



**COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO
ESCOLA SUPERIOR DA CETESB**



**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO “CONFORMIDADE AMBIENTAL COM
REQUISITOS TÉCNICOS E LEGAIS”**

Henrique Pisa Perroni

**CONTRIBUIÇÃO METODOLÓGICA PARA ANÁLISE PRELIMINAR DE
POTENCIAIS ÁREAS PARA ATERRO SANITÁRIO COM AUXÍLIO DO
SOFTWARE QGIS**

Estudo de Caso: Município de Vargem Grande do Sul - SP

**São Paulo
2021**



Henrique Pisa Perroni

**CONTRIBUIÇÃO METODOLÓGICA PARA ANÁLISE PRELIMINAR DE
POTENCIAIS ÁREAS PARA ATERRO SANITÁRIO COM AUXÍLIO DO
SOFTWARE QGIS**

Estudo de Caso: Município de Vargem Grande do Sul - SP

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de pós-graduação “Conformidade Ambiental com Requisitos Técnicos e Legais”, da Escola Superior da CETESB, como requisito parcial para obtenção do título de especialista em Conformidade Ambiental.

Orientador: Prof. Jorge Luiz Silva Rocco.

**São Paulo
2021**

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO

(CETESB – Biblioteca, SP, Brasil)

P543c	<p>Perroni, Henrique Pisa Contribuição metodológica para análise preliminar de potenciais áreas para aterro sanitário com auxílio do <i>software</i> QGIS : estudo de caso : município de Vargem Grande do Sul - SP / Henrique Pisa Perroni. – São Paulo, 2021. 185 p. : il. color. ; 30 cm.</p> <p>Orientador: Prof. Jorge Luiz Silva Rocco. Trabalho de conclusão de curso (Especialização em Conformidade Ambiental) – Pós-Graduação Lato Sensu Conformidade Ambiental com Requisitos Técnicos e Legais, Escola Superior da CETESB, São Paulo, 2021. Disponível também em: <http://cetesb.sp.gov.br/escolasuperior/producao-tecnico-cientifica/>.</p> <p>1. Aterro sanitário 2. Geoprocessamento 3. Legislação ambiental 4. Resíduos sólidos – disposição final 5. Vargem Grande do Sul (SP) I. Rocco, Jorge Luiz Silva, Orient. II. Escola Superior da CETESB (ESC). III. Título.</p>
CDD (21. ed. Esp.)	628.445 64 028.5 816 1 005.369 028 6 816 1
CDU (2. ed. Port.)	628.472.3:004.932(815.6)

Catalogação na fonte: Margot Terada – CRB8.4422

Direitos reservados de distribuição e comercialização.
Permitida a reprodução desde que citada a fonte.

© CETESB.

Av. Prof. Frederico Hermann Jr., 345

Pinheiros – SP – Brasil – CEP 05459900

Site: <<http://cetesb.sp.gov.br/escolasuperior/producao-tecnico-cientifica/>>



CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO
CONFORMIDADE AMBIENTAL COM REQUISITOS TÉCNICOS E LEGAIS



AVALIAÇÃO DOS TRABALHOS DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aluno(a):	Henrique Pisa Perroni	
Título do trabalho:	CONTRIBUIÇÃO METODOLÓGICA PARA ANÁLISE PRELIMINAR DE POTENCIAIS ÁREAS PARA ATERRO SANITÁRIO COM AUXÍLIO DO SOFTWARE QGIS Estudo de Caso: Município de Vargem Grande do Sul - SP	Turma: 2017

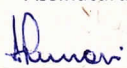
Avaliadores	Nota	Assinatura
Avaliador 1 Nome: Heber Braida	10,0	
Avaliador 2 Nome: João Carlos Mucciacito	10,0	
Orientador Nome: Jorge Luiz Silva Rocco	10,0	
Nota final	10,0	
Aprovado em São Paulo, 04 de março de 2021		

Ciência do aluno(a) nome: HENRIQUE PISA PERRONI	Assinatura
--	----------------

A aprovação do Trabalho de Conclusão de Curso não significa aprovação, endosso ou recomendação, por parte da CETESB, de produtos, serviços, processos, metodologias, técnicas, tecnologias, empresas, profissionais, ideias ou conceitos mencionados no trabalho.

Aluno(a):	Henrique Pisa Perroni	
Título do trabalho:	CONTRIBUIÇÃO METODOLÓGICA PARA ANÁLISE PRELIMINAR DE POTENCIAIS ÁREAS PARA ATERRO SANITÁRIO COM AUXÍLIO DO SOFTWARE QGIS Estudo de Caso: Município de Vargem Grande do Sul - SP	Turma: 2017

Observações:

Ciência do aluno(a) nome: HENRIQUE PISA PERRONI	Assinatura 
--	---

A aprovação do Trabalho de Conclusão de Curso não significa aprovação, endosso ou recomendação, por parte da CETESB, de produtos, serviços, processos, metodologias, técnicas, tecnologias, empresas, profissionais, ideias ou conceitos mencionados no trabalho.

AGRADECIMENTOS

Ao professor Jorge Luiz Silva Rocco pela oportunidade em realizar este trabalho de conclusão de curso sob sua orientação, pelos ensinamentos, apoio e confiança.

Aos meus pais Germano Perroni e Sandra Mara Pisa Perroni, pelo apoio, carinho, motivação e por acreditarem em mim.

Aos meus tios Julio Cesar e Célia, pelo carinho, apoio e por me acolherem enquanto estive em Araraquara.

Aos meus tios Ny e Con, pelo carinho, apoio e por me acolherem aos finais de semana durante o curso.

Aos meus amigos Eduardo Montesi e Ingrid Freitas, pela amizade, apoio, paciência e motivação.

Aos meus colegas de turma, pela amizade e por proporcionarem momentos incríveis e de muito aprendizado durante o curso.

A equipe Geowater, por incentivar e contribuir para a realização do presente curso.

Aos funcionários e professores da Escola Superior CETESB, pela dedicação e por não medirem esforços em auxiliar os estudantes durante a Pós-Graduação.

Ao Jornal Gazeta de Vargem Grande, por colaborar com materiais de seu acervo e disponibilizar espaço em sua sede, para melhor estudar e analisar os materiais, contribuindo e muito para o enriquecimento das informações históricas do município.

E a todos os colegas, amigos e familiares que de alguma forma contribuíram para a realização desse trabalho.

“A vida dá o caminho pro sujeito homem
Então recicle suas ideias, e queira prosperar!
Preserve a natureza, pro seu filho aproveitar
Então erga a mão pro alto, faça a diferença
Esteja sempre em paz com a sua consciência!”
(Charlie Brown Jr. – Inabalavelmente)

RESUMO

O crescimento populacional registrado nas últimas décadas atrelado ao consumismo, a expansão urbana e a falta de planejamento ambiental trazem consigo o aumento na geração de resíduos sólidos e rejeitos, como também na redução de áreas adequadas para receber estes materiais, sendo este um dos grandes transtornos que afetam a sociedade. No Brasil, cerca de 54% dos municípios dispõem seus resíduos sólidos urbanos e rejeitos em locais inadequados, e 45,2% não possuem um Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos – PMGIRS, o qual é necessário para que o município tenha acesso a recursos da União, para atividades relacionadas a gestão de resíduos. A identificação de áreas ambientalmente adequadas para disposição final desses materiais tem sido um dos principais desafios das administrações públicas, e um dos itens necessários para a elaboração do PMGIRS. Portanto, o presente trabalho tem como objetivo contribuir metodologicamente para a elaboração desse estudo, com baixo investimento, utilizando-se de apenas informações públicas, e com auxílio do *software* livre de geoprocessamento QGIS, para auxiliar os municípios de pequeno e médio com dificuldades orçamentárias, ou que não possuam um PMGIRS, ou que depositam seus resíduos em locais inadequados a realizarem esse estudo. Com o auxílio do QGIS, foi possível elaborar mapas temáticos dos critérios de interesse, resultando no mapa de áreas aptas para implantação de aterro sanitário, com estudo de caso o município de Vargem Grande do Sul – SP com 41.501 habitantes. Pode-se concluir que é possível realizar esse estudo preliminar de forma rápida, prática e com baixo investimento.

Palavras-chave: Multicritério. Fuzzy. Geoprocessamento.

ABSTRACT

The population growth registered in the last decades due to consumerism, urbanization and lack of environmental planning is leading to the increase of waste products as well as decreasing the number of adequate waste management areas; thus causing a great impact on society. In Brazil around 54% of all cities dispose of its urban solid waste in inadequate areas and 45,2% doesn't have the PMGIRS – City Plan for Integrated Solid Waste Management, which is mandatory for the city to have in order to gain access to Federal resources to be used in activities related to waste management. The identification of environmental adequate areas to proper dispose of waste has been one of the major challenges for public administrations and it is also necessary for the PMGIRS. Therefore, the aim of this thesis is to contribute with the methodology to enable the development of this study with low costs using only public information that is available and the opensource geoprocessing software QGIS by small and medium size cities with limited financial resources or those without the PMGIRS or that inadequately dispose of its solid waste. It was possible to generate individual maps for each one of the criteria of the purposed study using the software QGIS and the final map of all possible areas in which a landfill site could be implemented using the city of Vargem Grande do Sul with 41.501 inhabitants, in São Paulo, for the study. The conclusion is that it is possible to carry out this preliminary study in a quick and practical manner and with a low cost.

Keywords: Multicritery. Fuzzy. Geoprocessing.

LISTA DE FIGURAS, TABELAS E QUADROS

Figura 1 – Corte da Seção Transversal de um Aterro Sanitário.....	43
Figura 2 – Tipos construtivos de aterros acima do nível original do terreno	45
Figura 3 – Tipos construtivos de aterros abaixo do nível original do terreno...	45
Figura 4 – IQR dos municípios paulistas (2011 e 2019)	50
Figura 5 – Categoria do IGR dos municípios paulistas – 2019.....	51
Figura 6 – Municípios com PMGIRS no Estado de São Paulo – 2018.....	53
Figura 7 – Partição do mundo real por critérios	64
Figura 8 – RA de Campinas e RG de São João da Boa Vista	68
Figura 9 – UGRHI 04 – Pardo.....	68
Figura 10 – Mapa das principais vias de acesso a Vargem G. do Sul	69
Figura 11 – Localização do antigo lixão e atual Aterro Sanitário.....	78
Figura 12 – Vargem Grande do Sul possui o pior lixão paulista.....	78
Figura 13 – Parque Urbano Municipal de Vargem G. do Sul	81
Figura 14 – Mapa geológico de Vargem G.do Sul	83
Figura 15 – Mapa Geomorfológico de Vargem G. do Sul.....	87
Figura 16 – Mapa de Declividade e Hipsométrico de Vargem G. do Sul.....	88
Figura 17 – Mapa de Perigo de Inundação de Vargem G.do Sul	90
Figura 18 – Mapa pedológico de Vargem G. do Sul	91
Figura 19 – Série Histórica de Precipitação e Temperatura Média Mensal	95
Figura 20 – Série Histórica de Direção e Velocidade Média dos Ventos	96
Figura 21 – Mapa dos Recursos Hídricos de Vargem G. do Sul	97
Figura 22 – Mapa do Inventário Florestal e do Bioma de Vargem G. do Sul....	100
Figura 23 – Mapa de Uso e Ocupação do Solo de Vargem G. do Sul	101
Figura 24 – Fluxograma das Etapas de Trabalho	103
Figura 25 – Sequência realizada para compatibilização dos dados	106
Figura 26 – Matriz de Comparação Pareada	113
Figura 27 – Pesos finais dos critérios (fatores).....	114
Figura 28 – Unidades de Conservação x Vargem Grande do Sul	116
Figura 29 – APRMs do Estado de São Paulo x Vargem Grande do Sul.....	117
Figura 30 – Sub-bacias das UGRHIS Pardo e Mogi-Guaçu.....	118
Figura 31 – Populações tradicionais x Vargem Grande do Sul.....	119
Figura 32 – Áreas de Patrimônios x Vargem Grande do Sul	120
Figura 33 – Mapa de Nota – Pedologia	122
Figura 34 – Mapa de Nota – Geologia.....	123
Figura 35 – Mapa de Nota – Distância dos Recursos Hídricos Superficiais	124
Figura 36 – Mapa de Nota – Distância de Núcleos Urbanos.....	125
Figura 37 – Mapa de Nota – Distância de Vias.....	126
Figura 38 – Mapa de Nota – Declividade	127
Figura 39 – Mapa de Nota – Risco de Inundação	128
Figura 40 – Mapa de Nota – Distância de Aeródromos.....	129
Figura 41 – Mapa de Áreas Aptas para Implantação de Aterro Sanitário.....	130

Figura 42 – Mapa de profundidade dos solos de Vargem G. do Sul.....	160
Figura 43 – Mapa de textura superficial dos solos de Vargem G. do Sul.....	160
Figura 44 – Imagem aérea de 1967 (anterior a instalação do lixão 1977).....	161
Figura 45 – Imagem de satélite da área do lixão – 2006	161
Figura 46 – Imagem de satélite da área do lixão – 2010 (queima de lixo)	161
Figura 47 – Imagem de satélite da área do lixão – 2013	162
Figura 48 – Imagem de satélite da área do lixão – 2016	162
Figura 49 – Imagem de satélite da área do lixão – 2019	162
Figura 50 – Catadores no lixão – [20--?].....	163
Figura 51 – Vista do lixão e APP – [20--?].....	163
Figura 52 – Lixão e APP ao fundo – [20--?].....	163
Figura 53 – Catadores no lixão – 2002	164
Figura 54 – Acúmulo de percolado na superfície do solo – 2002	164
Figura 55 – Disposição de lixo hospitalar no lixão – 2002.....	164
Figura 56 – Lixão – 2009	165
Figura 57 – Vista do lixão – 2009	165
Figura 58 – Lixão – 2010	165
Figura 59 – Disposição irregular de paletes no Lixão – 2013.....	166
Figura 60 – Disposição irregular de frutas e material de poda – 2013	166
Figura 61 – Projeto do atual aterro sanitário – 2005	167
Figura 62 – Principais estruturas do aterro sanitário	167
Figura 63 – Imagem de satélite do aterro sanitário – 2010	168
Figura 64 – Imagem de satélite do aterro sanitário – 2013	168
Figura 65 – Imagem de satélite do aterro sanitário – 2016	168
Figura 66 – Imagem de satélite do aterro sanitário – 2017	169
Figura 67 – Imagem de satélite do aterro sanitário – 2018	169
Figura 68 – Imagem de satélite do aterro sanitário – 2019	169
Figura 69 – Disposição irregular em valas não impermeabilizadas – 2013.....	170
Figura 70 – Disposição irregular de resíduos fora da vala – 2013.....	170
Figura 71 – Escoamento superficial de chorume sobre o solo – 2013.....	170
Figura 72 – Disposição irregular de resíduos – 2013.....	171
Figura 73 – Galpão para reciclagem – 2013	171
Figura 74 – Compactação dos resíduos sólidos e presença de aves – 2014... 171	171
Figura 75 – Disposição irregular dos resíduos – 2014.....	172
Figura 76 – Galpão para reciclagem – 2014	172
Figura 77 – Construção de nova vala para recebimento de resíduos – 2014 .. 172	172
Figura 78 – Recobrimento irregular dos resíduos – 2015.....	173
Figura 79 – Disposição irregular de resíduos sobre vala esgotada – 2015.....	173
Figura 80 – Disposição clandestina de resíduos – 2015.....	173
Figura 81 – Disposição irregular de resíduos – 2016.....	174
Figura 82 – Vista do aterro com disposição irregular de resíduos – 2016.....	174
Figura 83 – Queima ilegal no aterro sanitário – 2016.....	174
Figura 84 – Queima ilegal de resíduos – 2016	175
Figura 85 – Interdição do aterro sanitário – 2016	175
Figura 86 – Disposição irregular de resíduos – 2017.....	175
Figura 87 – Vala irregular (parcialmente sem impermeabilização) – 2017	176
Figura 88 – Vala irregular (sistema de drenagem comprometida) – 2017	176

Figura 89 – Recuperação das valas irregulares – 2017	176
Figura 90 – Resíduos encontrados na abertura de novas valas – 2018	177
Figura 91 – Disposição irregular de resíduos – 2019.....	177
Figura 92 – Presença de aves no aterro sanitário – 2019	177
Figura 93 – Presença irregular de catadores – 2019	178
Figura 94 – Edifício de administração abandonado e sucateado – 2019	178
Figura 95 – Galpão para reciclagem abandonado e sucateado – 2019	178
Figura 96 – Construção de novas valas – 2019	179
Figura 97 – Localização preliminar do aterro sanitário – 2002.....	179
Figura 98 – Documentação para atividades com potencial atrativo de fauna .	180
Figura 99 – Modelo de planinha para cálculo do IQR	182
Figura 100 – Modelo de planinha para cálculo do IQR-Vala	183

Tabela 1 – Relação de municípios por tipo de disposição final adotada	46
Tabela 2 – RSU gerado e coletado diariamente no Brasil e por região – 2018 ..	47
Tabela 3 – RSU disposto diariamente por tipo de disposição final – 2018	48
Tabela 4 – Área mínima recomendável para a implantação de aterro sanitário	62
Tabela 5 – Materiais e recursos utilizados no presente trabalho.....	104
Tabela 6 – Fatores e Restrições analisados para a elaboração dos mapas	107

Quadro 1 – Faixas das APPs em cursos d'água perenes e intermitentes.....	26
Quadro 2 – Produção “per capita” de RSU em função da população urbana ...	49
Quadro 3 – Evolução do IQR no Estado de São Paulo	49
Quadro 4 – N.º de municípios sem PMGIRS no Brasil e por Região – 2017	52
Quadro 5 – Escala de valores AHP para comparação pareada.....	66
Quadro 6 – Principais aspectos demográficos – 2020.....	69
Quadro 7 – Participação setorial no PIB Total e per Capita – 2017	70
Quadro 8 – Participação dos vínculos empregatícios por setor – 2018.....	71
Quadro 9 – Dados da Receita de Vargem G. do Sul – 2019	72
Quadro 10 – Taxa de natalidade e mortalidade – 2018	73
Quadro 11 – Dados da educação	74
Quadro 12 – Dados dos indicadores IPRS – 2018	75
Quadro 13 – Índices de saneamento do município	76
Quadro 14 – Panorama municipal na gestão de RSU – 2019	76
Quadro 15 – Breve contexto histórico da disposição de RSU em V. G. do Sul .	79
Quadro 16 – Dados geomorfológicos de Vargem G. do Sul.....	87
Quadro 17 – Notas dos critérios e descrição adotada pela lógica de Fuzzy ...	107
Quadro 18 – Notas de aptidão dos critérios	112
Quadro 19 – Estimativa de área mínima para tempo de projeto de 15 anos....	130
Quadro 20 – Critérios de formação dos grupos do IPRS.....	184
Quadro 21 – Parâmetros IPRS para a classificação dos municípios – 2018....	184

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABLP	Associação Brasileira de Resíduos e Limpeza Pública
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
APA	Área de Proteção Ambiental
APP	Área de Preservação Permanente
CBH	Comitê de Bacia Hidrográfica
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CPLA	Coordenadoria de Planejamento Ambiental
EIA/RIMA	Estudo de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto no Meio Ambiente
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária
EPL	Empresa de Planejamento e Logística
FEHIDRO	Fundo Estadual de Recursos Hídricos
FEITEP	Faculdade de Engenharia e Inovação Técnico Profissional
IBAM	Instituto Brasileira de Administração Municipal
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IG	Instituto Geológico do Estado de São Paulo
IGC	Instituto Geográfico e Cartográfico do Estado de São Paulo
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
IPHAN	Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
MMA	Ministério do Meio Ambiente
NBR	Norma Brasileira
PERS	Política Estadual de Resíduos Sólidos
PMGIRS	Plano Municipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos

SIG	Sistema de Informação Geográfica
SIMA	Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo
SINIR	Sistema Nacional de Informações sobre Gestão de Resíduos Sólidos
SMA	Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza
SSRH	Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos
TAC	Termo de Ajustamento de Conduta
UC	Unidades de Conservação
UGRHI	Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos
GIS	<i>Geographic Information System</i> = Sistema de Informação Geográfica
GPS	<i>Global Positioning System</i> = Sistema de Posicionamento Global

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	ABORDAGEM DOS ASPECTOS LEGAIS E NORMATIVOS	20
2.1	ASPECTOS LEGAIS	20
2.1.1	Áreas de Conservação e Preservação Ambiental	24
2.1.2	Áreas de Proteção dos Mananciais	27
2.1.3	Áreas de Proteção Ocupadas por Populações Tradicionais	28
2.1.4	Áreas de Zoneamento Ecológico Econômico – ZEE	29
2.1.5	Áreas de Proteção de Patrimônio	30
<i>2.1.5.1</i>	<i>Espeleológico</i>	<i>30</i>
<i>2.1.5.2</i>	<i>Arqueológico, Histórico, Artístico e Turístico</i>	<i>31</i>
2.1.6	Áreas de Proteção de Aeródromos	32
2.1.7	Licenciamento Ambiental	34
2.2	ASPECTOS NORMATIVOS	37
3	RESÍDUOS SÓLIDOS	39
3.1	CLASSIFICAÇÃO	39
3.2	MÉTODOS DE TRATAMENTO	41
3.3	DISPOSIÇÃO FINAL	42
3.4	PANORAMA NO BRASIL E NO ESTADO DE SÃO PAULO	46
3.4.1	Da disposição final dos RSU	46
3.4.2	Dos municípios com PMGIRS	52
4	MÉTODO APLICADO	54
4.1	SELEÇÃO DE ÁREAS PARA ATERRO SANITÁRIO	54
4.1.1	Critérios ambientais	55
4.1.2	Critérios de uso e ocupação do solo	58
4.1.3	Critérios operacionais	60
4.2	GEOPROCESSAMENTO E SUPORTE À DECISÃO	63
4.2.1	Análise multicriterial	64
5	ESTUDO DE CASO	67
5.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	67
5.1.1	Aspectos Gerais	67
5.1.2	Aspectos Econômicos e Sociais	70
<i>5.1.2.1</i>	<i>Aspectos Econômicas</i>	<i>70</i>

5.1.2.2 Aspectos Sociais	73
5.1.3 Aspectos de Saneamento	75
5.1.3.1 Contexto Histórico da Disposição Final dos RSU no Município.....	77
5.1.4 Aspectos Ambientais	81
5.1.5 Aspectos Geológicos	81
5.1.6 Aspectos Geomorfológicos.....	86
5.1.7 Aspectos Pedológicos	90
5.1.8 Aspectos Climáticos	95
5.1.9 Recursos Hídricos	97
5.1.10 Vegetação.....	99
5.1.11 Uso e Ocupação do Solo	100
5.2 LEGISLAÇÃO MUNICIPAL	102
6 MÉTODO APLICADO PARA A ÁREA DE ESTUDO.....	103
6.1 ETAPA 1: LEVANTAMENTO DE DADOS.....	103
6.2 ETAPA 2: PRÉ-PROCESSAMENTO.....	105
6.3 ETAPA 3: ANÁLISE MULTICRITÉRIO.....	106
6.4 ETAPA 4: ANÁLISE E RESULTADO	114
7 RESULTADOS E DISCUSSÃO	116
7.1 DIFICULDADES E RECOMENDAÇÕES.....	131
8 CONCLUSÃO.....	134
REFERÊNCIAS	136
GLOSSÁRIO	159
APÊNDICE A – MAPAS COMPLEMENTARES	160
ANEXO A – IMAGENS DA ÁREA DO LIXÃO.....	161
ANEXO B – IMAGENS DA ÁREA DO ATERRO SANITÁRIO.....	167
ANEXO C – DOCUMENTAÇÃO COMPLEMENTAR	180
ANEXO D – PLANILHAS PARA CÁLCULO DO IQR E IQR-VALAS ..	182
ANEXO E – CRITÉRIOS DE FORMAÇÃO DOS GRUPOS DO IPRS..	184

1 INTRODUÇÃO

O crescimento populacional registrado nas últimas décadas atrelado ao consumismo, a expansão urbana e a falta de planejamento ambiental trazem consigo o aumento na geração de resíduos sólidos e rejeitos¹, como também na redução de áreas adequadas para receber estes materiais, sendo este um dos grandes transtornos que afetam a sociedade, além da problemática do aumento da quantidade dos resíduos há também o da diversidade conforme expressado a seguir por Santos e Silva (2011):

A expansão da urbanização acompanhada dos avanços tecnológicos e o consumismo trazem consigo um aumento na quantidade e diversidade de resíduos sólidos urbanos (RSU), que demandam uma disposição final adequada para se evitar danos ao meio ambiente e a saúde pública. (SANTOS; SILVA, 2011 apud SCHIMIDT, 2016, p. 15).

De acordo com Brollo (2004 apud BUENO, 2013, p. 434) “a prática de disposição inadequada dos resíduos é herdada de um passado sem planejamento ambiental, responsável por muitas áreas degradadas e/ou contaminadas”. Portanto, a expansão urbana em conjunto com as diversas áreas já degradadas/contaminadas e restrições ambientais são alguns dos principais fatores para a redução de áreas aptas para a disposição final adequada.

Em 2006, o Estado de São Paulo passou a ter um marco regulatório na questão de resíduos sólidos com a criação da Política Estadual de Resíduos Sólidos – PERS, instituída pela Lei Estadual n.º 12.300, de 16 de março de 2006 (SÃO PAULO, 2006b) e regulamentada pelo Decreto Estadual n.º 54.645/2009 (SÃO PAULO, 2009a), “proibindo certas formas de destinação de resíduos sólidos tais como: lançamento “in natura” a céu aberto (lixões), deposição inadequada no solo (aterro controlado)”, etc., obrigando os municípios do Estado de São Paulo a adotarem soluções técnicas ambientalmente adequadas para a disposição final dos resíduos.

Em 2010, foi instituída a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS através da Lei n.º 12.305, 2 de agosto de 2010 (BRASIL, 2010b) e regulamentada pelo Decreto Federal n.º 7.404/2010 (BRASIL, 2010a), a qual proíbe como “formas de destinação ou disposição de resíduos sólidos ou rejeitos, o lançamento em praias, no

¹ “Rejeitos: resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada”. (BRASIL, 2010b, p. 3).

mar ou em quaisquer corpos hídricos; lançamento ‘in natura’ a céu aberto, excetuados os resíduos de mineração; queima a céu aberto ou em recipientes, instalações e equipamentos não licenciados para essa finalidade; e outras formas vedadas pelo poder público”; além de determinar, os aterros sanitários como forma de disposição final ambientalmente adequada de rejeitos.

A identificação de áreas adequadas para a disposição final de RSU tem sido um dos principais desafios enfrentados pelas administrações públicas municipais, uma vez que estas encontram dificuldade em se adequar aos padrões ambientais estabelecidos, devido aos recursos financeiros insuficientes e/ou por haver “falta de conhecimento dos gestores públicos e equipes apoio quanto aos estudos que devem ser realizados para a identificação dessas áreas favoráveis” (BUENO, 2013, p. 431).

De acordo com o PNRS (BRASIL, 2010a), “para que os Municípios e o Distrito Federal possam ter acesso a recursos da União destinados a serviços relacionados a gestão dos resíduos sólidos, é necessário que os mesmos elaborem seus Planos Municipais de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos – PMGIRS”.

No Estado de São Paulo, de acordo com o Plano de Resíduos Sólidos de São Paulo (SMA, 2014a) e o Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Urbanos 2018 (CETESB, 2019), “no que concerne às políticas públicas² adotadas para a melhoria de gestão de resíduos sólidos, bem como, para o auxílio e o assessoramento dos municípios, destacam-se”:

- Projeto Ambiental Estratégico “Lixo Mínimo”;
- Programa Município Verde Azul – PMVA;
- Fundo Estadual de Recursos Hídricos – FEHIDRO;
- Fundo Estadual de Prevenção e Controle da Poluição – FECOP;
- Programa Estadual de Implementação de Projetos de Resíduos Sólidos;
- Programa Estadual de Apoio Técnico à Elaboração de Planos Municipais de Saneamento;
- Estratégia para o Desenvolvimento Sustentável 2020;
- Cadastro de Entidades de Catadores de Materiais Recicláveis;
- Circuito Ecofeiras nos Parques Urbanos; e

² No presente estudo não serão abordadas todas as Políticas Públicas listadas, porém, foi necessário citá-las para trazer a luz esse assunto.

- Programa Estadual de Apoio Financeiro a Ações Ambientais.

Das Políticas Públicas supracitadas, serão abordados os Fundos Estaduais FEHIDRO e FECOP e o Programa Município Verde/Azul (PMVA), conforme segue:

FEHIDRO: criado pela Lei Estadual n.º 7.663/91, e regulamentado pelos Decretos Estaduais n.º 37.300/93, n.º 43.204/98 e n.º 48.896/04, tem como objetivo de dar suporte financeiro a Política Estadual de Recursos Hídricos e ações correspondentes. Os projetos financiados pelo FEHIDRO são enquadrados conforme as prioridades no Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH)³, instrumento técnico, estratégico e econômico-financeiro para implantação da Política, o qual fornece as diretrizes, objetivos e metas para realização de programas de proteção, recuperação, controle e conservação de recursos hídricos. Porém, “a limpeza públicas, tratamento e a destinação de resíduos sólidos são atividades que contribuem para a manutenção das condições de sanidade dos recursos hídricos, permitindo ao setor pleitear recursos do fundo. (SMA, 2014a, p. 24). A Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB desempenha o papel de agente técnico do FEHIDRO, efetuando a análise de projetos e o acompanhamento de obras, com vistas à liberação dos recursos correspondentes. (CETESB, 2019, p. 55).

FECOP: criado pela Lei n.º 11.160, de 18 de junho de 2002, com o intuito de apoiar e incentivar a execução de projetos relacionados ao controle, preservação e melhoria das condições do meio ambiente no Estado de São Paulo. Os tomadores de recurso podem ser órgãos ou entidades da administração direta ou indireta, consórcios intermunicipais, concessionários de serviços públicos e empresas privadas. (SMA, 2014a, p. 24).

De acordo com o art. 8º do Decreto Estadual n.º 57.817, de 28 de fevereiro de 2012 (SÃO PAULO, 2012) o qual “institui sob coordenação da Secretaria do Meio Ambiente – SMA o Programa Estadual de Implementação de Projetos de Resíduos Sólidos, o Conselho de Orientação do FECOP, deliberará acerca da destinação de parte dos recursos do fundo exclusivamente aos municípios que gerenciarem os resíduos urbanos em conformidade com plano instituído nos termos da legislação aplicável a matéria”, ou seja, o PMGIRS é pré-requisito para liberação de recursos desse fundo aos municípios paulistas.

PMVA: objetiva estimular a participação dos municípios na política ambiental, com adesão ao Protocolo VerdeAzul, além de certificar os municípios ambientalmente corretos, dando prioridade no acesso aos recursos públicos. A adesão do município é voluntária, por assinatura de um Protocolo de Intenções com dez diretrizes que abordam questões ambientais prioritárias, dentre as diretrizes ambientais que devem ser atendidas pelos municípios, destaca-se a dos resíduos sólidos que **privilegia as cidades cujo local de disposição recebe a classificação de IQR⁴ Adequado, bem como, as que possuem Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos**, programa e/ou ações de coleta seletiva e ações de responsabilidade pós-

³ Lei n.º 16.337/2016 – “Dispõe sobre o Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH e dá providências correlatas.” (SÃO PAULO, 2016c).

⁴ O Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos – IQR será abordado no item 3.4.1.

consumo com setores produtivos para a coleta e destinação adequada de resíduos. **Hoje, a participação do município no PMVA é pré-requisito para a liberação de recursos do FECOP.** (SMA, 2014a, p. 25; CETESB, 2019, p. 55, grifo meu).

Portanto, pode ser observado que a nível nacional, os municípios somente poderão ter acesso aos recursos da união para serviços e empreendimentos relacionados à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos, caso elaborem seus respectivos PMGIRS e, na esfera estadual, no caso do Estado de São Paulo, os municípios podem participar do Programa Município Verde/Azul para pleitearem recursos dos Fundos Estaduais supracitados. Importante ressaltar que os municípios que possuem o Plano terão preferência para a obtenção de recursos, expondo, assim, a importância da elaboração dos respectivos Planos Municipais de Gerenciamento de Resíduos Sólidos pelos municípios, para poderem superar as dificuldades orçamentárias em relação a investimentos no setor de saneamento, sendo esta, a realidade de muitos municípios.

“Dentre os itens mínimos necessários para a elaboração do PMGIRS, está a identificação de áreas favoráveis para disposição final ambientalmente adequada de rejeitos em consonância com os Planos Diretores e legislação de uso e ocupação do solo” (BRASIL, 2010b; SÃO PAULO, 2006b).

De acordo com Lino (2007, p. 2) “o primeiro passo para uma disposição final adequada inicia-se com a seleção de locais favoráveis para a implantação do aterro sanitário, do ponto de vista ambiental”. E segundo Calijuri, Lorentz e Melo (2002, p. 232) “a localização do aterro sanitário é um processo de decisão de natureza multicritério, no qual são considerados diversos atributos e implica na avaliação e seleção de áreas aptas entre várias alternativas possíveis, com base em alguns critérios” e deve ser realizado por profissionais habilitados⁵.

A adequada escolha dessas áreas contribui para a redução dos riscos ao meio ambiente e à saúde pública, como também, os impactos sociais e financeiros, conforme corroborado por Marques (2011):

A adequada seleção de área para implantação de aterros é de grande importância, visto que reduz os impactos ambientais, sociais e financeiros relacionados à disposição final de resíduos sólidos, devendo atender à

⁵ Profissional com conhecimento técnico e legal sobre o assunto, e em geoprocessamento; que possua registro ativo no conselho de classe competente ao seu ramo, sendo estudos ambientais parte de sua competência. (Entendimento do autor frente a proposta envolvida do trabalho).

legislação vigente, bem como as necessidades da população. (MARQUES, 2011, p. 1).

De acordo com a ABRELPE (2019), em 2018 cerca de 3.001 (três mil e um) municípios brasileiros não possuíam aterros sanitários como forma de disposição final de rejeitos e, em 2017 aproximadamente 2.518 (dois mil e quinhentos e dezoito) municípios ainda não possuíam PMGIRs (BRASIL, 2018b).

Em 2018, no Estado de São Paulo, dos 645 (seiscentos e quarenta e cinco) municípios paulistas, aproximadamente 199 (cento e noventa e nove) ainda não possuíam PMGIRs (ver Figura 6).

Pode ser observado que no Brasil ainda é expressivo o número de municípios que dispõem seus rejeitos de forma inadequada e/ou carecem de um Plano Municipal de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, como também de estudos para a seleção de áreas ambientalmente adequadas para a implantação de aterros sanitários. Sendo assim, o presente trabalho tem por objetivo trazer uma contribuição metodológica para a realização desta seleção utilizando como estudo de caso o Município de Vargem Grande do Sul, localizado no estado de São Paulo, que ainda não possui um PMGIRs.

As hipóteses deste trabalho são: ser possível realizar um estudo preliminar de identificação de áreas ambientalmente adequadas para a implantação de um aterro sanitário apenas com informações e banco de dados públicos e com auxílio de um software livre (gratuito) de geoprocessamento, neste caso o QGIS e, com baixo investimento financeiro e de tempo.

O objetivo geral é elaborar uma metodologia para a realização deste estudo para auxiliar administrações públicas municipais de pequeno e médio porte que tenham dificuldades orçamentárias, e que ainda não possuem um PMGIRs.

Os objetivos específicos são: facilitar a compreensão da relevância do tema; produzir mapas temáticos ambientais para o município de Vargem Grande do Sul e incentivar o uso de *softwares* livres.

Diversos autores de todo o Brasil realizaram estudos voltados para escolha de áreas adequadas à implantação de aterros sanitários dentre eles (Melo, 2001; Calijuri, Lorentz, Melo, 2002; Lupatini, 2002; Curty, 2005; Nascimento, 2005; Lino, 2007; Marques, 2011; Silva, 2011; Bueno, 2013; Schmidt, 2016; Amaral, Lana, 2017 etc.), mostrando ser um assunto que está em voga no cenário nacional.

2 ABORDAGEM DOS ASPECTOS LEGAIS E NORMATIVOS

No presente item serão abordados os aspectos legais e normativos pertinentes ao estudo de identificação de áreas ambientalmente adequadas para implantação de um aterro sanitário.

2.1 ASPECTOS LEGAIS⁶

Em 1981, no Brasil, houve um marco na área para o meio ambiente com a criação da Lei Federal n.º 6.938, de 31 de agosto de 1981 – Política Nacional do Meio Ambiente – PNMA (BRASIL; 1981), regulamentada pelo Decreto Federal n.º 99.274/1990 (BRASIL, 1990), a qual “tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida”, conforme mostrado a seguir:

Art. 2º - A Política Nacional do Meio Ambiente tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e a proteção da dignidade da vida humana, atendidos os seguintes princípios:

I - ação governamental na manutenção do equilíbrio ecológico, considerando o meio ambiente como um patrimônio público a ser necessariamente assegurado e protegido, tendo em vista o uso coletivo;

II - racionalização do uso do solo, do subsolo, da água e do ar;

III - planejamento e fiscalização do uso dos recursos ambientais;

IV - proteção dos ecossistemas, com a preservação de áreas representativas;

V - controle e zoneamento das atividades potencial ou efetivamente poluidoras;

VI - incentivos ao estudo e à pesquisa de tecnologias orientadas para o uso racional e a proteção dos recursos ambientais;

VII - acompanhamento do estado da qualidade ambiental;

VIII - recuperação de áreas degradadas;

IX - proteção de áreas ameaçadas de degradação;

X - educação ambiental a todos os níveis do ensino, inclusive a educação da comunidade, objetivando capacitá-la para participação ativa na defesa do meio ambiente. (BRASIL, 1981, p. 1, grifo meu).

No ano de 1988, foi criada a Lei Suprema Brasileira, a Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 – CF/1988 (BRASIL, 1988), a qual estabelece em seu art. 225 que “todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado,

⁶ Nota: Devido a atualização frequente na legislação ambiental, optou-se por restringir o período de consulta da legislação aprovada até final de dezembro de 2019, devido o estudo já estar em curso.

bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida”, corroborando com os objetivos da PNMA (BRASIL, 1981) e impondo “ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações, e para assegurar a efetividade desse direito”, no § 1º do artigo supracitado foram estabelecidos os deveres do Poder Público conforme segue:

§ 1º – Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao Poder Público:

I - preservar e restaurar os processos ecológicos essenciais e promover o manejo ecológico das espécies e ecossistemas;

II - preservar a diversidade e a integridade do patrimônio genético do País e fiscalizar as entidades dedicadas à pesquisa e manipulação de material genético;

III - **definir, em todas as unidades da Federação, espaços territoriais e seus componentes a serem especialmente protegidos**, sendo a alteração e a supressão permitidas somente através de Lei, vedada qualquer utilização que comprometa a integridade dos atributos que justifiquem sua proteção;

IV - **exigir, na forma de lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade**;

V - controlar a produção, a comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que comportem risco para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente;

VI - promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente. (BRASIL, 1988, p. 27, grifo meu).

O art. 23 da CF/1988 e seus incisos III, VI e VII (BRASIL, 1988), estabelecem “que é de competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios a proteção de bens de valor, histórico, artístico e cultural, os monumentos, as paisagens naturais notáveis e os sítios arqueológicos; a proteção do meio ambiente e o combate à poluição em qualquer de suas formas; a preservação das florestas, da fauna e da flora”.

De acordo com Marques (2011, p. 8) “o inciso V do art. 30 da CF/1988 estabelece a competência dos municípios para organizar e prestar, diretamente ou sob forma de concessão ou permissão os serviços públicos de interesse local, o que inclui a destinação final dos resíduos sólidos urbanos”.

Conforme abordado no item 1 do presente trabalho, em 2006 o Estado de São Paulo passou a ter um marco regulatório na questão de resíduos sólidos com a criação da Política Estadual de Resíduos Sólidos, instituída pela Lei Estadual n.º 12.300/2006 (SÃO PAULO, 2006b) e regulamentada pelo Decreto Estadual n.º 54.645/2009 (SÃO

PAULO, 2009a), ficando proibido em seu art. 14 as seguintes formas de destinação dos resíduos sólidos:

- I – lançamento “in natura” a céu aberto;
- II – deposição inadequada no solo;
- III – queima a céu aberto;
- IV – deposição em áreas sob regime de proteção especial e áreas sujeitas a inundação;
- V – lançamentos em sistemas de redes de drenagem de águas pluviais, de esgotos, de eletricidade, de telecomunicações e assemelhados;
- VI – infiltração no solo sem tratamento prévio e projeto aprovado pelo órgão de controle ambiental estadual competente;
- [...]
- IX – encaminhamento de resíduos de serviços de saúde para disposição final em aterros, sem submetê-los previamente a tratamento específico, que neutralize sua periculosidade.

§ 1º - Em situações excepcionais de emergência sanitária e fitossanitária, os órgãos da saúde e de controle ambiental competentes poderão autorizar a queima de resíduos a céu aberto ou outra forma de tratamento que utilize tecnologia alternativa. (SÃO PAULO, 2006b, p. 3).

Desta forma, os municípios paulistas foram obrigados a adotar soluções técnicas ambientalmente adequadas para a disposição final dos resíduos sólidos.

Em 2010, foi instituída a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, pela Lei Federal n.º 12.305/2010 (BRASIL, 2010b) e regulamentada pelo Decreto Federal n.º 7.404/2010 (BRASIL, 2010a), a qual proíbe em seu art. 47 as seguintes formas de destinação ou disposição final de resíduos sólidos ou rejeitos:

- I – lançamento em praias, no mar ou em quaisquer corpos hídricos;
- II – lançamento **in natura** a céu aberto, exceto os resíduos de mineração;
- III – queima a céu aberto ou em recipientes, instalações e equipamentos não licenciados para essa finalidade;
- IV – outras formas vedadas pelo poder público. [...]. (BRASIL, 2010, p. 7).

Além de determinar nos incisos VII e VII de seu art. 3º as formas de destinação e disposição final ambientalmente adequadas conforme segue:

VII - destinação final ambientalmente adequada: destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos

competentes do Sisnama⁷, do SNVS⁸ e do Suasa⁹, entre elas a disposição final, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos;

VIII - disposição final ambientalmente adequada: distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos. (BRASIL, 2010b, p. 3).

Podendo ser observado que a PNRS (BRASIL, 2010b) determina como destinação final ambientalmente adequada para os resíduos sólidos, a reutilização, reciclagem, compostagem etc.; e o aterro sanitário como forma de disposição final ambientalmente adequada para os rejeitos. Além disso, em seus arts. 18 e 19, respectivamente, estabelece a necessidade da elaboração do PMGIRS “para que os municípios e Distrito Federal possam ter acesso a recursos da União destinados a serviços e empreendimentos relacionados ao gerenciamento de resíduos sólidos”; e de que o estudo para identificação de áreas aptas para implantação de aterros sanitários é um dos itens exigidos para o PMGIRS, conforme pode ser observado a seguir:

Art. 18. A elaboração de plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos, nos termos previstos por esta Lei, é condição para o Distrito Federal e os Municípios terem acesso a recursos da União, ou por ela controlados, destinados a empreendimentos e serviços relacionados à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos, ou para serem beneficiados por incentivos ou financiamentos de entidades federais de crédito ou fomento para tal finalidade.

[...]

Art. 19. O plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos tem o seguinte conteúdo mínimo:

[...]

II - identificação de áreas favoráveis para disposição final ambientalmente adequada de rejeitos, observado o plano diretor de que trata o § 1o do art. 182 da Constituição Federal e o zoneamento ambiental, se houver;

[...]. (BRASIL, 2010b, p. 5, grifo meu).

A seguir serão abordadas as restrições legais pertinentes ao estudo de seleção de áreas ambientalmente adequadas para implantação de aterros sanitários.

⁷ SISNAMA – Sistema Nacional do Meio Ambiente.

⁸ SNVS – Sistema Nacional de Vigilância Sanitária.

⁹ SUASA – Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária.

2.1.1 Áreas de Conservação e Preservação Ambiental

A Lei Federal n.º 9.985, de 18 de julho de 2000 (BRASIL, 2000) “a qual institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC, regulamentando o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal; estabelece em seu art. 2º, Inciso I a definição de Unidade de Conservação – UC”, conforme segue:

I – unidade de conservação: espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção. (BRASIL, 2000, p. 1).

No art. 7º da lei supracitada, as unidades de conservação integrantes do SNUC dividem-se em dois grupos, com características específicas, sendo elas:

- “Unidades de Proteção Integral – tem como objetivo preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto¹⁰ dos seus recursos naturais.
- Unidades de Uso Sustentável – tem como objetivo compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais, de maneira a garantir a perenidade dos recursos ambientais renováveis e dos processos ecológicos, mantendo a biodiversidade e os demais atributos ecológicos, de forma socialmente justa e economicamente viável”.

A Resolução CONAMA n.º 428, de 17 de dezembro de 2010 (CONAMA, 2010), estabelece em seu art. 1º e seu § 2º como deve ser feito “o licenciamento de empreendimento de significativo impacto ambiental (inclui-se aterro sanitário¹¹) que possam afetar Unidade de Conservação específica ou sua Zona de Amortecimento – ZA” conforme segue:

Art. 1º - O licenciamento de empreendimentos de significativo impacto ambiental que possam afetar Unidade de Conservação (UC) específica ou sua Zona de Amortecimento (ZA), assim considerados pelo órgão ambiental licenciador, com fundamento em Estudo de Impacto Ambiental e respectivo Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA), só poderá ser concedido após autorização do órgão responsável pela administração da UC ou, no caso das

¹⁰ “Uso indireto: aquele que não envolve consumo, coleta, dano ou destruição dos recursos naturais”. (BRASIL, 2000).

¹¹ De acordo o “Anexo I – Atividades Potencialmente Poluidoras e Utilizadoras de Recursos Ambientais constante na Instrução Normativa IBAMA n.º 6, de 15 de março de 2013, aterro sanitário está incluso ‘Serviços de Utilidade’ Código 17-4”. (IBAMA, 2013).

Reservas Particulares de Patrimônio Natural (RPPN), pelo órgão responsável pela sua criação.

[...]

§ 2º - [...] o licenciamento de empreendimento de significativo impacto ambiental, localizados numa faixa de **3 mil metros** a partir do limite da UC, cuja ZA não esteja estabelecida, sujeitar-se-á ao procedimento previsto no *caput*, com exceção de RPPNS, Áreas de Proteção Ambiental (APAs) e Áreas Urbanas Consolidadas. (CONAMA, 2010, p. 805, grifo meu).

A Lei Federal n.º 12.651, de 25 de maio de 2012 – Novo Código Florestal (BRASIL, 2012a) “dispõe sobre proteção de vegetação nativa” e define em seu art. 2º, Inciso II Áreas de Preservação Permanente – APPs como:

II – Área de Preservação Permanente – APP: área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas. (BRASIL, 2012a, p. 1).

O Novo Código Florestal (BRASIL, 2012a) estabelece as APPs em seu art. 4º, sendo elas:

- “as áreas no entorno dos lados e lagoas naturais, em faixa com largura mínima de 30 m (trinta metros) em zonas urbanas, e de 100 m (cem metros) em zonas rurais, exceto para o corpo d’água com até 20 ha (vinte hectares) de superfície, que será de 50 m (cinquenta metros);
- as áreas no entorno dos reservatórios d’água artificiais decorrentes de barramento ou represamento de cursos d’água naturais, na faixa definida na licença ambiental do empreendimento;
- as áreas dentro do raio de 50 m (cinquenta metros) no entorno das nascentes e olhos d’água perenes e intermitentes¹², qualquer que seja sua situação topográfica;
- as encostas ou partes destas com declividade superior a 45º, equivalente a 100% na linha de maior declive;
- as restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;
- os manguezais, em toda a sua extensão;
- as bordas dos tabuleiros ou chapadas, até a linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 m (cem metros) em projeções horizontais;

¹² Inclusão de nascentes intermitentes através da Decisão Final do Supremo Tribunal Federal – STF, no item 22 b) da “Ação Direta de Inconstitucionalidade” – ADI (4903) publicada em 01 out. 2019. (BRASIL, 2019e, p. 314).

- no topo de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 m (cem metros) e inclinação média maior que 25°, as áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a 2/3 (dois terços) da altura mínima da elevação sempre em relação à base, sendo esta definida pelo plano horizontal determinado por planície ou espelho d'água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota do ponto de sela mais próximo da elevação;
- as áreas em altitude superior a 1.800 m (mil e oitocentos metros);
- em veredas, a faixa marginal em projeção horizontal, com largura mínima de 50 m (cinquenta metros) a partir do espaço permanentemente brejoso e encharcado; e
- as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular”, sendo a extensão dessas faixas descritas no Quadro 1, a seguir:

Quadro 1 – Faixas das APPs em cursos d'água perenes e intermitentes

Extensão da Faixa de APP (metros)	Largura do Curso D'água (metros)
30	Inferior a 10
50	De 10 a 50
100	De 50 a 200
200	De 200 a 600
500	Superior a 600

Fonte: Adaptado (BRASIL, 2012a).

A autorização para a intervenção em APP somente poderá ser concedida “nas hipóteses de utilidade pública, de interesse social ou de atividade de baixo impacto ambiental previstas no Novo Código Florestal” (BRASIL, 2012a), onde até então obras de infraestrutura destinadas a “gestão de resíduos”, se enquadravam na categoria de utilidade pública, porém, em 2019 por Decisão do Supremo Tribunal Federal – STF publicada em 01 de outubro de 2019, da Ação Direta de Inconstitucionalidade – ADI 4.903, (BRASIL, 2019e, p. 314), obras de infraestrutura destinadas a gestão de resíduos foram excluídas da categoria de utilidade pública.

Além das APPs, o Novo Código Florestal (BRASIL, 2012a) traz também como áreas de conservação, as reservas legais definidas em seu art. 3º, Inciso III, conforme segue:

III – Reserva Legal: área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, [...], com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável

dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa. (BRASIL, 2012a, p. 1).

2.1.2 Áreas de Proteção dos Mananciais

No Estado de São Paulo, com o intuito de proteger os mananciais, cursos e reservatórios de água da Região Metropolitana de São Paulo, na década de 70 foram aprovadas as Leis Estaduais n.ºs 898, de 18 de dezembro de 1975 (SÃO PAULO, 1975), e 1.172, de 17 de novembro de 1976 (SÃO PAULO, 1976), que disciplinam o uso e ocupação dessas áreas.

Em 1997 foi aprovada a Lei Estadual n.º 9.866, de 28 de novembro de 1997 (SÃO PAULO, 1997b) “que dispõe sobre diretrizes e normas para a proteção e recuperação das bacias hidrográficas dos mananciais de interesse regional do Estado de São Paulo”, definindo em seu art. 3º Áreas de Proteção e Recuperação dos Mananciais – APRM, como “uma ou mais sub-bacias hidrográficas dos mananciais de interesse regional para abastecimento público”, além de dispor em seu art. 18, que “as APRMs, suas Áreas de Intervenção e respectivas diretrizes e normas ambientais e urbanísticas de interesse regional serão criadas através de lei estadual”. A seguir são listadas as APRMs instituídas no Estado de São Paulo até dezembro de 2020:

- **APRM Guarapiranga**, criada e definida pela Lei Estadual n.º 12.233, de 16 de janeiro de 2006 (São Paulo, 2006a), e regulamentada pelo Decreto Estadual n.º 51.686, de 22 de março de 2007 (São Paulo, 2007);
- **APRM Billings**, criada e definida pela Lei Estadual n.º 13.579, de 13 de julho de 2009 (São Paulo, 2009b), e regulamentada pelo Decreto Estadual n.º 55.342, de 13 de janeiro de 2010 (São Paulo, 2010);
- **APRM Alto Juquery**, criada e definida pela Lei Estadual n.º 15.790, de 16 de abril de 2015 (São Paulo, 2015a), e regulamentada pelo Decreto Estadual n.º 62.062, de 27 de junho de 2016 (São Paulo, 2016b);
- **APRM Alto Tietê Cabeceiras**, criada e definida pela Lei Estadual 15.913, de 02 de outubro de 2015 (São Paulo, 2015b), e regulamentada pelo Decreto Estadual n.º 62.061, de 27 de junho de 2016 (São Paulo, 2016a); e

- **APRM Alto Cotia**, criada e definida pela Lei Estadual n.º 16.568, de 10 de novembro de 2017 (São Paulo, 2017).

2.1.3 Áreas de Proteção Ocupadas por Populações Tradicionais

No art. 39 da Lei n.º 6.001, de 19 de dezembro de 1973 (BRASIL, 1973), “a qual dispõe sobre o Estatuto do Índio é determinado os bens de Patrimônio Indígena” como sendo:

I – as terras pertencentes ao domínio dos grupos tribais ou comunidades indígenas;

II – o usufruto exclusivo das riquezas naturais e de todas as utilidades existentes nas terras ocupadas por grupos tribais ou comunidades indígenas e nas áreas a eles reservadas;

III – os bens móveis e imóveis, adquiridos a qualquer título. (BRASIL, 1973, p. 5).

A CF/1988 (BRASIL, 1988), estabelece em seu art. 231 que é de competência do União a demarcação, proteção e fazer respeitar todos os bens dos índios conforme segue:

Art. 231 – São reconhecidos aos índios sua organização social, costumes, línguas, crenças e tradições, e os direitos originários sobre as terras que tradicionalmente ocupam, competindo à União demarcá-las, proteger e fazer respeitar todos os seus bens. (BRASIL, 1988, p. 26).

No art. 68 do Ato das Disposições Constitucionais Transitórias da CF/1988 (BRASIL, 1988, p. 32) é estabelecido “aos remanescentes das comunidades dos quilombos que estejam ocupando suas terras, o reconhecimento da propriedade definitiva, devendo o Estado emitir-lhes os títulos respectivos”.

Em 2006, por meio do Decreto n.º 5.758, de 13 de abril de 2006 (BRASIL, 2006) foi criado o Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas – PNAP, o qual tem como parte de seus princípios e diretrizes, o “respeito às especificidades e restrições das categorias de UCs do SNUC, das terras indígenas e das terras ocupadas por remanescentes das comunidades dos quilombos e assegurar os direitos territoriais das comunidades quilombolas e dos povos indígenas como instrumento para conservação da biodiversidade”.

Em 2007, através do Decreto n.º 6.040, de 7 de fevereiro de 2007 (BRASIL, 2007) “foi instituída a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e

Comunidades Tradicionais”, o qual define em seu art. 3º Povos e Comunidades Tradicionais e Territórios Tradicionais, como:

I – Povos e Comunidades Tradicionais: grupos culturalmente diferenciados e que se reconhecem como tais, que possuem formas próprias de organização social, que ocupam e usam territórios e recursos naturais como condição para sua reprodução cultural, social, religiosa, ancestral e econômica, utilizando conhecimentos, inovações e práticas gerados e transmitidos pela tradição;

II – Territórios Tradicionais: os espaços necessários a reprodução cultural, social e econômica dos povos e comunidades tradicionais, sejam eles utilizados de forma permanente ou temporária, observado, no que diz respeito aos povos indígenas e quilombolas, respectivamente, o que dispõem os arts. 231 da Constituição e 68 do Ato das Disposições Constitucionais Transitórias e demais regulamentações; [...]. (BRASIL, 2007, p. 316).

Além de possuir como parte de seus princípios “o reconhecimento e a consolidação dos direitos dos povos e comunidades tradicionais”.

2.1.4 Áreas de Zoneamento Ecológico Econômico – ZEE

De acordo do Decreto n.º 4.297, de 10 de julho de 2002 (BRASIL, 2002) o qual regulamenta o art. 9º, inciso II da Política Nacional do Meio Ambiente (BRASIL, 1981), “estabelecendo critérios para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil – ZEE, e dá outras providências”; é determinado em seu Capítulo I, os objetivos e princípios do ZEE, conforme segue:

Art. 2º – O ZEE, instrumento de organização do território a ser obrigatoriamente seguido na implantação de planos, obras e atividades públicas e privadas, estabelece medidas e padrões de proteção ambiental destinados a assegurar a qualidade ambiental, dos recursos hídricos e do solo e a conservação da biodiversidade, garantindo o desenvolvimento sustentável e a melhoria das condições de vida da população.

Art. 3º – O ZEE tem por objetivo geral organizar, de forma vinculada, as decisões dos agentes públicos e privados quanto a planos, programas, projetos e atividades que, direta ou indiretamente, utilizem recursos naturais, assegurando a plena manutenção do capital e dos serviços ambientais dos ecossistemas.

Parágrafo único – O ZEE, na distribuição espacial das atividades econômicas, levará em conta a importância ecológica, as limitações e as fragilidades dos ecossistemas, estabelecendo vedações, restrições e alternativas de exploração do território e determinando, quando for o caso, inclusive a realocação de atividades incompatíveis com suas diretrizes gerais. [...]. (BRASIL, 2002, p. 6)

Os arts. 12 e 14 do Decreto 4.297/2002 (BRASIL, 2002), estabelecem que “o ZEE dividirá o território em zonas de acordo com as necessidades de proteção, conservação e recuperação dos recursos naturais e do desenvolvimento sustentável,

contendo diretrizes referentes as atividades permitidas a cada zona, de acordo com sua fragilidade ecológica, capacidade de suporte ambiental e potencialidades”.

No âmbito estadual, o zoneamento ambiental é tratado pela Lei Estadual n.º 9.509/1997 – Política Estadual do Meio Ambiente (SÃO PAULO, 1997a), que reafirma o planejamento e o zoneamento ambiental como um de seus princípios; sendo o ZEE um instrumento técnico e político de planejamento que estabelece diretrizes de ordenamento e de gestão do território, considerando as características ambientais e a dinâmica socioeconômica de diferentes regiões do Estado. A seguir serão apresentadas os ZEEs instituídos no Estado de São Paulo até dezembro de 2020:

- **ZEE do Setor Litoral Norte:** Decreto Estadual n.º 49.215, de 07 de dezembro de 2004 (SÃO PAULO, 2004).
- **ZEE da Baixada Santista:** Decreto Estadual nº 58.996, de 25 de março de 2013 (SÃO PAULO, 2013).

A proposta do ZEE para todo Estado está sendo elaborada pela Coordenadoria de Planejamento Ambiental – CPLA.

2.1.5 Áreas de Proteção de Patrimônio

Os patrimônios que serão abordados no presente item são: espeleológico, arqueológico, histórico, artístico e turístico.

