritariamente localizados no AP, refletindo principalmente as condições de confinamento de suas águas e o elevado grau de consolidação das litologias a partir dos quais é formado (argilitos, folhelhos, siltitos). Por outro lado, os poços classificados como de média a alta vulnerabilidade concentram-se nas regiões de ocorrência do SAEC e SAG, refletindo um menor grau de confinamento das águas e de um menor grau de consolidação das litologias/solos que compõem a zona vadosa, correspondendo a poços recobertos por pequenas espessuras de solos arenosos e até mesmo ausência, estando suas águas submetidas a pressão atmosférica.

Analisando o gráfico da Figura 55 é possível visualizar um predomínio de poços classificados com vulnerabilidade insignificante, representando 41% das ocorrências. As classes baixa e média distribuem-se igualmente, somando 52% das ocorrências. Com menor expressão está a classe alta, representando apenas 6% dos poços classificados.

Figura 55 – Distribuição percentual dos poços nas diferentes classes de vulnerabilidade.



Fonte: elaborado pelo autor.

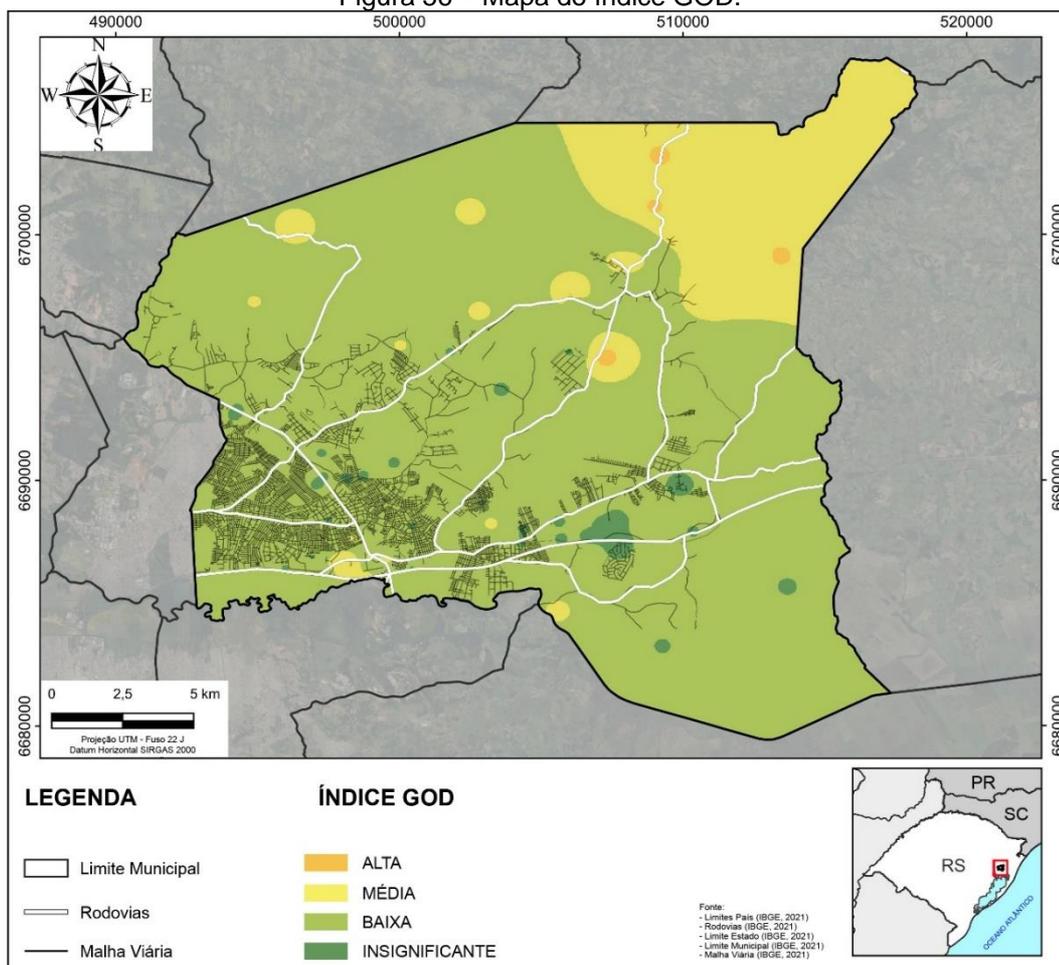
Com relação à espacialização da cobertura das classes, o mapa de vulnerabilidade para o município, mostrado na Figura 56, demonstra um predomínio da classe de vulnerabilidade baixa, com aproximadamente 386 km² da área coberta por essa classe (82,56%), seguida pela classe média (15,83%), estando esta concentrada em grande parte da região nordeste do município. Em menor percentagem está a classe alta (0,29%) e insignificante (1,32%), ocorrendo muito localizadamente e em áreas muito pequenas. A distribuição percentual da área coberta por cada classe de vulnerabilidade pode ser visualizada na Tabela 18.

Tabela 18: Classes de vulnerabilidade GOD e seus percentuais em área.

Vulnerabilidade	Área (km ²)	%
Insignificante	6,160	1,32
Baixa	386,321	82,56
Média	74,066	15,83
Alta	1,379	0,29

Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 56 – Mapa do índice GOD.



Fonte: elaborado pelo autor.

Se analisarmos os mapas dos parâmetros “G” e “O” (Figuras 51 e 52) e compararmos com o mapa de vulnerabilidade obtido pelo método GOD (Figura 56) podemos perceber uma forte correlação entre os pesos atribuídos para os parâmetros e o resultado obtido do índice, indicando que esses dois parâmetros tiveram influência direta na determinação da vulnerabilidade.

Os valores de vulnerabilidade baixa estão diretamente associados a regiões de predomínio das unidades permianas, onde o grau de confinamento varia de semiconfinado a confinado, coberto por estratos predominantemente siltico-argilosos de espessura variada (4 a 35 m), cujas camadas confinantes servem de atenuantes à circulação de carga contaminante imposta, proporcionando uma maior proteção aos aquíferos dessa região, dificultando o acesso de substâncias até a zona saturada ou camada aquífera.

Os valores médios de vulnerabilidade refletem principalmente às áreas de ocorrência dos arenitos da Fm. Botucatu e das litologias do embasamento, as quais

são definidas por apresentarem solos rasos, predominantemente arenosos, coincidentes com as regiões de ocorrência dos Cambissolos e Neossolos.

Por fim, as pequenas áreas classificadas como de vulnerabilidade insignificante e alta refletem diretamente o grau de confinamento das águas subterrâneas, cuja classe insignificante corresponde aos poços onde o parâmetro “G” recebeu valor 0,2 e a classe alta onde o parâmetro recebeu valor 1,0.

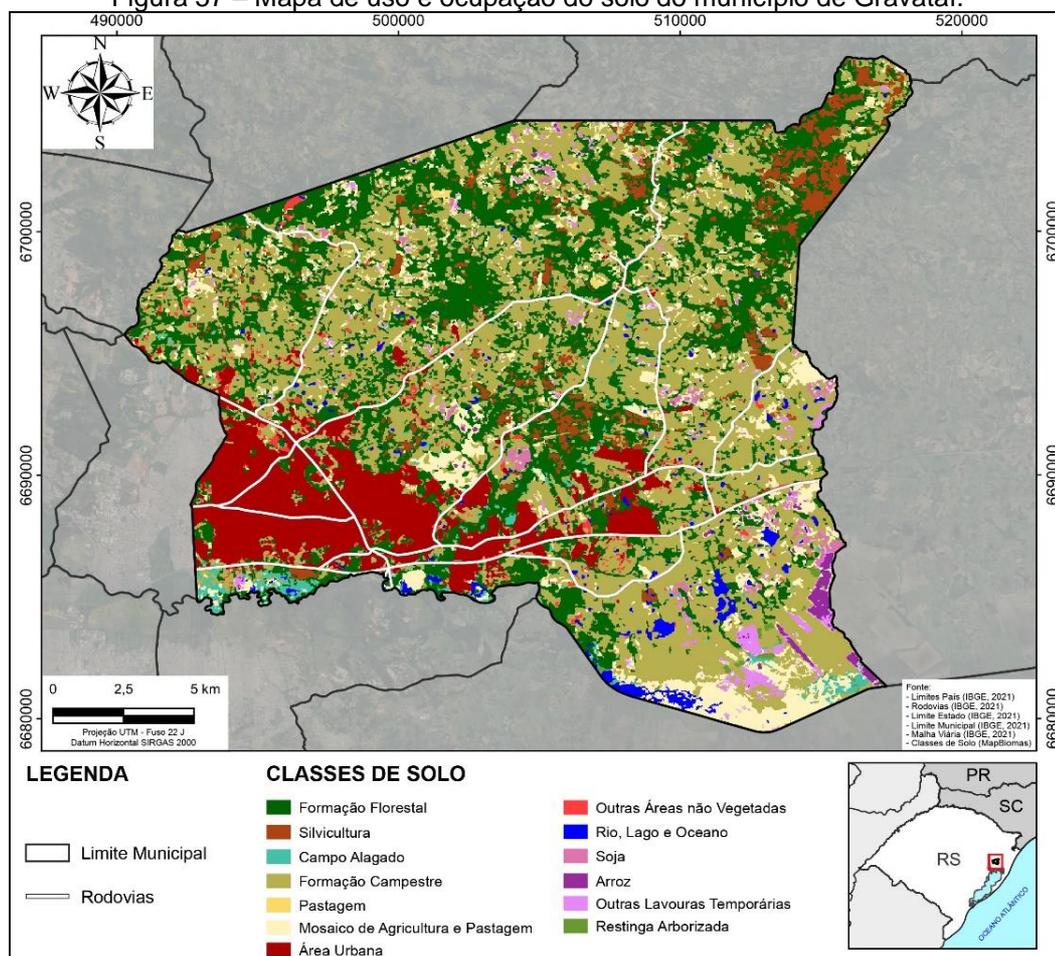
4.5 AVALIAÇÃO DO RISCO POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO

4.5.1 Cadastro das Fontes de Contaminação

4.5.1.1 Cadastro das Fontes Difusas

De forma a seguir o método POSH (Foster *et al.*, 2006), a identificação e a análise das fontes difusas de contaminação foram realizadas através dos dados de uso e ocupação do solo disponibilizado pelo projeto MapBiomias, coleção 6.0 (Souza *et al.*, 2020). As classes geradas para a área de estudo podem ser visualizadas na Figura 57 e dividem-se em: formação florestal, silvicultura, campo alagado, formação campestre, pastagem, mosaico de agricultura e pastagem, área urbana, outras áreas não vegetadas, rio ou lago, soja, arroz, outras lavouras temporárias e restinga arborizada.

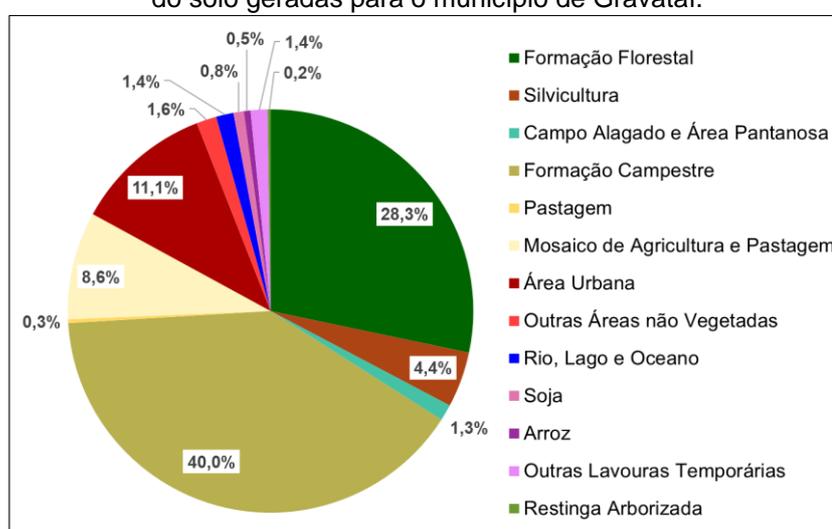
Figura 57 – Mapa de uso e ocupação do solo do município de Gravataí.



Fonte: modificado de MapBiomias (Souza *et al.*, 2020).

Por meio da observação do mapa, percebe-se um predomínio de três principais classes de uso do solo, são elas: formação campestre ocupando cerca de 40% do território, formação florestal ocupando cerca de 28% e a área urbanizada com cerca de 11% da área total. As demais classes de uso e ocupação do solo, se avaliadas isoladamente, não apresentam grande expressão em termos de extensão superficial, como pode ser visualizado na Figura 58, que demonstra as distribuições percentuais das áreas das diferentes classes avaliadas.

Figura 58 – Distribuição percentual das áreas das classes de uso e ocupação do solo geradas para o município de Gravataí.



Fonte: elaborado pelo autor.

Nos últimos anos, a situação da cobertura do saneamento básico presente no município de Gravataí vem ganhando destaque devido à sua posição no “Ranking do Saneamento”, conforme relatado no Jornal Digital GZH (Figura 59). No estudo realizado pelo Instituto Trata Brasil, que analisa os indicadores de saneamento das 100 maiores cidades do país, e faz um ranking com base nos serviços oferecidos e em indicadores de eficiência, o município de Gravataí foi classificado nas últimas colocações.

Figura 59 – Matéria publicada no Jornal Digital GZH, no dia 27 de junho de 2020, retratando a situação do saneamento básico do município de Gravataí, frente ao relatório do Instituto Trata Brasil.



Fonte: <https://gauchazh.clicrbs.com.br/geral/noticia/2020/06/estudo-coloca-municipio-gaicho-nas-ultimas-posicoes-em-saneamento-entre-os-cem-maiores-do-brasil-ckbx2adku00rs0162mw37u4rg.html>

Segundo último relatório publicado pelo Instituto Trata Brasil (2023), fica clara a situação do saneamento no município de Gravataí, ocupando, durante a última década, colocações entre os 20 piores municípios avaliados. No último levantamento, realizado em 2021, o município subiu 6 posições, ocupando agora a 88ª posição (Figura 60).

Diante do cenário decadente no qual se encontra a situação do saneamento básico no município, segundo matéria publicada no site OREPORTER.NET, a Prefeitura de Gravataí iniciou a revisão do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB), com o qual, segundo o secretário da Secretaria Municipal do Meio Ambiente (SEMA), a proposta é reavaliar ações em andamento e readequar projetos e metas para que os serviços de abastecimento de água e esgoto estejam presentes em 100% da cidade até 2033, conforme previsto no marco legal do saneamento (Figura 61).

Figura 60 – Recorte do quadro dos municípios com as 20 piores colocações do ranking do saneamento básico da última década.

Município	UF	2023 SNIS 2021	2022 SNIS 2020	2021 SNIS 2019	2020 SNIS 2018	2019 SNIS 2017	2018 SNIS 2016	2017 SNIS 2015	2016 SNIS 2014	2015 SNIS 2013	2014 SNIS 2012	Anos entre os 20 piores
Macapá	AP	100	100	100	99	96	95	96	98	96	96	10
Porto Velho	RO	98	99	99	98	100	100	97	99	100	100	10
Santarém	PA	97	98	95	97	97	97	98	96	99	91	10
São Gonçalo	RJ	96	94	94	87	92	94	86	89	90	90	10
Belém	PA	95	96	96	95	90	98	90	87	93	97	10
Várzea Grande	MT	92	93	90	93	86	89	93	86	95	83	10
Ananindeua	PA	91	95	98	100	99	99	100	100	98	99	10
Ananindeua	RJ	90	90	93	89	91	92	91	91	88	93	10
São João de Meriti	RJ	89	87	91	92	89	88	82	93	91	94	10
Gravataí	RS	88	92	88	94	97	91	94	88	94	92	10

Fonte: SNIS.

Figura 61 – Matéria publicada no site OREPORTER.NET, no dia 12 de maio de 2023, retratando o início da revisão do PMSB do município de Gravataí.



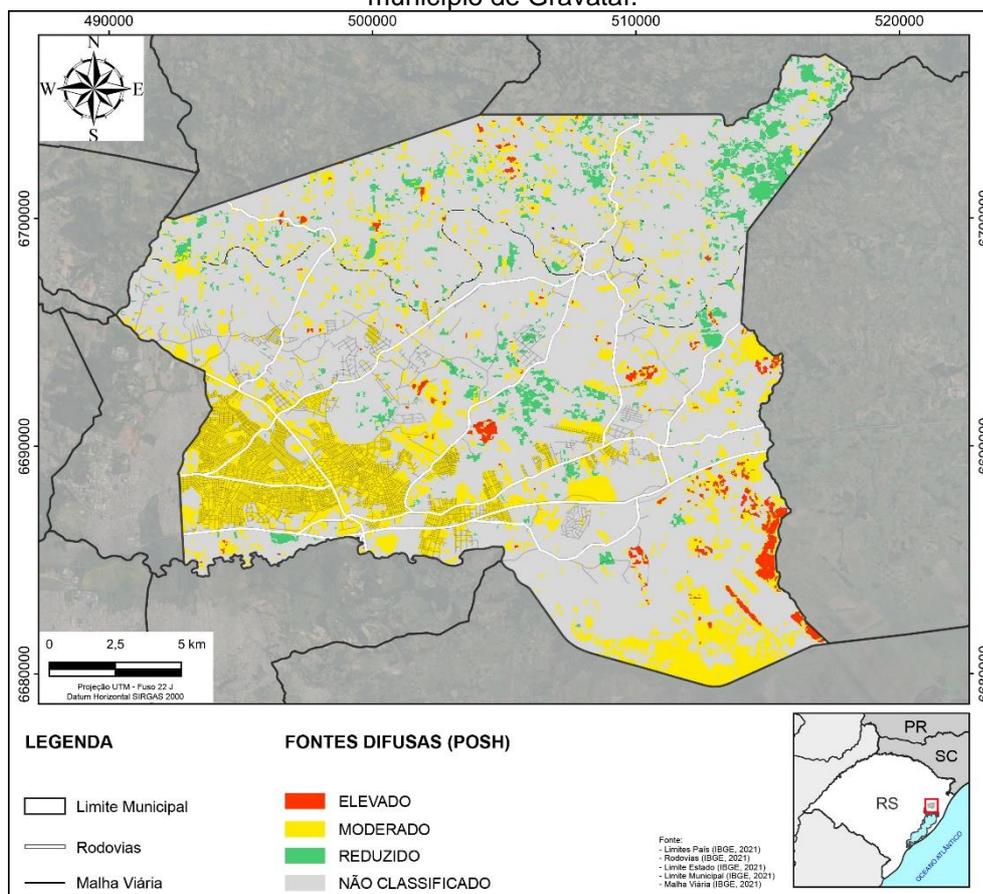
Fonte: <https://www.oreporter.net/gravatai-inicia-revisao-do-plano-municipal-de-saneamento/>

Conforme os dados do Atlas Esgotos/ANA referentes ao ano de 2013, apenas 25,34% da população presente no município de Gravataí, cerca de 265.070 habitantes (IBGE, 2022), é atendida com esgotamento sanitário, considerando para o cálculo apenas os domicílios interligados ao sistema de tratamento de esgoto.

Dessa forma, levando-se em consideração os critérios definidos pelo método POSH (Foster *et al.*, 2006) para classificar o potencial de carga contaminante difuso advindo da disposição de efluentes domésticos no subsolo, a matriz urbana pode ser classificada como portadora de um potencial contaminador moderado, visto que existe uma cobertura da rede de esgoto de cerca de 25,34% e uma densidade populacional (considerando apenas população urbana, cerca de 271,971 habitantes (IBGE, 2021) de 53 pessoas/ha, apresentando, dessa maneira, valores entre as classes definidas pelo método.

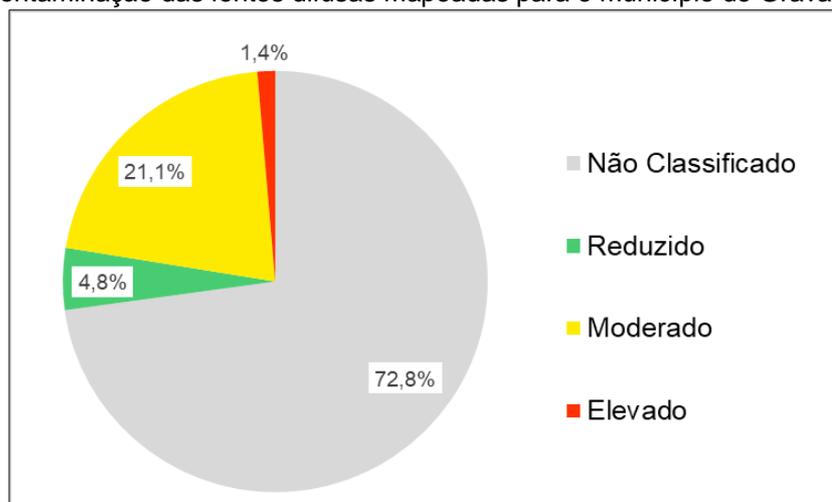
Após a classificação do potencial de contaminação da carga difusa, proveniente das práticas agrícolas e do saneamento *in situ*, foi realizada a reclassificação do mapa de uso e ocupação do solo de acordo com os padrões do método POSH. O mapa com o potencial de contaminação e a distribuição percentual em extensão da cobertura de cada respectiva classe podem ser visualizados nas Figuras 62 e 63.

Figura 62 – Mapa do potencial de contaminação das fontes difusas mapeadas no município de Gravataí.



Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 63 – Distribuição percentual em extensão da cobertura do potencial de contaminação das fontes difusas mapeadas para o município de Gravataí.



Fonte: elaborado pelo autor.

Devido ao entendimento de se tratarem de áreas inteiramente naturais, sem geração de nenhum tipo de contaminante ligado às práticas agrícolas e/ou proveniente de falta de saneamento básico, as áreas definidas como formação florestal, formação campestre, campo alagado/área pantanosa, rios e lagos, restinga arborizada e outras áreas não vegetadas foram definidas como não classificado.

As áreas de pastagem, em função de serem utilizadas para práticas agrícolas (pecuária), assim como as áreas destinadas à silvicultura, na qual a atividade lança mão da utilização de determinados agrotóxicos para realizar o combate de infestações de pragas, receberam a classificação do seu potencial de contaminação como reduzido.

Por conta da dificuldade de se determinar especificamente se as práticas agrícolas realizadas nos locais definidos pelas classes denominadas "Mosaico de Agricultura e Pastagem; outras lavouras temporárias" se tratam de atividades predominantemente familiar e rotativa ou extensiva e sem rotação de culturas, optou-se por classificar estas áreas como potencial contaminador moderado. Além dessas, as áreas de cultivo de arroz irrigado e de soja foram classificadas como potencial elevado, devido ao uso rotineiro de agrotóxicos (herbicidas, inseticidas e fungicidas) para controle de pragas e plantas daninhas. Assim como pela aplicação de adubação para manejo da fertilidade do solo, os quais podem provocar impactos ambientais negativos em determinadas situações, principalmente quando utilizados de forma inadequada, ou seja, quando não se respeitam as recomendações constantes no rótulo do produto e as condições ambientais.

Por fim, para a área abrangida pela mancha urbana, segundo dados fornecidos pelo Atlas Esgotos/ANA e IBGE, quanto a situação atual da cobertura da rede de esgoto tratado somado a densidade populacional nos centros urbanos, conforme já detalhado, foram classificados como potencial contaminador moderado. Na Tabela 19 pode-se visualizar as respectivas áreas e porcentagens relativas de cada classe de uso e ocupação do solo, juntamente com os respectivos potenciais de contaminação atribuídos.

Tabela 19: Área de cada classe de uso e ocupação do solo e classificação atribuída do potencial contaminante difuso, segundo o método POSH.

Classes de Uso do Solo	Área (km²)	%	Potencial Contaminante
Formação Florestal	132,162	28,3%	Não Classificado
Silvicultura	20,735	4,4%	Reduzido
Campo Alagado e Área Pantanosa	6,097	1,3%	Não Classificado
Formação Campestre	186,621	40,0%	Não Classificado
Pastagem	1,442	0,3%	Reduzido
Mosaico de Agricultura e Pastagem	40,259	8,6%	Moderado
Área Urbana	51,785	11,1%	Moderado
Outras Áreas não Vegetadas	7,466	1,6%	Não Classificado
Rio, Lago e Oceano	6,477	1,4%	Não Classificado
Soja	3,890	0,8%	Elevado
Arroz	2,450	0,5%	Elevado
Outras Lavouras Temporárias	6,310	1,4%	Moderado
Restinga Arborizada	1,077	0,2%	Não Classificado

Fonte: elaborado pelo autor.

4.5.1.2 Cadastro das Fontes Pontuais

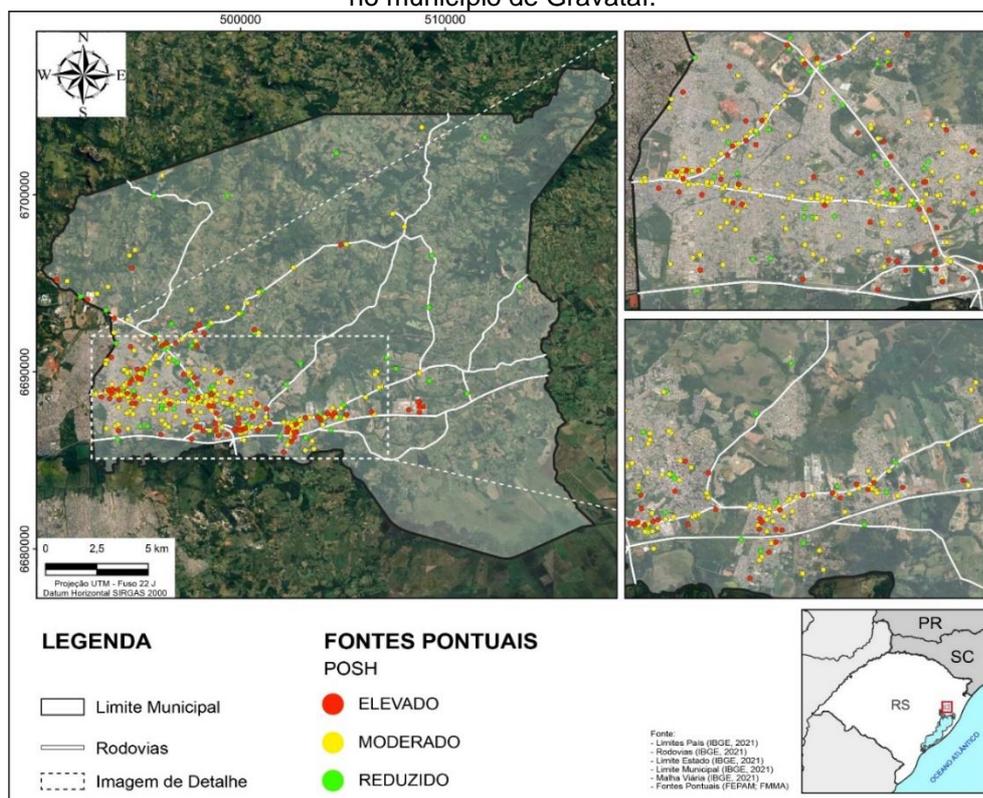
O levantamento das fontes pontuais com potencial de gerar carga contaminante no subsolo foi elaborado a partir dos dados de empreendimentos licenciados no município de Gravataí, cedidos pela FMMA (agora SEMA), bem como através de consulta a lista de empreendimentos, com operações ativas ou já encerradas, licenciados pela FEPAM.

Foram identificados e classificados, segundo o método POSH (Foster *et al.*, 2006) um total de 423 fontes de contaminação pontuais. Destas, 72 foram classificadas como potencial reduzido (17,02%), 249 como potencial moderado (58,87%) e 102 fontes como potencial elevado (24,11%). Destaca-se que diante da grande quantidade de empreendimentos licenciados pela FEPAM, para que esse trabalho fosse exequível, foi dado preferência para o cadastramento apenas das fontes classificadas como de alta potencialidade, salvo os postos de abastecimento de combustível, que mesmo sendo classificados como de moderada potencialidade, também foram cadastrados, tendo em vista os frequentes episódios de vazamento de combustíveis e conseqüente contaminação da água subterrânea, reflexo da falta

de um monitoramento eficaz e de uma fiscalização mais atuante. A relação completa das fontes de contaminação pontuais cadastradas pode ser visualizada no Anexo III.

Conforme revela o mapa da Figura 64, a maioria das fontes pontuais de contaminação concentram-se ao longo da matriz urbana do município, tendo uma maior incidência de fontes com potencial elevado se concentrando sobretudo na região do distrito industrial e nas proximidades das estradas e rodovias que cortam o município. Este fato deve-se principalmente por se tratarem normalmente de empresas de maior porte, precisando assim estarem localizadas em pontos estratégicos, a fim de facilitar sobretudo o escoamento da produção, facilitando a logística.

Figura 64 – Mapa de distribuição das fontes de contaminação pontuais mapeadas no município de Gravataí.



Fonte: elaborado pelo autor.

Dentre as fontes de contaminação pontual classificadas como de potencial reduzido identificadas estão empresas do ramo alimentício e bebidas, tais como produção de embutidos, balas, condimentos, cervejas/chopps e produtos derivados de origem animal. Destacam-se também empresas do ramo industrial, como fabricação de artefatos de material plástico, artefatos e estruturas de madeira,

cimento e de papel, assim como cemitérios mapeados nas etapas de campo e através das imagens de satélite.

Quanto às fontes de contaminação classificadas com potencial moderado, destacam-se postos de abastecimento de combustíveis (postos de gasolina), oficinas mecânicas, empresas de armazenamento, seleção e comercialização de resíduos sólidos industrial e/ou recicláveis, centros de desmanche de veículos, fabricação de artefatos de couro, serviços de usinagem e fabricação de artefatos e estruturas de metal, fabricação de produtos de limpeza/perfumaria e um aterro sanitário.