2.1.5.1 Espeleológico

Em 2004, através da Resolução CONAMA n.º 347, de 10 de setembro de 2004 (CONAMA, 2004) “que dispõe sobre a proteção do patrimônio espeleológico”, define patrimônio espeleológico em seu art. 2º como:

I - **cavidade natural subterrânea** – é todo e qualquer espaço subterrâneo penetrável pelo ser humano, com ou sem abertura identificada, popularmente conhecido como caverna, gruta, lapa, toca, abismo, furna e buraco, incluindo seu ambiente, seu conteúdo mineral e hídrico, as comunidades bióticas ali encontradas e o corpo rochoso onde as mesmas se inserem, desde que a sua formação tenha sido por processos naturais, independentemente de suas dimensões ou do tipo de rocha encaixante.

[...]

III - **patrimônio espeleológico:** o conjunto de elementos bióticos e abióticos, socioeconômicos e históricos-culturais, subterrâneos ou superficiais, representados pelas cavidades naturais subterrâneas ou a estas associadas. (CONAMA, 2004, p. 54, grifo meu).

A Resolução supracitada (CONAMA, 2004) determina em seu art. 4º e em seus respectivos parágrafos, “que todo empreendimento potencialmente poluidor ou degradador do patrimônio espeleológico ou de sua área de influência¹³ dependerão de licenciamento pelo órgão ambiental competente nos termos da legislação vigente, sendo que a área de influência será definida pelo órgão ambiental competente”. E de acordo com o § 3º, até que se efetive a área de influência determinada pelo órgão ambiental, será adotada “a projeção horizontal da caverna, acrescida de um entorno de 250 m (duzentos e cinquenta metros)”.

2.1.5.2 *Arqueológico, Histórico, Artístico e Turístico*

Os sítios arqueológicos são considerados monumentos arqueológicos ou pré-históricos, sendo estes protegidos pela Lei Federal n.º 3.924, de 26 de julho de 1961 (BRASIL, 1961) a qual os define em seu art. 2º, conforme segue:

Art. 2º – Consideram-se monumentos arqueológicos ou pré-históricos:

- a) as jazidas de qualquer natureza, origem ou finalidade, que representem testemunhos da cultura dos paleoameríndios¹⁴ do Brasil, tais como sambaquis, montes artificiais ou tesos, poços sepulcrais, jazigos, aterrados estearias e quaisquer outras não especificadas aqui, mas de significado idêntico, a juízo da autoridade competente;
- b) os sítios nos quais se encontram vestígios positivos de ocupação pelos paleoameríndios, tais como grutas, lapas e abrigos sob rochas;
- c) os sítios identificados como cemitérios, sepulturas ou locais de pouso prolongado ou de aldeamento “estações” e “cerâmicos”, nos quais se encontram vestígios humanos de interesse arqueológico ou paleoetnográfico;
- d) as inscrições rupestres ou locais como sulcos de polimentos de utensílios e outros vestígios de atividade de paleoameríndios. (BRASIL, 1961, p. 6.763).

No Estado de São Paulo, o art. 261 da Constituição Estadual de São Paulo (SÃO PAULO, 1989, p. 37), estabelece que o “Poder Público pesquisará, identificará, protegerá e valorizará o patrimônio cultural paulista, através do Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Arqueológico, Artístico e Turístico do Estado – CONDEPHAAT” e em seu art. 260 é “definido os bens que constituem o patrimônio cultura estadual”, conforme segue:

¹³ “Área de influência sobre patrimônio espeleológico: área que compreende os elementos bióticos e abióticos, superficiais e subterrâneos, necessários à manutenção do equilíbrio ecológico e da integridade física do ambiente cavernícola”. (Art. 2º, Inciso IV, CONAMA, 2004).

¹⁴ Paleoameríndio: termo utilizado para designar os primeiros povos que entraram e habitaram, o continente americano.

Art. 260 – Constituem patrimônio cultural estadual os bens de natureza material e imaterial, tomados individualmente ou em conjunto, portadores de referências à identidade nos quais se incluem:

I – as formas de expressão;

II – as criações científicas, artísticas e tecnológicas;

III – as obras, objetos, documentos, edificações e demais espaços destinados às manifestações artístico-culturais;

IV – **os conjuntos urbanos e sítios de valor histórico, paisagístico, artístico, arqueológico, paleontológico, ecológico e científico.** (SÃO PAULO, 1989, p. 36-37, grifo meu).

Através do art. 137 do Decreto Estadual n.º 13.426, de 16 de março de 1979 (SÃO PAULO, 1979) foi estabelecido um raio envoltório de proteção dos bens tombados de 300 m (trezentos metros), portanto nenhuma obra poderá ser executada dentro dessa área sem que o projeto seja previamente aprovado pelo Conselho.

2.1.6 Áreas de Proteção de Aeródromos

Devido as atividades voltadas à gestão de resíduos sólidos urbanos, em especial o local de disposição final serem atrativas à fauna como roedores, mamíferos e principalmente aves, este problema pode acarretar em acidentes aéreos. Portanto, é necessário que haja um distanciamento de segurança entre aterros sanitários e aeródromos.

Devido a essa preocupação, em 1995, através da Resolução CONAMA n.º 4/1995 (CONAMA, 1995), a qual “estabelece as Áreas de Segurança Aeroportuária – ASAs, foi determinado um raio a partir do ‘centro geométrico do aeródromo’ de 20 km (vinte quilômetros) para aeroportos que operam de acordo com as regras de vôo por instrumento (IFR) e 13 km (treze quilômetros) para os demais aeródromos”. Esta Resolução foi revogada em 2018 pela Resolução CONAMA n.º 486/2018 (CONAMA, 2018).

Em 2012 foi aprovada a Lei Federal n.º 12.725/2012 (BRASIL, 2012b), a qual “dispõe sobre o controle da fauna nas imediações de aeródromos”, estabelecendo em seu art. 2º, Inciso V a Área de Segurança Aeroportuária, conforme segue:

V - Área de Segurança Aeroportuária - ASA: área circular do território de um ou mais municípios, definida a partir do centro geométrico da maior pista do aeródromo ou do aeródromo militar, com 20 km (vinte quilômetros) de raio, cujos uso de ocupação estão sujeitos a restrições especiais em função da natureza atrativa de fauna. (BRASIL, 2012b, p. 1, sublinhado meu).

De acordo com os Incisos VI e VII art. 2º da Lei supracitada (BRASIL, 2012b), são atividades atrativas de fauna, “os vazadouros de resíduos sólidos e quaisquer outras atividades que sirvam de foco ou concorram para a atração relevante de fauna, no interior da ASA, comprometendo a segurança operacional da aviação. Aterros sanitários e quaisquer outras atividades que, utilizando as devidas técnicas de operação e de manejo, não se constituem como foco atrativo de fauna no interior da ASA, nem comprometem a segurança operação da aviação”.

Apesar da presente Lei estabelecer que utilizando as “devidas técnicas e manejo”, o aterro sanitário não constitui um atrativo de fauna, sabe-se que mesmo usando as devidas técnicas e manejo, não raro, fatores climáticos etc., podem dificultar a adequada e plena atividade de operação do aterro, portanto, é necessário considerar o local como foco atrativo de fauna.

Além da Lei n.º 12.725/2012 (BRASIL, 2012b) também temos o “Plano Básico de Gerenciamento de Risco de Fauna” para os aeródromos nacionais, elaborado pelo Ministério da Defesa, o qual tem como objetivo investigar e prevenir acidentes aeronáuticos; sendo sua versão mais recente (até final de 2019) a definida pela Portaria n.º 741/GC3, de 23 de maio de 2018, a qual aprova a “reedição do Plano de Comando da Aeronáutica – PCA 3-3/2018 – Plano Básico de Gerenciamento de Risco de Fauna 2018 (BRASIL, 2018a), e estabelece que todo empreendimento ou atividade atrativa ou potencialmente atrativa de fauna na ASA de aeródromo brasileiro deverá receber parecer técnico do Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos – CENIPA por ocasião da obtenção ou da renovação de suas licenças. A Tabela A do Plano estabelece critérios de análise para a emissão de parecer técnico do CENIPA para o tipo de atividade, e “Aterro Sanitário (com recobrimento diário – material inerte)” é classificado como atividade de potencial atrativo de fauna “Muito alto”, podendo ter parecer favorável caso esteja localizado acima de 10 km (dez quilômetros) de distância de aeródromos”.

Em 2019, através da Portaria n.º 150/CG3, de 28 de janeiro de 2019 (BRASIL, 2019c), foi inserido o dispositivo (item 2.18.6) no PCA 3-3/2018 (BRASIL, 2018a), “flexibilizando” a implantação do empreendimento dentro da ASA, conforme mostrado a seguir:

2.18.6 Empreendimento dentro da ASA, que esteja em distância inferior aos limites especificados na Tabela A e que apresentar técnicas adequadas para mitigar o efeito adverso, receberá parecer favorável nas seguintes situações:

- a) ASA de aeródromo privado; ou
- b) ASA de aeródromo público com movimento inferior a 1.150 voos no ano anterior, no qual não se realize voo de transporte regular. (BRASIL, 2019c, p. 13).

Porém, fica a critério do órgão ambiental estadual, adotar ou não essa flexibilização, pois o órgão estadual pode ser mais restritivo, ou seja, não permitir que sejam implantados aterros sanitários dentro da ASA, portanto, pode variar conforme o Estado. No Estado de São Paulo, a CETESB não aderiu a flexibilização, conforme pode ser observado no ANEXO C – Documentação complementar para atividades com potencial atrativo de fauna, ou seja, áreas para aterros sanitários dentro da ASA, não terão sua licença ambiental concedida.

2.1.7 Licenciamento Ambiental

De acordo com o art. 2º e seu § 1º da Resolução CONAMA n.º 237, de 19 de dezembro de 1997 (CONAMA, 1997) a qual “dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental”, em consonância com a Política Nacional do Meio Ambiente (BRASIL, 1981), “é determinado quais situações ou atividades dependerão de prévio licenciamento do órgão ambiental competente”, conforme segue:

Art. 2º - A **localização**, construção, instalação, ampliação, modificação e operação **de empreendimentos** e atividades utilizadoras de recursos ambientais consideradas efetiva ou **potencialmente poluidoras**, bem como os empreendimentos **capazes**, sob qualquer forma, **de causar degradação ambiental**, dependerão de prévio licenciamento do órgão ambiental competente, sem prejuízo de outras licenças legalmente exigíveis.

§ 1º – Estão sujeitos ao licenciamento ambiental os empreendimentos e as atividades relacionadas no Anexo 1, parte integrantes desta Resolução. (CONAMA, 1997, p. ?, grifo meu).

No Anexo 1 referido no § 1º supracitado, Aterro Sanitário está enquadrado no Item 18 - Serviços de utilidade, como sendo “tratamento/e destinação de resíduos sólidos urbanos, inclusive aqueles provenientes de fossas”, portanto, aterros sanitários são considerados atividades que impactam o meio ambiente e, desta forma, devem estar e ser legalmente licenciados.

A Resolução CONAMA n.º 1, de 23 de janeiro de 1986 (CONAMA, 1986), a qual “dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental”, define impacto ambiental em seu art. 1º como sendo:

Art. 1º – [...] qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas, que direta ou indiretamente afetam:

I – a saúde, a segurança e o bem estar da população;

II – as atividades sociais e econômicas;

III – a biota;

IV – as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;

V – a qualidade dos recursos ambientais. (CONAMA, 1986, p. 2.548).

Considerando a importância da disposição adequada à saúde pública e ao meio ambiente, como também as dificuldades que os municípios de pequeno porte enfrentam para atendimento às exigências do processo de licenciamento ambiental, em 2008 foi publicada a Resolução CONAMA n.º 404, de 11 de novembro de 2008 (CONAMA, 2008) a qual “estabelece critérios e diretrizes para o licenciamento ambiental de aterro sanitário de pequeno porte de resíduos sólidos urbanos”, sendo estabelecido em seu art. 4º condições, critérios e diretrizes mínimas necessárias, conforme segue:

I – vias de acesso ao local com boas condições de tráfego ao longo de todo o ano, mesmo no período de chuvas intensas;

II – respeito às distâncias mínimas estabelecidas na legislação e normas técnicas;

III – respeito às distâncias mínimas estabelecidas na legislação ambiental relativas a áreas de preservação permanente, Unidades de Conservação, ecossistemas frágeis e recursos hídricos subterrâneos e superficiais;

IV – uso de áreas com características hidrogeológicas, geográficas e geotécnicas adequadas ao uso pretendido, comprovadas por meio de estudos específicos;

V – uso de áreas que atendam à Legislação Municipal de Uso e Ocupação do Solo, desde que atendido o disposto no art. 5º e 10º da Resolução CONAMA 237/97, com preferência daquelas antropizadas e com potencial mínimo de incorporação à zona urbana da sede, distritos ou povoados e de baixa valorização imobiliária;

VI - uso de áreas que garantam a implantação de empreendimento com vida útil superior a 15 anos;

VII – impossibilidade de utilização de áreas consideradas de risco, como as suscetíveis a erosões, salvo após a realização de intervenções técnicas capazes de garantir a estabilidade do terreno;

IX – descrição da população beneficiada e caracterização qualitativa e quantitativa dos resíduos a serem dispostos no aterro;

X – capacidade operacional proposta para o empreendimento;

XI – caracterização do local;

XII – métodos para a prevenção e minimização dos impactos ambientais;

[...]

XVIII – apresentação de plano de gestão integrada municipal ou regional de resíduos sólidos urbanos ou de saneamento básico, quando existente, ou compromisso de elaboração nos termos da Lei Federal 11.445/07. (CONAMA, 2008, p. 93).

Conforme comentado no item 2.1.1 – Áreas de Conservação e Preservação Ambiental do presente trabalho, a Resolução CONAMA n.º 428/2010 (CONAMA, 2010), “dispõe, no âmbito do licenciamento ambiental, sobre a autorização do órgão responsável pela administração da Unidade de Conservação, para empreendimentos de significativo impacto ambiental que possam afetar UC específica ou sua ZA”.

No Estado de São Paulo, o licenciamento ambiental prévio de aterros sanitários deve ser realizado com base em estudos ambientais (Estudo de Impacto Ambiental – EIA e respectivo Relatório de Impacto Ambiental – RIMA ou Relatório Ambiental Preliminar – RAP), definidos pelas Resoluções CONAMA n.º 1/1986 e n.º 237/1997 (CONAMA, 1986; CONAMA, 1997), Resolução SMA n.º 49, de 28 de maio de 2014 (SMA, 2014b) e Decisão de Diretoria n.º 153/2014/I, de 28 de maio de 2014 (CETESB, 2014a).

Em 2014 através da Decisão de Diretoria n.º 217/214/I (CETESB, 2014b) “foi aprovado o Manual para elaboração de estudos para o licenciamento com avaliação de impacto ambiental no âmbito da CETESB, o qual estabelece critérios e diretrizes para a elaboração do RAP e do Termo de Referência do (EIA/RIMA)”. No item 4.12 do Manual (CETESB, 2014b) são apresentadas instruções sobre a caracterização do empreendimento do tipo ‘Aterro Sanitário’, sendo necessário apresentar para o critério locacional as seguintes informações:

Apresentar, em foto aérea ou imagem de satélite, na escala de 1:50.000 ou maior, a localização do empreendimento contendo a delimitação da área pretendida para implantação do aterro e o uso e ocupação do solo no entorno, incluindo:

- Limites municipais;
- Áreas urbanas e de expansão urbana;
- Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHI;
- Rede hídrica;

- Áreas ambientalmente protegidas (Unidades de Conservação e Zonas de Amortecimento, Áreas Proteção de Mananciais, Zoneamento Ecológico Econômico, áreas tombadas, comunidades tradicionais etc.);
- Projetos colocalizados;
- Equipamentos de infraestrutura (portos, aeroportos, terminais logísticos, linhas de transmissão de energia, dutovias etc.); e
- Malha rodoviária e ferroviária. (CETESB, 2014b, p. 83).

Em 2017 foi aprovada a Resolução SMA n.º 117, de 29 de setembro de 2017, a qual estabelece condições para o licenciamento de aterros municipais no Estado de São Paulo (SMA, 2017a), condicionando o licenciamento de aterros municipais à existência do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos.

No caso de aterros em municípios de até 20.000 (vinte mil) habitantes, poderão ser aceitos planos simplificados conforme art. 51 do Decreto Federal n.º 7.404/2010 (BRASIL, 2010a). De acordo com a CETESB (20--?b) o PMGIRS “poderá ser substituído pelo respectivo Plano de Saneamento Básico, ou Plano Intermunicipal de Resíduos Sólidos, desde que atendidas as condições estabelecidas na legislação pertinente, em especial a Lei Federal n.º 12.305/2010 (BRASIL, 2010b)”.

No Estado de São Paulo, a CETESB licencia aterros sanitário, industrial e co-disposição, do tipo por vala (trincheiras).

2.2 ASPECTOS NORMATIVOS

A Norma Brasileira – NBR 10.004/2004 (ABNT, 2004) traz a definição e classificação para resíduos sólidos¹⁵; sendo importante identificar o grupo dos resíduos de interesse, por exemplo Resíduos Sólidos Urbanos – RSU, não se pode misturar com Resíduos de Serviço de Saúde – RSS sem um tratamento prévio deste, uma vez que os RSU são não perigosos e os RSS são, possuindo assim normas e legislação específica para cada tipo; para este estudo o grupo de interesse é o dos resíduos sólidos urbanos Classe II – Não Perigosos (ver item 3.1).

Além da norma supracitada a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT possui outras duas normas pertinentes a esse estudo, sendo elas:

¹⁵ Ver os itens 3 e 3.1 do presente trabalho.

- NBR 13.896/1997 (ABNT, 1997) – “estabelece critérios técnicos e condições mínimas exigíveis para projeto, implantação e operação de aterros de resíduos não perigosos”; e
- NBR 15.849/2010 (ABNT, 2010) – “estabelece diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento, para aterros sanitários de pequeno porte¹⁶ de RSU”.

Para o presente trabalho a norma técnica utilizada para nortear o estudo de seleção de áreas para aterro sanitário, será a NBR 13.896/1997 (ABNT, 1997), uma vez que o município estudo de caso, Vargem Grande do Sul gera uma quantidade de RSU superior a estabelecida para aterros sanitários de pequeno porte (ver item 5.1.3).

Com relação a proteção e preservação do Patrimônio Históricos e Culturais, em 2015 o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN, através da Instrução Normativa n.º 1, de 25 de março de 2015 (IPHAN, 2015), “estabeleceu procedimentos administrativos a serem observados pelo IPHAN nos processos de licenciamento ambiental dos quais participe”.

Nota: Devido a dinâmica dos instrumentos técnicos e legais, para a aplicação da metodologia proposta no presente trabalho, ressalta-se a necessidade de consultar as normas e legislação pertinentes vigentes.

¹⁶ “Aterro sanitário para disposição no solo de RSU, de até no máximo 20 ton./dia”. (ABNT, 2010; CONAMA, 2008).

3 RESÍDUOS SÓLIDOS

A Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, através da NBR 10.004/2004: Classificação - Resíduos Sólidos (ABNT, 2004) define resíduos sólidos como sendo:

Resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível. (ABNT, 2004, p. 1).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010b) em seu art. 3º, inciso XVI define resíduos sólidos como:

Material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível. (BRASIL, 2010b, p. 3).

No Estado de São Paulo a Política Estadual de Resíduos Sólidos (SÃO PAULO, 2006b) define resíduos sólidos como: “materiais decorrentes de atividades humanas em sociedade, e que se apresentam nos estados sólido ou semi-sólido, como líquidos não passíveis de tratamento como efluentes, ou ainda os gases contidos”.

Devido a diversidade de tipologias de resíduos sólidos é necessário conhecer as categorias/classificação dos resíduos, para assim auxiliar na identificação do tratamento e da destinação adequada para o resíduo.

3.1 CLASSIFICAÇÃO

De acordo com o art. 13 da PNRS (BRASIL, 2010b) “os resíduos sólidos são classificados quanto à origem e à periculosidade”, conforme segue:

I – quanto à origem:

- a) resíduos domiciliares:** os originários de atividades domésticas em residências urbanas;
- b) resíduos de limpeza urbana:** os originários de varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;
- c) resíduos sólidos urbanos:** os englobados nas alíneas “a” e “b”;
- d) resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços:** os gerados nessas atividades, excetuados os referidos nas alíneas “b”, “e”, “g”, “h” e “j”;
- e) resíduos dos serviços públicos de saneamento básico:** os gerados nessas atividades, excetuados os referidos na alínea “c”;

f) resíduos industriais: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais;

g) resíduos de serviços de saúde: os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS;

h) resíduos da construção civil: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis;

i) resíduos agrossilvopastoris: os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades;

j) resíduos de serviços de transportes: os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;

k) resíduos de mineração: os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios

II – quanto à periculosidade¹⁷:

a) resíduos perigosos: aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica;

b) resíduos não perigosos: aqueles não enquadrados na alínea “a”.

Parágrafo Único: Respeitado o disposto no art. 20 (Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos), os resíduos sólidos referidos na alínea “d” do inciso I do **caput**, se caracterizados como não perigosos, podem, em razão de sua natureza, composição ou volume, ser equiparados aos resíduos domiciliares pelo poder público municipal. (BRASIL, 2010b, p. 4).

No que se refere a periculosidade, a Norma Brasileira – NBR 10.004/2004, classifica os resíduos sólidos em:

Classe I – Perigosos: Aqueles que apresentarem periculosidade ou umas das seguintes características (inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade), o enquadramento para estas características está prescrito na Norma.

Classe II – Não Perigosos: Aqueles que não se enquadram na Classe I, ou seja, não apresentam risco a saúde pública e ao meio ambiente, e esta classe é dividida em não inertes e inertes, conforme a seguir:

Classe II A – Não inertes: Aqueles que podem ter propriedades, tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.

Classe II B – Inertes: Aqueles que submetidos a um contato e dinâmico com água destilada ou desionizada, à temperatura ambiente (teste de solubilidade), não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor. (ABNT, 2004, p. 3).

Os Resíduos Sólidos de interesse para o presente trabalho são os Resíduos Sólidos Urbanos – RSU, ou seja, “provenientes de residências, estabelecimentos comerciais¹⁸, prestadores de serviços de varrição, de podas e da limpeza de vias, logradouros públicos e sistemas de drenagem urbana, de Classe II – Não Perigosos”.

¹⁷ Consultar Glossário.

¹⁸ Em conformidade com o estabelecido no Parágrafo Único do Art. 13 da PNRS (BRASIL, 2010b).

3.2 MÉTODOS DE TRATAMENTO

Os métodos de tratamento existentes no Brasil são: Reciclagem, Compostagem, Incineração e Unidade de Recuperação de Energia, os quais serão abordados a seguir:

- **Reciclagem:** é o processo de reaproveitar materiais já beneficiados, em matéria-prima alternativa para um novo produto. Diversos materiais podem ser reciclados, sendo os exemplos mais comuns: papel, vidro, metal e plástico. Algumas das principais vantagens deste método são a redução da utilização de fontes naturais muitas vezes não renováveis e a minimização da quantidade de resíduos que necessitam de destinação final, como aterramento ou incineração.
- **Compostagem:** também conhecida como “reciclagem dos resíduos orgânicos”, é o processo biológico de decomposição e transformação de restos orgânicos como: restos de origem animal, sobras de frutas e legumes, podas de jardim, serragem, etc.), em um adubo rico em nutrientes. Algumas das principais vantagens deste método são o enriquecimento do solo para agricultura, jardinagem ou reflorestamento e diminuição significativa do volume do lixo¹⁹ a ser encaminhado ao aterro.
- **Incineração:** Processo que usa a combustão controlada para queimar os resíduos, como lodos de estação de tratamento de esgoto, resíduos de serviço de saúde etc., transformando-os em cinzas (rejeito homogêneo e inerte). De acordo com Russo (2003, p.15) “as vantagens desse método estão na redução dos volumes a depositar em aterros que pode chegar a 90%, e na eliminação de resíduos patogênicos e tóxicos, etc”.
- **Usina de Recuperação Energética de Resíduos Sólidos Urbanos – URE:** De acordo com o art. 2º da Portaria Ministerial n.º 274, de 30 de abril de 2019 (BRASIL, 2019d), uma URE é “qualquer unidade dedicada ao tratamento térmico de resíduos sólidos urbanos com recuperação de energia térmica gerada pela combustão, com vistas à redução de volume e periculosidade, preferencialmente associada à geração de energia térmica ou elétrica”.

¹⁹ No Brasil, “mais de 60% da massa total dos resíduos gerados pela população são classificados como resíduos orgânicos”. (PIRES; FERRÃO, 2017, p. 1).

3.3 DISPOSIÇÃO FINAL

As formas de disposição final dos resíduos sólidos urbanos e rejeitos, existentes no Brasil²⁰ são:

- **Lixão ou Vazadouro:** área onde ocorre a disposição direta no solo, não havendo cobertura, controle de infiltração do chorume e percolado, ou seja, sem medidas de proteção ambiental, portanto, podendo causar contaminação do solo, das águas subterrâneas, superficiais e poluição do ar. Comumente há presença de catadores e possibilidade de proliferação de vetores (aves, ratos e insetos) de doenças.
- **Aterro Controlado:** é um “lixão maquiado”, a diferença entre este e o lixão, está na utilização de recobrimento dos RSU e rejeitos com uma camada de material inerte (normalmente solo), para o “controle” e minimização da proliferação de vetores e mal cheiro. Porém, o material é disposto diretamente em contato solo, não havendo nenhuma barreira que impeça a contaminação do solo, águas superficiais e subterrâneas.
- **Aterro Sanitário:** local de disposição final dos RSU e rejeitos ambientalmente adequada, seu projeto prevê a impermeabilização da base e laterais do aterro, compactação dos materiais destinado para o aterro, recobrimento diário com uma camada de material inerte e dispõe de sistemas de captação e tratamento dos gases e líquidos resultantes do processo de decomposição (chorume) e percolado, protegendo o ar, o solo e o lençol freático. Além de contar com o monitoramento geotécnico e ambiental. E há licenciamento ambiental.
- **Aterro Sanitário Energético²¹:** apresenta todas as características de um aterro sanitário comum, porém, são projetados com finalidade de captação de biogás para reaproveitamento como fonte de energia. Não é qualquer porte de aterro sanitário que torna viável a recuperação energética dos gases produzidos, uma vez que a produção é diretamente influenciada pela fração de

²⁰ Nota: Apesar dos lixões e aterros controlados terem sido proibidos a nível nacional pela Lei 12.350/10 (BRASIL, 2010), os mesmos foram apresentados no corpo trabalho, pois estas formas inadequadas de disposição final ainda é a realidade de muitos municípios no Brasil. Portanto, torna-se necessário uma abordagem sobre o assunto, para uma melhor compreensão sobre os diferentes tipos de disposição final existentes.

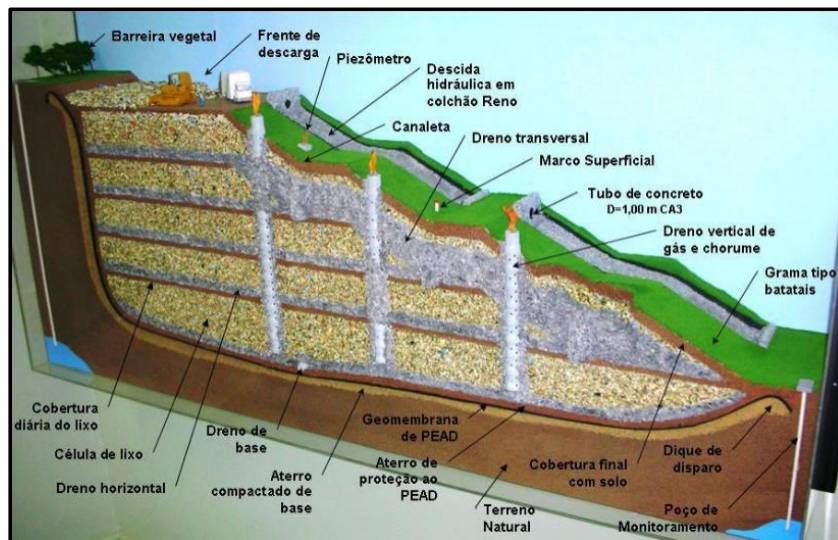
²¹ Aterro Sanitário Energético, além de ser uma forma de disposição final de resíduos sólidos, é também considerado um método de tratamento (parcial), devido a captação do biogás para o reaproveitamento como fonte de energia.

material orgânica do total dos resíduos, assim como na quantidade de resíduos que o aterro recebe, conforme expressado por Russo (2003):

Se a escala do aterro for adequada, deposição de uma quantidade mínima de cerca de 200 toneladas por dia, pode haver aproveitamento do biogás produzido no aterro, designando-se então de aterro energético. Sem esta deposição mínima não é rentável o aproveitamento energético, e o biogás terá que ser queimado em tocha com tempo de residência mínima de 0,3 segundos na câmara de combustão, a uma temperatura de pelo menos 850 °C, para destruir e minimizar o efeito dos gases nocivos. (RUSSO, 2003, p. 15).

Como pode ser observado, os aterros sanitários energéticos, somente se tornam viáveis quando há deposição mínima de 200 toneladas de resíduos por dia, ou seja, recomendado para municípios de grande porte ou consórcio de municípios que tenham essa demanda, devido a sua inviabilidade para municípios de pequeno e médio porte, no presente trabalho será dado enfoque ao aterro sanitário comum, conforme mostra a Figura 1.

Figura 1 – Corte da Seção Transversal de um Aterro Sanitário



Fonte: (VIANA, 2015, p. 8).

Os aterros são diferenciados basicamente pelas formas construtivas e operacionais adotadas podendo ser acima ou abaixo da superfície a partir do nível original do terreno ou em depressões.

Acima do nível original do terreno: "Há dois métodos para essa forma construtiva (da rampa e da área), os quais consistem na formação de camadas de RSU compactadas, sobrepostas acima da superfície do terreno, possuindo geralmente configurações de 'escada' ou de 'tronco de pirâmide', também conhecidos como do tipo 'convencional'". (CARMO JR., 2012).

- Método da Rampa: “também conhecido como método da escavação progressiva, seu emprego é recomendado em áreas secas e planas próximas a encostas ou em áreas planas onde o solo natural oferece boas condições para ser escavado e utilizado como material de cobertura. Os resíduos são descarregados junto à base de um desnível já existente, sendo empurrados e compactados por um trator esteira”. (CARMO JR., 2012). É necessário o recobrimento diário dos RSU com uma camada de solo entre 15 a 30 cm, podendo ser necessário a utilização de camadas mais espessas caso o solo utilizado tenha percentual elevado de areia em sua composição granulométrica. Uma das principais vantagens deste método é a economia no transporte de material de cobertura de fora do sistema.
- Método da Área: “é uma técnica adequada para zonas baixas, onde dificilmente o solo local pode ser utilizado como cobertura” (IBAM, 2005?, p. 56), sendo necessário retirar o material de cobertura (solo) de jazidas, portanto, para a economia de transporte, estas devem estar localizadas próximas ao aterro. No mais, os procedimentos são os mesmos do método da rampa, com os RSU depositados em forma de tronco piramidal.

Abaixo do nível original do terreno: “Pode-se aproveitar escavações já existentes (aterros de depressões) ou preenchendo valas especialmente escavadas para o recebimento de resíduos, conhecidas como valas ou trincheiras”. (CARMO JR., 2012, p. 26).

- ✓ Método aterro de depressões: empregado em depressões naturais (ex. vales), ou seja, regiões de topografia acidentada ou em depressões artificiais (exemplo antigas pedreiras, cavas de mineração etc.). Algumas das principais vantagens desse método são, o reaproveitamento de antigos locais já alterados pelo homem (no caso de depressões artificiais) e o fato de ser feito em depressões, não há necessidade de escavações e movimentação de solo, levando a redução de custos. No entanto há um aumento de custos em transporte pois não existe disponibilidade de material de cobertura no local. O procedimento de disposição desse método fundamenta-se na disposição dos RSU no

fundo, posteriormente compactando-os e recobrimdo-os com camada de solo também compactada.

- ✓ Método de valas ou trincheiras: empregado em terrenos planos ou pouco inclinados, onde o lençol freático esteja situado a uma profundidade maior em relação a superfície de forma que seja garantida uma “camada natural de espessura mínima de 1,50 m (um metro e meio) de solo insaturado entre a superfície inferior do aterro (base) e o mais alto nível do lençol freático” (ABNT, 1997, p .3), além disso terrenos rochosos não são indicados devido às dificuldades de escavação. Este método “apresenta um custo relativamente alto, comparado aos demais métodos, pois exige a escavação de grandes valas”. (CARMO JR., 2012, p. 27). O procedimento de disposição deste método é o mesmo utilizado no método aterro de depressões.

Pode ser observado nas Figuras 2 e 3 exemplares de aterros dos métodos construtivos supracitados, conforme segue.

Figura 2 – Tipos construtivos de aterros acima do nível original do terreno



Fonte: 1 - Aterro de Biguacú – SC. (VIANA, 2015); 2 – Aterro sem identificação. (FEITEP, 2016).

Figura 3 – Tipos construtivos de aterros abaixo do nível original do terreno



Fonte: 3 - Aterro sem identificação. (VIANA, 2015); 4 - Aterro de Vargem Grande do Sul - SP. Acervo do Jornal Gazeta de Vargem Grande.

3.4 PANORAMA NO BRASIL E NO ESTADO DE SÃO PAULO

3.4.1 Da disposição final dos RSU

De acordo com o documento “Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2018/2019 elaborado pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais – ABRELPE” (ABRELPE, 2019), os dados revelam que em 2018, foram geradas no Brasil 79 milhões de toneladas de RSU, sendo 92% deste montante, ou seja, (72,7 milhões de toneladas) coletados, evidenciando que apesar de ter sido coletado boa parcela dos resíduos gerados, ainda há uma quantidade considerável (6,3 milhões de toneladas) que não foram recolhidos junto aos locais de geração.

“Do montante coletado apenas 59,5% (43,2 milhões de toneladas) receberam a destinação adequada em aterros sanitários, o restante 40,5% (29,5 milhões de toneladas) foram dispostos em locais inadequados como lixões ou aterros controlados (23% e 17,5%, respectivamente)” (ABRELPE, 2019, p. 16).

Portanto, pode ser observado que a quantidade de toneladas de resíduos sólidos que não foram destinados de forma ambientalmente adequada é a soma entre os resíduos não coletados (6,3 milhões) e os resíduos coletados não dispostos em aterros sanitários (29,5 milhões), ou seja, 35,8 milhões (45,3%) de todo o resíduo sólido gerado no Brasil em 2018 foi disposto sem as medidas necessárias para a proteção da saúde pública e do meio ambiente contra danos e degradações, corroborando com o fato de que o Brasil tem um longo caminho a percorrer em relação a saneamento ambiental. Na Tabela 1, é apresentado a evolução do panorama geral, relacionando os municípios brasileiros e o tipo de disposição de resíduos sólidos nos anos de 2000, 2017 e 2018, assim como, a representação por região no ano de 2018.

Tabela 1 – Relação de municípios por tipo de disposição final adotada

Disposição Final ²²	Brasil 2000	Brasil 2017		Regiões e Brasil - 2018						
	%	n.º municípios	%	N	NE	CO	SE	S	Brasil	
									n.º municípios	%
Lixão	64	1.640	29	247	844	153	207	42	1.493	27
Aterro Controlado	18	1.742	31	110	496	152	641	109	1.508	27
Aterro Sanitário	14	2.218	40	93	454	162	820	1.040	2.569	46
BRASIL	-	5.570	100	450	1.794	467	1.668	1.191	5.570	100

Fonte: Adaptado de (IBGE, 2002 e ABRELPE, 2019).

²² Nota: As informações da coluna “Brasil 2000”, foram arredondamentos dos valores extraídos da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico de 2000 (IBGE, 2002), com observância de que 5% dos municípios não informaram a destinação de seus resíduos no relatório.

Pode ser observado na Tabela 1, que em 2018, as Regiões Norte (N), Nordeste (NE), Centro-Oeste (CO), Sudeste (SE) e Sul (S), apresentaram aproximadamente 79%, 75%, 65%, 50% e 13%, respectivamente, de seus municípios com disposição inadequada, evidenciando que as regiões N, NE e CO são as regiões que mais carecem, baseando-se apenas neste dado, porém, vale destacar a regiões NE e SE, são as regiões com maior representatividade em número de municípios, portanto, apesar da região SE apresentar “apenas” 50% de inadequabilidade, valor este representado por 848 (oitocentos e quarenta e oito) municípios, o qual supera a soma das regiões N e CO, portanto, é uma região que também necessita de uma atenção especial, quanto a necessidade em realizar o estudo de seleção de áreas ambientalmente adequadas para implantação de aterros sanitários; já a região NE, é a que se encontra em situação mais precária, por possuir a maior representatividade em número de municípios - 1.340 (mil trezentos e quarenta), que dispõem os RSU de forma inadequada.

Com relação a evolução do panorama geral nacional, no período de 2000 a 2018, houve uma melhora significativa com relação aos municípios que passaram a dispor de forma adequada (de 14% para 46%), porém, 54% dos municípios ainda dispõem seus resíduos sólidos urbanos e rejeitos de forma inadequada (em lixões e aterros controlados), mostrando que há muito a ser melhorado.

De acordo com Boscov (2008) “a evolução observada na disposição dos RSU deve-se ao crescimento da consciência ambiental da população e à pressão dos órgãos ambientais e agências financiadoras nacionais e internacionais”.

Na Tabela 2 é apresentado a quantidade de RSU que foi gerado e coletado diariamente em 2018 no Brasil e suas regiões, assim como suas respectivas populações e geração per capita.

Tabela 2 – RSU gerado e coletado diariamente no Brasil e por região – 2018

Regiões	População (habitantes)	RSU Total (toneladas/dia)		Geração per capita (kg/habitante/dia)
		Gerado	Coletado	
Norte	18.182.253	16.073	13.069	0,884
Nordeste	56.760.780	53.975	43.763	0,951
Centro-Oeste	16.085.885	15.932	14.941	0,990
Sudeste	87.711.946	108,063	105.977	1,232
Sul	29.754.036	22.586	21.561	0,759
BRASIL	208.494.900	216.629	199.311	1,039

Fonte: Adaptado de (ABRELPE, 2019).

Pode ser observado na Tabela 2, que em 2018 no Brasil foram gerados 216.629 ton./dia, de RSU, com geração per capita de 1,039 kg/hab/dia, além de ser possível constatar que a região Sudeste, possui a maior taxa de “lixo” coletado, aproximadamente (98%), seguida das regiões Sul (95%), Centro-Oeste (94%) e Norte/Nordeste (81%); como também é exposto que as regiões Sul e Sudeste são as que menos e mais geram resíduos per capita, respectivamente.

Na Tabela 3 é mostrado a quantidade de RSU coletado e disposto diariamente no Brasil e suas regiões, por tipologia de disposição final adotada.

Tabela 3 – RSU disposto diariamente por tipo de disposição final – 2018

Regiões	RSU Total (ton./dia)	Lixão		Aterro Controlado		Aterro Sanitário	
	Coletado	Qtd.	%	Qtd.	%	Qtd.	%
Norte	13.069	4.561	34,9	3.895	29,8	4.613	35,3
Nordeste	43.763	13.785	31,5	14.398	32,9	15.580	35,6
Centro-Oeste	14.941	3.406	22,8	5.364	35,9	6.717	41,3
Sudeste	105.977	10.704	10,1	18.228	17,2	77.045	72,7
Sul	21.561	2.393	11,1	3.946	18,3	15.222	70,6
BRASIL	199.311	34.849	-	45.831	-	119.177	-

Fonte: Adaptado de (ABRELPE, 2019).

De acordo com os dados expostos na Tabela 3, pode ser observado que a as Regiões N, NE e CO possuem a maior parcela de seus RSU coletados diariamente e destinados de forma inadequada, como também é possível constatar que, apesar da região Sudeste possuir a maior porcentagem de RSU coletados, destinados de forma ambientalmente adequada, em termos de quantidade de RSU a região SE é a que mais descarta de forma inadequada, seguida das regiões NE, CO, N e S.

No Estado de São Paulo, “a CETESB por meio do Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Urbanos²³ publica anualmente desde 1997, informações sobre as condições ambientais e sanitárias de destinação final nos municípios paulistas” (CETESB, 2020). A metodologia utilizada para a avaliação de cada local de disposição é a atribuição de uma nota entre 0 e 10 denominada Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos – IQR, composta por diversas variáveis como localização, infraestrutura, operação e outras informações, com seus respectivos pesos conforme pode ser observado no Anexo D – Modelo de Planilha utilizada no cálculo do IQR. A avaliação final das condições do local de disposição de RSU é em função do IQR, sendo

²³ De 1997 a 2011, o documento era intitulado como Inventário Estadual de Resíduos Sólidos “Domésticos”, a partir de 2012 passou a ser Inventário Estadual de Resíduos Sólidos “Urbanos”.

“Condições Inadequadas (I)” para IQR igual ou inferior a 7,0 e “Condições Adequadas (A)” para IQR igual ou superior a 7,1.

De acordo com CETESB (2020, p. 11), no Estado de São Paulo, “as quantidades de resíduos gerados nos municípios foram estimadas com base na população urbana de cada cidade e em índices estimativos de produção de resíduos por habitante”, conforme é mostrado no Quadro 2.

Quadro 2 – Produção “per capita” de RSU em função da população urbana

POPULAÇÃO (hab)	PRODUÇÃO (kg/hab.dia)
Até 25.000	0,7
De 25.001 a 100.000	0,8
De 100.001 a 500.000	0,9
Maior que 500.000	1,1

Fonte: CETESB (2020).

Segundo a Cetesb (2019) “para os municípios que são realizadas pesagens do montante de RSU destinados ao tratamento e/ou disposição final, poderão ocorrer diferenças nos índices por diversos fatores”, tais como:

“Tipo de atividade produtiva predominante no município, nível socioeconômico, sazonalidade de ocupação, existência de programas de coleta seletiva e de ações governamentais que objetivam a conscientização da população quanto à redução de geração de resíduos”. (CETESB, 2019, p. 23).

No Quadro 3, é apresentada a evolução temporal do enquadramento IQR dos municípios do Estado de São Paulo no período de 2011 a 2019, e na Figura 4 é apresentado o enquadramento dos municípios paulistas de acordo com seus respectivos IQR obtidos nos anos de 2011 e 2019. É possível observar uma considerável melhora nas condições dos locais de disposição dos RSU no Estado nesse período. A CETESB (2019, p. 20) ressalta que “em virtude do dinamismo operacional das instalações e das variações climáticas a que ficam expostas, não raro, podem ser encontradas situações distintas nas avaliações, mesmo em inspeções realizadas em datas próximas”.

Quadro 3 – Evolução do IQR no Estado de São Paulo

Ano	2011		2013		2015		2016	
	n.º municípios	%	n.º municípios	%	n.º municípios	%	n.º municípios	%
Inadequado	153	23,7	29	4,5	41	6,4	38	5,9
Adequado	492	76,3	613	95,5	600	93,6	601	94,1
Total	645	100,0	642 ⁽¹⁾	100,0	641 ⁽²⁾	100,0	639 ⁽³⁾	100,0

continua

continuação

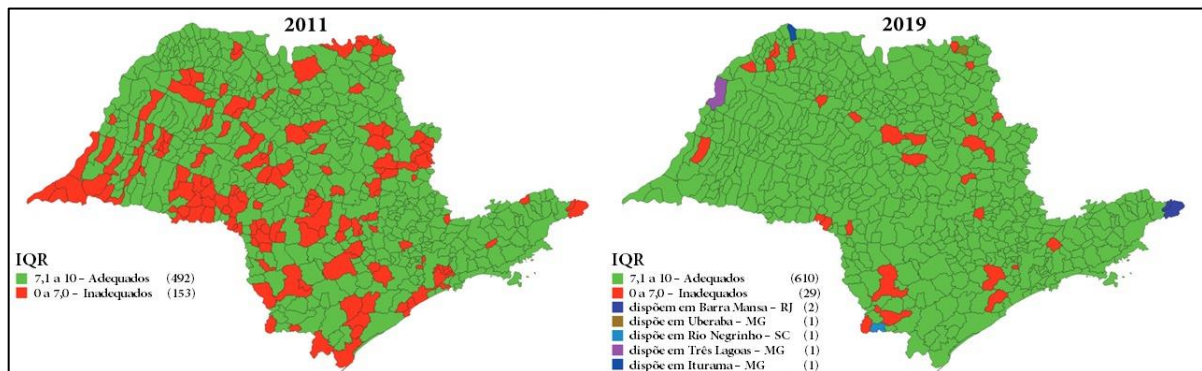
Ano	2017		2018		2019			
	n.º municípios	%	n.º municípios	%	n.º municípios	%		
Inadequado	25	3,9	28	4,4	29	4,5		
Adequado	615	96,1	612	95,6	610	95,5		
Total	640 ⁽⁴⁾	100,0	640 ⁽⁵⁾	100,0	639 ⁽⁶⁾	100,0		

Nota: (1), (2), (3), (4), (5) e (6), não foram considerados os municípios que dispõem em outros Estados.

(1) Bananal, Igarapava e Ituverava.
(2) Arapeí, Bananal, Igarapava e Ituverava.
(3) Arapeí, Bananal, Igarapava, Ituverava, Ribeira e São José do Barreiro.
(4) Arapeí, Bananal, Igarapava, Buritizal e Casa Branca.
(5) Arapeí, Bananal, Igarapava, Casa Branca e Ribeira.
(6) Arapeí, Bananal, Buritizal, Ribeira, Castilho e Ouroeste.

Fonte: Adaptado de (CETESB, 2019; CETESB, 2020; SIMA/CPLA, 2020).

Figura 4 – IQR dos municípios paulistas (2011 e 2019)



Fonte: Elaborado pelo autor, adaptado de (CETESB, 2019; CETESB, 2020; SIMA/CPLA, 2020).

Segundo o Relatório de Qualidade Ambiental – 2019 (SIMA/CPLA, 2019) “o Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Urbanos 2018 (CETESB, 2019), aponta algumas alterações das condições operacionais de disposição final de resíduos sólidos devido a diversos aspectos, tais como:”

- “o esgotamento das áreas de disposição de resíduos sólidos urbanos e a dificuldade de seleção de novas áreas em decorrência das restrições técnicas, locais e legais incidentes;
- as dificuldades de implantação de políticas de redução, reutilização e reciclagem; e
- a dificuldade financeira enfrentada, agravada pela crise econômica e pela diminuição na arrecadação, que repercutem diretamente na disponibilidade de recursos para a operação dos aterros”.

Além do IQR, no Estado de São Paulo, a Coordenadoria de Planejamento Ambiental da Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente – SIMA desenvolveu o

Índice de Gestão de Resíduos Sólidos – IGR para avaliar a gestão de resíduos sólidos no Estado, o qual “busca identificar as fragilidades e auxiliar no desenvolvimento de políticas públicas voltadas à melhoria dessa gestão, tanto para os municípios quanto para o estado” (SIMA/CPLA, 2020).

Atualmente o cálculo o IGR é composto por três índices (SIMA/CPLA, 2020), conforme apresentado na equação 1:

$$\text{IGR} = (0,6 * \text{IQG}) + (0,35 * \text{IQR}) + (0,05 * \text{IQC})$$

(Equação 1)

Onde:

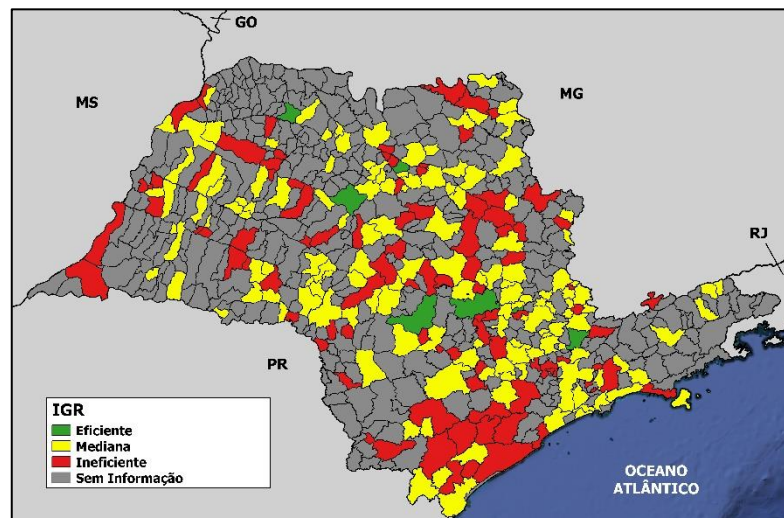
IQG – Índice de Qualidade de Gestão de Resíduos, calculado anualmente pela CPLA, por meio de um questionário respondido, facultativamente, pelos gestores municipais;

IQR – Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos (IQR), calculado e divulgado anualmente no Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Urbanos pela CETESB;

IQC – Índice de Qualidade de Usinas de Compostagem, calculado e divulgado anualmente no Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Urbanos pela CETESB.

A avaliação final da categoria do município em relação a gestão de resíduos sólidos, é em função do IGR, sendo ‘Ineficiente’ para IGR igual ou inferior a 6,0 e ‘Mediana’ para IGR superior a 6,0, e inferior ou igual a 8,0, e ‘Eficiente’ para IGR superior a 8,0, até 10,0. A categoria do IGR dos municípios paulistas em 2019, é apresentada abaixo na Figura 5.

Figura 5 – Categoria do IGR dos municípios paulistas – 2019



Fonte: Adaptado de SIMA/CLPA (2020).

No Brasil há muito a se fazer em relação a saneamento ambiental, pois na atualidade ainda persiste a existência de aterros controlados e “lixões”, que segundo Brollo (2001, p. 7) “se misturam resíduos domiciliares, industriais, de serviços de saúde, estando disseminados na maioria das regiões do país e em municípios de todos os portes”. E não raro, os lixões são encontrados em locais de alto impacto sanitário e ambiental, conforme corroborado por Brollo (2001), conforme segue:

Em geral os lixões são encontrados em locais totalmente inadequados, tais como: margens de rios, interior de boçorocas, áreas de proteção de mananciais entre outros, implicando num enorme potencial de degradação e contaminação ambiental. Tal fato evidencia a importância de estudos e ações voltadas à correta disposição de resíduos, o que inclui a seleção de áreas mais adequadas para esta finalidade, em que sejam consideradas as fragilidades do meio físico. (BROLLO, 2001, p. 7).

3.4.2 Dos municípios com PMGIRS

De acordo com o levantamento realizado pelo Ministério do Meio Ambiente – MMA, divulgado no Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão de Resíduos Sólidos – SINIR, referente ao ano de 2017 (BRASIL, 2018b), apenas 54,8% dos municípios possuem Plano Municipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos, ou seja, cerca de 2.518 municípios (45,2%) carecem do plano, conforme pode ser observado no Quadro 4.

Quadro 4 – N.º de municípios sem PMGIRS no Brasil e por Região – 2017

Informação	Região										Brasil	
	N		NE		CO		SE		S		Sem Plano	Total
	Sem plano	Total	Sem plano	Total	Sem plano	Total	Sem plano	Total	Sem plano	Total		
n.º municípios	206	450	1.143	1.794	194	467	724	1.668	251	1.191	2.518	5.570
%	45,78		63,71		41,54		43,41		21,07		45,21	

Fonte: Adaptado de (BRASIL, 2018b e ABRELPE, 2019).

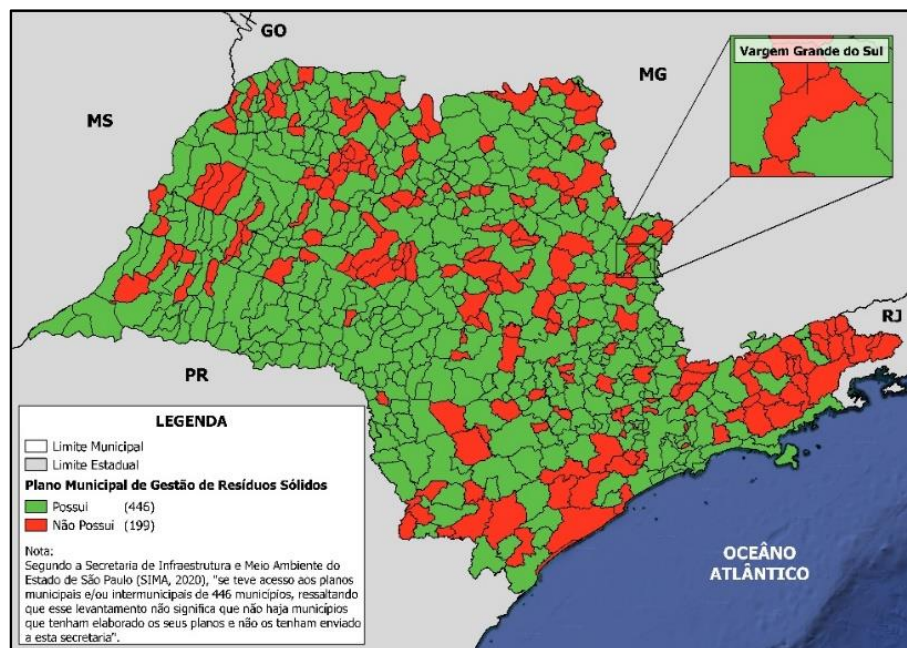
De acordo com as informações apresentadas no Quadro 4, pode-se verificar ordem decrescente das as regiões que possuem maior percentual de municípios que carecem de um Plano é: Nordeste, Norte, Sudeste, Centro-Oeste e Sul; como também, que as regiões Nordeste e Sudeste, possuem a maior representatividade, com relação a municípios sem um PMGIRS.

“Na esfera estadual os melhores índices de municípios que possuem PMGIRS são do Mato Grosso do Sul (84,1%) e do Paraná (83,1%), e os piores são do Piauí (17,4%) e da Bahia (22,1%). Estados de peso, em termos de população, como o Rio

de Janeiro (43,5%) e Minas Gerais (43,7%), situam-se abaixo da média nacional”. (BRASIL, 2018b).

No Estado de São Paulo, segundo dados publicados pela Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado – SIMA (SIMA, [201-?]), em 2012, apenas 132 (cento e trinta e dois), ou seja, (20%) dos municípios paulistas haviam elaborado o Plano; em 2014, este número saltou para 360 (trezentos e sessenta), representando (56%) dos municípios. Em 2018, de acordo com as informações do Plano de Resíduos Sólidos do Estado de São Paulo (SIMA, 2020) pode ser observado que entre 2014 e 2018 houve um aumento de (13%) dos municípios com PMGIRS, ou seja, (69%) representado por 446 (quatrocentos e quarenta e seis) municípios paulistas, conforme pode ser observado na Figura 6.

Figura 6 – Municípios com PMGIRS no Estado de São Paulo – 2018



Fonte: Adaptado de SIMA (2020).

4 MÉTODO APLICADO

No presente item será abordado o método aplicado para a seleção de áreas para aterro sanitário, dissertando sobre os critérios pertinentes a serem analisados, geoprocessamento e análise aplicada para suporte a decisão.

4.1 SELEÇÃO DE ÁREAS PARA ATERRO SANITÁRIO

Para a seleção de locais para implantação de aterros sanitários é necessário a compatibilidade do local do futuro empreendimento com a legislação incidente seja ela Municipal, Estadual e Federal, em especial as necessidades referentes às áreas de interesse ambiental, mapeando as restrições em relação à ocupação. É fundamental observar algumas condicionantes legais, sendo estas de caráter impeditivo ou orientativo, tais como: proteção e conservação da biodiversidade, proteção dos recursos hídricos, proteção de áreas indígenas ou ocupadas por populações tradicionais, presença de patrimônio espeleológico, histórico, arqueológico, cultural e turístico e segurança aeroviária, zoneamento ambiental, Plano Diretor, uso e ocupação do solo, etc.

As Normas Brasileiras n.ºs 13.896/1997 e 15.849/2010 (ABNT, 1997; ABNT, 2010), prescrevem, corroborados por Boscov (2008) e Silva (2011), que o “local para implantação de um aterro de resíduos não perigosos deve ser tal que:

- minimize a possibilidade de existência de impactos ambientais negativos aos meios físico, biótico e antrópico;
- garanta a segurança estrutural e ambiental do depósito ao longo do tempo;
- minimize a complexidade técnica para viabilização do aterro;
- minimize os custos envolvidos;
- esteja de acordo com o zoneamento da região; e
- maximize a aceitação pública ao encontro dos interesses da comunidade”.

De acordo com Brollo (2001, p. 37), “a escolha de locais adequados é um longo processo, envolvendo diversas considerações sobre os aspectos sociais, econômicos,

políticos e ambientais, devendo ter por premissas a minimização do risco à saúde e impacto ambiental”.

As características do meio físico para a escolha da área, é de suma importância, pois feita a escolha adequada, significará menores gastos com preparo, operação e encerramento do aterro, além de significar menores riscos à saúde pública e ao meio ambiente, como contaminação do solo, águas superficiais e subterrâneas, além de que “a prefeitura estará se prevenindo de eventuais transtornos decorrente de oposição popular”. (MELO, 2001, p. 30).

Segundo Rocca (2014) e Boscov (2008) “dentre as características favoráveis de uma área para implantação de aterro sanitário estão a baixa densidade populacional em seu entorno, a distância de corpos hídricos, o baixo custo do terreno, a proximidade a vias de acesso, o baixo potencial de contaminação das águas superficiais e subterrâneas e um subsolo com alto teor de argila ou pouco permeável em região não sísmica, não pantanosa e não sujeita a enchentes, com nível de água subterrâneo profundo e sem aquífero de água potável subjacente”.

De acordo com o Termo de Referência Técnico para a ‘Execução dos Estudos Ambientais Preliminares, Elaboração do Projeto Básico e Executivo Completo do Aterro Sanitário’, (BRASIL, 2011), “a escolha deve ser cuidadosa e atender aos critérios estipulados por legislações, normas técnicas e resoluções do Conselho Nacional e Estadual do Meio Ambiente – CONAMA e CONSEMA, respectivamente”. Portanto, as áreas mais aptas para a implantação de um aterro sanitário, serão aquelas que estiverem isentas de restrições legais do uso do solo, e atenderem o maior número de critérios técnicos relacionados, “bem como outros critérios (técnicos ou não), impostos por cada realidade específica” (BRASIL, 2011).

4.1.1 Critérios ambientais

a. Pedológicos e Geológicos

Os dados pedológicos são informações sobre as características e distribuição do solo na região, o que auxilia na avaliação da susceptibilidade de ocorrência de processos erosivos como sulcos, ravinas, boçorocas/voçorocas, como também na identificação do tipo de solo mais indicado para material de empréstimo, e os dados geológicos são, “informações sobre as características, distribuição e ocorrência de

materiais que compõe o substrato dos terrenos e das principais feições estruturais (foliação, falhas e fraturas), onde está incluso o tipo e a posição das fronteiras geológicas” (MELO, 2001, p. 32), sendo estas feições estruturais locais vulneráveis à contaminação de aquíferos.

A NBR 13.896/1997 (ABNT, 1997) alerta sobre “a importância na identificação do tipo de solo, visto que é o responsável pela capacidade de depuração e da velocidade de infiltração”, sendo desejável a existência, no local, de “solos naturalmente pouco permeáveis como (solos argilosos, argilo-arenosos ou argilo-siltosos)” (ABNT, 2010), “com coeficiente de permeabilidade²⁴ inferior a 10^{-6} cm/s e uma zona não saturada com espessura superior a 1,5 m (um metro e meio)” (ABNT, 1997).

O Termo de Referência Técnico (BRASIL, 2011), chama atenção quanto à questão locacional, em regiões predominantemente calcárias, conforme pode ser observado a seguir:

Regiões predominantemente calcárias (cársticas) ocorrem ordinariamente fissuras e cavidades no subsolo – por vezes de grandes dimensões, tanto transversais quanto longitudinais, descontinuidades essas por onde facilmente os gases gerados nos aterros de RSU podem migrar por longas distâncias e, eventualmente, acumular-se. Esse fenômeno pode transformar-se na origem potencial de acidentes graves (incêndios, explosões). Em função disso, os projetos de aterros sanitários que devam, inevitavelmente, ser implantados nessas regiões deverão ser baseados em um estudo geotécnico muito rigoroso do subsolo da gleba escolhida. (BRASIL, 2011, p. 12).

b. Hidrológicos e Hidrogeológicos (Recursos Hídricos)

As informações referentes aos dados hidrológicos e hidrogeológicos, adotadas no presente trabalho são as descritas por Melo (2001), conforme segue:

Dados hidrológicos - são as informações sobre os principais mananciais, bacias e corpos de água de interesse ao abastecimento público (âmbito local e regional), bem como informações sobre áreas de proteção de manancial [...].

Dados hidrogeológicos - são as informações sobre o comportamento natural da dinâmica e química das águas subterrâneas e superficiais. Deve ser feito o levantamento da posição do lençol freático e das zonas de recarga das águas subterrâneas e a verificação das zonas de estratificação da subsuperfície. Em geral, quanto mais profundo for o lençol freático, teóricamente mais protegido estará o aquífero, uma vez que maior será a zona aeróbia do solo, a qual é importante para a atenuação dos poluentes. (MELO, 2001, p. 31-32, grifo meu).

²⁴ “Coeficiente de permeabilidade ou condutividade hidráulica, é um parâmetro que mede a facilidade de percolação da água em um meio poroso”.

Considerando a Lei n.º 9.433, de 08 de janeiro de 1997 – Política Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997) e a Lei Estadual n.º 7.663, de 30 de dezembro de 1991 – Política Estadual de Recursos Hídricos (SÃO PAULO, 1991) aponta o Plano de Bacia Estadual e dos Comitês de Bacias Hidrográficas – CBHs o instrumento de planejamento e subsídio para os Planos, Programas e Projetos para disciplinamento para os setores públicos e privados.

A NBR 13.896/1997 (ABNT, 1997), estabelece que “deve ser avaliada a possível influência do aterro na qualidade e no uso das águas superficiais e subterrâneas próximas”, e recomenda que:

- O aterro deve ser localizado a uma distância mínima de **200m** de qualquer coleção hídrica ou curso de água. [...]
- O aterro não deve ser executado em áreas sujeitas a inundações, em períodos de recorrência e 100 anos.
- Entre a superfície inferior do aterro e o mais alto nível do lençol freático deve haver uma camada natural de espessura mínima de **1,50m** de solo insaturado. O nível do lençol freático deve ser medido durante a época de maior precipitação pluviométrica da região. (ABNT, 1997, p. 3, grifo meu).

c. Fauna e Flora

A NBR 13.896/97 (ABNT, 1997) alerta sobre a importância de um “estudo macroscópico da flora, uma vez que ela pode atuar favoravelmente na escolha de uma área quanto aos aspectos de redução do fenômeno de erosão, da formação de poeira e transporte de odores”, Melo (2001, p. 33) ressalta que “o local escolhido não deve causar sérios danos ao ambiente, pois tanto a flora quanto fauna devem ser analisadas e respeitadas de forma que o empreendimento tenha seus impactos negativos minimizados”.

De acordo com ReCESA (2008, p. 44), “neste estudo, as áreas serão avaliadas sob o enfoque do meio biológico, destacando-se a existência de espécies indicadores da qualidade ambiental, de valor científico e econômico, raras e ameaçadas de extinção, e ainda áreas de preservação ambiental”.

d. Climáticos

De acordo com Melo (2001, p. 33) dados climáticos são “informações sobre o regime de chuvas e precipitação volumétrica (série histórica), incidência solar, evaporação e evapotranspiração, umidade do ar, intensidade e direção predominante dos ventos”. Esses dados são importantes, pois interferem diretamente no volume de percolado e chorume gerado no aterro, uma maior precipitação, umidade etc., maior

será o volume de efluentes gerado e a serem tratados. Em relação a direção predominante dos ventos, esta deve ser, a princípio, contrária aos núcleos urbanos, a fim de evitar incômodos causados pela incidência de odores desagradáveis.

4.1.2 Critérios de uso e ocupação do solo

a. Legislação e Normas

São as informações de caráter impeditivo ou orientativo ao uso do solo estabelecidas pelas leis ambientais, de uso e ocupação etc., de âmbito federal, estadual e municipal e normas, conforme exposto no item 2 do presente trabalho. Portanto, para a escolha de áreas para implantação de aterros sanitários é necessária a verificação da existência de áreas de conservação, preservação ambiental, proteção dos mananciais ou especial interesse paisagístico, ou indígenas ou ocupadas por populações tradicionais, aeródromos, ou que abriguem patrimônios de interesse espeleológico, histórico, arqueológico, artístico e/ou turístico, ou de áreas sensíveis etc., no entorno imediato da gleba, ou distâncias inferiores as determinadas por Lei específica ou recomendadas por Norma específica, em situações tais que, não as tornem passíveis de serem direta ou indiretamente afetadas pela instalação e pelo funcionamento do aterro.

A NBR 13.896/1997 (ABNT, 1997) define áreas sensíveis como sendo as “áreas de recarga de aquíferos, áreas de proteção de mananciais, mangues e *habitat* de espécies protegidas, áreas de preservação permanente conforme declaradas pelo Código Florestal, ou Áreas de Proteção Ambiental – APAs”. Sendo estas, áreas não aptas à instalação de aterros sanitários. Além de orientar que só podem ser construídos em áreas que estejam em conformidade com a legislação local de uso do solo.

É de suma importância que seja analisada a legislação municipal visto que é possível haver leis mais rigorosas e restritivas (leia-se em prol do meio ambiente), que as da esfera estadual e/ou federal, sendo elas: Plano Diretor do Município, Lei de Zoneamento e de Uso e Ocupação do Solo, Leis de Proteção ao Meio Ambiente e Mananciais (se houver) entre outras regionais, até mesmo, Plano de Bacia Hidrográfica Estadual ou Regional.

Silva (2011) recomenda que se deve observar no Plano Diretor o zoneamento conforme segue:

Zoneamento urbano: o critério de zoneamento urbano se preocupa em estabelecer normas de uso e ocupação da macrozona de uma cidade, fixando as diversas áreas para o exercício das funções urbanas elementares. Define o lugar para todos os usos essenciais do solo e dos edifícios na comunidade e indica, portanto, a possibilidade de implantação de um aterro sanitário em determinada área.

Zoneamento ambiental: o objetivo do zoneamento ambiental é controlar a utilização do solo e definir as atividades nele permitido. Assim, conhecer as leis de zoneamento ambiental do município em questão é fundamental para saber se a área desejada está legalmente permitida para esse uso e, portanto, livre de restrições ambientais. (SILVA, 2011, p. 34).

b. Distância de núcleos populacionais

A Associação Brasileira de Normas Técnicas, através da NBR 13.896/1997 (ABNT, 1997) recomenda que “a distância do limite da área útil do aterro a núcleos populacionais seja superior a 500 m (quinhentos metros)”, e segundo Melo (2001) e Brasil (2011), “afim de não provocar incômodos aos moradores, tais como odores, fumaça, poeira, presença de vetores e outros inconvenientes, recomenda-se uma distância mínima de segurança de 2 km (dois quilômetros) entre a gleba do aterro e o limite da zona urbana, tanto no que se refere à sede municipal quanto aos distritos e povoados”.

Segundo Felicori et al. (2016) para este critério, “as áreas localizadas a uma distância entre 2.000m (dois mil metros) e 8.000m (oito mil metros) dos núcleos urbanos são as de melhor aptidão”. “A distância máxima desejável em relação à região mais populosa da cidade, tendo em vista o custo do transporte dos RSU gerados (em maior quantidade nessa região), deverá ser sempre que possível inferior a 10km (dez quilômetros)” (BRASIL, 2011; Felicori et al., 2016).

c. Titulação da área ou Valor venal das terras

De acordo com Massunari (2000, p. 21) “a titulação da área reflete o impacto sobre os proprietários das áreas, bem como o grau de ‘facilidade’ no processo de desapropriação, pois propriedades pertencentes à municipalidade ou instituições públicas o processo é bastante facilitado”, portanto, recomenda-se obter informações referentes ao valor venal das terras, ou seja, “sobre os custos de desapropriação, caso a área não seja de propriedade pública” (MELO, 2001, p. 34), sendo necessário considerar um investimento inicial para a aquisição da área.

4.1.3 Critérios operacionais

a. Topográficos ou Geomorfológicos

Os dados topográficos são informações sobre a geomorfologia e as características do relevo como (colinas, encostas, talwegues, etc.) e sobre a declividade do terreno. Melo (2001) descreve sobre a relevância dos dados topográficos para a seleção do local, conforme segue:

É um dos fatores mais relevantes na seleção de um local pois há uma relação muito grande entre o relevo e a ampliação dos problemas ambientais. Sendo assim, o terreno deve ter uma conformação e topografia compatíveis, onde locais de baixa declividade são preferenciais a fim de minimizar o escoamento de águas superficiais para o aterro e a ocorrência de uma elevação ou desnível natural, com o objetivo de facilitar a construção das células do lixo. (MELO, 2001, p. 31).

Como também, “são fatores determinantes na escolha do método construtivo e nas obras de terraplenagem para a construção da instalação”. (ABNT, 1997, p. 3).

Segundo Engecorps e Maubertc (2014, p.12) “o estudo geomorfológico é muito importante, pois este permite um melhor entendimento da dinâmica das bacias de drenagem e de aspectos importantes, tais como: susceptibilidade a processos erosivos, características do lençol freático”, auxiliando na identificação de possíveis locais com perigo de inundação ou de deslizamentos do terreno.

De acordo com a NBR 13.896/1997 (ABNT, 1997) é recomendada a escolha de locais com declividade entre 1% a 30%, e segundo Weber e Hasenack (2000) “quanto menor for a declividade de um terreno mais apta ela será para a implantação de um aterro”, conforme mostrado a seguir:

Considera-se que baixas declividades favorecem as operações de movimentação de resíduos e solos, além de oferecer condições menos críticas para os sistemas de drenagem. Quanto menor for a declividade da área em análise, mas apta ela será para a implantação de um aterro sanitário. (WEBER e HASENACK, 2000, p. 6).

b. Espessura do Solo e Jazidas de Empréstimo

A relevância do critério de espessura do solo, se deve ao fato de estar diretamente ligado a disponibilidade de material de cobertura, interferindo na implantação, operação do empreendimento, assim como nos custos relacionados, portanto, recomenda-se que ao local tenha disponibilidade de material para confecção de camadas de cobertura, ou que possua jazidas de empréstimos próximas, com material suficiente para suprir a demanda durante toda a vida útil do aterro. Melo

(2001) complementa recomendando a composição para o material de cobertura, conforme mostrado a seguir:

A proximidade de jazidas de terra é muito aconselhável, a fim de que haja sempre abundância de material de cobertura. O material de cobertura indicado é aquele cuja composição apresenta 50% a 60% de areia e o restante uma mistura equilibrada entre silte e argila. Em geral, são necessários aproximadamente 1 m³ de terra para 6 toneladas de lixo. (MELO, 2001, p. 32).

c. Acessos

Fator de evidente importância, uma vez que são utilizados durante toda a vida útil do aterro, diretamente ligado aos custos operacionais, sendo necessário, portanto, avaliar a distância entre o(s) centro(s) gerador(es) e o local do aterro, assim como, a qualidade das vias de acesso, para não inviabilizar o empreendimento ao Município, pois maiores distâncias acarretam em maior gasto com combustível, tempo de utilização dos equipamentos, etc., e a má condição das vias de acessos, acarretam em maior desgaste dos equipamentos, conseqüentemente gastos com reparos, como também dificuldades em destinar os rejeitos ao aterro em épocas chuvosas. Portanto, recomenda-se a análise das vias do município, dando preferência às vias que possibilitem o franco acesso dos veículos coletores à mesma com carga plena, mesmo na estação chuvosa.

De acordo com Silva (2011), deve-se observar os aspectos topográficos e de relevo ao avaliar as condições das vias de acesso, conforme segue:

[...] devem-se avaliar as condições das vias de acesso, observando os aspectos topográficos e de relevo, pois estes podem dificultar o acesso e a operação dos caminhões de lixo e tratores de esteira responsáveis pela compactação do lixo. A garantia de que os acessos e pátios de manobra terão permanente condição de tráfego, quer seja em época de estiagem ou de elevada pluviosidade, são muito importantes para garantir a operação do aterro, logo os seguintes itens devem ser observados:

- integração à malha viária;
- condições de trafegabilidade da via;
- necessidade de melhoramentos no sistema viário;
- existência ou não de pavimentação; e
- condições de relevo. (SILVA, 2011, p. 35).

Silva (2011) e Felicori et al. (2016), “recomendam um distanciamento mínimo de 100 m (cem metros) entre os eixos das vias e a área do empreendimento, devido a possibilidade de ocorrer problemas de tráfego, ocasionado pela circulação de

veículos coletores de resíduos etc., além de comumente ocorrer desprendimento de resíduos como sacolas plásticas, papéis etc., podendo vir a atrapalhar o bom fluxo das vias. Como também recomendam, para este critério, que as áreas mais adequadas são as localizadas a distancias entre 1.000 m (mil metros) a 2.000 m (dois mil metros), por não estarem tão próximas das vias a ponto de atrapalhar o plexo fluxo e afastadas o suficiente para não inviabilizar a operação”

d. Área Disponível e Vida Útil

Estes fatores estão inter-relacionados, a NBR 13.896/1997 (ABNT, 1997) recomenda “a construção de aterros com vida útil mínima de 10 anos”, de acordo com Silva (2011, p. 36) “para previsão desse período, consideram-se as dimensões da área sujeita a implantação do aterro, suas características topográficas, a geração de resíduos e o crescimento populacional”.

A Resolução CONAMA n.º 404/08 (CONAMA, 2008), determina que “no licenciamento ambiental para os aterros sanitários de pequeno porte, ou seja, aqueles com disposição de até 20 ton./dia de RSU, será exigido o uso de áreas que garantam a implantação de empreendimentos com vida útil superior a 15 anos”.

Como a vida útil do aterro está associada à máxima capacidade de recebimento de RSU, a triagem e a destinação adequada dos resíduos aproveitáveis para compostagem, reciclagem etc., auxiliará para o aumento do período de operação do empreendimento.

O Termo de Referência Técnico (BRASIL, 2011, p. 11 e 22) estabelece uma estimativa das extensões superficiais mínimas de glebas destinadas à implantação de aterros sanitários, de acordo com a faixa populacional a ser beneficiada por ele, conforme apresentada na Tabela 4.

Tabela 4 – Área mínima recomendável para a implantação de aterro sanitário

População (hab.)	Área Mínima Recomendável (ha)	População (hab.)	Área Mínima Recomendável (ha)
até 2.000	1,0	100.001 – 150.000	25,0
2.000 – 5.000	2,0	150.001 – 250.000	35,0
5.001 – 10.000	4,0	250.001 – 500.000	55,0
10.001 – 20.000	6,0	500.001 – 750.000	95,0
20.001 – 50.000	10,0	750.001 – 1.000.000	115,0
50.001 – 100.000	20,0	1.000.001 – 1.500.000	192,0

Fonte: Adaptado de (BRASIL, 2011).

4.2 GEOPROCESSAMENTO E SUPORTE À DECISÃO

Silva (2009) define geoprocessamento como sendo:

[...] um conjunto de conceitos, métodos e técnicas que, atuando sobre bases de dados georreferenciados, por computação eletrônica, propicia a geração de análises e sínteses que consideram, conjuntamente, as propriedades intrínsecas e geotopológicas dos eventos e entidades identificados, **criando informação relevante para apoio à decisão quanto aos recursos ambientais**. (SILVA, 2009, p. 42, grifo meu).

De acordo com Bossle (2016, p. 23) “[...] o geoprocessamento envolve um conjunto de técnicas que utiliza elementos de **cartografia, sensoriamento remoto, GPS (Global Positioning System)** e programas computacionais de **SIG²⁵** (Sistema de Informações Geográficas)”, sendo estes elementos descritos pelo autor supracitado, conforme segue:

Cartografia: representa a arte de grafar uma carta ou mapa, descrevendo uma região geográfica. Resumidamente, trata de representar no papel (plano) o desenho de um espaço geográfico, ou seja, criar um mapa.

Sensoriamento remoto: consiste basicamente em um conjunto de técnicas que possibilita a captação de imagens, por sensores presentes em satélites ou outros veículos espaciais, oriundas de reflexão da luz sobre (ou por radiação eletromagnética de) objetos localizados na superfície terrestre. O objetivo final é produzir imagens da superfície da Terra que, por sua vez, tem inúmeras aplicações em geoprocessamento.

GPS²⁶: Sistema de Posicionamento Global (*GPS* em inglês) é em síntese, um conjunto de transmissores que emitem micro-ondas as quais são captadas por aparelhos receptores situados na superfície da Terra. O que se chama GPS é, na verdade, um sistema adotado pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos e que consiste de um conjunto de 24 satélites que circundam a terra a uma altitude de 20.200 quilômetros duas vezes em 24 horas.

SIG: são programas de computador destinados a trabalhar matematicamente as informações geográficas e alfanuméricas para gerar informações baseadas em algoritmos pré-definidos. Com isso, é possível realizar análises variadas e obter resultados que possibilitem a tomada de decisões. (BOSSLE, 2016, p. 23-24, grifo meu).

“As Geotecnologias são um conjunto de tecnologias (*hardware* e *software*) utilizadas para realizar a coleta, o processamento, a análise e a disponibilização de informações com referência geográfica de uma determinada localidade”. (SANTIAGO&CINTRA, 2017), estando dentre elas a topografia e geodésia, GPS, SIGs, sensoriamento remoto por satélites, fotogrametria etc.

²⁵ Nota: É comumente encontrado na literatura o uso da sigla SIG em inglês (*GIS - Geographic Information System*).

²⁶ Além do GPS, há o GLONASS sistema similar em funcionamento de origem russa, Galileo (da União Europeia) e o Compass (da China) que está em fase de implantação. (BOSSLE, 2016, p. 24).

4.2.1 Análise multicriterial

De acordo com Amaral e Lana (2017, p. 371) a análise multicriterial ou de multicritérios “é uma técnica que surgiu na década de 1960, sendo utilizada para auxiliar na tomada de decisões. É empregada como instrumento de estudo que verifica, a partir de distintos critérios selecionados, os diferentes cenários e potenciais resultados”. Segundo Campos e Cazarini (2010, p. 3) estes critérios são utilizados como “parâmetros de avaliação na seleção de uma alternativa diante de um conjunto de opções, permitindo compará-las. Além disso, podem abranger diferentes aspectos, tais como físicos, biológicos, socioculturais e econômicos, entre outros”.

“A integração de SIGs e de métodos de decisão multicritério ou *Multicriteria Decision Analysis* - MCDA vêm proporcionando inúmeros benefícios para a resolução de problemas de planejamento e gerenciamento do mundo real”. (ZAMBON et al., 2005, p. 183). “Nesse contexto, a integração de SIGs e do método multicriterial é uma das ferramentas mais difundidas no apoio à tomada de decisão e apresenta um enorme potencial para a análise da aptidão de áreas adequadas para implantação de aterro sanitário”. (SCHMIDT, 2016, p. 55).

A modelagem do mundo real pode ser particionada em diversos critérios e/ou fatores que compõem esse mesmo mundo real, conforme pode ser observado na Figura 7.

Figura 7 – Partição do mundo real por critérios



Fonte: Adaptado de (PAIVA, 2018).

Segundo Gomes, Gomes e Almeida (2002 apud SCHMIDT, 2016, p. 54) “dentre as aplicações dos diferentes métodos de MCDA, utilizam como ferramenta a matriz

de decisão e são seguidos três passos para o auxílio à decisão, a determinação dos critérios e alternativas, bem como a atribuição de pesos e síntese dos resultados”.

De acordo com Calijuri (2000 apud CALIJURI, MELO E LORENTZ, 2002) “os critérios podem ser de 2 (dois) tipos: restrições e fatores”, conforme mostrado abaixo:

As restrições são fundamentadas em **critérios booleanos (verdadeiros ou falsos)** que cerceiam ou limitam a análise e regiões geográficas específicas. Elas diferenciam áreas aptas das não aptas.

Os fatores são critérios que **definem algum grau de aptidão** para todas as regiões geográficas. Normalmente essa aptidão é medida em uma escala contínua e de forma a abranger todo o espaço de solução inicialmente previsto. (CALIJURI, 2000 apud CALIJURI, MELO E LORENTZ, 2002, p. 232, grifo meu).

Segundo Câmara et al. (2001. p. 9-8) o “Modelo Booleano envolve combinação lógica de mapas binários através de operações condicionais, o resultado é expresso de forma binária, ‘0’ (hipótese não satisfeita) e ‘1’ (hipótese satisfeita), não sendo possível a condição talvez, e ainda complementa que embora esse método seja prático, normalmente não é o mais adequado, pois o ideal é que as evidências, que apresentam importância relativa diferente, recebam pesos de diferentes valores e não sejam tratadas igualmente como acontece”. Portanto, critérios restritivos (critérios legais), recomenda-se o uso do Modelo Booleano, uma vez que não possui uma condição relativa (de talvez), já para os fatores, que possuem algum grau de aptidão, este método não é recomendável.

No que se refere aos fatores Schmidt (2016) recomenda em seu trabalho a utilização do método de *fuzzy*, conforme mostrado a seguir:

Referindo-se aos fatores, adota-se o método *fuzzy* (aplicação em SIG *raster*²⁷), a combinação de critérios contínuos se dá através da normalização para uma escala contínua dentro de um intervalo estabelecido, como por exemplo, 0 a 1, esta técnica consiste em atribuir a cada fator o peso da sua importância no processo de agregação de dados, designado de combinação linear ponderada. (SCHMIDT, 2016, p. 54).

Com relação as restrições e fatores, Calijuri, Melo e Lorentz (2002) consideraram em seu trabalho que:

As restrições diferenciam áreas ou alternativas que podem ser consideradas aptas para destinação final de resíduos sólidos daquelas que não são aptas sob condição alguma. Por sua vez, os fatores definem áreas ou alternativas em termos de uma medida contínua de aptidão, realçando ou diminuindo a

²⁷ Um arquivo *raster* é formado pela união de unidades de resolução chamada pixel. Cada pixel é uma unidade formada pelo cruzamento entre uma linha e coluna e o conjunto, na imagem assume um formato tipicamente matricial. (BOSSLE, 2016, p. 26).

importância de uma alternativa, em consideração, naqueles locais fora das restrições absolutas. (CALIJURI, MELO e LORENTZ, 2002, p. 232).

De acordo com Schmidt (2016, p. 54-55) “para se obter o resultado final, ou seja, identificar áreas mais aptas para a implantação de um aterro sanitário, deve-se atribuir pesos para cada um dos critérios a serem analisados, e a técnica AHP – *Analytical Hierarchy Process* proposta pelo matemático Thomas L. Saaty, no final da década de 70, é uma maneira de diminuir sua subjetividade”. Segundo Câmara et al. (2001, p. 9-28), “nesta técnica, os diferentes fatores que influenciam a tomada de decisão são comparados dois-a-dois, e um critério de importância relativa é atribuído ao relacionamento entre estes fatores, conforme uma escala pré-definida” a qual é apresentada a seguir no Quadro 5.

Moraes, Ribeiro e Larentis (2012) descrevem em seu trabalho a relevância na utilização do método AHP no suporte a tomada de decisões, conforme segue:

O AHP é um método para auxiliar as pessoas na tomada de decisões complexas. Mais do que determinar qual a decisão correta, o AHP ajuda as pessoas a escolher e a justificar a sua escolha. Este método tem como base a representação de um problema complexo através da estruturação hierárquica do mesmo, objetivando priorizar os fatores na análise das diversas alternativas. (MORAES, RIBEIRO E LARENTIS, 2012, p. 3).

A seguir, é apresentado no Quadro 5 informações referentes a escala de valores AHP para comparação pareada.

Quadro 5 – Escala de valores AHP para comparação pareada

Intensidade de importância	Definição e Explicação
1	Importância igual – os fatores contribuem igualmente para o objetivo
3	Importância moderada – um fator é ligeiramente mais importante que o outro
5	Importância essencial – um fator é claramente mais importante que o outro
7	Importância demonstrada – Um fator é fortemente favorecido e sua maior relevância foi demonstrada na prática
9	Importância extrema – A evidência que diferencia os fatores é da maior ordem possível
2,4,6,8	Valores intermediário entre julgamentos – possibilidade de compromissos adicionais

Fonte: Câmara et al. (2001).

5 ESTUDO DE CASO

No presente item será apresentado a caracterização do município estudo de caso, como também a legislação municipal pertinente ao estudo.

5.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

De acordo com Silva (2011), “entende-se como caracterização do município”:

O conhecimento do número de habitantes, da previsão do crescimento populacional, do poder aquisitivo da comunidade, do índice de escolaridade, entre outros. Tais informações são importantes, pois a geração do resíduo, quanto a seu tipo e volume, está intimamente relacionada com os hábitos de vida da comunidade. (SILVA, 2011, p. 26).

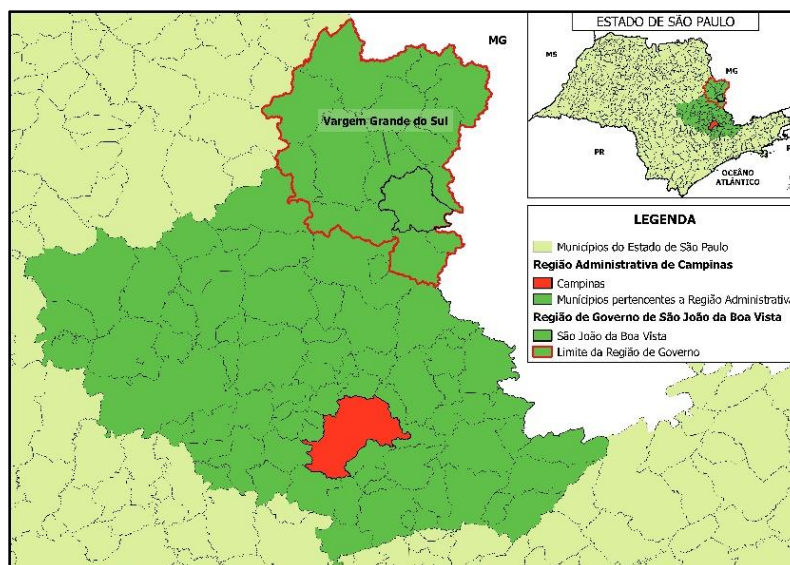
Como também suas características físicas, climáticas e ambientais territoriais, para assim, realizar o estudo com maior riqueza de detalhes e informações, contribuindo para uma melhor identificação de áreas para implantação de aterro sanitário, estando em consonância aos anseios do município.

5.1.1 Aspectos Gerais

O município de Vargem Grande do Sul – SP está localizado na região NE do Estado, com uma altitude média de 720 m (setecentos metros) acima do nível do mar, e de acordo com os dados da Fundação SEADE (SEADE, 2020a) o município possui uma população estimada em 2020 de 41.501 hab., uma área territorial de aproximadamente de 26.718 ha (vinte e seis mil e setecentos e dezoito hectares), e pertence as Regiões (Administrativa – RA de Campinas e de Governo – RG de São João da Boa Vista), conforme ilustrado na Figura 8, e faz divisa com os municípios Aguai, Águas da Prata, Casa Branca, Itobi, São J. da Boa Vista e São S. da Gramma (ver Figura 10).

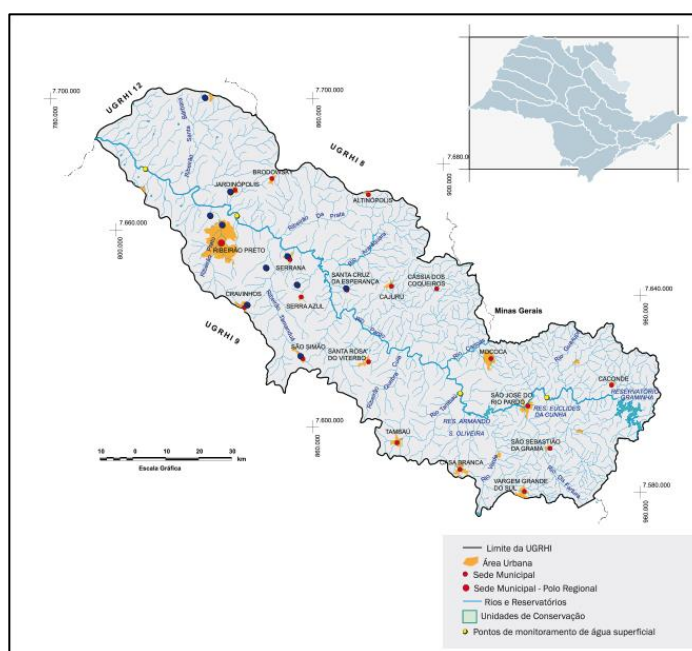
O município está localizado na transição entre duas Unidades Hidrográficas de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHIs, UGRHI 04 (Pardo) e UGRHI 09 (Mogi-Guaçu) (ver Figura 21), porém, segundo a PERH (SÃO PAULO, 1991) o município está inserido na UGRHI onde está a sede/cidade, portanto, se localiza na UGRHI 04 - Bacia Hidrográfica do Pardo (CBH-Pardo) conforme apresentado na Figura 9, e participa do CBH-Mogi também.

Figura 8 – RA de Campinas e RG de São João da Boa Vista



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 9 – UGRHI 04 – Pardo



Fonte: CRH (2021).

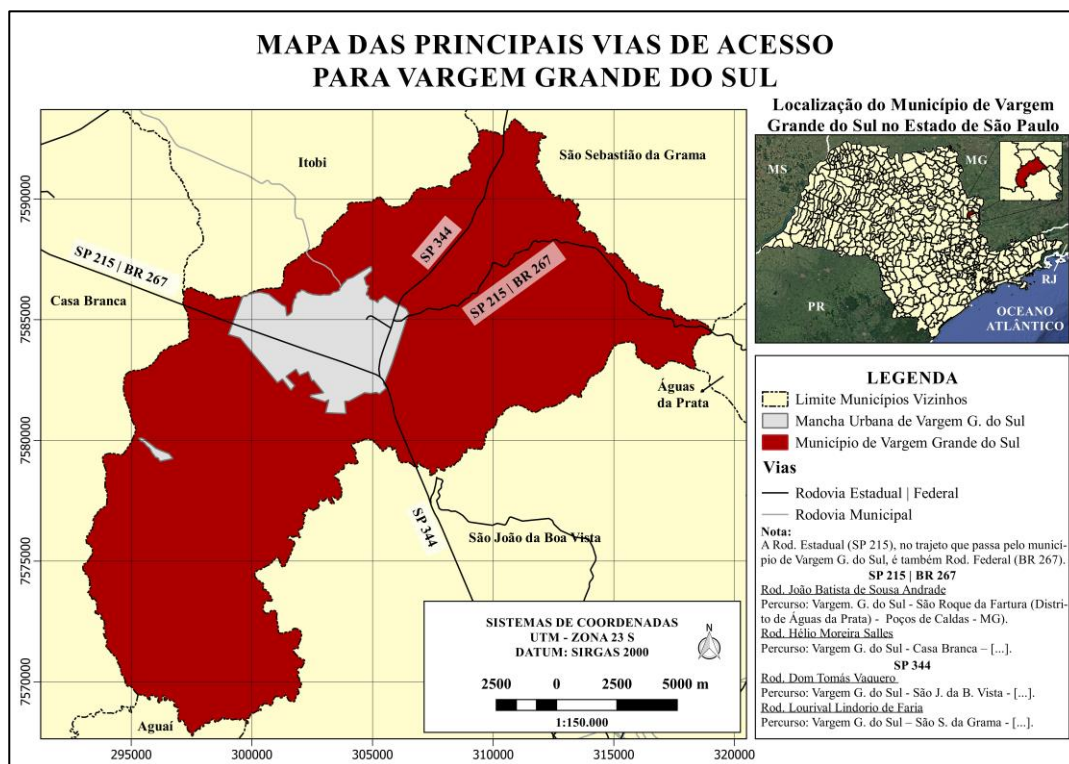
Os principais acessos ao município são através das rodovias estaduais SP 215²⁸ (Rod. Hélio Moreira Salles trajeto “Casa Branca – Vargem G. do Sul” e “Rod. João Batista de Sousa Andrade trajeto “Vargem G. do Sul – Águas da Prata”²⁹) e SP

²⁸ Nota: A Rod. Estadual (SP 215) no trajeto que passa pelo município de Vargem Grande do Sul, é também a Rod. Federal (BR 267).

²⁹ Nota: O trajeto da Rod. João Batista de Sousa Andrade (SP 215/ BR 267), percorre Vargem Grande do Sul, São Roque da Fartura (Distrito de Águas da Prata) e Poços de Caldas-MG.

344 (Rod. Dom Tomás Vaquero trajeto “São J. da B. Vista – Vargem G. do Sul” e Rod. Lourival Lindorio de Faria trajeto “Vargem G. do Sul – São S. da Grama”), além da estrada Municipal Vargem G. do Sul – Itobi, conforme mostrado na Figura 10.

Figura 10 – Mapa das principais vias de acesso a Vargem G. do Sul



Fonte: Elaborado pelo autor.

O Município dista aprox. 240 km (duzentos e quarenta quilômetros) da capital paulista, 156 km (cento e cinquenta e seis quilômetros) de Campinas – SP, 154 km (cento e cinquenta e quatro quilômetros) de Ribeirão Preto – SP e 50 km (cinquenta quilômetros) de Poços de Caldas – MG.

No Quadro 6, é apresentado os dados dos principais aspectos demográficos do município, da RG de São João da Boa Vista, da RA de Campinas e do Estado.

Quadro 6 – Principais aspectos demográficos – 2020

Item	População	Grau de Urbanização	Área	Densidade Demográfica	Taxa Geométrica de Crescimento Anual da População (2010/2020)
	(hab.)	(%)	(km ²)	(hab./km ²)	(% a.a.)
Município	41.501	96,22	267,18	155,33	0,56
RG	488.493	91,51	6.201,45	78,77	0,36
RA	6.945.124	95,96	27.093,16	256,34	1,07
Estado	44.639.899	96,52	248.219,94	179,84	0,80

Fonte: Adaptado de (SEADE, 2020a).

Pode ser observado no Quadro 6, que a população do Município de Vargem Grande do Sul, representa aproximadamente 8,50%, de toda a população da Região de Governo de São João da Boa Vista e apenas 0,60% da Região Administrativa de Campinas, como também, sua densidade demográfica e taxa de crescimento anual de população, são superiores à da RG de São J. da B. Vista, e inferiores à da RA de Campinas e do Estado.

5.1.2 Aspectos Econômicos e Sociais

No presente item serão abordados os aspectos econômicos e sociais como: emprego, renda, finanças públicas, saúde, educação e qualidade de vida de desenvolvimento social.

5.1.2.1 Aspectos Econômicas

“No intuito de se conhecer os setores econômicos com maior representatividade no município, em termos de sua estrutura produtiva e o peso dessa participação no total do Estado, foi realizada uma breve análise comparativa entre as unidades territoriais, privilegiando a participação dos setores econômicos no que tange ao Valor Adicionado Setorial³⁰ (VA) na totalidade do Produto Interno Bruto (PIB), sua participação no Estado e o PIB per capita”, (ENGEORPS; MAUBERTEC, 2014) conforme pode ser observado no Quadro 7.

Quadro 7 – Participação setorial no PIB Total e per Capita – 2017

Unidade Territorial	Participação do Valor Adicionado (%)			PIB (em reais correntes)		
	Agropecuária	Indústria	Serviços	PIB (em mil reais)	PIB per Capita (em reais)	Participação no Estado (%)
Município	14,50	6,08	79,42	945.585,38	23.140,38	0,04
RG	20,04	9,91	70,04	13.575.130,60	28.074,18	0,64
RA	32,32	1,76	65,92	384.043.647,24	56.872,46	18,12
Estado	21,21	2,04	76,75	2.119.854.034,99	48.537,53	100,00

Fonte: Adaptado de (SEADE, 2020a).

Pode ser observado no Quadro 7, que o setor de Serviços tem maior representatividade no PIB do Município, seguido da Agropecuária e Indústria, característica esta, também observada para as demais unidades territoriais. Os PIBs

³⁰ Valor adicionado do setor: é o valor que a atividade agrega aos bens e serviços consumidos no seu processo produtivo. (SEADE, 2020a).

per Capita e Municipal em 2017 foi de R\$ 23.140,38 e R\$ 945,59 milhões respectivamente, estando abaixo das demais unidades territoriais, e representando apenas 0,04% do PIB estadual.

- **Emprego e Renda**

Neste tópico serão apresentados dados referentes ao mercado de trabalho do município, assim como, o poder aquisitivo da população.

De acordo com os dados disponibilizados no Portal de Estatísticas do Estado de São Paulo (SEADE, 2020a), foi possível fazer um compilado, e comparar as informações referentes ao emprego e ao rendimento médio por setor do município, das Regiões, Administrativa de Campinas e de Governo de São J. da Boa Vista, como também, do Estado, conforme pode ser observado no Quadro 8.

Quadro 8 – Participação dos vínculos empregatícios por setor – 2018

Participação dos vínculos empregatícios por setor (%)						
Unidade Territorial	Agropecuário	Comércio	Construção Civil	Indústria	Serviços	Total
Município	8,64	31,47	1,30	24,21	34,38	100,00
RG	14,74	23,44	2,43	24,12	35,27	100,00
RA	2,96	20,89	3,23	28,22	44,70	100,00
Estado	2,38	19,91	4,09	17,50	56,12	100,00
Rendimento médio dos empregos formais por setor (R\$)						
Unidade Territorial	Agropecuário	Comércio	Construção Civil	Indústria	Serviços	Médio do Total
Município	2.105,86	1.836,27	1.653,48	2.531,72	2.426,85	2.226,76
RG	1.901,91	1.955,10	2.161,67	2.644,48	2.497,03	2.309,52
RA	2.037,45	2.471,00	2.637,19	3.923,78	3.239,21	3.216,44
Estado	2.037,83	2.602,64	2.726,19	3.839,75	3.614,10	3.378,98

Fonte: Adaptado de (SEADE, 2020a).

Nota: "Rendimento Médio do Total: soma dos rendimentos individuais em dezembro de cada ano, dividida pelo número de empregos formais, exclusive aqueles sem remuneração no mês. O total de vínculos empregatícios inclui aqueles de setores de atividade econômica ignorados, e pode não coincidir com a soma dos setores. A soma das variáveis para uma localidade, assim como a soma dos municípios para uma agregação, pode não coincidir com o total, devido à existência do sigilo".

Ao comparar os dados apresentados no Quadro 8, é possível verificar que os setores que mais empregaram no município em 2018 foram o de Serviços e de Comércio (34,38% e 31,47% respectivamente), seguidos da Indústria (24,21%), Agropecuário (8,64%) e da Construção Civil (1,30%). Em comparação a RG de São J. da B. Vista, o município possui uma participação maior do setor de Comércio em relação a média regional. Em comparação a RA de Campinas, Vargem G. do Sul apresenta uma maior participação do setor Agropecuário e de Comércio em relação

a média da região. E apresenta uma contribuição dos setores Agropecuário, Comércio e Indústria superior a média estadual.

Referente ao rendimento médio de empregos formais por setor, no município de Vargem G. do Sul em 2018, os setores com maiores rendimentos foram o da Indústria, de Serviços, seguido pelo Agropecuário, do Comércio e da Construção Civil. Já para a RA de Campinas, RG de São J. da B. Vista e para o Estado, a sequência decrescente dos setores com maiores salários, foram semelhantes ao do município, divergindo somente a ordem entre os setores Agropecuário e o da Construção Civil. Além de ser possível constatar que o Rendimento Médio do Total, ou seja, do salário médio do município era de 2,3 salários mínimos, o menor dentre as unidades territoriais analisadas.

- **Finanças Públicas Municipais**

Para este item, serão apresentadas informações referentes a Receita do município, em especial as Receitas Corrente e Tributária, e a arrecadação com Imposto sobre Serviços de Qualquer Natureza – ISSQN, pois segundo Engecorps e Maubertec (2014), são funções diretas do porte econômico do município, conforme segue:

A análise das finanças públicas está fortemente vinculada à base econômica dos municípios, ou seja, o patamar da receita orçamentária e de seus dois componentes básicos: a receita corrente e a receita tributária, bem como o Imposto Sobre Serviço – ISS são funções diretas do porte econômico e populacional dos municípios. (ENGECORPS; MAUBERTEC, 2014, p. 22).

As informações de interesse, relacionadas as finanças públicas municipal referente a 2019 são apresentadas a seguir no Quadro 9.

Quadro 9 – Dados da Receita de Vargem G. do Sul – 2019

Unidade Territorial	Receitas		Arrecadação ISSQN (R\$)	Participação na Receita Corrente Total	
	Correntes Total (R\$)	Tributária Total (R\$)		Receita Tributária (%)	ISSQN (%)
Município	101.290.803,94	21.423.716,45	4.118.893,91	21,15	4,07

Fonte: Adaptado de (VGS, 2020b e SEADE, 2020a).

Pode ser observado no Quadro 9 que em 2019 o Município de Vargem Grande do Sul teve aproximadamente uma Receita Corrente de R\$ 101,29 milhões, com uma Receita Tributária de R\$ 21,42 milhões e arrecadação de R\$ 4,11 milhões sobre

o ISSQN, as quais representam cerca de 21,15% e 4,07%, respectivamente, da Receita Corrente Total. Nota-se que a Receita Tributária, é uma relevante fonte de renda do município.

5.1.2.2 Aspectos Sociais

- Saúde

No presente item, serão apresentados os indicadores sobre as Estatísticas Vitais e Saúde como, taxas de natalidade e mortalidade referente ao ano de 2018, do Município, das Regiões, Administrativa de Campinas, de Governo de São J. da B. Vista e do Estado, conforme mostrado no Quadro 10. Além de expor a situação atual com relação ao número de leitos hospitalares do Município.

Quadro 10 – Taxa de natalidade e mortalidade – 2018

Unidade Territorial	Taxa de Natalidade (por mil hab.)	Taxa de Mortalidade (por mil nascidos vivos)		Taxa de Mortalidade (por cem mil hab. nessa faixa etária)	
		Infantil	Na Infância	De 15 a 35 anos	≥ 60 anos
Município	13,76	3,54	3,54	79,85	3.522,32
RG	12,00	7,55	9,27	102,85	3.642,43
RA	13,23	8,62	10,13	86,48	3.312,51
Estado	13,77	10,70	12,36	100,08	3.365,17

Fonte: SEADE (2020a).

A partir das informações constantes no Quadro 10, pode-se constatar, que em 2018 o Município de Vargem Grande do Sul, obteve a maior e a menor, taxa de natalidade e mortalidade (todas categorias), respectivamente, comparada às demais Unidades Territoriais.

No que se refere ao número de leitos hospitalares, de acordo com a Fundação SEADE (SEADE, 2020a), no ano de 2019, o Município contava com 50 (cinquenta) leitos de internação, sendo 31 Leitos SUS - Sistema Único de Saúde), representando um coeficiente por mil habitantes de 1,21 e 0,75, respectivamente.

- Ensino

Para o ensino do Município serão apresentados dados referentes as taxas, de escolarização e analfabetismo, assim como também, os resultados no Índice de Desenvolvimento de Educação Básica – IDEB 2017, obtidos pela rede pública de ensino, conforme pode ser observado no Quadro 11.

Quadro 11 – Dados da educação

Unidade Territorial	Taxa de Escolarização 2010 (%)	Taxa de Analfabetismo 2010 (%)	IDEB 2017 Ensino fundamental (Rede Pública)		Número de estabelecimentos de ensino 2018	
	De 6 a 14 anos	≥ 15 anos	Anos iniciais	Anos finais	Fundamental	Médio
Município	98,8	5,91	7,1	5,0	17	6
RG	-	5,91	-	-	-	-
RA	-	4,30	-	-	-	-
Estado	-	4,33	6,5	4,9	-	-

Fonte: IBGE (2019) e SEADE (2020a).

Nota: “Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) dos anos iniciais e finais do ensino fundamental em instituições mantidas e administradas pelo poder público estadual ou municipal. O IDEB varia em uma escala de zero a dez. Sintetiza dois conceitos igualmente importantes para a qualidade da educação: fluxo escolar e médias de desempenho nas avaliações em língua portuguesa e matemática. O indicador é calculado a partir dos dados sobre aprovação escolar, obtidos no Censo Escolar, e médias de desempenho nas avaliações do Saeb e da Prova Brasil”.

Pode ser observado no Quadro 11, que em 2010, a taxa de escolarização foi de 98,8%, com atenção especial nos dados referentes a taxa de analfabetismo (≥ 15 anos), pois esta informação auxilia na identificação do perfil municipal em relação a educação. O Município, como também a RG de São J. da Boa Vista tiveram uma taxa de analfabetismo de 5,91%, superior às taxas da RA de Campinas e do Estado. Com relação ao resultado do IDEB de 2017, pode-se observar que o Município obteve melhor desempenho no índice, comparado ao Estado, com destaque para o ensino fundamento (anos iniciais); não houve informações referente ao resultado no IDEB para as demais unidades territoriais.

Segundo informações do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (IBGE, 2019), em 2018 o Município contava com 17 (dezesete) estabelecimentos de ensino fundamental e 6 (seis) de ensino médio, os quais contaram com 4.898 (quatro mil e oitocentos e noventa e oito) e 1.298 (mil e duzentos e noventa e oito) matrículas respectivamente.

- Qualidade de Vida de Desenvolvimento Social

“O perfil geral do grau de desenvolvimento social de um município pode ser avaliado com base nos indicadores relativos à qualidade de vida, representados também pelo Índice Paulista de Responsabilidade Social – IPRS”. De acordo com o Instituto SEADE (SEADE, 2020a) “os indicadores do IPRS sintetizam a situação de cada município no que diz respeito a riqueza, escolaridade e longevidade, e quando combinados geram uma tipologia que classifica os municípios do Estado de São Paulo em cinco grupos” (Dinâmicos, Desiguais, Equitativos, Em transição e

Vulneráveis), conforme pode ser observado no Anexo E – Critérios de Formação dos Grupos do IPRS.

A seguir no Quadro 12 são apresentados os dados referentes aos indicadores IPRS de 2018 do Município, da RA de Campinas e do Estado.

Quadro 12 – Dados dos indicadores IPRS – 2018

Unidade Territorial	IPRS 2018		
	Riqueza	Longevidade	Escolaridade
Município	34	79	57
RA	44	75	59
Estado	44	72	53

Fonte: SEADE (2020a).

Pode ser observado no Quadro 12, que o Município apresenta entre as unidades territoriais, o maior índice de longevidade, o menor de riqueza, e intermediário de escolaridade. Ao comparar os dados apresentados, com os do Quadro 21 – Parâmetros IPRS para a classificação dos municípios – 2018, e analisar com o Quadro 20, ambos do Anexo E, é possível identificar que as unidades territoriais RA e Estado são do Grupo “Dinâmicos”, ou seja, caracterizam-se em ter um nível elevado de riqueza com bons níveis nos indicadores sociais; já o Município de Vargem Grande do Sul, está no Grupo “Equitativo”, apresentando um nível de riqueza baixo, mas com bons indicadores sociais.

5.1.3 Aspectos de Saneamento

Para os aspectos de saneamento, serão apresentados dados referentes a abastecimento de água, esgotamento sanitário e gerenciamento de resíduos do Município. No Quadro 13, são apresentados os principais índices de saneamento do Município.

Segundo Engecorps e Maubertec (2014, p. 15) “o sistema de abastecimento de água municipal é atendido pelo manancial superficial do Rio Verde, a qual pertence à Bacia Hidrográfica do Rio Pardo.

Quadro 13 – Índices de saneamento do município

Unidade Territorial	Índices					
	De abastecimento de água 2018 (%)		De esgotamento sanitário 2018 (%)		De gerenciamento de resíduos 2019	
	Atendimento Urbano	De Perdas	Coleta	Tratamento	Coleta (%)	IQR
Município	98,80	14,00	88,30	90,00	98,00	7,3
Estado	-	-	-	-	-	8,8

Fonte: SEADE (2020a), CETESB (2020) e VGS (2020a).

Pode ser observado no quadro acima, que em 2018 o Município apresentou um alto índice de atendimento urbano para abastecimento de água (98,80%), como também uma considerável parcela, de perdas no sistema (14%), podendo ser ocasionadas por ligações clandestinas, vazamentos da rede sem manutenção, etc. A taxa de coleta de esgotamento sanitário para o mesmo ano foi de (88,30%), sendo totalmente tratado, pode-se notar que o valor de esgotamento sanitários tratado é superior ao coletado, e segundo a Fundação SEADE (SEADE, 2020a), esse fato pode ocorrer, quando a Estação de Tratamento de Esgoto – ETE, recebe material de fontes “externas”, além da rede urbana. A respeito do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos, no ano de 2019 o município teve um índice referente a coleta de (98%), e obteve nota 7,3 no índice de Qualidade de Aterros de Resíduos, sendo categorizado como “Adequado”, porém, ficando abaixo da média estadual de 8,8.

O Município conta com a coleta seletiva de materiais recicláveis como (plásticos em geral, papel e papelão, vidro, ferro (inclusive inox), alumínio (latas em geral) e metal), realizada pela Cooperativa de Reciclagem Grupo Ambiental Cata Vida. No Quadro 14 são apresentados dados referentes ao panorama municipal da gestão de RSU no ano de 2019.

Quadro 14 – Panorama municipal na gestão de RSU – 2019

Unidade Territorial	Geração		Destinado		Aterro Sanitário	
	Anual Total	Per Capita	Ao aterro sanitário	A coleta seletiva	Ano de início de operação	Vida útil a partir de 2019
	(ton./ano)	kg/hab./dia	(ton./dia)	(ton./ano)		
Município	11.700	0,776	23,84	3.000	2012	2027

Fonte: VGS (2020a).

Nota: A Geração Per Capita em 2019 foi obtida através da relação entre a Geração Anual Total e a população do município neste ano de 41.287 habitantes conforme dados do Portal de Estatísticas do Estado de São Paulo (SEADE, 2020). O atual aterro recebe resíduos apenas do próprio município.

Através das informações do Quadro 14, é possível observar que em 2019 o Município de Vargem Grande do Sul gerou um total de 11.700 ton. (onze mil e

setecentas toneladas) de resíduos, sendo 3.000 ton. (três mil toneladas) ou 25,6% desse montante, destinado à coleta seletiva e o restante 9.000 ton. (nove mil toneladas) disposto no aterro sanitário. A geração per capita do município foi de 0,776 kg/hab./dia, próximo do índice de 0,8 estimado pela CESTESB (2020) para municípios desse porte, conforme apresentado no Quadro 2.

A Resolução CONAMA n.º 404/2008 (CONAMA, 2008) estabelece que “aterros de Pequeno Porte são aqueles que dispõem até 20 ton./dia (vinte toneladas por dia) de resíduos”, portanto, o aterro municipal é de médio porte por receber diariamente 23,84 ton. (vinte e três vírgula oitenta e quatro toneladas) de resíduos.

5.1.3.1 *Contexto Histórico da Disposição Final dos RSU no Município*

Dos 146 anos do Município, apenas se obteve informações referente a disposição final de resíduos sólidos urbanos a partir de “1977, ano este em que foi concebido o lixão do município (ver Figura 11) na gestão do ex-prefeito Homero Correa Leite” (GAZETA, 2006a), o qual esteve ativo por um período aproximado de 35 anos, até 2012 ano em que o atual aterro sanitário foi inaugurado (GAZETA, 2012d).

A área desapropriada para a implantação do atual Aterro Sanitário fica cerca de 8 km (oito quilômetros) da malha urbana, “possuindo área de 16,34 ha (dezesseis vírgula trinta e quatro hectares)” (CETESB, 2006, p. 102), sendo 13 ha (treze hectares) destinado implantação do ‘Novo Aterro Sanitário’ (ver Figura 11) e 3,34 ha (três vírgula trinta e quatro) de área externa onde se localiza uma instalação para recebimento de resíduos perigosos (desativado). Segundo consta no Processo da CETESB n. 04/00494/06 (CETESB, 2006) o projeto do empreendimento possui:

- 30 (trinta) valas trapezoidais para disposição dos resíduos, com dimensões (100,00 x 11,00 x 4,50m, implantadas com taludes laterais internos com declividade igual a 1:1, e de acesso igual a 1:2,5)³¹;
- área de emergência: 3,9ha;
- administração (100,36m²); e
- galpão para reciclagem (600m²).

³¹ Em 2014, alterou-se o projeto (dimensão das valas), conforme será abordado no quadro 15.

Figura 11 – Localização do antigo lixão e atual Aterro Sanitário



Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao longo dessa história de mais de 40 anos com relação a gestão dos resíduos sólidos urbanos, o município passou por diversos problemas ambientais, operacionais, judiciais, administrativos etc., principalmente com relação ao lixão considerado em 2010, o pior do Estado, conforme mostrado na figura abaixo.

Figura 12 – Vargem Grande do Sul possui o pior lixão paulista

C4 cotidiano ★ ★ ★ QUARTA-FEIRA, 3 DE NOVEMBRO DE 2010 FOLHA DE SÃO PAULO

Catador encara risco no pior lixão paulista

Vargem Grande do Sul, no interior do Estado, tem a pior nota dada pela Cetesb na destinação final de resíduos

Cenário é de desolação; material hospitalar é incendiado e fumaça acaba inalada por quem busca ali um sustento

Aterro modelo transforma lixo em dinheiro

DE SÃO PAULO

O lixo entra misturado na máquina e sai separadinho: parte vai para o aterro, parte para reciclagem.

A "mágica" é de um equipamento importado da Finlândia pela Estre Ambiental, dona de nove aterros no Brasil. Ele foi instalado no aterro de Paulínia, a 117 km da capital.

Quem explica o funcionamento é um empolgado Pedro Stech, diretor da Estre. "O equipamento separa automaticamente o resíduo"

MAURÍCIO SIMIONATO
ENVIADO A VARGEM GRANDE DO SUL

Catadores sem luvas nem equipamentos de segurança trabalham noite e dia no lixão em meio a seringas descartadas, caixas de remédios, gases usadas, CDs, urubius, garças e cachorros.

Na entrada, o aviso: "Proibido jogar lixo neste local". A frase "sujeito a penalidades de acordo com a lei" sumiu.

Vargem Grande do Sul, cidade do interior paulista a 234 km da capital, teve a pior

Mara Santana, 44, recolhe material sem usar equipamentos de proteção no lixão de Vargem Grande do Sul, no interior

Assis Gomes/Folhapress

Fonte: SIMIONATO (2010).

A seguir, no Quadro 15 é apresentado um breve resumo do contexto histórico da gestão de disposição dos resíduos sólidos do Município, e nos Anexos A e B contêm imagens históricas do lixão e do aterro sanitário respectivamente de forma a complementar as informações contidas no quadro.