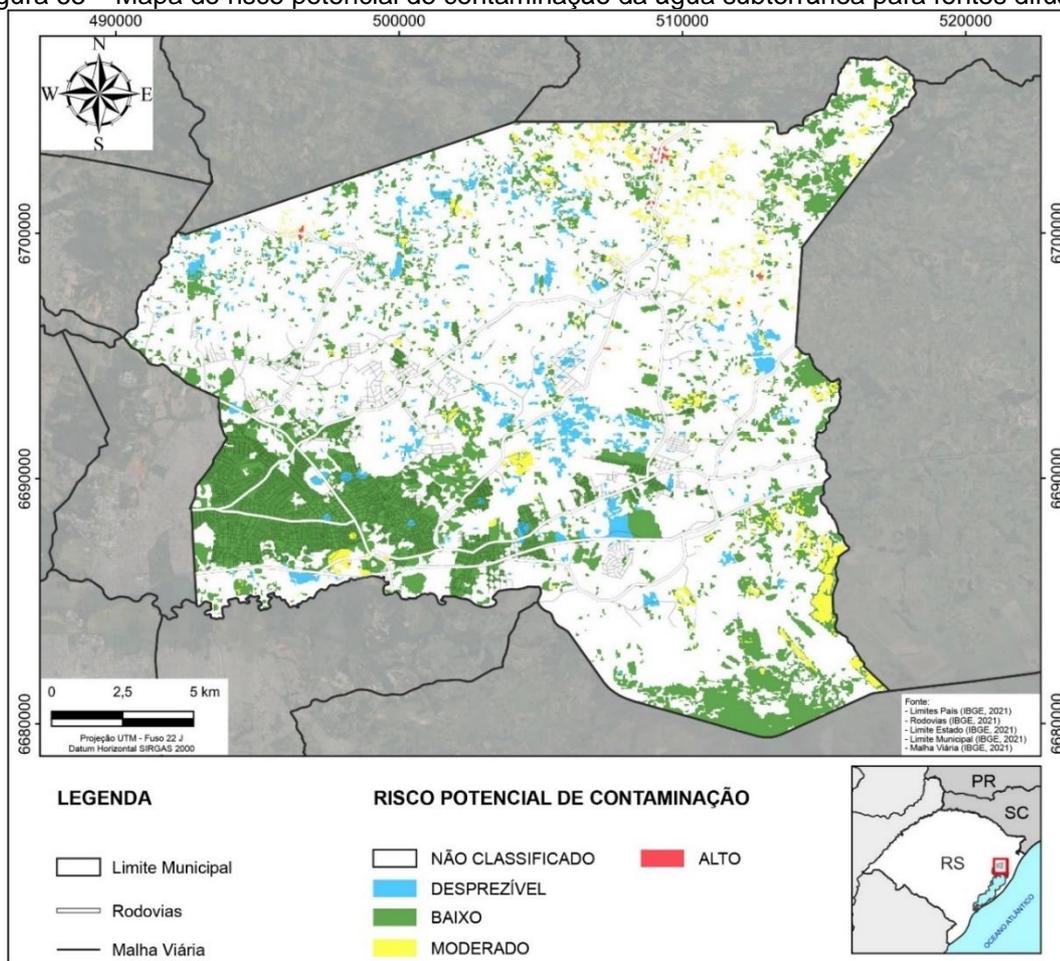
Dentre as fontes de contaminação classificadas como de potencial elevado, estão empreendimentos de fabricações de máquinas e aparelhos, material elétrico/eletrônico e de produtos químicos, tais como resinas/adesivos e solventes, e indústria metalúrgica com serviços de fosfatização/anodização e galvanoplastia.

4.5.2 Risco Potencial de Contaminação dos Aquíferos

4.5.2.1 Risco Difuso

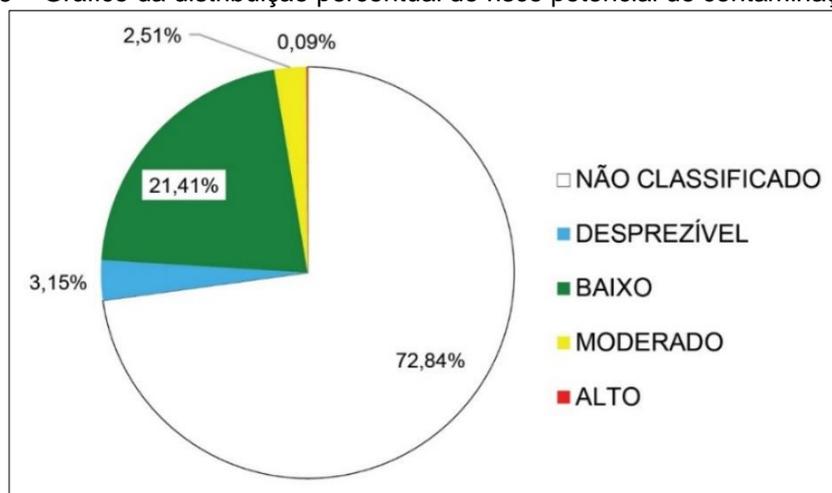
O cruzamento dos dados do mapa de potencial de contaminação das fontes difusas com o mapa de vulnerabilidade natural a contaminação dos aquíferos permitiu a análise e classificação do risco potencial de contaminação por cargas difusas (Figura 65). As distribuições percentuais das áreas das diferentes classes de risco de contaminação são mostradas no gráfico da Figura 66.

Figura 65 – Mapa do risco potencial de contaminação da água subterrânea para fontes difusas.



Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 66 – Gráfico da distribuição percentual do risco potencial de contaminação difuso.



Fonte: elaborado pelo autor.

De acordo com a Figura 65, percebe-se que a maior parte do município (72,84%) apresentou risco nulo à contaminação por fontes difusas, sendo definido como não classificado. Estas áreas receberam essa classificação sobretudo pelo fato de estarem associadas ao potencial contaminante nulo, devido ao uso e ocupação do solo nessas áreas, conforme demonstrado no mapa da Figura 57, não serem representados por atividades potencialmente contaminantes, tratando-se apenas de áreas naturais, tais como formação florestal e formação campestre.

As áreas classificadas como risco potencial de contaminação desprezível correspondem a 3,15% da extensão superficial do município. Essa classificação se deve ao peso do índice de vulnerabilidade insignificante a baixo associado ao potencial de contaminação reduzido, relacionado a potencial carga contaminante gerada nas atividades de silvicultura e pastagem.

As áreas classificadas como risco potencial baixo, apresentam a segunda posição em termos de extensão superficial ocupada, correspondendo a cerca de 21%. A classificação se deve, principalmente, à baixa cobertura da rede de tratamento de esgoto ao longo da malha urbana, somada à baixa vulnerabilidade natural das litologias siltico-argilosas que compõem a maior parte da região. Além dessas, destaca-se a ocorrência de mais duas zonas de concentração da classe baixa, a nordeste e sudeste do município. Na porção nordeste, embora o índice de vulnerabilidade tenha sido classificado como médio, devido sobretudo ao caráter mais arenoso dos estratos de cobertura, a classificação baixa do risco potencial se deve ao uso do solo, que é essencialmente para silvicultura. A sudeste do município,

próximo ao Rio Gravataí, o risco baixo está atrelado à atividade agrícola (mosaico de agricultura e pastagem; outras lavouras temporárias) sobre terrenos com baixa vulnerabilidade.

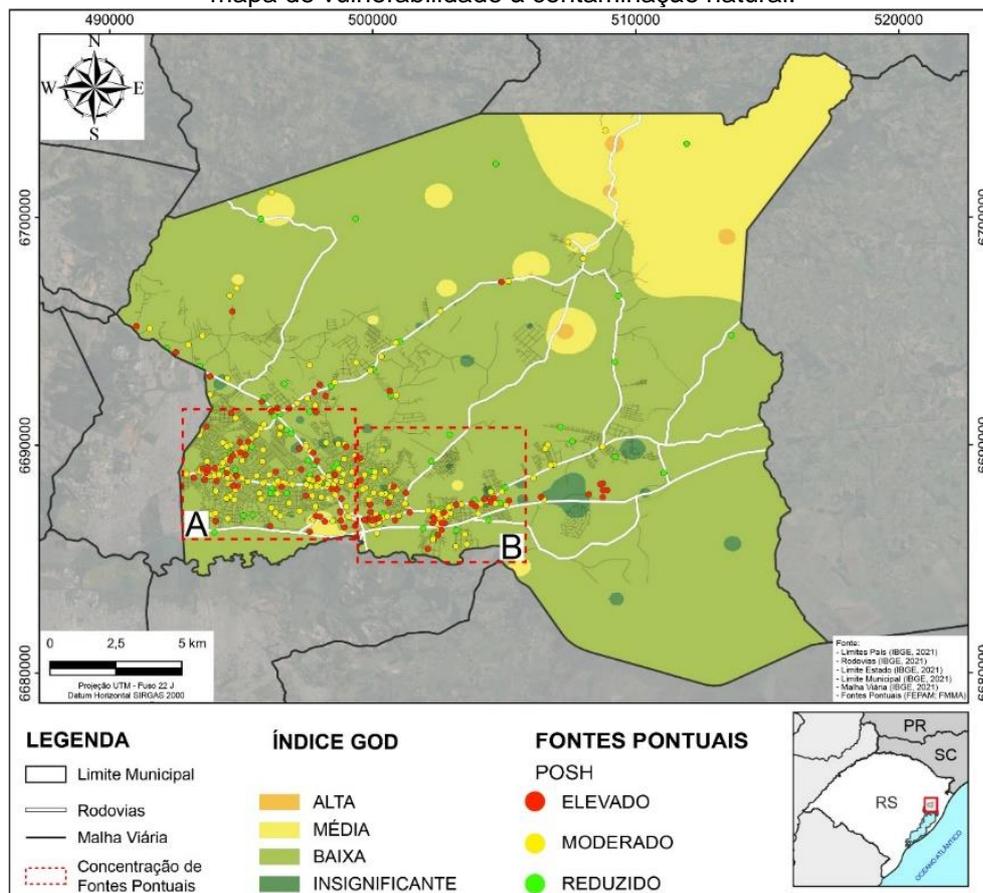
As áreas classificadas como risco moderado representam cerca de 2,5% e estão associadas às zonas no município que foram classificadas com vulnerabilidade média, somada ao potencial de contaminação por fontes difusas de caráter moderado, proveniente do uso do solo para atividades agrícolas (mosaico de agricultura e pastagem; outras lavouras temporárias). Destaque para as áreas cobertas com lavouras de arroz e soja, que embora estejam localizadas em zonas de baixa vulnerabilidade natural, apresentam alto potencial de geração de carga contaminante difusa, levando essas áreas a serem classificadas como risco moderado de contaminação.

De forma localizada, ocorrem pequenas áreas classificadas como risco alto de contaminação, representando apenas 0,09% da extensão territorial. Essas zonas estão associadas a pequenas lavouras de soja, sobre regiões de média vulnerabilidade, e em regiões onde o solo é utilizado para agricultura e pastagem, em zonas de alta vulnerabilidade.

4.5.2.2 Risco Pontual

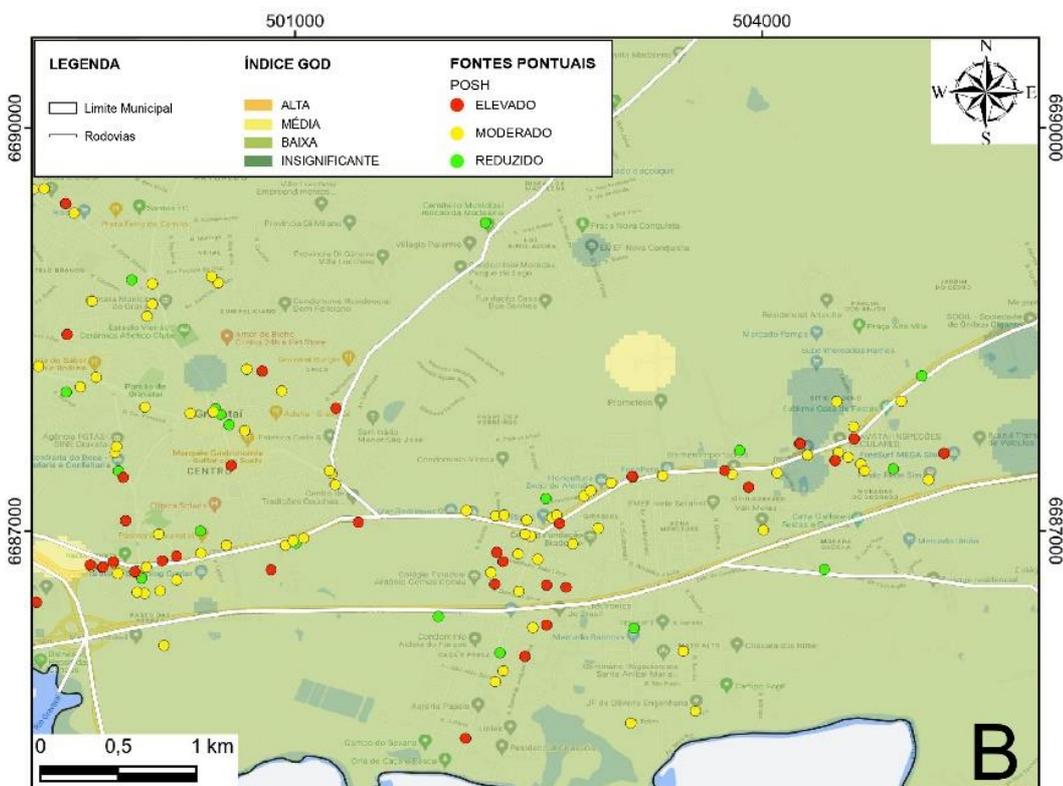
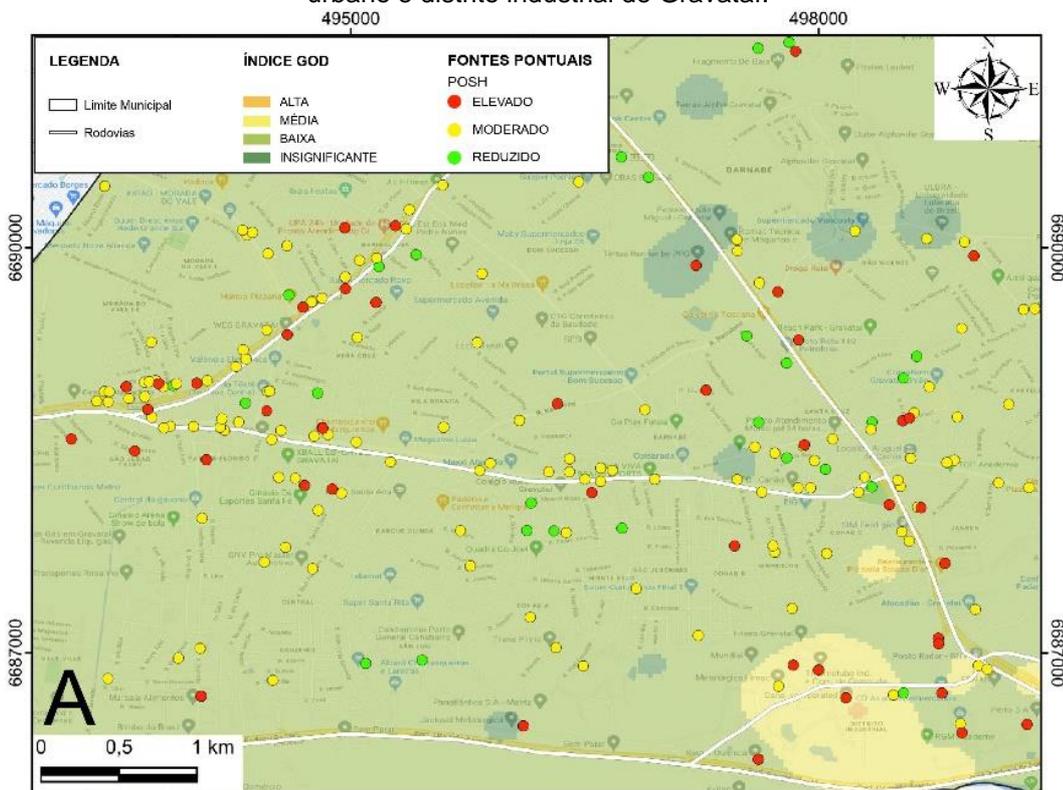
Sobrepondo o mapa de fontes pontuais ao mapa de vulnerabilidade a contaminação, foi possível verificar que dentro da classe de vulnerabilidade insignificante encontram-se 7 fontes pontuais de contaminação moderada e 2 de contaminação elevada. Já na classe de vulnerabilidade baixa, ocorrem 69 fontes pontuais reduzidas, 236 moderadas e 97 elevadas. Por fim, nas zonas classificadas como vulnerabilidade média, foram mapeadas 3 fontes reduzidas, 5 moderadas e 4 elevadas. Ao longo das zonas de alta vulnerabilidade, não foram cadastradas fontes pontuais (Figura 67).

Figura 67 – Distribuição das fontes pontuais de contaminação cadastradas sobre o mapa de vulnerabilidade à contaminação natural.



Desse cruzamento foram identificadas duas zonas onde a concentração de fontes pontuais é mais elevada. Estas áreas se concentram ao longo da matriz urbana do município, sobretudo na região do distrito industrial e próximas a estradas e rodovias. Em sua maioria formam aglomerados de fontes com potencial de contaminação moderado a elevado sobre uma vasta área com baixa vulnerabilidade, exceção para as fontes localizadas sobre o distrito industrial, que estão sobre áreas de média vulnerabilidade (Figura 68).

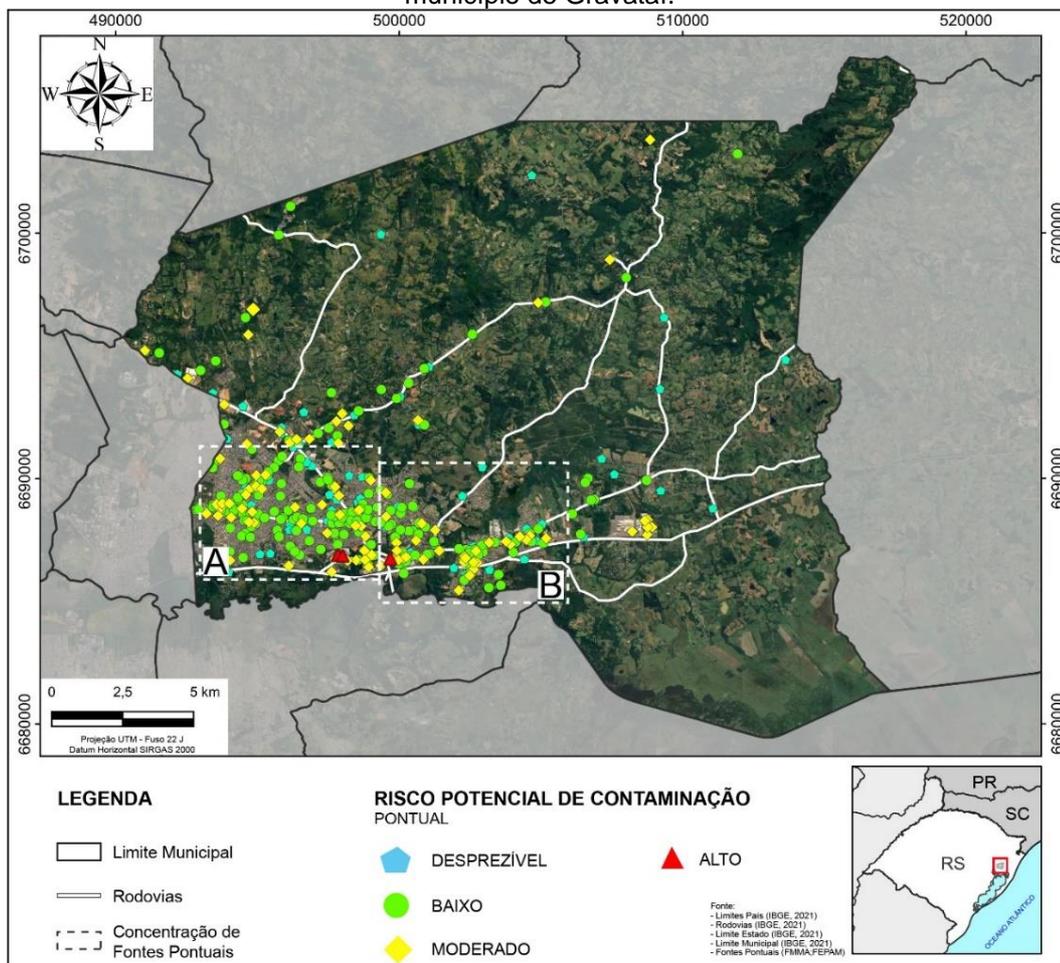
Figura 68 – Detalhe das áreas com maior concentração de fontes pontuais no centro urbano e distrito industrial de Gravataí.



Fonte: elaborado pelo autor.

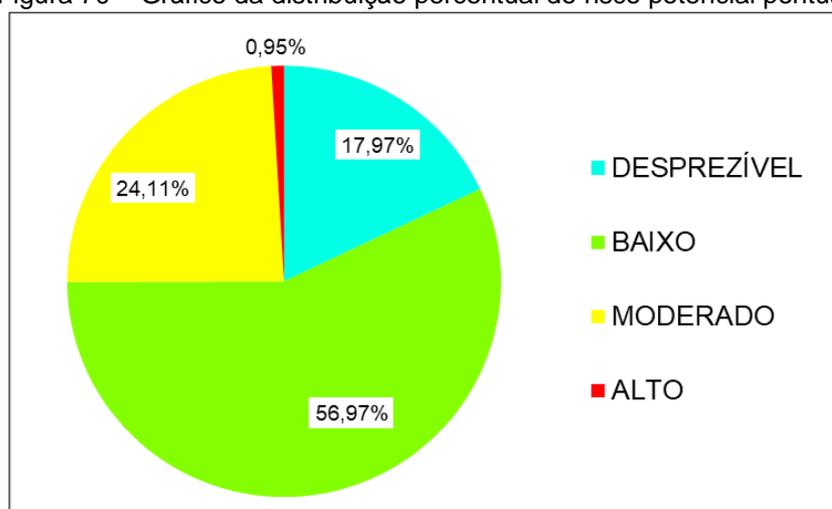
Através do cruzamento realizado entre os mapas, também foi possível determinar o risco potencial de cada fonte de contaminação pontual, visualizado no mapa da Figura 69.

Figura 69 – Risco potencial de contaminação das fontes pontuais identificadas no município de Gravataí.



Ao analisar o mapa de risco potencial das fontes pontuais, percebe-se que das 423 fontes cadastradas na área do município, 76 (17,97%) possuem risco desprezível, 241 (56,97%) apresentam risco baixo, 102 (24,11%) risco moderado e somente 4 (0,95%) apresentam risco alto. A representação em percentagem desses valores é mostrada no gráfico da Figura 70.

Figura 70 – Gráfico da distribuição percentual do risco potencial pontual.

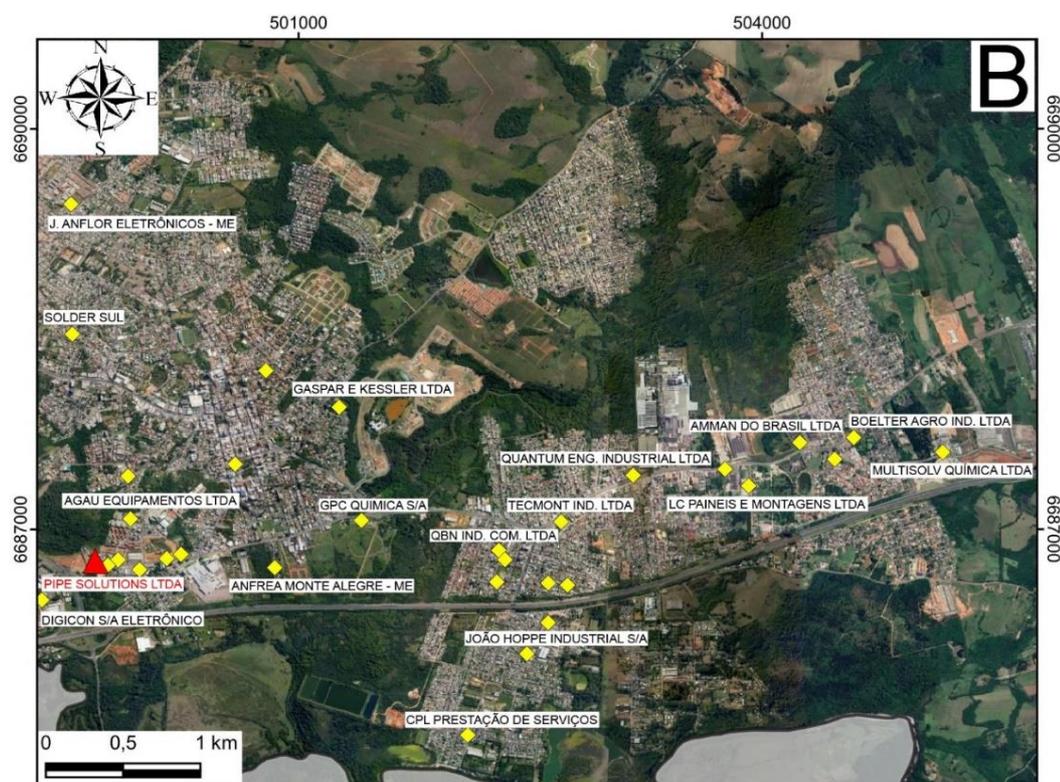


Fonte: elaborado pelo autor.

Dentre as fontes com risco desprezível encontram-se empresas do ramo alimentício e bebidas, fabricação de artefatos de material plástico e de artefatos e estruturas de madeira, de artefatos de cimento e de papel, e cemitérios, localizadas em áreas de insignificante a baixa vulnerabilidade. Quanto às fontes de contaminação que apresentam risco baixo, destacam-se postos de gasolina, oficinas mecânicas, centros de desmanche de veículos, serviços de reparação e manutenção de máquinas, serviços de usinagem e fabricação de artefatos e estruturas de metal, entre outras, localizadas quase que em sua maioria sobre áreas de baixa vulnerabilidade.

Já entre as fontes de contaminação classificadas como de risco moderado, estão empreendimentos de fabricações de máquinas e aparelhos, material elétrico/eletrônico e de produtos químicos, tais como resinas/adesivos e solventes, e indústria metalúrgica com serviços de fosfatização/anodização e galvanoplastia, além de um aterro sanitário. No mapa da Figura 69, observa-se que há uma maior concentração de fontes de risco moderado na parte central do município, área referente à zona urbana e industrial de Gravataí, onde se localizam cerca de 70% do total das fontes com risco moderado classificadas para o município. As únicas 4 fontes com risco alto estão bem próximas, localizadas em áreas de média vulnerabilidade, sendo representadas por empresas de fabricação de tintas, fabricação de máquinas e aparelhos e usina de asfalto (Figura 71).

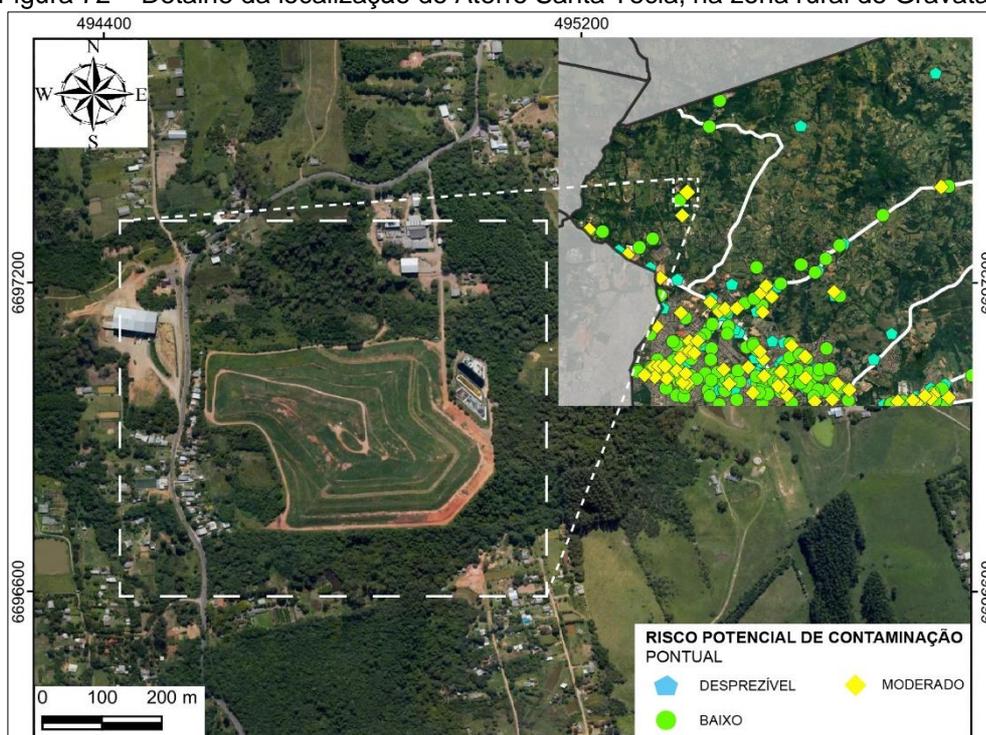
Figura 71 – Detalhe do aglomerado de fontes de contaminação com risco moderado a alto.



Fonte: elaborado pelo autor.

Ainda com relação as fontes que apresentam risco moderado a contaminação, uma fonte que merece destaque por conta do seu histórico de irregularidades na operação e danos ambientais causados é o Aterro Metropolitano Santa Tecla (Figura 72), que nos seus 27 anos de operação foi cenário de acidentes fatais e crimes contra o meio ambiente que resultaram em multas e intervenções da Justiça, como episódios de vazamentos e contaminação de mananciais pela carga poluidora oriunda do chorume (Figura 73).

Figura 72 – Detalhe da localização do Aterro Santa Tecla, na zona rural de Gravataí.



Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 73 – Matéria publicada no Jornal Digital GZH, no dia 22 de maio de 2013, retratando a interdição do Aterro Santa Tecla.

GAÚCHA

Após 15 anos, Aterro Santa Tecla é fechado em Gravataí

Determinação judicial e incidente ambiental na semana passada foram fundamentais para a interdição

© 22/05/2013 - 13h15min

COMPARTILHE:   

Fonte: <https://gauchazh.clicrbs.com.br/geral/noticia/2013/05/apos-15-anos-aterro-santa-tecla-e-fechado-em-gravatai-cj5v8gj7p0141xbj0eti9i9r5.html>

Após o episódio de vazamento de 10 mil litros de choroume que atingiu o Arroio Sapucaia, para enfrentar o passivo ambiental no Santa Tecla, a administração de Gravataí investiu R\$ 10 milhões para adequar o espaço às normas previstas na Política Nacional de Resíduos Sólidos. Além de instituir medidas de segurança para os trabalhadores, foram realizadas melhorias na infraestrutura, como instalação de sistemas de controle da emissão dos gases tóxicos, captação e tratamento do choroume e selamento das células (Figura 74). Além disso, a FEPAM exige o acompanhamento permanente do solo e das águas subterrâneas e de superfície da região, onde relatórios de monitoramento são apresentados a cada seis meses para o órgão ambiental.

Figura 74 – Detalhe das melhorias na infraestrutura realizadas no aterro.



Fonte: <https://www.correiogravatai.com.br/2016/06/noticias/regiao/356230-dias-melhores-para-o-aterro-santa-tecla-em-gravatai.html>

Outro empreendimento que também merece destaque pela sua dimensão é o Complexo Industrial Automotivo da General Motors (Figura 75), que centraliza em sua planta 19 empresas fornecedoras que entregam partes prontas e componentes para o processo produtivo dos automóveis, estando cada uma dessas empresas estrategicamente posicionadas para otimizar o processo de montagem (Figura 76).

destaca por ser amigável ao meio ambiente, tendo sido a primeira a conquistar o marco de “Zero Aterro”, ou seja, nenhum resíduo gerado na instalação é enviado para aterro sanitário (Conversani, 2008; GM, 2020).

4.6 INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

Diante dos resultados apresentados, pôde-se evidenciar uma forte correlação entre a vulnerabilidade a contaminação e o arcabouço geológico da região estudada, sobretudo nos valores atribuídos aos parâmetros “G” e “O”, os quais demonstraram ser fortemente influenciados pela heterogeneidade do substrato geológico presente no município de Gravataí. Essa relação pode ser observada na Figura 56, na qual, por exemplo, percebe-se que as áreas de ocorrência do Subgrupo Estrada Nova e Fm. Rio do Rasto coincidem relativamente bem com as zonas classificadas como de insignificante e baixa vulnerabilidade, as quais por conta das condições de confinamento de suas águas e o elevado grau de consolidação das litologias siltico-argilosas das quais são formadas, resultam em valores baixos para esses parâmetros, gerando conseqüentemente um índice GOD com baixos valores. Além desse, outro exemplo do peso da geologia na determinação das classes de vulnerabilidade pode ser observado nas áreas classificadas como de média vulnerabilidade, pois correspondem, principalmente, às regiões de ocorrência da Fm. Botucatu, as quais são predominantemente arenosas, apresentando, intrinsecamente, maiores vulnerabilidades se comparadas com regiões de ocorrência das litológicas siltico-argilosas supracitadas. Também, é notório salientar que nas áreas de ocorrência da Fm. Botucatu em que não há recobrimento da Fm. Serra Geral, o caráter arenoso de suas litologias implica em um menor grau de confinamento e uma menor capacidade de atenuação de potenciais contaminantes pela zona vadosa, resultando, portanto, em uma vulnerabilidade intermediária, o que reforça a íntima correlação entre as unidades geológicas e os resultados obtidos na avaliação da vulnerabilidade.

Outro ponto que merece destaque são as classes encontradas para o risco de contaminação da área estudada. Percebe-se que o risco definido para o município apresenta forte relação com a distribuição espacial do uso e ocupação do solo, seja considerando cargas difusas, seja pontuais, resultando, por exemplo, com que áreas classificadas com mesma vulnerabilidade natural, apresentassem diferentes riscos,

demonstrando perceptível dependência da classificação do risco com as diferenças no potencial de geração de carga contaminante das fontes presentes nestes locais. Evidenciando que, assim como apontado por Foster & Hirata (1988), é possível existir situações em que, por exemplo, apesar de um aquífero apresentar alta vulnerabilidade à contaminação, ele não apresente um risco elevado de ser contaminado, uma vez que pode não haver carga contaminante que o afete.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Através do desenvolvimento do estudo, concluiu-se que no município de Gravataí os recursos hídricos subterrâneos estão associados a diferentes aquíferos que são captados por meio de poços do tipo tubular, pequeno diâmetro, cacimba ou escavados e por fontes de encosta e nascentes, dos quais 43% dos poços tubulares são utilizados, principalmente, para abastecimento múltiplo e doméstico.

Quanto ao contexto hidrogeológico, identificou-se que no município os recursos hídricos subterrâneos estão associados principalmente a três sistemas aquíferos: Sistema Aquífero Embasamento Cristalino (SAEC), Aquitardo Permiano (AP) e Sistema Aquífero Guarani (SAG).

O SAEC está associado a rochas granito-gnáissicas que compõem o embasamento da região. A profundidade média dos poços que captam água exclusivamente desse sistema é 137,43 m, apresentando, em geral, vazões baixas, com média de 4,95 m³/h. Nessas captações, o NE está situado majoritariamente a profundidades inferiores a 10 m de profundidade, e as entradas de água ocorrem entre 10 e 70 m de profundidade em 79% dos casos.

O AP é representado principalmente por litologias síltico-argilosas (Subgrupo Estrada Nova e Fm. Rio do Rasto), representando a unidade hidroestratigráfica de maior relevância em termos de quantidade de poços tubulares cadastrados (56%). Nesta, a profundidade média alcançada pelos poços foi de 127,75 m, com vazões inferiores a 5 m³/h em cerca de 60% dos casos. Além disso, 75% dos poços apresentam NE com profundidades inferiores a 20 m, e cerca de 72% das entradas de água estão situadas em profundidades inferiores a 80 m.

No SAG, unidade predominantemente arenosa (Fm. Botucatu e Fm. Pirambóia), os poços possuem profundidade média de 113,60 m e vazões abaixo de 3 m³/h em quase a totalidade das captações. Nesses poços, o NE ocorre abaixo dos 15 m de profundidade em 62% dos casos, e aproximadamente 60% das entradas de água estão situadas acima dos 50 m.

A análise da vulnerabilidade a contaminação da água subterrânea no município, de maneira geral, apontou as classes baixa e média como as duas principais. A primeira apresentou cerca de 80% do total da área, enquanto a segunda apresentou em torno de 15% da área, estando esta concentrada em grande parte da região nordeste do município. Os valores de vulnerabilidade baixa

estão diretamente associados a regiões de predomínio das unidades sedimentares permianas, nas quais o grau de confinamento varia de semiconfinado a confinado, coberto por estratos predominantemente siltico-argilosos de espessura variada, cujas camadas confinantes servem de atenuantes à circulação das cargas contaminantes impostas. Os valores médios de vulnerabilidade refletem principalmente às áreas de ocorrência dos arenitos da Fm. Botucatu e das litologias do embasamento, as quais são definidas por apresentarem solos rasos, predominantemente arenosos.

Quanto às cargas contaminantes difusas, a maior parte do município não foi classificada (72,8%) por se tratarem de áreas naturais. No restante do município, identificou-se a ocorrência de zonas de carga potencial variando entre reduzida a elevada, com predominância da classe moderada com cerca de 20%, refletindo principalmente a situação da rede de saneamento básico atual. Quanto às fontes pontuais, predominam aquelas com potencial moderado (58,87%) e elevado (24,11%). Dentre as fontes com potencial moderado estão postos de gasolina, oficinas mecânicas etc. Já entre as fontes elevadas estão fabricações de máquinas e aparelhos, material elétrico/eletrônico e de produtos químicos.

O mapa de risco potencial difuso demonstrou que a maior parte do município (72,84%) apresentou risco nulo a contaminação por fontes difusas, sendo definido como não classificado. Do restante, identificou-se de um modo geral um baixo risco, correspondendo a cerca de 21%, ocorrendo principalmente por conta da baixa vulnerabilidade associada às atividades potencialmente poluidoras moderadas. Quanto ao risco pontual, predominam fontes com risco baixo (56,97%) e moderado (24,11%), estando os empreendimentos com risco moderado concentrados sobretudo na zona urbana e industrial do município.

Por fim, apesar do resultado do estudo demonstrar uma predominância de áreas com baixa vulnerabilidade, indicando uma proteção natural razoável aos aquíferos na região de estudo, assim como uma grande parcela do município não ser classificada quanto ao seu risco de contaminação, por se tratarem de áreas naturais, sem geração de contaminantes, deve-se ter uma atenção especial para o avanço das atividades agropecuárias sobre áreas hoje não ocupadas pela atividade. Essas, na maioria das vezes, são atividades intensas, nas quais com manejo inadequado dos solos, podem acabar gerando processos de contaminação, sobretudo na ampliação das áreas de rizicultura e cultivo de soja. Também deve-se

dar atenção especial à zona urbana, que apesar de apresentar risco moderado, o aumento do número de domicílios sem tratamento adequado de esgoto, que utilizam soluções individuais (e.g. fossa séptica e sumidouro), pode ocasionar a elevação do nível do risco, passando de moderado para elevado.

Os resultados desse trabalho corroboraram a hipótese de que existe variação na vulnerabilidade natural a contaminação das águas subterrâneas, sendo esta influenciada pela compartimentação hidroestratigráfica, assim como de que existe também variação espacial do risco potencial de contaminação, sendo um reflexo da variação do grau de vulnerabilidade dos aquíferos e das diferentes atividades antrópicas realizadas sobre o solo. Além disso, conclui-se que os mapas temáticos produzidos apresentam-se como ótimas ferramentas para auxiliar na gestão dos recursos hídricos subterrâneos no que tange a construção e instalação de novos poços para a captação, alocando-os em locais próprios, longe de prováveis fontes de contaminação, bem como instrumento ágil e eficaz para um melhor planejamento e zoneamento territorial.

Como trabalhos complementares, recomenda-se a obtenção de análises mais detalhadas de parâmetros químicos, físico-químicos e bacteriológicos dos poços localizados nas zonas de risco moderado, principalmente por conta da carga poluente proveniente de efluentes domésticos, assim como um estudo aprofundado para os poços já existentes, especialmente aqueles construídos fora dos padrões técnicos e os inativos que podem caracterizar um cenário de elevado potencial de contaminação das águas subterrâneas, delimitando perímetros de proteção dos poços e restrição do uso e ocupação do solo. Além disso, é fundamental o aumento da fiscalização, por parte dos órgãos públicos ambientais e da saúde das atividades potencialmente poluidoras, como por exemplo, os postos de combustíveis, que na maioria das vezes, dentro de pequenas distâncias, apresentam poços utilizados para lavagem de veículos, sendo uma potencial porta de entrada para contaminantes gerados por eventuais vazamentos.

REFERÊNCIAS

- ABG. ABG engenharia e meio ambiente. 2019. **RELATÓRIO E PLANO DE CONTROLE AMBIENTAL RCA/PCA RENOVAÇÃO DA LICENÇA DE OPERAÇÃO COM AVANÇO DE LAVRA - MINERACAO VERA CRUZ LTDA.** Gravataí, 107p.
- ABREU, Cristiano. DIAS MELHORES PARA O ATERRO SANTA TECLA EM GRAVATAÍ. **Correio de Gravataí**, 2016.<Fonte: <https://www.correiogravatai.com.br/2016/06/noticias/regiao/356230-dias-melhores-para-o-aterro-santa-tecla-em-gravatai.html>> Acesso em: 20 de agosto de 2023.
- ANA – Agencia Nacional de Águas. 2010. “**Atlas Brasil: abastecimento urbano de água: panorama nacional.**” Brasília: ANA: Engecorps / Cobrape. Disponível em:<https://portal1.snirh.gov.br/ana/apps/storymaps/stories/1d27ae7adb7f4baeb224d5893cc21730>. Acesso em: 20 agosto. 2023.
- ALBINET, M.; MARGAT, J. 1970. **Cartographie de la vulnerabilite a la pollution des nappes d'eau souterraine.** Bulletin BRGM, 2nd Series, 3(4): 13-22.
- ALLER, L.; THORNHILL, J. 1987. DRASTIC: a standardized system for evaluating ground water pollution potential using hydrogeologic settings. Robert S. Kerr Environmental Research Laboratory, **Office of Research and Development**, US Environmental Protection Agency.
- ANDERSEN, L; GOSK, E. 1989. Applicability of vulnerability maps. **Environmental Geology and Water Sciences**, v. 13, n. 1, p. 39-43.
- ANDRIOTTI, J.L.S. 2009. **Fundamentos de Estatística e Geoestatística.** São Leopoldo, RS: Unisinos. 2ª reimpressão.
- ARGENTA, Évelin. Após 15 anos, Aterro Santa Tecla é fechado em Gravataí. **GZH**, 2013. <<https://gauchazh.clicrbs.com.br/geral/noticia/2013/05/apos-15-anos-aterro-santa-tecla-e-fechado-em-gravatai-cj5v8gj7p0141xbj0eti9i9r5.html>> Acesso em: 20 de agosto de 2023.
- BACHMAT, Y. & COLLIN, M. 1987. Mapping to assess groundwater vulnerability to pollution. *In*: Vulnerability of soil and groundwater to pollutants (W. van Duijvenbooden and H.G. van Waegeningh, eds.), **TNO Committee on Hydrological Research, The Hague, Proceeding and Information No. 38**, p. 297-307.
- BELLIENI, G., Brotzu, P., Comin-Chiaramonti, P., Ernesto, M., Melfi, A., Pacca, I.G., Piccirillo, E.M. 1984. Flood Basalt to Rhyolite Suites in the Southern Paraná Plateau (Brazil): Palaeomagnetism, Petrogenesis and Geodynamic Implications. *Journal of Petrology* 25, 579–618. <https://doi.org/10.1093/petrology/25.3.579>.
- BETIOLLO; L.M. 2006. **Caracterização Estrutural, Hidrogeológica e Hidroquímica dos Sistemas Aquíferos Guarani e Serra Geral no Nordeste do Rio Grande do Sul, Brasil.** 117 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Instituto de Geociências, Programa de

Pós-Graduação em Geociências. Porto Alegre.

BITENCOURT, M.F. 2008. Estratigrafia do Batólito Florianópolis, Cinturão Dom Feliciano, na Região de Garopaba-Paulo Lopes, SC. **Pesquisas em Geociências**. Vol. 35, n. 1 (2008), p. 109-136.

BRUM, Arnaldo Roberto de; ORLANDI FILHO, Vitório; ZANINI, Luiz Fernando Pardi. 2006. **Projeto plano diretor de mineração da região metropolitana de Porto Alegre. Mapa dos sistemas aquíferos.**

CONVERSANI, A. 2008. **O desafio de integrar diferentes culturas organizacionais: o caso do Complexo Industrial Automotivo de Gravataí (RS).**

CUTRIM, A.O.; CAMPOS, J.E.G. 2010. Aplicação dos métodos Drastic e Posh para a determinação da vulnerabilidade e perigo à contaminação do aquífero Furnas na cidade de Rondonópolis-MT. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 15, n. 2, p. 127-142.

DE FIGUEIREDO FILHO, P.M. 1972. A faciologia do grupo passa dois no rio grande do sul. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 2, n. 4, p. 216-235.

DE MENESES, L.F. 2009. Elaboração de Mapa de Vulnerabilidade dos Aquíferos Superiores no Município de João Pessoa–PB, Através de Técnicas de Geoprocessamento. **Revista Tecnologia**, Fortaleza, v. 30, n. 1, p. 123-132.

DINIZ, J.A.O. 2012. **Proposta Metodológica para Elaboração de Mapas Hidrogeológicos**. CPRM – Serviço Geológico do Brasil.

DOS SANTOS, P.R.P.; OLIVEIRA, I.B. 2010. **Estudo da vulnerabilidade à poluição do aquífero Marizal na região de influência do Pólo Industrial de Camaçari (PIC)**. Dissertação de mestrado, Departamento de Engenharia Ambiental – DEA. Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 101 p.

Estudo coloca município gaúcho nas últimas posições em saneamento entre os cem maiores do Brasil. **GZH**, 2020. <<https://gauchazh.clicrbs.com.br/geral/noticia/2020/06/estudo-coloca-municipio-gaicho-nas-ultimas-posicoes-em-saneamento-entre-os-cem-maiores-do-brasil-ckbx2adku00rs0162mw37u4rg.html>> Acesso em: 20 de agosto de 2023.

FÁBRICA DA GM EM GRAVATAÍ COMPLETA 20 ANOS COM INVESTIMENTOS HISTÓRICOS DE R\$ 4,5 BILHÕES. **Média GM**, 2020. Disponível em:<<https://media.gm.com/media/br/pt/chevrolet/home.detail.html/content/Pages/nws/br/pt/2020/jul/0720-gravatai.html>>. Acesso em: 20 de agosto de 2023.

FACCINI, U.F. 1989. **O Permo-Triássico do Rio Grande do Sul – uma análise sob o ponto de vista das sequências deposicionais**. 133 f. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

FILIPPINI ALBA, J.M. 2021. **Levantamento de Solos do Município de Gravataí,**

RS.

FISHER, W.L.; MCGOWEN, J.H. 1967. Depositional systems in the Wilcox Group of Texas and their relationship to occurrence of oil and gas. **Trans. Gulf Coast Assoc. Geol.**, 17:105-125.

FOSTER, S.S.D. 1987. **Fundamental concepts in aquifer vulnerability, pollution risk and protection strategy.** TNO Comm. Hydrol. Res. Proc. & Information 38, 69-86.

FOSTER, S.; HIRATA, R. 1988. **Groundwater pollution risk assessment: a methodology using available data.** WHO-PAHO/HPE-CEPIS Technical Manual. Lima, Peru.

FOSTER, S.; HIRATA, R.. 1993. **Determinação do risco de contaminação das águas subterrâneas: um método baseado em dados existentes.** Governo do Estado de Sao Paulo.

FOSTER, S.; HIRATA, R.; GOMES, D.; D'ELIA, M.; PARIS, M. 2006. **Proteção da Qualidade da Água Subterrânea. Um guia para empresas de abastecimento de água, órgãos municipais e agências ambientais.** Washington, D.C. Banco Mundial.

FOSTER, S.; HIRATA, R.; GOMES, D.; D'ELIA, M.; PARIS, M. 2002. **Groundwater quality protection: a guide for water service companies, municipal authorities and environment agencies.** The World Bank.

FOSTER, S.; HIRATA, R.; GOMES, D.; D'ELIA, M.; PARIS, M. 2006. **Proteção da qualidade da água subterrânea: um guia para empresas de abastecimento de água, órgãos municipais e agências ambientais.** Banco Mundial.

GOMES, M. 2018. Aplicação do interpolador IDW para elaboração de mapas hidrogeológicos paramétricos na região da Serra Gaúcha. **Scientia cum industria**, v. 6, n. 3, p. 38-43.

GONZAGA DE CAMPOS, L.F. 1889. **Secção geológica.** São Paulo. Comissão Geográfica e Geológica. São Paulo, J. Skeller, Relatório, p. 21-24.

GORDON JR., M. 1947. **Classificação das formações gondwânicas do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.** Rio de Janeiro: DNPM/DGM. n. 38, p. 1-20. (Notas Preliminares e Estudos).

Gravataí inicia revisão do Plano Municipal de Saneamento. **OREPORTER.NET**, 2023. <<https://www.oreporter.net/gravatai-inicia-revisao-do-plano-municipal-de-saneamento/>> Acesso em: 20 de agosto de 2023.

Gravataí sedia condomínio industrial do segmento automotivo. **Jornal do Comércio**, 2023.<<https://www.jornaldocomercio.com/especiais/dia-da-industria/2023/05/1107607-gravatai-sedia-condominio-industrial-do-segmento-automotivo.html>> Acesso em: 20 de agosto de 2023.

HARTMANN, Léo Afraneo; CHEMALE JR, Farid; PHILIPP, R. P. 2007. **Evolução geotectônica do rio Grande do sul no pré-cambriano**. Ianuzzi R. & Frantz JC.(Org.), (Ed.): 50 ANOS de Geologia: Instituto de Geociências. Contribuições, p. 97-123.

HAUSMAN, A. 1960. Estudo das Possibilidades de Água Subterrânea no Rio Grande do Sul. **Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia**, São Paulo, SP, vol. 9, n. 1, p. 29-42.

HAUSMAN, A. 1965. Esboço Hidrogeológico do Rio Grande do Sul. Semana de Debates geológicos. Porto Alegre, RS. Centro Acad. Est. Geol, UFRGS, p. 37-71.

HAUSMAN, A. 1995. Províncias Hidrogeológicas do Estado do Rio Grande do Sul - RS. **Acta Geológica Leopoldensia**, São Leopoldo, RS, n. 2, p. 1-127. (Série mapas).

HOLZ, M.; CARLUCCI, R. 2000. Litoestratigrafia, estratigrafia de sequências e evolução paleofisiográfica da zona de borda da Bacia do Paraná no Rio Grande do Sul durante o Eo-Permiano *In*: HOLZ, M.; DE ROS, L. F. (Eds.). **Geologia do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: CIGO/UFRGS, p. 303-322.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Características da População e dos Domicílios. **Censo Brasileiro de 2010**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/gravatai/pesquisa/23/24304?detalhes=true>>. Acessado em: 20 mar. 2023.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Brasileiro de 2022**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/gravatai/panorama>>. Acessado em: 20 mar. 2023.

LANDIM, P.M.B. Introdução aos métodos de estimação espacial para confecção de mapas. DGA, IGCE, UNESP/Rio Claro, Lab. Geomatemática, Texto Didático 02, 20p, 2000. Disponível em: <<http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/textodi.html>>. Acessado em: 13 jul. 2023

LANDIM, Paulo M. Barbosa; MONTEIRO, Rubens Caldeira; CORSI, ALESSANDRA CRISTINA. 2022. Introdução à confecção de mapas pelo software SURFER. **DGA, IGCE, UNESP/Rio Claro, Lab. Geomatemática, Texto Didático**, v. 8, p. 21.

LAVINA, E.L. 1991. **Geologia sedimentar e paleogeografia do neopermiano e eotriássico (intervalo Kazaniano-Scitiano) da Bacia do Paraná**. 336 f. v. 1. Tese (Doutorado em Geociências) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

LAVINA, E.L.; FACCINI, U.F.; RIBEIRO, H.J.S. 1993. A formação Pirambóia (Permo-Triássico) no Estado do Rio Grande do Sul. **Acta Geológica Leopoldensia**, São Leopoldo v. 38, p. 179-197.

LEGRAND, H.E. 1964. System for evaluation of contamination potential of some

waste disposal sites. **Journal-American Water Works Association**, v. 56, n. 8, p. 959-974.

LOBO-FERREIRA, J.P.; CABRAL, M. 1991. Proposal for an operational definition of vulnerability for the European Community's Atlas of Groundwater Resources. *In: MEETING OF THE EUROPEAN INSTITUTE FOR WATER*, feb.1991. Brussels. **Proceedings**[...] Brussels: EIW.

MAAHS, R., KUCHLE, J., SCHERER, C. M. D. S., ALVARENGA, R. D. S. (2019). Sequence stratigraphy of fluvial to shallow-marine deposits: The case of the early Permian Rio Bonito Formation, Paraná Basin, southernmost Brazil. **Brazilian Journal of Geology**, 49, 20190059, 2019.

MAAHS, R., KUCHLE, J., RODRIGUES, A. G., DA SILVA, T.F., GONZÁLEZ, M. B., ERTHAL, F. (2023). Paleoenvironmental reconstruction of the Permian coal beds in the Paraná Basin (Brazil): evidence from organic geochemical and sedimentological analyses. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 128, 104484, 2023.

MACHADO, J.L.F.; FREITAS, M.A. 2005. **Projeto Mapa Hidrogeológico do Estado do Rio Grande Sul: Relatório Final**. Porto Alegre, RS: CPRM, 65p. 1 CD-ROM.

MACHADO, J.L.F. 2005. **Compartimentação espacial e arcabouço hidroestratigráfico do sistema aquífero Guarani no Rio Grande do Sul**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Geologia. UNISINOS. São Leopoldo, RS.

MACHADO, J.L.F. 2006. A redescoberta do Aquífero Guarani. **Scientific American, Brasil**, n. 47, p. 32–39.

MACHADO, J.L.F. 2016. **Comparação entre o Sistema Aquífero Guarani (SAG) em Santa Catarina e no Rio Grande do Sul**.

MANTOVANI, M.S.M. 1985. Trace element and strontium isotope constraints on the origin and evolution of Paraná continental flood basalts of Santa Catarina State (southern Brazil). **Journal of petrology**, v. 26, n. 1, p. 187-209.

MANTOVANI, Marta Sílvia Maria; CORDANI, Umberto G.; ROISENBERG, A. 1985. Geoquímica isotópica em vulcânicas ácidas da Bacia do Paraná e implicações genéticas associadas. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 15, n. 1, p. 61-65.

MENEZES, J.M., PRADO, R.B., SILVA JUNIOR, G.C., MANSUR, K.L., OLIVEIRA, E.S. 2009. Qualidade da Água e Sua Relação Espacial com as Fontes de Contaminação Antrópicas e Naturais: Bacia Hidrográfica do Rio São Domingos, RJ. **Revista de Engenharia Agrícola**, v.29, n.4, pp. 687-698.

MILANI, E.J. 1997. **Evolução tectono-estratigráfica da Bacia do Paraná e seu relacionamento com a geodinâmica fanerozóica do Gondwana sul-ocidental**. 2 v. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

MILANI, E.J. 2004. Comentários sobre a origem e evolução tectônica da Bacia do Paraná. **Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida**. Mantoso-Neto, V.; Bartorelli, A.; Carneiro, CDR, São Paulo, p. 265-280.

MORAES, REGO. L.F. 1930. **A geologia do petróleo no Estado de São Paulo**. Boletim do Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, Rio de Janeiro. v. 46, p. 1-105.

MORRIS, B.L. 2003. Groundwater and its susceptibility to degradation: a global assessment of the problem and options for management.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1993. Ground water vulnerability assessment: contamination potential under conditions of uncertainty. **National Academy Press, Washington DC**, p. 179.

PEATE, D.W.; HAWKESWORTH, C.J.; MANTOVANI, M.S.M. 1992. Chemical stratigraphy of the Paraná lavas (South America): Classification of magma types and their spatial distribution. **Bull.Volcanol.**, Napoli, v. 55, p. 119-139.

PEATE D.W. 1997. The Paraná-Etendeka Province. In: Mahoney J.J. & Coffin M.F. (eds.) Large igneous provinces: continental, oceanic and planetary flood volcanism. **Geophys. Monogr.**, 100, AGU, p.217-245.

PHILIPP, R.P. 1998. **A Evolução Geológica e Tectônica do Batólito Pelotas no Rio Grande do Sul**. Tese (Doutorado). São Paulo: Programa de Pós-graduação em Geoquímica e Geotectônica, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo - USP, 269p.

PHILIPP, R.P.; NARDI, L.V.S.; BITENCOURT, M.F. 2000. O Batólito Pelotas no Rio Grande do Sul, *In*: Holz, M. & De Ros, L.F. (Eds.) **Geologia do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, Centro de Investigação do Gondwana, Instituto de Geociências, UFRGS, p.133-160.

PHILIPP, Ruy Paulo; MACHADO, Rômulo; CHEMALE JUNIOR, Farid. 2007. A geração dos granitóides Neoproterozóicos do Batólito Pelotas: evidências dos isótopos de Sr e Nd e implicações para o crescimento continental da porção sul do Brasil. *In*: Frantz, J.C. & Ianuzzi, R. (Eds.), **50 Anos de Geologia**. Instituto de Geociências. Contribuições. Porto Alegre, Editora Comunicação e Identidade, CIGO e IG-UFRGS. p. 59-77.

PHILIPP, Ruy Paulo; MASSONNE, Hans-Joachim; DE CAMPOS, Roberto Sacks. 2013. Peraluminous leucogranites of the Cordilheira Suite: A record of Neoproterozoic collision and the generation of the Pelotas Batholith, Dom Feliciano Belt, Southern Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 43, p. 8-24.

PLANO AMBIENTAL DE GRAVATAÍ, Mario Buede Teixeira, (Org.). – Porto Alegre: **PUCRS – MCT**, v. : il., FMMA, 2005.

REGINATO, P.A.R. 2003. **Integração de dados geológicos para prospecção de**

aqüíferos fraturados em trecho da bacia hidrográfica taquari antas (RS). 254p. Tese (Doutorado em Engenharia). Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e dos Materiais (UFRGS), Porto Alegre.

REGINATO, Pedro Antonio Roehe; AHLERT, Siclério; SCHNEIDER, Vania Elisabete. 2013. Caracterização hidroquímica do sistema aquífero Serra Geral na região nordeste do Rio Grande do Sul. **Águas Subterrâneas**, v. 27, n. 1.

RENNE, P.R. 1992. The age of the Paraná flood volcanism, rifting Gondwanaland and the Jurassic-Cretaceous boundary. **Science**, New York, v. 258, p. 975-979.

RIBEIRA, F. 2004. Calidad, contaminación y protección de acuíferos *In: III CURSO HISPANOAMERICANO DE HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA*. Montevideo – UY.

ROISENBERG, Ari; MARQUES, Juliana Charão; BACHI, Flávio Antônio; FRANTZ, José Carlos. 2008. Geologia da Folha de Gravataí-SH. 22-XCV, escala 1: 100.000. **Serviço Geológico do Brasil-CPRM. UFRGS, Porto Alegre.**

ROISENBERG, A.; VIERO, A.P. 2000. O vulcanismo mesozóico da Bacia do Paraná no Rio Grande do Sul. *In: M. HOLZ e L.F. De ROS (eds.), Geologia do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, CIGO/ UFRGS. p. 335-354.