Quadro 15 – Breve contexto histórico da disposição de RSU em V. G. do Sul

Período	Principais Acontecimentos
1874-1976	Sem informações
1977-2000	1977 – Criação do lixão. 1998 – (17/02) Assinatura do Termo de Ajustamento de Conduta – TAC: compromisso da municipalidade em sanar os problemas em relação a disposição final de lixo.
2001-2004	2002 <ul style="list-style-type: none"> (10/02) Abertura do Processo para Implantação de um Aterro Sanitário – Solicitação de Licença Prévia e Instalação – LP e LI (Processo CETESB 04/00828/02), área de 9,68 ha localizada na Estrada Bela Vista (ver Figura 97). No lixão eram dispostos resíduos sólidos urbanos e de saúde, onde mais de 60 famílias trabalhavam como catadores sem qualquer proteção.
2005-2009	2005 <ul style="list-style-type: none"> Ministério Público ajuizou uma ação civil pública, para que fosse escolhido outro lugar para disposição dos resíduos e elaborado o projeto de recuperação do lixão. (13/04) A prefeitura solicitou o cancelamento do Processo CETESB 04/00828/02, tendo em vista a escolha da uma outra área para a implantação. Elaborado o Projeto do Aterro Sanitário (ver Figura 61 e Figura 62 no Anexo B). O município apresentou um dos piores IQR do Estado (2,2). 2006 <ul style="list-style-type: none"> Obtenção de Pareceres Técnicos: CPRM/DAIA/009/006 e Florestal PTF/DPRN 63903/06. (15/08) Abertura do Processo para Implantação de um Aterro Sanitário – Solicitação de LP e LI (Processo CETESB 04/00494/06), área de 13 ha localizada na Estrada Municipal – Sítio Morro Alto (Fazenda Campo Helena) (ver Figura 11). (26/10) Obtenção da LP e LI (n.ºs 04001308 e 04002630), respectivamente. 2007 <ul style="list-style-type: none"> (14/03) Auto de Imissão de Posse (da Propriedade) (09/04) Pedido de Recursos Fehidro – Implantação do Novo Aterro Sanitário. 2008 <ul style="list-style-type: none"> (15/02) Pedido de Recursos Fehidro – Barracão de Usina de Reciclagem. (15/07) Ação Civil Pública (Processo 053.08.128770-3) – Tribunal de Justiça do Estado de São Paulo - TJSP, Requerendo a apresentação de um Estudo de Impacto Ambiental e um Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) ou mesmo de um Relatório Ambiental Preliminar (RAP) para o projeto do aterro sanitário. Entre 2008-2009 – Início das obras para a Implantação do Novo Aterro Sanitário. 2009 <ul style="list-style-type: none"> (27/04) Decisão da Ação Civil Pública – (Apresentar um EIA/RIMA ou um <u>RAP</u> e um Plano de Monitoramento Detalhado das águas superficiais e subterrâneas)⁽¹⁾, além de suspender os efeitos do licenciamento ambiental do aterro sanitário. (04/05) Prefeitura apresenta o Termo de Referência – Estudos, Projetos e Licenciamento Ambiental para Desativação / Encerramento e Recuperação de Área Degradada pelo Vazadouro, no Município de Vargem Grande do Sul/SP. Exercício 2009 - Proposta de pedido de Recursos Fehidro – Estudo / Projeto técnico para desativação e encerramento (lixão). (18/09) Comunicado da CETESB à Prefeitura sobre a Decisão da Ação Civil Pública – (Paralisação das obras do empreendimento).
2010-2014	2010 <ul style="list-style-type: none"> Pior lixão do Estado (IQR – 1,8), (área de aproximadamente 4,5 ha constituída de solo arenoso (ver Figura 11), localizado entre a nascente do córrego Bela Vista, plantação de laranja e mata nativa. Lixão sem qualquer proteção contra contaminação ao meio ambiente, com queima de resíduos de saúde e presença de catadores sem equipamentos de proteção. O aterro sanitário quase pronto com algumas valas nos padrões exigidos pelo órgão ambiental, não pôde ser utilizado e finalizado devido a ação civil pública em andamento. 2011 <ul style="list-style-type: none"> (Julho) Início das atividades da Associação de catadores de material reciclado Recicla Vargem. (Setembro) RAP finalizado. 2012 <ul style="list-style-type: none"> (Fevereiro) Associação Recicla Vargem encerra suas atividades. (09/03) Juíz deu parecer favorável ao retorno das obras e término do aterro sanitário; (21/03) Comunicado da CETESB à Prefeitura sobre a continuidade do licenciamento ambiental do Aterro Sanitário. (31/05) Solicitação da Licença de Operação – LO. Apresentação do Plano de Monitoramento das Águas Subterrâneas (Junho). (14/06) Relatório de Inspeção 1444402 – Fase final de instalação, 2 células devidamente impermeabilizadas e com respectivos sistemas de drenagem, administração e galpão de triagem em fase final de instalação – Favorável a emissão da Licença de Operação a Título Precário – LOTP. (25/07) Obtenção de Licença de Operação a Título Precário. (04/10) O Aterro Sanitário iniciou suas atividades “encerrando as atividades no lixão”. Nos Relatórios de Inspeção da CETESB realizados em 2012 após a obtenção da LOTP, foram constatados problemas operacionais no aterro sanitário como falta de cobertura das camadas de resíduos, presença de aves e insetos etc.

(continua)

(continuação)

Período	Principais Acontecimentos
2010-2014	<p>2013</p> <ul style="list-style-type: none"> • Em maio o Jornal Gazeta e a CETESB visitaram o aterro sanitário e o lixão, constatando uma situação bastante crítica em ambas as áreas, no lixão “desativado” foi flagrado que a Prefeitura continuava a descartar resíduos de podas e entulhos, além de presença irregular de catadores. No “Aterro Sanitário” foi constatado lixo descoberto nas trincheiras, presença de urubus e catadores sem equipamentos necessários etc., sendo destacado pelo técnico da CETESB a falta de cobertura com camada inerte dos resíduos sólidos urbanos, graves problemas de drenagem e a ausência de impermeabilização internas (com membrana geotextil de 2,0 mm de espessura de Polietileno de Alta Densidade – PEAD nas trincheiras já escavadas). • CETESB caracteriza o novo aterro sanitário como lixão. • Nos Relatórios de Inspeção da CETESB realizados em 2013 foram constatadas diversas irregularidades administrativas e operacionais como, presença de lixo descoberto, aves, insetos, escoamento de lixiviado na superfície do solo e fora da vala de drenagem, esgotamento da capacidade das valas impermeabilizadas, problemas no sistema de drenagem pluvial etc. <p>2014</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nos Relatórios de Inspeção da CETESB realizados em 2014 foram constatadas a reincidência das irregularidades constatadas no ano anterior, assim como foi apontado um histórico de constatações de irregularidades operacionais do aterro desde o início de suas atividades como: avanço contínuo da ocupação de áreas do aterro com a disposição irregular do lixo; entrada cada vez maior de lixo não autorizado; riscos potenciais de contaminação do solo e das águas subterrâneas; uso irracional dos recursos de terra e área, podendo acarretar no esgotamento prematura destes; o fato de que as exigências técnicas estabelecidas na LI, não vêm sendo atendidas; continuidade das más condições de operação do empreendimento, apesar das diversas oportunidades e solicitações da CETESB para a regularização dessas condições operacionais, de infraestrutura e de licenciamento do empreendimento, até então não adequadamente atendidas. • Multa devido a falta da apresentação de um projeto e recuperação do lixão. Após a notificação a prefeitura apresentou um projeto. • Desde o início de funcionamento do aterro sanitário até maio 2014, o aterro possuía seis trincheiras cheias, sendo duas delas sem qualquer impermeabilização. • (01/08) Solicitação da Prefeitura à CETESB para alteração de projeto (ampliação das valas)⁽²⁾ sendo deferido em (11/09). • Foi constatado a não operação da coleta seletiva no barracão do aterro sanitário, devido a precariedade de executar os serviços e a falta de equipamentos.
2015-2019	<p>2015</p> <ul style="list-style-type: none"> • O Município é contemplado com o Plano de Saneamento Básico. • (07/07) Obtenção da Licença de Operação – LO. • Aterro Sanitário continuou com problemas operacionais, administrativos e de infraestrutura. <p>2016</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aterro Sanitário continuou com problemas operacionais, administrativos e de infraestrutura, sendo constatado também queima de resíduos no local. (ver Figura 83 e Figura 84 no Anexo B). • (10/05) Estado interdita o “Aterro Sanitário” (de 10/05 até 12/08) (ver Figura 85 no Anexo B). <p>2017</p> <ul style="list-style-type: none"> • Início do ano, foram iniciados os trabalhos de recuperação na área do antigo lixão. • Aterro Sanitário continuou com problemas operacionais, administrativos e de infraestrutura. <p>2018</p> <ul style="list-style-type: none"> • (13/03) Criação Cooperativa de Reciclagem Grupo Ambiental Cata Vida³. • Aterro Sanitário continuou com problemas operacionais, administrativos e de infraestrutura. • Na abertura de novas trincheiras foram encontrados resíduos previamente enterrados sem qualquer proteção ambiental, sendo constatado os mesmos problemas em diversos pontos do aterro. (ver Figura 90 no Anexo B). <p>2019</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aterro sanitário continuou com problemas operacionais, administrativos e de infraestrutura. • Após visita <i>in loco</i> ao aterro sanitário foram constatados inexistência do controle de acesso das pessoas e animais; presença de catadores irregulares no aterro e aves; abandono e depredação do galpão para reciclagem e do edifício da administração; disposição de resíduos sólidos de forma inadequada (sem recobrimento e sobre vala com capacidade de projeto esgotada; execução de duas novas trincheiras já impermeabilizadas).
<p>Nota:</p> <p>⁽¹⁾ Por ser um projeto de aterro sanitário de pequeno porte, a apresentação de um RAP foi suficiente para dar continuidade ao processo de licenciamento, uma vez que o Plano de Monitoramento de Águas será exigido durante a solicitação da licença de operação.</p> <p>⁽²⁾ Devido a Prefeitura depender de processo licitatório para construção e adequação das valas para recebimento de resíduos, e dimensões de projeto das valas estarem com vida útil pequena dificultando assim a adequada operação do aterro, foi solicitado a ampliação das trincheiras (dobrando sua largura) para uma vida útil maior.</p> <p>⁽³⁾ Informações de registro. O galpão de triagem utilizado pela Cooperativa fica na cidade.</p> <p>Desde o início das atividades do aterro sanitário até 06/07/2015 foi obtido LOTP.</p> <p>Durante o período apresentado o município recebeu diversas advertências e autuações referentes as condições do lixão e aterro sanitário, porém, esses dados não foram objeto de análise.</p>	

Fonte: CETESB (2002; 2006); GAZETA (2002; 2006a; 2006b; 2012a; 2012b; 2012c; 2012d; 2012e 2013a; 2013b; 2014a; 2014b; 2014c; 2014d; 2015; 2016; 2017; 2018); SIMIONATO (2010).

5.1.4 Aspectos Ambientais

O município de Vargem Grande do Sul não é contemplado por nenhuma Unidade de Conservação, possuindo somente um Parque Urbano Municipal, o qual pode ser observado na Figura 13, e descrito por Dossel (2018) conforme segue:

O complexo do “Bosque Municipal”, Zoológico e Barragem Eduíno Sbardellini representa uma área de lazer significativa, de relevância regional. Estão posicionados numa área de remanescente vegetal – fragmento florestal que é lindeira, limítrofe, à zona rural do município. Portanto, tornasse, somado aos valores culturais, numa área de grande significância ambiental para o município [...]. (DOSSEL, 2018, p. 106).

Figura 13 – Parque Urbano Municipal de Vargem G. do Sul



Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: Figura A – Limite do Município de Vargem Grande do Sul e seu perímetro urbano.
 Figura B – “Zoom”, do perímetro urbano principal.
 Figura C – “Zoom” da área do Parque Urbano Municipal (Bosque Municipal, Zoológico e Barragem de Abastecimento).

5.1.5 Aspectos Geológicos

O município de Vargem Grande do Sul – SP, está situado “na divisa da porção nordeste da Bacia Sedimentar do Paraná, com as unidades metamórficas e intrusivas do Embasamento Cristalino Paulista, tratando-se de uma área de transição entre as rochas do Embasamento Cristalino e as da Bacia do Paraná”. (ENGECOR-PS; MAUBERTC, 2014, p. 12). E segundo os autores supracitados, “o substrato rochoso do município é formado por”:

[...] unidades estratigráficas representadas pela Formação Aquidauana (Subgrupo Itararé Indiviso), com diversos sills de diabásio correlatos à Formação Serra Geral. Também estão presentes coberturas cenozoicas, tanto das formações correlatas à Formação Rio Claro como depósitos aluvionares recentes ao longo das principais drenagens, além de rochas granitoides e metamórficas do Embasamento Cristalino. ENGECORPS; MAUBERTC, 2014, p. 12).

Segundo Dossel (2018), o município apresenta três conjuntos geológicos, conforme segue:

O primeiro, que corresponde à área de predomínio do cultivo mecanizado e irrigação por pivô central, é caracterizado pela presença de litologias da Formação Aquidauana que é componente da Bacia Sedimentar do Paraná. Essa bacia se caracteriza pela alternância de sequências deposicionais e sequências basálticas. A Fm. Aquidauana de origem sedimentar se compõe de diamictitos, folhelhos, siltitos e arenitos, razão pela qual é comum encontrar solos arenosos em sua área de ocorrência.

O segundo conjunto, que corresponde à porção norte/nordeste do município, está associado à formação da Serra da Mantiqueira e caracteriza-se pela presença de rochas ortognáissicas, migmatitos e complexo granulítico em áreas de relevo mais movimentado.

Em menor escala e de ocorrência localizada, verificam-se depósitos aluvionares ao longo das margens do Rio Verde, desde a malha urbana até os limites do território municipal junto à Itobi. (DOSSEL, 2014, p. 78).

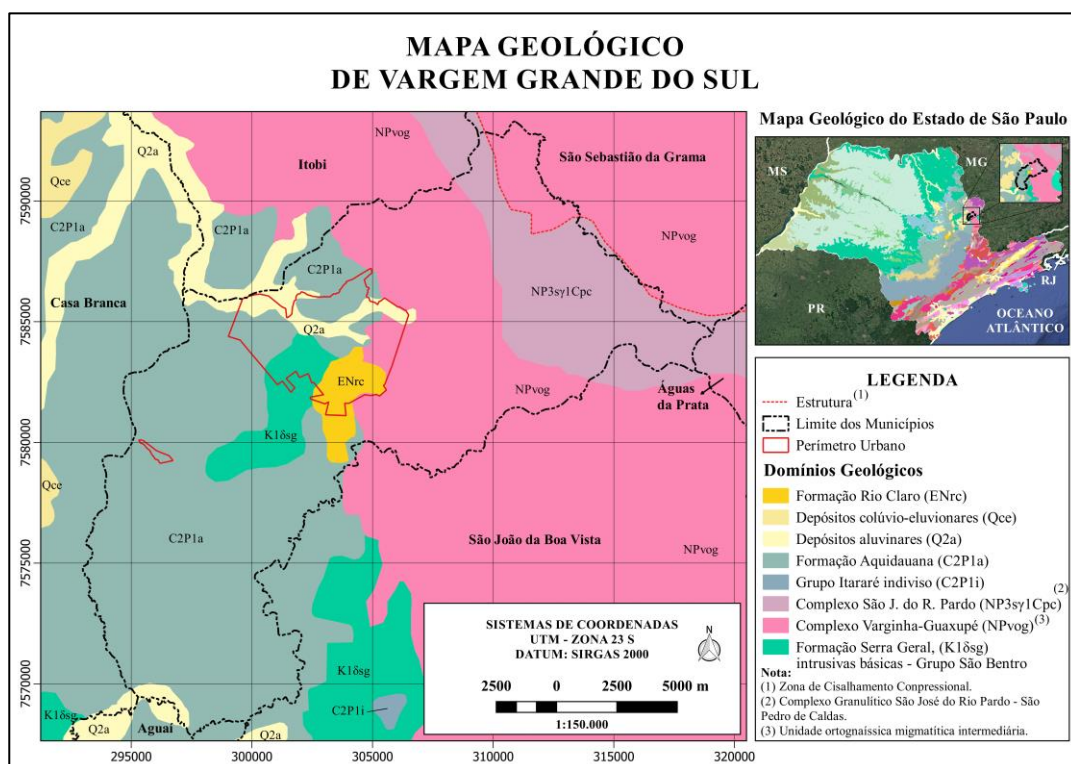
De acordo com o Mapa Geológico do Estado de São Paulo - 2006 (Perrota et al., 2006a), o Município de Vargem Grande do Sul é composto por 6 (seis) unidades litoestratigráficas, podendo ser identificadas a seguir e observadas na Figura 14.

- Formação Aquidauana (C2P1a);
- Complexo Granulítico São José do Rio Pardo (NP3sy1Cpc);
- Complexo Varginha-Guaxupé, unidade ortognáissica migmatítica intermediária (NPvog);
- Formação Serra Geral, intrusivas básicas Grupo São Bento (K1δsg);
- Formação Rio Claro (ENrc); e
- Depósitos aluvinares (Q2a).

As descrições utilizadas a seguir, para unidades estratigráficas, foram extraídas do Mapa Geológico do Estado de São Paulo – 2006 (PERROTA et al., 2006a) e sua Nota Explicativa (PERROTA et al., 2006b)³².

³² Nota: Não se teve acesso a referência bibliográfica dos autores citados nas descrições das unidades estratigráficas, através do material consultado.

Figura 14 – Mapa geológico de Vargem G.do Sul



Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: Foi legendado somente os Domínios Geológicos presentes na área de interesse.

- Formação Aquidauana (C2P1a)

Schneider et al. (1974, apud Perrota et al., 2006b) “propõe para a Formação Aquidauana uma divisão em três intervalos”, conforme segue:

Schneider et al. (1974) propõe para a formação uma divisão em três intervalos, contemplando um intervalo inferior composto por arenitos vermelhos a róseos, granulação média a grossa, exibindo estratificação cruzada acanalada, e intercalando diamictitos, arenitos esbranquiçados e conglomerado basal. O intervalo médio é composto por siltitos, folhelhos e arenitos finos, vermelhos a róseos, laminados, com intercalações de diamictito e folhelho de cor cinza-esverdeado. A porção superior acha-se constituída predominantemente por arenitos vermelhos com estratificação cruzada. Além de apresentar ocorrência de argilas para uso em cerâmicas vermelhas. (SCHNEIDER et al., 1974, apud PERROTA et al. 2006b, p. 134).

Segundo Perrota et al. (2006b) “a Formação Aquidauana representaria porções marginais ao Grupo Itararé, com sedimentação predominante continental em sistemas de leques aluviais, também com influência glacial”.

- Complexo Varginha-Guaxupé – unidade ortognáissica migmatítica intermediária (NPvog)

Perrota et al. (2006b) apresenta características do Complexo Varginha-Guaxupé (NPvog), conforme segue:

Caracterizam a unidade migmatítica intermediária biotita-hornblenda nebulito de composição granodiorítica, granítica, sienítica e monzolitica; granito gnáissico anatético metaluminoso, comumente porfirítico, gerado por fusão parcial in situ de estratos infracrustais. Englobam migmatito estromático a mesosoma gnáissico de composição diorito-tonalítica, leucossomas trondjemíticos e melanossomas ferro-magnesianos. O granito gnáissico contém ainda enclaves de gnaiss diorito-monzodiorítico, xenólitos de gnaiss calcissilicático e lentes de sillimanita-condierita metapelito. Ocorrem também, subordinadamente, corpos de granitoides peraluminosos. (PERROTA et al., 2006, p. 63).

- Complexo Granulítico São José do Rio Pardo – São Pedro de Caldas (NP3sy1Cpc)

“Magmatismo relacionado ao Orógeno Socorro-Guaxupé, a unidade de charnockitóides³³ sinorogênicos, do Orógeno Socorro-Guaxupé engloba diversos corpos de rochas mangerito-graníticas da suíte São José do Rio Pardo, como os charnockitos Divinolândia (NP3sy1Cjd) e São Pedro de Caldas (NP3sy1Cpc), além da Suíte mangerítica (NP3sy1Csm) e outros corpos charnockitóides diversos, intrusivos em roxas do Complexo Varginha-Guaxupé, unidade granulítica basal (NPvg), unidade ortognáissica migmatítica intermediária (NPvog) e unidade paragnáissica migmatítica superior (NPvm)”. (PERROTA, et al. 2006b).

Segundo Perrota et al. (2006b) as rochas mais comumente encontradas neste Complexo são:

Mangeritos verdes, de granulação média a grossa, e quartzo mangeritos com aproximadamente 10% de minerais máficos. Localmente os mangeritos parecem gradar para hornblenda granitos rosados e, em algumas porções, granitos hololeucocráticos podem ser abundantes. (PERROTA et al., 2006, p. 93).

“O Complexo Granulítico São José do Rio Pardo – São Pedro de Caldas (NP3sy1Cpc) é formado por rochas graníticas tipo C – charnockitóides”. (PERROTA et al. 2006a).

Segundo Janasi (1999, apud Perrota et al., 2006b) “na Suíte São Pedro de Caldas os mangeritos são mais félsicos, apresentando uma gradação composicional até granitos hololeucocráticos, predominando os mangeritos verdes”.

³³ Consultar Glossário.

- Formação Serra Geral, intrusivas básicas Grupo São Bento (K1 δ sg)

Perrota et al. (2006b), fazem uma breve descrição referente a esta unidade estratigráfica, conforme segue:

A Formação Serra Geral é resultado do intenso magmatismo fissural, representado na forma de uma espessa cobertura de lavas (K1 β sg), associado a uma extensa rede de diques e múltiplos níveis de soleiras intrudidos na pilha sedimentar, estes últimos representando a unidade aqui descrita.

As soleiras ocorrem intrudidas nos sedimentos paleozóicos, especialmente nas formações Irati (P2i) e Itararé (C2P1i), com espessuras que variam, normalmente, de 2 a 200 metros, tendo sido descritas seções de até 1.000 metros. Esta unidade é basicamente composta pelos equivalentes intrusivos das rochas vulcânicas, sendo representada geralmente por soleiras e siques de diabásio, podendo ocorrer, em algumas localidades, dioritos e microdioritos pórfiros, lamprófiros, andesitos, monzonitos pórfiros e traquiandesitos (Almeida 1986, Melfi et al. 1988, Marques e Ernest 2004). (PERROTA et al., 2006b, p. 147).

- Formação Rio Claro (ENrc)

A ocorrência dessa unidade estratigráfica é descrita por Perrota et al. (2006b) conforme segue:

A unidade ocorre no Platô de Rio Claro e próximo do limite leste da depressão periférica (Melo, 1995). Ainda segundo este autor, no platô de Rio Claro aparece sempre sobre a Formação Corumbataí (P3T1c), enquanto que sobre o Grupo Itararé (C2P1i) e Formação Aquidauana (C2P1) na borda leste da Depressão Periférica e diretamente sobre o embasamento pré-Cambriano em Vargem Grande do Sul. (PERROTA et al., 2006b, p. 167).

De acordo com Ponçano (1981, Perrota et al., 2006b) “a Formação Rio Claro é constituída, por arenitos, arenitos conglomeráticos, arenitos argilosos e argilitos intercalados”, “que foram separados por Melo (1995, apud Perrota et al., 2006b), em quatro fácies, a saber”:

Depósitos de lamitos com clastos centimétricos imaturos e laminação ausente ou incipiente; depósitos de cascalhos associados com areias com estratificação acanalada ou tabular; depósitos de areia com estratificação plano-paralela e cruzada acanalada e com intercalações de argila e, finalmente, depósitos argilosos a silto-argilosos, com laminação distinta a indistinta e conteúdo fossilífero [...]. (MELO, 1995, apud PERROTA et al., 2006b, p. 166).

“Os depósitos da Formação Rio Claro são explorados localmente para obtenção de cascalho e areia para construção civil, areia para moldes de fundição e argila para a indústria da cerâmica”. (PERROTA et al., 2006b).

- Depósitos aluvinares (Q2a)

De acordo com Perrota et al. (2006b), a unidade estratigráfica de depósitos aluvinares “constituem depósitos nas margens, fundos de canal e planícies de inundação de rios, as areias, cascalheiras, siltes, argilas e, localmente turfas, resultantes dos processos de erosão, transporte e deposição a partir de áreas-fonte diversas”. E ainda ressalta que “os depósitos arenosos e cascalheiras podem assumir importância devido a sua utilização da indústria de construção civil e, as áreas de planície de inundação podem fornecer material argiloso para a indústria cerâmica”.

5.1.6 Aspectos Geomorfológicos

Com relação a Geomorfologia do Município de Vargem Grande do Sul, no presente trabalho foram considerados três níveis hierárquicos de classificação: 1 – “Geoestrutura”, 2 – “Geoescultura” e 3 – “Geoescultura regional”, tendo como base a hierarquia “parcial” da estabelecida na Ficha Técnica das Unidades Básicas de Compartimentação do Meio Físico - UBC (IG; SMA; CPLA, 2014a), conforme segue:

Nível 1 – Unidades morfoestruturais: [...]. Estão representadas por determinadas características estruturais, litológicas e geotectônicas que evidentemente estão associadas as suas gêneses;

Nível 2 – Unidades morfoesculturais: [...]. Estão representadas pelo modelado ou morfologias ou tipologias de formas geradas sobre diferentes morfoestruturas pelo desgaste erosivo promovido por ambientes climáticos diferenciados tanto no tempo quanto no espaço. A morfoescultura é marcada por padrões de fisionomias de relevo desenvolvidas ao longo de muito tempo através de atividades climáticas que se sucederam no tempo e no espaço que imprimiram e continuam a imprimir no relevo as suas marcas;

Nível 3 – Continuam sendo unidades morfoesculturais (nível 2), mas classificadas segundo a localização geográfica. (IG; SMA; CPLA, 2014a, p. 5).

De acordo com os materiais que acompanham o Mapa de Perigo de Escorregamento e Inundação do Estado de São Paulo (IG; SMA; CPLA, 2014a e 2014b), pode-se observar que o município situa-se regionalmente na transição entre dois domínios morfoestruturais: Bacia Vulcano Sedimentar do Paraná – Depressão Periférica e o Cinturão Orogênico do Atlântico, “sendo os limites desses terrenos coincidentes com o contato do Embasamento Cristalino e a Bacia Sedimentar do Paraná” (ENGEORPS; MAUBERTC, 2014); as informações geomorfológicas do

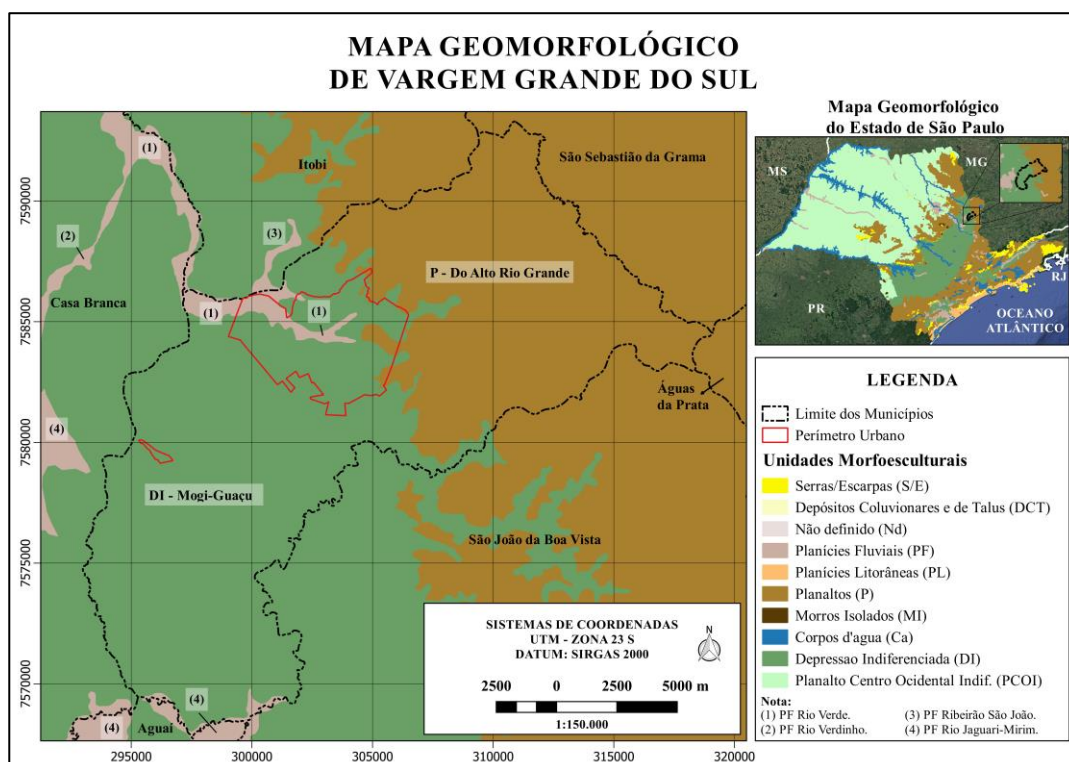
município de Vargem G. do Sul são apresentadas no Quadro 16 e nas Figura 15 e Figura 16, conforme segue.

Quadro 16 – Dados geomorfológicos de Vargem G. do Sul

Nível 1 Un. Morfoestruturais	Nível 2 Un. Morfoesculturais	Nível 3 Un. Morfoesculturais (regional)	Região de Presença no Município
Bacia Vulcano Sedi- mentar do Paraná – Depressão Periférica	Depressão Indiferenciada	Depressão Mogi- Guaçu	Norte, Centro-Oeste, Sul e Sudoeste
Cinturão Orogênico do Atlântico	Planaltos	Planalto do Alto Rio Grande	Nordeste e Leste
Coberturas Sedi- mentares Inconsolida- das	Planícies Fluviais	Planície Fluvial do Rio Verde Planície Fluvial do Rio Jaguari-Mirim	Centro Oeste Extremo Sul/Oeste
Bacia Sedimentar do Mioceno e Paleogeno ³⁴	Sem divisão	Depressão Mogi- Guaçu	Centro Sudeste

Fonte: Adaptado de (IG; SMA; CPLA, 2014a).

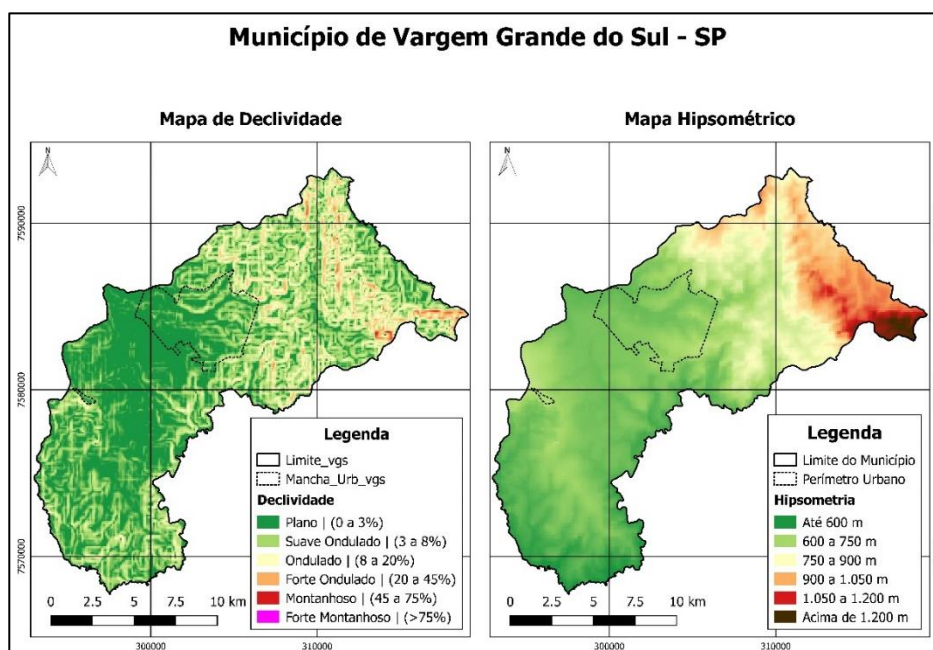
Figura 15 – Mapa Geomorfológico de Vargem G. do Sul



Fonte: Elaborado pelo autor.

³⁴ A localização da “Bacia Sedimentar do Mioceno e Paleogeno” (Fm. Rio Claro) ver Figura 14.

Figura 16 – Mapa de Declividade e Hipsométrico de Vargem G. do Sul



Fonte: Elaborado pelo autor.

- **Bacia Vulcano Sedimentar do Paraná – Depressão Periférica**

De acordo com Ross e Moroz (1996, p. 49) a Bacia Sedimentar do Paraná “representa uma complexa fossa tectônica de forma elipsoidal com eixo maior de direção NNE-SSW e acha-se encravada no escudo pré-cambriano nos Estado de MG, MS, SP, PR, SC, RS e no Uruguai, Paraguai e Argentina”.

O processo de formação da Bacia do Paraná é descrito por Loczy e Ladeira (1976, apud Ross; Moroz, 1996), conforme segue:

A estrutura tectônica da Bacia do Paraná é o resultado final de falhamentos verticais, inexistindo dobramento tangenciais regionais. Há certamente uma relação íntima entre a tectônica e intrusões, pois quase todas as falhas profundas encontram-se preenchidas por diabásio, havendo abundantes e extensas soleiras (sills). Movimentos epirogênicos causaram a subsidência da crosta, com numerosas falhas normais, alguns com grandes rejeitos. O magma básico ocupou as passagens abertas formando espessos diques e ramificou-se produzindo soleiras nas rochas adjacentes. O cenário tectônico resulta assim desses movimentos distensivos. A principal feição tectônica da Bacia do Paraná é o vasto sistema monoclinial, ligeiramente arqueado, cuja inclinação é dirigida, nos dois lados da bacia, para a zona central. (LOCZY, LADEIRA, 1976 apud ROSS; MOROZ, 1996, p. 49).

A Depressão Periférica Paulista é descrita por Ross (1990, apud Ross; Moroz, 1996), conforme segue:

A Depressão Periférica da Borda Leste da Bacia do Paraná está esculpida quase que totalmente nos sedimentos Páleo-mesozóicos da bacia. Apresenta características de modelado diversos em função da influência tectônica, variação litológica e dos graus de atuação dos processos morfodinâmicos dos mais variados ambientes paleoclimáticos. No trecho

que compreende o território paulista esta unidade apresenta altitudes que oscilam entre 600 a 750 metros, sendo que as altitudes maiores margeiam as escarpas da frente de Cuesta sustentadas principalmente por derrames basálticos. (ROSS, 1990 apud ROSS; MOROZ, 1996, p. 52).

Penteado (1976 apud Ross; Moroz, 1996, p. 52) descreve que a Depressão Periférica “é recoberta por densa rede de drenagem”, e “devido às características próprias de cada grande bacia de drenagem que corta a Depressão, a morfoescultura Depressão Periférica Paulista está subdividida em: Depressão de Mogi-Guaçu, do Médio Tietê e do Paranapanema”. (ROSS; MOROZ, 1996).

De acordo com Ross e Moroz (1996) e Rossi (2017a) a Depressão Mogi-Guaçu é representado por colinas com topos amplos apresenta as seguintes características de formas de relevo predominantemente suave ondulado e ondulado, com algumas regiões com fase escarpado etc., com altimetria entre 500-700 m e com declividade predominante entre 3-20%.

- **Cinturão Orogênico do Atlântico**

De acordo com Ross e Moroz (1996, p. 49) “o Cinturão Orogênico do Atlântico é um dos mais extensos do Brasil e têm natureza poliorogênica. Desenvolve-se desde o Uruguai até o norte da Bahia, passando pelos estados do RS, SC, PR, SP, RJ, ES e leste de MG”.

Sua origem é explicada por Ross (1990, apud Ross; Moroz, 1996)), conforme pode ser observado a seguir:

Sua gênese vincula-se a vários ciclos de dobramentos acompanhados de metamorfismos regionais, falhamentos e extensas intrusões. As diversas fases orogenéticas do pré-Cambriano foram sucedidas por ciclos de erosão. O processo epirogenético pós-Cretáceo que perdurou pelo menos até o Terciário Médio gerou o soergimento da Plataforma Sul americana, reativou falhamentos antigos e produziu escarpas acentuadas como as da Serra da Mandiqueira, do Mar e fossas tectônicas como as do Médio Vale do Paraíba do Sul. (ROSS, 1990 apud ROSS; MOROZ, 1996, p. 49.).

“O Planalto Atlântico, por ocorrer em faixa de orogenia antiga, corresponde a relevos sustentados por litologias diversas, quase sempre metamórficas associadas com intrusivas” (ROSS; MOROZ, 1996, p. 49); sendo uma “área de Domínio dos Mares de Morros, cujo modelado dominante se constitui por formas de topos convexos, elevada densidade de canais de drenagem e vales profundos” (AB’SABER, 1970³⁵ apud ROSS, 1985, p. 34).

³⁵ Não foi possível identificar a referência bibliográfica com esse ano, no material consultado.

De acordo com Ross e Moroz (1996) e Rossi (2017) o Planalto do Alto Rio Grande é representado por morros baixos, com fases de relevo ondulado a forte ondulado, com altimetria entre 700-800 m e com declividade predominante entre 8-45%.

- **Coberturas Sedimentares Inconsolidadas**

No Estado de São Paulo, tais acumulações de sedimentos são encontradas em todas as unidades morfoestruturas, como é o caso das Planícies Fluviais. De acordo com a Ficha Técnica das Unidades Geomorfológicas (IG, SMA e CPLA, 2014a, p. 4) “as Planícies Fluviais, são depósitos aluvionares associados à drenagem atual; distribuem-se por todo o Estado”.

De acordo com Ross e Moroz (1996) e Rossi (2017) as Planícies Fluviais, “são representadas por planícies e terraços, com fase de relevo Plano, e com declividade predominante menor ou igual a 3%”.

No município de Vargem Grande do Sul as Planícies Fluviais ou aluviais, margeiam o Rio Verde e o Rio Jaguari-Mirim, possuindo declividade muito baixas, sujeitas a inundações periódicas, conforme pode ser observado na Figura 17.

Figura 17 – Mapa de Perigo de Inundação de Vargem G.do Sul



Fonte: Elaborado pelo autor.

5.1.7 Aspectos Pedológicos

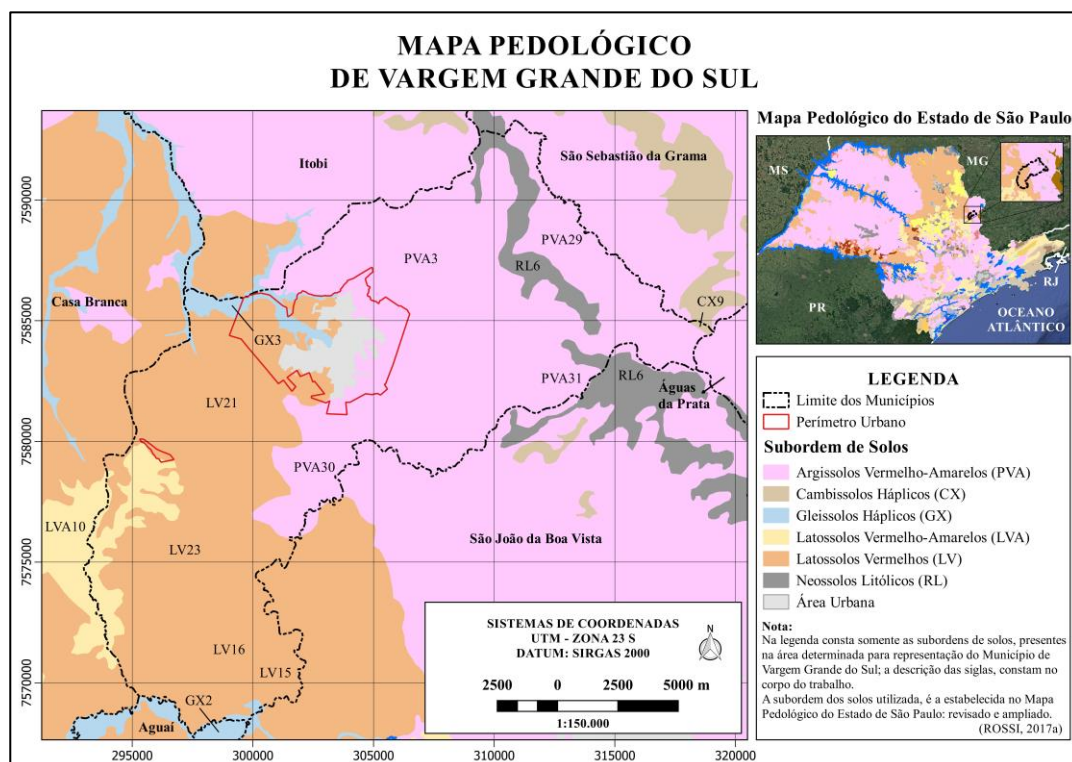
A diversidade geológica e geomorfológica que compõe o território de Vargem Grande do Sul, propiciou para formação de diferentes tipologias de solos. Nesse

sentido, os solos presentes no município, “caracterizam-se por forte heterogeneidade litológica”, conforme expressado por Engecorps e Maubertec (2014):

[...] os solos deste município caracterizam-se por forte heterogeneidade litológica, englobando, no Embasamento Cristalino, gnaisses, granitos, xistos, quartzitos e rochas cataclásticas de Idade Pré-Cambriana fortemente estruturada (xistosidade, fraturas e falhas) e com frequentes contatos tectônicos entre as litologias. A porção da bacia do Paraná é constituída por rochas sedimentares pertencentes ao Subgrupo Itararé Indiviso, de idade carbonífera superior, representadas por arenitos, siltitos, argilitos e diamictitos, em uma interdigitação típica de depósitos glaciais. Intrudidos, neste pacote de sedimentos ou no contato embasamento/bacia, ocorrem extensos sills de diabásio, correlacionados ao Grupo São Bento, de idade mesozoica e com baixa heterogeneidade litológica. Ocorrem ainda, capeando as diversas litologias da região, extensos depósitos arenos-argilosos com espessuras variáveis, de idade cenozoicas e correlacionáveis à Formação Rio Claro. (ENGEORPS; MAUBERTC, 2014, p. 13).

De acordo com os materiais do Mapa Pedológico do Estado de São Paulo (Rossi, 2017b), pode ser observado que os solos predominantes no município de Vargem Grande do Sul são Argissolos Vermelho-Amarelos e Latossolos Vermelhos, e em menor presença estão os Neossolos Litólicos, Latossolos Vermelho-Amarelos, Gleissolos Háplicos e Cambissolos Háplicos, conforme mostrado na Figura 18.

Figura 18 – Mapa pedológico de Vargem G. do Sul³⁶



Fonte: Elaborado pelo autor.

³⁶ No Apêndice A, são apresentados os Mapas de textura superficial e profundidade dos solos, complementares ao Mapa Pedológico.

- **Argissolos Vermelho-Amarelos (PVA)**

“Do latim *argilla*, conotando solos com processo de acumulação de argila” (IBGE, 2007, p. 207). De acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS (EMBRAPA, 2018, p. 87) “os Argissolos são de profundidade variável, desde forte a imperfeitamente drenados, de cores avermelhadas ou amareladas e mais raramente brunadas ou acinzentadas”.

De acordo com o Mapa Pedológico de São Paulo (ROSSI, 2017b), é presente no município de Vargem Grande do Sul, quatro variedades dessa tipologia (ver Figura 18), as quais são descritos a seguir por Rossi (2017a):

- PVA3: “Argissolo Vermelho-Amarelo, Eutrófico (alta saturação de bases) típico A moderado, textura argilosa ou média, fase relevo ondulado e forte ondulado.
- PVA29: Associação de Argissolo Vermelho-Amarelo indiscriminado, com cascalho ou cascalhamento + Neossolo Litólico Eutrófico/Distrófico (baixa saturação de bases), A moderado, textura média, substrato Complexo Cristalino, ambos fase relevo ondulado e forte ondulado.
- PVA30: Associação de Argissolo Vermelho-Amarelo e Vermelho latossólico ou típico, álico (alto teor de alumínio) ou não álico, A moderado ou fraco textura arenosa/média + Latossolo Vermelho-Amarelo típico A moderado, textura média, ambos Distróficos, fase relevo ondulado e suave ondulado.
- PVA31: Associação de Argissolo Vermelho-Amarelo e Vermelho latossólico ou típico, álico ou não álico, textura argilosa ou média argilosa + Latossolo Vermelho-Amarelo/Amarelo típico A moderado, textura argilosa, ambos Distróficos, fase relevo ondulado”.

- **Latossolos (Vermelhos (LV) e Vermelho-Amarelos (LVA))**

“Do latim *lat*, material altamente alterado (tijolo); conotativo de elevado conteúdo de sesquióxidos³⁷” (IBGE, 2007, p. 207). Os latossolos “são solos em avançado estágio de intemperização, muito evoluídos como resultado de enérgicas transformações no material constitutivo. São fortemente a bem drenados e normalmente muito profundos” (EMBRAPA, 2018, p. 93).

³⁷ Nota: Óxido que contém três átomos de oxigênio.

Segundo o Mapa Pedológico de São Paulo (ROSSI, 2017b), a região em que o Latossolo (Vermelho e Vermelho-Amarelo) está presente no Município, é possível identificar quatro tipologias de LV e uma de LVA (ver Figura 18), sendo definidos por Rossi (2017a), conforme segue:

- LV15: “Associação de Latossolo Vermelho Distroférico típico, A moderado ou proeminente, textura argilosa ou muito argilosa + Latossolo Vermelho Distrófico típico, A moderado textura argilosa, álico + Nitossolo Vermelho Eutroférico ou Distroférico latossólico ou típico, A moderado textura argilosa a muito argilosa, todos fase relevo ondulado e suave ondulado.
- LV16: Associação de Latossolo Vermelho Distro/Eutroférico típico, A moderado ou proeminente + Latossolo Vermelho Distrófico típico, A moderado, álico, ambos textura argilosa ou muito argilosa, fase relevo ondulado e suave ondulado.
- LV21: Latossolo Vermelho ou Latossolo Amarelo Distrófico típico, A moderado ou fraco, textura média álico ou não álico, fase relevo suave ondulado.
- LV23: Associação de Latossolo Vermelho Distrófico típico, A moderado, textura média, álico + Latossolo Vermelho Distrófico típico, A moderado, textura argilosa, álico, ambos fase relevo ondulado e suave ondulado.
- LVA10: Associação de Latossolo Vermelho-Amarelo/Vermelho Distrófico típico, A moderado, textura média ou argilosa, álico + Cambissolo Háptico Tb (argila de atividade baixa), Distrófico, textura média ou argilosa, pedregoso ou não, ambos fase relevo forte ondulado e ondulado”.

- **Neossolos Litólicos (RL)**

“Do grego *néos*, novo moderno; conotativo de solos jovens, em início de formação” (IBGE, 2007, p. 207). “Os neossolos são solos pouco evoluídos, constituídos por material mineral ou por material orgânico com menos de 20 cm de espessura, não apresentando nenhum tipo de horizonte B diagnóstico”. (EMBRAPA, 2018, p. 219).

Segundo o Mapa Pedológico de São Paulo (ROSSI, 2017b), a área de cobertura de Neossolos Litólicos no Município, é composto por apenas um tipo deste solo (ver Figura 18), conforme descrito a seguir por Rossi (2017a):

- RL6: “Neossolo Litólico Eutrófico/Distrófico A moderado, textura média ou argilosa, fase substrato rochas indiscriminadas do Complexo Cristalino, relevo forte ondulado”.

- **Gleissolos Háplicos (GX)**

“Do russo *gley*, massa de solo pastosa; conotativo de excesso de água”. (IBGE, 2007, p. 207). A descrição dos Gleissolos no SIBICs (EMBRAPA, 2018) conforme segue:

Os solos desta classe se encontram permanente ou periodicamente saturados por água, salvo se artificialmente drenado. A água permanente estagnada internamente ou a saturação ocorre por fluxo lateral no solo. Em qualquer circunstância, a água do solo pode se elevar por ascensão capilar, atingindo a superfície. O processo de gleização implica a manifestação de cores acinzentadas, azuladas ou esverdeadas devido à redução e solubilidade do ferro, permitindo a expressão das cores neutras dos minerais de argila ou ainda a precipitação de compostos ferrosos. São solos mal ou muito mal drenados. (EMBRAPA, 2018, p. 195).

Segundo o Mapa Pedológico de São Paulo (ROSSI, 2017b), a região de cobertura de Gleissolos Háplicos no Município, é representada por duas tipologias deste solo (ver Figura 18), as quais são descritas a seguir, segundo Rossi (2017a):

- GX2: “Complexo Indiscriminado de Gleissolo Háplico ou Melânico com ou sem ocorrência de Organossolo, fase relevo plano.
- GX3: Complexo de Gleissolo Háplico e Neossolo Flúvico, ambos Ta (argila de atividade alta) Eutrófico típico A moderado ou chernozêmico textura indiscriminada, ambos fase relevo plano”.

- **Cambissolos Háplicos (CX)**

“Do latim *cambiare*, trocar; conotativo de solos em formações (transformação)”. (IBGE, 2007, p. 207). Segundo o Mapa Pedológico Paulista Rossi (2017b), a região de cobertura dos Cambissolos Háplicos, restringe-se a uma pequena parcela nordeste do Município, sendo composto por apenas um tipo deste solo (ver Figura 18), o qual é descrito por Rossi (2017a) como:

- CX9: “Associação de Cambissolo Háplico Distrófico/Eutrófico, típico ou latossólico textura argilosa e média, A moderado e proeminente + Argissolo Amarelo/Vermelho-Amarelo Distrófico textura média/argilosa e argilosa, não rochoso e rochoso, ambos fase relevo forte ondulado”.

5.1.8 Aspectos Climáticos

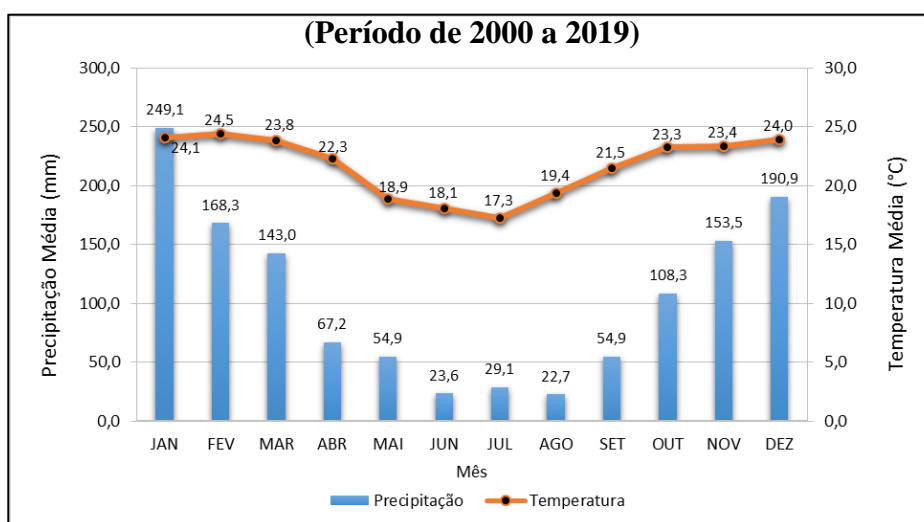
Segundo Engecorps e Maubertec (2014, p. 14) “o clima de Vargem Grande do Sul, por meio da classificação de Köppen³⁸, se enquadra no tipo Cwa, isto é, mesotérmico (subtropical e temperado), com verões quentes e chuvosos, com a temperatura média do mês mais quente superior a 22°C”.

Segundo o Roteiro para elaboração de Estudo Ambiental para implantação de aterro sanitário (capacidade superior a 10 ton./dia) (CETESB, [20--?d]), os fatores climáticos de interesse são: “(pluviometria, temperatura, velocidade, direção e predominância dos ventos, etc.), utilizando base de dados oficiais, considerando série histórica mínima de 2 (dois) anos, no caso de dados recentes, ou série histórica mínima de 5 (cinco) anos, nos demais casos”.

- Pluviosidade e Temperatura

De acordo com as informações disponíveis no Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas – CIIAGRO (CIIAGRO, 2020), referentes a dados agrometeorológicos, em especial de Pluviosidade e Temperatura no período de 2000-2019, o município apresentou anualmente uma temperatura média de 21,7°C, com mínimas e máximas médias de 15,6°C e 28,4°C, respectivamente, e precipitação média de 1.265 mm. No Figura 19, é apresentado a série histórica no período de 2000 a 2019, da Precipitação e Temperatura, Média Mensal.

Figura 19 – Série Histórica de Precipitação e Temperatura Média Mensal



Fonte: Elaborado pelo autor, dados do (CIIAGRO, 2020).

³⁸ Classificação climática de Köppen-Geiger, mais conhecida como climática de Köppen, é o sistema de classificação global dos tipos climáticos mais utilizada em climatologia.

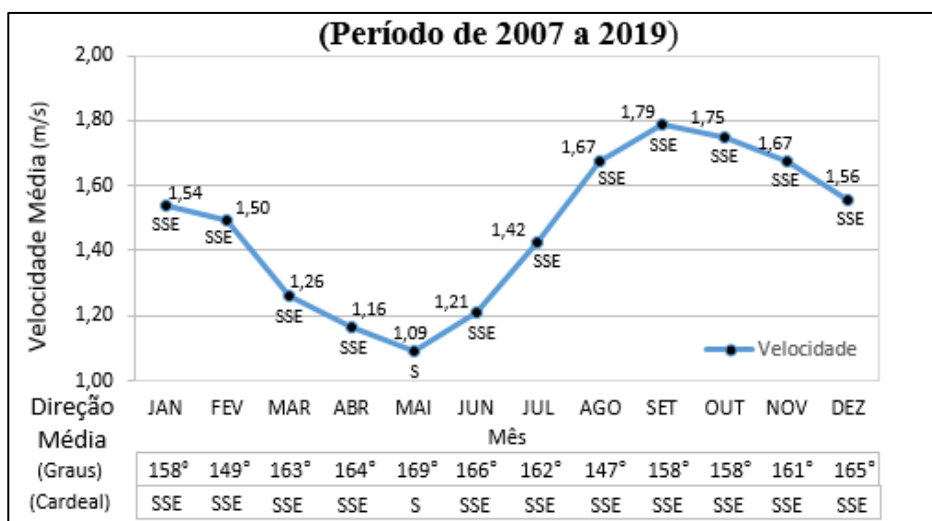
Os dados apresentados na Figura 19, foram obtidos pelo posto pluviométrico de Vargem Grande do Sul – ABVGS (Associação dos Bataticultores da Região de Vargem Grande do Sul), e disponibilizado no CIIAGRO; podendo ser observado, que no geral o período de estiagem e menores temperaturas, ocorre entre abril e setembro, e de outubro a março, é caracterizado pelo período das chuvas e altas temperaturas.

- Velocidade, Direção e Predominância dos Ventos

De acordo com as informações relativas a velocidade, direção e predominância dos ventos, disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET (INMET, 2020), o município de Vargem Grande do Sul não é contemplado por uma estação meteorológica que conste na rede de monitoramento do INMET, portanto, os dados utilizados foram os obtidos pela estação mais próxima à área de estudo, sendo esta, a Estação Automática SP A738 – localizada na Lat. 21°46' S, Long. 47° 04' W, no município vizinho de Casa Branca.

A compilação dos dados referentes a direção e velocidade média mensal dos ventos disponível, resultou na série histórica do período de 2007 a 2019, conforme pode ser observado na figura a seguir.

Figura 20 – Série Histórica de Direção e Velocidade Média dos Ventos



Fonte: Elaborado pelo autor, a partir dos dados fornecido pelo INMET (INMET, 2020).

Pode-se notar através das informações apresentada na Figura 20, que a velocidade média (vm) dos ventos, varia entre 1,09 m/s e 1,79 m/s, que segundo o

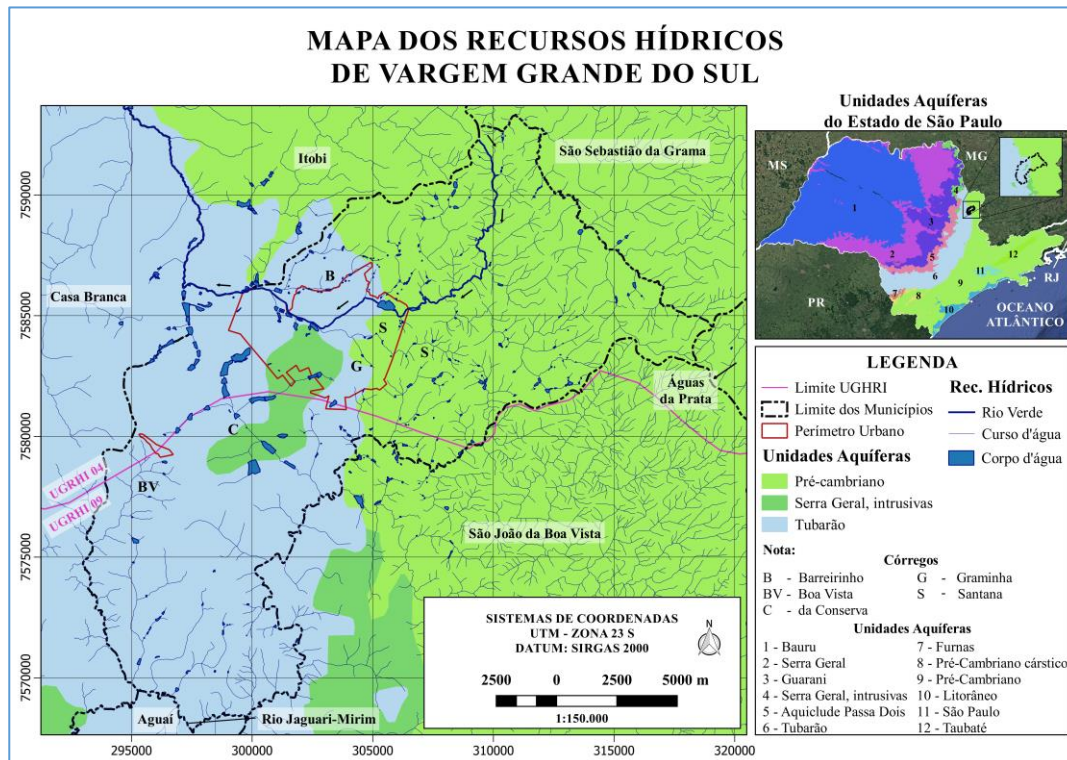
a Escala de Beufort³⁹, se enquadra na “escala 1 (vm entre 1 - 2 m/s) – Bafagem⁴⁰”. (INPE, 2012), e que a direção predominante dos ventos é Sul-Sudeste – SSE.

5.1.9 Recursos Hídricos

A principal zona urbana de Vargem Grande do Sul está inserida na UGRHI 04, tendo como os principais cursos d’água o rio Verde e os córregos Santana, Graminha e Barreirinho; a mancha urbana isolada (Parque das Macadâmias) está parcialmente inserido na UGRHI 04 e 09, estando inserida na Sub-Bacia do Jaguari Mirim pertencente a UGRHI 09, tendo como sistema de drenagem natural composto principalmente pelos córregos da Conserva e Boa Vista. A Figura 21 ilustra a malha hídrica do município.

O território de Vargem Grande do Sul é contemplado por três unidades aquíferas sendo elas: a Pré-Cambriana, a Serra Geral, intrusivas e a Tubarão, conforme pode ser observado na Figura 21 e caracterizadas a seguir:

Figura 21 – Mapa dos Recursos Hídricos de Vargem G. do Sul



Fonte: Elaborado pelo autor.

³⁹ Consultar Glossário.

⁴⁰ Consultar Glossário.

- **Pré-Cambriana (Cristalino)**

“A unidade aquífera Pré-Cambriana, ou embasamento cristalino São Paulo, é um importante Aquífero do Estado de São Paulo, pois abrange toda a porção leste do Estado; é composta por rochas ígneas e metamórficas geralmente granitos, gnaisses, filitos, xistos e quartizitos, que são, em sua origem, praticamente impermeáveis. Entretanto, devido os eventos tectônicos aliados à ação das intempéries na superfície terrestre, formaram-se sistemas de falhas, fraturas e porções de rochas alteradas, com isso, propiciando condições de percolação e acúmulo das águas subterrâneas, constituindo assim um aquífero fraturado, caracterizado pela baixa transmissividade e a ausência de fluxos de água, em escala regional. Sua recarga natural se dá em decorrência das chuvas, que escoam através das camadas de rocha alterada e zonas fissuradas, sendo dessa forma, armazenada”. (CETESB, [20--?a]).