ROSSETTI, L., Simões, M., Lima, E., Waichel, B. & Sommer, C. 2021. Estratigrafia do Grupo Serra Geral na Calha de Torres, Sul do Brasil. *In: Contribuições à Geologia do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina*. Porto Alegre: Compasso Lugar-Cultura. p. 455-468 10.29327/537860.1-19.

SANTOS, M.; FRAGOSO, M. 2010. Modelação espacial do índice de concentração diária da precipitação em Portugal Continental. **Actas do VI Seminário Latino-Americano de Geografia Física/II Seminário Ibero-Americano de Geografia Física Universidade de Coimbra**.

SCHERER, C.M.S. 1998. **Análise estratigráfica e litofaciológica da Formação Botucatu (Eocretáceo da Bacia do Paraná) no Rio Grande do Sul**. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

SCHERER, C.M.S. 2000. Eolian dunes of the Botucatu Formation (Cretaceous) in southernmost Brazil: morphology and origin. **Sedimentary Geology**, v. 137, n. 1-2, p. 63-84.

SCHNEIDER, R.L.; MÜHLMANN, H.; TOMMASI, E.; MEDEIROS, R. A.; DAEMON, R. F.; NOGUEIRA, A. A. 1974. Revisão estratigráfica da Bacia do Paraná. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 28., Porto Alegre. **Anais do...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia. V.1, p. 41-65.

SCHLOSSER, Rodrigo Trindade; LOITZENBAUER, Ester; BULHÕES, Carlos André. 2012. Diferentes métodos de interpolação e a gestão de recursos hídricos. *In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIAS PARA O MEIO AMBIENTE*.

SCHULTZ, Cesar Leandro; SCHERER, CM dos S.; BARBERENA, Mario Costa. 2000. Biostratigraphy of southern Brazilian middle-upper Triassic. **Revista brasileira de geociências**, v. 30, n. 3, p. 495-498.

SOARES, P.C. 1975. Divisão estratigráfica do Mesozóico no estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 5, n. 4, p. 229-251.

SORICHETTA, A. 2011. **Groundwater vulnerability assessment using statistical methods**. Università degli Studi di Milano, Academic year 2010, 141 pp.

SOUZA, C.M. 2020. Reconstructing three decades of land use and land cover changes in Brazilian biomes with landsat archive and earth engine. **Remote Sens** 12: 2735.

STEMPVOORT, Dale Van; EWERT, Lee; WASSENAAR, Leonard. 1993. Aquifer vulnerability index: a GIS-compatible method for groundwater vulnerability mapping. **Canadian Water Resources Journal**, v. 18, n. 1, p. 25-37.

TAVARES, P.R.L. 2009. Mapeamento da vulnerabilidade à contaminação das águas subterrâneas localizadas na Bacia Sedimentar do Araripe, Estado do Ceará, Brasil. **Revista Escola de Minas**, v. 62, n. 2, p. 227–236.

TOMAZELLI, L.J.; VILLWOCK, J.A. 1996. Quaternary geological evolution of Rio Grande do Sul Coastal Plain, Southern Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 68, p. 373- 382.

TOMAZELLI, L.J.; VILLWOCK, J.A. 2000. O Cenozóico no Rio Grande do Sul: geologia da planície costeira. *In*: Holz, M. & De Ros, L. F. (eds) **Geologia do Rio Grande do Sul**. Ed. CICO/UFRGS, Porto Alegre, p. 375-406.

TROIAN, G.C.; REGINATO, P. A. R.; MARQUEZAN, R. G.; KIRCHELM, R. 2020. Modelo conceitual hidroestratigráfico do sistema aquífero costeiro no litoral norte do Estado do Rio Grande do Sul. **Águas Subterrâneas**, 34, 3, 264-274.

TURNER, S. 1994. Magmatism and continental break-up in the South Atlantic: high precision ^{40}Ar - ^{39}Ar geochronology. **Earth and Planetary Science Letters**, Atlanta, v. 121, p. 333-348.

UFRGS. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2019. **RELATÓRIO TÉCNICO DE MONITORAMENTO DE VIBRAÇÕES E PRESSÕES ACÚSTICAS-MINERACAO VERA CRUZ LTDA**. Gravataí, 18p.

VIERO, A.C.; SILVA, D.R.A. 2010. Geodiversidade do Estado do Rio Grande do Sul. **Porto Alegre: CPRM**. 212p

VILLWOCK, J.A.; TOMAZELLI, L.J. 1995. TÉCNICAS, Notas. Geologia costeira do Rio Grande do sul. **Notas técnicas**. CECO, UFRGS, Porto Alegre, v. 8, p. 1-45.

VRBA, J.; ZAPOROZEC, A. 1994. **Guidebook on mapping groundwater vulnerability**. Hannover: Heise.

WASHBURNE, C.W. 1930. **Petroleum Geology of the São Paulo**. São Paulo: Instituto Geográfico e Geológico. 282 p. (Boletim; 22)

WHITE, I.C. 1908. **Relatório final da Comissão de Estudos das Minas de Carvão de Pedra do Brasil**. Rio de Janeiro, DNPM, Ed. Fac-similar, 2 v, 617p.

WILDNER, W. 2004. Estratigrafia do magmatismo Serra Geral na Bacia do Paraná– Conceitos básicos e divisão faciológica. **Reunião Aberta da Comissão Brasileira de Estratigrafia**, p. 62.

WILDNER, W., RAMGRAB, G.E., LOPES, R.D., IGLESIAS, C.D.F. 2008. **Geologia e recursos minerais do estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre; CPRM. Mapa Escala 1:750.000. Programa Geologia do Brasil. Mapas Geológicos Estaduais.

ANEXOS

Anexo I – Lista de poços tubulares inventariados.....	I
Anexo II – Lista de poços e pesos atribuídos GOD.....	VI
Anexo III – Lista de fontes pontuais cadastradas.....	XII

Anexo I – Lista de poços tubulares inventariados

CÓDIGO SIAGAS	SISTEMA AQUÍFERO	ALTITUDE DO TERRENO	UTM E	UTM N	MUNICÍPIO	SITUAÇÃO	USO DA ÁGUA	PROFUNDIDADE (m)	PROF. ENTRADA D'ÁGUA (m)	ND (m)	NE (m)	VAZÃO (m³/h)
4300016361	SAEC	23	503249	6688232	GRAVATAÍ	Parado	Sem uso	140	15; 21	85	4,95	5,32
4300017568	SAEC		500423	6686434	GRAVATAÍ			66	51	31	5,6	12
4300017569	SAEC + MA		500421	6686754	GRAVATAÍ			65	44	49,64	2,82	4,55
4300017570	SAEC + AP		500423	6688165	GRAVATAÍ			80	44	28	21,95	9
4300017572	SAEC + MA		499359	6686804	GRAVATAÍ			100	41	76	3	2,8
4300017574	SAEC + AP		495057	6686586	GRAVATAÍ			140	100	66,2	4	5,14
4300017575	SAEC		499554	6686781	GRAVATAÍ			150	18; 22,30; 107	131,55	9,38	2,24
4300017582	SAEC		499082	6687092	GRAVATAÍ			205	21	180	6	0,9
4300017583	SAEC + MA		499361	6686798	GRAVATAÍ			52	19	19,5	4,5	8,18
4300017584	SAEC		496934	6686899	GRAVATAÍ			130	68	120	48	0,4
4300017587	SAEC		496970	6686752	GRAVATAÍ			200	46; 67	93,35	3	5,14
4300017597	SAEC + AP		498775	6686825	GRAVATAÍ			102		34,82	4	12
4300021959	SAEC		500442	6691357	GRAVATAÍ			88	67; 70; 86	37,04	13,1	17,6
4300021977	SAEC		499055	6686636	GRAVATAÍ			100	16; 84	95,45	5,1	1
4300022080	SAEC	43	498324	6686465	GRAVATAÍ	Não instalado		232	66	187,4	34,6	1,1
4300022081	SAEC	30	498867	6686152	GRAVATAÍ	Bombeando	Abastecimento múltiplo	228	36	188,8	23,26	1,5
4300022083	SAEC + AP	11	502552	6686055	GRAVATAÍ		Abastecimento múltiplo	150	25; 71	82	5,05	8,57
4300022084	SAEC	20	499365	6686242	GRAVATAÍ	Bombeando	Abastecimento múltiplo	162	29	120	18	1,71
4300022505	SAEC		495973	6686462	GRAVATAÍ			100		50,96	7,02	9
4300022710	SAEC		498005	6686831	GRAVATAÍ			60	10; 42	42	7	3
4300022711	SAEC + AP	49	498896	6686813	GRAVATAÍ		Abastecimento múltiplo	54	18; 28		12	2
4300022794	SAEC + AP	19	502902	6689086	GRAVATAÍ	Bombeando		142	17; 140	53,87	9,29	41,68
4300022825	SAEC + AP		507807	6687496	GRAVATAÍ			124		38	23	6
4300022844	SAEC + AP	48	498974	6686904	GRAVATAÍ	Bombeando	Abastecimento múltiplo	186	33; 39	90	21	0,3
4300022845	SAEC + AP	28	508039	6689659	GRAVATAÍ	Não instalado		156	18	124,43	3,43	8
4300022846	SAEC		498260	6686565	GRAVATAÍ			300			12,7	2
4300022848	SAEC + AP		496749	6686805	GRAVATAÍ			280				
4300022849	SAEC + AP		496626	6686854	GRAVATAÍ			270	36; 99		18,3	2,2
4300022859	SAEC		497690	6686694	GRAVATAÍ			115	35; 60	52,87	10,8	2
4300022899	SAEC	47	498385	6687666	GRAVATAÍ		Abastecimento urbano	80		24	3	3
4300023090	SAEC	46	499025	6686957	GRAVATAÍ	Bombeando	Abastecimento múltiplo	96				
4300023343	SAEC	40	498040	6686480	GRAVATAÍ	Não instalado	Abastecimento doméstico/irrig.	232	66	187,4	34,6	1,1

CÓDIGO SIAGAS	SISTEMA AQUÍFERO	ALTITUDE DO TERRENO	UTM E	UTM N	MUNICÍPIO	SITUAÇÃO	USO DA ÁGUA	PROFUNDIDADE (m)	PROF. ENTRADA D'ÁGUA (m)	ND (m)	NE (m)	VAZÃO (m³/h)
4300025413	SAEC + AP	61	498750	6687200	GRAVATAÍ		Abastecimento industrial	132	82			
4300027607	SAEC	37	504879	6687974	GRAVATAÍ	Bombeando	Abastecimento múltiplo	85	35			
4300027635	SAEC	28	505574	6684722	GRAVATAÍ	Bombeando	Abastecimento doméstico/animal	132	85; 105	0,01	0	20
4300027639	SAEC	34	506056	6684044	GRAVATAÍ	Bombeando	Abastecimento doméstico/irrig.	90				
4300027698	SAEC	56	498488	6687976	GRAVATAÍ	Bombeando	Abastecimento múltiplo	70	30			
4300027780	SAEC	66	498760	6687487	GRAVATAÍ	Bombeando		100	42			
4300000555	AP	80	510000	6687000	GRAVATAÍ	Equipado	Abastecimento doméstico	106		96	7,5	0,03
4300001796	AP	60	499645	6688970	GRAVATAÍ	Precário		100		22	0	
4300001797	AP	40	497260	6691120	GRAVATAÍ		Abastecimento doméstico	70		42	21,6	
4300001798	AP	40	512900	6690600	GRAVATAÍ	Abandonado		81		0,01	0	
4300007533	AP	7	508293	6686971	GRAVATAÍ	Parado	Abastecimento urbano	100				
4300009592	AP		497110	6689897	GRAVATAÍ	Bombeando	Abastecimento industrial	160		90,4	13,8	0,04
4300009593	AP		497065	6689807	GRAVATAÍ	Bombeando	Abastecimento industrial	170	41; 59; 90	95,7	8	0,057
4300012489	AP	50	499066	6692870	GRAVATAÍ		Abastecimento urbano	167	30; 121; 157	24,86	19,87	1,002
4300016365	AP	27	503668	6687499	GRAVATAÍ	Parado	Sem uso	100	36; 51	70	10,8	0,042
4300017332	AP	40	507977	6688396	GRAVATAÍ	Colmatado		150	9			
4300017333	AP	48	507638	6688392	GRAVATAÍ	Colmatado	Abastecimento urbano	200			28,4	
4300017433	AP	82	503586	6693713	GRAVATAÍ	Bombeando	Outros (lazer, etc.)	306	226	226,45	25,1	0,003
4300017567	AP		504414	6688034	GRAVATAÍ			72	46; 68	54	8	0,122
4300017571	AP		509245	6683271	GRAVATAÍ			95	36; 55; 58	27,3	17,73	0,47
4300017573	AP		501512	6691430	GRAVATAÍ			138	29; 42; 102; 132	28,5	25	1,371
4300017578	AP		508129	6699730	GRAVATAÍ			168	48; 66; 78; 144	150	33,5	0,031
4300017580	AP		504289	6687794	GRAVATAÍ			190	59; 114; 144	174	12,1	0,004
4300017581	AP		504292	6688073	GRAVATAÍ			192	54; 132	150	11	0,011
4300017585	AP		498714	6690181	GRAVATAÍ			105	46; 51; 55; 75	81,07	37,55	0,085
4300017586	AP		497325	6690164	GRAVATAÍ			120	60; 101	79,15	9,2	0,079
4300017588	AP		507690	6687200	GRAVATAÍ			150	64	133	31,1	0,012
4300017589	AP		494295	6692887	GRAVATAÍ			150	31	56,6	13,05	0,148
4300017590	AP		503935	6696792	GRAVATAÍ			250	52; 136	222	10,7	0,005

CÓDIGO SIAGAS	SISTEMA AQUÍFERO	ALTITUDE DO TERRENO	UTM E	UTM N	MUNICÍPIO	SITUAÇÃO	USO DA ÁGUA	PROFUNDIDADE (m)	PROF. ENTRADA D'ÁGUA (m)	ND (m)	NE (m)	VAZÃO (m³/h)
4300017592	AP	109	506090	6697385	GRAVATAÍ		Irrigação	50	15	15	3	0,3
4300017594	AP	142	497613	6691508	GRAVATAÍ			54	40	27	23	0,5
4300017604	AP	45	510210	6683685	GRAVATAÍ			23		10	4	0,9
4300017749	AP	88	505982	6695231	GRAVATAÍ			80		80	15	0,009
4300021582	AP	34	497883	6691477	GRAVATAÍ		Abastecimento urbano		27			
4300021976	AP		503681	6687706	GRAVATAÍ			162	15	98,85	4	0,028
4300021978	AP		507082	6687753	GRAVATAÍ			102	49; 71; 90	67,38	6,56	0,244
4300021980	AP		507154	6688206	GRAVATAÍ			126	59; 99	65,8	6,8	0,153
4300021981	AP		506623	6687729	GRAVATAÍ			102	36; 54; 96	87	6,8	0,181
4300021982	AP		514674	6686442	GRAVATAÍ			294	72; 282; 285	229,59	31,4	0,012
4300021983	AP		501797	6695238	GRAVATAÍ			70	25; 33	27,97	5,8	0,18
4300021984	AP	61	509886	6689841	GRAVATAÍ			100	66; 92	84	24,43	0,04
4300022082	AP	46	513651	6685693	GRAVATAÍ	Bombeando	Abastecimento doméstico	152,4	96	130,5	19,3	0,004
4300022085	AP	61	509807	6689822	GRAVATAÍ	Bombeando	Abastecimento múltiplo	90	34; 54; 84	30,21	15,6	0,262
4300022086	AP		505685	6687613	GRAVATAÍ			80	25; 36; 55; 72	68,6	15,02	0,12
4300022157	AP	48	505603	6688342	GRAVATAÍ	Bombeando	Abastecimento múltiplo	60		19,95	15,71	0,309
4300022648	AP		501793	6687121	GRAVATAÍ			120	36			
4300022672	AP		499804	6690733	GRAVATAÍ			120	84; 114	72	40	0,213
4300022673	AP		504233	6687445	GRAVATAÍ			156	42; 58; 120	53,35	28	0,164
4300022706	AP	34	497912	6691446	GRAVATAÍ	Bombeando	Abastecimento urbano	150	27	29,9	3,63	1,116
4300022707	AP		506220	6689312	GRAVATAÍ			162		126,55	1,2	0,056
4300022709	AP		494608	6689400	GRAVATAÍ			193	17,10; 21; 37; 162	178,8	17,95	0,012
4300022755	AP		492713	6694205	GRAVATAÍ			120	44		5,8	
4300022756	AP		497030	6696299	GRAVATAÍ			172	54; 92; 120	150	10	0,011
4300022795	AP		507121	6688795	GRAVATAÍ			65	46	10,5	3	2,2
4300022796	AP		498047	6692681	GRAVATAÍ			96	64; 86	48	12	0,222
4300022797	AP		494663	6689414	GRAVATAÍ			169		77,31	7,57	0,146
4300022811	AP		492698	6694200	GRAVATAÍ			90	31; 37; 51; 58; 70	50,76	27,26	0,231
4300022829	AP		494179	6692660	GRAVATAÍ			120	34; 48		10,8	

CÓDIGO SIAGAS	SISTEMA AQUÍFERO	ALTITUDE DO TERRENO	UTM E	UTM N	MUNICÍPIO	SITUAÇÃO	USO DA ÁGUA	PROFUNDIDADE (m)	PROF. ENTRADA D'ÁGUA (m)	ND (m)	NE (m)	VAZÃO (m³/h)
4300022830	AP		498140	6690082	GRAVATAÍ			120	84; 120	72	40	0,213
4300022831	AP		497465	6688392	GRAVATAÍ			76	36; 41; 48	16	8	1,75
4300022847	AP		495152	6691995	GRAVATAÍ			200	90	174	26	0,005
4300022860	AP		500075	6694929	GRAVATAÍ			98	34; 94	60	12	0,042
4300022862	AP		497478	6688395	GRAVATAÍ			100	22; 24	25	6	0,132
4300022898	AP	94	503060	6696273	GRAVATAÍ		Abastecimento doméstico	70	11; 39; 64	11	7	0,25
4300023342	AP	50	498033	6692024	GRAVATAÍ		Abastecimento urbano	198	76; 130; 162; 198	101,45	8,87	0,143
4300023789	AP		496400	6691300	GRAVATAÍ			120	25; 32	32	6	0,042
4300024578	AP	81	510330	6687895	GRAVATAÍ		Abastecimento doméstico/irrig.	69		31,78	14,1	0,124
4300025859	AP	22	503800	6687600	GRAVATAÍ			200	18	120	9	0,032
4300026047	AP	43	493532	6694830	GRAVATAÍ		Abastecimento doméstico	78				
4300026905	AP	82	499692	6694457	GRAVATAÍ	Seco	Sem uso	200				
4300027262	AP	57	498205	6691156	GRAVATAÍ			78	53; 61; 67			
4300027562	AP	87	508203	6697570	GRAVATAÍ			84	28; 48; 54; 72	28	4,69	1,502
4300027641	AP	24	503216	6687574	GRAVATAÍ	Parado	Sem uso	100	18; 36; 60	60	5,75	0,206
4300002194	SAG	70	507270	6695000	GRAVATAÍ			41		20	9	
4300017577	SAG		512656	6698892	GRAVATAÍ			160	49; 148	66,4	30,8	1,44
4300017579	SAG		496336	6700248	GRAVATAÍ			180		150	19	1,71
4300017591	SAG	38	508000	6698988	GRAVATAÍ			37	33	32,5	4	39,6
4300017593	SAG		502496	6700896	GRAVATAÍ			58		38	37	2,4
4300017596	SAG	56	510813	6697628	GRAVATAÍ			150			12,8	0,5
4300017599	SAG	120	500026	6695448	GRAVATAÍ			83	21; 76	50	18	4
4300017605	SAG	92	513147	6697626	GRAVATAÍ	Seco		211				
4300018220	SAG	98	508990	6701131	GRAVATAÍ	Bombeando	Abastecimento doméstico	95	39; 46	67	32	1,6
4300020858	SAG		509181	6703207	GRAVATAÍ			75	39; 46	67	32	1,6
4300021979	SAG		513400	6699118	GRAVATAÍ			138	18; 24; 28; 35; 93	99,1	15,1	8,71
4300022154	SAG	37	506035	6697538	GRAVATAÍ		Abastecimento doméstico	112		110	7	0,7
4300022717	SAG		502874	6696781	GRAVATAÍ			160	75; 108	120	28	2

CÓDIGO SIAGAS	SISTEMA AQUÍFERO	ALTITUDE DO TERRENO	UTM E	UTM N	MUNICÍPIO	SITUAÇÃO	USO DA ÁGUA	PROFUNDIDADE (m)	PROF. ENTRADA D'ÁGUA (m)	ND (m)	NE (m)	VAZÃO (m³/h)
4300027565	SAG	70	494882	6697268	GRAVATAÍ	Bombeando	Outros (lazer, etc.)	120		72,1	12	0,4
4300027580	SAG	36	508245	6697623	GRAVATAÍ	Bombeando	Abastecimento urbano	84	30; 49; 66; 74			

LEGENDA:

SAEC: Sistema Aquífero Embasamento Cristalino

SAEC + AP: Sistema Aquífero Embasamento Cristalino + Aquitardo Permiano

SAEC + MA: Sistema Aquífero Embasamento Cristalino + Manto de Alteração

AP: Aquitardo Permiano

SAG: Sistema Aquífero Guarani

Anexo II – Lista de poços e pesos atribuídos GOD

CÓDIGO SIAGAS	G	O	D	GOD	VULNERABILIDADE	NE (m)	UTM E	UTM N	MUNICÍPIO	SISTEMA AQUIFERO
4300016361	0,8	0,6	0,9	0,43	MÉDIA	4,95	503249	6688232	GRAVATAÍ	SAEC
4300017568	0,2	0,55	0,8	0,09	INSIGNIFICANTE	5,6	500423	6686434	GRAVATAÍ	SAEC
4300017569	0,2	0,55	0,9	0,10	INSIGNIFICANTE	2,82	500421	6686754	GRAVATAÍ	SAEC + MA
4300017570	0,2	0,55	0,7	0,08	INSIGNIFICANTE	21,95	500423	6688165	GRAVATAÍ	SAEC + AP
4300017572	0,6	0,6	0,9	0,32	MÉDIA	3	499359	6686804	GRAVATAÍ	SAEC + MA
4300017574	0,3	0,55	0,9	0,15	BAIXA	4	495057	6686586	GRAVATAÍ	SAEC + AP
4300017575	0,7	0,6	0,8	0,34	MÉDIA	9,38	499554	6686781	GRAVATAÍ	SAEC
4300017582	0,3	0,6	0,8	0,14	BAIXA	6	499082	6687092	GRAVATAÍ	SAEC
4300017583	0,6	0,6	0,9	0,32	MÉDIA	4,5	499361	6686798	GRAVATAÍ	SAEC + MA
4300017584	0,2	0,55	0,7	0,08	INSIGNIFICANTE	48	496934	6686899	GRAVATAÍ	SAEC
4300017587	0,2	0,6	0,9	0,11	BAIXA	3	496970	6686752	GRAVATAÍ	SAEC
4300017597	0,3	0,55	0,9	0,15	BAIXA	4	498775	6686825	GRAVATAÍ	SAEC + AP
4300021959	0,3	0,55	0,8	0,13	BAIXA	13,1	500442	6691357	GRAVATAÍ	SAEC
4300021977	0,3	0,6	0,8	0,14	BAIXA	5,1	499055	6686636	GRAVATAÍ	SAEC
4300022080	0,8	0,6	0,7	0,34	MÉDIA	34,6	498324	6686465	GRAVATAÍ	SAEC
4300022081	0,8	0,6	0,7	0,34	MÉDIA	23,26	498867	6686152	GRAVATAÍ	SAEC
4300022083	0,2	0,6	0,8	0,10	INSIGNIFICANTE	5,05	502552	6686055	GRAVATAÍ	SAEC + AP
4300022084	0,2	0,55	0,8	0,09	INSIGNIFICANTE	18	499365	6686242	GRAVATAÍ	SAEC
4300022505	0,2	0,55	0,8	0,09	INSIGNIFICANTE	7,02	495973	6686462	GRAVATAÍ	SAEC
4300022710	0,7	0,6	0,8	0,34	MÉDIA	7	498005	6686831	GRAVATAÍ	SAEC
4300022711	0,8	0,7	0,8	0,45	MÉDIA	12	498896	6686813	GRAVATAÍ	SAEC + AP
4300022794	0,2	0,55	0,8	0,09	INSIGNIFICANTE	9,29	502902	6689086	GRAVATAÍ	SAEC + AP
4300022825	0,2	0,55	0,7	0,08	INSIGNIFICANTE	23	507807	6687496	GRAVATAÍ	SAEC + AP
4300022844	0,8	0,6	0,7	0,34	MÉDIA	21	498974	6686904	GRAVATAÍ	SAEC + AP
4300022845	0,2	0,55	0,9	0,10	INSIGNIFICANTE	3,43	508039	6689659	GRAVATAÍ	SAEC + AP
4300022846	1,0	0,7	0,8	0,56	ALTA	12,7	498260	6686565	GRAVATAÍ	SAEC

CÓDIGO SIAGAS	G	O	D	GOD	VULNERABILIDADE	NE (m)	UTM E	UTM N	MUNICÍPIO	SISTEMA AQUÍFERO
4300022849	0,3	0,55	0,8	0,13	BAIXA	18,3	496626	6686854	GRAVATAÍ	SAEC + AP
4300022859	0,7	0,65	0,8	0,36	MÉDIA	10,8	497690	6686694	GRAVATAÍ	SAEC
4300022899	0,6	0,6	0,9	0,32	MÉDIA	3	498385	6687666	GRAVATAÍ	SAEC
4300023343	0,7	0,65	0,7	0,32	MÉDIA	34,6	498040	6686480	GRAVATAÍ	SAEC
4300027635	0,6	0,7	0,9	0,38	MÉDIA	0	505574	6684722	GRAVATAÍ	SAEC
4300000555	0,5	0,55	0,8	0,22	BAIXA	7,5	510000	6687000	GRAVATAÍ	AP
4300001796	0,5	0,55	0,9	0,25	BAIXA	0	499645	6688970	GRAVATAÍ	AP
4300001797	0,2	0,55	0,7	0,08	INSIGNIFICANTE	21,6	497260	6691120	GRAVATAÍ	AP
4300001798	0,2	0,55	0,9	0,10	INSIGNIFICANTE	0	512900	6690600	GRAVATAÍ	AP
4300009592	0,2	0,55	0,8	0,09	INSIGNIFICANTE	13,8	497110	6689897	GRAVATAÍ	AP
4300009593	0,2	0,55	0,8	0,09	INSIGNIFICANTE	8	497065	6689807	GRAVATAÍ	AP
4300012489	0,5	0,55	0,8	0,22	BAIXA	19,87	499066	6692870	GRAVATAÍ	AP
4300016365	0,2	0,55	0,8	0,09	INSIGNIFICANTE	10,8	503668	6687499	GRAVATAÍ	AP
4300017333	0,2	0,55	0,7	0,08	INSIGNIFICANTE	28,4	507638	6688392	GRAVATAÍ	AP
4300017433	0,2	0,55	0,7	0,08	INSIGNIFICANTE	25,1	503586	6693713	GRAVATAÍ	AP
4300017567	0,2	0,55	0,8	0,09	INSIGNIFICANTE	8	504414	6688034	GRAVATAÍ	AP
4300017571	0,2	0,55	0,8	0,09	INSIGNIFICANTE	17,73	509245	6683271	GRAVATAÍ	AP
4300017573	0,3	0,55	0,7	0,12	BAIXA	25	501512	6691430	GRAVATAÍ	AP
4300017578	0,3	0,55	0,7	0,12	BAIXA	33,5	508129	6699730	GRAVATAÍ	AP
4300017580	0,2	0,55	0,8	0,09	INSIGNIFICANTE	12,1	504289	6687794	GRAVATAÍ	AP
4300017581	0,2	0,55	0,8	0,09	INSIGNIFICANTE	11	504292	6688073	GRAVATAÍ	AP
4300017585	0,2	0,55	0,7	0,08	INSIGNIFICANTE	37,55	498714	6690181	GRAVATAÍ	AP
4300017586	0,2	0,55	0,8	0,09	INSIGNIFICANTE	9,2	497325	6690164	GRAVATAÍ	AP
4300017588	0,2	0,55	0,7	0,08	INSIGNIFICANTE	31,1	507690	6687200	GRAVATAÍ	AP
4300017589	0,2	0,55	0,8	0,09	INSIGNIFICANTE	13,05	494295	6692887	GRAVATAÍ	AP
4300017590	0,3	0,55	0,8	0,13	BAIXA	10,7	503935	6696792	GRAVATAÍ	AP
4300017592	0,3	0,55	0,9	0,15	BAIXA	3	506090	6697385	GRAVATAÍ	AP
4300017594	0,3	0,55	0,7	0,12	BAIXA	23	497613	6691508	GRAVATAÍ	AP
4300017604	0,2	0,55	0,9	0,10	INSIGNIFICANTE	4	510210	6683685	GRAVATAÍ	AP

CÓDIGO SIAGAS	G	O	D	GOD	VULNERABILIDADE	NE (m)	UTM E	UTM N	MUNICÍPIO	SISTEMA AQUÍFERO
4300017749	0,2	0,55	0,8	0,09	INSIGNIFICANTE	15	505982	6695231	GRAVATAÍ	AP
4300021976	0,2	0,55	0,9	0,10	INSIGNIFICANTE	4	503681	6687706	GRAVATAÍ	AP
4300021978	0,2	0,55	0,8	0,09	INSIGNIFICANTE	6,56	507082	6687753	GRAVATAÍ	AP
4300021980	0,2	0,55	0,8	0,09	INSIGNIFICANTE	6,8	507154	6688206	GRAVATAÍ	AP
4300021981	0,2	0,55	0,8	0,09	INSIGNIFICANTE	6,8	506623	6687729	GRAVATAÍ	AP
4300021982	0,3	0,55	0,7	0,12	BAIXA	31,4	514674	6686442	GRAVATAÍ	AP
4300021983	0,2	0,55	0,8	0,09	INSIGNIFICANTE	5,8	501797	6695238	GRAVATAÍ	AP
4300021984	0,2	0,55	0,7	0,08	INSIGNIFICANTE	24,43	509886	6689841	GRAVATAÍ	AP
4300022082	0,2	0,55	0,8	0,09	INSIGNIFICANTE	19,3	513651	6685693	GRAVATAÍ	AP
4300022085	0,2	0,55	0,8	0,09	INSIGNIFICANTE	15,6	509807	6689822	GRAVATAÍ	AP
4300022086	0,2	0,55	0,8	0,09	INSIGNIFICANTE	15,02	505685	6687613	GRAVATAÍ	AP
4300022157	0,2	0,55	0,8	0,09	INSIGNIFICANTE	15,71	505603	6688342	GRAVATAÍ	AP
4300022672	0,2	0,55	0,7	0,08	INSIGNIFICANTE	40	499804	6690733	GRAVATAÍ	AP
4300022673	0,2	0,55	0,7	0,08	INSIGNIFICANTE	28	504233	6687445	GRAVATAÍ	AP
4300022706	0,5	0,55	0,9	0,25	BAIXA	3,63	497912	6691446	GRAVATAÍ	AP
4300022707	0,2	0,55	0,9	0,10	INSIGNIFICANTE	1,2	506220	6689312	GRAVATAÍ	AP
4300022709	0,5	0,55	0,8	0,22	BAIXA	17,95	494608	6689400	GRAVATAÍ	AP
4300022755	0,2	0,55	0,8	0,09	INSIGNIFICANTE	5,8	492713	6694205	GRAVATAÍ	AP
4300022756	0,5	0,55	0,8	0,22	BAIXA	10	497030	6696299	GRAVATAÍ	AP
4300022795	0,2	0,55	0,9	0,10	INSIGNIFICANTE	3	507121	6688795	GRAVATAÍ	AP
4300022796	0,5	0,55	0,8	0,22	BAIXA	12	498047	6692681	GRAVATAÍ	AP
4300022797	0,2	0,55	0,8	0,09	INSIGNIFICANTE	7,57	494663	6689414	GRAVATAÍ	AP
4300022811	0,5	0,55	0,7	0,19	BAIXA	27,26	492698	6694200	GRAVATAÍ	AP
4300022829	0,2	0,55	0,8	0,09	INSIGNIFICANTE	10,8	494179	6692660	GRAVATAÍ	AP
4300022830	0,2	0,55	0,7	0,08	INSIGNIFICANTE	40	498140	6690082	GRAVATAÍ	AP
4300022831	0,2	0,55	0,8	0,09	INSIGNIFICANTE	8	497465	6688392	GRAVATAÍ	AP
4300022847	0,3	0,55	0,7	0,12	BAIXA	26	495152	6691995	GRAVATAÍ	AP
4300022860	0,3	0,55	0,8	0,13	BAIXA	12	500075	6694929	GRAVATAÍ	AP
4300022862	0,2	0,55	0,8	0,09	INSIGNIFICANTE	6	497478	6688395	GRAVATAÍ	AP

CÓDIGO SIAGAS	G	O	D	GOD	VULNERABILIDADE	NE (m)	UTM E	UTM N	MUNICÍPIO	SISTEMA AQUÍFERO
4300022898	0,2	0,55	0,8	0,09	INSIGNIFICANTE	7	503060	6696273	GRAVATAÍ	AP
4300023342	0,3	0,55	0,8	0,13	BAIXA	8,87	498033	6692024	GRAVATAÍ	AP
4300023789	0,3	0,55	0,8	0,13	BAIXA	6	496400	6691300	GRAVATAÍ	AP
4300024578	0,2	0,55	0,8	0,09	INSIGNIFICANTE	14,1	510330	6687895	GRAVATAÍ	AP
4300025859	0,5	0,55	0,8	0,22	BAIXA	9	503800	6687600	GRAVATAÍ	AP
4300027562	0,2	0,55	0,9	0,10	INSIGNIFICANTE	4,69	508203	6697570	GRAVATAÍ	AP
4300027641	0,3	0,55	0,8	0,13	BAIXA	5,75	503216	6687574	GRAVATAÍ	AP
4300002194	1,0	0,75	0,8	0,60	ALTA	9	507270	6695000	GRAVATAÍ	SAG
4300017577	0,8	0,75	0,7	0,42	MÉDIA	30,8	512656	6698892	GRAVATAÍ	SAG
4300017579	0,6	0,7	0,8	0,34	MÉDIA	19	496336	6700248	GRAVATAÍ	SAG
4300017591	0,7	0,65	0,9	0,41	MÉDIA	4	508000	6698988	GRAVATAÍ	SAG
4300017593	0,7	0,7	0,7	0,32	MÉDIA	37	502496	6700896	GRAVATAÍ	SAG
4300017596	0,7	0,7	0,8	0,39	MÉDIA	12,8	510813	6697628	GRAVATAÍ	SAG
4300017599	0,6	0,7	0,8	0,34	MÉDIA	18	500026	6695448	GRAVATAÍ	SAG
4300018220	1,0	0,75	0,7	0,53	ALTA	32	508990	6701131	GRAVATAÍ	SAG
4300020858	1,0	0,75	0,7	0,53	ALTA	32	509181	6703207	GRAVATAÍ	SAG
4300021979	0,9	0,75	0,8	0,54	ALTA	15,1	513400	6699118	GRAVATAÍ	SAG
4300022154	0,9	0,75	0,8	0,54	ALTA	7	506035	6697538	GRAVATAÍ	SAG
4300022717	0,8	0,75	0,7	0,42	MÉDIA	28	502874	6696781	GRAVATAÍ	SAG
4300027565	0,6	0,65	0,8	0,31	MÉDIA	12	494882	6697268	GRAVATAÍ	SAG
4300017426	0,2	0,6	0,8	0,10	INSIGNIFICANTE	7,5	500985	6682662	ALVORADA	SAEC + AP
4300025957	0,9	0,6	0,8	0,43	MÉDIA	9,86	500836	6683489	ALVORADA	SAEC
4300027252	0,2	0,6	0,8	0,10	INSIGNIFICANTE	8	499006	6684885	ALVORADA	AP
4300027253	0,8	0,7	0,9	0,50	MÉDIA	3,9	500626	6683445	ALVORADA	SAEC
4300026961	0,2	0,6	0,8	0,10	INSIGNIFICANTE	11	493370	6681770	ALVORADA	SAEC
4300017419	0,2	0,6	0,9	0,11	BAIXA	4	500180	6682010	ALVORADA	SAEC + AP
4300017446	0,2	0,55	0,8	0,09	INSIGNIFICANTE	14	492176	6688637	CACHOEIRINHA	AP
4300017463	0,2	0,6	0,8	0,10	INSIGNIFICANTE	14,74	490955	6686290	CACHOEIRINHA	SAEC + AP
4300017465	0,2	0,6	0,8	0,10	INSIGNIFICANTE	10,4	490770	6687441	CACHOEIRINHA	SAEC + AP

CÓDIGO SIAGAS	G	O	D	GOD	VULNERABILIDADE	NE (m)	UTM E	UTM N	MUNICÍPIO	SISTEMA AQUÍFERO
4300021385	0,4	0,55	0,9	0,20	BAIXA	0,68	491722	6694621	CACHOEIRINHA	AP
4300023937	0,6	0,55	0,7	0,23	BAIXA	21	490750	6686900	CACHOEIRINHA	SAEC + AP
4300023946	0,4	0,55	0,8	0,18	BAIXA	8	492350	6688300	CACHOEIRINHA	AP
4300023957	0,5	0,55	0,8	0,22	BAIXA	7	491150	6694350	CACHOEIRINHA	SAEC + AP
4300024987	0,6	0,65	0,8	0,31	MÉDIA	11,2	490950	6691000	CACHOEIRINHA	AP
4300025965	0,2	0,55	0,7	0,08	INSIGNIFICANTE	26,27	491134	6693365	CACHOEIRINHA	AP
4300002555	1,0	0,75	0,6	0,45	MÉDIA	60	515750	6697376	GLORINHA	SAG
4300022900	0,2	0,55	0,8	0,09	INSIGNIFICANTE	8	515385	6691466	GLORINHA	AP
4300024121	0,2	0,55	0,7	0,08	INSIGNIFICANTE	45,94	517609	6690088	GLORINHA	AP
4300024179	0,2	0,55	0,7	0,08	INSIGNIFICANTE	45,94	517600	6690089	GLORINHA	AP
4300017653	0,8	0,75	0,9	0,54	ALTA	3	501208	6706843	NOVO HAMBURGO	SAG
4300020857	0,9	0,75	0,9	0,61	ALTA	4	497503	6705395	NOVO HAMBURGO	SAG
4300025345	0,9	0,75	0,6	0,41	MÉDIA	50,76	493401	6702168	NOVO HAMBURGO	SAG
4300022048	0,7	0,65	0,7	0,32	MÉDIA	20,02	488382	6697171	SAPUCAIA DO SUL	AP
4300022309	0,6	0,75	0,8	0,36	MÉDIA	10,15	490617	6698808	SAPUCAIA DO SUL	SAG
4300024991	0,3	0,55	0,8	0,13	BAIXA	19	489750	6698250	SAPUCAIA DO SUL	AP
4300018218	0,7	0,7	0,9	0,44	MÉDIA	2,5	512079	6705016	TAGUARA	SAG
4300018432	0,75	0,7	0,6	0,32	MÉDIA	90	516734	6708565	TAGUARA	SAG + SASG
4300020850	0,9	0,7	0,8	0,50	MÉDIA	6	511655	6707452	TAGUARA	SAG + SASG
4300020851	0,85	0,7	0,6	0,36	MÉDIA	62	513294	6708405	TAGUARA	SAG + SASG
4300020854	0,6	0,7	0,8	0,34	MÉDIA	13	508164	6707240	TAGUARA	SAG
4300020859	0,6	0,7	0,7	0,29	BAIXA	44	510688	6707946	TAGUARA	SAG + SASG
4300017376	0,8	0,6	0,8	0,38	MÉDIA	5,55	506850	6676280	VIAMÃO	SAEC
4300020876	0,6	0,7	0,8	0,34	MÉDIA	12	522855	6682072	VIAMÃO	AP
4300022288	0,3	0,6	0,8	0,14	BAIXA	7	503743	6681931	VIAMÃO	SAEC + AP
4300022290	0,3	0,55	0,8	0,13	BAIXA	14,8	503735	6681931	VIAMÃO	SAEC + AP
4300026198	0,2	0,65	0,9	0,12	BAIXA	0	501859	6678838	VIAMÃO	SAEC
4300025994	0,6	0,6	0,8	0,29	BAIXA	17	502160	6677749	VIAMÃO	SAEC

LEGENDA:

SAEC: Sistema Aquífero Embasamento Cristalino

SAEC + AP: Sistema Aquífero Embasamento Cristalino + Aquitardo Permiano

SAEC + MA: Sistema Aquífero Embasamento Cristalino + Manto de Alteração

AP: Aquitardo Permiano

SAG: Sistema Aquífero Guarani

SAG + SASG: Sistema Aquífero Guarani + Sistema Aquífero Serra Geral

Anexo III – Lista de fontes pontuais cadastradas

EMPREENHIMENTO	CNPJ/CPF	ATIVIDADE	ENDEREÇO	UTM E	UTM N	POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO
Cemitério Municipal Rincão da Madalena	18.701.835/0001-34	CEMITÉRIO	R. Lino Estácio dos Santos, 1865 – Cadiz	502222	6689294	REDUZIDO
Cemitério Municipal Costa do Ipiranga		CEMITÉRIO	Neópolis	493429	6693486	REDUZIDO
Cemitério Municipal de Gravataí		CEMITÉRIO	R. Nestor de Moura Jardim, 750 - Salgado Filho	499950	6688868	REDUZIDO
Cemitério Jardim Celestial LTDA – ME		CEMITÉRIO	R. Lino Estácio dos Santos, 2400 – Cadiz	502923	6690472	REDUZIDO
Cemiterio Passo do Pinto		CEMITÉRIO	Estr. Sítio Karen - Barro Vermelho	513613	6694829	REDUZIDO
Cemitério de Morungava		CEMITÉRIO	Rua Doutor Artur José Soares - Morungava	509334	6696568	REDUZIDO
Cemitério Santa Cruz		CEMITÉRIO	Estr. Santa Cruz - Morungava	511929	6703236	REDUZIDO
Cemitério Belmiro Ramos		CEMITÉRIO	Estr. Passo do Adão - Morungava	504675	6702354	REDUZIDO
Cemitério Morro Agudo		CEMITÉRIO	Travessa João Schimitt, 90 Parada 79A - Morro Agudo	499352	6699952	REDUZIDO
Angela Maria Vila Brum	14.452.036/0001-10	FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS DE MATERIAL PLÁSTICO, SEM TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE, SEM IMPRESSÃO GRÁFICA	Rua Telino Chagas, nº 52	507128	6690808	REDUZIDO
RD Embalagens e peças plásticas LTDA	92.505.726/0001-02	FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS DE MATERIAL PLÁSTICO	Rua Los Angeles, nº 371	495419	6689947	REDUZIDO
Embttec Embalagens Tecnológicas LTDA	16.989.524/0001-97	FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS DE MATERIAL PLÁSTICO	Rua Aracajú, nº 173	502611	6687242	REDUZIDO
JC Teoitino Plasticos	11.311.749/0001-76	FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS DE MATERIAL PLÁSTICO	Estrada da Cavahada, nº 2000	504399	6686713	REDUZIDO
Green Pallet do Brasil Indústria e comércio de pallets LTDA	11.336.128/0001-47	FABRICAÇÃO DE MATERIAL DE PLÁSTICO	Travessa João Tavares, nº 245	492179	6694255	REDUZIDO
Multiprint Serigrafia e Embalagens Antiestaticas LTDA ME	07.789.684/0001-00	FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS DE MATERIAL PLÁSTICO, COM IMPRESSÃO GRÁFICA	Avenida Brasil, nº 1412	498344	6688708	REDUZIDO
SBC Embalagens LTDA	08.641.502/0001-03	FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS DE MATERIAL PLÁSTICO, SEM TRATAMENTO	Rua São Luis, nº 1420	495458	6686946	REDUZIDO
Ecotap produtos ecológicos eireli	15.580.725/0001-73	FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS DE MATERIAL PLÁSTICO, SEM TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE	Rua dos tupis, nº 126	498546	6689036	REDUZIDO
Pegtab indústria e comércio de peças plásticas	04.669.213/0001-61	FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS DE MATERIAL PLÁSTICO, SEM TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE	Av. Marechal Rondon, nº 3067	493936	6691621	REDUZIDO
Geraplastic indústria e comércio de peças plásticas LTDA	11.201.983/0001-40	FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS DE MATERIAL PLÁSTICO, SEM TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE E SEM IMPRESSÃO GRÁFICA	AV Centenario, nº1107	501005	6686909	REDUZIDO
Injeta RS Indústria e comércio de peças plásticas	08.738.600/0001-63	FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS DE MATERIAL PLÁSTICO, SEM TRATAMENTO DE	Estrada Barro Vermelho, nº 1475	511043	6688783	REDUZIDO

EMPREENDIMENTO	CNPJ/CPF	ATIVIDADE	ENDEREÇO	UTM E	UTM N	POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO
LTDA		SUPERFÍCIE E SEM IMPRESSÃO GRÁFICA				
Geesdorf Indústria e Comércio de plástico	93.168.409/0001-00	FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS DE MATERIAL PLÁSTICO, SEM TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE E SEM IMPRESSÃO GRÁFICA	Rua Lauro Muller, nº 202	496157	6688109	REDUZIDO
Plásticos Horpla LTDA	87.975.942/0001-73	FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS DE MATERIAL PLÁSTICO	Av. Plínio Gilberto Kroeff, nº 850	498546	6686702	REDUZIDO
Illum Ind e Com Peças Plasticas LTDA	14.482.042/0001-10	FABRICAÇÃO DE EMBALAGEM MATERIAL PLÁSTICO	Rua Imbuí, nº 481	496097	6691600	REDUZIDO
Embalagens Euzebio LTDA	90.303.199/0001-10	FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS DE MATERIAL PLÁSTICO, SEM TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE, COM IMPRESSÃO GRÁFICA	RS-118, nº 8000	495830	6691836	REDUZIDO
CRV Materiais Isolantes LTDA – ME	12.357.747/0001-80	FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS DE PAPEL, PAPELÃO, CARTOLINA, CARTÃO, COM OPERAÇÕES SECAS, COM IMPRESSÃO GRÁFICA	RS-020, nº 9575	501047	6694558	REDUZIDO
Embalune Indústria de embalagens LTDA	08.508.351/0001-10	FABRICAÇÃO DE EMBALAGENS DE MADEIRA E PAPELÃO	Rua Jacob Leonardo Denicol, nº 432	504843	6687462	REDUZIDO
LB Comércio de Pallets LTDA EPP	24.495.504/0001-98	FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS DIVERSOS DE MADEIRA, EXCETO MÓVEIS	Estrada da Cavallhada, nº 6015	501920	6686363	REDUZIDO
Rosangela Maria Nunes Santos	10.937.808/0001-53	FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS E ESTRUTURAS DE MADEIRA (EXCETO MÓVEIS)	Rua Esteio, nº 511	494788	6688923	REDUZIDO
Bella Roma Indústria de Móveis de madeiras LTDA	04.851.673/0001-06	FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS E ESTRUTURAS DE MADEIRA (EXCETO MÓVEIS)	Rua Brito Peixoto, nº 208	496363	6691646	REDUZIDO
D' Copa Indústria e comércio esquadrihas LTDA	04.678.387/0001-90	FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS E ESTRUTURAS DE MADEIRA (EXCETO MÓVEIS)	Estrada RS-020, nº 8083	500026	6693336	REDUZIDO
Luis Gomes da Silva ME	07.434.957/0001-95	FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS E ESTRUTURAS DE MADEIRA (EXCETO MÓVEIS)	Rua Carlos Barbosa, nº 102	494325	6688849	REDUZIDO
Bento Diego de Oliveira Matias	17.696.880/0001-85	FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS E ESTRUTURAS DE MADEIRA (EXCETO MÓVEIS)	São Lucas, nº 171	509208	6689500	REDUZIDO
Madereira flor de cedro LTDA	03.097.351/0002-31	FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS E ESTRUTURAS DE MADEIRA (EXCETO MÓVEIS)	Neiva da costa, nº 969	507576	6690175	REDUZIDO
Rudimar Rios Gadeia	14.517.879/0001-58	FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS E ESTRUTURAS DE MADEIRA (EXCETO MÓVEIS)	Rua Solimões, nº 82	497811	6691521	REDUZIDO
Empresa Construtora Ernesto Woebcke AS	92.758.788/0002-07	FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS, ESTRUTURAS DE MADEIRA	RS-030, nº 2038	503856	6687599	REDUZIDO
S. C. Nunes comércio de madeiras LTDA	14.487.378/0001-76	FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS, ESTRUTURAS DE MADEIRA	ROD RS-020, nº 6275	498417	6692597	REDUZIDO
Arte casas comércio de materiais de construção	07.978.761/0001-61	FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS, ESTRUTURAS DE MADEIRA	ROD RS-020, nº 3969	496485	6691384	REDUZIDO

EMPREENDIMENTO	CNPJ/CPF	ATIVIDADE	ENDEREÇO	UTM E	UTM N	POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO
WN comunicação visual	08.862.394/0001-07	FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS/ ESTRUTURAS DE MADEIRA (EXCETO MÓVEIS)	Rua Paissandu, nº 25	496911	6690522	REDUZIDO
Aumar Industria de Moveis	115006040001-13	FABRICAÇÃO DE MÓVEIS DE MADEIRA	Rua Tupinamba, nº 175	500685	6692201	REDUZIDO
Maicon Vieira Feck	01.991.967/0001-03	FABRICAÇÃO DE MÓVEIS DE MADEIRA	Rua Fredolino Schimitz, nº 1229	495097	6686922	REDUZIDO
MC Quality Móveis LTDA	12.182.062/0001-40	FABRICAÇÃO DE MÓVEIS DE MADEIRA	Rua das Rosas, nº 63	495854	6692086	REDUZIDO
Alcione de Araújo Muniz – ME	01.321.540/0002-10	FABRICAÇÃO DE MÓVEIS DE MADEIRA (MDF) COM ACESSÓRIOS DE METAL	Av. Jose Loureiro da Silva, nº 1792	500488	6687910	REDUZIDO
Premade Industrice de Madeiras LTDA	03.027.000/0001-73	FABRICAÇÃO DE MÓVEIS DE MADEIRA COM PINTURA	Rua Municipal, nº 600	496254	6691301	REDUZIDO
OMX e Cristiane Fernandes LTDA	17.765.646/0001-62	FABRICAÇÃO DE MÓVEIS DE MADEIRA SEM PINTURA	Av. Alexandrino de Alencar, nº 157	494602	6689648	REDUZIDO
Ivanir da Silva - ME	01.135.683/0001-57	FABRICAÇÃO DE MÓVEIS DE MADEIRA SEM PINTURA	Rua 20 de Setembro, nº 2530	497796	6689146	REDUZIDO
H S F LTDA	18.232.078/0001-05	FABRICAÇÃO DE MÓVEIS, COM ACESSÓRIOS DE METAL	Rua Treze de Maio, nº 375	497617	6688706	REDUZIDO
Bortecnica Borrachas LTDA ME	09.532.687/0001-80	FABRICAÇÃO DE ARTIGOS/ ARTEFATOS DE BORRACHA	Rua Andaraí, nº 89	493862	6688978	REDUZIDO
Rubens Marcelo Teixeira Piroto ME	09.643.397/0001-04	FABRICAÇÃO DE PEÇAS E ESTRUTURAS PRÉ-MOLDADAS DE CIMENTO E CONCRETO	Rua Otacilio F dos Santos, 13	493992	6686188	REDUZIDO
Concrepedra Concreto e Pedreiras LTDA	02.536.846/0004-19	OPERAÇÃO DE USINA DE PRODUÇÃO DE CONCRETO	Rua Henrique Closs, nº 01	495751	6699939	REDUZIDO
LC Collioni Alimentos ME	15.271.779/0001-57	FABRICAÇÃO DE BALAS, CARAMELOS, PASTILHAS, DROPEIS, BOMBONS, CHOCOLATES E GOMAS	Julio Peixoto, nº 74	500410	6689820	REDUZIDO
Evandro Luis Refosco	10.760.728/0001-75	FABRICAÇÃO DE BALAS	Rua Estácio Azambuja, nº 180	496741	6687923	REDUZIDO
MJRF Cervejaria e Industria LTDA EPP	20.283.597/0001-36	FABRICAÇÃO DE CERVEJA E CHOPP	Av. Antônio Gomes Corrêa, nº 906	502315	6686093	REDUZIDO
Marli da Rosa Microcervejaria	09.292.283/0001-67	FABRICAÇÃO DE CERVEJAS E CHOPPES	Rua Servidão das flores, nº 89	499530	6688034	REDUZIDO
Pallato Indústria e comércio LTDA	05.846.347/0001-73	FABRICAÇÃO DE CONDIMENTOS	Rua Francisco Loff, nº 200	503175	6686277	REDUZIDO
Diego Fonseca Vargas	16.964.948/0001-05	FABRICAÇÃO DE DERIVADOS DE ORIGEM ANIMAL E FRIGORÍFICOS SEM ABATE	Rua Frederico Ozanan, nº 128	500391	6687001	REDUZIDO
Pedro Amilto Cunha da Silva	97.206.981/0001-60	FABRICAÇÃO DE DERIVADOS DE ORIGEM ANIMAL E FRIGORÍFICOS SEM ABATE	Rua José Costa de Medeiros, nº 1738	500522	6687867	REDUZIDO
Dinda Carnes Eireli ME	22.370.374/0001-31	FABRICAÇÃO DE DERIVADOS DE ORIGEM ANIMAL E FRIGORÍFICOS SEM ABATE	Rua Yoli Bitencourt, nº 1160	500014	6686649	REDUZIDO
Milanese indústria de alimentos LTDA - ME	06.188.063/0001-08	FABRICAÇÃO DE EMBUTIDOS	Av. Doutor Artur José Soares, nº 5670	509184	6693649	REDUZIDO
Indústria e comércio de pizza gedoz	07.630.725/0001-02	FABRICAÇÃO DE MASSAS ALIMENTÍCIAS - PÃES, BOLACHAS E BISCOITOS	Rua Araranguá, nº 682	496131	6687906	REDUZIDO
Salgadinhos Garcia LTDA	93.131.225/0001-68	FABRICAÇÃO DE MASSAS ALIMENTÍCIAS - PÃES, BOLACHAS E BISCOITOS	Rua Augusto Rocha, nº 473	498045	6688359	REDUZIDO
Confraria do doce LTDA	10.761.654/0001-91	FABRICAÇÃO DE MASSAS ALIMENTÍCIAS - PÃES, BOLACHAS E BISCOITOS	Rua João Maria da Fonseca, nº 630	499866	6687448	REDUZIDO

EMPREENHIMENTO	CNPJ/CPF	ATIVIDADE	ENDEREÇO	UTM E	UTM N	POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO
Naturitalia Alimentos LTDA	14.241.580/0001-13	FABRICAÇÃO DE MASSAS ALIMENTÍCIAS - PÃES, BOLACHAS E BISCOITOS	Rua Ipiranga, nº 303	495180	6689859	REDUZIDO
Comércio e Indústria de Massa Toscana LTDA	02.100.934/0001-20	FABRICAÇÃO DE MASSAS ALIMENTÍCIAS - PÃES, BOLACHAS E BISCOITOS	Travessa Mariano, nº 850	496636	6692711	REDUZIDO
Meri Rodrigues Fernandez	21.522.861/0001-00	FABRICAÇÃO DE MASSAS ALIMENTÍCIAS - PÃES, BOLACHAS E BISCOITOS	Rua Coronel Sampaio, nº 233	496736	6690672	REDUZIDO
Dicatelli Alimentos	23.749.667/0001-97	FABRICAÇÃO DE MASSAS ALIMENTÍCIAS - PÃES, BOLACHAS E BISCOITOS	Rua Pedro Maia, nº 142	497539	6689346	REDUZIDO
Molino D'pan Indústria de alimentos LTDA ME	27.510.204/0001-29	FABRICAÇÃO DE MASSAS ALIMENTÍCIAS - PÃES, BOLACHAS E BISCOITOS	Rua Augusto Rocha, nº 246	497797	6688444	REDUZIDO
Tacho de Ouro Alimentos – ME	950.426.600/20	FABRICAÇÃO DE OUTROS PRODUTOS ALIMENTARES NÃO ESPECIFICADOS	Rua Otávio Schemes, nº 835	498630	6689196	REDUZIDO
Judi comércio de alimentos LTDA	20.413.998/0001-63	FABRICAÇÃO DE PRODUTOS COM CARNE	Rua Orlando Carlos, nº 98	496304	6687903	REDUZIDO
Blue Papeis EIRELI - ME	26.720.531/0001-42	FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE PAPEL, COM OPERÇÕES SECAS, SEM IMPRESSÃO GRÁFICA	Av Ely Correa, nº 3625	505027	6688153	REDUZIDO
Daniela Baumgarten	18.197.959/0001-24	FABRICAÇÃO DE SORVETES E OUTROS GELADOS COMESTÍVEIS	Estrada Andrade Neves, nº 595	497613	6691477	REDUZIDO
Hospital dom João Becker	92.812.049/0009-14	HOSPITAL	Av. José Loureiro da Silva, nº 1561	500576	6687789	REDUZIDO
UPA 24h Gravataí		HOSPITAL	Av. Dorival Cândido Luz de Oliveira, nº 2262	498343	6688229	REDUZIDO
Nathalia Costa Nunes	16.667.616/0001-50	ARMAZENAMENTO OU COMERCIALIZAÇÃO DE RESÍDUO SÓLIDO INDUSTRIAL CLASSE 2	Francisco Balboa, nº 865	498695	6690067	MODERADO
Motor Auto Comercio e Serviços LTDA	00.085.602/0001-99	ARMAZENAMENTO OU COMERCIALIZAÇÃO DE RESÍDUO SÓLIDO INDUSTRIAL CLASSE 2 A (INCLUSIVE SUCATEIROS)	Dorival C.L de Oliveira, nº 4299	496403	6688339	MODERADO
Alessandro Marques Bittencourt	13.507.765/0001-64	ARMAZENAMENTO OU COMERCIALIZAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDO INDUSTRIAL CLASSE III (SUCATA E DESMANCHE DE VEÍCULOS)	Av. Dorival Cândido Luz de Oliveira, nº 6512	494191	6688646	MODERADO
Sucatão do Vale LTDA	03.562.413/0001-58	ARMAZENAMENTO OU COMERCIALIZAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDO INDUSTRIAL CLASSE III (SUCATA E DESMANCHE DE VEÍCULOS)	Rua Afonso Arinos, nº 05	495747	6690741	MODERADO
Sthephanie Gonçalves Angelo EPP	17.938.687/0001-03	TRIAGEM E ARMAZENAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	Av. Dorival Cândido Luz de Oliveira, nº 7875	492923	6688814	MODERADO
Roberto Francisco Correa ME	93.832.095/0001-90	TRIAGEM E ARMAZENAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS CLASSE II	Rua Ibirapuitã, nº 550	499221	6688841	MODERADO
Drenomaster cores e compostos plásticos LTDA	91.212.993/0001-10	PROCESSAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDO INDUSTRIAL CLASSE II	Av. Plinio Gilberto Kroeff, nº 900	498481	6686689	MODERADO
Silex tecnologias ambientais Eirelli	90.972.324/0001-84	PROCESSAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDO INDUSTRIAL CLASSE II	Estrada RS-030, nº 3425	504895	6687965	MODERADO
Gerson da Silva Meirelles	12.305.334/0001-52	RECICLAGEM	José Montaurí, nº 500	497229	6687129	MODERADO
AMBIENTAL LTDA	65497000126	ATERRO SANITÁRIO COM CENTRAL DE TRIAGEM DE RSU	AV CENTENARIO, 10, CONJ. 101, PASSO DAS PEDRAS	499691	6686738	MODERADO
Aterro Metropolitano Santa Tecla		ATERRO SANITÁRIO	Estrada Henrique Closs - Neópolis	494840	6696896	MODERADO