De acordo com as informações do banco de dados do Mapa de Unidades Aquíferas (IG, 2007), o potencial hídrico da presente unidade aquífera no município de Vargem Grande do Sul, pode variar de 3 a 23 m³/h.

- Serra Geral, intrusivas

A representatividade desta unidade aquífera no município de Vargem Grande do Sul, é “tímida” se comparada às demais, porém, sua área de abrangência tem importância econômica relevante, por estar parcialmente na zona urbana e em região de possível expansão, podendo vir a ser uma alternativa para abastecimento público dessa região (ver Figura 21). A seguir são apresentadas algumas das principais características desse Aquífero, segundo a CETESB ([20--?a]):

O Aquífero Serra Geral é formado por rochas bastante impermeáveis originadas por derrames basálticos da Formação Serra Geral e intrusões diabásicas, dessa forma, a produção de águas subterrâneas ocorre somente ao longo de falhas e fraturas das rochas e intercalação com rochas mais permeáveis.

A recarga para este aquífero se dá através da precipitação pluvial sobre os solos basálticos, que não atingem as regiões fissuradas da rocha matriz. Ocorre também um grande intercâmbio de água com o aquífero Bauru, localizado acima, e também com o aquífero inferior, constituído pelos arenitos Botucatu e Pirambóia. As principais saídas de drenagem desse aquífero basalto são os rios. (CETESB, [20--?a]).

Segundo os dados do Mapa de Unidades Aquíferas (IG, 2007), o potencial hídrico desse aquífero no território vargengrandense pode variar de 1 a 12 m³/h.

- Tubarão

Devido a Unidade Aquífera Tubarão, ter sua formação rochosa bastante heterogênea, dificultando assim, na definição de seus parâmetros hidrogeológicos, conforme corroborado pela CETESB ([20--?a]) conforme segue:

O Grupo Tubarão, de origem predominantemente glacial, é formado por rochas com características bastante heterogêneas, datadas do Carbonífero Superior, o que torna seu comportamento como aquífero extremamente irregular e de difícil definição dos parâmetros hidrogeológicos.

Devido à importância sócio-econômica das regiões de afloramento destes sedimentos, à grande extensão dessas regiões (aproximadamente 20.000 km²) e as grandes espessuras que atingem (cerca de 1.000 metros), o Grupo Tubarão apresenta boas potencialidades aquíferas. (CETESB, [20--?a]).

De acordo com IG (2007) o potencial hídrico do Grupo Tubarão, que abrange o município pode variar de 0 a 20 m³/h.

5.1.10 Vegetação

De acordo com a Resolução SMA n.º 146/17 (SMA, 2017b), a qual institui o Mapa de Biomas do Estado de São Paulo, o Estado é contemplado pelos biomas Mata Atlântica e Cerrado, possuindo também Zonas de Tensão (ecótono resultante do contato entre os fronteiros biomas), e o município de Vargem Grande do Sul está localizado em uma fase de transição entre os biomas, sendo composto pelo Bioma Mata Atlântica ao norte, e pela Zona de Tensão ao sul (ver Figura 22).

Os fragmentos remanescentes da vegetação natural e de reflorestamento do município foram extraídos do Inventário Florestal do Estado de São Paulo – 2021⁴¹ (IF, 2020), podendo ser verificado que dos 26.718 ha (vinte e seis mil e setecentos e dezoito hectares) de extensão territorial do município, 3.155 ha (três mil e cento e cinquenta e cinco hectares) são ocupados por Floresta Estacional Semidecidual e 537,4 ha (quinhentos e trinta e sete vírgula quatro hectares) por Formação Pioneira com Influência Fluvial ou (Formação Arbórea/Arbustiva em região de várzea), correspondendo a 13,82% da superfície territorial municipal (ver Figura 22).

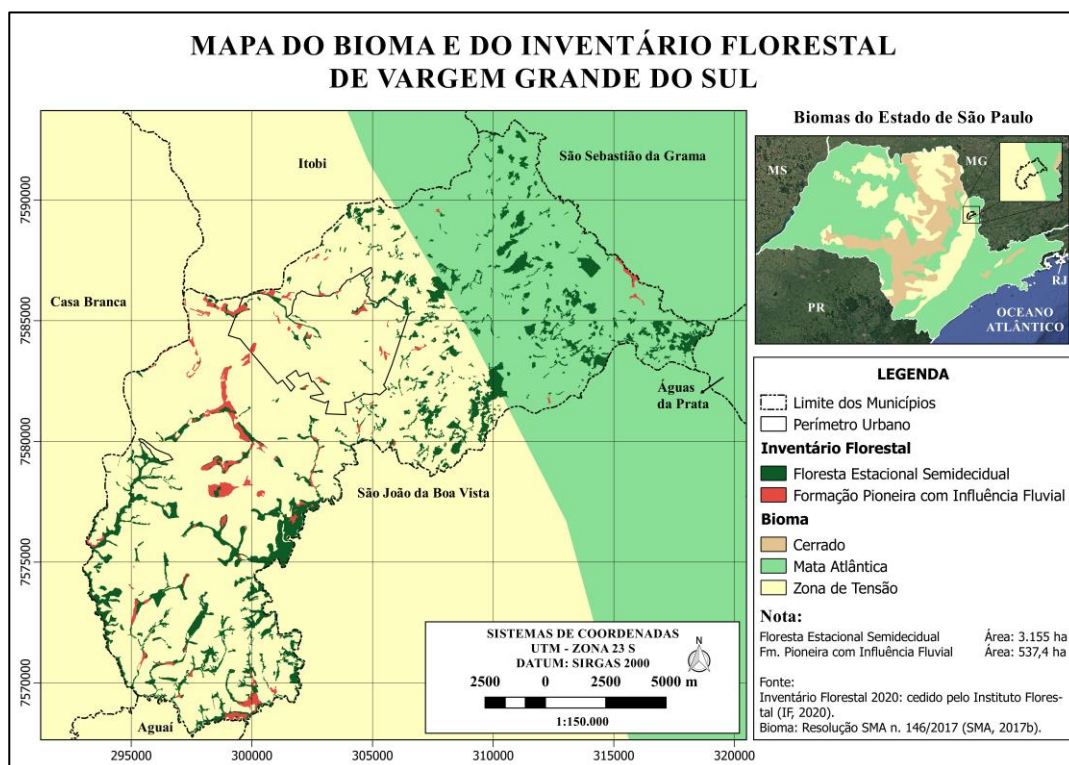
A seguir, são descritas algumas das principais características da Florestas Estacional Semidecidual, segundo Araújo Filho ([20--?]):

⁴¹ O Instituto Florestal colaborou com o material “Inventário Florestal de 2020 (*shapefile*)” do município de Vargem Grande do Sul para a realização do presente trabalho.

Essa formação vegetal apresenta um porte em torno de 20 metros (estrato mais alto) e apresenta, como característica importante, uma razoável perda de folhas no período seco, notadamente no estrato arbóreo. Na época chuvosa, a sua fisionomia confunde-se com a da floresta ombrófila densa, no entanto, no período seca, nota-se a diferença entre elas.

Os Argissolos e Latossolos, ambos Amarelos e Vermelho-Amarelos, com baixa fertilidade natural e alguns Argissolos Vermelhos, são os principais solos relacionados com este tipo de floresta. (ARAÚJO FILHO, [20--?]).

Figura 22 – Mapa do Inventário Florestal e do Bioma de Vargem G. do Sul



Fonte: Elaborado pelo autor.

5.1.11 Uso e Ocupação do Solo

De acordo com o Estudo do Plano Diretor Participativo do Município de Vargem Grande do Sul/SP 2018 (DOSSEL, 2018) o município é dividido em dois principais usos e ocupação do solo, conforme segue:

O uso e ocupação do solo no município [...] apresenta dois grandes padrões predominantes espacialmente separados, a grosso modo, pela malha urbana, configurando um conjunto de intenso cultivo agrícola a sul em especial culturas de batata e cana-de-açúcar e outro com remanescente florestais, pastagens e outros cultivos (em especial o café) a norte-nordeste. (DOSSEL, 2018, p. 74).

Dossel (2018) apresenta em seu estudo as diversas características de cada conjunto, conforme segue:

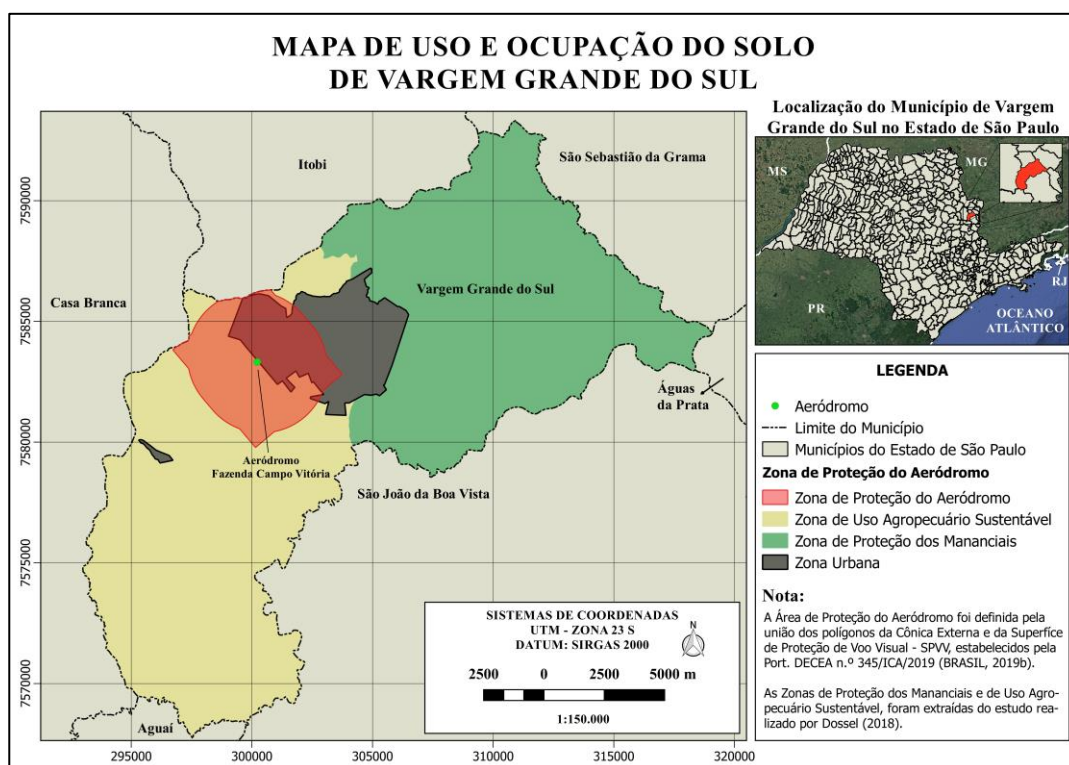
O primeiro conjunto a sul é limitado pela rodovia SP-215/BR-267, ao sul da qual se desenvolve com a predominância de agricultura mecanizada e uso de pivô central. [...]. A agricultura ocupa todos os espaços, chegando até os limites das Áreas de Preservação Permanente dos cursos d'água. Esse conjunto ocupa cerca de 55% do território municipal.

O segundo conjunto se inicia imediatamente a norte/nordeste da malha urbana e se estende até os limites com os municípios de São Sebastião da Gramma e Águas da Prata. Ele é caracterizado pela presença de remanescentes florestais, inclusive da Araucária, em condição topográfica distinta do primeiro conjunto. Aqui o relevo é irregular e topograficamente compõem um patamar mais elevado. A pastagem se desenvolve de modo mais enfático, marcando a paisagem. É nesse conjunto que predomina o cultivo do café, instalado nos terrenos de maior declividade. (DOSSEL, 2018, p. 74).

De acordo com a Lei Municipal 4.051/16 (VGSUL, 2016), a qual delimita o perímetro urbano de Vargem Grande do Sul, a sua área urbana possui um total de 2.541 ha (dois mil e quinhentos e quarenta e um hectares), ou seja, 9,51% da área territorial do município, portanto, a área rural compõe cerca de 24.177 ha (vinte e quatro mil e cento e setenta e sete hectares) ou 90,49 % do município.

Em 2019, através da Portaria DECEA n.º 345/ICA/2019 (BRASIL, 2019b) foi definida a zona de Proteção do Aeródromo Fazenda Campo Vitória, regrando o uso e ocupação dessa área de forma que não atrapalhe o tráfego aéreo. Na Figura 23 é apresentado o mapa de uso e ocupação do solo do município de Vargem G. do Sul

Figura 23 – Mapa de Uso e Ocupação do Solo de Vargem G. do Sul



Fonte: Elaborado pelo autor.

5.2 LEGISLAÇÃO MUNICIPAL

A seguir é listado a legislação referente ao meio ambiente, ao urbanismo, ao uso e ocupação do solo e ao zoneamento, em vigência até 2019, no município de Vargem G. do Sul.

- Lei n.º 1.952/1995 (e suas alterações) – “Lei de Parcelamento do Solo Urbano” (VGSUL, 1995);
- Lei n.º 2.681/2006 – “Plano Diretor do Município de Vargem Grande do Sul” (VGSUL, 2006);
- Lei n.º 3.086/2010 – “Política municipal de proteção aos mananciais de águas destinadas ao abastecimento público” (VGSUL, 2010);
- Lei n.º 4.051/2016 – “Delimitação do Perímetro Urbano” (VGSUL, 2016); e
- Portaria DECEA 345/ICA/2019⁴² – “Zona de Proteção de Aeródromo Fazenda Campo Vitória” (BRASIL, 2019a).

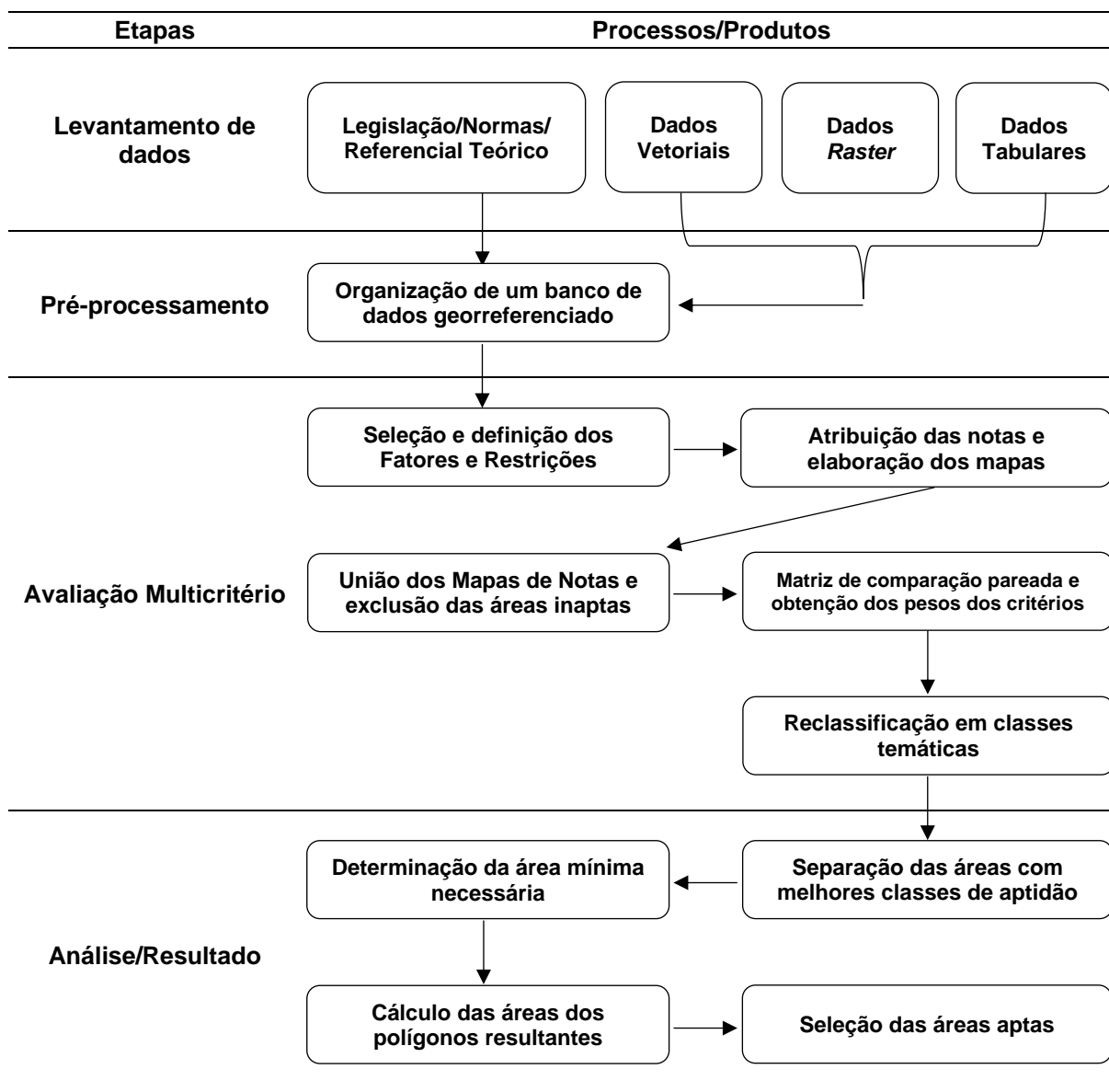
O município não possui legislação específica para o uso e ocupação do solo e zoneamento municipal, como também, o Plano Diretor em vigência (VGSUL, 2006), não é contemplado com mapas de zoneamento e macrozoneamento. Entretanto, em 2018 a Prefeitura Municipal deu início ao processo de elaboração da proposta do Novo Plano Diretor (DOSSEL, 2018), e atualização das Leis complementares pertinentes, como Lei de Uso e Ocupação do Solo e Zoneamento, Parcelamento do Solo, etc. Porém, até o final de 2019, estas propostas de leis não haviam sido encaminhadas à Câmara Municipal, para suas respectivas análises e aprovações.

⁴² Apesar de ser uma Portaria Federal, por se tratar de uma restrição de uso e ocupação no Município, optou-se por apresentá-la no presente item.

6 MÉTODO APLICADO PARA A ÁREA DE ESTUDO

A execução do presente trabalho se dividiu em quatro etapas, “Levantamento de dados”, “Pré-processamento”, “Avaliação Multicritério” e “Análise/Resultado”, as quais são apresentadas a seguir na Figura 24, através do Fluxograma das Etapas de Trabalho e descritas na sequência.

Figura 24 – Fluxograma das Etapas de Trabalho



Fonte: Elaborado pelo autor.

6.1 ETAPA 1: LEVANTAMENTO DE DADOS

Esta primeira etapa foi constituída no levantamento de informações e dados referentes às normas e legislação da esfera federal, estadual e municipal pertinentes, como também referências bibliográficas como: estudos, trabalhos acadêmicos,

artigos, dissertações, teses etc., relativos à temática de seleção de áreas para a implantação de aterros sanitários, a fim de amparar a metodologia aplicada do presente estudo. Além das informações supracitadas, nesta etapa também foram coletados dados vetoriais (*shapefile*), matriciais (*raster*) e tabulares, referentes as informações de interesse, conforme pode ser observado na Tabela 5.

Tabela 5 – Materiais e recursos utilizados no presente trabalho

Dados ou Recursos	Descrição	Formato	Fonte
Geologia	Mapa Geológico do Estado de São Paulo Escala 1:750.000	Vetor (<i>shp</i>)	Perrota et al., 2006a
Perigo de inundação	Mapa de Perigo de Escorregamento Planar e Inundação do Estado de São Paulo Escala 1:750.000	Vetor (<i>shp</i>)	IG; SMA; CPLA, 2014b
Declividade	Altitude e Declividade do terreno a partir do Modelo Digital de Elevação (MDE) Escala 1: 250.000	<i>Raster</i> (GeoTiff)	INPE, 2011
Pedologia	Mapa Pedológico do Estado de São Paulo: Revisado e Ampliado Escala 1:750.000	Vetor (<i>shp</i>)	Rossi, 2017b
Hidrografia	Corpos d'água obtido através do Complemento <i>OpenStreetMap</i> – OSM do QGIS Escala (não informada) Hidro. do Estado de São Paulo – UGRHI 4 e 9 Escala 1:50.000	Vetor (<i>shp</i>) Vetor (<i>shp</i>)	QGIS, 2020 CETESB; DAEE, 2017a e 2017b
Limite Municipal	Limites Municipais do Estado de São Paulo Escala 1:50.000	Vetor (<i>shp</i>)	IGC, 2015
Mancha Urbana	Áreas Urbanas no Brasil em 2015 Escala 1:50.000	Vetor (<i>shp</i>)	EMBRAPA, 2017
Perímetro Urbano	Perímetro Urbano de Vargem Grande do Sul Escala 1:50.000	Vetor (<i>shp</i>)	VGSUL, 2018
Rodovias e Estradas	Rodovias Municipais e Estradas – OSM do QGIS; Rodovias Estaduais Escalas (não informada)	Vetor (<i>shp</i>) Vetor (<i>shp</i>)	QGIS, 2020 Jesus, 2018
Unidade de Conservação	Unidades de Conservação do Brasil (Federais, Estaduais e Municipais) Escala 1:100.000	Vetor (<i>shp</i>)	MMA, 2020
Limite das APRMs	Limite das APRMs no Estado de São Paulo Escala (não informada)	Vetor (<i>shp</i>)	CBH-AT, [20--?]
Áreas de Comunidades Tradicionais	Áreas de Quilombolas no Estado de São Paulo Escala (não informada)	Vetor (<i>shp</i>)	INCRA, [20--?]
Áreas Indígenas	Terras Indígenas no Estado de São Paulo – FUNAI Escala (não informada)	Vetor (<i>shp</i>)	SMA; CPLA; DIA, 2019
Sítios Geológicos e Paleontológicos	Sítios Geo. e Paleontológicos do Brasil – 2006 Escala 1:2.500.000	Vetor (<i>shp</i>)	CPRM, 2006
Patrimônio Espeleológico	Geoespacialização das cavidades naturais subterrâneas (cavernas) já prospectadas Escala (não informada)	Vetor (<i>shp</i>)	CEVAV, 2019
Patrimônio Histórico e Cultural	Bens Protegidos, informações dos endereços	-	CONDEPHAAT, 2020
Aeródromos	Aeródromos Públicos e Privados Área de Proteção do Aeródromo. Faz. Campo Vitória Escala (não informada)	Planilha (Csv) KML	ANAC, 2019a; 2019b BRASIL, 2019b
Imagem de Satélite	Imagem de Satélite da Superfície Terrestre, obtido através da Ferramenta (Complemento/Plugin) " <i>OpenLayersPlugin</i> " – Google Satélite do QGIS Escala (não informada)	<i>Raster</i>	QGIS, 2020
Software QGIS v. 2.14.18	É um SIG (Sistema de Informação Geográfica), sendo um aplicativo profissional GIS Livre e de Código Aberto	-	QGIS, 2020

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nesta etapa, pôde ser verificado quais restrições legais são ou não, incidentes no município de Vargem Grande do Sul – SP (área de estudo), como por exemplo, presença no território municipal ou proximidades de áreas de proteção como: Unidades de Conservação Ambiental, Áreas de Proteção, dos mananciais, ZEEs, ocupadas por populações tradicionais, de Aeródromos, de Patrimônios Histórico e Cultural, Espeleológico, Arqueológico, etc.

6.2 ETAPA 2: PRÉ-PROCESSAMENTO

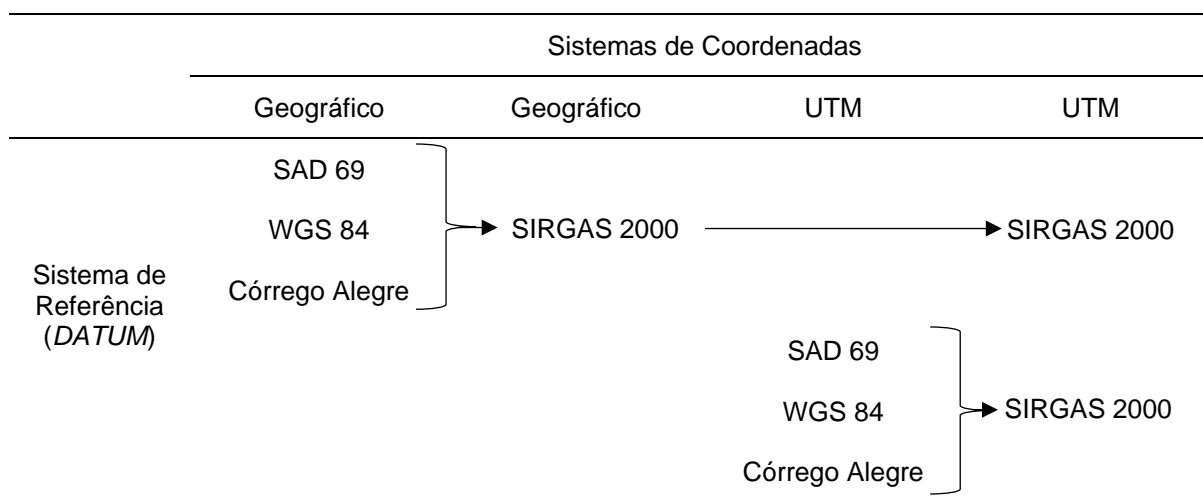
Na etapa de Pré-processamento, foi realizado a organização do banco de dados coletados, compatibilizando e padronizando-os, para assim, poderem ser utilizados adequadamente, conforme é descrito a seguir.

Primeiramente foi necessário verificar e compatibilizar quando necessário, o Sistema de Referência (*Datum*) de todos dados coletados, uma vez que atualmente o *Datum* oficial no Brasil é o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas - SIRGAS 2000, e devido os dados serem provenientes de diversas fontes, é comum encontrar dados com *Datum* divergentes, como: Córrego Alegre, *South American Datum* - SAD 69 e *World Geodetic System* - WGS 84. Portanto, foi necessário realizar essa verificação e compatibilização.

É de suma importância que se faça essa compatibilização, para que assim todos os materiais tenham o mesmo Sistema de Referência que o do Projeto, evitando assim, informações imprecisas, pois, um ponto com coordenadas no *Datum* SAD 69 terá coordenadas (valores) diferentes no *Datum* SIRGAS2000.

Devido a área de estudo estar em sua totalidade, inserida em um único Fuso (23 S), optou-se por utilizar o Sistemas de Coordenadas (UTM), ou seja, a unidade de medida do mapa é dada em metros, facilitando assim determinar e verificar as distâncias, das restrições e fatores de interesse do presente estudo.

Ressalta-se que alguns dos materiais obtidos, além de não estarem com o *Datum* SIRGAS 2000, também possuíam Sistema de Coordenadas Geográficas, ou seja, as unidades das informações eram dadas em graus, minutos e segundos, portanto, foi necessário convertê-los para SIRGAS 2000 (UTM). Na Figura 25 é apresentado o procedimento realizado para a conversão dos materiais.

Figura 25 – Sequência realizada para compatibilização dos dados

Fonte: Elaborado pelo autor.

Além da compatibilização dos Sistema de Referência e Coordenadas dos dados, também foi necessário padronizar, as escalas dos dados, ou seja, “a resolução/detalhamento” das informações, para que posteriormente, os mapas sejam convertidos em *raster*, com mesma quantidade de pixels/informações, ou seja, mesma dimensão matricial. Para o presente estudo optou-se em utilizar escala de 1:150.000, a qual mostrou ser suficiente para detalhar a área estudada.

6.3 ETAPA 3: ANÁLISE MULTICRITÉRIO

Após o término da etapa de Pré-Processamento, deu-se início a Etapa 3 – Análise Multicritério, a qual tem seu processo descrito a seguir.

- **Seleção e definição dos fatores e restrições**

Nessa etapa vale ressaltar que a seleção e definição dos fatores e restrições depende da variedade e qualidade dos dados obtidos, portanto, varia de estudo para estudo, além de depender de quais fatores os autores têm interesse em analisar. Porém, quanto maior a diversidade de dados (fatores e restrições) a serem analisados, melhor e mais preciso o resultado será, uma vez que as áreas mais adequadas serão aquelas que melhor atenderem o maior número de quesitos.

Na Tabela 6 é apresentada a relação dos critérios a serem analisados, fatores e restrições incidentes na área de estudo, os quais serão descritos no item a seguir.

Tabela 6 – Fatores e Restrições analisados para a elaboração dos mapas

Critérios Ambientais	Descrição
Pedologia	-
Geologia	-
Distância de cursos d'água	Distância mínima de 200 m
Critérios de Uso e Ocupação do Solo	Descrição
Distância de núcleos populacionais	Distância entre 500 m e 10.000 m
Distância de aeródromos	Raio mínimo de 10.000 m
Critérios Operacionais	Descrição
Distância de vias	Distância entre 100 m e 10.000 m
Declividade	Declividade entre 1 % a 30 %
Risco de inundação	-
Tamanho da área disponível e vida útil	Vida útil mínima de 15 anos





Fonte: Elaborado pelo autor.

- **Atribuição das Notas**

Após a definição dos critérios a serem analisados, foram atribuídas notas de aptidão para todas as classes (camadas) de cada critério, e elaborados seus respectivos mapas.

Para a adoção das notas e confecção dos mapas, foram adotados a lógica Booleana (nota 0 – inapto e 1 – apto), apenas para os seguintes critérios 'distância de cursos d'água', 'distância de aeródromos' e 'risco de inundação', para os demais, adotou-se a lógica de Fuzzy (notas de 0 a 1), conforme apresentado no Quadro 17.

Quadro 17 – Notas dos critérios e descrição adotada pela lógica de Fuzzy

Cor e Nota	Nível de Aptidão
 0,0	Péssima Inapta
 0,2	Ruim
 0,4	Moderadamente Ruim
 0,6	Moderadamente Boa
 0,8	Boa
 1,0	Ótima Apta

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os critérios para a atribuição das notas as classes, foram embasados em referências bibliográficas, normativas, e técnicas, além da relevância ambiental local, atribuída pelo o autor, sendo apresentados a seguir.

a. Pedologia

Para a pedologia (tipos de solos) foram analisadas as características de textura superficial e profundidade do solo (ver Figura 42 e Figura 43 do Apêndice A). Para o quesito textura recomenda-se que o solo da área de interesse para a implantação de um aterro sanitário tenha uma textura (composição granulométrica) mais argilosa, por apresentarem baixa permeabilidade, e uma melhor capacidade de

retenção de líquidos (barreira natural), dificultando assim, ou até mesmo impedindo, que uma possível exposição do chorume ao solo, alcance o lençol freático.

Com relação a profundidade, é recomendado solos mais profundos por apresentarem uma maior disponibilidade de material para o recobrimento diário das células de resíduos do aterro, otimizando sua operação, conseqüentemente reduzindo os custos durante sua vida útil, uma vez que não haverá necessidade buscar material em outras áreas.

Portanto, quanto mais profundo, e argilosa for a textura do solo melhor será sua aptidão a implantação de aterro sanitário, sendo assim, solos mais rasos, com textura arenosa, são menos aptos para esta análise.

As notas atribuídas aos tipos de solos presentes na área de estudo podem ser observadas no Quadro 18.

b. Geologia

Devido a crescente preocupação com a escassez de água, para o critério de geologia, foram analisadas as seguintes características das Unidades Geológicas: "capacidade de proteção" dos aquíferos, e importância hídrica para a região.

Portanto, quanto maior a importância hídrica para a região, menos apta a área para receber uma instalação de disposição de resíduos sólidos. A existência de feições estruturais como (foliações, falhas e fraturas) no local é um fator de crucial importância, portanto, sugere-se a pontuação mínima para essas áreas, em decorrência do grande potencial de impacto nas águas locais.

O município possui 3 (três) unidades aquíferas: Pré-Cambriano, Tubarão e Serra Geral (ver Figura 21), sendo considerado a unidade Pré-Cambriano a de maior importância, uma vez que está presente na região (N-NE) do município, onde estão presentes seus principais mananciais, esta unidade possui característica de ter uma formação pouco homogênea, com sua porosidade e permeabilidade associada a fraturas.

Como a região de abrangência da unidade Pré-Cambriano no município é caracterizada com área de mananciais, presença de afloramentos rochosos e fraturas, portanto, sendo mais vulnerável, conseqüentemente menos aptas para a implantação de aterros sanitários. As regiões, em que há presença de fraturas, foram consideradas inaptas. Portanto, os Domínios Geológicos presentes na área de

abrangência dessa unidade aquífera como: Complexo São José do Rio Pardo e Complexo Varginha-Guaxupé, foram considerados menos aptas.

A Unidade Aquífera Tubarão, que abrange quase toda parcela (S-SO) do município, possui como característica de ser semi-confinado a confinado, e de baixa transmissividade, formado principalmente pelas rochas arenitos e siltitos, possuindo assim uma boa proteção natural, portanto, os Domínios Geológicos que abrangem essa Unidade Aquífera, exceto os Depósitos aluvinares, possuem boa aptidão para a implantação do empreendimento.

As áreas de abrangência dos depósitos aluvinares como: margens, fundos de canal e planícies de inundação de rios, foram consideradas áreas inaptas.

A Unidade Aquífera Serra Geral (pequena parcela da região central do município), possui característica de apresentar porosidade e permeabilidade associadas a fraturas, além de possuir como rocha principal de sua formação o diabásio, sendo, portanto, um aquífero sedimentar de baixa permeabilidade (confinado). Características estas, desejáveis para implantação de aterro sanitário, uma vez que não há evidências de fraturas na região, com isso o Domínio Geológico Formação Serra Geral, presente na área de abrangência, possui aptidão ótima.

As notas atribuídas às Unidades Geológicas presentes no município de Vargem Grande do Sul, podem ser observadas no Quadro 18.

c. Distância dos recursos hídricos superficiais

Devido a preocupação com a qualidade das águas superficiais e a sua ictiofauna, assim como, com a importância destes recursos hídricos para o abastecimento público e das propriedades rurais, dessedentação de animais etc., foi utilizado para este critério a restrição estabelecida pela NBR 13.896/1997 (ABNT, 1997), portanto, áreas com distanciamento inferior a 200 m (duzentos metros) de qualquer recurso hídrico superficial receberam nota mínima, e as demais, nota máxima, conforme apresentado no Quadro 18.

d. Distância de núcleos populacionais

Este critério visa considerar as distancias que sejam suficientes para que o empreendimento não gere incômodos à população, tais como: odores, fumaça, presença de vetores etc., como também que assegure sua a viabilidade operacional (custo) ao longo de sua vida útil.

A NBR 13.896/1997 (ABNT, 1997) “estabelece que o local para a implantação de aterros sanitários deve ter distância superior a 500 m (quinhentos metros) de núcleos populacionais” e Melo (2011) “recomenda para que se evite incômodos à população, um distanciamento mínimo de 2.000 m (dois mil metros)”.

Com relação a viabilidade e custo operacional Felicori et al. (2016) sugerem que “as áreas de melhor aptidão, são as localizadas a uma distância entre 2.000 m (dois mil metros) e 8.000 m (oito mil metros) dos núcleos urbanos”; e segundo os mesmos, e BRASIL (2011), o empreendimento inviabiliza “a partir de 10.000 m (dez mil metros”.

Portanto, foram consideradas áreas não aptas (atribuída nota 0) as áreas que estão a uma distância de até 500 m (quinhentos metros), e a 10.000 m (dez mil metros) ou mais, dos núcleos urbanos, e nota máxima para as áreas localizadas a uma distância entre 2.000 m (dois mil metros) e 8.000 m (oito mil metros), para as demais áreas foram atribuídas notas intermediárias, conforme consta no Quadro 18.

e. Distância de Vias

Devido à preocupação com a viabilidade do empreendimento, como também possíveis transtornos ao tráfego e à população, a distância entre o empreendimento e as vias de acesso, assim como sua qualidade devem ser consideradas.

A qualidade das vias influencia diretamente no tempo de operação (melhor tráfego) e no desgaste dos caminhões coletores de resíduos, portanto, quanto melhores forem as condições das vias utilizadas na operação do aterro, menor será o gasto com a manutenção da frota e de operação ao longo da vida útil do projeto.

Silva (2011) e Felicori et al. (2016), “recomendam um distanciamento mínimo de 100 m (cem metros) entre os eixos das vias e a área do empreendimento, devido a possibilidade de ocorrer problemas de tráfego, ocasionado pela circulação de veículos coletores de resíduos etc., além de comumente ocorrer desprendimento de resíduos como sacolas plásticas, papéis etc., podendo vir a atrapalhar o bom fluxo das vias. Como também recomendam um distanciamento ótimo entre 1.000 m (mil metros) e 2.000 m (dois mil metros), por não estar muito próximo das vias a ponto de atrapalhar o plexo fluxo e afastado o suficiente para não inviabilizar a operação”.

O distanciamento máximo admitido será de 10.000 m (dez mil metros), uma vez que as rodovias principais e estradas do município passam pela mancha urbana principal, portanto, utilizou-se o mesmo critério de viabilidade de distanciamento de núcleo populacional.

Para esse critério, foram consideradas as principais rodovias e estradas presentes no município, sendo atribuído nota mínima para áreas com distância de até 100 m (cem metros), e superiores a 10 km (dez quilômetros) das vias, e nota máxima as localizadas na faixa de 1.000 m (mil metros) a 2.000 m (dois mil metros), as demais áreas receberam notas médias conforme apresentado no Quadro 18.

f. Declividade (Clinografia)

A preocupação com esse critério, está relacionado a oferecer melhores condições para a operação do aterro, como também seu sistema de drenagem.

A NBR 13.896/1997 (ABNT, 1997), estabelece que áreas aptas para receber um aterro sanitário devem ter uma declividade entre 1% a 30%. E segundo Weber e Hasenack (2000) e Silva (2011) “quanto menor for a declividade, mais apta a área será, pois oferece condições menos críticas para o sistema de drenagem e facilita as operações de movimentação de resíduos e solos”.

Portanto, foram consideradas áreas inaptas (nota 0) as com declividade até 1%, e superiores a 30%, e atribuída nota máxima as áreas com declividade entre 1% a 10%. As notas atribuídas para esse critério podem ser observadas no Quadro 18.

g. Risco de Inundação

Este critério visa identificar áreas de potencial risco de inundação, para que assim possam ser desconsideradas na seleção de áreas para implantação de aterro sanitário, por se tratar de áreas ambientalmente frágeis.

Portanto, áreas com médio a alto risco de inundação são consideradas não aptas (nota 0), e foi atribuída nota máxima de aptidão (nota 1) para as áreas com baixíssimo (inexistente) risco de inundação, conforme apresentado no Quadro 18.

h. Distância de aeródromos

Como o aterro sanitário é um empreendimento atrativo de fauna em geral, e devido a preocupação com um possível acidente entre aves e aeronaves, foi estabelecido pela da Port. n.º 741/CG3/2018 (BRASIL, 2018a) um distanciamento mínimo de segurança de 10 km (dez quilômetros) entre aterros sanitários e aeródromos. Portanto, as áreas pertencentes ao raio de 10 km (dez quilômetros) dos aeródromos foram consideradas não aptas, e as demais aptas, conforme consta no Quadro 18.

Ao serem atribuídas notas para todas as classes de cada critério, foram elaborados seus respectivos “Mapas de Notas”.

Quadro 18 – Notas de aptidão dos critérios

Critérios	Notas					
	0,0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
Pedologia	Gleissolos Área Urbana	Neossolos		Cambissolo		Argissolo Latosolos
Geologia	Depósitos Aluvinares	Complexo S. J. do R. Pardo	Complexo Varginha-Guaxupé		Fm. Rio Claro Fm. Aquidauana	Fm. Serra Geral
Distância de recursos hídricos superficiais ⁴³	d < 200 m					d ≥ 200 m
Distância de núcleos urbanos ou populacionais ⁴⁴	d ≤ 500 m e d > 10.000 m			500 m < d ≤ 2.000 m e 8.000 m < d ≤ 10.000 m		2.000 m < d ≤ 8.000 m
Distância de aeródromos	d ≤ 10.000 m					d > 10.000 m
Distância de vias ⁴⁵	d ≤ 100 m e d > 10.000 m			500 m < d ≤ 1.000 m e 2.000 m < d ≤ 10.000 m		1.000 m < d ≤ 2.000 m
Declividade	i ≤ 1% e i > 30%			20% < i ≤ 30%	10% < i ≤ 20%	1% < i ≤ 10%
Perigo de inundação	Médio					Baixíssimo

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: d – distância; i – inclinação (declividade).

Após contatar Marcio Rossi - autor do Mapa de Pedologia (Rossi, 2017a), foi esclarecido que a classe “área urbana” não teve uma representação pedológica por se tratar de uma área já consolidada, alterada e compactada, descaracterizando sua pedologia, portanto, essa área teve uma classe específica.

⁴³ O autor recomenda atentar-se com relação as Áreas de Preservação Permanente – APP dos cursos d’água na região de estudo, para ser utilizado o valor mais restritivo, ou seja, a maior distância. Por exemplo, rios com largura ≥ 600 m, possuem uma APP de 500 m (BRASIL, 2012a), portanto, nesse caso, utilizaria os 500 m

⁴⁴ A distância de aptidão máxima de núcleos populacionais recomendada por Felicori et al. (2016), foi de no máximo 10.000 m, sendo considerados o intervalo de 2.000 m a 8.000 m de melhor aptidão, sendo corroborado esta distância máxima pelo Termo de Referência Técnico BRASIL (2011) (ver item “b” 4.1.2).

⁴⁵ Intervalo de distância entre o eixo de rodovias federais e estaduais, recomendado no trabalho de Silva (2011) foi de 100 m a 15.000m, porém, para o presente trabalho adotou-se um máximo de 10.000 m, também para o eixo de rodovias municipais e estradas, utilizando-se da mesma justificativa da distância de núcleos populacionais.

- **União dos Mapas de Notas e exclusão das áreas inaptas**

Após elaborados os Mapas de Notas para cada critério, foi realizado a união das áreas inaptas de todos os critérios, e posteriormente excluídas da área territorial do município, resultando assim nas áreas que possuem algum nível de aptidão.

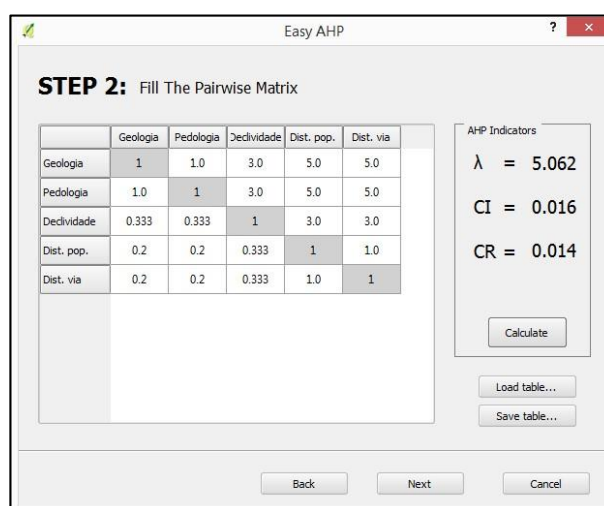
Em seguida foi necessário elaborar a Matriz de Comparação Pareada, para assim, obter o peso de importância de cada critério, com isso, possibilitando determinar o nível de aptidão das áreas resultantes, conforme apresentado a seguir.

- **Matriz de comparação pareada e obtenção dos pesos dos critérios**

Para a elaboração da Matriz de Comparação Pareada, foi necessário atribuir valores de intensidade de importância (valores AHP, ver Quadro 5) para os critérios (fatores) analisados Geologia, Pedologia, Declividade, Distância de núcleos urbanos e de vias.

No presente estudo foi atribuída uma maior relevância aos critérios ambientais, como Geologia e Pedologia, seguido do critério operacional declividade, e por fim, pelos critérios de distância de núcleos urbanos e vias, conforme pode ser observado na Matriz de Comparação Pareada apresentada na Figura 26.

Figura 26 – Matriz de Comparação Pareada



Fonte: Elaborado pelo autor, com auxílio do *software* QGIS v.2.14.18 (QGIS, 2020).

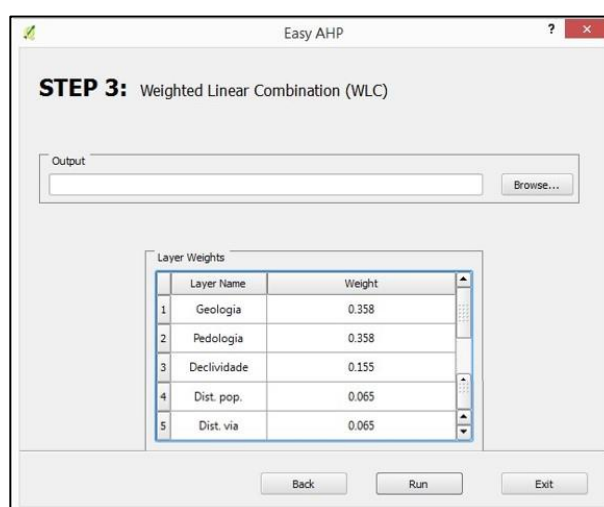
Após definida a matriz de comparação pareada, com o auxílio do complemento “Easy AHP”⁴⁶ do QGIS, os critérios foram organizados hierarquicamente e comparados entre si, sendo calculado pelo complemento os seguintes indicadores AHP: o máximo autovalor (λ), o índice de

⁴⁶ Para a utilização do Easy AHP é necessário que os arquivos dos Mapas Notas estejam em formato matricial (*raster*).

consistência – CI e a razão de consistência – CR, os quais segundo Almeida (2020) “são medidas que auxiliam na definição dos critérios de comparação pareada”. Para o presente estudo foi dado ênfase para o CI, pois este indicador “mede a coerência dos julgamentos, sendo que quanto mais próximo o índice estiver de zero, maior será a consistência global da matriz de comparação” (ALMEIDA, 2020).

Na sequência da obtenção dos indicadores AHP, o complemento “Easy AHP” realizou o cálculo do peso de cada critério, conforme apresentado na Figura 27.

Figura 27 – Pesos finais dos critérios (fatores)



Layer Name	Weight
1 Geologia	0.358
2 Pedologia	0.358
3 Declividade	0.155
4 Dist. pop.	0.065
5 Dist. via	0.065

Fonte: Elaborado pelo autor, com auxílio do software QGIS v.2.14.18 (QGIS, 2020).⁴⁷

Com isso, foi possível determinar o valor de aptidão para as áreas remanescentes, através de uma média ponderada das notas das classes incidentes nas áreas, de cada critério, com seus respectivos pesos.

- **Reclassificação em classes temáticas**

Após determinado o valor de aptidão das áreas remanescentes, foi realizado a reclassificação dessas áreas em classes temáticas como: “Ruim” para valores entre 0,01 - 0,40, “Moderadamente boa” entre 0,41 - 0,70 e “Ótima” entre 0,71 - 1,00.

6.4 ETAPA 4: ANÁLISE E RESULTADO

Concluída a Etapa 3: Análise Multicritério deu-se início a Etapa 4 “etapa final”, na qual foi realizado os procedimentos descritos a seguir, e assim obtido o Mapa Final de área aptas para implantação de aterro sanitário.

⁴⁷ Foi realizado uma adaptação na imagem, para possibilitar a visualização de todos os critérios calculados.

- **Separação das áreas com melhores classes de aptidão**

Após a reclassificação em classes temáticas foram excluídas as áreas com grau de aptidão “Ruim”, resultando nas áreas com grau de aptidão Moderadamente Boa e Ótima.

Nessa etapa, afim de uma melhor proteção dos mananciais optou-se em fazer um *buffer* (faixa de influência) de 200 m (duzentos metros) da estrutura de cisalhamento presente no município (ver Figura 14), e excluir as áreas localizadas nessa faixa.

Para elaborar o mapa final de áreas aptas para a implantação de um aterro sanitário para o Município de Vargem Grande do Sul, foi necessário verificar a área mínima necessária para a demanda populacional do município, para assim “filtrar” as áreas aptas para o município, conforme é descrito a seguir.

- **Determinação da área mínima necessária**

Nesta etapa foi realizada a estimativa populacional do município para um período de projeto de 15 (quinze) anos, estando assim em conformidade com as exigências da CETESB (CETESB, 20--?b) e da Resolução CONAMA n.º 404/2008 (CONAMA, 2008).

Para a estimativa populacional, ao invés de realizar o cálculo de estimativa populacional, optou-se por utilizar as projeções disponíveis no Sistema Seade de Projeções Populacionais (SEADE, 2020b), a fim de compatibilizar com as informações do município apresentadas no 5.1.

Após estimada a população, com auxílio da Tabela 4 a qual contém informações que relacionam população e área mínima necessária para implantação de um aterro sanitário de acordo com o Termo de Referência Técnico (BRASIL, 2011), foi possível determinar a área mínima necessária para o empreendimento no município de Vargem Grande do Sul.

- **Cálculo das áreas dos polígonos resultantes**

Após determinada a área mínima necessária para implantação do aterro sanitário, foram calculadas no próprio *software* QGIS, as áreas de todos os polígonos resultantes.

- **Seleção das áreas aptas**

Em seguida foram excluídos os polígonos com áreas inferiores a mínima necessária, resultando assim no Mapa Final de áreas aptas para implantação de um aterro sanitário para o município de Vargem Grande do Sul.

7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

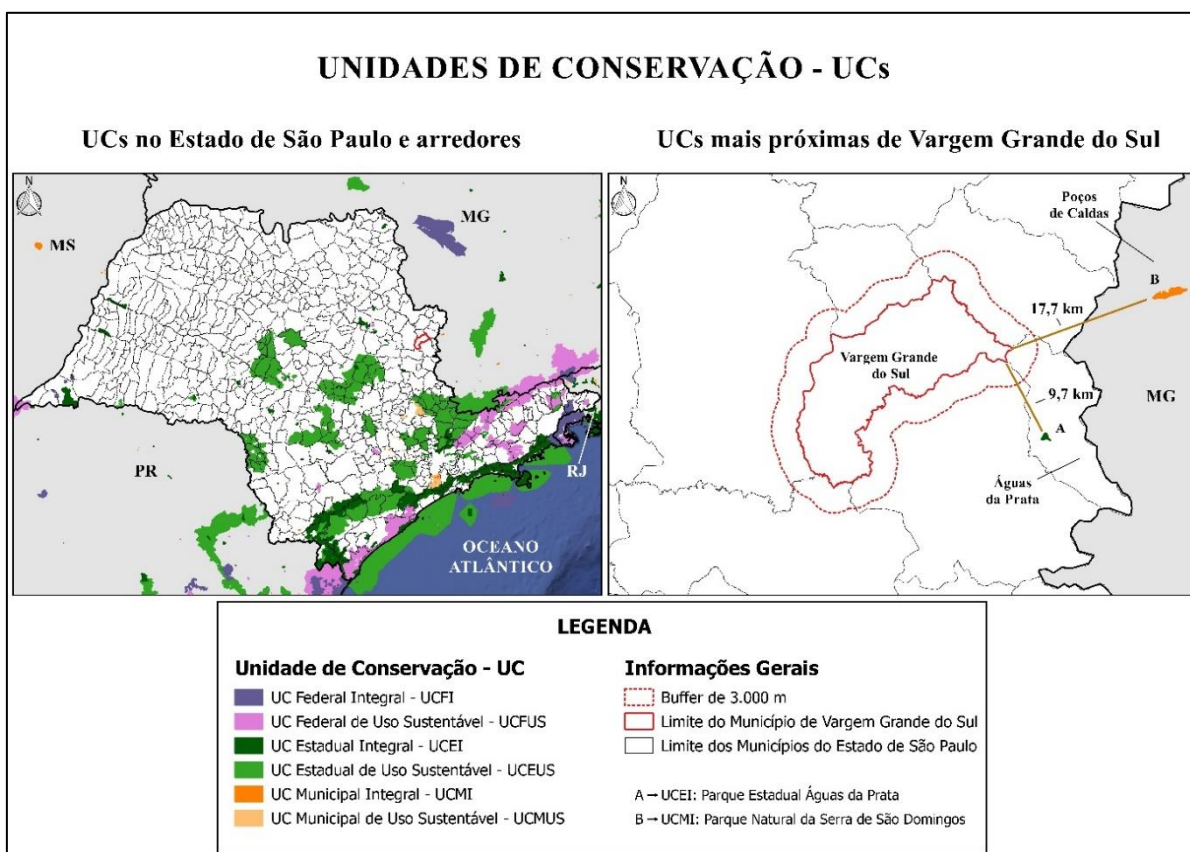
Os resultados remetem aos produtos cartográficos e imagens confeccionadas em função dos diversos critérios e fatores analisados utilizando técnicas de geoprocessamento no *software* livre QGIS.

- **Unidades de Conservação**

Foi necessário verificar se o município de Vargem Grande do Sul possui alguma Unidade de Conservação ou se inserido em alguma faixa de proteção de UC, conforme determinado pela Resolução CONAMA n.º 428/2010 (CONAMA, 2010).

Na Figura 28 são apresentadas as UCs mais próximas ao município, assim como a faixa de distanciamento mínimo (*buffer*) de 3.000 m (três mil metros) a partir do limite municipal.

Figura 28 – Unidades de Conservação x Vargem Grande do Sul



Fonte: Elaborado pelo autor.

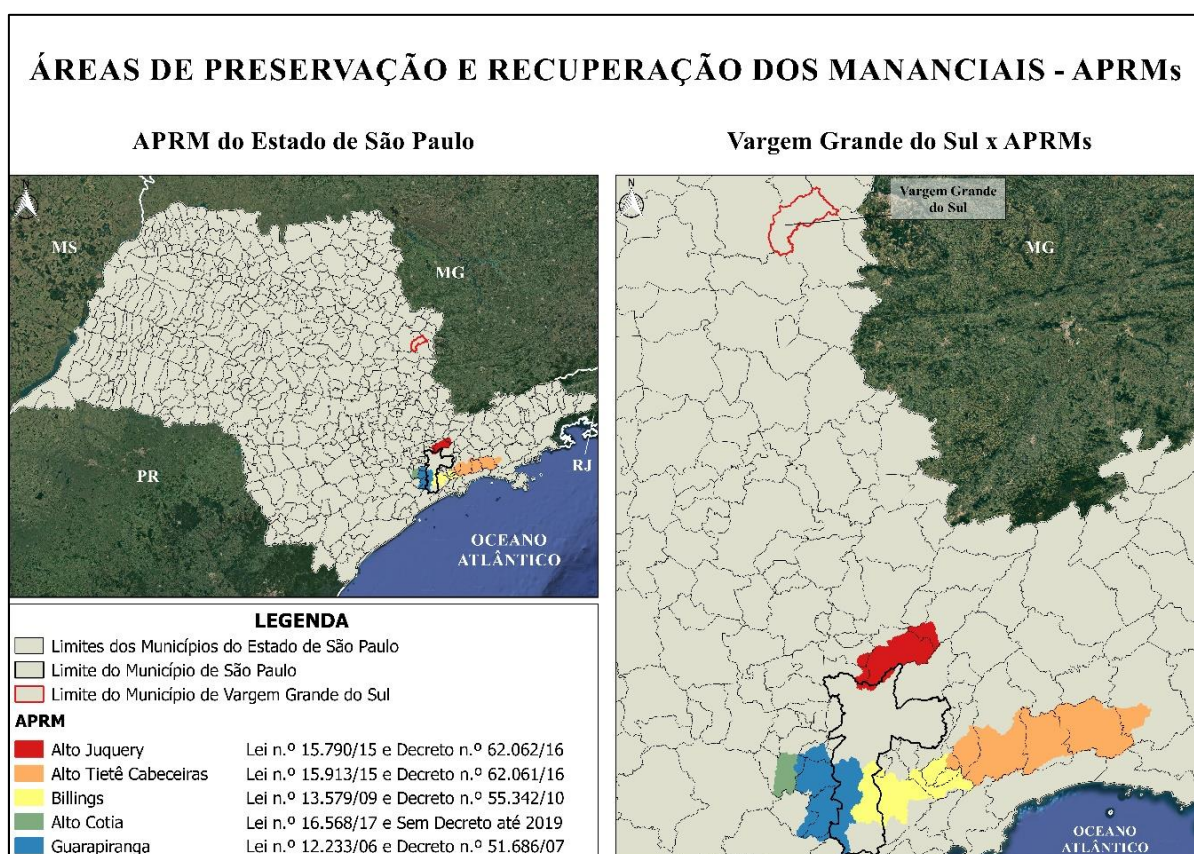
Pode ser observado na figura anterior, a não necessidade em se utilizar esse critério na área de estudo, uma vez que o município não é contemplado por nenhuma UC e a mais próxima, enquanto o presente trabalho estava em curso, está localizada a uma distância superior a 3.000 m (três mil metros) do município.

- **Áreas de Proteção e Recuperação de Mananciais**

Como o presente trabalho tem o intuito de selecionar áreas aptas para implantação de aterros sanitários (atividade potencialmente poluidora), é de suma importância verificar se o município ou área de interesse está localizado em Área de Preservação e Recuperação dos Mananciais, pois cada APRM tem suas respectivas diretrizes e legislação de uso e ocupação do solo.

Na Figura 29 é apresentado as APRMs existentes no Estado de São Paulo até o período de elaboração do presente trabalho, assim como a localização do município de Vargem Grande do Sul em relação a elas.

Figura 29 – APRMs do Estado de São Paulo x Vargem Grande do Sul



Fonte: Elaborado pelo autor.

É possível observar na imagem anterior que o município de Vargem Grande do Sul não está localizado em nenhuma das APRMs estaduais, portanto, torna-se não necessário analisar este critério para a elaboração do mapa de áreas aptas para a implantação de aterro sanitário.

- **Plano de Bacia Hidrográfica**

No presente item foram verificadas informações sobre os aspectos de águas superficiais e águas subterrâneas, de acordo com os Planos de Bacia do CBH Pardo (CRH, 2018) e do CBH Mogi (CRH, 2015).

O município é contemplado com um dos principais mananciais superficiais de interesse da UGRHI 04 – Pardo, o Rio Verde (CRH, 2018) abrangendo a região Norte (sua nascente) e Centro-Oeste do município, e ao sul pelo Rio Jaguari-Mirim (UGRHI 09 – Mogi) (CRH, 2015), conforme pode ser verificado no mapa de recursos hídricos do município (ver Figura 21).

De acordo com os Plano de Bacias supracitados, o município de Vargem Grande do Sul pertence as Sub-Bacias (Rio Tambaú/Rio Verde e Alto Pardo) na UGRHI 04 e (Rio Jaguari-Mirim) na UGRHI 09, conforme apresentado na Figura 30.