EMPREENHIMENTO	CNPJ/CPF	ATIVIDADE	ENDEREÇO	UTM E	UTM N	POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO
Lauri Vacchin	08.148.186/0001-32	BENEFICIAMENTO DE MINERAIS NÃO METÁLICOS, SEM TINGIMENTO	Rua Celia Regina, nº 25	496602	6688270	MODERADO
W J Marmoraria LTDA ME	10.654.220/0001-92	BENEFICIAMENTO DE MINERAIS NÃO METÁLICOS, SEM TINGIMENTO	Av. Ely Correa, nº 1488	503170	6687402	MODERADO
Ederson Pedras Decorativas LTDA	93.178.341/0001-32	BENEFICIAMENTO DE MINERAIS NÃO METÁLICOS, SEM TINGIMENTO	Av. Dorival Cândido Luz de Oliveira, nº 2745	497950	6688222	MODERADO
Marmoraria Carvalho LTDA	00.832.159/0001-72	BENEFICIAMENTO DE MINERAIS NÃO METÁLICOS, SEM TINGIMENTO	Rua João M. da Fonseca, nº 1138	500123	6686977	MODERADO
Redepedra Beneficiamento e comércio de pedras LTDA – ME	24.129.795/0001-09	BENEFICIAMENTO DE MINERAIS NÃO METÁLICOS, SEM TINGIMENTO	Rua Raul Pila, nº 06	496383	6687890	MODERADO
JC Tidra ME	94.617.552/0001-97	CENTRO DE DESMANCHE DE VEÍCULOS	RS-020, nº 867	494264	6689118	MODERADO
Valdecir Aguiar da Silva	03.526.024/0001-77	CENTRO DE DESMANCHE DE VEÍCULOS	Av Dorival Cândido Luz de Oliveira, nº 6473	494282	6688707	MODERADO
CM Rodrigues Comércio de Veículos e Peças Acessórios LTDA	15.360.390/0001-88	CENTRO DE DESMANCHE DE VEÍCULOS	Av. Dorival Cândido Luz de Oliveira, nº 6900	493842	6688676	MODERADO
Jonas Misael da Silva Pereira	21.029.617/0001-00	CENTRO DE DESMANCHE DE VEÍCULOS	Av. Dorival Cândido Luz de Oliveira, nº 6872	493800	6688664	MODERADO
GTS Demolidora LTDA ME	05.821.499/0001-11	CENTRO DE DESMANCHE DE VEÍCULOS	Av Dorival Cândido Luz de Oliveira, nº 7894	492858	6688736	MODERADO
Boff & Lemos Autopeças LTDA	07.061.727/0001-28	CENTRO DE DESMANCHE DE VEÍCULOS	Rodovia RS-020, nº 2445	495355	6690137	MODERADO
Alexsander Cardoso EPP	26.889.546/0001-39	CENTRO DE DESMANCHE DE VEÍCULOS	Av. Dorival Cândido Luz de Oliveira, nº 6193	494553	6688645	MODERADO
Jean Carlos Kvieskas - ME	09.421.840/0001-00	DESMANCHE DE VEÍCULOS	Av. Dorival Cândido Luz de Oliveira, nº 4429	496270	6688340	MODERADO
Valdecir Aguiar da Silva	03.526.024/0001-77	DESMANCHE DE VEÍCULOS	Av. Dorival Cândido Luz de Oliveira, nº 6560	494163	6688670	MODERADO
Comercial de materiais recicláveis fernandes e filhos LTDA	07.062.470/0001-29	CLASSIFICAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS RECICLÁVEIS	Estrada dos Tavares, nº 33	494581	6687780	MODERADO
Reciclagem 3 Irmãs	25.371.825/0001-43	CLASSIFICAÇÃO E SELEÇÃO DE RESÍDUOS CLASSE II B	Rua Vidal Brasil, nº 230	493896	6686960	MODERADO
Rafael Rodrigo da Silva Soares	13.407.848/0001-81	CLASSIFICAÇÃO E SELEÇÃO DE RESÍDUOS RECICLÁVEIS	Estrada do Tavares, nº 180	491022	6695186	MODERADO
Ijplast comércio de plástico LTDA	10.403.005/0001-19	CLASSIFICAÇÃO E SELEÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS RECICLÁVEIS	Rua Guadalajara, nº 135	500132	6686555	MODERADO
Associação de recicladores de resíduos Santa Rita	17.147.677/0001-50	CLASSIFICAÇÃO/ SELEÇÃO DE RESÍDUO URBANO	Estrada Henrique Closs, nº 3903	494575	6696574	MODERADO
ABASTECE POSTO DE COMBUSTÍVEIS LTDA	23110962000107	DEPÓSITO/ COMÉRCIO VAREJISTA DE COMBUSTÍVEIS (POSTO DE GASOLINA)	ROD RS-020 4765, NEOPOLIS	497134	6691858	MODERADO
ABASTECEDORA DE COMBUSTÍVEIS CONFIANÇA LTDA	20707919000127	DEPÓSITO/ COMÉRCIO VAREJISTA DE COMBUSTÍVEIS (POSTO DE GASOLINA)	R DOIS DE NOVEMBRO, 60, SALGADO FILHO	500083	6688688	MODERADO
ABASTECEDORA DE COMBUSTÍVEIS DAS	27883853000175	DEPÓSITO/ COMÉRCIO VAREJISTA DE COMBUSTÍVEIS (POSTO DE GASOLINA)	AV ELY CORREA 5600, JARDIM DO CEDRO	506869	6689158	MODERADO

EMPREENDIMENTO	CNPJ/CPF	ATIVIDADE	ENDEREÇO	UTM E	UTM N	POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO
ROSAS LTDA.						
ABASTECEDORA DE COMBUSTIVEIS DORIVAL CANDIDO LTDA	48377708000192	DEPÓSITO/ COMÉRCIO VAREJISTA DE COMBUSTÍVEIS (POSTO DE GASOLINA)	AV DORIVAL CANDIDO LUZ DE OLIVEIRA 3068, SAO JERONIMO	497637	6688191	MODERADO
ABASTECEDORA DE COMBUSTIVEIS ITACOLOMI LTDA	35247621000159	DEPÓSITO/ COMÉRCIO VAREJISTA DE COMBUSTÍVEIS (POSTO DE GASOLINA)	EST VANUUS ABILIO DOS SANTOS 805, SANTA CRUZ	500360	6689805	MODERADO
ABASTECEDORA DE COMBUSTIVEIS SALIM LTDA	88226840000118	DEPÓSITO/ COMÉRCIO VAREJISTA DE COMBUSTÍVEIS (POSTO DE GASOLINA)	AV DORIVAL CANDIDO LUZ DE OLIVEIRA, 33, CENTRO	500474	6687887	MODERADO
ASM COMBUSTIVEIS LTDA	12515157000139	DEPÓSITO/ COMÉRCIO VAREJISTA DE COMBUSTÍVEIS (POSTO DE GASOLINA)	R CORONEL FONSECA 845, CENTRO	500675	6687746	MODERADO
AUTO POSTO ALMIRANTE LTDA	11393320001066	DEPÓSITO/ COMÉRCIO VAREJISTA DE COMBUSTÍVEIS (POSTO DE GASOLINA)	AV CENTENARIO 548, CENTRO	500394	6686835	MODERADO
AUTO POSTO ALMIRANTE LTDA	11393320000841	DEPÓSITO/ COMÉRCIO VAREJISTA DE COMBUSTÍVEIS (POSTO DE GASOLINA)	AV DORIVAL CANDIDO LUZ DE OLIVEIRA 1460, COHAB C	499155	6688259	MODERADO
AUTO POSTO BRAZUCA LTDA	6970308000146	DEPÓSITO/ COMÉRCIO VAREJISTA DE COMBUSTÍVEIS (POSTO DE GASOLINA)	AV ELY CORREA, Nº 570, SITIO SOBRADO	502287	6687113	MODERADO
AUTO POSTO DAIANE LTDA	5419271000108	DEPÓSITO/ COMÉRCIO VAREJISTA DE COMBUSTÍVEIS (POSTO DE GASOLINA)	AV ELY CORREA 7655, PASSO DA CAVEIRA	508690	6689943	MODERADO
AUTO SERVICO LINDOLFO COLLOR LTDA	96735022000683	DEPÓSITO/ COMÉRCIO VAREJISTA DE COMBUSTÍVEIS (POSTO DE GASOLINA)	AV DORIVAL CANDIDO LUZ DE OLIVEIRA 2029, COHAB C	498592	6688441	MODERADO
CARREFOUR COMERCIO E INDUSTRIA LTDA	45543915054354	DEPÓSITO/ COMÉRCIO VAREJISTA DE COMBUSTÍVEIS (POSTO DE GASOLINA)	ROD RS-118, Nº 2245, SETOR I, MARROCOS	499006	6687322	MODERADO
CARREFOUR COMERCIO E INDUSTRIA LTDA	45543915038901	DEPÓSITO/ COMÉRCIO VAREJISTA DE COMBUSTÍVEIS (POSTO DE GASOLINA)	AV DORIVAL CANDIDO LUZ DE OLIVEIRA, Nº 165 - SETOR 1, CENTRO	500326	6687876	MODERADO
COMERCIAL DE COMBUSTIVEIS T K LTDA	91438796000386	DEPÓSITO/ COMÉRCIO VAREJISTA DE COMBUSTÍVEIS (POSTO DE GASOLINA)	AV CENTENARIO, Nº 271, PASSO DAS PEDRAS	500044	6686731	MODERADO
COMERCIO DE COMBUSTIVEIS 70 LTDA	43165171000183	DEPÓSITO/ COMÉRCIO VAREJISTA DE COMBUSTÍVEIS (POSTO DE GASOLINA)	AV DORIVAL CANDIDO LUZ DE OLIVEIRA 4025, COHAB A	496679	6688351	MODERADO
FIGUEIRA GRAVATAI COMERCIO E DERIVADOS DE COMBUSTIVEIS LTDA	26947902000123	DEPÓSITO/ COMÉRCIO VAREJISTA DE COMBUSTÍVEIS (POSTO DE GASOLINA)	AV DORIVAL CANDIDO LUZ DE OLIVEIRA, 2340, COHAB C	498257	6688189	MODERADO
GOLD COMERCIO DE COMBUSTIVEIS LTDA	22436501000409	DEPÓSITO/ COMÉRCIO VAREJISTA DE COMBUSTÍVEIS (POSTO DE GASOLINA)	R AMELIA TELLES, 42, MORADA DO VALE III	493371	6688863	MODERADO
LOPES E VAZ COMERCIO DE COMBUSTIVEIS LTDA	7178533000107	DEPÓSITO/ COMÉRCIO VAREJISTA DE COMBUSTÍVEIS (POSTO DE GASOLINA)	AV DORIVAL CANDIDO LUZ DE OLIVEIRA, 2825, SAO GERALDO	497870	6688222	MODERADO
L53 COMERCIO DE COMBUSTIVEIS LTDA	47441537000150	DEPÓSITO/ COMÉRCIO VAREJISTA DE COMBUSTÍVEIS (POSTO DE GASOLINA)	ROD RS-030 799, VILA CLEDI	502514	6686962	MODERADO
MENESES - COMERCIO DE DERIVADOS DE PETROLEO LTDA	8906809000199	DEPÓSITO/ COMÉRCIO VAREJISTA DE COMBUSTÍVEIS (POSTO DE GASOLINA)	EST DO ITACOLOMI, 3080, VILA BRANCA	498234	6690124	MODERADO
PETRO-SCHEMES COMERCIO DE COMBUSTIVEIS LTDA	16755550000150	DEPÓSITO/ COMÉRCIO VAREJISTA DE COMBUSTÍVEIS (POSTO DE GASOLINA)	R OTAVIO SCHEMES, 614, BARNABE	498711	6688971	MODERADO

EMPREENDIMENTO	CNPJ/CPF	ATIVIDADE	ENDEREÇO	UTM E	UTM N	POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO
POSTO ALDEIAO COMERCIO DE COMBUSTEIS EIRELI - ME	28259725000118	DEPÓSITO/ COMÉRCIO VAREJISTA DE COMBUSTÍVEIS (POSTO DE GASOLINA)	R ADOLFO INACIO DE BARCELOS, 1435, CENTRO	501258	6687344	MODERADO
POSTO CORCUNDA COMERCIO DE COMBUSTIVEIS LTDA	9142127000110	DEPÓSITO/ COMÉRCIO VAREJISTA DE COMBUSTÍVEIS (POSTO DE GASOLINA)	EST VANIUS ABILIO DOS SANTOS 4190, SANTO ANTONIO	499906	6693282	MODERADO
POSTO DE COMBUSTIVEIS MARECHAL RONDON LTDA	14267312000170	DEPÓSITO/ COMÉRCIO VAREJISTA DE COMBUSTÍVEIS (POSTO DE GASOLINA)	AV MARECHAL RONDON 2139, MORADA DO VALE I	493462	6690657	MODERADO
POSTO DE COMBUSTIVEIS 63 EIRELI	28941553000168	DEPÓSITO/ COMÉRCIO VAREJISTA DE COMBUSTÍVEIS (POSTO DE GASOLINA)	AV DORIVAL CANDIDO LUZ DE OLIVEIRA, 6230, SAO VICENTE	494494	6688578	MODERADO
POSTO EL TORO COMERCIO DE COMBUSTIVEIS LTDA	38428834000175	DEPÓSITO/ COMÉRCIO VAREJISTA DE COMBUSTÍVEIS (POSTO DE GASOLINA)	ROD RS-020 2875, NEOPOLIS	495589	6690464	MODERADO
POSTO FLORIDO LTDA	92735786000103	DEPÓSITO/ COMÉRCIO VAREJISTA DE COMBUSTÍVEIS (POSTO DE GASOLINA)	AV DORIVAL CANDIDO LUZ DE OLIVEIRA 6732, BOM PRINCIPIO	493991	6688675	MODERADO
POSTO RADAR COMERCIO DE DERIVADOS DE PETROLEO LTDA	32098829000165	DEPÓSITO/ COMÉRCIO VAREJISTA DE COMBUSTÍVEIS (POSTO DE GASOLINA)	ROD RS-118 834, MARROCOS	499026	6686906	MODERADO
POSTO 70 COMBUSTIVEIS LTDA	90304064000179	DEPÓSITO/ COMÉRCIO VAREJISTA DE COMBUSTÍVEIS (POSTO DE GASOLINA)	AV DORIVAL CANDIDO LUZ DE OLIVEIRA, 4220, PARADA 70, VL MONTE BELO	496503	6688285	MODERADO
REDE DE POSTOS APOLO LTDA	9164791001565	DEPÓSITO/ COMÉRCIO VAREJISTA DE COMBUSTÍVEIS (POSTO DE GASOLINA)	AV DORIVAL CANDIDO LUZ DE OLIVEIRA 917, COHAB C	499721	6688144	MODERADO
REDE DE POSTOS APOLO LTDA	9164791001131	DEPÓSITO/ COMÉRCIO VAREJISTA DE COMBUSTÍVEIS (POSTO DE GASOLINA)	AV DORIVAL CANDIDO LUZ DE OLIVEIRA 6555, BOM PRINCIPIO	494173	6688731	MODERADO
REDE DE POSTOS APOLO LTDA	9164791001212	DEPÓSITO/ COMÉRCIO VAREJISTA DE COMBUSTÍVEIS (POSTO DE GASOLINA)	AV BENTO GONCALVES 40, BARNABE	495896	6688403	MODERADO
R49 COMERCIO DE COMBUSTIVEIS LTDA	44921994000154	DEPÓSITO/ COMÉRCIO VAREJISTA DE COMBUSTÍVEIS (POSTO DE GASOLINA)	R JORGE AMADO 807, SAO VICENTE	499388	6689548	MODERADO
SAT COMERCIO DE COMBUSTIVEIS LTDA	7960002000171	DEPÓSITO/ COMÉRCIO VAREJISTA DE COMBUSTÍVEIS (POSTO DE GASOLINA)	ROD RS-020, Nº 17680, MORUNGAVA	507998	6698196	MODERADO
SIM REDE DE POSTOS LTDA	7473735006970	DEPÓSITO/ COMÉRCIO VAREJISTA DE COMBUSTÍVEIS (POSTO DE GASOLINA)	ROD BR-290, KM 69, SITIO GAUCHO	505069	6687380	MODERADO
SIM REDE DE POSTOS LTDA	7473735005574	DEPÓSITO/ COMÉRCIO VAREJISTA DE COMBUSTÍVEIS (POSTO DE GASOLINA)	AV ELY CORREA, Nº 2.543, RS 030, SITIO DO SOBRADO	504291	6687565	MODERADO
SIM REDE DE POSTOS LTDA	7473735004845	DEPÓSITO/ COMÉRCIO VAREJISTA DE COMBUSTÍVEIS (POSTO DE GASOLINA)	ROD RS-118 3054, SAO GERALDO	498535	6687897	MODERADO
BRAZUL TRANSPORTES DE VEICULOS LTDA	60395589000104	POSTO DE ABASTECIMENTO PRÓPRIO COM TANQUES SUBTERRÂNEOS (DEPÓSITO DE COMBUSTÍVEIS)	R MARIA MADALENA ANDRIOTTI MINUZZO 1200, DEOLINDA GOULART GRAVATAI	506488	6687623	MODERADO
SOGIL	90.291.436/0001-70	POSTO DE ABASTECIMENTO PRÓPRIO	RS-030, nº 3195	506088	6688569	MODERADO
Katiana Ines Gomes da Cunha	07.337.366/0001-08	FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS DIVERSOS DE COUROS E PELES (EXCETO CALÇADO)	Rua Roberto Macedo, nº 139	507423	6698927	MODERADO
Parama Luvas Indústria e comércio de luvas LTDA	02.642.811/0001-11	FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS DIVERSOS DE COUROS E PELES (EXCETO CALÇADO)	Rua Osvaldo dias da Rosa, nº 118	506648	6690023	MODERADO
Vieira Indústria e Comércio e calçados LTDA ME	29.270.902/0001-20	FABRICAÇÃO DE CALÇADOS DE QUALQUER MATERIAL	Rua Coronel Rezende, nº 1860	494964	6689782	MODERADO

EMPREENDIMENTO	CNPJ/CPF	ATIVIDADE	ENDEREÇO	UTM E	UTM N	POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO
Gean Luiz Algayer do nascimento- ME	93.642.239/0001-46	FABRICAÇÃO DE CANOS, TUBOS E CONEXÕES	Rua Davi Canabarro, nº 76	500689	6688204	MODERADO
Inaquim indústria e comércio LTDA ME	93.126.241/0001-62	FABRICAÇÃO DE DETERGENTES	Rua Manoel de Souza Rosa, nº 3045	493529	6694805	MODERADO
Valdir Amaral ME	17.613.271/0001-15	FABRICAÇÃO DE ESQUADRILHAS DE METAL	Rua Tuiuti, nº 218	499695	6688710	MODERADO
Fixar molas indústria e comércio de aramados LTDA	03.153.171/0001-49	FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS DE METAL, SEM TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE E SEM PINTURA	RS-020, nº 6542	498564	6692768	MODERADO
Vanderlei Monticelli	19.849.897/0001-50	FABRICAÇÃO DE ESTRUTURAS ARTEFATOS RECIPIENTES E OUTROS METÁLICOS	Rua Tailândia, nº 175	494501	6686796	MODERADO
Esquadrisul Esquadrias e vidros LTDA	92.059.013/0001-54	FABRICAÇÃO DE ESTRUTURAS ARTEFATOS RECIPIENTES OUTROS METALICOS, SEM TRATAMENTO	Amapá, nº 41	502342	6687118	MODERADO
Gentil Alcantara de Lemos	15.257.757/0001-32	FABRICAÇÃO DE ESTRUTURAS ARTEFATOS RECIPIENTES OUTROS METALICOS, SEM TRATAMENTO	Antonio Bastos, nº 88	494446	6687672	MODERADO
Rafael Boeira Fonseca Soares	018.604.690/19	FABRICAÇÃO DE ESTRUTURAS ARTEFATOS RECIPIENTES OUTROS METALICOS, SEM TRATAMENTO	Adolfo Inacio Barcellos, nº 1300	501235	6687429	MODERADO
Diego Rosa dos Santos	14.137.088/0001-00	FABRICAÇÃO DE ESTRUTURAS ARTEFATOS RECIPIENTES OUTROS METALICOS, SEM TRATAMENTO	Av. Presidente Kennedy, nº 1005	497831	6687329	MODERADO
MP TOOLS ferramentas para usinagem LTDA	13.847.522/0001-75	FABRICAÇÃO DE ESTRUTURAS ARTEFATOS RECIPIENTES OUTROS METALICOS, SEM TRATAMENTO	Avenida Brasil, nº 943	497906	6688529	MODERADO
Cladoaldo da Silva ME	11.719.435/0001-07	FABRICAÇÃO DE ESTRUTURAS DE METAL	Av. Brasil, nº 757	497721	6688480	MODERADO
Dulci Silveira da Fonseca	16.946.217/0001-29	FABRICAÇÃO DE ESTRUTURAS METÁLICAS/ ARTEFATOS/ RECIPIENTES/ OUTROS METÁLICOS, SEM TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE E PINTURA COM PINCEL	Rua Alcides Barbosa, nº 153	506552	6689852	MODERADO
Maria Roseli Rosa Champe	12.419.865/0001-76	FABRICAÇÃO DE ESTRUTURAS METÁLICAS/ ARTEFATOS/ RECIPIENTES/ OUTROS METÁLICOS, SEM TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE E PINTURA COM PINCEL	Rua Minas Gerais, nº 531	497820	6691761	MODERADO
Alexandre Cardoso Strapazon - ME	03.639.979/0001-30	FABRICAÇÃO DE ESTRUTURAS METÁLICAS/ ARTEFATOS/ RECIPIENTES/ OUTROS METÁLICOS, SEM TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE E PINTURA COM PINCEL	Rua Dom Feliciano, nº 959	494756	6687623	MODERADO
Metalúrgica criativa LTDA ME	00.554.385/0001-39	FABRICAÇÃO DE ESTRUTURAS METÁLICAS/ ARTEFATOS/ RECIPIENTES/ OUTROS METÁLICOS, SEM TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE E PINTURA COM PINCEL	Rua José Gomes Peixoto, nº 61	502559	6686791	MODERADO
Jane Correa Marson e CIA LTDA ME	18.863.546/0001-31	FABRICAÇÃO DE ESTRUTURAS METÁLICAS/ ARTEFATOS/ RECIPIENTES/ OUTROS METÁLICOS, SEM TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE E PINTURA COM PINCEL	Av. Brasil, nº 1125	498091	6688583	MODERADO

EMPREENHIMENTO	CNPJ/CPF	ATIVIDADE	ENDEREÇO	UTM E	UTM N	POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO
Paulo Ricardo Estifarrales Pedroso – ME	01.789.530/0001-23	FABRICAÇÃO DE ESTRUTURAS, ARTEFATOS, RECIPIENTES E OUTROS METÁLICOS	ROD RS-020, nº 11550	502573	6695890	MODERADO
TecSul Precisão de Usinagem LTDA	16.677.525/0001-04	FABRICAÇÃO DE ESTRUTURAS, ARTEFATOS, RECIPIENTES E OUTROS METÁLICOS	Av. Centenário, nº 97	499861	6686685	MODERADO
Kavifer Ferramentaria LTDA – EPP	05.395.557/0001-92	FABRICAÇÃO DE ESTRUTURAS, ARTEFATOS, RECIPIENTES E OUTROS METÁLICOS	Estrada RS-020, nº 2115	495165	6689923	MODERADO
Fialho e Person LTDA	09.219.703/0001-80	FABRICAÇÃO DE ESTRUTURAS, ARTEFATOS, RECIPIENTES E OUTROS METÁLICOS	Rua Izalino Batista de Oliveira, nº 182	500914	6688042	MODERADO
Supermentol Metalurgica LTDA	07.626.549/0001-35	FABRICAÇÃO DE ESTRUTURAS, ARTEFATOS, RECIPIENTES E OUTROS METÁLICOS	RS-020, nº 554	494079	6689014	MODERADO
Jarftec Equipamentos Industriais LTDA	17.111.809/0001-93	FABRICAÇÃO DE ESTRUTURAS, ARTEFATOS, RECIPIENTES E OUTROS METÁLICOS, SEM TRATAMENTO	Francisco Loff, nº 1050	503155	6685570	MODERADO
Vanessa de Farias Madeira	12.196.221/0001-66	FABRICAÇÃO DE ESTRUTURAS, ARTEFATOS, RECIPIENTES E OUTROS METÁLICOS, SEM TRATAMENTO	Vinte de setembro, nº 1111	496404	6688436	MODERADO
Biela Indústria e Comércio LTDA	00.135.833/0001-60	FABRICAÇÃO DE ESTRUTURAS, ARTEFATOS, RECIPIENTES E OUTROS METÁLICOS, SEM TRATAMENTO DA SUPERFÍCIE E COM PINTURA	Rua João Neves da Fontoura, nº 532	497621	6689739	MODERADO
Metalúrgica correntão LTDA	04.217.027/0001-91	FABRICAÇÃO DE ESTRUTURAS, ARTEFATOS, RECIPIENTES E OUTROS METÁLICOS, SEM TRATAMENTO DA SUPERFÍCIE E SEM PINTURA	RS-118, nº 3000	498582	6687828	MODERADO
Eloir Carlos da Silva Corrêa	23.717.976/0001-85	FABRICAÇÃO DE ESTRUTURAS, ARTEFATOS, RECIPIENTES E OUTROS METÁLICOS, SEM TRATAMENTO DA SUPERFÍCIE E SEM PINTURA	Rua São Cristovão, nº 964	495596	6688670	MODERADO
JF de Oliveira Engenharia	06.201.417/0001-07	FABRICAÇÃO DE ESTRUTURAS, ARTEFATOS, RECIPIENTES E OUTROS METÁLICOS, SEM TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE E COM PINTURA A PINCEL	Rua Brasília, nº 681	503571	6685660	MODERADO
Metalúrgica Femac LTDA	92.820.430/0001-78	FABRICAÇÃO DE ESTRUTURAS, ARTEFATOS, RECIPIENTES, E OUTROS METÁLICOS, SEM TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE	Rua Paul Zivi, nº 400	497745	6686753	MODERADO
Metalúrgica Emanuel LTDA	07.159.789/0001-77	FABRICAÇÃO DE ESTRUTURAS, ARTEFATOS, RECIPIENTES, E OUTROS METÁLICOS, SEM TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE, COM PINTURA A PINCEL	Rua Jardel Filho, nº 1066	494805	6691209	MODERADO
Serralheria parque dos anjos – ME	74.185.067/0001-84	FABRICAÇÃO DE ESTRUTURAS, ARTEFATOS, RECIPIENTES, OUTROS METÁLICOS, SEM TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE	Av. Ely Correa, nº 650	502100	6687152	MODERADO
Vilson Alves Schardosim – EPP	92.809.060/0001-78	FABRICAÇÃO DE ESTRUTURAS, ARTEFATOS, RECIPIENTES, OUTROS METÁLICOS, SEM TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE E SEM PINTURA	Rua Anglo, nº 458	496492	6686902	MODERADO
São Carlos HVAC-R Naval e OFF-SHORE LTDA	19.246.596/0001-32	FABRICAÇÃO DE ESTRUTURAS, ARTEFATOS, RECIPIENTES, OUTROS METÁLICOS, SEM	Av. Ely Corrêa, nº 2713	504490	6687584	MODERADO

EMPREENHIMENTO	CNPJ/CPF	ATIVIDADE	ENDEREÇO	UTM E	UTM N	POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO
		TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE E SEM PINTURA				
Baires Estruturas metálicas LTDA – ME	04.832.719/0001-40	FABRICAÇÃO DE ESTRUTURAS, ARTEFATOS, RECIPIENTES, OUTROS METÁLICOS, SEM TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE E SEM PINTURA	Rua Tancredo Neves, nº130	500887	6692202	MODERADO
Águia Locações de máquinas e andaimes LTDA	08.598.850/0001-45	FABRICAÇÃO DE ESTRUTURAS/ ARTEFATOS/ RECIPIENTES E OUTROS METÁLICOS	Av. Centenário, nº 1097	500938	6686894	MODERADO
MIRS - Montagem industrial petroquímica LTDA - ME	24.425.638/0001-68	FABRICAÇÃO DE ESTRUTURAS/ ARTEFATOS/ RECIPIENTES/ OUTROS METÁLICOS	Estrada do Gravata, nº 437	504552	6687549	MODERADO
Tornepre Indústria e comércio de usinagem LTDA	09.041.133/0001-80	FABRICAÇÃO DE ESTRUTURAS/ ARTEFATOS/ RECIPIENTES/ OUTROS METÁLICOS	Rua Crisantemo, nº 53	493822	6692226	MODERADO
AGNT Metalúrgica LTDA	08.924.818/0001-02	FABRICAÇÃO DE ESTRUTURAS/ ARTEFATOS/ RECIPIENTES/ OUTROS METÁLICOS, SEM TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE E COM PINTURA	RS-020, nº 1540	494755	6689604	MODERADO
Alumitec Esquadrias de Alumínio Eireli - ME	22.427.170/0001-90	FABRICAÇÃO DE ESTRUTURAS/ ARTEFATOS/ RECIPIENTES/ OUTROS METÁLICOS, SEM TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE E COM PINTURA A PINCEL	Rua Alexandrino de Alencar, nº 696	494334	6690093	MODERADO
Metalúrgica Torrense LTDA	90.927.906/0001-49	FABRICAÇÃO DE ESTRUTURAS/ ARTEFATOS/ RECIPIENTES/ OUTROS METÁLICOS, SEM TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE E COM PINTURA A PINCEL	Rua Itacolomi, nº 507	496083	6688720	MODERADO
Vak Molas Indústria Metalúrgica LTDA	04.866.603/0001-21	FABRICAÇÃO DE ESTRUTURAS/ ARTEFATOS/ RECIPIENTES/ OUTROS METÁLICOS, SEM TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE E SEM PINTURA	Rua Alencastro, nº 244	504008	6687007	MODERADO
Antonio Fernandes Felipe	91.076.265/0001-29	FABRICAÇÃO DE ESTRUTURAS/ ARTEFATOS/ RECIPIENTES/ OUTROS METÁLICOS, SEM TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE E SEM PINTURA	Rua Marcopolo, nº 336	498919	6689403	MODERADO
Alves Indústria e comércio de artefatos de concreto LTDA	04.800.438/0001-05	FABRICAÇÃO DE ESTRUTURAS PRÉ-MOLDADAS DE CONCRETO ARMADO EM SÉRIE E SOB ENCOMENDA	ERS-020, nº 9340	500880	6694502	MODERADO
Kalor Indústria e comércio de pré-moldados LTDA - ME	91.611.921/0001-46	FABRICAÇÃO DE PEÇAS/ ORNATOS/ ESTRUTURAS/ PRÉ-MOLDADOS DE CIMENTO, CONCRETO E GESSO	RS-020, nº 14.385	505160	6697207	MODERADO
DK Silva e CIA LTDA EPP	91.511.428/0001-54	FABRICAÇÃO DE PEÇAS/ ORNATOS/ ESTRUTURAS/ PRÉ-MOLDADOS DE CIMENTO, CONCRETO E GESSO	Rua Dom Bosco, nº 345	494539	6688298	MODERADO
Isoares Usinagem LTDA	07.614.595/0001-14	FABRICAÇÃO DE PEÇAS E UTENSÍLIOS DE METAL	Rua Antonio Marcos Dias, nº 1705	491537	6695129	MODERADO
Gama Indústria e comércio de produtos de limpeza LTDA	518.933.200-49	FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE LIMPEZA, POLIMENTO E DESINFETANTE	Rua Sergipe, nº 318	498210	6692167	MODERADO
AJP Indústria e Comércio de produtos de limpeza LTDA	16.987.180/0001-87	FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE LIMPEZA, POLIMENTO E DESINFETANTE	Rua Georgina Corrêa, nº 308	496509	6690821	MODERADO

EMPREENDIMENTO	CNPJ/CPF	ATIVIDADE	ENDEREÇO	UTM E	UTM N	POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO
Pedro Alberto de Oliveira Paulo	19.798.730/0001-08	FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE LIMPEZA/ POLIMENTO/ DESINFETANTE	Rua Santa Clara, nº 318	494941	6688181	MODERADO
Clorinda Química LTDA	87.130.134/0001-05	FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE LIMPEZA/ POLIMENTO/ DESINFETANTE	Travessa Boelter, nº 95	500157	6686149	MODERADO
Diogines Jacques Carvalho	97.257.554/0001-00	FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE PERFUMARIA	Rua Pinhal, nº 789	493444	6686808	MODERADO
Molas Weber LTDA	02.803.516/0001-08	FABRICAÇÃO DE UTENSÍLIOS, PEÇAS E ACESSÓRIOS DE METAL	ERS-118, nº 9605	494487	6692944	MODERADO
Wimol Indústria de molas LTDA	01.146.818/0001-80	FABRICAÇÃO DE UTENSÍLIOS, PEÇAS E ACESSÓRIOS, SEM TRATAMENTO DA SUPERFÍCIE, INCLUSIVE TRATAMENTO TÉRMICO, SEM FUNDIÇÃO E PINTURA	Av. Centenário, nº 100	499830	6686763	MODERADO
Pipe Solutions LTDA EPP	17.53.516/0001-58	INDÚSTRIA DE PEÇAS PARA MÁQUINAS, USINAGEM E MONTAGEM DE MÁQUINAS	Rua Maurício Cardoso, nº 1071	500033	6686535	MODERADO
Eugênio Valdir Trentini - ME	12.915.555/0001-42	LAVRA DE ARENITO PARA USO IMEDIATO NA CONSTRUÇÃO CIVIL	Estrada Jacó Kotz, nº 59	508846	6703814	MODERADO
MINERACAO VERA CRUZ LTDA	92.587.062/0001-60	LAVRA DE ROCHA PARA USO IMEDIATO NA CONSTRUÇÃO CIVIL - A CÉU ABERTO, COM BRITAGEM E COM RECUPERAÇÃO DE ÁREA DEGRADADA	VILA SANTA TECLA	496163	6701107	MODERADO
MPB Estética automotiva LTDA	17.909.180/0001-21	FUNILARIA	Rua José Gomes, nº 128	500558	6686893	MODERADO
S.J Adam da Silva - ME	15.574.857/0001-92	FUNILARIA, ESTAMPARIA E LATOARIA, SEM TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE E SEM PINTURA	Av. Presidente Kennedy, nº 467	497720	6687746	MODERADO
Gravataí Veículos	90.292.368/0001-63	MECÂNICA, FUNILARIA, PINTURA E LAVAGEM	Av. Dorival C. L de Oliveira, nº960	499619	6688072	MODERADO
Ricardo Odi ME	94.668.563/0001-04	OFICINA DE CHAPEAÇÃO E PINTURA DE VEÍCULOS	Av Brasil, nº 1387	498337	6688654	MODERADO
Nazário e nascimento LTDA	18.043.933/0001-21	OFICINA DE CHAPEAÇÃO E PINTURA DE VEÍCULOS	Av. Dorival Cândido Luz de Oliveira, nº 4115	496604	6688368	MODERADO
Adenir da Silva Fogaça	11.297.479/0001-96	OFICINA DE CHAPEAÇÃO E PINTURA DE VEÍCULOS	Av. Gravataí, nº 283	494468	6688935	MODERADO
Valdimir Fogaça	26.661.823/0001-51	OFICINA DE CHAPEAÇÃO E PINTURA DE VEÍCULOS	Rua Nova Prata, nº 253	494481	6688938	MODERADO
Vilson Mendes Maciel	15.396.933/0001-17	OFICINA MECÂNICA	Av. Centenario, nº 1167	501055	6686947	MODERADO
Tongrax Serviços Automotivos LTDA	09.457.410/0001-30	OFICINA MECÂNICA	Dorival C.L de Oliveira, nº 5991	494766	6688604	MODERADO
Renata da Silva Pereira	16.563.274/0001-29	OFICINA MECÂNICA	Rua Marcelino Ramos, nº 51	498053	6687735	MODERADO
Renilda Silva - ME	21.474.557/0001-34	OFICINA MECÂNICA	Av. Dorival Cândido Luz de Oliveira, nº 492	500035	6687922	MODERADO
Romac	91.595.678-0001-10	OFICINA MECÂNICA	RS-118, nº 5195	497476	6690060	MODERADO
C. C. Centrocar Centro Automotivo	74.903.808/0001-15	OFICINA MECÂNICA	Rua General Osório, nº 105	500048	6688598	MODERADO
Raquel Gomes Goulart	27.541.289/0001-02	OFICINA MECÂNICA	Rua Soledade, nº 61	494854	6688616	MODERADO

EMPREENDIMENTO	CNPJ/CPF	ATIVIDADE	ENDEREÇO	UTM E	UTM N	POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO
Cegonha Sul Central Pneumáticos freios	01.736.885/0001-54	OFICINA MECÂNICA	Estrada do Gravatá, nº 366	504634	6687499	MODERADO
Maria Celoi Melo dos Santos	12.398.923/0001-22	OFICINA MECÂNICA	Av. Dorival Cândido Luz de Oliveira, nº 3217	497479	6688283	MODERADO
Maico Alino Fraga Vieira – ME	14.291.104/0001-07	OFICINA MECÂNICA	Av. Ely Correa, nº 824	502650	6687099	MODERADO
D. dos Santos Pereira Eletrica	14.627.900/0001-78	OFICINA MECÂNICA	Rua Augusto Rocha, nº 399	497976	6688424	MODERADO
Korte Auto Center LTDA – ME	24.394.253/0001-55	OFICINA MECÂNICA	Ely Correa, nº 1262	503031	6687357	MODERADO
Humberto Luis Lopes da Silva – ME	15.131.156/0001-89	OFICINA MECÂNICA	Av. José Loureiro da Silva, nº 2820	500083	6688840	MODERADO
Thiago Arnold Belo	14.863.407/0001-57	OFICINA MECÂNICA	RS-020, nº 947	494328	6689174	MODERADO
Leonardo da Silva Carvalho	16.509.270/0001-62	OFICINA MECÂNICA	RS-020, nº 2560	495375	6690281	MODERADO
Edi Ar Peças e Acessórios LTDA	10.692.917/0001-58	OFICINA MECÂNICA	Rua Quinze de Novembro, nº 289	497593	6688523	MODERADO
Diarruda mecânica	08.334.719/0001-70	OFICINA MECÂNICA	Travessa José Boaventura, nº 81	494645	6688291	MODERADO
Tiago da Silva Machado	16.369.582/0001-18	OFICINA MECÂNICA	Av. Dorival Cândido Luz de Oliveira, nº 7045	493724	6688742	MODERADO
Pedro Miguel de Assunção	17.349.934/0001-36	OFICINA MECÂNICA	Av. Domicio Moraes, nº 260	500506	6688848	MODERADO
R2 OFF ROAD Comercio e Serviços LTDA	10.932.461/0001-56	OFICINA MECÂNICA	Rua Mauricio Cardoso, nº 1080	499984	6686545	MODERADO
MS Cunha Rep. E Com de Peças Automotivas LTDA ME	17.747.669/0001-44	OFICINA MECÂNICA	Rondonia, nº 15	508711	6689941	MODERADO
Aline Soares de Oliveira Zastrow	17.347.316/0001-57	OFICINA MECÂNICA	João Maria da Fonseca, nº 553	499843	6687584	MODERADO
José Ricardo Yamaguchi	19.247.449/0001-87	OFICINA MECÂNICA	Abramo Eberle, nº 604	493419	6690453	MODERADO
Luana Souza de Oliveira	05.666.724/0001-92	OFICINA MECÂNICA	Rodovia RS-020, nº 1530	494748	6689597	MODERADO
Vilmara Souza da Silva	18.232.324/0001-10	OFICINA MECÂNICA	Rua Marechal Floriano, nº 554	496462	6690488	MODERADO
Fabio Luiz Lorenzato ME	03.796.253/0001-01	OFICINA MECÂNICA	Rua Antonio Valdomiro Barros, nº 55	502488	6687081	MODERADO
KMI Retificadora de Motores LTDA	01.348.537/0001-00	OFICINA MECÂNICA	Rua Eli Costa, nº 156	493677	6689002	MODERADO
Tongrax serviços automotivos	09.457.410/0001-30	OFICINA MECÂNICA	Av. Dorival Cândido Luz de Oliveira, nº 5691	495036	6688561	MODERADO
Pedro Henrique Greis	15.534.448/0001-62	OFICINA MECÂNICA	Rua TV do Arroio, nº 145	495842	6689806	MODERADO
HF Comércio e Serviços de pneus e rodas LTDA	21.681.117/0001-58	OFICINA MECÂNICA	Av. Centenário, nº 251	499984	6686702	MODERADO
Celmer e Celmer LTDA	08.718.719/0001-74	OFICINA MECÂNICA	Av. Ely Correa, nº 1619	503361	6687410	MODERADO
Marcos Roberto Silva da Luz	602.257.420/04	OFICINA MECÂNICA	Rua Eli Costa, nº 86	493748	6689014	MODERADO

EMPREENDIMENTO	CNPJ/CPF	ATIVIDADE	ENDEREÇO	UTM E	UTM N	POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO
Auto peças e distribuidora Lemos LTDA - EPP	06.146.093/0001-43	OFICINA MECÂNICA	Rua João Bibiano Marcos, nº 1000	497606	6693513	MODERADO
Cristian Marques da Silva	06.164.708/0001-64	OFICINA MECÂNICA	Av. Otávio Schemes, nº 55	498873	6688427	MODERADO
Jorge Alberto M. Alves e Cia LTDA – ME	05.336.203/0001-77	OFICINA MECÂNICA	Rua Anita Garibaldi, nº 1538	494591	6690014	MODERADO
Roxo e Bernardo LTDA - ME	72.339.369/0001-34	OFICINA MECÂNICA	Amelia Teles, nº 111	493420	6688934	MODERADO
Gravataruck Comércio de peças e serviços LTDA	23.018.710/0001-44	OFICINA MECÂNICA	ROD RS-118, nº 800	499082	6686879	MODERADO
André Paixão Pereira dos Santos	17.799.632/0001-60	OFICINA MECÂNICA	Rua Jorge Amado, nº 573	499579	6689367	MODERADO
João Carlos da Silveira	21.161.248/0001-04	OFICINA MECÂNICA	Rua Imarui, nº 48	495704	6687904	MODERADO
Rodrigo Fernandes Carneiro	23.942.891/0001-09	OFICINA MECÂNICA	Rua Jorge Amado, nº 1446	498937	6690044	MODERADO
Andressa Murielle Soares ME	06.042.621/0001-14	OFICINA MECÂNICA	Rua Otávio Schemes, nº 28	498823	6688410	MODERADO
Everton Vargas Peças	28.288.098/0001-43	OFICINA MECÂNICA	Av. Dorival Cândido Luz de Oliveira, nº 3752	496951	6688285	MODERADO
Charles Queiroz da Silva	21.035.596/0001-35	OFICINA MECÂNICA	Avenida Andaraí, nº 132	493795	6688970	MODERADO
Master Gas Convertedora de GNV EIRELI - ME	28.429.867/0001-86	OFICINA MECÂNICA	Rua André da Rocha, nº 100	493451	6688931	MODERADO
Karine Rodrigues da Silva MEI	20.622.730/0001-31	OFICINA MECÂNICA	Rua Pampa, nº 39	504588	6687775	MODERADO
L. de Souza Pinho ME	17.694.486/0001-08	OFICINA MECÂNICA	Av. Dorival Cândido Luz de Oliveira, nº 7818	492938	6688746	MODERADO
AES dias dos reis & cia LTDA ME	20.290.795/0001-27	OFICINA MECÂNICA	Avenida Ely Correa, nº 1052	502856	6687261	MODERADO
José Ricardo Yamaguchi	19.247.449/0001-87	OFICINA MECÂNICA	Rua Abramo Eberle, nº 604	493421	6690454	MODERADO
Libera comércio e representações de pneus LTDA	94.312.014/001-94	OFICINA MECÂNICA	Av. Dorival Candido L. de Oliveira, nº 7299	493444	6688857	MODERADO
Auto elétrica Jacoby LTDA – EPP	93.351.427/0001-15	OFICINA MECÂNICA	Av. Dorival Cândido L. de Oliveira, nº 1782	498297	6688301	MODERADO
Auto elétrica Braun LTDA ME	73.221.301/0001-19	OFICINA MECÂNICA	Rua Bernardino, nº 196	502432	6686829	MODERADO
Auto elétrica Daltoé LTDA	89.439.665/0001-00	OFICINA MECÂNICA	ROD. RS-020	493679	6688896	MODERADO
Montreal comércio de automóveis	01.701.211/0005-48	OFICINA MECÂNICA, CENTRO DE DESMANCHE DE VEÍCULOS, CHAPEAÇÃO E PINTURA	Rodovia RS-020, Nº 80	493577	6688882	MODERADO
Piquenoti mecânica automotiva LTDA ME	93.986.222/0001-06	OFICINA MECÂNICA/ CENTRO DE DESMANCHE DE VEÍCULOS (CDV)/ CHAPEAÇÃO E PINTURA	Rua Doutor Jorge da Costa, nº 570	496887	6688799	MODERADO
K. Sartori e Cia LTDA	09.391.429/0001-21	OFICINA MECÂNICA/ CHAPEAÇÃO E PINTURA	Rua Jorge Amado, nº 920	499316	6689542	MODERADO
Mastertec Manutenção em equipamentos LTDA	07.524.826/0001-07	REPARAÇÃO E MANUTENÇÃO DE MÁQUINAS, APARELHOS, UTENSÍLIOS,	Estrada do Gravatá, nº 233	504657	6687448	MODERADO

EMPREENDIMENTO	CNPJ/CPF	ATIVIDADE	ENDEREÇO	UTM E	UTM N	POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO
		PEÇAS E ACESSÓRIOS				
Renotec	07.025.776/001-05	REPARAÇÃO E MANUTENÇÃO DE MÁQUINAS, APARELHOS, UTENSÍLIOS, PEÇAS E ACESSÓRIOS	RS-020, nº 2090	495057	6689905	MODERADO
Retificadora de motores turim LTDA	93.565.935/0001-04	RETÍFICA DE MOTORES	ROD RS-020	494461	6689389	MODERADO
Alexandre Sebastião Brambilo	03.826.496/0001-45	SERRALHERIA	Av. Marechal Floriano, nº 17	495872	6690916	MODERADO
Roberto Leandro dos Reis Duarte	12.119.725/0001-82	SERRALHERIA	Barbosa Filho, nº 887	498891	6688746	MODERADO
Reginaldo Bronizaki Perera	21.493.479/0001-15	SERVIÇO DE MANUTENÇÃO E REPARAÇÃO DE VEÍCULOS AUTOMOTIVOS	Rod. RS-020, nº 974	494311	6689243	MODERADO
Tecpress manutenções mecânicas LTDA	00.084.360/0001-19	SERVIÇO DE REPARAÇÃO DE MANUTENÇÃO DE MÁQUINAS	Rua 18 de Julho, nº 87	496402	6691504	MODERADO
Adriana dos Santos Vaconcelos	21.640.293/0001-41	SERVIÇO DE REPARAÇÃO DE MANUTENÇÃO DE MÁQUINAS	Av. Dorival Cândido Luz de Oliveira, nº 4896	495828	6688349	MODERADO
Julio Cesar de Aguiar	13.741.069/0001-18	SERVIÇOS DE FUNILARIA E PINTURA AUTOMOTIVA	Rua Adão Feller, nº 119	502336	6685959	MODERADO
Edi Machado	17.024.717/0001-76	SERVIÇOS DE REPARAÇÃO E MANUTENÇÃO DE MÁQUINAS	Av. Santa Rita de Cássia, nº 200	502946	6687021	MODERADO
Lana Calibração de instrumentos e manutenção	09.564.221/0001-67	SERVIÇOS DE REPARAÇÃO E MANUTENÇÃO DE MÁQUINAS	Av Brasil, nº 1660	498613	6688778	MODERADO
Casa de velocímetro LTDA	04.112.238/0001-60	SERVIÇOS DE REPARAÇÃO E MANUTENÇÃO DE MÁQUINAS	RS-118, nº 4650	497481	6689977	MODERADO
Edson Mauri Fernandes de Melo	15.432.748/0001-30	SERVIÇOS DE REPARAÇÃO E MANUTENÇÃO DE MÁQUINAS	Rua Presidente Kennedy, nº 417	497709	6687792	MODERADO
S. de Oliveira Aviaamentos – ME	14.757.570/0001-35	SERVIÇOS DE REPARAÇÃO E MANUTENÇÃO DE MÁQUINAS	Rua Valmor de Soza, nº 75	495256	6688412	MODERADO
TDM Serviços em transformadores LTDA	03.491.205/0002-96	SERVIÇOS DE REPARAÇÃO E MANUTENÇÃO DE MÁQUINAS	Rua Eli Costa, nº 126	493707	6689006	MODERADO
Osmar Lima da Silva	15.507.091/0001-23	SERVIÇOS DE REPARAÇÃO E MANUTENÇÃO DE MÁQUINAS	Rua Tarumã, nº 849	496832	6687476	MODERADO
Fabio Oliveira da Silva	17.244.068/0001-19	SERVIÇOS DE REPARAÇÃO E MANUTENÇÃO DE MÁQUINAS	Rua Blumenau, nº 371	495768	6687643	MODERADO
BBX Automação e Soluções Indústria e Comércio	17.969.0001/0001-41	SERVIÇOS DE REPARAÇÃO E MANUTENÇÃO DE MÁQUINAS	Rua do Sol, nº 42	502899	6687300	MODERADO
Servomaquinas	17.133.124/0001-48	SERVIÇOS DE REPARAÇÃO E MANUTENÇÃO DE MÁQUINAS	Rua Caxias do Sul, nº 45	493883	6688992	MODERADO
Batertek comércio e manutenção de máquinas.	18.247.079/0001-15	SERVIÇOS DE REPARAÇÃO E MANUTENÇÃO DE MÁQUINAS	Rua Nutrela, nº 132	494035	6687032	MODERADO
Jairo Vitor Castro	14.912.634/0001-25	SERVIÇOS DE REPARAÇÃO E MANUTENÇÃO DE MÁQUINAS	Av. Ely Correa, nº 930	502680	6687118	MODERADO
Sandro Garcellaz	27.135.267/0001-42	SERVIÇOS DE REPARAÇÃO E MANUTENÇÃO DE MÁQUINAS	Rua Teotonio Villela, nº 700	494047	6687996	MODERADO
Doctor T. I. Tecnologia em Informática LTDA	08.879.542/0001-98	SERVIÇOS DE REPARAÇÃO E MANUTENÇÃO DE MÁQUINAS, APARELHOS	Rua Alexandrino de Alencar, nº 663	494369	6690111	MODERADO

EMPREENDIMENTO	CNPJ/CPF	ATIVIDADE	ENDEREÇO	UTM E	UTM N	POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO
Instalemos Manutenção e instalação elétricas e hidráulicas - LTDA	10.274.734/0001-12	SERVIÇOS DE REPARAÇÃO E MANUTENÇÃO DE MÁQUINAS, APARELHOS, UTENSÍLIOS, PEÇAS E ACESSÓRIOS	Rua Osório Ramos Correa, nº 350	501221	6687449	MODERADO
Aliança Serviços em eletrodomesticos LTDA ME	15.343.808/0001-49	SERVIÇOS DE REPARAÇÃO E MANUTENÇÃO DE MÁQUINAS, APARELHOS, UTENSÍLIOS, PEÇAS E ACESSÓRIOS	Anita Garibaldi, nº 1410	494469	6689956	MODERADO
RTI Locações Eireli	10.423.779/0001-01	SERVIÇOS DE REPARAÇÃO E MANUTENÇÃO DE MÁQUINAS, APARELHOS, UTENSÍLIOS, PEÇAS E ACESSÓRIOS	Av Centenario, nº 1101	500987	6686928	MODERADO
Marcio Fabiano Martins Porto	17.317.147/0001-02	SERVIÇOS DE REPARAÇÃO E MANUTENÇÃO DE MÁQUINAS, APARELHOS, UTENSÍLIOS, PEÇAS E ACESSÓRIOS	Rua Dom Casmurro, nº 50	500464	6688894	MODERADO
RMC Produtos e serviços	17.626.692/0001-80	SERVIÇOS DE REPARAÇÃO E MANUTENÇÃO DE MÁQUINAS, APARELHOS, UTENSÍLIOS, PEÇAS E ACESSÓRIOS	Rua Aristides Dávila, nº 238	502783	6686903	MODERADO
SEG Comercio e Manutenção de Motor e Gerador Elétrico LTDA	13.514.045/0001-26	SERVIÇOS DE REPARAÇÃO E MANUTENÇÃO DE MAQUINAS, APARELHOS, UTENSILIOS, PEÇAS E ACESSÓRIOS	ROD. RS-030, nº 1175	496108	6691563	MODERADO
CJL Montagens e Painéis LTDA	15.034.452/0001-61	SERVIÇOS DE REPARAÇÃO E MANUTENÇÃO DE MAQUINAS, APARELHOS, UTENSILIOS, PEÇAS E ACESSÓRIOS	Edelvira G. Fosenca, nº 208	498637	6688078	MODERADO
Hiperpan Ind e Com de Alimentos congelados LTDA	10.213.780/0001-01	SERVIÇOS DE REPARAÇÃO E MANUTENÇÃO DE MAQUINAS, APARELHOS, UTENSILIOS, PEÇAS E ACESSÓRIOS	Rua Adolfo Inacio Barcelos, nº 870	498911	6686476	MODERADO
Maq New Eletronica Industrial LTDA - ME	17.161.036/0001-50	SERVIÇOS DE REPARAÇÃO E MANUTENÇÃO DE MAQUINAS, APARELHOS, UTENSILIOS, PEÇAS E ACESSÓRIOS	Av. Dorival C.L de Oliveira, nº 1295	499351	6688224	MODERADO
Cristiano Fortes de Abreu	09.468.119/0001-68	SERVIÇOS DE REPARAÇÃO E MANUTENÇÃO DE MAQUINAS, APARELHOS, UTENSILIOS, PEÇAS E ACESSORIOS	Av. Ely Correa, nº 779	502478	6686976	MODERADO
Lyte Serviços de automação	92.790.146/0001-04	SERVIÇOS DE REPARAÇÃO E MANUTENÇÃO DE MAQUINAS, APARELHOS, UTENSILIOS, PEÇAS E ACESSORIOS	Cincinato Jardim do Vale, nº 357	502257	6686692	MODERADO
Bremen importadora de equipamentos	00.598.913/0001-51	SERVIÇOS DE REPARAÇÃO E MANUTENÇÃO DE MÁQUINAS/ APARELHOS/ UTENSÍLIOS/ PEÇAS	Av. Ely Corrêa, nº 2083	503807	6687422	MODERADO
Ivanir Manoel Martins da Silva	17.357.004/0001-24	SERVIÇOS DE REPARAÇÃO E MANUTENÇÃO DE MAQUINAS/ APARELHOS/ UTENSÍLIOS/ PEÇAS E ACESSÓRIOS	Rua Parque Itatiaia, nº 001	506752	6689134	MODERADO
Claudio Mauricio Gomes	12.354.393/0001-10	SERVIÇOS DE REPARAÇÃO E MANUTENÇÃO DE MAQUINAS/ APARELHOS/ UTENSÍLIOS/ PEÇAS E ACESSÓRIOS	Rua Cachoeira do Sul, nº 145	495042	6689333	MODERADO
AJS Locações e Manutenção LTDA – ME	06.058.292/0001-08	SERVIÇOS DE REPARAÇÃO E MANUTENÇÃO DE MÁQUINAS/ APARELHOS/ UTENSÍLIOS/ PEÇAS/ ACESSÓRIOS	RS-020, nº 5721	497511	6692074	MODERADO
Lindorfer & Aguirre Climatização LTDA MT	23.464.197/0001-15	SERVIÇOS DE REPARAÇÃO, MANUTENÇÃO DE MÁQUINAS E APARELHOS	Rua João Maria da Fonseca, nº 517	499853	6687629	MODERADO

EMPREENDIMENTO	CNPJ/CPF	ATIVIDADE	ENDEREÇO	UTM E	UTM N	POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO
A O STEEL IND E COM LTDA	7662632000160	SERVIÇOS DE USINAGEM	AV ANTONIO GOMES CORREA, 1080, PARQUE DOS ANJOS	502285	6685879	MODERADO
GLADII TECNOLOGIA EM METALURGIA LTDA	8449196000108	SERVIÇOS DE USINAGEM	R FRANCISCO LINO DOS SANTOS, 145, SALA A, FRANCISCO LINO DOS SANTOS	497993	6692661	MODERADO
NELCIO J PEREIRA	2536313000194	SERVIÇOS DE USINAGEM	R GUADALAJARA, 55, PASSO DAS PEDRAS	500239	6686637	MODERADO
USICOSTA IND DE BOMBAS A VACUO LTDA	86856481000157	SERVIÇOS DE USINAGEM	R MENDES JUNIOR, 55, PARQUE EVEREST	498525	6688233	MODERADO
Candido Metalúrgica LTDA	09.570.354/0001-46	SERVIÇOS DE USINAGEM	Rua Florianópolis, nº 258	503493	6686106	MODERADO
Nelson Moacir Tornearia LTDA – ME	16.713.198/0001-90	SERVIÇOS DE USINAGEM	Rua Três Irmãos, nº 75	500330	6693904	MODERADO
3D desenho industrial	05.324.047/0001-24	SERVIÇOS DE USINAGEM	RS-020, nº 1594	494816	6689624	MODERADO
Jose Lenoir Dutra Vieira	197.957.779/04	SERVIÇOS DE USINAGEM	Alexandrino de alencar, nº 746	494307	6690129	MODERADO
Maristela Rodrigues Guterres Ramos	11.271.062/0001-54	SERVIÇOS DE USINAGEM	Rua Mendes Junior, nº 25	498509	6688279	MODERADO
Umifer ferramentaria	12.542.055/0001-02	SERVIÇOS DE USINAGEM	Bernardo Joaquim Ferreira, nº 635	502527	6686281	MODERADO
Emerson Alex da Silva	17.217.631/0001-60	SERVIÇOS DE USINAGEM	Rua Pampa, nº 310	504480	6687963	MODERADO
Usiaco Serviço de torno e freza LTDA	05.251.405/0001-16	SERVIÇOS DE USINAGEM	Rua Lateral RS-020, nº 1266	494792	6688054	MODERADO
Jaime Scheffer da Silva	07.967.059/0001-00	SERVIÇOS DE USINAGEM	Noel Rosa, ° 675	499364	6693642	MODERADO
Rogério Oliveira Froes	18.071.883/0001-96	SERVIÇOS DE USINAGEM	Av. César Cambuzzi, nº 599	496152	6687263	MODERADO
Admar José de Barros	11.202.044/0001-10	SEVIÇOS DE USINAGEM	Av. Andaraí, nº 414	493720	6689298	MODERADO
Mil metal indústria	97.528.924/0001-05	SEVIÇOS DE USINAGEM	Rua Guilherme Cesar Ventura, nº 400	502437	6686552	MODERADO
Adriane Amaral Viana	09.194.792/0001-57	SERVIÇOS DE TORNEARIA/ FERRARIA/ SERRALHERIA	Rua Men de Sá, nº 305	495811	6689296	MODERADO
João Batista de Souza Pinho	94.476.207/0001-80	TRANSPORTE RODOVIÁRIO COLETIVO DE PASSAGEIROS	Rua Florida, nº 116	496317	6687038	MODERADO
Britasinos Concretos LTDA	93.595.346/0001-60	USINA DE CONCRETO, COM ÁREA ÚTIL DE 1900M²	ROD RS-239 KM 7,5	492997	6694419	MODERADO
Argamazza Concretos e Argamassas especiais LTDA – ME	16.827.473/0001-05	USINA DE PRODUÇÃO DE CONCRETOS	Rua das Missões, nº 40	504096	6687432	MODERADO
DISTRIBUIDORA DE FOGOS DE ARTIFICIO GAUCHO LTDA	8679380000144	DEPÓSITO PARA ARMAZENAMENTO DE PRODUTOS PERIGOSOS (EXCETO COMBUSTÍVEIS E AGROTÓXICOS)	ROD RS-118 8080, NEOPOLIS	495792	6691919	ELEVADO
EBAMAG ARMAZENS GERAIS LOGISTICA LTDA	3132620002035	DEPÓSITO PARA ARMAZENAMENTO DE PRODUTOS PERIGOSOS (EXCETO COMBUSTÍVEIS E AGROTÓXICOS)	ROD MARIO QUINTANA 9475, PARQUE IPIRANGA	494627	6691422	ELEVADO
L. A. ARMAZENAGEM E TRANSPORTE LTDA	12662571000170	DEPÓSITO PARA ARMAZENAMENTO DE PRODUTOS PERIGOSOS (EXCETO	ROD RS-020, 14236, ITACOLOMI	504890	6697178	ELEVADO