Figura 30 – Sub-bacias das UGRHIS Pardo e Mogi-Guaçu



Com relação ao balanço hídrico da bacia do Pardo, a sub-bacia do Rio Verde através da Deliberação CBH-Pardo 4/04 (CBH-Pardo, 2004) foi definida como crítica. E de acordo com o Plano de Bacia do Rio Mogi Guaçu (CRH, 2015), a sub-bacia Jaguari Mirim da UGRHI 09 apresentou um balanço hídrico superficial negativo, ou seja, o volume de água capitado é superior a sua reposição natural; e positivo para o balanço hídrico subterrâneo. Sendo necessário a atividade que possa interferir na

quantidade e/ou na qualidade dos recursos hídricos das sub-bacias, estar em conformidade com o Plano de sua Bacia e Hidrográfica, a consulta e aprovação previa de seus respectivos Comitês de Bacia.

- **Zoneamento Ecológico Econômico**

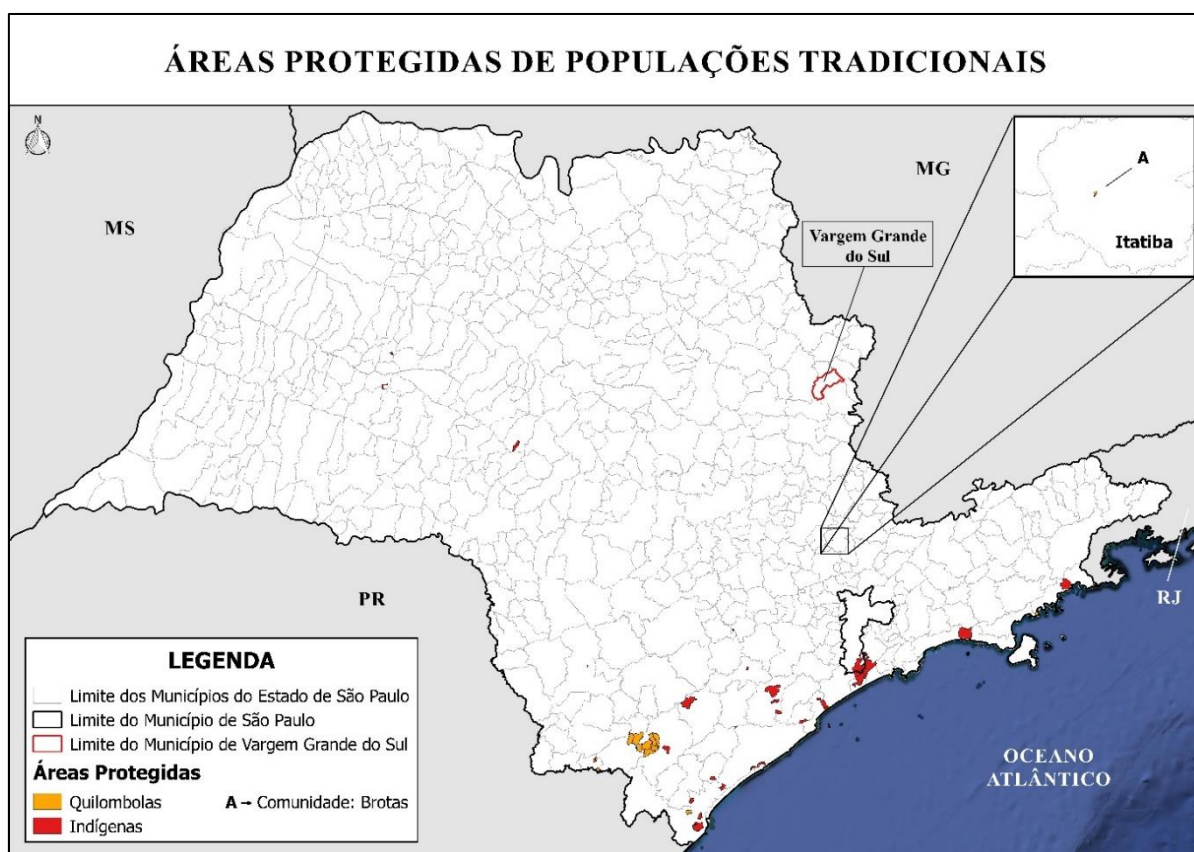
Neste critério foi verificado se o município de Vargem Grande do Sul está ou não inserido em um ZEE.

No Estado de São Paulo foram estabelecidos os ZEEs do Setor Litoral Norte (SÃO PAULO, 2004) e do Setor Baixada Santista (SÃO PAULO, 2013), portanto, não foi necessário considerar este critério para a elaboração do mapa de áreas aptas para a implantação de aterro sanitário, devido o município estar localizado no interior paulista e distante do litoral.

- **Áreas Protegidas de Populações Tradicionais**

No presente item foi verificado se há áreas protegidas de populações tradicionais (Quilombolas ou Indígenas) no município de Vargem Grande do Sul e arredores, conforme pode ser observado na Figura 31.

Figura 31 – Populações tradicionais x Vargem Grande do Sul



Fonte: Elaborado pelo autor.

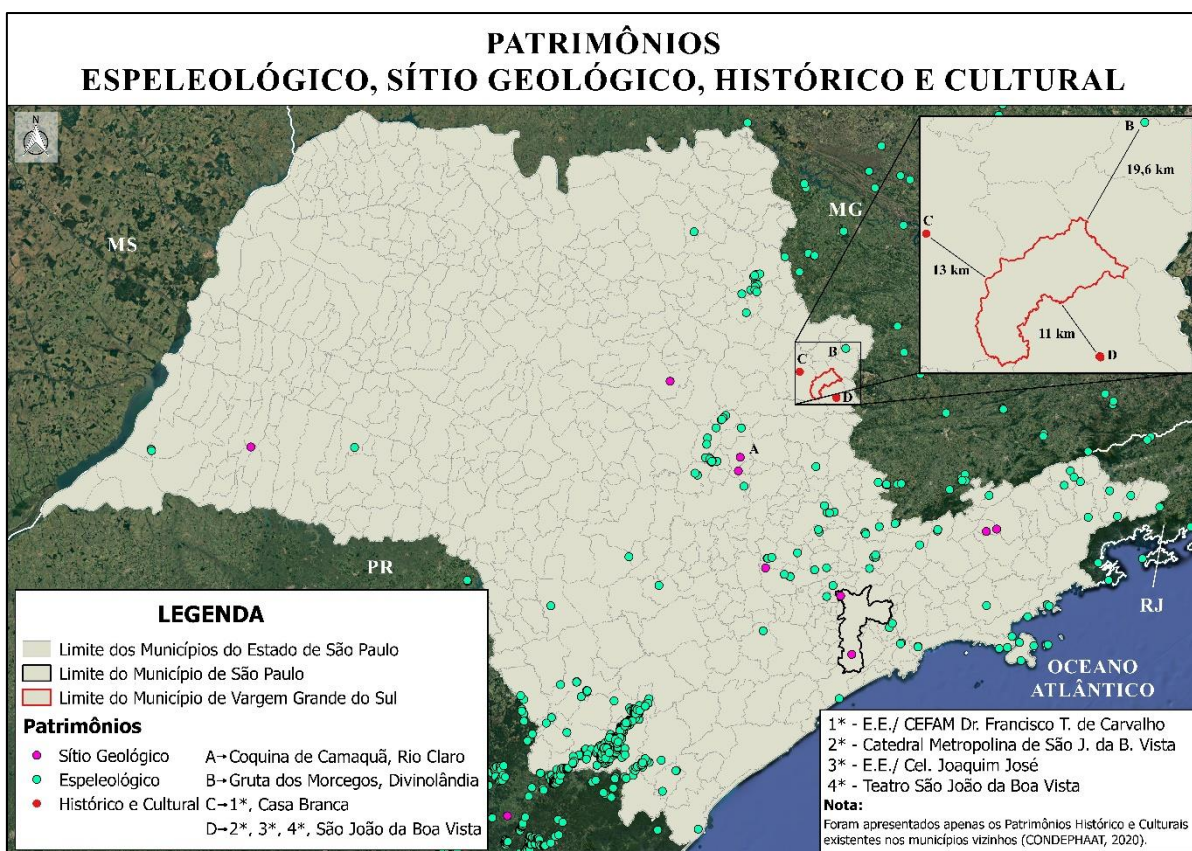
Pode ser verificado na figura anterior, que o município de Vargem Grande do Sul não é contemplado com áreas protegidas de populações tradicionais, sendo a Comunidade Quilombola “Brotas” do Município de Itatiba, a mais próxima. Portanto, para a elaboração do Mapa Final, não houve a necessidade de analisar esse critério.

- **Áreas de Patrimônio Espeleológico, Arqueológico, Histórico e Cultural**

Foi necessário verificar a presença de áreas de Patrimônios Espeleológico e Histórico/Arqueológico (Sítios Geológicos) e Cultural no município e nos arredores, devido serem áreas a serem protegidas. A Resolução CONAMA n.º 347/2004 (CONAMA, 2004) determina uma “distância mínima de 250 m (duzentos e cinquenta metros)” entre os perímetros de uma caverna e do empreendimento.

As áreas protegidas dessas temáticas existentes no Estado de São Paulo durante o período de elaboração do presente estudo são apresentadas abaixo na Figura 32.

Figura 32 – Áreas de Patrimônios x Vargem Grande do Sul



Fonte: Elaborado pelo autor.

Durante o curso do presente estudo, foi observado que o município de Vargem Grande do Sul não possui nenhum patrimônio do tipo: espeleológico, sítio geológico ou histórico-cultural, conforme observado na figura anterior.

Além de poder constatar que a Gruta dos Morcegos dista aproximadamente 19 km (dezenove quilômetros) do município, muito acima dos 250 m (duzentos e cinquenta metros) estabelecidos pela Resolução CONAMA n.º 347/2004 (CONAMA, 2004), e os demais patrimônios estão distantes o suficiente para que não haja algum impacto relacionado ao empreendimento. Portanto, não havendo necessidade de analisar esses critérios para a elaboração do mapa de áreas aptas para a implantação de aterro sanitário.

- **Profundidade do lençol freático**

No presente item, foi realizado o levantamento dos poços cadastrados no Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo – DAEE (DAEE, 2020), e no Sistema de Informações de Águas Subterrâneas – SIAGAS do Serviço Geológico do Brasil – CPRM (CPRM, 2020), para se obter dados preliminares referentes a profundidade do lençol freático no município, uma vez que a NBR 13.896/1997 (ABNT, 1997) “estabelece, que se garanta uma camada natural com espessura mínima de 1,50 m (um metro e meio) de solo insaturado entre a superfície inferior do aterro e o mais alto nível do lençol freático”.

No município há apenas 40 poços cadastrados no sistema do DAEE, e 16 no SIAGAS, sendo que a grande maioria está localizada na área urbana do município, área inapta para o presente estudo, além de que a maioria dos poços não possuem informação referente ao seu Nível Estático (NE) (profundidade do lençol freático), portanto, não sendo possível analisar esse critério preliminarmente apenas com as informações dos poços existentes no município, cadastrados.

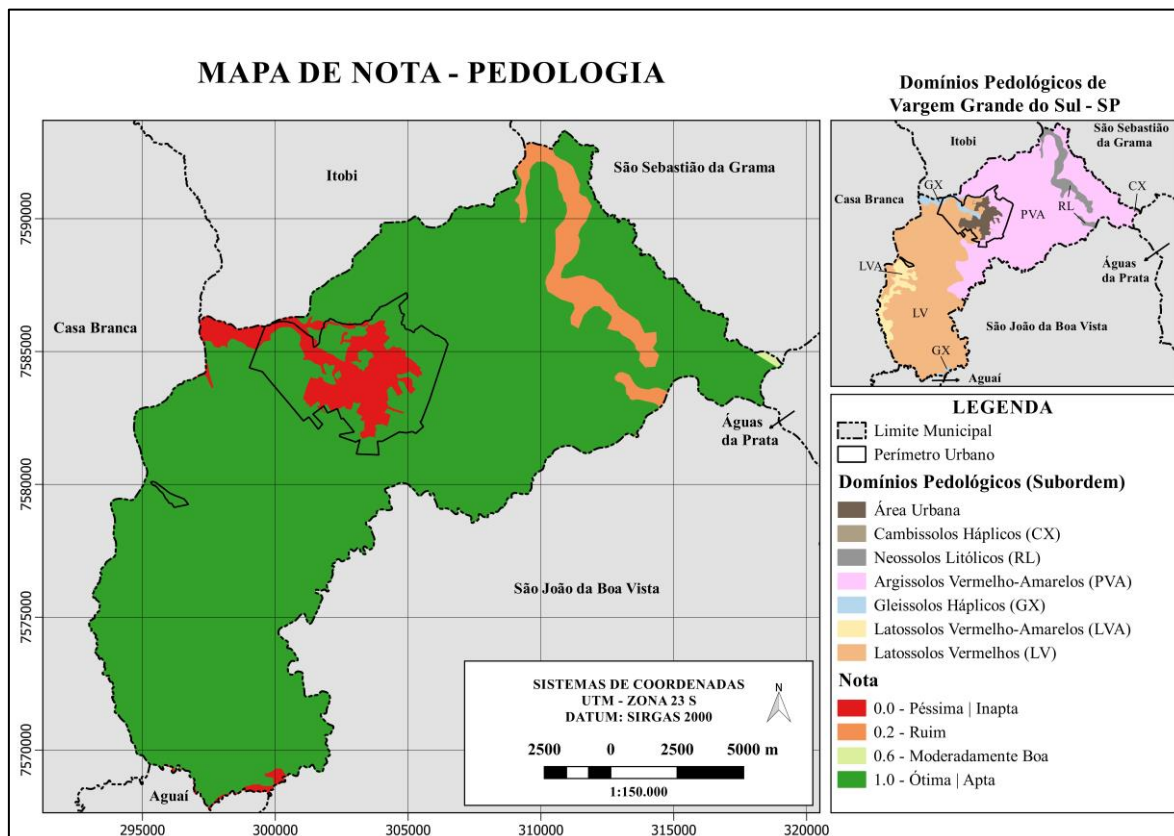
Portanto, para esse critério, será necessário fazer a verificação *in loco*, assim, recomenda-se no presente estudo que seja feita essa análise, posteriormente a identificação preliminar de áreas aptas para a implantação de aterros sanitários, pois assim, limita-se em realizar as sondagens/análises apenas nas áreas ambientalmente adequadas identificadas, e de interesse.

- **Pedologia**

No que se refere ao critério (fator) pedológico para o município de Vargem Grande do Sul, pode ser verificado na Figura 33 que uma extensa área do município apresenta características satisfatórias (notas de 0,6 a 1,0) para a implantação de um aterro sanitário.

Sendo consideradas áreas não aptas (nota 0) e com aptidão ruim (nota 0,2) a região de abrangência dos Gleissolos e Neossolos, respectivamente. Pelo fato do primeiro possuir uma característica de região brejosa, e por serem solos com características no município de serem pouco profundos a rasos, e com textura mais arenosa. Já os solos que tiveram notas de aptidão satisfatórias: Cambissolo (Nota – 0,6, moderadamente boa), Latossolos e Argissolos (Nota – 1,0, ótima), apresentaram melhores características em relação a profundidade e textura (mais profundos e com textura média a argiloso), conforme pode ser observado nas Figura 42 e 43 do Apêndice A – Mapas Complementares.

Figura 33 – Mapa de Nota – Pedologia



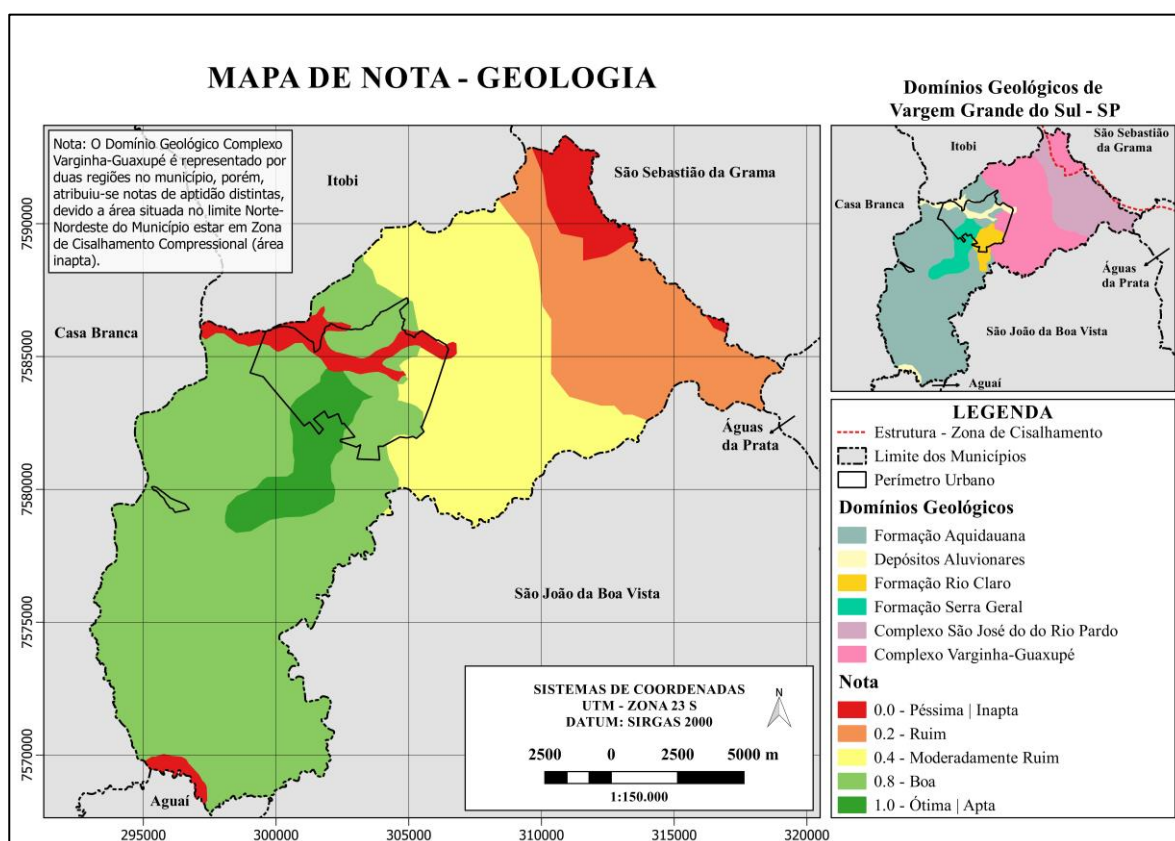
Fonte: Elaborado pelo autor.

- **Geologia**

Para o critério (fator) geológico do município de Vargem Grande do Sul foi considerado a relação de importância das Unidades Aquíferas presentes no município, e os Domínios Geológicos que as protegem.

A seguir na Figura 34, é apresentado o Mapa de Nota do presente critério.

Figura 34 – Mapa de Nota – Geologia



Pode ser observado na Figura 34, que para o critério geológico as áreas com melhor nota de aptidão estão localizadas na região (S-SO) do município, e as menos aptas na região (N-NE) devido a fragilidade regional, como por exemplo presença de fraturas, e dos principais mananciais do município.

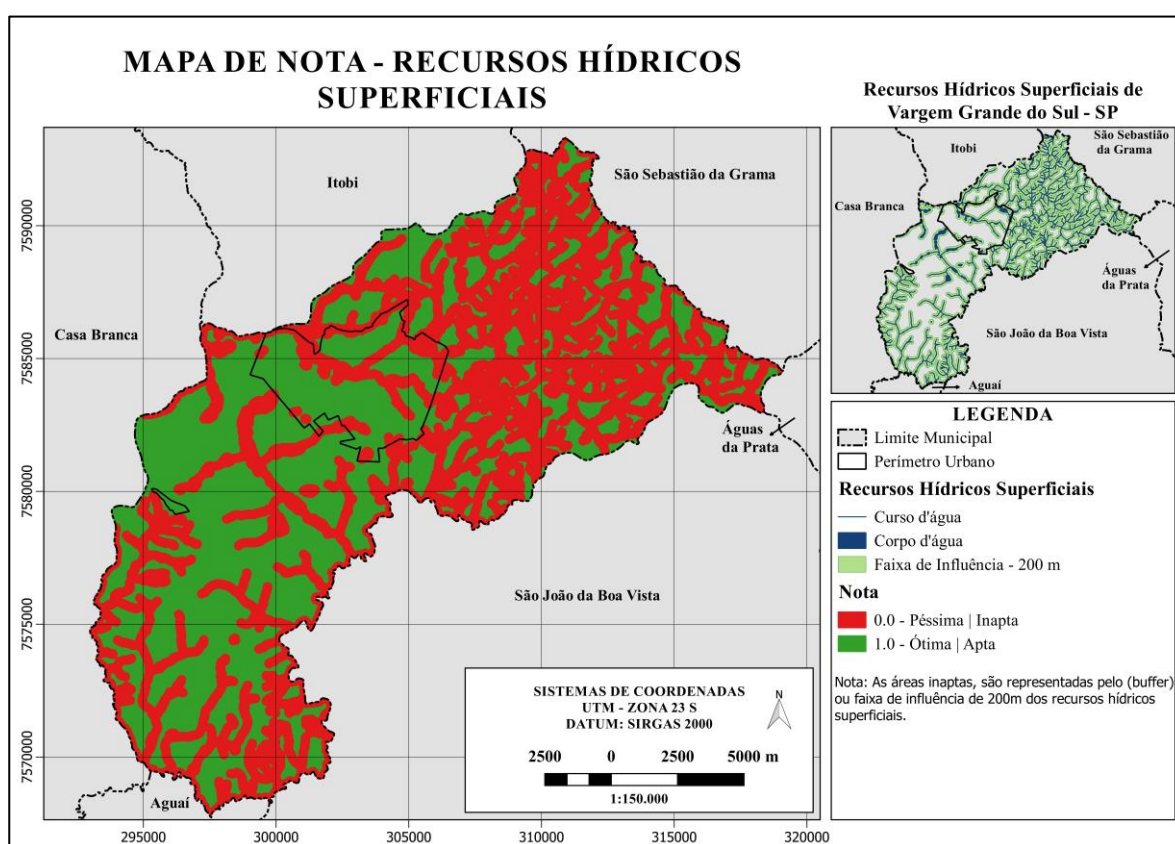
- **Distância dos recursos hídricos superficiais**

Para o presente critério (restrição) foi elaborado o Mapa de Notas de Aptidão com relação ao distanciamento de qualquer corpo hídrico superficial (cursos e corpos d'água) presentes no território municipal de Vargem Grande do Sul, sendo consideradas inadequadas (nota 0), as áreas pertencentes a faixa de proteção de

200 m (duzentos metros) dos corpos hídricos, e adequadas (nota 1) as demais áreas, conforme pode ser observado na Figura 35.

Na Figura 35 é possível constatar que o município é agraciado por uma vasta rede hidrográfica, principalmente na sua região (N-NE), região dos principais mananciais do município, conseqüentemente região com menor disponibilidade de áreas aptas para implantação de aterros sanitários, e a região (S-SO) apresenta maior disponibilidade de áreas aptas para esse critério.

Figura 35 – Mapa de Nota – Distância dos Recursos Hídricos Superficiais



Fonte: Elaborado pelo autor.

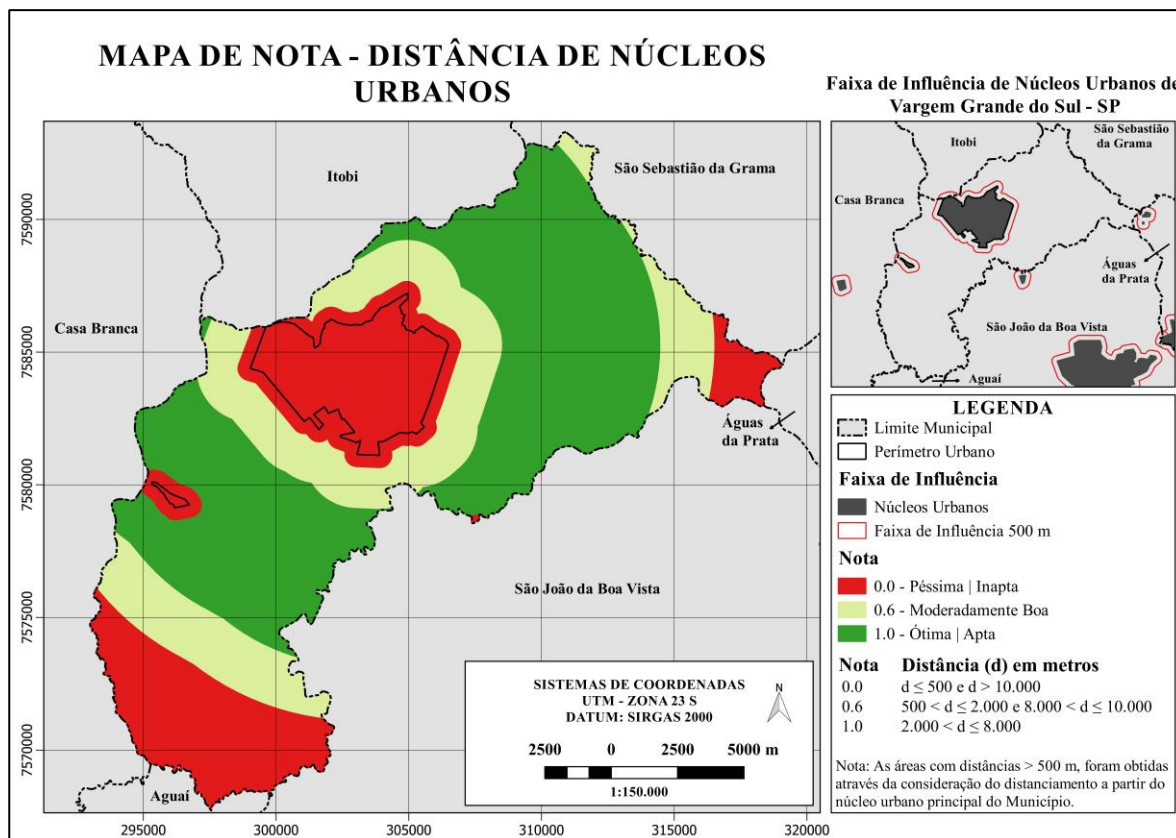
- **Distância de núcleos urbanos**

Para este critério (fator) foram consideradas áreas inaptas, as pertencentes a mancha urbana e a sua faixa de influência de 500 m (quinhentos metros), e localizadas a distância superior a 10.000 m (dez mil metros) do limite da mancha urbana de maior representatividade no volume de materiais destinados ao aterro, conforme pode ser observado na Figura 36.

As áreas aptas ficam na faixa de distância entre 500 a 10.000 m (quinhentos a dez mil metros) do limite do núcleo urbano principal, sendo as áreas ótimas as

localizadas na faixa de distância entre 2.000 a 8.000 m (dois mil a oito mil metros), conforme apresentado na Figura 36.

Figura 36 – Mapa de Nota – Distância de Núcleos Urbanos



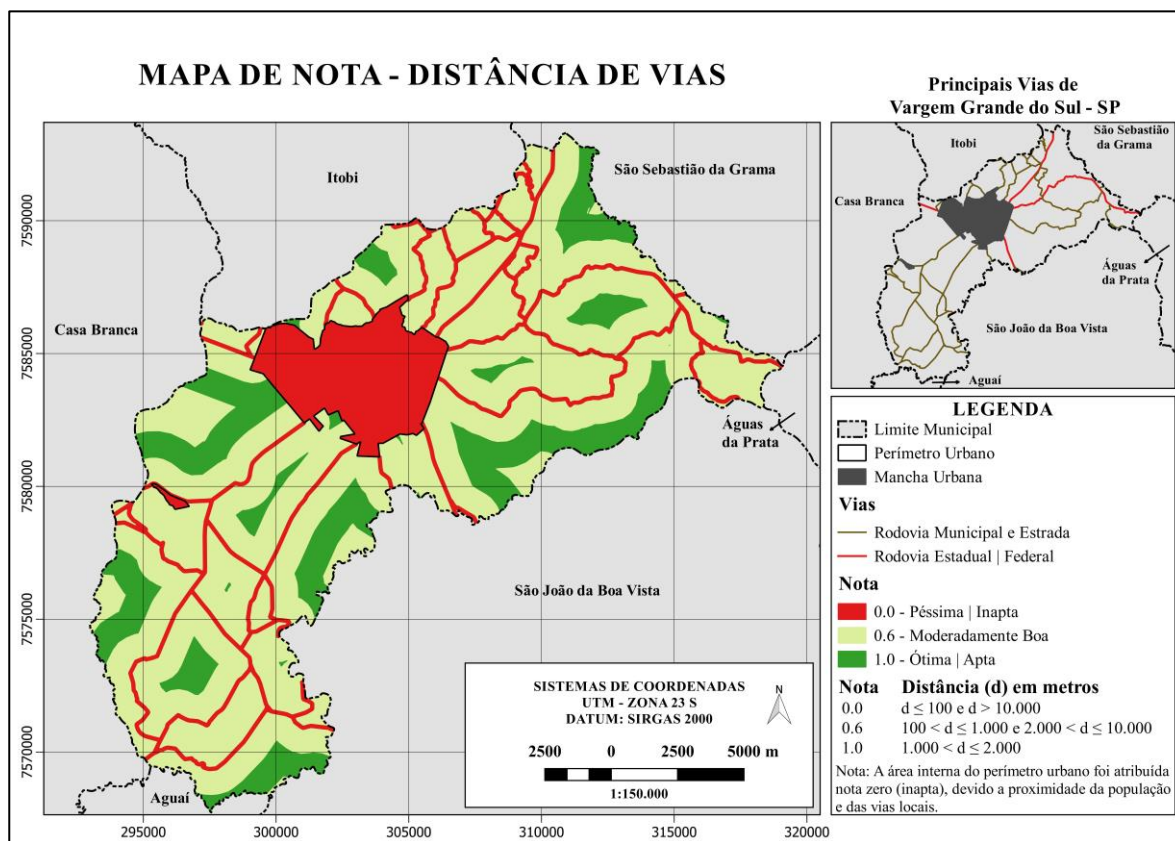
Fonte: Elaborado pelo autor.

- **Distância de Vias**

No que se refere ao critério (fator) de distância de vias, foi estabelecido inaptidão para as áreas localizadas na mancha urbana e sua faixa de influência de 100 m (cem metros), como também, as áreas situadas a distância igual ou superior a 10.000 m (dez mil metros) do núcleo urbano principal.

As áreas aptas ficam na faixa de distância entre 100 a 10.000 m (cem a dez mil metros) do limite do núcleo urbano principal, sendo as áreas ótimas as localizadas na faixa de distância entre 1.000 a 2.000 m (mil a dois mil metros), conforme apresentado na Figura 37.

Figura 37 – Mapa de Nota – Distância de Vias



Fonte: Elaborado pelo autor.

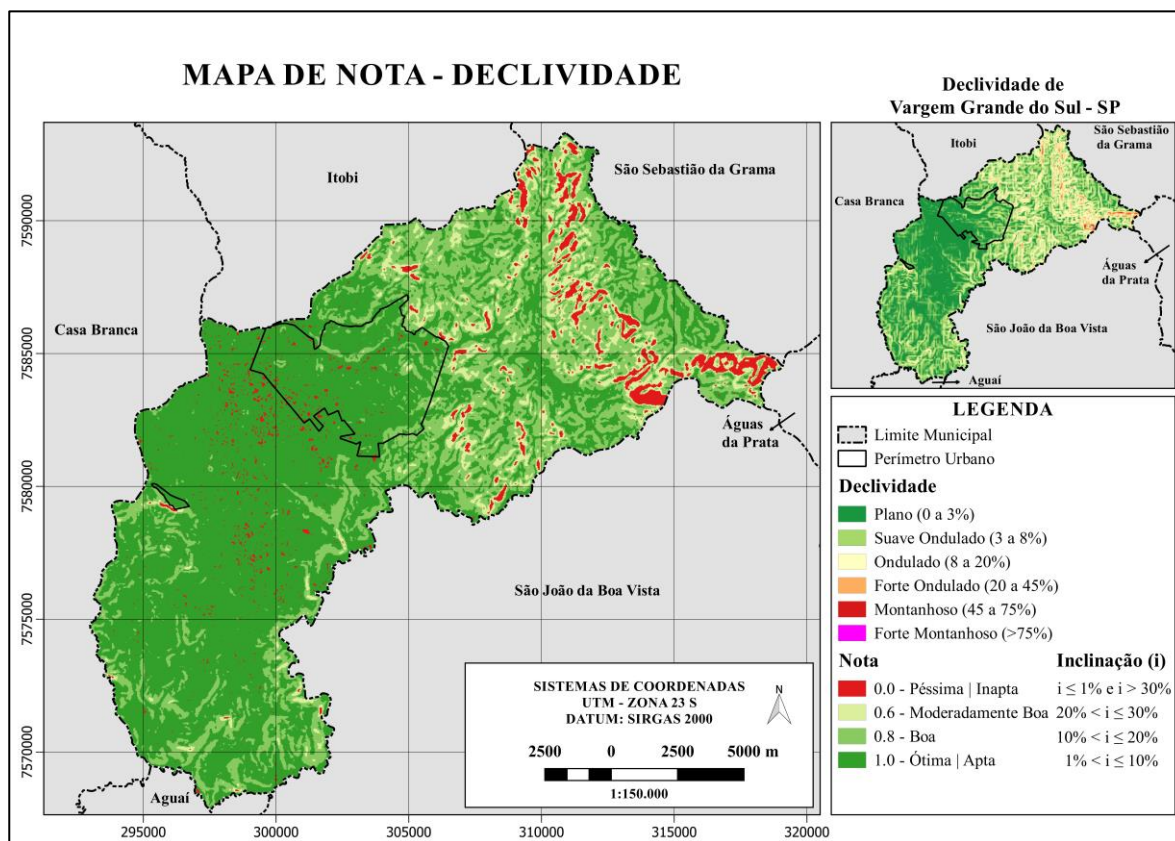
- **Declividade (Clinografia)**

Com relação ao critério (fator) declividade, as áreas com declividade até 1% e superior a 30% foram consideradas inaptas, ou seja, áreas com relevo plano, forte ondulado (parcela com declividade entre 30 a 45%) e montanhosas, conforme pode ser observado na Figura 38.

As áreas aptas são as que possuem declividade na faixa de 1 a 30%, sendo considerado as áreas com aptidão: 'moderadamente boa' as com declividade entre 20 a 30% com relevo (forte ondulado), 'boa' entre 10 a 20% (ondulado) e 'ótima' de 1 a 10% (suave ondulado), conforme apresentado na Figura 38.

Pode ser observado na Figura 38, que o município possui um relevo ondulado a montanhoso na região (N-NE), região esta dos principais mananciais do município, e um relevo plano na região (CO-SO), onde, segundo esse fator, há uma menor disponibilidade de áreas aptas para implantação de aterros sanitários,

Figura 38 – Mapa de Nota – Declividade



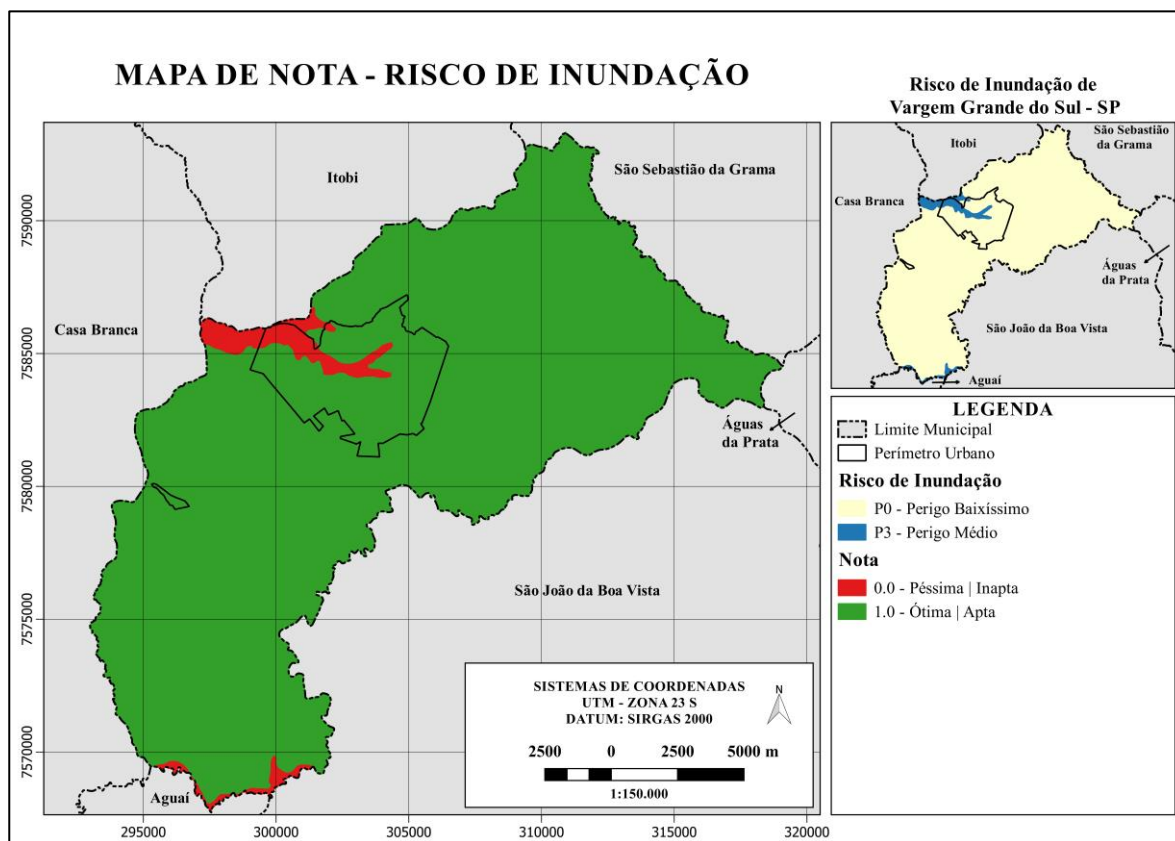
Fonte: Elaborado pelo autor.

- **Risco de Inundação**

Para o presente critério (restrição), foram analisadas as categorias de risco de inundação existentes no município conforme apresentado na Figura 17, sendo constatado que no município há áreas com risco médio de inundação, e risco baixíssimo ou inexistente; portanto, como esse fator está diretamente ligado a uma possível contaminação dos recursos hídricos por parte do aterro sanitário, foi atribuído nota 0 (zero) “não aptas” para as áreas com risco médio, e nota 1 (um) “aptas” para as áreas consideradas de risco baixíssimo, conforme apresentado na Figura 39.

Pode ser observado na Figura 39 que o município possui poucas áreas com algum risco de inundação, sendo elas na área urbana central do município, onde o Rio Verde e os Córregos Santana e Barreirinho se encontram (ver Figura 21), e na extremidade sul do município, região de influência do Rio Jaguari-Mirim.

Figura 39 – Mapa de Nota – Risco de Inundação



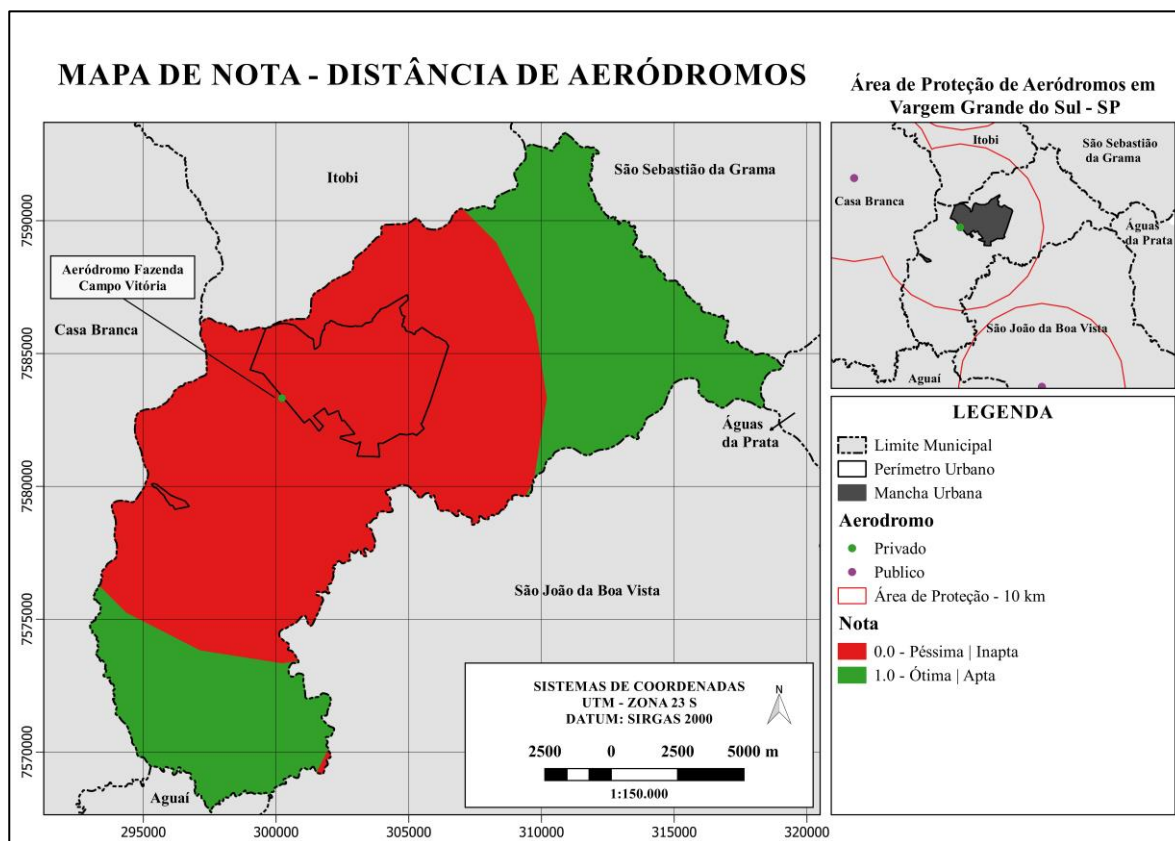
Fonte: Elaborado pelo autor.

- **Distância de Aeródromos**

Para o presente critério (restrição), foi observado a Portaria n.º 741/GC3/2018 (BRASIL, 2018a), a qual estabelece uma distância ou raio mínimo de 10 km (dez quilômetros), entre os aeródromos e a área de implantação do aterro sanitário, portanto, foram consideradas áreas inaptas (nota 0), aquelas pertencentes à faixa de influência dos aeródromos que incide no município de Vargem Grande do Sul, e as áreas fora da área de proteção aeroportuária, foram consideradas aptas (nota 1), conforme pode ser observado na Figura 40.

Pode ser observado na Figura 40 que para este critério, uma considerável área do território municipal não é adequada para implantação de aterros sanitários, devido a presença do aeródromo privado Fazenda Campo Vitória localizado no perímetro urbano.

Figura 40 – Mapa de Nota – Distância de Aeródromos



Fonte: Elaborado pelo autor.

Cabe ressaltar que o fato do aeródromo privado Fazenda Campo Vitória estar localizado no perímetro urbano do núcleo populacional principal “conflita” diretamente com os critérios de uso e ocupação – distanciamento de núcleos populacionais, e operacional – distanciamento de vias, os quais consideram inaptas, as áreas localizadas acima de 10.000 m (dos núcleos populacionais e vias). Portanto, o aeródromo em questão, tem um impacto relevante na redução de disponibilidade de áreas aptas para a implantação de aterros sanitários. Além de que, o atual aterro sanitário (devidamente licenciado) situa a uma distância inferior a 10 km da malha urbana (págs. 77-78) / do aeródromo, portanto, caso fosse um novo empreendimento ao considerar o método apresentado, sua localização não atenderia este critério.

- **Área Mínima Recomendada**

No Quadro 19, são apresentados os dados referentes a estimativa populacional do município de Vargem Grande do Sul segundo o Instituto SEADE (SEADE, 2020b), da área mínima recomendada no Termo de Referência Técnico (BRASIL, 2011) para a implantação de um aterro sanitário, com relação a população

estimada, e tempo de projeto mínimo (vida útil) de 15 anos conforme estabelecido pela Resolução CONAMA n.º 404/2008 (CONAMA, 2008).

Pode ser observado no Quadro 19, que a área mínima recomendável para a implantação de um aterro sanitário com vida útil de 15 anos no município de Vargem Grande do Sul para o ano de 2020 é de 10 ha (dez hectares).

Quadro 19 – Estimativa de área mínima para tempo de projeto de 15 anos

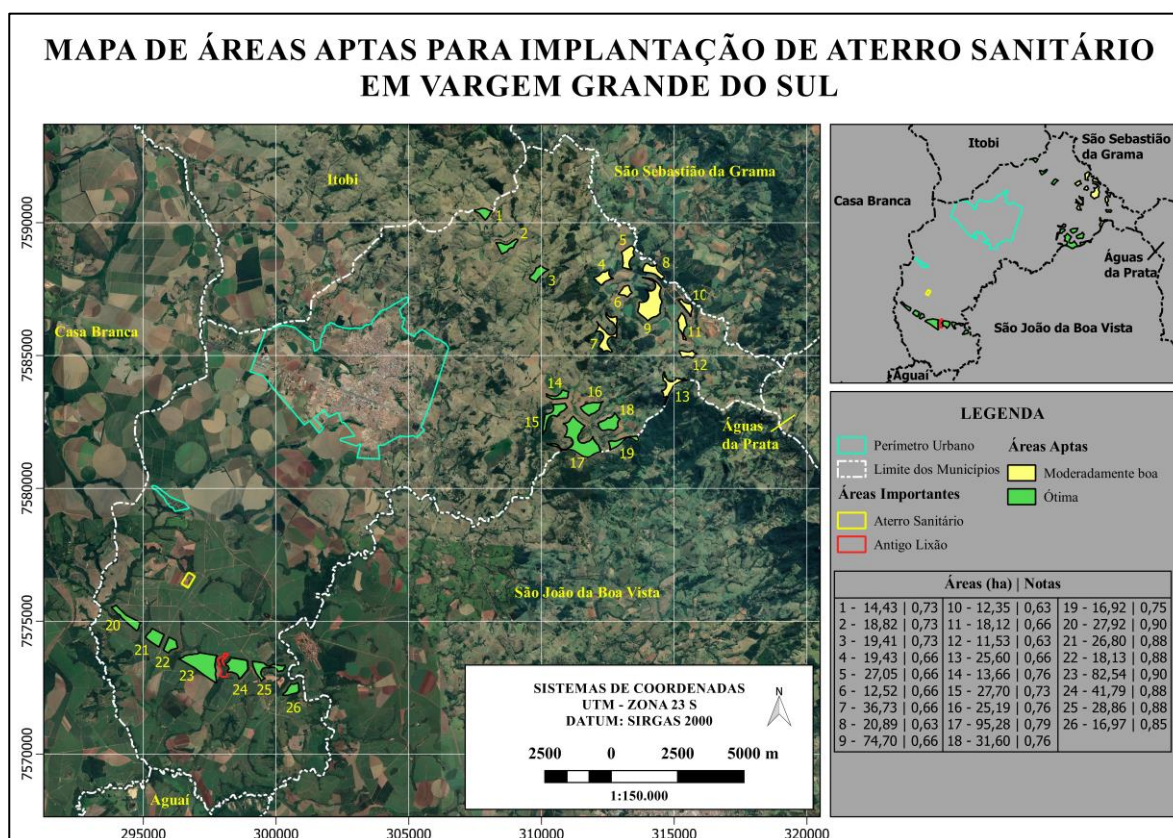
Ano	População Estimada (hab)	Tempo de projeto (anos)	Área Mínima Recomendável (ha)
2020	41.501	0	10,0
2035	43.374	15	10,0

Fonte: Elaborado pelo autor, a partir dos dados (SEADE, 2020b, BRASIL, 2011).

• Mapa Final

Neste item é apresentado o Mapa Final com as áreas aptas para implantação de aterro sanitário, conforme mostrado na Figura 41, podendo ser observado que foram identificados 27 (vinte e sete) áreas aptas no município de Vargem Grande do Sul; sendo elas classificadas com moderadamente boas ou ótimas.

Figura 41 – Mapa de Áreas Aptas para Implantação de Aterro Sanitário



Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Figura 41, pode ser observado que expressiva parcela das áreas aptas para os critérios analisados, estão presentes na região (N-NE) do município, onde está presente os principais mananciais do município. Portanto, de forma a preservar e proteger essa importante região, recomenda-se priorizar as áreas a (S-SO) do município, de preferência a 23 ou 24, por estarem próximos ao antigo lixão, área já impactada.

7.1 DIFICULDADES E RECOMENDAÇÕES

A seguir são apresentadas as dificuldades enfrentadas, e recomendações para a elaboração do presente estudo preliminar e para estudos posteriores:

- Houve dificuldade em elaborar o contexto histórico da gestão de resíduos do município, devido a escassez de trabalhos, estudos e publicações disponíveis na internet ou de fácil acesso com informações pertinentes. Portanto, para estudos que apresentarem tal dificuldade, recomenda-se consultar também os jornais locais, a prefeitura municipal, como também os processos de licenciamento nos órgãos ambientais, de obras ou projetos da prefeitura que precisaram realizar estudos ambientais, possibilitando obter informações não disponíveis na internet.
- A morosidade na obtenção de dados, informações e materiais em órgãos públicos em todas as esferas, foi uma dificuldade enfrentada, pois esta interfere no prazo para a elaboração do estudo e na “qualidade” das informações (dados atuais), podendo ocorrer que a resposta do órgão público não seja realizada em tempo hábil ao prazo de término do estudo, portanto, recomenda-se solicitar as informações e materiais necessários ao estudo, previamente ou ao início do mesmo.
- Outra dificuldade encontrada na elaboração do presente trabalho foi a divergência de algumas informações entre publicações de órgãos da esfera federal e estadual. Quando isso ocorrer, recomenda-se utilizar as informações publicadas pelo órgão estadual, pois comumente os dados constantes nas publicações da esfera federal, são oriundos das informações fornecidas pelos órgãos estaduais.
- As atualizações ou mudanças recorrentes na legislação é uma dificuldade recorrente para este tipo de estudo, uma vez que a

legislação ambiental é bastante dinâmica, portanto, recomenda-se definir o período de vigência da legislação para o estudo, para evitar que alterações recorrentes da legislação afetem o estudo já em curso.

- Recomenda-se atentar-se na etapa de atribuição das notas de aptidão as classes de alguns critérios quando embasados em outros estudos realizados para outras regiões, como por exemplo: o critério geologia, não raro uma mesma unidade geológica pode estar em uma área de fraturas e mananciais, e em outra região não, portanto, não se deve atribuir uma mesma nota de aptidão para essa unidade em ambas as situações, portanto, é necessário conhecer as características locais para atribuir nota de acordo com a importância/fragilidade na região de estudo.

Após a realização do presente estudo preliminar de identificação de áreas aptas para implantação de aterro sanitário, recomenda-se a continuidade dos estudos para “filtrar” as áreas de interesse, e selecionar a área que esteja em conformidade com os requisitos técnicos que não foram possíveis serem analisados no presente estudo preliminar, com o Plano de Bacia Hidrográfico e consoante aos anseios do município, conforme apresentado a seguir:

- Verificar o valor venal das áreas aptas de interesse, e se possível priorizar áreas pertencentes ao Poder Público, para assim minimizar os gastos com o investimento inicial do projeto (desapropriações).
- Priorizar áreas próximas a rede elétrica e telefônica, fundamental para o pleno funcionamento das estruturas de apoio de um aterro sanitário.
- Priorizar áreas que não tenham necessidade de supressão vegetal, ou na ausência das mesmas, que o impacto seja o mínimo possível; e realizar um levantamento da flora e fauna na região, para verificar inexistência de espécies ameaçadas.
- Priorizar áreas localizadas onde a direção predominante dos ventos seja contrária aos núcleos urbanos, reduzindo assim, possíveis incômodos com o mal cheiro e descontentamento da população.
- Verificar *in loco* a profundidade do lençol freático, no período de Novembro-Fevereiro, de preferência em Janeiro, mês com a maior precipitação média histórica, conforme apresentado no Figura 19, de

forma que garanta uma camada natural “com espessura mínima de 1,50 m (um metro e meio) de solo insaturado entre a superfície inferior do aterro e o mais alto nível do lençol freático”, conforme estabelece a NBR 13.896/1997 (ABNT, 1997).

- Realizar ensaios para determinar a condutividade hidráulica (coeficiente de permeabilidade) do solo local, afim de garantir que o coeficiente seja inferior a 5×10^{-5} cm/s, conforme estabelece a NBR 13.896/1997 (ABNT, 1997).
- Consultar o Comitê de Bacia sobre a conformidade das áreas de interesse e tipo de empreendimento com o Plano de Bacia Hidrográfica em que a área está inserida, e obter sua aprovação.

8 CONCLUSÃO

Pode-se concluir que é possível realizar um estudo preliminar de identificação de áreas ambientalmente adequadas para a implantação de um aterro sanitário a baixo investimento financeiro e de tempo, apenas com informações e banco de dados públicos, e com auxílio do software de geoprocessamento livre QGIS. Ressaltando que as técnicas apresentadas neste trabalho se referem apenas a uma etapa preliminar de indicação de áreas para a implantação de um aterro sanitário, sendo necessários estudos posteriores conforme recomendado no item 7.1, para a escolha final da área.

O baixo investimento de tempo está relacionado a realização de uma análise preliminar rápida e clara, sem precisar ir a campo, e financeiro devido a possível necessidade de capacitação para o uso de *software* de geoprocessamento em algum curso pago, porém, como alternativa há muitos materiais, tutoriais e aulas gratuitas sobre o uso do QGIS disponíveis na internet, que possibilitam o aprendizado da ferramenta.

Os objetivos do presente trabalho foram alcançados, pois foi possível fazer uma contribuição metodológica para a realização do presente estudo, utilizando o município de Vargem Grande do Sul-SP como estudo de caso, portanto, a presente metodologia pode ser replicada a outros municípios, auxiliando assim, as administrações públicas de municípios de pequeno e médio porte com problemas orçamentários, que dispõem seus resíduos sólidos urbanos em locais inadequados, e/ou que não possuam um PMGIRS a realizarem esse estudo. Selecionando assim, áreas ambientalmente adequadas para a implantação de aterros sanitários, melhorando o saneamento ambiental do município, como também contribuindo para a elaboração do PMGIRS, pois este estudo é um dos itens que compõem o Plano, o qual é necessário para que os municípios tenham acesso a recursos da União voltados as atividades relacionadas a gestão de resíduos.

Os mapas temáticos elaborados do município de Vargem Grande do Sul, contribuirão para um melhor conhecimento de suas características ambientais e territoriais, os quais poderão auxiliar futuros estudos e projetos que venham a ser desenvolvidos no município.

Devido a dinâmica dos instrumentos técnicos e legais, para a aplicação da metodologia proposta no presente trabalho, ressalta-se a necessidade de consultar as normas e legislação pertinentes vigentes, conforme citado na página 38.

REFERÊNCIAS

ABNT. **ABNT NBR 10.004**: Resíduos Sólidos - Classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. 71 p.

_____. **ABNT NBR 13.896**: Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro: ABNT, 1997. 12 p.

_____. **ABNT NBR 15.849**: Resíduos sólidos urbanos - Aterros sanitários de pequeno porte - Diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento. Rio de Janeiro: ABNT, 2010. 24 p.

ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2018/2019**. São Paulo, SP: ABRELPE, 2019. 64 p. ISSN 2179-8303. Disponível em: <<http://abrelpe.org.br/panorama/>>. Acesso em: 02 mar. 2019.

ALMEIDA, R. M. **Inferência espacial usando o QGIS**. 2020. Disponível em: <<http://www.rodolfoalmeida.net/?p=1242>>. Acesso em: 14 ago. 2020.

AMARAL, D. G. P.; LANA, C. E. Uso de geoprocessamento para indicação de áreas favoráveis à construção de aterro sanitário no município de Ouro Preto (MG). **Caderno de Geografia**. Belo Horizonte, MG, v. 27, n. 49, p. 368-382, abr.-jun. 2017. ISSN 2318-2962. DOI 10.5752/p.2318-2962.2017v27n49p368. Disponível em: <<http://periodicos.pucminas.br/index.php/geografia/article/view/p.2318-2962.2017v27n49p368>>. Acesso em: 02 mar. 2020.

ANAC (Brasil). **Aeródromos – Cadastro de aeródromos privados – Formato CSV**. Org. Agência Nacional de Aviação Civil – ANAC (Ministério da Infraestrutura). Brasília, DF. Formato Csv. 2019a. Disponível em: <<https://www.anac.gov.br/@@busca?SearchableText=aer%C3%B3dromos+>>. Acesso: 28 jan. 2020.

ANAC (Brasil). **Aeródromos – Cadastro de aeródromos públicos – Formato CSV**. Org. Agência Nacional de Aviação Civil – ANAC (Ministério da Infraestrutura). Brasília, DF. Formato Csv. 2019b. Disponível em: <<https://www.anac.gov.br/@@busca?SearchableText=aer%C3%B3dromos+>>. Acesso: 28 jan. 2020.

ARAÚJO FILHO, J. C. **Floresta Estacional Semidecidual**. Brasília, DF: Agência Embrapa de Informação Tecnológica/Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (AGEITEC/EMBRAPA). [20--?]. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/territorio_mata_sul_pernambucana/arvore/CONT000gt7eon7l02wx7ha087apz2x2zjco4.html>. Acesso em: 03 ago. 2020.

BOSCOV, M. E. G. **Geotecnia Ambiental**. 1. ed. São Paulo, SP: Oficina de Textos, 2008. 248 p. ISBN 978-85-86238-73-4.

BOSSLE, R. C. **QGIS do ABC ao XYZ**. 1. ed. Curitiba, PR: Íthala, 2016. 288 p. ISBN 978-85-918392-3-0.

BRASIL. [Constituição (1988)]. Constituição da República Federativa do Brasil. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 5 de out. 1988. Edição n. 191-A, seção 1, p. 1. 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/DOUconstituicao88.pdf>. Acesso em: 02 mar. 2020.

_____. **Decreto n.º 5.758, de 13 de abril de 2006**. Institui o Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas - PNAP, seus princípios, diretrizes, objetivos e estratégias, e dá outras providências. Publicado originalmente no Diário Oficial [da] União, Brasília, DF, 17 abr. 2006. Edição n. 73, seção 1, p. 1-5. 2006. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/2006/decreto-5758-13-abril-2006-541743-norma-pe.html>>. Acesso em: 02 mar. 2020.

_____. Decreto n.º 4.297, de 10 de julho de 2002. Regulamenta o art. 9º, inciso II, da Lei no - 6.938, de 31 de agosto de 1981, estabelecendo critérios para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil - ZEE, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 11 jul. 2002. Edição n. 132, seção 1, p. 6-7. 2002. Disponível em: <<https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=1&data=11/07/2002&totalArquivos=336>>. Acesso em: 29 jan. 2021.

_____. Decreto n.º 6.040, de 7 de fevereiro de 2007. Institui a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 8 fev. 2007. Edição n. 28, seção 1, p. 316-317. 2007. Disponível em: <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=08/02/2007&jornal=1&pagina=316&totalArquivos=376>>. Acesso em: 27 jul. 2020.

_____. **Decreto n.º 7.404, de 23 de dezembro de 2010**. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências. Publicado originalmente no Diário Oficial [da] União, Brasília, DF, 23 dez. 2010. Edição Extra n. 245-A, seção 1, p. 1-6. Retificado em: Diário Oficial [da] União, Brasília, DF, 24 dez. 2010. Edição Extra n. 246-A, seção 1, p. 63. 2010a. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/2010/decreto-7404-23-dezembro-2010-609830-norma-pe.html>>. Acesso em: 09 set. 2020.

_____. **Decreto n.º 99.274, de 6 de junho de 1990**. Regulamenta a Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981, e a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõem, respectivamente, sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental e sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, e dá outras providências. Publicado originalmente no Diário Oficial [da] União: seção 1, p. 10.887, 7 jun. 1990 e na Coleção de Leis do Brasil (CLBR), v. 4, p. 2.128, 1990. 1990. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1990/decreto-99274-6-junho-1990-334884-norma-pe.html>>. Acesso em: 15 set. 2020.

_____. **Lei n.º 3.924, de 26 de julho de 1961**. Dispõe sobre os monumentos arqueológicos e pré-históricos. Publicado originalmente no Diário Oficial [da] União: seção 1, p. 6.793, 27 jul. 1961 e na Coleção de Leis do Brasil (CLBR), v. 5, p. 44, 1961. Retificado em: Diário Oficial [da] União, seção 1, p. 6.857, 28 jul. 1961. PL 3.537/1957. 1961. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1960-1969/lei-3924-26-julho-1961-353715-norma-pl.html>>. Acesso em: 02 mar. 2020.

BRASIL. **Lei n.º 6.001, de 19 de dezembro de 1973.** Dispõe sobre o Estatuto do Índio. Publicado originalmente no Diário Oficial [da] União: seção 1-, p. 13.177, 21 dez. 1973 e na Coleção de Leis do Brasil (CLBR), v. 7, p. 150, 1973. Parcialmente vetado em: Diário Oficial [da] União: seção 1, p. 13.191, 21 dez. 1973. PL 2.328/1970. 1973. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1970-1979/lei-6001-19-dezembro-1973-376325-norma-pl.html>>. Acesso em: 02 mar. 2020.

_____. **Lei n.º 6.938, de 31 de agosto de 1981.** Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Publicado originalmente no Diário Oficial [da] União: seção 1, p. 16.509, 2 fev. 1981 e na Coleção de Leis do Brasil (CLBR), v. 5, p. 47, 1981. Parcialmente vetado em: Diário Oficial [da] União: p. 1.891, 9 set. 1981 e p. 2.482, 27 out. 1981. PLN 13/1981. 1981. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1980-1987/lei-6938-31-agosto-1981-366135-norma-pl.html>>. Acesso em: 02 mar. 2020.

_____. **Lei n.º 9.433, de 8 de janeiro de 1997.** Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Publicado originalmente no Diário Oficial [da] União: seção 1, p. 470, 9 jan. 1997 e na Coleção de Leis do Brasil (CLBR), v. 1, p. 18, 1997. PL 2.249/1991. 1997. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1997/lei-9433-8-janeiro-1997-374778-norma-pl.html>>. Acesso em: 31 jan. 2021.

_____. **Lei n.º 9.985, de 18 de julho de 2000.** Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Publicado originalmente no Diário Oficial [da] União, seção 1, p. 1-6, 19 jul. 2000 e na Coleção de Leis do Brasil (CLBR), v. 7, p. 4.917, 2000. Parcialmente vetado em: Diário Oficial [da] União: p. 9, 19 jul. 2000. PL 2.892/1922. 2000. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2000/lei-9985-18-julho-2000-359708-norma-pl.html>>. Acesso em: 02 mar. 2020.

_____. Lei n.º 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei n.º 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 03 ago. 2010. Edição n. 147, seção 1, p. 3-7. 2010b. ISSN 1677-7042. Disponível em: <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=03/08/2010&jornal=1&pagina=1&totalArquivos=84>>. Acesso em: 02 mar. 2020.

_____. Lei n.º 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis n.ºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis n.ºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória n.º 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 28 mai. 2012. Edição n. 102, seção 1, p. 1-8. 2012a. ISSN 1677-7042. Disponível em: <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=1&data=28/05/2012&totalArquivos=168>>. Acesso em: 02 mar. 2020.

BRASIL. Lei n.º 12.725, de 16 de outubro de 2012. Dispõe sobre o controle de fauna nas imediações de aeródromos. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 17 out. 2012. Edição n. 201, seção 1, p. 1-2. 2012b. ISSN 1677-7042. Disponível em: <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=1&data=17/10/2012&totalArquivos=184>>. Acesso em: 02 mar. 2020.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. Instituto de Cartografia Aeronáutica. Portaria DECEA n.º 345/ICA, de 08 de abril de 2019. Aprova o Plano Básico de Zona de Proteção de Aeródromo (PBZPA) para o Aeródromo FAZENDA CAMPO VITÓRIA e dá outras providências. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 10 jun. 2019. Edição n. 110, seção 1, p. 12. 2019a. ISSN 1677-7042. Disponível em: <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=10/06/2019&jornal=515&pagina=1&totalArquivos=115>>. Acesso em: 02 mar. 2020.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. **Planos de Zona de Proteção: Aeródromo Fazenda Campo Vitória (SDVA)**. Brasília, DF: Departamento de Controle do Espaço Aéreo. Portal AGA Aeródromos. Escala (não informada). Formato KML. 2019b. Disponível em: <<https://servicos.decea.gov.br/aga/?i=planos&q=municipio>>. Acesso em: 12 ago. 2020.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Gabinete do Comandante. Portaria n.º 150/GC3, de 28 de janeiro de 2019. Insere dispositivo no Plano Básico de Gerenciamento de Risco de Fauna nos aeródromos brasileiros. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 29 jan. 2019, edição n. 20, seção 1, p. 13. 2019c. ISSN 1677-7042. Disponível em: <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=29/01/2019&jornal=515&pagina=1&totalArquivos=104>>. Acesso em: 02 mar. 2020.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Gabinete do Comandante. Portaria n.º 741/GC3, de 23 de maio de 2018. Aprova a reedição do PCA 3-3, “Plano Básico de Gerenciamento de Risco de Fauna nos aeródromos brasileiros”. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 24 mai. 2018. Edição n. 99, seção 1, p. 17-18. 2018a. ISSN 1677-7042. Disponível em: <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=515&pagina=1&data=24/05/2018&totalArquivos=142>>. Acesso em: 02 mar. 2020.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Termo de Referência Técnico: Execução dos estudos ambientais preliminares, elaboração do projeto básico e executivo completo do aterro sanitário**. Brasília, DF: MCID, 2011. p. 25. Disponível em: <https://www.mdr.gov.br/images/stories/Arquivos/SNSA/Arquivos_PDF/15_TRProjRSUAterro_Completo2010_2011.pdf>. Acesso em: 02 mar. 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente/Gabinete do Ministro. Portaria Interministerial n.º 274, de 30 de abril de 2019. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 02 mai. 2019. Edição n. 83, seção 1, p. 57-58. 2019d. ISSN 1677-7042. Disponível em: <<https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=02/05/2019&jornal=515&pagina=57&totalArquivos=174>>. Acesso em: 02 mar. 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Levantamento de Informações das Unidades da Federação**. Brasília, DF: MMA, SINIR, 2018. 2018b. Disponível em: <<https://sinir.gov.br/levantamento-de-informacoes-das-unidades-da-federacao/levantamentos-antigos>>. Acesso em: 02 mar. 2020.

BRASIL. Supremo Tribunal Federal. Ação Direta de Inconstitucionalidade 4.903. Embargos de declaração na ação direta de inconstitucionalidade, interpretação conforme a constituição ao artigo 48, §2º, da Lei Federal 12.651/2012 (Novo Código Florestal). Interpretação conforme a constituição ao artigo 48, §2º, da Lei Federal 12.651/2012, para permitir que a compensação de reserva legal com a utilização da Cota de Reserva Ambiental – CRA se dê apenas em áreas com a mesma “identidade ecológica”. Embargos opostos por *Amicus Curiae*. Inviabilidade. O *Amicus Curiae* não tem legitimidade recursal nas ações de controle concentrado de constitucionalidade. Embargos não conhecidos. **Diário da Justiça Eletrônico**, Brasília, DF, 01 out. 2019. Edição n. 213. p. 312-317. Relator: Min. Luiz Fux. 2019e. Disponível em: <https://www.stf.jus.br/arquivo/djEletronico/DJE_20190930_213.pdf>. Acesso em: 25 jul.2020.

BROLLO, M. J. **Metodologia automatizada para seleção de áreas para disposição de resíduos sólidos. Aplicação na Região Metropolitana de Campinas (SP)**. Orientação Prof. Dr. Carlos Celso do Amaral e Silva. 2001. 213 p. Tese (Doutorado em Saúde Ambiental) - Programa de Pós-graduação em Saúde Ambiental, Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (FSP-USP), São Paulo, SP, 2001. DOI: 10.11606/T.6.2001.tde-15042004-134831. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6134/tde-15042004-134831/pt-br.php>>. Acesso em: 02 mar. 2020.

BROLLO, M. J. **Seleção de áreas para implantação de aterros sanitários**. In: RESID'2004 Seminário sobre Resíduos Sólidos. CD-ROM. São Paulo, SP: ABGE, 2004.

BUENO, D. C. F. Contribuição aos estudos para seleção de áreas para construção de aterros sanitários. **Periódico Eletrônico "Fórum Ambiental da Alta Paulista"**. São Paulo, SP: Associação Amigos da Natureza da Alta Paulista - ANAP, v. 9, n. 11, p. 431–451. 2013. ISSN 1980-0827 versão *online*. DOI 10.17271/198008279112013688. Disponível em: <http://amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/forum_ambiental/article/view/688>. Acesso em: 02 mar. 2020.

CALIJURI, M. L. **Treinamento em Sistemas de Informações Geográficas**. Viçosa, MG: Núcleo SiGEO, Universidade Federal de Viçosa (UFV), 2000. 156 p.

CALIJURI, M. L.; LORENTZ, J. F.; MELO, A. L. DE O. Identificação de Áreas para Implantação de Aterros Sanitários com Uso de Análise Estratégica de Decisão. **Revista IP - Informática Pública**. Belo Horizonte, MG, v. 4, n. 2, p. 231–250, 2002. Disponível em: <http://www.ip.pbh.gov.br/ANO4_N2_PDF/ip0402calijuri.pdf>. Acesso em: 02 mar. 2020.

CÂMARA, G.; MOREIRA, F. R.; BARBOSA, C. C.; ALMEIDA FILHO, R.; BÖNISCH, S. Técnicas de Inferência Geográfica. In: **Inferência Geográfica e Suporte à Decisão**. São José dos Campos, SP: INPE, 2001. cap. 9, p. (9-1)-(9-48). Disponível em:

<<http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2004/04.19.15.04/doc/cap9-inferencia.pdf>>. Acesso em: 02 mar. 2020.

CAMPOS, V. R.; CAZARINI, E. W. Estudo dos critérios de decisão para localização de aterros sanitários para auxiliar na avaliação de impactos ambientais. *In*: SIMPÓSIO IBEROAMERICANO DE INGENIERÍA DE RESÍDUOS, 3. E SEMINÁRIO DA REGIÃO NORDESTE SOBRE RESÍDUOS SÓLIDO, 2., 2010, João Pessoa, PB. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES) (org.), Universidade Federal da Paraíba (UFPB) (org.) e Red de Ingeniería de Saneamiento Ambiental (REDIS) (org.). **Anais [...]**. Castellón de la Plana, Espanha: Universitat Jaume I, 2010. Disponível em: <<http://www.redisa.net/simposios.html>>. Acesso em: 02 mar. 2020.

CARMO JR, G. N da R. **Aterro Sanitário**. Juiz de Fora, MG: Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). 2012. Disponível em: <<https://www2.ufjf.br/ufjf?s=Gersina>>. Acesso em: 03 mar. 2020.

CBH-AT (São Paulo). **Shapefile das APRMs**. Org. Comitê de Bacia Hidrográfica do Alto Tietê – CBH-AT. São Paulo, SP. Escala (não informada). Formato *Shapefile*. [20--?]. Disponível em: <<https://comiteat.sp.gov.br/a-bacia/Shapefiles/#1552657669711-2a934d6f-fbbf>>. Acesso em: 10 jun. 2020.

CBH-Pardo (São Paulo). Deliberação CBH-Pardo 4/04. Declara crítica a Bacia Hidrográfica do Rio Verde. **Diário Oficial [do] Estado de São Paulo**, SP, executivo I, seção I vol. 114, n. 123, p. 125, 1 jul. 2004. Disponível em: <https://www.imprensaoficial.com.br/DO/BuscaDO2001Documento_11_4.aspx?link=%2f2004%2fexecutivo%2520secao%2520i%2fjulho%2f01%2fPag_0125_9QGTQOI64HB6VeBR6Q6FQLDTS7H.pdf&pagina=125&data=01/07/2004&caderno=Executivo%20I&paginaordenacao=10125>. Acesso em: 01 fev. 2021.

CECAV (Brasil). **Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas (CANIE)**. Org. Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas – CECav (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio e Ministério do Meio Ambiente – MMA). Brasília, DF. Escala (não informada). Formato *Shapefile*. 2019. Disponível em: <<https://www.icmbio.gov.br/cecav/canie.html>>. Acesso em: 15 jun. 2020.

CETESB (São Paulo). **Águas Subterrâneas: Consulta por Aquíferos Monitorados**. São Paulo, SP: Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). [20--?a]. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-subterraneas/programa-de-monitoramento/consulta-por-aquiferos-monitorados/>>. Acesso em: 02 ago. 2020.

_____. **Aterro Sanitário – Novos empreendimentos – Situação 1**. São Paulo, SP: Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). [20--?b]. (Licenciamento Ambiental: Roteiros e informações). Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/licenciamentoambiental/roteiros/aterros-sanitarios/novos-empreendimentos/aterro-sanitario-novos-empreendimentos-situacao-1/>>. Acesso em: 02 ago. 2020.

_____. **Decisão de Diretoria n.º 153/2014/I, de 28 de maio de 2014**. Dispõe sobre os Procedimentos para o Licenciamento Ambiental com Avaliação de Impacto

Ambiental no Âmbito da CETESB, e dá outras providências. Publicado originalmente no Diário Oficial [do] Estado de São Paulo, São Paulo, SP, executivo I, seção I, vol. 124, n. 99, p. 51-52, 29 mai. 2014. 2014a. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/licenciamentoambiental/wp-content/uploads/sites/32/2014/09/DD-153-2014-I-Procedimentos-para-Licenciamento-AIA.pdf>>. Acesso em: 09 set. 2020.

CETESB (São Paulo). **Decisão de Diretoria n.º 217/2014/I, de 06 de agosto de 2014**. Dispõe sobre a aprovação e divulgação do “Manual para Elaboração de Estudos para o Licenciamento Ambiental com Avaliação de Impacto Ambiental no âmbito da CETESB”. Publicado originalmente no Diário Oficial [do] Estado de São Paulo, São Paulo, SP, executivo I, seção I, vol. 124, n. 147, p. 38, 08 ago. 2014. 2014b. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/2014/12/DD-217-14.pdf>>. Acesso em: 09 set. 2020.

_____. **Documentos e Estudos para o Licenciamento Ambiental – Documentação complementar para atividades com potencial atrativo de fauna**. São Paulo, SP: Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). [20--?c]. 2 p. Documento disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/licenciamentoambiental/wp-content/uploads/sites/32/2019/08/Documentos-para-atividades-atrativas-de-fauna.pdf>>. Acesso: 08 jan. 2021.

_____. **Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Urbanos 2018**. Coordenação e redação Maria Heloisa P. L. Assumpção; equipe técnica Marilda de Souza Soares et al.; colaborador Fernando A. Wolmer. São Paulo, SP: Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). 2019. 120 p. (Série Relatórios/Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo). ISSN 0103-4103. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/solo/publicacoes-e-relatorios/>>. Acesso em: 03 mar. 2020.

_____. **Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Urbanos 2019**. Coordenação e redação Maria Heloisa P. L. Assumpção; equipe técnica Marilda de Souza Soares et al. São Paulo, SP: Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). 2020. 74 p. (Série Relatórios/Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo). ISSN 0103-4103. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/solo/publicacoes-e-relatorios/>>. Acesso em: 06 ago. 2020.

_____. **Processo n.º 04/00828/02: Aterro Sanitário – Vargem Grande do Sul: Licença de Instalação**. São João da Boa Vista, SP: Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). 2002. Consultado em 2019 (57 folhas).

_____. **Processo n.º 04/00494/06 - Aterro Sanitário – Vargem Grande do Sul: Licença de Instalação**. São João da Boa Vista, SP: Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). 2006. Consultado em 2019 (até folha 646).

_____. **Roteiro para elaboração de estudo ambiental para implantação de aterro sanitário (capacidade superior a 10 t/dia)**. São Paulo, SP: Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). [20--?d]. (Licenciamento Ambiental Unificado). Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/licenciamento/documentos/roteiro_estudo_ambiental_superior.pdf>. Acesso em: 02 ago. 2020

CETESB; DAEE (São Paulo). **Hidrografia do Estado de São Paulo – UGRHI 04**. Org. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo/Departamento de Águas e Energia Elétrica - CETESB/DAEE. São Paulo, SP. Escala 1:50.000. Formato: *Shapefile*. 2017a. Disponível em: <<http://datageo.ambiente.sp.gov.br/>>. Acesso em: 02 jun. 2020.

CETESB; DAEE (São Paulo). **Hidrografia do Estado de São Paulo – UGRHI 09**. Org. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo/Departamento de Águas e Energia Elétrica – CETESB/DAEE. São Paulo, SP. Escala 1:50.000. Formato: *Shapefile*. 2017b. Disponível em: <<http://datageo.ambiente.sp.gov.br/>>. Acesso em: 02 jun. 2020.

CIAGRO. **CIAGRO online**. Autores Abramides, P. L. G.; Brunini, O.; Pedro Jr., M. J.; de Camargo, M. B. P.; Ernandes, E. S.; Blani, G. C.; Brunini, A. P. C.; Brigante, R. S.; dos Santos, R. L. Campinas, SP: Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas/Instituto Agrônômico (CIAGRO/IAC). 2020. Disponível em: <<http://www.ciiagro.sp.gov.br/ciiagroonline/>>. Acesso em: 02 ago. 2020.

CONAMA (Brasil). **Resolução n.º 1, de 23 de janeiro de 1986**. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. Brasília, DF: CONAMA, 1986. Publicada originalmente no Diário Oficial [da] União, seção 1, p. 2.548-2.549, 17 fev. 1986. Com alterações posteriores. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA_RES_CONS_1986_001.pdf>. Acesso em: 2 mar. 2020.

_____. Resolução n.º 4, de 9 de outubro de 1995. Estabelece as Áreas de Segurança Aeroportuária – ASAs. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 11 dez. 1995. Edição n. 236, seção 1, p. 20.388. ISSN 1677-7042. Disponível em: <<http://pesquisa.in.gov.br/imprenMAsa/jsp/visualiza/index.jsp?data=11/12/1995&jornal=1&pagina=86&totalArquivos=142>>. Acesso em 26 jul. 2020.

_____. **Resolução n.º 237, de 19 de dezembro de 1997**. Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental. Brasília, DF: CONAMA, 1997. Publicada originalmente no Diário Oficial [da] União, seção 1, p. 30.841-30.843, 22 dez. 1997. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=237>>. Acesso em: 15 set. 2020.

_____. Resolução n.º 347, de 10 de setembro de 2004. Dispõe sobre a proteção do patrimônio espeleológico. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 13 set. 2004. Edição n. 176, seção 1, p. 54-55. ISSN 1677-7042. Disponível em: <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=13/09/2004&jornal=1&pagina=1&totalArquivos=140>>. Acesso em: 02 mar. 2020.

_____. Resolução n.º 404, de 11 de novembro de 2008. Estabelece critérios e diretrizes para o licenciamento ambiental de aterro sanitário de pequeno porte de resíduos sólidos urbanos. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 12 nov. 2008. Edição n. 220, seção 1, p. 93. ISSN 1677-7042. Disponível em: <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=12/11/2008&jornal=1&pagina=1&totalArquivos=120>>. Acesso em: 02 mar. 2020.

CONAMA (Brasil). Resolução n.º 428, de 17 de dezembro de 2010. Dispõe, no âmbito do licenciamento ambiental sobre a autorização do órgão responsável pela administração da Unidade de Conservação (UC), de que trata o § 3º do artigo 36 da Lei n.º 9.985 de 18 de julho de 2000, bem como sobre a ciência do órgão responsável pela administração da UC no caso de licenciamento ambiental de empreendimentos não sujeitos a EIA-RIMA e dá outras providências. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 20 dez. 2010. Edição n. 242, seção 1, p. 805. ISSN 1677-7042. Disponível em: <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=20/12/2010&jornal=1&pagina=1&totalArquivos=824>>. Acesso em: 02 mar. 2020.

CONAMA (Brasil). Resolução n.º 486, de 4 de abril de 2018. Reconhece a revogação das resoluções discriminadas neste ato. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 05 abr. 2018. Edição n. 65, seção 1, p. 52. ISSN 1677-7042. Disponível em: <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=05/04/2018&jornal=515&pagina=1&totalArquivos=72>>. Acesso em 26 jul. 2020.

CONDEPHAAT (São Paulo). **Bens protegidos**. Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Arqueológico, Artístico e Turístico – CONDEPHAAT. São Paulo, SP: CONDEPHAAT. 2020. Disponível em: <<http://condephaat.sp.gov.br/#>>. Acesso em: 15 jun. 2020.

CPRM (Brasil). **SIAGAS – Sistema de Informações de Águas Subterrâneas**. Serviço Geológico do Brasil – CPRM. Brasília, DF: CPRM. 2020. Disponível em: <<http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/>>. Acesso: 02 fev. 2021.

CPRM (Brasil). **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil (2006)** – Mapa Geodiversidade do Brasil. Org. Serviço Geológico do Brasil – CPRM. Brasília, DF. Escala 1:2.500.000. Formato: *Shapefile*. 2006. Disponível em: <<http://mapas.mma.gov.br/geonetwork/srv/br/metadata.show?id=376>>. Acesso em: 15 jun. 2020.

CRH (São Paulo). **Limite da UGRHI 04 – Pardo**. Comitê de Bacia Hidrográfica do Pardo (CBH-PARDO). Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (SigRH). Coordenadoria de Recursos Hídricos (CRH). São Paulo, SP: CRH. 2021. Disponível em: <<http://www.sigrh.sp.gov.br/cbhparado/apresentacao>>. Acesso em: 31 jan. 2021.

CRH (São Paulo). **Plano de Bacia Hidrográfica 2018-2027 do CBH-Pardo**. Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Pardo (CBH-Pardo). Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (SigRH). Coordenadoria de Recursos Hídricos (CRH). São Paulo, SP: CRH. 2018. Relatório Diagnóstico, ver. 03. Disponível em: <<http://www.sigrh.sp.gov.br/cbhparado/documentos>>. Acesso em: 31 jan. 2021.

CRH (São Paulo). **Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Mogi Guacu 2016-2019**. Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Mogi Guaçu (CBH-Mogi). Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (SigRH). Coordenadoria de Recursos Hídricos (CRH). São Paulo, SP: CRH. 2015. Relatório Diagnóstico final.. Disponível em: <http://www.sigrh.sp.gov.br/public/uploads/documents/9069/diagnostico_sintese_cbh-mogi.pdf>. Acesso em: 31 jan. 2021.

CURTY, E. B. **Escolha de uma área para disposição final dos resíduos sólidos urbanos e dimensionamento de um aterro sanitário para a cidade de Campos dos Goytacazes/RJ**. Orientação: Prof. Frederico Terra de Almeida e Co-orientador: Prof. Sérgio Tibata. 2005. 61 p. Projeto Final (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF), Goytacazes, RJ, 2005. Disponível em: <http://uenf.br/cct/leciv/files/2014/12/projeto_edimar.pdf>. Acesso em: 02 mar. 2018.

DAEE (São Paulo). **Pesquisa de Dados dos Recursos Hídricos do Estado de São Paulo**. Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE. São Paulo, SP: DAEE. 2021. Disponível em: <<http://www.aplicacoes.dae.sp.gov.br/usuarios/fchweb.html>>. Acesso em: 02 fev. 2021.

DOSSEL. **Projeto Linhas de Transmissão 500 kV Estreito – Fernão Dias**. Plano Diretor Participativo do Município de Vargem Grande do Sul/SP. Brasília, DF. 2018. Disponível em: <<http://planodiretor.vgsul.sp.gov.br/projetos/>>. Acesso em 02 jun. 2020

EMBRAPA. **Áreas Urbanas no Brasil em 2015**. Org. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. Campinas, SP. Escala 1:50.000. Formato: *Shapefile*. 2017. Disponível em: <http://geoinfo.cnpm.embrapa.br/layers/geonode%3AAreas_urbanas_br_15/metadata_read>. Acesso em: 08 jun. 2020.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Equipe técnica Humberto Gonçalves dos Santos et. al. 5. ed., rev. e ampl. Brasília, DF: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa, 2018. 356 p. ISBN 978-85-7035-800-4. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1094003>>. Acesso em 14 mar. 2020.

ENGEORPS; MAUBERTEC. **Produto 6 (P6) – Proposta de Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico. Município: Vargem Grande do Sul**. [s.l : s. n.]. *In*: Elaboração de planos integrados regionais de saneamento básico e atividades de apoio técnico à elaboração de planos integrados municipais de saneamento básico para a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos Mogi Guaçu – UGRHI 9 / Secretaria de Estado de Saneamento e Recursos Hídricos de São Paulo (SSRH/CSAN). Coordenador geral: Danny Dalberson de Oliveira. 2014, 233 p. Disponível em: <http://www.vgsul.sp.gov.br/wp-content/uploads/2015/03/1222-SSE-41-SA-RT-0006-R0_VargemGrandedoSul.pdf>. Acesso em: 05 mar. 2020

FEITEP. **Aterros Sanitários**. Maringá, PR: FEITEP, 2016. Disponível em: <<https://6semestrecivil.files.wordpress.com/2016/03/aula-10-aterros-sanitarios.pdf>>. Acesso em: 02 mar. 2020.

FELICORI, T. C. et al. Identificação de áreas adequadas para construção de aterros sanitários e usinas de triagem e compostagem na mesorregião da Zona da Mata, Minas Gerais. Autores Felicori, T. C.; Marques, E. A. G.; Silva, T. Q.; Porto, B. B.; Bravin, T. C.; Santos, K. M. C. **Revista Sanitária e Ambiental** (versão digital). Rio de Janeiro, RJ, v. 21, n. 3, p. 547-560, jul.-set. 2016. ISSN 1809-4457. DOI 10.1590/S1413-41522016146258. Disponível em: <<https://www.scielo.br/scielo.ph>>

p?script=sci_abstract&pid=S1413-41522016000300547&lng=pt&nrm=iso&tling=pt>. Acesso em: 12 ago. 2020.

GAZETA. Cerca de 60 famílias vivem do lixo em Vargem. **Gazeta de Vargem Grande**, Vargem Grande do Sul, n. 1.036, 26 jan. 2002. p. 4.

_____. Lixão de Vargem tem quase 30 anos. **Gazeta de Vargem Grande**, Vargem Grande do Sul, n. 1.262, 3 jun. 2006. 2006a. p. 6-7.

_____. A gestão de resíduos sólidos do Município. **Gazeta de Vargem Grande**, Vargem Grande do Sul, n. 1.282, 21 out. 2006. 2006b. p. ?.

_____. Recicla Vargem encerrou suas atividades. **Gazeta de Vargem Grande**, Vargem Grande do Sul, n. 1.565, 03 mar. 2012. 2012a. p. 7.

_____. Liberado o término da construção do aterro sanitário. **Gazeta de Vargem Grande**, Vargem Grande do Sul, n. 1.566, 10 mar. 2012. 2012b. p. 3.

_____. Vargem tem o pior lixão do Estado de São Paulo. **Gazeta de Vargem Grande**, Vargem Grande do Sul, n. 1.571, 14 abr. 2012. 2012c. p. 3.

_____. Até 2008, lixão já foi multado quatro vezes pela Cetesb. **Gazeta de Vargem Grande**, Vargem Grande do Sul, n. 1.573, 28 abr. 2012. 2012d. p. 4.

_____. Aterro Sanitário de Vargem já está em funcionamento. **Gazeta de Vargem Grande**, Vargem Grande do Sul, n. 1.596, 6 out. 2012. 2012e. p. 5.

_____. Aterro Sanitário vira lixão. **Gazeta de Vargem Grande**, Vargem Grande do Sul, n. 1.628, 18 mai. 2013. 2013a. p. 5-6.

_____. Cetesb vistoriou aterro e antigo lixão. **Gazeta de Vargem Grande**, Vargem Grande do Sul, n. 1.629, 25 mai. 2013. 2013b. p. ?.

_____. Trincheira do aterro recebeu manta impermeabilizante. **Gazeta de Vargem Grande**, Vargem Grande do Sul, n. 1.664, 25 jan. 2014. 2014a. p. 10.

_____. Falta de recuperação do lixão rende multa para a prefeitura. **Gazeta de Vargem Grande**, Vargem Grande do Sul, n. 1.667, 26 abr. 2014. 2014b. p. 3.

_____. Prefeitura continua depositando lixo fora das trincheiras no aterro. **Gazeta de Vargem Grande**, Vargem Grande do Sul, n. 1.692, 9 ago. 2014. 2014c. p. 6.

_____. Depois de multa, prefeitura providencia melhorias no aterro. **Gazeta de Vargem Grande**, Vargem Grande do Sul, n. 1.696, 6 set. 2014. 2014d. p. ?.

_____. Vargem é contemplada com Plano de Saneamento Básico. **Gazeta de Vargem Grande**, Vargem Grande do Sul, n. 1.734, 30 mai. 2015. p. ?.

_____. Estado interdita aterro sanitário. **Gazeta de Vargem Grande**, Vargem Grande do Sul, n. 1.785, 14 mai. 2016. p. 7.

GAZETA. Prefeitura regulariza aterro sanitário. **Gazeta de Vargem Grande**, Vargem Grande do Sul, n. 1.828, 4 mar. 2017. p. 8.

_____. Surpresa no aterro: lixo enterrado irregularmente. **Gazeta de Vargem Grande**, Vargem Grande do Sul, n. 1.828, 7 jul. 2018. p. 5.

GEOPORTAL. **Fotoíndice – Vôo 1962**. Escala 1:25.000. Instituto Geográfico e Cartográfico de São Paulo – IGCSP. São Paulo, SP. Foto Índice: 11.346 e 11.347. 2020a. Disponível em: <http://geoportal.igc.sp.gov.br/GeoPortallGC/Internet_v2/>. Acesso em: 30 dez. 2020.

GEOPORTAL. **Ortofotomosaico IGC-SP – 2010**. Instituto Geográfico e Cartográfico de São Paulo – IGCSP. São Paulo, SP. 2020b. Disponível em: <http://geoportal.igc.sp.gov.br/GeoPortallGC/Internet_v2/>. Acesso em: 30 dez. 2020.

GOOGLE EARTH PRO. **Imagens de satélite**. *Software* Google Earth Pro, v.7.3. 2020.

GOMES, L. F. A. M.; GOMES, C. F. S.; ALMEIDA, A. T. **Tomada de decisão gerencial: enfoque multicritério**. 1. ed. São Paulo, SP: Atlas, 2002. 264 p. ISBN 13978-85-224-3113-7.

IBAM (Brasil). **Cartilha de limpeza urbana**. Supervisão Victor Zular Zveibil; Elaboração Gilson Leite Mansur; José Henrique R. Penido Monteiro; Organização Sérgio Rodrigues Bahia. Rio de Janeiro, RJ: Instituto Brasileiro de Administração Municipal – IBAM. 2005?. 81 p. Disponível em: <<http://www.ibam.org.br/estudos?temas=61&busca=Palavra-chave>>. Acesso em: 05 jan. 2021.

IBAMA (Brasil). Instrução Normativa n.º 6, de 15 de março de 2013. Regulamenta o Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras e Utilizadoras de Recursos Ambientais – CTF/APP. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 11 abr. 2013. Edição n. 69, seção I, p. 75-81. ISSN 1677-7042. Disponível em: <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=11/04/2013&jornal=1&pagina=1&totalArquivos=88>>. Acesso em: 02 mar. 2020

IBGE (Brasil). Manual Técnico de Pedologia. n. 4, 2. ed. Rio de Janeiro, RJ: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. 2007. 316 p. *In Manuais Técnicos em Geociências*. Disponível: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv37318.pdf>>. Acesso em: 14 mar. 2020

_____. **Panorama Vargem Grande do Sul**. Rio de Janeiro, RJ: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. 2019. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/vargem-grande-do-sul/panorama>>. Acesso em: 05 mar. 2020

_____. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000**. Rio de Janeiro, RJ: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. 2002. 397 p. Relatório. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv45.pdf>>. Acesso em: 22 jul. 2020.

IF (São Paulo). **Inventário Florestal 2020**. Org. Instituto Florestal (IF). São Paulo, SP. Formato: *Shapefile*. 2020. (Cedido pelo Instituto Florestal).

IG (São Paulo). **Unidades Aquíferas**. Org. Instituto Geológico do Estado de São Paulo - IG. São Paulo, SP. Escala 1:1.000.000. Formato: *Shapefile*. 2007. Disponível em: <<http://data.geo.ambiente.sp.gov.br/>>. Acesso em: 02 jun. 2020.

IG; SMA; CPLA (São Paulo). **Ficha Técnica: Unidades Básicas de Compartimentação do Meio Físico (UBC) do Estado de São Paulo**. Org. Instituto Geológico – IG; Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo – SMA; Coordenadoria de Planejamento Ambiental – CPLA. 2014a. 28 p. Disponível em: <<https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/institutogeologico/2017/02/shapefile-das-unidades-basicas-de-compartimentacao-do-meio-fisico-do-estado-de-sao-paulo/>>. Acesso em: 14 mar. 2020.

IG; SMA; CPLA (São Paulo). **Shapefile das Unidades Básicas de Compartimentação do Meio Físico do Estado de São Paulo (UBC)**. Org. Instituto Geológico – IG; Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo – SMA; Coordenadoria de Planejamento Ambiental – CPLA. Escala 1:750.000. Formato: *Shapefile*. 2014b. Disponível em: <<https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/institutogeologico/2017/02/shapefile-das-unidades-basicas-de-compartimentacao-do-meio-fisico-do-estado-de-sao-paulo/>>. Acesso em: 14 mar. 2020.

IGC (São Paulo). **Limite Municipal SP (IGC)**. Org. Instituto Geográfico e Cartográfico do Estado de São Paulo - IGC. São Paulo, SP. Escala 1:50.000. Formato: *Shapefile*. 2015. Disponível em: <<http://datageo.ambiente.sp.gov.br/>>. Acesso em: 02 jun. 2020.

INCRA (Brasil). **Áreas Quilombolas no Estado de São Paulo**. Org. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA. Brasília, DF. Escala (não informada). Formato *Shapefile*. [20--?]. Disponível em: <http://certificacao.incra.gov.br/csv_shp/ex_port_shp.py>. Acesso em: 15 jul. 2020.

INMET (Brasil). **Dados meteorológicos da Estação Meteorológica Automática de Casa Branca/SP – SP A738**. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/Instituto Nacional de Meteorologia (MAPA/INMET). Formato planilha. 2020.

INMET (Brasil). **Glossário**: Escala Beufort. Brasília, DF: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). [20--?]. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=glossario>>. Acesso em: 02 ago. 2020.

INPE (Brasil). **Ciclone extratropical provoca ventos intensos no Sul**. São José dos Campos, SP: Centro de Previsão de Tempo de Estudos Climáticos/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC/INPE). 2012. Disponível em: <<https://www.cptec.inpe.br/noticias/noticia/22557>>. Acesso em: 02 ago. 2020.

INPE (Brasil). **TOPODATA – Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil**. Org. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. São Jose dos Campos, SP. Escala

1:250.000. Formato *Raster* (GeoTiff). Mapa Índice: Folha 21S48_. 2011. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/topodata/acesso.php>>. Acesso em: 15 jun. 2020.

IPHAN (Brasil). Instrução Normativa n.º 1, de 25 de março de 2015. Estabelece procedimentos administrativos a serem, observados pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional nos processos de licenciamento ambiental dos quais participe. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 26 mar. 2015. Edição n. 58, seção I, p. 11-17. ISSN 1677-7042. Disponível em: <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=26/03/2015&jornal=1&pagina=1&totalArquivos=80>>. Acesso em: 02 mar. 2020.

JESUS, M. **Shapefile de Rodovias Estaduais SRE2**. Org. Empresa de Planejamento e Logística – EPL. Brasília, DF. Escala (não informada). Formato *Shapefile*. 2018. Disponível em: <<https://geo.epl.gov.br/portal/home/item.html?id=2bab1341dbc2403ba24d58a359c273de>>. Acesso em: 10 jun. 2020.

LINO, I. C. **Seleção de áreas para implantação de aterros sanitários: análise comparativa de métodos**. Orientador: Prof. José Alexandre J. Perinotto. 2007. 85 p. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) - Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Rio Claro, SP, 2007. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/92745>>. Acesso em: 02 mar. 2020.

LOCZY, L.; LADEIRA, E. A. **Geologia estrutural e introdução à geotectônica**. 1. ed. São Paulo, SP: Edgard Blucher; Rio de Janeiro, RJ: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, 1976. 528 p.

LUPATINI, G. **Desenvolvimento de um sistema de apoio à decisão em escolha de áreas para aterros sanitários**. Orientador: Prof. Sebastião R. Soares. 2002. 148 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, SC, 2002. Disponível em: <<http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/83310>>. Acesso em: 02 mar. 2020.

MARQUES, M. D. **Seleção de área para implantação de aterro sanitário simplificado: estudo de caso para município de Guapó – GO**. Orientador: Prof. Eraldo H. de Carvalho. 2011. 63 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Meio Ambiente) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia do Meio Ambiente, Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia, GO, 2011. Disponível em: <<http://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tde/621>>. Acesso em: 02 mar. 2020.

MASSUNARI, I. S. Pesquisa e Seleção de Áreas para Aterro Sanitário. **Revista Limpeza Pública**. São Paulo, SP: ABLP, v. 54, (parte 1), p. 17-22. 2000, e v. 55, (parte 2), p. 21-23. 2000. Disponível em: <<http://www.ablp.org.br/conteudo/revistas.php?tp=&row=0&tp=>>>. Acesso em: 02 mar. 2020.

MELO, A. L. O. **Avaliação e seleção de áreas para implantação de aterro sanitário utilizando lógica fuzzy e análise multi-critério: uma proposta metodológica. Aplicação ao Município de Cachoeiro de Itapemirim - ES**. Orientador: Prof^a. Maria Lúcia Calijuri. 2001. 168 p. Tese ("Magister Scientiae" em

Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, MG, 2001. Disponível em: <<http://www.locus.ufv.br/handle/123456789/11276>>. Acesso em: 02 mar. 2020.

MMA (Brasil). **Unidades de Conservação do Brasil**. Org. Ministério do Meio Ambiente – MMA. Brasília, DF. Escala 1:100.000. Formato *Shapefile*. 2020. Disponível em: <<http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm>>. Acesso em: 15 jun. 2020.

MORAES, I. B. C. M.; RIBEIRO, G. P.; LARENTIS, D. G. Sistema de Informação Geográfica (SIG) aplicado ao mapeamento de áreas suscetíveis a escorregamento no município de Angra dos Reis – RJ. 2012. p. 001-006. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS E TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO (SIMGEO), 4. **Anais [...]**. Recife, PE: Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), 2012. ISBN 978-85-63978-01-1. Disponível em: <<https://www3.ufpe.br/cgtg/SIMGEO IV/CD/>>. Acesso em: 02 mar. 2020.

NASCIMENTO, M. C. B. DO. **Metodologia de Identificação de Áreas para Implantação de Aterros Sanitários**. *In*: SEMINÁRIO SOBRE LICENCIAMENTO AMBIENTAL DE SISTEMAS DE DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS E DA CONSTRUÇÃO CIVIL. Brasília, DF. 2005. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa_pnla/_arquivos/46_10112008103158.pdf>. Acesso em: 02 mar. 2020.

PAIVA, A. **Apresentação Minicurso Análise Espacial Multicritério**. [S. l.: s. n.], 2018. 1 vídeo (26:06 min). Publicado pelo canal Tutorial Cursos. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=mIL-PJctSfM>>. Acesso em: 02 mar. 2020.

PENTEADO, M. M. **Geomorfologia do setor centro-ocidental da depressão periférica paulista**. IGEOG/USP, Série Teses e Monografias n. 22, São Paulo, 1976. 86 p.

PERROTA, M. M. et al. **Mapa Geológico do Estado de São Paulo**. Coord. Perrota, M. M.; Salvador, E. D. Colaboradores Lopes, R. C.; D'Agostino, L. Z.; Peruffo, N.; Gomes, S. D.; Sachs, L. L. B.; Meira, V. T.; Garcia, M. G. M.; Lacerda Filho, J. V. Programa Geologia do Brasil – PGB, Serviço Geológico do Brasil – CPRM. São Paulo, SP. Escala 1:750.000. Formato pdf e *shapefile*. 2006a. Disponível em: <<http://geosgb.cprm.gov.br/>>. Acesso em: 11 jun. 2020.

PERROTA, M. M. et al. **Mapa Geológico do Estado de São Paulo, Escala 1:750.000 – Nota Explicativa**: Breve descrição das unidades litoestratigráficas aflorantes no Estado de São Paulo. Autores Perrota, M. M.; Salvador, E. D. Colaboradores Lopes, R. C.; D'Agostino, L. Z.; Marconato, A.; Turra, B. B.; Chierigati, L. A. Programa Geologia do Brasil – PGB, Serviço Geológico do Brasil – CPRM. São Paulo, SP. p. 173. 2006b. Disponível em: <<http://geosgb.cprm.gov.br/>>. Acesso em: 11 jun. 2020.

PIRES, I. C. G.; FERRÃO, G. E. Compostagem no Brasil sob a perspectiva da legislação ambiental. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**. Chapadinha, MA, v. 09, n. 01, p. 01-18, 2017. ISSN 1982-4881. Disponível em: <<http://www.periodi>

coseletronicos.ufma.br/index.php/ccaatropica/article/view/5685>. Acesso em: 02 mar. 2020.

QGIS. **QGIS – Um Sistema de Informação Geográfica livre e aberto**. 2020. Versão 2.14.18. Disponível em: <https://www.qgis.org/pt_BR/site/>. Acesso em: 12 jan. 2020.

RECESA. **Resíduos sólidos: projeto, operação e monitoramento de aterros sanitários**: guia do profissional em treinamento: nível 2. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento (org.). Belo Horizonte, MG: ReCESA, 2008. 120 p. Disponível em: <https://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/Arquivos_PDF/recesa/projetooperacaoemontoramentodeaterrossanitarios-nivel2.pdf>. Acesso em: 02 mar. 2020.

ROCCA, A. C. C. Os critérios para a implantação de Aterros Sanitários. *In: Portal Fator Brasil*. Rio de Janeiro, RJ. 2016. Disponível em: <http://www.revistafatorbrasil.com.br/ver_noticia.php?not=323568>. Acesso em 09 set. 2020.

ROSS, J. L. S. Relevo Brasileiro: uma nova proposta de classificação. **Revista do Departamento de Geografia**, v.4, p. 25-39, FFLCH/USP, São Paulo, SP, 1985. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/rdg/issue/view/3916>>. Acesso em: 31 jul. 2020.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia, Ambiente e Planejamento**. 1. ed. São Paulo, SP: Contexto, 1990. 85p.

ROSS, J. L. S.; MOROZ, I. C. Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo. **Revista do Departamento de Geografia**, v.10, p. 41-56, FFLCH/USP, São Paulo, SP, 1996. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/rdg/issue/view/4471>>. Acesso em: 31 jul. 2020.

ROSSI, M. **Mapa Pedológico do Estado de São Paulo**: revisado e ampliado. Escala 1:750.000. São Paulo, SP: Instituto Florestal. 2017a, v. 1. 118 p. il. color; (inclui mapas). ISBN 978-85-64808-16-4. Disponível em: <<https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/institutoflorestal/2017/09/mapa-pedologico-do-estado-de-sao-paulo-revisado-e-ampliado/>>. Acesso em 14 mar. 2020.

ROSSI, M. **Mapa Pedológico do Estado de São Paulo**: revisado e ampliado. São Paulo, SP: Instituto Florestal. Escala 1:750.000. Formato: *Shapefile*. 2017b. Disponível em: <<https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/institutoflorestal/2017/09/mapa-pedologico-do-estado-de-sao-paulo-revisado-e-ampliado/>>. Acesso em 14 mar. 2020.

RUSSO, M. A. T. **Tratamento de Resíduos Sólidos**. Coimbra: Universidade de Coimbra, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Departamento de Engenharia Civil. 2003. 196 p. Disponível em: <http://www1.ci.uc.pt/mhidro/edicoes_antigas/Tratamentos_Residuos_Solidos.pdf>. Acesso em: 02 mar. 2020.

SANTIAGO&CINTRA. **O que é Geotecnologias?** Ribeirão Preto, SP, 13 set. 2017. Blog. Disponível em: <<https://www.santiagoecintra.com.br/blog/geo-tecnologias/o-que-e-geotecnologia>>. Acesso em: 02 mar. 2020.

SANTOS, G. O.; SILVA, L. F. F. Os significados do lixo para garis e catadores de Fortaleza (CE, Brasil). **Ciência & Saúde Coletiva**. Rio de Janeiro, RJ, v. 16, n. 8, p. 3413–3419, ago. 2011. ISSN 1678-4561 versão *online*. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_issuetoc&pid=1413-812320110009&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 02 mar. 2020.

SÃO PAULO (Estado). **Constituição do Estado de São Paulo, de 05 de outubro de 1989**. Publicado originalmente no Diário Oficial [do] Estado de São Paulo, São Paulo, SP, executivo I, suplemento, p.1-48, 06 out. 1989. Com alterações posteriores. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/norma/?id=155101>>. Acesso em: 02 mar. 2020.

_____. **Decreto n.º 13.426, de 16 de março de 1979**. Cria a Secretaria de Estado da Cultura e dá providências correlatas. Publicado originalmente no Diário Oficial [do] Estado de São Paulo, São Paulo, SP, executivo I, suplemento, p.38-71, 16 mar. 1979. Com alterações posteriores. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/norma/53222>>. Acesso em: 21 ago. 2020.

_____. **Decreto n.º 49.215, de 7 de dezembro de 2004**. Dispõe sobre o Zoneamento Ecológico-Econômico do Setor do Litoral Norte, prevê usos e atividades para as diferentes zonas, estabelece diretrizes, metas ambientais e sócio-econômicas e dá outras providências, nos termos estabelecidos pela Lei n.º 10.019, de 3 de julho de 1998. Publicado originalmente no Diário Oficial [do] Estado de São Paulo, SP, executivo I, seção I vol. 114, n. 230, p. 1-3, 8 dez. 2004. Com alterações posteriores. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/norma/?id=52251>>. Acesso em: 29 jan. 2021.

_____. **Decreto n.º 51.686, de 22 de março de 2007**. Regulamenta dispositivos da Lei Estadual n.º 12.233, de 16 de janeiro de 2006, - Lei Específica Guarapiranga, que define a Área de Proteção e Recuperação dos Mananciais da Bacia Hidrográfica do Guarapiranga - APRM-G. Publicado originalmente no Diário Oficial [do] Estado de São Paulo, SP, executivo I, seção I, vol. 117, n. 56, p. 1-5, 23 mar. 2007. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/norma/71125>>. Acesso em: 02 mar. 2020.

_____. **Decreto n.º 54.645, de 05 de agosto de 2009**. Regulamenta dispositivos da Lei n.º 12.300 de 2006, que institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos, e altera o inciso I do artigo 74 do Regulamento da Lei n.º 997, de 1976, aprovado pelo Decreto n.º 8.468, de 1976. Publicado originalmente no Diário Oficial [do] Estado de São Paulo, São Paulo, SP, executivo I, seção I, vol. 119, n. 145. p. 4-5, 6 ago. 2009. Com alterações posteriores. 2009a. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/norma/?id=157206>>. Acesso em: 21 ago. 2020.

_____. **Decreto n.º 55.342, de 13 de janeiro de 2010**. Regulamenta dispositivos da Lei n.º 13.579, de 13 de julho de 2009, que define a Área de Proteção e Recuperação dos Mananciais da Bacia Hidrográfica do Reservatório Billings - APRM-B, e dá providências correlatas. Publicado originalmente no Diário Oficial [do] Estado

de São Paulo, SP, executivo I, seção I, vol. 120, n. 9, p. 1-3, 14 jan. 2010. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/norma/158881>>. Acesso em: 02 mar. 2020.

SÃO PAULO (Estado). **Decreto n.º 57.817, de 28 de fevereiro de 2012**. Institui, sob coordenação da Secretaria do Meio Ambiente, o Programa estadual de implementação de projetos de resíduos sólidos e dá providências correlatas. Publicado originalmente no Diário Oficial [do] Estado de São Paulo, SP, executivo I, seção I, vol. 122, n. 39, p. 1, 29 fev. 2012. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/norma/165763>>. Acesso em 06 ago. 2020.

_____. **Decreto n.º 58.996, de 25 de março de 2013**. Dispõe sobre o Zoneamento ecológico-econômico do setor da Baixada Santista e dá providências correlatas. Publicado originalmente no Diário Oficial [do] Estado de São Paulo, SP, executivo I, seção I vol. 123, n. 56, p. 1-4, 26 mar. 2013. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/norma/169787>>. Acesso em: 29 jan. 2021.

_____. **Decreto n.º 62.061, de 27 de junho de 2016**. Regulamenta dispositivos da Lei n.º 15.913, de 02 de outubro de 2015, que dispõe sobre a Área de Proteção e Recuperação dos Mananciais dos Mananciais do Alto Tietê Cabeceiras - APRM-ATC, e dá providências correlatas. Publicado originalmente no Diário Oficial [do] Estado de São Paulo, SP, executivo I, seção I, vol. 126, n. 118, p. 1-4, 28 jun. 2016. 2016a. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/norma/178624>>. Acesso em: 02 mar. 2020.

_____. **Decreto n.º 62.062, de 27 de junho de 2016**. Regulamenta dispositivos da Lei n.º 15.760, de 16 de abril de 2015, que dispõe limites da Área de Proteção e Recuperação dos Mananciais do Alto Juquery - APRM-AJ, e dá providências correlatas. Publicado originalmente no Diário Oficial [do] Estado de São Paulo, SP, executivo I, seção I, vol. 126, n. 118, p. 4-5, 28 jun. 2016. 2016b. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/norma/178625>>. Acesso em: 02 mar. 2020.

_____. **Lei n.º 898, de 18 de dezembro de 1975**. Disciplina o uso do solo para proteção dos mananciais, cursos e reservatórios de água e demais recursos hídricos de interesse da Região Metropolitana da Grande São Paulo. Publicado originalmente no Diário Oficial [do] Estado de São Paulo, SP, executivo I, seção I, n. 245, p. 1-2, 19 dez. 1975. PL 241/1975. Com alterações posteriores. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/norma/44829>>. Acesso em: 02 mar. 2020.

_____. **Lei n.º 1.172, de 17 de novembro de 1976**. Delimita as áreas de proteção relativas aos mananciais, cursos e reservatórios de água, a que se refere o Artigo 2.º da Lei n. 898, de 18 de dezembro de 1975, estabelece normas de restrição de uso do solo em tais áreas e dá providências correlatas. Publicado originalmente no Diário Oficial [do] Estado de São Paulo, SP, executivo I, seção I, n. 218, p. 2-5, 18 nov. 1976. PL 314/1976. Com alterações posteriores. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/norma/29141>>. Acesso em: 02 mar. 2020.

_____. **Lei n.º 7.663, de 30 de dezembro de 1991**. Estabelece normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos bem como ao Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Publicado originalmente no Diário Oficial [do] Estado de São Paulo, SP, executivo I, seção I, vol. 101, n. 247, p. 2-6, 31 dez. 1991.

Com alterações posteriores. PL 39/1991. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/norma/?id=18836>>. Acesso em: 31 jan. 2021.

SÃO PAULO (Estado). **Lei n.º 9.509, de 20 de março de 1997**. Dispõe sobre a Política Estadual do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação. Publicado originalmente no Diário Oficial [do] Estado de São Paulo, SP, executivo I, seção I, vol. 107, n. 55, p. 1-3, 21 mar. 1997. PL 53/1992. 1997a. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/norma/9375>>. Acesso em: 29 jan. 2021.

_____. **Lei n.º 9.866, de 28 de novembro de 1997**. Dispõe sobre diretrizes e normas para a proteção e recuperação das bacias hidrográficas dos mananciais de interesse regional do Estado de São Paulo e dá outras providências. Publicado originalmente no Diário Oficial [do] Estado de São Paulo, SP, executivo I, seção I, vol. 107, n. 230, p. 1-3, 29 nov. 1997. PL 150/1997. 1997b. Com alterações posteriores. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/norma/5976>>. Acesso em: 02 mar. 2020.

_____. **Lei n.º 12.233, de 16 de janeiro de 2006**. Define a Área de Proteção e Recuperação dos Mananciais da Bacia Hidrográfica do Guarapiranga. Publicado originalmente no Diário Oficial [do] Estado de São Paulo, SP, executivo I, seção I, vol. 116, n. 11, p. 1-4, 17 jan. 2006. PL 85/2004. 2006a. Com alterações posteriores. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/norma/59925>>. Acesso em: 02 mar. 2020.

_____. **Lei n.º 12.300, de 16 de março de 2006**. Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos e define princípios e diretrizes. Publicado originalmente no Diário Oficial [do] Estado de São Paulo, São Paulo, SP, executivo I, seção I, vol. 116, n. 51, p.1-4, 17 mar. 2006. PL 326/2005. 2006b. Com alterações posteriores. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/norma/61778>>. Acesso em: 02 mar. 2020.

_____. **Lei n.º 13.579, de 13 de julho de 2009**. Define a Área de Proteção e Recuperação dos Mananciais da Bacia Hidrográfica do Reservatório Billings - APRM-B. Publicado originalmente no Diário Oficial [do] Estado de São Paulo, SP, executivo I, seção I, vol. 119, n. 128, p. 1-7, 14 jul. 2009. PL 639/2008. 2009b. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/norma/?id=156946>>. Acesso em: 02 mar. 2020.

_____. **Lei n.º 15.790, de 16 de abril de 2015**. Dispõe sobre os limites da Área de Proteção e Recuperação dos Mananciais do Alto Juquery - APRM-AJ e dá providências correlatas. Publicado originalmente no Diário Oficial [do] Estado de São Paulo, SP, executivo I, seção I, vol. 125, n. 72, p. 1-4, 17 abr. 2015. PL 272/2010. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/norma/174475>>. Acesso em: 02 mar. 2020.

_____. **Lei n.º 15.913, de 2 de outubro de 2015**. Dispõe sobre a Área de Proteção e Recuperação dos Mananciais dos Mananciais do Alto Tietê Cabeceiras - APRMATC, suas Áreas de Intervenção, respectivas diretrizes e normas ambientais e urbanísticas de interesse regional para a proteção e recuperação dos mananciais. Publicado originalmente no Diário Oficial [do] Estado de São Paulo, SP, executivo I, seção I, vol. 125, n. 185, p. 1-5, 3 out. 2015. PL 980/2015. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/norma/175855>>. Acesso em: 02 mar. 2020.

SÃO PAULO (Estado). **Lei n.º 16.337, de 14 de dezembro de 2016.** Dispõe sobre o Plano Estadual de Recursos Hídricos - PERH e dá providências correlatas. Publicado originalmente no Diário Oficial [do] Estado de São Paulo, São Paulo, SP, executivo I, seção I, vol. 126, n. 234, p. 1-10, 15 dez. 2016. PL 192/2016. 2016c. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/norma/180242>>. Acesso: 02 mar. 2020.

SÃO PAULO (Estado). **Lei n.º 16.568, de 10 de novembro de 2017.** Dispõe sobre a Área de Proteção e Recuperação dos Mananciais do Alto Cotia - APRM-AC, suas Áreas de Intervenção, respectivas diretrizes e normas ambientais e urbanísticas de interesse regional para a proteção e recuperação dos mananciais. Publicado originalmente no Diário Oficial [do] Estado de São Paulo, SP, executivo I, seção I, vol. 127, n. 221, p. 1-3, 11 nov. 2017. PL 199/2017. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/norma/183960>>. Acesso em: 02 mar. 2020.

SCHMIDT, T. **Seleção de área e dimensionamento de aterro sanitário para o consórcio público intermunicipal para assuntos estratégicos do G8-CIPAE G8.** Orientador: Prof. Guilherme G. de Oliveira e Coorientador: Prof. Odorico Konrad. 2016. 146 p. Monografia (Bacharelado em Engenharia Ambiental) - Programa de Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade do Vale do Taquari (UNIVATES), Lajeado, RS, 2016. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10737/1405>>. Acesso em: 02 mar. 2020.

SEADE (São Paulo). **IMP – Informações dos Municípios Paulistas.** São Paulo, SP: Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (Seade). Portal de Estatísticas do Estado de São Paulo. 2020a. Disponível em: <<http://www.imp.seade.gov.br/frontend/#/>>. Acesso em: 08 ago. 2020.

SEADE (São Paulo). **Sistema Seade de Projeções Populacionais.** São Paulo, SP: Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (Seade). Portal de Estatísticas do Estado de São Paulo. 2020b. Disponível em: <<http://produtos.seade.gov.br/produtos/projpop/>>. Acesso em: 14 ago. 2020.

SIFESP (São Paulo). **Quantificação da vegetação natural remanescente para os municípios do Estado de São Paulo – Legenda IBGE – RADAM – 2009.** São Paulo, SP: Sistema de Informações Florestais do Estado de São Paulo/Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo (SIFESP/SIMA). 2009. Disponível em: <<https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/sifesp/tabelas-pdf/>>. Acesso em: 03 ago. 2020.