EMPREENHIMENTO	CNPJ/CPF	ATIVIDADE	ENDEREÇO	UTM E	UTM N	POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO
		COMBUSTÍVEIS E AGROTÓXICOS)				
Sandra Mara Lacerda Falleiro	206.251.540-53	COMÉRCIO DE PRODUTOS QUÍMICOS SEM MANIPULAÇÃO	Rua Conselheiro Joaquim Fialho, nº 281	502739	6686581	ELEVADO
Comercial de gás Becker LTDA	01.485.360/0001-93	DEPÓSITO DE PRODUTOS QUÍMICOS	Estrada RS 020, nº 1460	494694	6689558	ELEVADO
Comercial de gás lampadinha LTDA - ME	08.345.763/0001-86	DEPÓSITO DE PRODUTOS QUÍMICOS	Rua Dolores Caldas, nº 172	494961	6690147	ELEVADO
Dezalog Armazém geral LTDA	17.931.642/0001-07	DEPÓSITO DE PRODUTOS QUÍMICOS	Estrada dos Tavares, nº 320	491027	6695229	ELEVADO
Derli Severo ME	08.077.379/0001-40	DEPÓSITO DE PRODUTOS QUÍMICOS	Rua Augusto Pestana, nº 232	493690	6690821	ELEVADO
GAMA INDUSTRIA E COMERCIO DE PRODUTOS DE LIMPEZA EIRELI - ME	74140831000103	FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE LIMPEZA/ POLIMENTO/ DESINFETANTE	R SERGIPE, 318, PASSO DO HILARIO	498210	6692165	ELEVADO
MAXXCLEAN IND E COM LTDA	3532480000120	FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE LIMPEZA/ POLIMENTO/ DESINFETANTE	ROD RS-020, KM 01, 235, VERA CRUZ	493698	6688801	ELEVADO
BERALV CLOROSUL S/A IND E COM	88919667001296	FABRICAÇÃO DE PRODUTOS QUÍMICOS	R ACYLINO FRANCISCO DE MEDEIROS, 680, DIST INDL	498921	6686408	ELEVADO
GPC QUIMICA S/A	90195892001279	FABRICAÇÃO DE PRODUTOS QUÍMICOS	AV CENTENARIO, 1757, VARZEA	501406	6687066	ELEVADO
GT INDUSTRIA QUIMICA IMPORTACAO E EXPORTACAO LTDA	92317866000149	FABRICAÇÃO DE PRODUTOS QUÍMICOS	R NUTRELA, 480, NOVO MUNDO	494042	6686677	ELEVADO
INDUSTRIA E COMERCIO DE DERIVADOS DE PETROLEO LIDER LTDA	90297763000139	FABRICAÇÃO DE PRODUTOS QUÍMICOS	AV PREF CINCINATO JARDIM DO VALE, 420, PARQUE DOS ANJOS	502282	6686605	ELEVADO
MAZZAROLLO INDUSTRIA QUIMICA LTDA	5963469000140	FABRICAÇÃO DE PRODUTOS QUÍMICOS	AV AGUAS MORTAS, 217, MONTE CLARO	493829	6693029	ELEVADO
ROLLYCHEM IND E COM DE PRODUTOS QUIMICOS LTDA	93387751000193	FABRICAÇÃO DE PRODUTOS QUÍMICOS	Avenida Brasil, 943	497911	6688541	ELEVADO
WHITE BEAR IND COM LTDA	371406000180	FABRICAÇÃO DE PRODUTOS QUÍMICOS	R OSASCO, 107, PARQUE FLORIDO	494075	6688429	ELEVADO
GT Indústria Química	92.317.866/0001-49	FABRICAÇÃO DE PRODUTOS QUÍMICOS	Rua Nutrella, nº 480	494041	6686678	ELEVADO
QBN Indústria e Comércio LTDA – EPP	94.828.100/0001-54	FABRICAÇÃO DE PRODUTOS QUÍMICOS	Rua Cincinato Jardim do Vale, nº 201 e 211	502295	6686842	ELEVADO
GASPAR E KESSLER LTDA	94933579000199	FABRICAÇÃO DE RESINAS/ ADESIVOS/ FIBRAS/ FIOS ARTIFICIAIS E SINTÉTICOS	R BALDUINO LINCK, 431, VILA ORICO	501262	6687915	ELEVADO
ASTRALIT INDUSTRIAL LTDA	2379183000123	FABRICAÇÃO DE TINTA ESMALTE/ LACA/ VERNIZ/ IMPERMEABILIZANTE/ SOLVENTE/ SECANTE	R PAUL ZIVI, 14551 - LOTES 5C E 5D, DISTRITO INDUSTRIAL	497839	6686909	ELEVADO
PPG INDUSTRIAL DO BRASIL - TINTAS E VERNIZES LTDA	43996693000208	FABRICAÇÃO DE TINTA ESMALTE/ LACA/ VERNIZ/ IMPERMEABILIZANTE/ SOLVENTE/ SECANTE	ROD RS-118 5200, PARQUE DOS EUCALIPTOS	497214	6689868	ELEVADO
RAUTER QUIMICA LTDA	92661453000187	FABRICAÇÃO DE TINTA ESMALTE/ LACA/ VERNIZ/ IMPERMEABILIZANTE/ SOLVENTE/ SECANTE	R PAUL ZIVI 1135, DISTRITO INDUSTRIAL	497615	6686211	ELEVADO

EMPREENDIMENTO	CNPJ/CPF	ATIVIDADE	ENDEREÇO	UTM E	UTM N	POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO
BECHTEL DO BRASIL CONSTRUÇOES LTDA	34149328000862	FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS, APARELHOS, UTENSÍLIOS, PEÇAS E ACESSÓRIOS, COM TRATAMENTO SUPERFÍCIE, SEM FUNDIÇÃO E COM PINTURA	R MONTEIRO LOBATO, 320, BARNABE	497873	6689316	ELEVADO
DANA INDUSTRIAS LTDA	253137000409	FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS, APARELHOS, UTENSÍLIOS, PEÇAS E ACESSÓRIOS, COM TRATAMENTO SUPERFÍCIE, SEM FUNDIÇÃO E COM PINTURA	R RICARDO BRUNO ALBARUS, 201 - PAVILHAO B, DIST INDL	498177	6686667	ELEVADO
JACKWAL S/A	92782366000188	FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS, APARELHOS, UTENSÍLIOS, PEÇAS E ACESSÓRIOS, COM TRATAMENTO SUPERFÍCIE, SEM FUNDIÇÃO E COM PINTURA	R J ALOYS GRIEBELER 20, DISTRITO INDUSTRIAL	496109	6686458	ELEVADO
QUANTUM ENGENHARIA E MONTAGENS INDUSTRIAIS LTDA	3046208000130	FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS, APARELHOS, UTENSÍLIOS, PEÇAS E ACESSÓRIOS, SEM TRATAMENTO SUPERFÍCIE, COM FUNDIÇÃO E COM PINTURA	ROD RS-030, 1580, PARQUE DOS ANJOS	503165	6687404	ELEVADO
FUNDICAO SAO GERALDO LTDA	13266496000191	FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS, APARELHOS, UTENSÍLIOS, PEÇAS E ACESSÓRIOS, COM TRATAMENTO SUPERFÍCIE, COM FUNDIÇÃO E SEM PINTURA	EST ITACOLOMI, 2280, VILA BRANCA	497739	6689673	ELEVADO
JOAO HOPPE INDUSTRIAL S/A	92778596000254	FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS, APARELHOS, UTENSÍLIOS, PEÇAS E ACESSÓRIOS, SEM TRATAMENTO SUPERFÍCIE, COM FUNDIÇÃO E SEM PINTURA	R CONEGO JOAO CORDEIRO, 314	502614	6686300	ELEVADO
R E W METALURGICA LTDA	94387917000134	FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS, APARELHOS, UTENSÍLIOS, PEÇAS E ACESSÓRIOS, SEM TRATAMENTO SUPERFÍCIE, COM FUNDIÇÃO E SEM PINTURA	R ITACOLUMI, 700, SAO GERALDO	496327	6688845	ELEVADO
TELBAQ S/A IND E COM	92723238000163	FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS, APARELHOS, UTENSÍLIOS, PEÇAS E ACESSÓRIOS, SEM TRATAMENTO SUPERFÍCIE, COM FUNDIÇÃO E SEM PINTURA	EST MORRO DO COCO, 990 RS-118	498813	6687663	ELEVADO
WIMOL IND DE MOLAS LTDA	1146818000180	FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS, APARELHOS, UTENSÍLIOS, PEÇAS E ACESSÓRIOS, SEM TRATAMENTO SUPERFÍCIE, COM FUNDIÇÃO E SEM PINTURA	AV CENTENARIO, 100, PASSO DAS PEDRAS	499831	6686771	ELEVADO
AMVIAN INDUSTRIA E COMERCIO DE PECAS AUTOMOTIVAS LTDA	11701069000240	FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS, APARELHOS, UTENSÍLIOS, PEÇAS E ACESSÓRIOS, SEM TRATAMENTO SUPERFÍCIE, SEM FUNDIÇÃO E COM PINTURA	AV CENTENARIO 200, PASSO DAS PEDRAS	500146	6686780	ELEVADO
BOELTER AGRO INDUSTRIAL LTDA	89446108000116	FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS, APARELHOS, UTENSÍLIOS, PEÇAS E ACESSÓRIOS, SEM TRATAMENTO SUPERFÍCIE, SEM FUNDIÇÃO E COM PINTURA	ROD BR-290 - TREVO DE ACESSO A GRAVATAI, PASSO DAS CANOAS	504592	6687686	ELEVADO
FAURECIA AUTOMOTIVE DO BRASIL LTDA	1178298002130	FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS, APARELHOS, UTENSÍLIOS, PEÇAS E ACESSÓRIOS, SEM TRATAMENTO SUPERFÍCIE, SEM FUNDIÇÃO E COM PINTURA	ROD BR-290, S/N - KM 67 ENTRADA 1 COMPL. INDL. GM, CRUZEIRO	508741	6688328	ELEVADO

EMPREENDIMENTO	CNPJ/CPF	ATIVIDADE	ENDEREÇO	UTM E	UTM N	POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO
ANDROID MONTAGENS AUTOMOTIVAS DO BRASIL LTDA	14003888000120	FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS, APARELHOS, UTENSÍLIOS, PEÇAS E ACESSÓRIOS, SEM TRATAMENTO SUPERFÍCIE, SEM FUNDIÇÃO E SEM PINTURA	ROD BR-290, KM 67, RUA 24, AREA 2, GALPAO A, CRUZEIRO	508902	6688033	ELEVADO
AUTONEUM BRASIL TEXTEIS ACUSTICOS LTDA	1935393000511	FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS, APARELHOS, UTENSÍLIOS, PEÇAS E ACESSÓRIOS, SEM TRATAMENTO SUPERFÍCIE, SEM FUNDIÇÃO E SEM PINTURA	ROD BR-290, COMPLEXO AUTOMOTIVO GM	508728	6687722	ELEVADO
CENFER INDUSTRIA E COMERCIO LTDA	92771211000146	FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS, APARELHOS, UTENSÍLIOS, PEÇAS E ACESSÓRIOS, SEM TRATAMENTO SUPERFÍCIE, SEM FUNDIÇÃO E SEM PINTURA	AV CENTENARIO, 80, CJ 02, PASSO DAS PEDRAS	499761	6686729	ELEVADO
GESTAMP BRASIL INDUSTRIA DE AUTOPECAS S/A	2147467000356	FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS, APARELHOS, UTENSÍLIOS, PEÇAS E ACESSÓRIOS, SEM TRATAMENTO SUPERFÍCIE, SEM FUNDIÇÃO E SEM PINTURA	ROD BR - 290, CRUZEIRO	508740	6688031	ELEVADO
GIRARDI AUTOMACAO INDL LTDA	2022942000104	FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS, APARELHOS, UTENSÍLIOS, PEÇAS E ACESSÓRIOS, SEM TRATAMENTO SUPERFÍCIE, SEM FUNDIÇÃO E SEM PINTURA	R BOTA FOGO, 217, VILA BRANCA	494818	6688668	ELEVADO
LEAR DO BRASIL LTDA	1998585000577	FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS, APARELHOS, UTENSÍLIOS, PEÇAS E ACESSÓRIOS, SEM TRATAMENTO SUPERFÍCIE, SEM FUNDIÇÃO E SEM PINTURA	AV GENERAL MOTORS, 2000, COMPLEXO AUTOMOTIVO	508202	6687857	ELEVADO
METALURGICA FALCAO LTDA	92727486000182	FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS, APARELHOS, UTENSÍLIOS, PEÇAS E ACESSÓRIOS, SEM TRATAMENTO SUPERFÍCIE, SEM FUNDIÇÃO E SEM PINTURA	ROD RS-118, 3015 - KM 20, MORRO DO COCO	498658	6688074	ELEVADO
QUANTUM ENGENHARIA E MONTAGENS INDUSTRIAIS LTDA	3046208000130	FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS, APARELHOS, UTENSÍLIOS, PEÇAS E ACESSÓRIOS, SEM TRATAMENTO SUPERFÍCIE, SEM FUNDIÇÃO E SEM PINTURA	ROD RS-030, 1580, PARQUE DOS ANJOS	503165	6687404	ELEVADO
SINTERIZADOS ROSAND IND DE MATRIZES COM E SERVICOS LTDA	2180006000113	FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS, APARELHOS, UTENSÍLIOS, PEÇAS E ACESSÓRIOS, SEM TRATAMENTO SUPERFÍCIE, SEM FUNDIÇÃO E SEM PINTURA	R BERNARDO JOAQUIM FERREIRA, 857, PARQUE DOS ANJOS	502476	6686066	ELEVADO
TALMEC IND METALURGICA LTDA	88053053000111	FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS, APARELHOS, UTENSÍLIOS, PEÇAS E ACESSÓRIOS, SEM TRATAMENTO SUPERFÍCIE, SEM FUNDIÇÃO E SEM PINTURA	R LATERAL, 1644	497462	6687791	ELEVADO
VALEO SISTEMAS AUTOMOTIVOS LTDA	57010662003266	FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS, APARELHOS, UTENSÍLIOS, PEÇAS E ACESSÓRIOS, SEM TRATAMENTO SUPERFÍCIE, SEM FUNDIÇÃO E SEM PINTURA	R ACYLINO FRANCISCO DE MEDEIROS, 10, DISTRITO INDUSTRIAL	498770	6687109	ELEVADO
DIGICON S/A CONTROLE ELETRONICO PARA MECANICA	88020102000110	FABRICAÇÃO DE MATERIAL ELÉTRICO-ELETRÔNICO/ EQUIPAMENTOS PARA COMUNICAÇÃO/ INFORMÁTICA, COM TRATAMENTO SUPERFÍCIE	R NISSIN CASTIEL 640, DISTRITO INDUSTRIAL	499338	6686470	ELEVADO

EMPREENDIMENTO	CNPJ/CPF	ATIVIDADE	ENDEREÇO	UTM E	UTM N	POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO
TECMONT IND E COM DE MATERIAL ELETRICO ELETRONICO LTDA	73301095000157	FABRICAÇÃO DE MATERIAL ELÉTRICO-ELETRÔNICO/ EQUIPAMENTOS PARA COMUNICAÇÃO/ INFORMÁTICA, SEM TRATAMENTO SUPERFÍCIE	AV ELY CORREA, Nº 945 (ANTIGA ROD RS 30), PARQUE DOS ANJOS	502698	6687056	ELEVADO
WEG EQUIPAMENTOS ELETRICOS S/A	7175725003002	FABRICAÇÃO DE MATERIAL ELÉTRICO-ELETRÔNICO/ EQUIPAMENTOS PARA COMUNICAÇÃO/ INFORMÁTICA, SEM TRATAMENTO SUPERFÍCIE	ROD RS-020, S/N - KM 6,5 1235, NEOPOLIS	494593	6689355	ELEVADO
CARBE - VIATURAS E TECNOLOGIA P COMBATE A SINISTROS LTDA	90340787000123	FABRICAÇÃO E MONTAGEM DE VEÍCULOS AUTOMOTORES / TRAILLERS	R SANTA CLARA, 325, BARNABE	494882	6688211	ELEVADO
GENERAL MOTORS DO BRASIL LTDA	59275792009610	FABRICAÇÃO E MONTAGEM DE VEÍCULOS AUTOMOTORES / TRAILLERS	R ROD BR-290 KM 67 S/N, DISTRITO IND AUTOMOTIVO	506385	6687742	ELEVADO
J. Anflor Eletronicos - ME	08.218.472/0001-27	FABRICAÇÃO DE APARELHOS DE RECEPÇÃO/ REPRODUÇÃO	Av. Dorival Candido Luz de Oliveira	499526	6689436	ELEVADO
G. Moreira Eletrônicos Eireli – EPP	18.102.307/0001-69	FABRICAÇÃO DE APARELHOS DE RECEPÇÃO, REPRODUÇÃO, GRAVAÇÃO E AMPLIAÇÃO DE ÁUDIO E VÍDEO	Rua Jorge Amado, nº 637	499526	6689436	ELEVADO
Valeo Sistemas Automotivos LTDA	57.010.662/0032-66	FABRICAÇÃO DE AUTOPEÇAS/ MOTOPEÇAS, SEM TRATAMENTO SUPERFICIAL TÉRMICO, SEM FUNDIÇÃO E SEM PINTURA	Rua Acylyno Francisco de Medeiros, nº 10	498772	6687068	ELEVADO
R. Santana de Lima ME	21.010.793/0001-08	FABRICAÇÃO DE CABINES, CARROCERIAS E REBOQUES PARA OUTROS VEÍCULOS AUTOMOTORES, EXCETO CAMINHÕES E ÔNIBUS	Estrada Andrade Neves, nº 892	497852	6691455	ELEVADO
TI Brasil Indústria e comércio	55.981.351/0019-41	FABRICAÇÃO DE COMPONENTES	Rodovia BR-290, KM 67 - COMPLEXO GM	508642	6688295	ELEVADO
Ferramentaria Sul Catarinense LTDA	08.829.017/0001-68	FABRICAÇÃO DE FERRAMENTAS E SERVIÇOS DE USINAGEM	Rua Venâncio Aires, nº 45	504469	6687524	ELEVADO
Promac	02.536.313/0001-94	FABRICAÇÃO DE MAQUINAS	Av. Centenário, nº 80	499765	6686731	ELEVADO
KS Equipamentos Industriais.	03.896.574/0001-88	FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS E APARELHOS DE REFRIGERAÇÃO E VENTILAÇÃO PARA USO COMERCIAL E INDUSTRIAL	Rua Santa Fé, nº 327	494705	6688238	ELEVADO
Pipe Solutions LTDA EPP	17.536.516/0001-58	FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS E APARELHOS SEM TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE	Av. Centenário, nº 08	499685	6686748	ELEVADO
Aliton engenharia LTDA	17.723.505/0001-87	FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS E APARELHOS, COM TRATAMENTO	Av. Brasil, nº 1565	498540	6688718	ELEVADO
LC Paineis e Montagens Industriais - LTDA	09.093.711/0001-22	FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS E APARELHOS, SEM TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE, INCLUSIVE TRATAMENTO TÉRMICO, SEM FUNDIÇÃO E SEM PINTURA	Rua Carlos Lacerda, nº 129	503912	6687325	ELEVADO
Metalurgica Mak Pan LTDA – EPP	01.627.602/0001-36	FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS E APARELHOS, SEM TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE, SEM FUNDIÇÃO E SEM PINTURA	Rua Eli Costa, nº 286	493560	6688969	ELEVADO
LC Engenharia e Montagens industriais LTDA	09.093.711/0001-22	FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS E APARELHOS, SEM TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE	Av. Ely Correa, nº 1805	503759	6687450	ELEVADO

EMPREENDIMENTO	CNPJ/CPF	ATIVIDADE	ENDEREÇO	UTM E	UTM N	POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO
CM da Silveira Sopradoras	13.284.068/0001-91	FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS E APARELHOS, SEM TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE	Rua Carlos Barbosa, nº 256	494461	6688790	ELEVADO
Manufatura Brasil LTDA	10.722.508/0001-57	FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS E APARELHOS, SEM TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE	Rua Eli Costa, nº 76	493767	6688992	ELEVADO
Metalurgica Montacarichi	11.285.300/0001-80	FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS E APARELHOS, SEM TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE	Rod RS 020, nº 5725	497783	6692343	ELEVADO
Serralheria Borba e Borba LTDA	00.095.762/0001-19	FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS E APARELHOS, SEM TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE	Vanius A. dos Santos, nº 3240	500658	6692391	ELEVADO
Evolution Automação Industrial	05.687.713/0001-99	FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS E APARELHOS, SEM TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE	Av. Centenario, nº 231	499970	6686697	ELEVADO
LRC Indústria e Comercio LTDA	14.668.983/0001-43	FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS E APARELHOS, SEM TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE	Rua Machado de Assis, nº 133	496547	6688185	ELEVADO
Amman do Brasil - LTDA	15.143.836/0001-12	FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS E APARELHOS, SEM TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE	Av. Ely Correa, nº 2500	504240	6687650	ELEVADO
Gladii Tecnologia em metalurgica LTDA	08.449.196/0001-08	FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS E APARELHOS, SEM TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE	Francisco Lino dos Santos, nº145	497986	6692659	ELEVADO
Anfrea Monte Alegre - ME	12.683.828/0001-70	FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS E APARELHOS, SEM TRATAMENTO	Rua Reinaldo Dutra, nº 158	500845	6686712	ELEVADO
Mascoti Máquinas especiais LTDA	00.337.753/0001-97	FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS E APARELHOS, SEM TRATAMENTO	Rua Lateral a RS-020, nº 1750	494965	6689696	ELEVADO
Vlados Indústria de válvulas LTDA	61.162.137/0001-80	FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS E APARELHOS, SEM TRATAMENTO	Rua João Maria da Fonseca, nº 1370	500238	6686813	ELEVADO
A & L Metalúrgica LTDA	16.514.020/0001-10	FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS E APARELHOS	Estrada RS 020, nº 2436	495287	6690161	ELEVADO
Girardi Automação Industrial LTDA	02.022.942/0001-04	FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS E APARELHOS	Rua Botafogo, nº 217	494821	6688662	ELEVADO
A. K. Martins - ME	04.626.168/0001-68	FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS E APARELHOS	Rua Brasil, nº 1727	498583	6688737	ELEVADO
Nazário Indústria Metalúrgica LTDA	08.332.183/0001-54	FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS E APARELHOS	Rua João Maria da Fonseca, nº 721	499896	6687398	ELEVADO
Silber Máquinas Industriais LTDA	07.654.609/0001-23	FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS, APARELHOS, UTENSÍLIOS, PEÇAS E ACESSÓRIOS SEM TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE, INCLUSIVE TRATAMENTO TÉRMICO	ROD RS 118, nº 6600	496147	6691485	ELEVADO
Solder Sul	05.913.994/0001-50	FABRICAÇÃO DE MATERIAL ELETRICO-ELETRÔNICO, EQUIPAMENTOS PARA COMUNICAÇÃO E INFORMÁTICA, SEM TRATAMENTO	General Osório, nº 597	499535	6688462	ELEVADO
CLP Prestação de serviços	12.083.557/0001-12	FABRICAÇÃO DE MATERIAL ELÉTRICO-ELETRÔNICO/ INFORMÁTICA, SEM TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE	Av. Antônio Gomes Corrêa, nº 1463	502094	6685458	ELEVADO
Solder Sul Indústria e monitoramento de componentes el.	05.913.994/0001-50	FABRICAÇÃO DE MATERIAL ELÉTRICO-ELETRÔNICO/ INFORMÁTICA, SEM TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE	Rua Jorge Amado, nº 1324	498997	6689940	ELEVADO
CLP Prestação de serviços	12.083.557/0001-12	FABRICAÇÃO DE MATERIAL ELÉTRICO-ELETRÔNICO/ INFORMÁTICA, SEM TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE	Rua Bernardo Joaquim Ferreira, nº 319	502615	6686597	ELEVADO
Playtix importação,	08.228.707/0001-61	FABRICAÇÃO DE MATERIAL	ROD RS 020, nº 592	494012	6688995	ELEVADO

EMPREENHIMENTO	CNPJ/CPF	ATIVIDADE	ENDEREÇO	UTM E	UTM N	POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO
exportação, comércio e fabricação de produtos eletrônicos EIRELI		ELETRO/ELETRÔNICO				
SJ Indústria e comércio de sistemas LTDA	07.145.418/0001-36	FABRICAÇÃO DE MATERIAL-ELETRÔNICO, EQUIPAMENTOS PARA COMUNICAÇÃO E INFORMÁTICA, SEM TRATAMENTO DA SUPERFÍCIE	Rua Silva Jardim, nº 306	493615	6688493	ELEVADO
Estaleiro D Y LTDA	01.723.958/0001-73	FABRICAÇÃO, MONTAGEM E REPARAÇÃO DE BARCOS DE FIBRA DE VIDRO	Rua David Canabarro, nº 155	500788	6688189	ELEVADO
Luiz Antonio de Moraes Veiculos	04.010.796/0001-14	FABRICAÇÃO, MONTAGEM E REPARAÇÃO DE CAMINHÕES, ÔNIBUS E MAQUINAS AGRÍCOLAS	ROD. RS118, nº 3240	498455	6688097	ELEVADO
King Implementos LTDA – EPP	23.026.403/0001-05	INDÚSTRIA METAL-MECÂNICA	Rua Vitorino José Goulart	494675	6695876	ELEVADO
SULMAX INDUSTRIAL AGRICOLA LTDA - ME	72537640000146	MISTURA DE FERTILIZANTES	R BRITO PEIXOTO, 221, NEOPOLIS	496384	6691614	ELEVADO
SUDMETAL INDUSTRIA METALURGICA S/A	91036673000157	PRODUÇÃO DE FUNDIDOS DE FERRO E AÇO/FORJADOS/ ARAMES/RELAMINADOS	R ACYLINO FRANCISCO DE MEDEIROS, 405, DISTRITO INDUSTRIAL	498793	6686702	ELEVADO
MULTISOLV QUIMICA LTDA	72064801000121	RECUPERAÇÃO DE SOLVENTES	EST GRAVATA 800, DEOLINDA GOULART	505168	6687577	ELEVADO
ANODIZADORA GAUCHA LTDA	88143904000117	SERVIÇOS DE FOSFATIZAÇÃO/ ANODIZAÇÃO/ DECAPAGEM/ ETC, EXCETO GALVANOPLASTIA	R GUARARAPES, 256 E 266, BOM FIM	493208	6688582	ELEVADO
F S FABRICACAO E SERVICOS LTDA	4922599000171	SERVIÇOS DE FOSFATIZAÇÃO/ ANODIZAÇÃO/ DECAPAGEM/ ETC, EXCETO GALVANOPLASTIA	AV SAO BORJA, 100, SAO GERALDO	497279	6688945	ELEVADO
POLIMENTO E ANODIZACAO DE METAIS AT LTDA - EPP	88699087000188	SERVIÇOS DE FOSFATIZAÇÃO/ ANODIZAÇÃO/ DECAPAGEM/ ETC, EXCETO GALVANOPLASTIA	AV ELY CORREA 2500, PARQUE DOS ANJOS	504243	6687649	ELEVADO
AGAU EQUIPAMENTOS DE MEDICAO LTDA	2728291000164	SERVIÇOS DE GALVANOPLASTIA	R CECILIA FRIDEL BARCELOS, 60 60, PASSO DAS PEDRAS	499911	6687078	ELEVADO
GALVANIZACAO JJD LTDA – EPP	1329289000150	SERVIÇOS DE GALVANOPLASTIA	ROD RS-020, Nº 4635, NEOPOLIS	496834	6691627	ELEVADO
MARIA LINDA DA ROSA CHAVES - ME/ZINCAGEM G L CHAVES	1299821000133	SERVIÇOS DE GALVANOPLASTIA	R TRES PASSOS, 170, VL VERA CRUZ	495162	6689593	ELEVADO
TECNOZINCO TRATAMENTO DE SUPERFICIES LTDA	417510000169	SERVIÇOS DE GALVANOPLASTIA	ROD RS 118, 12201 - KM 11,8, COSTA DO IPIRANGA	492532	6694087	ELEVADO
Ulguim Comércio e manutenção de equipamentos LTDA - ME	10.676.605/0001-50	SERVIÇOS DE GALVANOPLASTIA	Rua Conselheiro João Link, nº 111	502335	6686772	ELEVADO
PREFEITURA MUNICIPAL DE GRAVATAI	87890992000158	USINA DE ASFALTO E CONCRETO ASFÁLTICO, À QUENTE	AV JOSE LOUREIRO DA SILVA 1350, CENTRO	500589	6687488	ELEVADO
CJ Asfaltos LTDA ME	23.921.551/0001-93	USINA DE ASFALTO E CONCRETO ASFÁLTICO, À QUENTE	Rua Paul Zivi, nº 120	498002	6686874	ELEVADO