SIGEP; CPRM (Brasil). **Glossário Geológico Ilustrado.** Brasília, DF: Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP) / Serviço Geológico do Brasil (CPRM). 2020. Disponível em: <<http://sigep.cprm.gov.br/glossario/index.html>>. Acesso em: 11 ago. 2020.

SILVA, J. X. O que é Geoprocessamento? Conceito não pode ser confundido com todo conjunto das geotecnologias, como Sensoriamento Remoto, a Cartografia e os Sistemas de Posicionamento Global (GPS). **Revista do Crea RJ**, Rio de Janeiro, RJ, v. 79, p. 42-44, 30 out. 2009. ISSN: 1517-8021 Disponível em: <<http://files.profricardoferreira.webnode.com/200000073-684b96944b/oqueegeoprocessamento.pdf>>. Acesso em: 02 mar. 2020.

SILVA, N. L. S. **Aterro sanitário para Resíduos Sólidos Urbanos - RSU – Matriz para seleção da área de implantação**. Orientador: Prof^a. Sandra Maria F. Dias. 2011. 57 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Pro-gra-ma de Graduação em Engenharia Civil, Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), Feira de Santana, BA, 2011. Disponível em: <http://civil.uefs.br/titulo_trabalho.htm>. Acesso em: 02 mar. 2020.

SIMA (São Paulo). **Plano de resíduos sólidos do estado de São Paulo 2020**. Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo (SIMA). Autores André Luiz Fernandes Simas [et. al.]; Organizadores André Luiz Fernandes Simas [et al.]; Coordenação Gil Kuchembuck Scatena [et al.]; Colaboradores Adriano Ambrósio Nogueira de Sá [et al.]. São Paulo, SP: SIMA, 2020. 1 ed. 277 p. ISBN 978-65-993223-0-3. Disponível em: <<https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/2020/11/governo-de-sao-paulo-conclui-revisao-do-plano-estadual-de-residuos-solidos/>>. Acesso em: 04 jan. 2021.

SIMA/CPLA (São Paulo). **Meio Ambiente Paulista: Relatório de Qualidade Ambiental 2019**. Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo (SIMA). Coordenadoria de Planejamento Ambiental (CPLA). Organizadoras Nádia Gilma Beserra de Lima, Tatiana Camolez Morales Ferreira. Equipe técnica Anna Karla Cavalcante Moura Ramos [et al.]. São Paulo, SP: SIMA/CLPA, 2019. 1 ed. 400 p. ISBN 978-85-8156-037-3. Disponível em: <<https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/cpla/category/pub/relatorio-de-qualidade-ambiental/>>. Acesso em: 06 ago. 2020.

SIMA/CPLA (São Paulo). **Meio Ambiente Paulista: Relatório de Qualidade Ambiental 2020**. Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo (SIMA). Coordenadoria de Planejamento Ambiental (CPLA). São Paulo, SP: SIMA/CPLA. 2020. 1 ed. 433 p. Disponível em: <https://smastr16.blob.core.windows.net/consema/sites/15/2020/11/b-rqa_2020_consema.pdf>. Acesso em: 29 jan. 2021.

SIMIONATO, M. Catador encara risco no pior lixão paulista. **Folha de S. Paulo**, São Paulo, ano 90, n. 29.799, 03 nov. 2010. Cotidiano, p. C4. ISSN 1414-5723. Disponível em: <<https://acervo.folha.com.br/leitor.do?numero=18466&anchor=5552996&origem=busca&originURL=&pd=0690706dd4bcc7169fca63c2c07eb36b>>. Acesso em: 02 nov. 2020.

SMA (São Paulo). **Plano de resíduos sólidos do estado de São Paulo**. Secretária do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, Coordenadoria de Planejamento Ambiental, CETESB; autores André Luiz F. Simas [et al.]; organizadores André Luiz F. Simas, Zuleica Maria L. Perez. 1. ed. - São Paulo, SP: SMA, 2014. 350 p. 2014a. Disponível em: <<https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/cpla/2017/04/plano-de-residuos-solidos-do-estado-de-sao-paulo/>>. Acesso em: 02 mar. 2020.

_____. **Resolução SMA n.º 49, de 28 de maio de 2014**. Dispõe sobre os procedimentos para licenciamento ambiental com avaliação de impacto ambiental, no âmbito da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB. Publicado originalmente no Diário Oficial [do] Estado de São Paulo, SP, executivo I, seção I, vol. 124, n. 99, p. 51, 29 mai. 2014. 2014b. Disponível em: <<https://www.infraestrutur>

ameioambiente.sp.gov.br/legislacao/2014/05/resolucao-sma-49-2014/>. Acesso em: 16 set. 2020.

SMA (São Paulo). **Resolução SMA n.º 117, de 29 de setembro de 2017**. Estabelece condições para o licenciamento de aterros municipais no Estado de São Paulo, e dá providências correlatas. Publicado originalmente no Diário Oficial [do] Estado de São Paulo, SP, executivo I, seção I, vol. 127, n. 185, p. 54, 30 set. 2017. 2017a. Disponível em: <<https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/legislacao/2017/09/resolucao-sma-117-2017/>>. Acesso em: 02 mar. 2020.

_____. **Resolução SMA n.º 146, de 08 de novembro de 2017**. Institui o Mapa de Biomas do Estado de São Paulo, e dá outras providências. Publicado originalmente no Diário Oficial [do] Estado de São Paulo, SP, executivo I, seção I, vol. 127, n. 210, p. 42, 10 nov. 2017. 2017b. Disponível em: <<http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/legislacao/2017/11/resolucao-sma-146-2017.pdf>>. Acesso em: 11 de ago. 2020.

SMA; CPLA; DIA (São Paulo). **Terras Indígenas no Estado de São Paulo - FUNAI**. Org. Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo – SMA; Coordenadoria de Planejamento Ambiental – CPLA; Departamento de Informações Ambientais - DIA. Dados fornecidos pela Fundação Nacional do Índio – FUNAI. São Paulo, SP. Escala (não informada). Formato *Shapefile*. 2019. Disponível em: <<http://datageo.ambiente.sp.gov.br/>>. Acesso em: 15 jun. 2020.

VGSUL (Município). **Dados de Saneamento**. Prefeitura de Vargem Grande do Sul. Vargem Grande do Sul, SP. (dados fornecidos pelo Departamento de Meio Ambiente). 2020a.

_____. **Delimitação do Perímetro Urbano de Vargem Grande do Sul**. Prefeitura de Vargem Grande do Sul. Vargem Grande do Sul, SP. Formato: *Shapefile*. 2018.

_____. Lei n.º 1.952, de 07 de novembro de 1995. Dispõe sobre o Parcelamento de Solo Urbano no Município de Vargem Grande do Sul. **Diário Oficial [do] Município de Vargem Grande do Sul**, Vargem Grande do Sul, SP, 12 nov. 1995. Edição n. 205, p. ?.

_____. Lei n.º 2.681, de 19 de dezembro de 2006. Institui o novo Plano Diretor do Município de Vargem Grande do Sul, nos termos do artigo 182 da Constituição Federal e do Capítulo III, da Lei 10.257, de 10 julho de 2001 (Estatuto da Cidade). **Diário Oficial [do] Município de Vargem Grande do Sul**, Vargem Grande do Sul, SP, 20 jan. 2001. Edição n. 214, p. ?. Disponível em: <<http://leisvargemgrande.linesul.com.br/pdf/2006/2681.pdf>>. Acesso em: 14 ago. 2020.

_____. Lei n.º 3.086, de 21 de setembro de 2010. Institui a política municipal de proteção aos mananciais de água destinados ao abastecimento público e dá outras providências. **Diário Oficial [do] Município de Vargem Grande do Sul**, Vargem Grande do Sul, SP, 25 set. 2010. Edição n. 310, p. ?. PL 123/2010. Disponível em: <<http://leisvargemgrande.linesul.com.br/pdf/2010/3086.pdf>>. Acesso em: 14 ago. 2020.

VGSUL (Município). Lei n.º 4.051, de 09 de novembro de 2016. Dispõe sobre a delimitação do perímetro urbano do Município de Vargem Grande do Sul e dá outras providências. **Diário Oficial [do] Município de Vargem Grande do Sul**, Vargem Grande do Sul, SP, 12 nov. 2016. Edição n. 475, p. 3-6. PL 86/2016. Disponível em: <http://www.vgsul.sp.gov.br/?page_id=424>. Acesso em: 03 ago. 2020.

_____. **Receitas referentes a Dezembro de 2019**. Vargem Grande do Sul, SP: Prefeitura Municipal de Vargem Grande do Sul. 2020b. Disponível em: <https://e-gov.betha.com.br/transparencia/01037-064/con_comparativoreceita.faces>. Acesso em: 08 ago. 2020.

VIANA, E. Aterro Sanitário - Conceito e infraestrutura: Métodos de disposição no solo. *In: **Disciplina: Poluição do Solo***. Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo (EACH-USP), São Paulo, SP, 2015. 42 p. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2385732/mod_resource/content/1/Aterro%20Sanit%C3%A1rio%20-%20conceito%20e%20infraestrutura.pdf>. Acesso em: 02 mar. 2020.

WEBER, E.; HASENACK, H. Avaliação de áreas para instalação de aterro sanitário através de análises em SIG com classificação contínua dos dados. 2000. 9 p. *In: CONGRESSO E FEIRA PARA USUÁRIOS DE GEOPROCESSAMENTO DA AMÉRICA LATINA, 6. Anais [...]*. Salvador, BA, 2000. Disponível em: <<https://www.ufrgs.br/labgeo/index.php/publicacoes/209-congressos>>. Acesso em: 02 mar. 2020.

ZAMBON, K. L.; CARNEIRO, A. A. F. M.; SILVA, A. N. R.; NEGRI, J. C. Análise de decisão multicritério na localização de usinas termoelétricas utilizando SIG. **Revista Pesquisa Operacional**, Rio de Janeiro, RJ, v. 25, n. 2, p. 183-199, mai./ago. 2005. ISSN 1678-5142 versão *online* e ISSN 0101-7438 versão impressa. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pope/v25n2/25705.pdf>>. Acesso em: 02 mar. 2020.

GLOSSÁRIO

Bafagem: Na terra, fumaça mostra a direção do vento; catavento não gira.

Carcinogenicidade: refere-se a possibilidade de uma substância ou agente ser capaz de induzir um carcinoma – câncer.

Charnockitóides ou Charcockitos: são rochas ígneas e/ou metamórfica de alto grau metamórfico, granítica ou granitoide, que se caracteriza por apresentar hiperstênio em sua composição. São muitas vezes de granulação grosseira e com feldspatos escuros. (SIGEP; CPRM, 2020)

Ecótono: são ambientes de transição entre dois ecossistemas vizinhos.

Escala de Beaufort: é um sistema para calcular e informar a velocidade do vento, baseado na Força ou Número de Beaufort, o qual é composto da velocidade de vento, um termo descritivo, e os efeitos visíveis sobre as superfícies da Terra ou do mar. A escala foi inventada por Sir Francis Beaufort (1777-1857), hidrógrafo da Marinha Real Britânica (INMET, (20--?)). A escala varia de 0 (calmaria) a 12 (furacão).

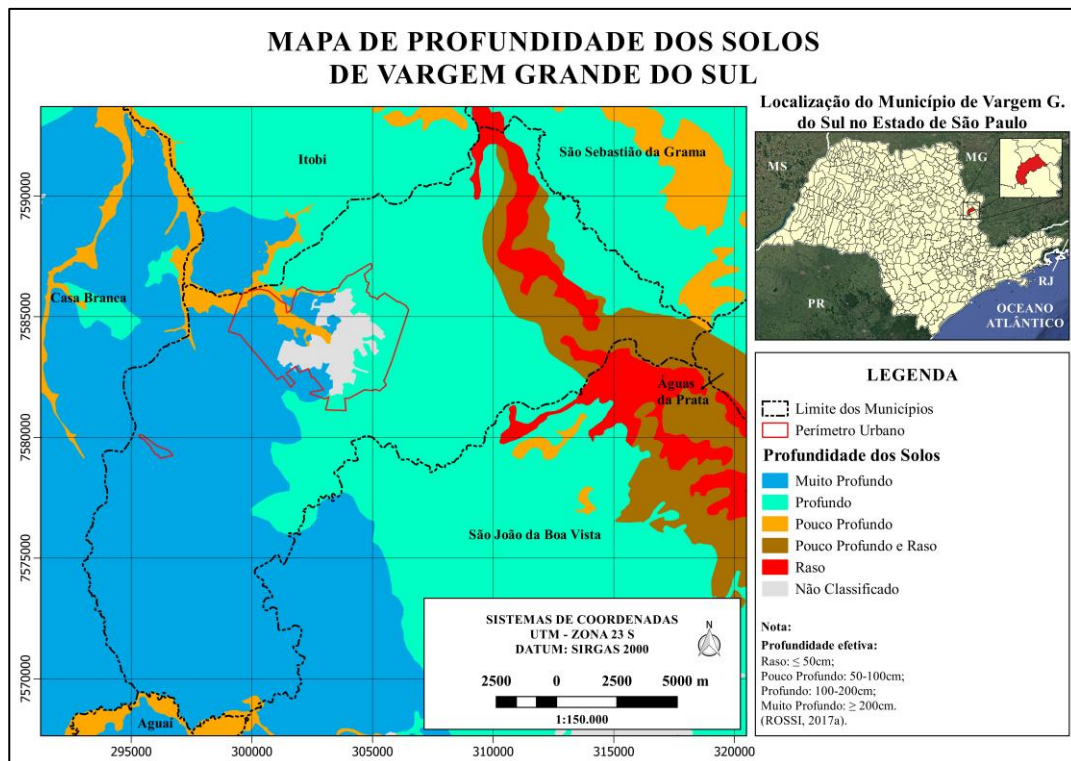
Patogenicidade: capacidade de causar doenças.

Periculosidade: característica apresentada pelo resíduo, em função de suas propriedades físicas, químicas ou infecto-contagiosas, pode apresentar potencial risco à saúde pública e ao meio ambiente.

Teratogenicidade: capacidade de induzir malformações no feto.

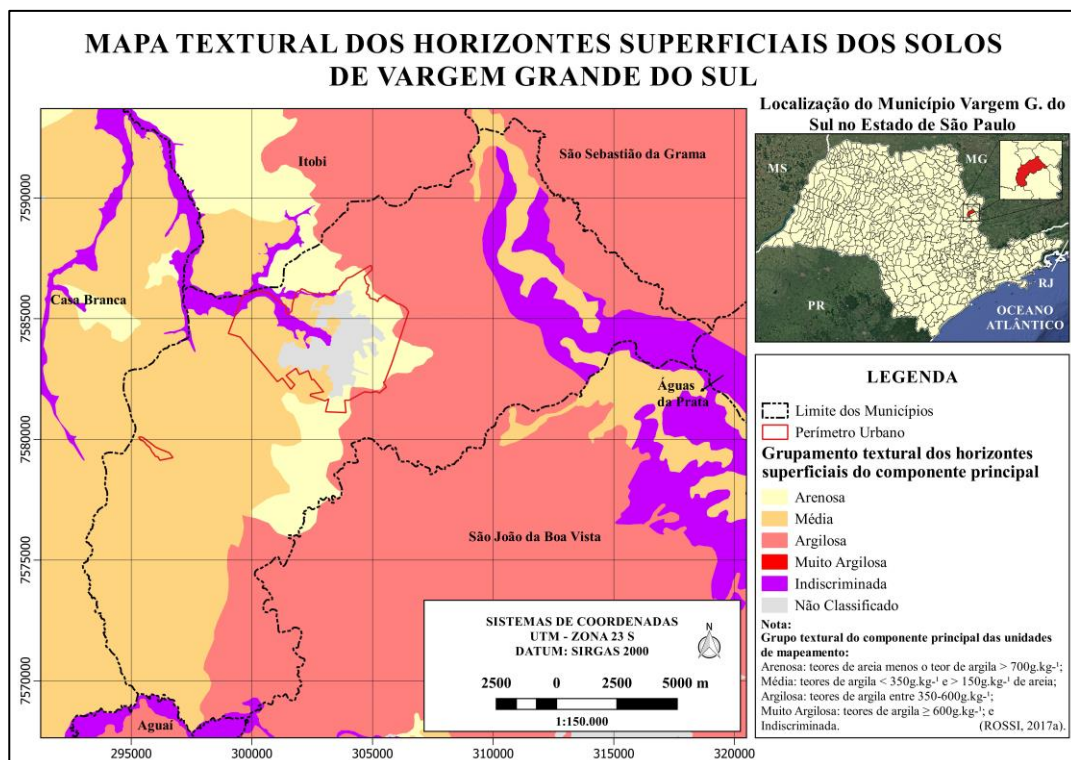
APÊNDICE A – MAPAS COMPLEMENTARES

Figura 42 – Mapa de profundidade dos solos de Vargem G. do Sul



Fonte: Elaborado pelo autor, dados (ROSSI, 2017b).

Figura 43 – Mapa de textura superficial dos solos de Vargem G. do Sul



Fonte: Elaborado pelo autor, dados (ROSSI, 2017b).

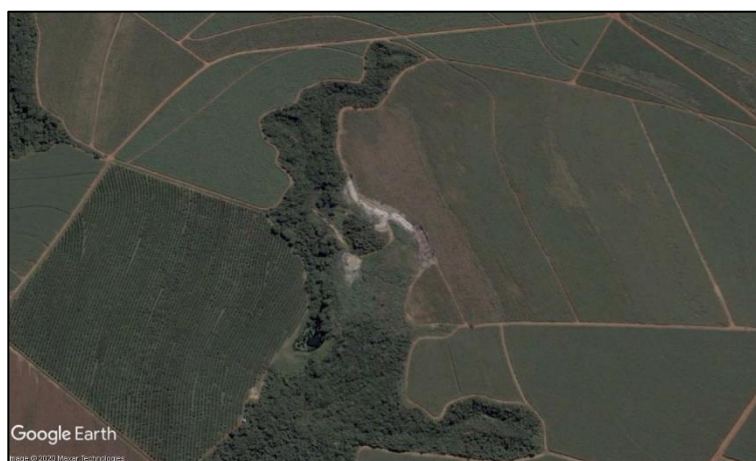
ANEXO A – IMAGENS DA ÁREA DO LIXÃO

Figura 44 – Imagem aérea de 1967 (anterior a instalação do lixão 1977)



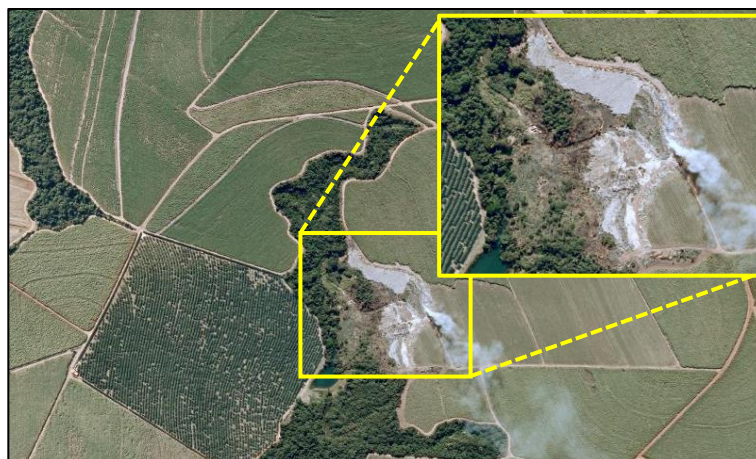
Fonte: GEOPORTAL (2020a).

Figura 45 – Imagem de satélite da área do lixão – 2006



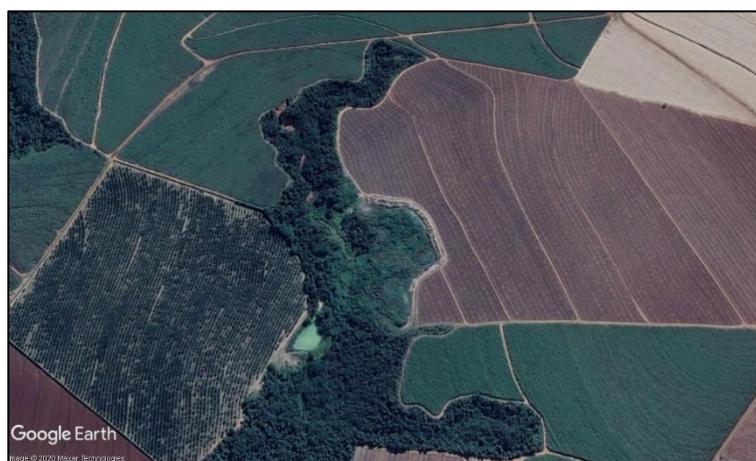
Fonte: GOOGLE EARTH PRO (2020).

Figura 46 – Imagem de satélite da área do lixão – 2010 (queima de lixo)



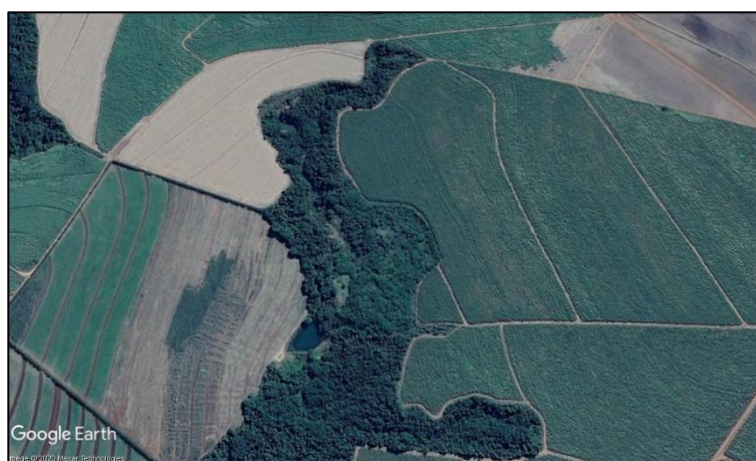
Fonte: GEOPORTAL (2020b).

Figura 47 – Imagem de satélite da área do lixão – 2013



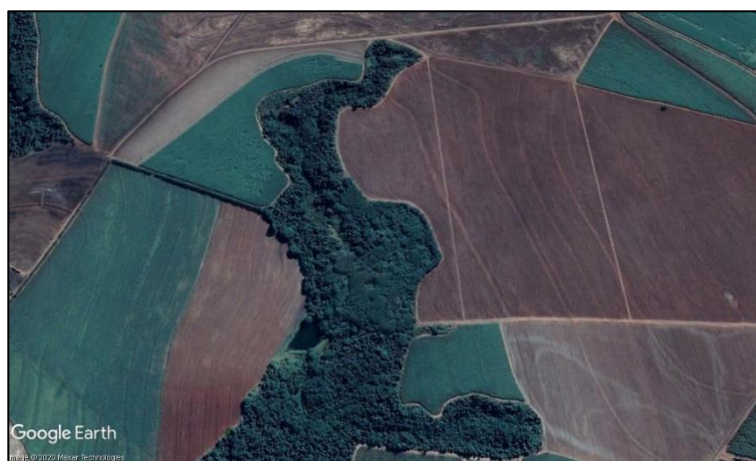
Fonte: GOOGLE EARTH PRO (2020).

Figura 48 – Imagem de satélite da área do lixão – 2016



Fonte: GOOGLE EARTH PRO (2020).

Figura 49 – Imagem de satélite da área do lixão – 2019



Fonte: GOOGLE EARTH PRO (2020).

Figura 50 – Catadores no lixão – [20--?]



Fonte: Acervo do Jornal Gazeta de Vargem Grande (sem ano).

Figura 51 – Vista do lixão e APP – [20--?]



Fonte: Acervo do Jornal Gazeta de Vargem Grande (sem ano).

Figura 52 – Lixão e APP ao fundo – [20--?]



Fonte: Acervo do Jornal Gazeta de Vargem Grande (sem ano).

Figura 53 – Catadores no lixão – 2002



Fonte: GAZETA (2002).

Figura 54 – Acúmulo de percolado na superfície do solo – 2002



Fonte: GAZETA (2002).

Figura 55 – Disposição de lixo hospitalar no lixão – 2002



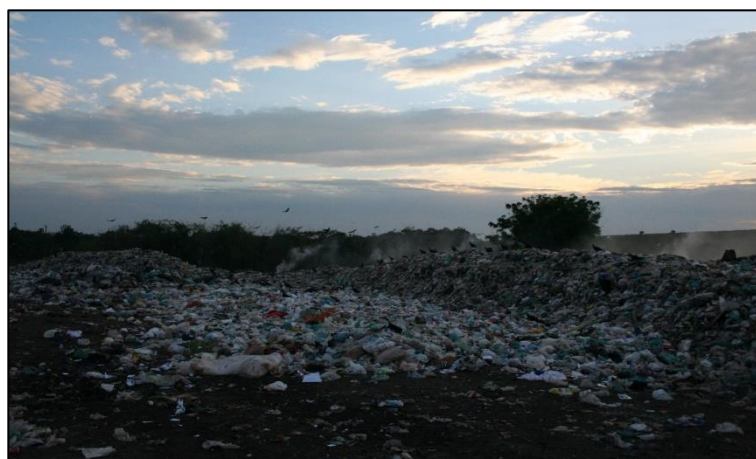
Fonte: GAZETA (2002).

Figura 56 – Lixão – 2009



Fonte: Acervo do Jornal Gazeta de Vargem Grande.

Figura 57 – Vista do lixão – 2009



Fonte: Acervo do Jornal Gazeta de Vargem Grande.

Figura 58 – Lixão – 2010



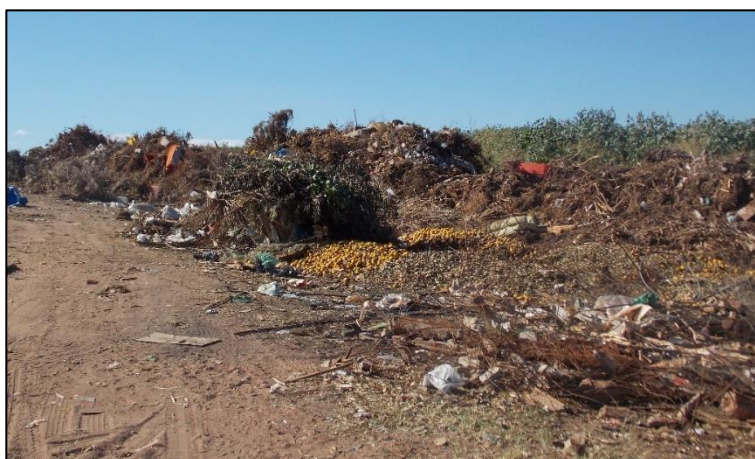
Fonte: Acervo do Jornal Gazeta de Vargem Grande.

Figura 59 – Disposição irregular de paletes no Lixão – 2013



Fonte: Acervo do Jornal Gazeta de Vargem Grande.

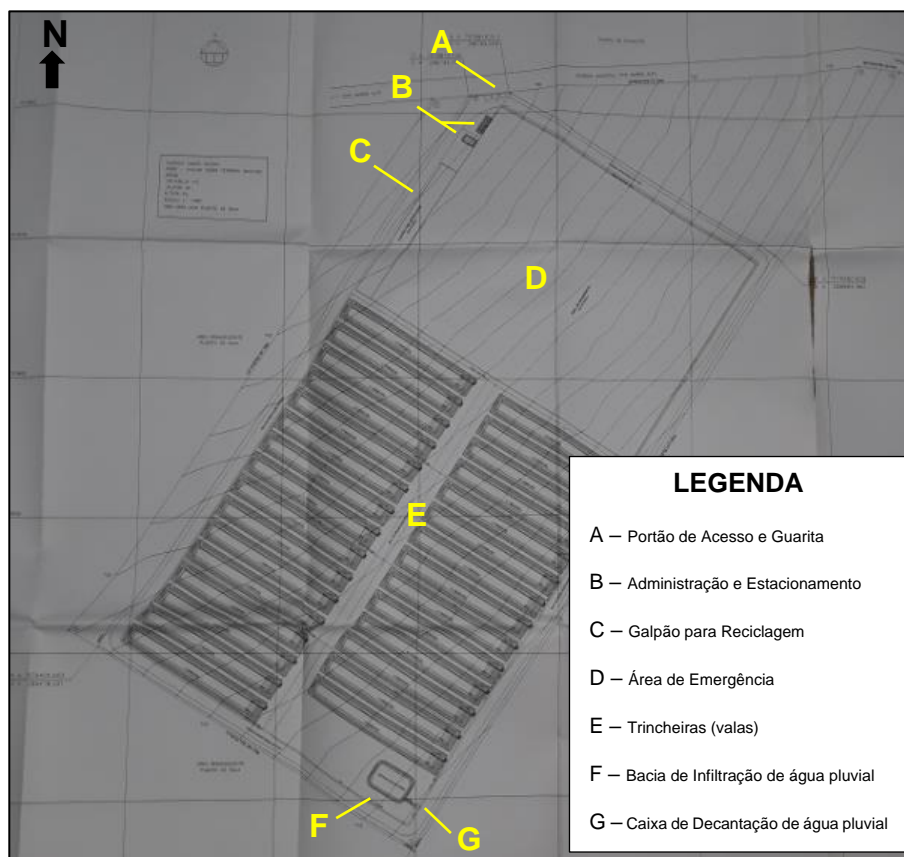
Figura 60 – Disposição irregular de frutas e material de poda – 2013



Fonte: Acervo do Jornal Gazeta de Vargem Grande.

ANEXO B – IMAGENS DA ÁREA DO ATERRO SANITÁRIO

Figura 61 – Projeto do atual aterro sanitário – 2005



Fonte: Adaptado do processo CETESB 04/00494/06.

Figura 62 – Principais estruturas do aterro sanitário



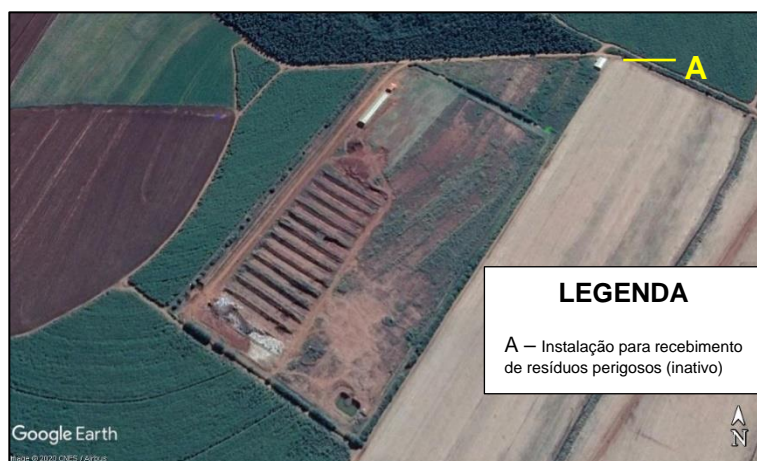
Fonte: GOOGLE EARTH PRO (2020).

Figura 63 – Imagem de satélite do aterro sanitário – 2010



Fonte: GEOPORTAL (2020b).

Figura 64 – Imagem de satélite do aterro sanitário – 2013



Fonte: GOOGLE EARTH PRO (2020).

Figura 65 – Imagem de satélite do aterro sanitário – 2016



Fonte: GOOGLE EARTH PRO (2020).

Figura 66 – Imagem de satélite do aterro sanitário – 2017



Fonte: GOOGLE EARTH PRO (2020).

Figura 67 – Imagem de satélite do aterro sanitário – 2018



Fonte: GOOGLE EARTH PRO (2020).

Figura 68 – Imagem de satélite do aterro sanitário – 2019



Fonte: GOOGLE EARTH PRO (2020).

Figura 69 – Disposição irregular em valas não impermeabilizadas – 2013



Fonte: Acervo do Jornal Gazeta de Vargem Grande.

Figura 70 – Disposição irregular de resíduos fora da vala – 2013



Fonte: Acervo do Jornal Gazeta de Vargem Grande.

Figura 71 – Escoamento superficial de chorume sobre o solo – 2013



Fonte: Acervo do Jornal Gazeta de Vargem Grande.

Figura 72 – Disposição irregular de resíduos – 2013



Fonte: Acervo do Jornal Gazeta de Vargem Grande.

Figura 73 – Galpão para reciclagem – 2013



Fonte: Acervo do Jornal Gazeta de Vargem Grande.

Figura 74 – Compactação dos resíduos sólidos e presença de aves – 2014



Fonte: Acervo do Jornal Gazeta de Vargem Grande.

Figura 75 – Disposição irregular dos resíduos – 2014



Fonte: Acervo do Jornal Gazeta de Vargem Grande.

Figura 76 – Galpão para reciclagem – 2014



Fonte: Acervo do Jornal Gazeta de Vargem Grande.

Figura 77 – Construção de nova vala para recebimento de resíduos – 2014



Fonte: Acervo do Jornal Gazeta de Vargem Grande.

Figura 78 – Recobrimento irregular dos resíduos – 2015



Fonte: Acervo do Jornal Gazeta de Vargem Grande.

Figura 79 – Disposição irregular de resíduos sobre vala esgotada – 2015



Fonte: Acervo do Jornal Gazeta de Vargem Grande.

Figura 80 – Disposição clandestina de resíduos – 2015



Fonte: Acervo do Jornal Gazeta de Vargem Grande.

Figura 81 – Disposição irregular de resíduos – 2016



Fonte: Acervo do Jornal Gazeta de Vargem Grande.

Figura 82 – Vista do aterro com disposição irregular de resíduos – 2016



Fonte: Acervo do Jornal Gazeta de Vargem Grande.

Figura 83 – Queima ilegal no aterro sanitário – 2016



Fonte: Acervo do Jornal Gazeta de Vargem Grande.

Figura 84 – Queima ilegal de resíduos – 2016



Fonte: Acervo do Jornal Gazeta de Vargem Grande.

Figura 85 – Interdição do aterro sanitário – 2016



Fonte: Acervo do Jornal Gazeta de Vargem Grande.

Figura 86 – Disposição irregular de resíduos – 2017



Fonte: Acervo do Jornal Gazeta de Vargem Grande.

Figura 87 – Vala irregular (parcialmente sem impermeabilização) – 2017



Fonte: Acervo do Jornal Gazeta de Vargem Grande.

Figura 88 – Vala irregular (sistema de drenagem comprometida) – 2017



Fonte: Acervo do Jornal Gazeta de Vargem Grande.

Figura 89 – Recuperação das valas irregulares – 2017



Fonte: Acervo do Jornal Gazeta de Vargem Grande.

Figura 90 – Resíduos encontrados na abertura de novas valas – 2018



Fonte: Acervo do Jornal Gazeta de Vargem Grande.

Figura 91 – Disposição irregular de resíduos – 2019



Fonte: Acervo do autor.

Figura 92 – Presença de aves no aterro sanitário – 2019



Fonte: Acervo do autor.

Figura 93 – Presença irregular de catadores – 2019



Fonte: Acervo do autor.

Figura 94 – Edifício de administração abandonado e sucateado – 2019



Fonte: Acervo do autor.

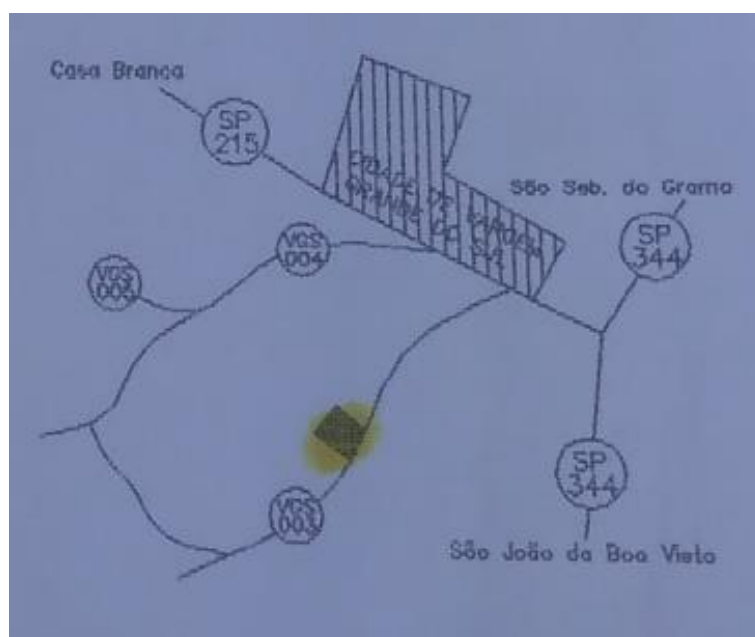
Figura 95 – Galpão para reciclagem abandonado e sucateado – 2019



Fonte: Acervo do autor.

Figura 96 – Construção de novas valas – 2019

Fonte: Acervo do autor.

Figura 97 – Localização preliminar do aterro sanitário – 2002

Fonte: CETESB (2002).

ANEXO C – DOCUMENTAÇÃO COMPLEMENTAR

Figura 98 – Documentação para atividades com potencial atrativo de fauna

DOCUMENTOS E ESTUDOS PARA O LICENCIAMENTO AMBIENTAL

Documentação complementar para atividades com potencial atrativo de fauna

Considerando a edição da Portaria Normativa nº 54/GM-MD, nos processos de licenciamento de empreendimentos com potencial atrativo de fauna deverá ser exigido do empreendimento a apresentação da seguinte documentação:

- 1) Planta ou imagem aérea, georreferenciada, contendo a delimitação da área pretendida com as coordenadas geográficas dos vértices, a distância de referência, medida da maior pista do aeródromo até o ponto mais próximo do perímetro da área do empreendimento, devidamente assinada pelos responsáveis técnico e legal;
- 2) Lista de aeródromos em cuja ASA o empreendimento está localizado, informando a classificação do aeródromo, público ou privado (<https://www.anac.gov.br/assuntos/setor-regulado/aerodromos/cadastro-de-aerodromos-civis>) e, em caso de aeródromo público, se há voos regulares ou movimento superior a 1.150 movimentos/ano (vide anexo 01);
- 3) Compromisso formal, conforme modelo, assinado por representante legal e por profissional com Anotação de Responsabilidade Técnica (ART), por meio do qual obrigam-se a empregar um conjunto de técnicas para mitigar o efeito atrativo de espécies-problema para aviação, de forma que o empreendimento não se configure como um foco atrativo de fauna.

COMUNICADO IMPORTANTE

Considerando os procedimentos estabelecidos pelo CENIPA/COMAER, para o licenciamento ambiental de empreendimentos com potencial atrativo de fauna em ASA de aeródromo brasileiro, informamos que os **NOVOS EMPREENDIMENTOS E AMPLIAÇÕES DE ÁREAS DE EMPREENDIMENTOS EXISTENTES**, que se enquadrem nos critérios da tabela abaixo, possuem restrições que inviabilizam a concessão das licenças ambientais pela CETESB.

Tipo de atividade	Distância até o aeródromo constante do Anexo 01
Abatedouro	5 km
Aquicultura ou processamento de pescado em local aberto	5 km
Aterro sanitário	10 km
Criação de animais de corte em local aberto	5 km
Curtume	5 km
Estação de transbordo de resíduos urbanos	10 km

continua

continuação

DOCUMENTOS E ESTUDOS PARA O LICENCIAMENTO AMBIENTAL

Anexo 01 – Aeródromos públicos com movimento superior a 1.150

AERÓDROMOS PÚBLICOS COM MOVIMENTO SUPERIOR A 1.150 MOVIMENTOS EM 2018 OU COM VOO REGULAR DE PASSAGEIRO Localizados no Estado de São Paulo ou até 20 km de distância.

Código OAGI	CIAD	NOME	MUNICÍPIO ATENDIDO	UF	Geoespacial		
					LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE
SDAG	RJ0010	ANGRA DOS REIS	ANGRA DOS REIS	RJ	22° 59' 31" S	44° 18' 26" W	3 m
SBAU	SP0009	ESTADUAL DARIO GUARITA	ARAÇATUBA	SP	21° 8' 39" S	50° 25' 35" W	415 m
SBAQ	SP0012	BARTOLOMEU DE GUSMAO	ARAQUARÁ	SP	21° 48' 16" S	48° 8' 25" W	711 m
SNAX	SP0016	MARCELO PIRES HALZHAUSEN	ASSIS	SP	22° 38' 24" S	50° 27' 11" W	564 m
SNBA	SP0013	CHARFEI AMSEI (SBBT ¹)	BARRETOS	SP	20° 35' 8" S	48° 35' 45" W	579 m
SBBU	SP0017	BAURURU	BAURURU	SP	22° 20' 37" S	49° 3' 14" W	617 m
SBAE	SP0010	BAURURU/AREALVA	BAURURU E AREALVA	SP	22° 0' 28" S	49° 4' 6" W	584 m
SBBP	SP0036	ESTADUAL ARTHUR SIQUEIRA	BRASÂNCA PAULISTA	SP	22° 58' 45" S	46° 32' 15" W	883 m
SBRP	SP0003	VIRACOPOS	CAMPINAS	SP	23° 0' 26" S	47° 8' 41" W	681 m
SDAM	SP0037	ESTADUAL DE CAMPOS DOS AMARALS - PREFEITO FRANCISCO	CAMPINAS	SP	22° 51' 33" S	47° 6' 29" W	632 m
SIMK	SP0011	TELENTE LUND PRESSATO	FRANCA	SP	20° 33' 23" S	47° 22' 57" W	1003 m
SBGW	SP0076	GUARATINGUETA	GUARATINGUETA	SP	22° 47' 30" S	45° 12' 16" W	337 m
SBRG	SP0002	GUARULHOS - GOVERNADOR ANDRÉ FRANCO MONTORO	GUARULHOS	SP	23° 26' 8" S	46° 28' 23" W	750 m
SDIM	SP0033	ITANHÉM	ITANHÉM	SP	24° 9' 53" S	46° 47' 8" W	4 m
SBJD	SP0031	COMANDANTE ROLIM ADOLFO AMARO	JUNDIAÍ	SP	23° 10' 54" S	46° 56' 37" W	757 m
SBLM	SP0014	FRANK MILOYE MIL ENKOVICH	MARILIA	SP	22° 11' 44" S	49° 55' 37" W	650 m
SDOU	SP0023	OURINHOS	OURINHOS	SP	22° 58' 25" S	49° 54' 41" W	467 m
SDPN	SP0024	PENAPOLIS	PENAPOLIS	SP	21° 24' 37" S	50° 1' 55" W	418 m
SDPW	SP0041	PEDRO MORGANTI	PIRACABA	SP	22° 42' 38" S	47° 37' 10" W	584 m
SBPC	MG0018	EMBAIXADOR WALTER MOREIRA SALLES	POÇOS DE CALDAS	MG	21° 50' 16" S	46° 33' 58" W	1261 m
SBDN	SP0005	PRESIDENTE PRUDENTE	PRESIDENTE PRUDENTE	SP	22° 10' 42" S	51° 25' 8" W	452 m
SBRP	SP0004	LEITE LOPES	RIBERAÓ PRETO	SP	21° 8' 11" S	47° 46' 36" W	550 m
SDSC	SP0029	MARIO PEREIRA LOPES	SAO CARLOS	SP	21° 52' 35" S	47° 54' 12" W	807 m
SBSR	SP0006	PROFESSOR ERIBERTO MANOEL REINO	SAO JOSE DO RIO PRETO	SP	20° 48' 58" S	49° 24' 17" W	544 m
SBSJ	SP0008	PROFESSOR URBANO ERNESTO STUMPF	SAO JOSE DOS CAMPOS	SP	23° 13' 44" S	45° 52' 16" W	647 m
SBBT	SP0007	CAMPO DE MARIÉ	SAO PAULO	SP	23° 30' 24" S	46° 38' 2" W	722 m
SBSB	SP0001	CONGONHAS	SAO PAULO	SP	23° 37' 34" S	46° 39' 23" W	802 m
SDCO	MS0027	SCROCCABA	SCROCCABA	MS	23° 28' 59" S	47° 29' 11" W	633 m
SBTG	MS0006	TRES LAGOAS	TRES LAGOAS	MS	20° 45' 5" S	51° 40' 49" W	323 m
SDVG	SP0026	DOMINGOS FIGUARI	VOTUPORANGA	SP	20° 27' 28" S	50° 0' 9" W	508 m

Fonte: CETESB, [20--?b].

ANEXO D – PLANILHAS PARA CÁLCULO DO IQR E IQR-VALAS

Figura 99 – Modelo de planilha para cálculo do IQR

ÍNDICE DA QUALIDADE DE ATERROS DE RESÍDUOS - IQR					
MUNICÍPIO:			DATA:		
LÓCAL:			AGÊNCIA:		
BACIA HIDROGRÁFICA:			UGRHI:		
LICENÇA: <input type="checkbox"/> LI <input type="checkbox"/> LO			TÉCNICO:		

ITEM	SUB-ITEM	AValiação	PESO	PONTOS	ITEM	SUB-ITEM	AValiação	PESO	PONTOS	
ESTRUTURA DE APOIO	1. PORTARIA, BALANÇA E VIGILÂNCIA	SIM/SUFICIENTE	2		OUTRAS INFORMAÇÕES	23. PRESENCIA DE CATADORES	NÃO	2		
		NÃO/INSUFICIENTE	0				SIM	0		
	2. ISOLAMENTO FÍSICO	SIM/SUFICIENTE	2			24. QUEIMA DE RESÍDUOS	NÃO	2		
		NÃO/INSUFICIENTE	0				SIM	0		
ESTRUTURA VISUAL	3. ISOLAMENTO VISUAL	SIM/SUFICIENTE	2		25. OCORRÊNCIA DE MOSCAS E ODORES	NÃO	2			
		NÃO/INSUFICIENTE	0			SIM	0			
ACESSO À FRENTE DE DESCARGAS	4. ACESSO À FRENTE DE DESCARGAS	ADEQUADO	3		26. PRESENCIA DE AVES E ANIMAIS	NÃO	2			
		INADEQUADO	0			SIM	0			
DIMENSÕES DA FRENTE DE TRABALHO	5. DIMENSÕES DA FRENTE DE TRABALHO	ADEQUADAS	5		27. RECEBIMENTO DE RESÍDUOS NÃO AUTORIZADOS	NÃO	5			
		INADEQUADAS	0			SIM	0			
COMPACTAÇÃO DOS RESÍDUOS	6. COMPACTAÇÃO DOS RESÍDUOS	ADEQUADA	5		28. RECEBIMENTO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS	SIM (PREENCHER ITEM 29)				
		INADEQUADA	0			NÃO (IR PARA O ITEM 30)			<input type="checkbox"/>	
RECOBRIMENTO DOS RESÍDUOS	7. RECOBRIMENTO DOS RESÍDUOS	ADEQUADO	5		29. ESTRUTURAS E PROCEDIMENTOS	SUFICIENTE / ADEQUADO	10			
		INADEQUADO	0			INSUFIC./INADEQUADO	0			
DIMENSÕES E INCLINAÇÕES	8. DIMENSÕES E INCLINAÇÕES	ADEQUADAS	4		SUBTOTAL 2.1			10		
		INADEQUADAS	0		SUBTOTAL 2.2				20	
COBERTURA DE TERRA	9. COBERTURA DE TERRA	ADEQUADA	4		CARACTERÍSTICAS DA ÁREA	30. PROXIMIDADE DE NÚCLEOS HABITACIONAIS	≥ 500 m	2		
		INADEQUADA	0				< 500 m	0		
PROTEÇÃO VEGETAL	10. PROTEÇÃO VEGETAL	ADEQUADA	3			31. PROXIMIDADE DE CORPOS D'ÁGUA	≥ 200 m	2		
		INADEQUADA	0				< 200 m	0		
ATENDIMENTO DE CHORUME	11. ATENDIMENTO DE CHORUME	NÃO / RAROS	4			≤ 2 ANOS			<input type="checkbox"/>	
		SIM / NUMEROSOS	4		32. VIDA ÚTIL DA ÁREA	2 < x ≤ 5 ANOS			<input type="checkbox"/>	
NIVELAMENTO DA SUPERFÍCIE	12. NIVELAMENTO DA SUPERFÍCIE	ADEQUADO	5			> 5 ANOS			<input type="checkbox"/>	
		INADEQUADO	0		33. RESTRIÇÕES LEGAIS AO USO DO SOLO	SIM			<input type="checkbox"/>	
HOMOGENEIDADE DA COBERTURA	13. HOMOGENEIDADE DA COBERTURA	SIM	5			NÃO			<input type="checkbox"/>	
		NÃO	0		SUBTOTAL 3				4	
IMPERMEABILIZAÇÃO DO SOLO	14. IMPERMEABILIZAÇÃO DO SOLO	SIM/ADEQUADA (N. PREENCHER ITEM 15)	10		TOTAL MÁXIMO (100)	TOTAL MÁXIMO (110)				
		NÃO/INADEQUADA (N. PREENCHER ITEM 15)	0		TOTAL MÁXIMO 2.1	TOTAL MÁXIMO 2.2				
PROF. LENÇÓI FREÁTICO (P) × PERMEABILIDADE DO SOLO (k)	15. PROF. LENÇÓI FREÁTICO (P) × PERMEABILIDADE DO SOLO (k)	P > 3 m, k ≤ 10 ⁻⁶ cm/s	4		sem recebimento de resíduos industriais	com recebimento de resíduos industriais				
		2 ≤ P ≤ 3 m, k ≤ 10 ⁻⁶ cm/s	2							
DRENAGEM DE CHORUME	16. DRENAGEM DE CHORUME	SIM / SUFICIENTE	4		IQR - SOMA DOS PONTOS/10	IQR - SOMA DOS PONTOS/11				
		NÃO / INSUFICIENTE	0		sem recebimento de resíduos industriais	com recebimento de resíduos industriais				
TRATAMENTO DE CHORUME	17. TRATAMENTO DE CHORUME	SIM / ADEQUADO	4							
		NÃO / INADEQUADO	0							
DRENAGEM PROVISÓRIA DE ÁGUAS PLUVIAIS	18. DRENAGEM PROVISÓRIA DE ÁGUAS PLUVIAIS	SUFIC. / DESNECESSÁRIO	3		CÁLCULO DO IQR					
		NÃO / INSUFICIENTE	0		(sem recebimento de resíduos industriais) IQR=(SUBTOTALS 1+2.1+3)/10=10,0					
DRENAGEM DEFINITIVA DE ÁGUAS PLUVIAIS	19. DRENAGEM DEFINITIVA DE ÁGUAS PLUVIAIS	SUFIC. / DESNECESSÁRIO	4		(com recebimento de resíduos industriais) IQR=(SUBTOTALS 1+2.2+3)/11=10,0					
		NÃO / INSUFICIENTE	0							
DRENAGEM DE GASES	20. DRENAGEM DE GASES	SUFIC. / DESNECESSÁRIO	4							
		NÃO / INSUFICIENTE	0							
MONITORAMENTO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	21. MONITORAMENTO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	ADEQUADO / INSUFIC.	1							
		INEXISTENTE	0							
MONITORAMENTO GEOTÉCNICO	22. MONITORAMENTO GEOTÉCNICO	ADEQUADO / DESNECES.	4							
		INADEQUADO / INSUFIC.	1							
	INEXISTENTE	0								
SUBTOTAL 1			86							

DISPÕEM EM:

ÍNDICE DA QUALIDADE DE ATERROS DE RESÍDUOS - IQR					
MUNICÍPIO:			DATA:		
LÓCAL:			AGÊNCIA:		
BACIA HIDROGRÁFICA:			UGRHI:		
LICENÇA: <input type="checkbox"/> LI <input type="checkbox"/> LO			TÉCNICO:		

INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES	
Capacidade Licenciada em ton/dia (Aterro Regional)	
CAPACIDADE LICENCIADA EM TON/DIA	<input type="text"/>
QUANTIDADE DISPOSTA DO MUNICÍPIO EM TON/DIA (MÉDIA ANUAL)	<input type="text"/>
Tratamento de Biogás	
<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO CABE <input type="checkbox"/> NÃO	
Coordenadas Geográficas (SAD69)	
UTM_N (m):	<input type="text"/>
UTM_E (m):	<input type="text"/>
FUSO	<input type="checkbox"/> 22 <input type="checkbox"/> 23
Uso futuro da área	
DESCREVER	
<input type="text"/>	
Nº de Catadores	
TOTAL	<input type="text"/>
<input type="checkbox"/> ≤ 14 anos <input type="checkbox"/>	

Fonte: CETESB (2020).

Figura 100 – Modelo de planinha para cálculo do IQR-Vala

ÍNDICE DA QUALIDADE DE ATERROS DE RESÍDUOS - IQR - VALAS			
MUNICÍPIO:		DATA:	
LOCAL:		AGÊNCIA:	
BACIA HIDROGRÁFICA:		UGRHI:	
LICENÇA: <input type="checkbox"/> LI <input type="checkbox"/> L.O <input type="checkbox"/>		TÉCNICO:	

ITEM	SUB-ITEM	AValiação	PESO PONTOS
ESTRUTURA DE APOIO	ISOLAMENTO FÍSICO	SIM/SUFICIENTE	3
		NÃO/INSUFICIENTE	0
	ISOLAMENTO VISUAL	ADEQUADO	3
		INADEQUADO	0
ACesso À FRENTE DE DESCARGAS	ADEQUADO	4	
	INADEQUADO	0	
DIMENSÕES DAS VALAS	ADEQUADAS	10	
	INADEQUADAS	0	
ASPECTOS OPERACIONAIS	RECOBRIMENTO DOS RESÍDUOS	ADEQUADO	10
		INADEQUADO	2
		INEXISTENTE	0
	VIDA ÚTIL	SUFICIENTE	5
	INSUFICIENTE	0	
APROVEITAMENTO DA ÁREA	ADEQUADO	10	
	INADEQUADO	0	
ESTRUTURA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL	PROF. DO LENÇOL FREÁTICO (P) X PERMEABILIDADE DO SOLO (K)	$P > 3, K < 10^{-6}$	10
		$1 \leq P \leq 3 \text{ m}, K < 10^{-6}$	5
		CONDIÇÃO INADEQUADA	0
	DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS	SUFIC. / DESNECESSÁRIA	5
	INSUFIC. / INEXISTENTE	0	
MONITORAMENTO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	ADEQUADO	5	
	INADEQUADO/INSUFIC.	2	
	INEXISTENTE	0	
SUBTOTAL ₁			65
OUTRAS INFORMAÇÕES	PRESENÇA DE CATADORES	NÃO	6
		SIM	0
	QUEIMA DE RESÍDUOS	NÃO	5
		SIM	0
	OCORRÊNCIA DE MOSCAS E ODORES	NÃO	4
		SIM	0
	PRESENÇA DE AVES E ANIMAIS	NÃO	4
		SIM	0
RECEBIMENTO DE RESÍDUOS NÃO AUTORIZADOS	NÃO	6	
	SIM	0	
SUBTOTAL ₂			25

ITEM	SUB-ITEM	AValiação	PESO PONTOS
CARACTERÍSTICAS DA ÁREA	PROXIMIDADE DE NÚCLEOS HABITACIONAIS	$\geq 500 \text{ m}$	5
		$< 500 \text{ m}$	0
	PROXIMIDADE DE CORPOS D'ÁGUA	$\geq 200 \text{ m}$	5
		$< 200 \text{ m}$	0
VIDA ÚTIL DA ÁREA		$\leq 2 \text{ ANOS}$	<input type="checkbox"/>
		$2 < \leq 5 \text{ ANOS}$	<input type="checkbox"/>
		$> 5 \text{ ANOS}$	<input type="checkbox"/>
RESTRIÇÕES LEGAIS AO USO DO SOLO	SIM	<input type="checkbox"/>	
	NÃO	<input type="checkbox"/>	
SUBTOTAL ₃			10

CAPACIDADE LICENCIADA EM TON/DIA (ATERRO REGIONAL)

QUANTIDADE DISPOSTA DO MUNICÍPIO EM TON/DIA (MÉDIA ANUAL)

COORDENADAS GEOGRÁFICAS (SAD 69)

UTM_N (m):

UTM_E (m):

FUSO: 22 23

TOTAL MÁXIMO 100

IQR = SOMA DOS PONTOS / 10

IQR-Valas	AValiação
0,0 a 7,0	Condições Inadequadas (I)
7,1 a 10,0	Condições Adequadas (A)

DISPÕEM EM:

Fonte: CETESB (2020).

ANEXO E – CRITÉRIOS DE FORMAÇÃO DOS GRUPOS DO IPRS

Quadro 20 – Critérios de formação dos grupos do IPRS

Grupos	Crítérios	Descrição
Dinâmicos	Alta riqueza, média longevidade e média escolaridade	Municípios que se caracterizam por um nível elevado de riqueza com bons níveis nos indicadores sociais
	Alta riqueza, média longevidade e alta escolaridade	
	Alta riqueza, alta longevidade e média escolaridade	
	Alta riqueza, alta longevidade e alta escolaridade	
Desiguais	Alta riqueza, baixa longevidade e baixa escolaridade	Municípios que, embora com níveis de riqueza elevados, não são capazes de atingir bons indicadores em ambas as dimensões sociais
	Alta riqueza, baixa longevidade e média escolaridade	
	Alta riqueza, baixa longevidade e alta escolaridade	
	Alta riqueza, média longevidade e baixa escolaridade	
	Alta riqueza, alta longevidade e baixa escolaridade	
Equitativos	Baixa riqueza, média longevidade e média escolaridade	Municípios com nível de riqueza baixo, mas com bons indicadores sociais
	Baixa riqueza, média longevidade e alta escolaridade	
	Baixa riqueza, alta longevidade e média escolaridade	
	Baixa riqueza, alta longevidade e alta escolaridade	
Em transição	Baixa riqueza, baixa longevidade e média escolaridade	Municípios que apresentam baixos níveis de riqueza e níveis intermediários de longevidade e/ou escolaridade
	Baixa riqueza, baixa longevidade e alta escolaridade	
	Baixa riqueza, média longevidade e baixa escolaridade	
	Baixa riqueza, alta longevidade e baixa escolaridade	
Vulneráveis	Baixa riqueza, baixa longevidade e baixa escolaridade	Municípios mais desfavorecidos do Estado, tanto em riqueza quanto nos indicadores sociais

Fonte: SEADE (2020).

Quadro 21 – Parâmetros IPRS para a classificação dos municípios – 2018

Categorias	Dimensões do IPRS		
	Riqueza municipal	Longevidade	Escolaridade
Baixa	Até 38	Até 68	Até 52
Média	-	69 a 71	53 a 60
Alta	39 e mais	72 e mais	61 e mais

Fonte: SEADE (2020).